The University of Tehran Press

Iranian Journal of Plant Protection Science

Online ISNN: 2008-4781

Homepage: http://ijpps.ut.ac.ir/

Population dynamics of the cereal leaf beetle *Oulema melanopus* and some natural enemies in wheat fields of Varamin county, Tehran province under spraying and non-spraying conditions

Reihaneh Barati[1]✉

1. Corresponding Author, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization, AREEO, Tehran, Iran. E-mail: r.barati@iripp.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 9 February 2025
Revised: 11 April 2025
Accepted: 24 April 2025
Published online: Spring and Summer 2024

Keywords:
Seven-spotted ladybird,
flower fly,
chemical control,
natural enemy conservation,
wheat fields.

ABSTRACT

In recent years, the population of the cereal leaf beetle, *Oulema melanopus*, has increased in some regions of Iran. Therefore, it is essential to evaluate the population dynamics of this pest and the impact of insecticides on it and the natural enemies in wheat fields. In this study, the population of *O. melanopus* and some natural enemies including seven-spotted ladybird and flower fly larvae were examined in Tehran province, and also the effects of three recommended insecticides were evaluated. The results showed from the last week of April to the first week of May, there were about 2 larvae of *O. melanopus* per stem, with the highest number of 2.4 larvae/stem observed on May 1 followed by a decline, reaching 0.5 larvae/stem by May 8. Three days after treatment with deltamethrin (0.3 ml/L), fenitrothion (1 ml/L), matrine (2 ml/L), and matrine (1.5 ml/L), the number of larvae per stem was 0.4, 0.85, 0.52, and 0.47, respectively, while untreated conditions had 2.12 larvae/stem. The population of ladybird larvae decreased under spraying conditions; however, two weeks after treatment, the population in the matrine treatment returned to levels observed in untreated plots, while in the deltamethrin and fenitrothion treatments, ladybird larvae populations were 50% lower than those in untreated plots. The flower fly larvae population remained very low during the pesticide application. Based on the results, it is recommended that field monitoring of the cereal leaf beetle in Tehran province be conducted from mid-April to mid-May.

Cite this article: Barati, R. (2024). Population dynamics of the cereal leaf beetle *Oulema melanopus* and some natural enemies in wheat fields of Varamin county, Tehran province under spraying and non-spraying conditions. *Iranian Journal of Plant Protection Science*, 55 (1), 193-208. DOI: https://doi.org/10.22059/ijpps.2025.390167.1007072

© The Author(s).
Publisher: The University of Tehran Press.
DOI: https://doi.org/10.22059/ijpps.2025.390167.1007072

Extended Abstract

Introduction

Pest management in wheat fields is largely dependent on the use of chemical insecticides. However, these chemicals may have unintended consequences on non-target insects, including beneficial species. Over recent years, the population and damage caused by the cereal leaf beetle, *Oulema melanopus*, has increased in some regions of Iran. Therefore, it is essential to investigate the population dynamics of this pest, the effects of insecticides on both the pest and natural enemies in wheat fields, and identify optimal pest management strategies. This study aimed to monitor the population changes of *O. melanopus*, the natural enemies including the seven-spotted ladybug and flower fly larvae, and assess the impact of common insecticides recommended against wheat pests on the pest and natural enemies.

Materials and Methods

The study was carried out in wheat fields of Tehran province, where the population of *O. melanopus* and its natural enemies was monitored during the pest larval stage. The changes in the population of *O. melanopus* and natural enemies including seven-spotted ladybird and flower fly larvae were recorded. For sampling, all

larvae of the cereal leaf beetle, seven-spotted ladybird, and flower fly present on 40 wheat stems were randomly counted in the field. The sampling was carried out during the larval stage of the cereal leaf beetle, which is the optimal time for chemical management of this pest. To investigate the impact of common pesticide applications on the cereal leaf beetle population and the natural enemies, the effects of three insecticides namely deltamethrin (0.3 ml/L), fenitrothion (1 ml/L), and matrine (1.5 and 2 ml/L) were evaluated. The study focused on assessing the impacts of the insecticides on the beetle larvae population and the larvae of the natural enemies. Sampling was conducted before and after spraying and the count of the insects was performed using the same method as for unsprayed areas.

Results and Discussion

The results showed that during the last week of April to the first week of May, there was an average of 2 larvae of *O. melanopus* per stem. The peak population occurred on May 1, with 2.4 larvae per stem, followed by a decline, reaching 0.5 larvae per stem by May 8. Application of the insecticides significantly reduced the pest population, with deltamethrin, fenitrothion, matrine 1.5 ml/L, and matrine 2 ml/L treatments resulting in 0.4, 0.85, 0.52, and 0.47 larvae per stem, respectively, three days after spraying compared to 2.12 larvae per stem in the untreated control. The results also highlighted the importance of monitoring the *O. melanopus* population from mid-April to mid-May in Tehran province. In terms of natural enemies, the ladybug larvae population decreased under pesticide treatments. However, after two weeks, the population in the matrine treatment recovered to levels similar to the untreated control, while in deltamethrin and fenitrothion treatments, the population remained 50% lower than in the untreated control. Flower fly larvae were found to be at very low numbers during pesticide application, with populations not significantly impacted after two weeks.

Conclusion

The peak larval population of *O. melanopus* in Tehran province occurred in early May, with the highest infestation observed between May 1 and 8. Therefore, it is recommended to monitor the population of this pest approximately from mid- April to mid-May in Tehran, especially in areas where high populations have been observed in previous years. Insecticides such as deltamethrin and matrine were effective in controlling the pest population, but care should be taken to minimize harm to natural enemies. Among the insecticides tested the botanical compound matrine was found to be less harmful to ladybug larvae compared to the synthetic chemicals. The ladybug larvae were able to recover faster from exposure to matrine, demonstrating its potential as an eco-friendlier alternative. So, the use of matrine, particularly at lower concentrations, poses fewer risks to the seven-spotted ladybird compared to the chemical insecticides. If chemical management against *O. melanopus* is necessary, spraying should be done using reduced risk insecticides and during the early larval stages of the pest to enhance efficacy against *O. melanopus* while minimizing damage to ladybirds and flower flies, whose populations have not yet increased in the field. As *O. melanopus* has a high potential for damage, and its prevalence has been increasing in certain regions, establishing clear thresholds for economic injury levels and understanding the pest's sensitivity to climate changes are critical for managing the pest effectively in Iran. Therefore, integrated pest management strategies that include careful timing of pesticide applications to avoid damaging natural enemies are essential.

نشریه دانش گیاهپزشکی ایران، دوره ۵۵، شماره ۱

انتشارات دانشگاه تهران

شاپا الکترونیکی: ۷۸۶۸-۲۴۲۳

Homepage: http://ijpps.ut.ac.ir/

تغییرات جمعیت سوسک برگخوار غلات *Oulema melanopus* و برخی دشمنان طبیعی در مزارع گندم شهرستان ورامین استان تهران در شرایط سم‌پاشی و عدم سم‌پاشی

ریحانه براتی[۱] ✉

۱. نویسنده مسئول، استادیار، موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران. رایانامه: r.barati@iripp.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۲۱
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۱/۲۲
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۲/۰۴
تاریخ انتشار: بهار و تابستان ۱۴۰۳

کلیدواژه‌ها:
کفشدوزک هفت نقطه‌ای، مگس سیرفید، کنترل شیمیایی، حفاظت از دشمنان طبیعی، مزارع گندم.

چکیده

در سال‌های اخیر، جمعیت و خسارت سوسک برگخوار غلات *Oulema melanopus* در برخی مناطق کشور افزایش یافته و بررسی تغییرات جمعیت این آفت و همچنین ارزیابی اثر حشره‌کش‌ها بر آفت و دشمنان طبیعی آن ضروری است. در پژوهش حاضر، تغییرات جمعیت سوسک برگخوار غلات و برخی دشمنان طبیعی شامل کفشدوزک هفت‌نقطه‌ای و مگس سیرفید در شرایط سم‌پاشی و عدم سم‌پاشی در مزارع گندم شهرستان ورامین استان تهران بررسی شد. نتایج نشان داد که از هفته اول تا نیمه اردیبهشت حدود ۲ لارو سوسک برگخوار غلات در هر ساقه وجود داشت که بیشترین تعداد آن ۲/۴ لارو به ازای هر ساقه در ۱۲ اردیبهشت بود. پس از آن، جمعیت روند کاهشی داشت. سه روز پس از تیمار با دلتامترین ۰/۳ در هزار، فنیتروتیون ۱ در هزار، ماترین ۲ در هزار و ماترین ۱/۵ در هزار به ترتیب ۰/۴، ۰/۸۵، ۰/۵۲ و ۰/۴۷ لارو در ساقه ثبت شد، در حالی که در شرایط بدون سم‌پاشی ۲/۱۲ لارو در ساقه وجود داشت. جمعیت لاروهای کفشدوزک پس از سم‌پاشی کاهش یافت، اما دو هفته بعد در تیمار ماترین به وضعیت بدون سم‌پاشی رسید، در حالی که در تیمارهای دلتامترین و فنیتروتیون، جمعیت لاروها ۵۰ درصد کمتر از شرایط بدون سم‌پاشی بود. جمعیت لاروهای مگس سیرفید در زمان محلول‌پاشی علیه سوسک برگخوار غلات بسیار پایین بود و بنابراین، تحت تاثیر سم‌پاشی قرار نگرفت. بر مبنای نتایج، در شرایط استان تهران لازم است از اواسط فروردین تا نیمه اردیبهشت پایش مزارع انجام و در صورت نیاز، کنترل شیمیایی علیه سوسک برگخوار غلات با ترکیبات توصیه شده و کم‌خطر انجام شود.

استناد: براتی، ریحانه (۱۴۰۳). تغییرات جمعیت سوسک برگخوار غلات *Oulema melanopus* و برخی دشمنان طبیعی در مزارع گندم شهرستان ورامین استان تهران در شرایط سم‌پاشی و عدم سم‌پاشی. *نشریه دانش گیاهپزشکی ایران*، ۵۵ (۱)، ۲۰۸-۱۹۳. DOI: https://doi.org/10.22059/ijpps.2025.390167.1007072

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

DOI: https://doi.org/10.22059/ijpps.2025.390167.1007072

مقدمه

گندم به‌عنوان کلیدی‌ترین محصول کشاورزی کشور، نقشی اساسی در تأمین امنیت غذایی، پایداری اقتصادی و حتی شکل‌گیری سیاست‌های ملی ایفا می‌کند. گندم بیشترین سهم در تولیدات زراعی دیم کشور را به خود اختصاص داده است به طوری که سطح زیر کشت آن بیش از ۴ میلیون هکتار و میزان تولید آن حدود ۵/۲ میلیون تن می‌باشد. همچنین، گندم در تولید محصولات زراعی آبی نیز جایگاه دوم را داراست. سطح زیر کشت گندم آبی در کشور تقریباً به ۲ میلیون هکتار می‌رسد و میزان تولید آن حدود ۸/۳ میلیون تن است (Ahmadi *et al*., 2021).

مزارع گندم زیستگاه انواع مختلفی از حشرات هستند که برخی از آن‌ها به‌عنوان آفت شناخته می‌شوند. به‌دلیل اهمیت گندم در سبد غذایی مردم، حفظ این محصول از آسیب آفات از اولویت‌های کشاورزی کشور است. یکی از آفات مزارع گندم، سوسک برگ خوار غلات یا سوسک لما *Oulema melanopus* L. (Coleoptera: Chrysomelidae) است. این آفت اولین بار در سال ۱۹۶۲ از ایالات متحده امریکا گزارش شد (Kogan *et al*., 1999) و در حال حاضر از آفات مهم گندم در آمریکای شمالی (Ihrig *et al*., 2001; Buntin *et al*., 2004; Kher *et al*., 2011)، اروپا (Meindl *et al*., 2001)، روسیه (Sokolov, 1999) و چین (Wu *et al*., 2019) به شمار می‌آید. اگرچه خسارت اصلی توسط لاروها ایجاد می‌شود، اما این آفت هم در مرحله لاروی و هم در مرحله حشره کامل به موازات رگبرگ اصلی از پارانشیم رویی و اپیدرم برگ تغذیه کرده و سبب کاهش سطح فتوسنتز گیاه می‌شود. محل تغذیه روی برگ به شکل نوارهای طولی دیده می‌شود. با توجه به نقش برگ‌های پرچم در عملکرد گندم، تغذیه از این برگ‌ها به ویژه توسط لاروهای سنین بالا سبب کاهش معنی‌دار عملکرد محصول می‌شود (Ihrig *et al*., 2001). در ایالات متحده آمریکا گزارش شده است که اگر یک لارو روی هر ساقه گندم وجود داشته باشد، ۱۲/۶ درصد از محصول کاهش می‌یابد. بر همین مبنا، سطح زیان اقتصادی سوسک برگخوارغلات در امریکا، ۰/۴ لارو به ازای هر ساقه تخمین زده شده است (Buntin *et al*., 2004) که نشان دهنده پتانسیل خسارت زایی این آفت است.

مشاهده‌ها و گزارش‌ها حاکی از افزایش جمعیت سوسک برگخوار غلات طی سالهای اخیر در برخی مناطق از جمله استان‌های شمالی و شمال غربی کشور بوده است (Sabze Ali & Barati, 2021). در برخی از مناطقی که به طور معمول علیه سن گندم *Eurygaster integriceps* Puton سم‌پاشی انجام نمی‌شود، کشاورزان ناگزیر از سم‌پاشی علیه سوسک برگخوار غلات شده‌اند که ممکن است در کنترل آفت موفق یا ناموفق باشند. بنابراین، با افزایش خسارت آفت طی سال‌های اخیر و با توجه به اهمیت و جایگاه ویژه گندم در سبد غذایی کشور، تحقیق در زمینه بررسی وضعیت جمعیت، خسارت و راهکارهای مدیریت این آفت، حائز اهمیت می‌باشد. اگرچه در مزارع استان تهران عمدتا کنترل شیمیایی علیه سن گندم انجام می‌شود، اما اثرگذاری آن بر جمعیت سوسک برگخوار غلات وابسته به زمان انجام سم‌پاشی است. با توجه به اینکه استان تهران از نظر عملکرد تولید گندم آبی در کشور رتبه اول را دارد (Ahmadi *et al*., 2021)، لازم است تغییرات جمعیت سوسک برگخوار غلات به عنوان آفتی که قابلیت کاهش محصول را دارد، مورد توجه قرار گیرد. بررسی تغییرات جمعیت می‌تواند تراکم و زمان اوج جمعیت آفت را مشخص کند. بنابراین، می‌توان لزوم یا عدم لزوم اعمال روش‌های مدیریتی را تعیین کرد و در صورت نیاز به استفاده از روش‌های شیمیایی، زمان بهینه اعمال روش‌های مدیریتی را مشخص نمود.

در حال حاضر، کنترل شیمیایی به‌عنوان یکی از ابزارهای اصلی در مدیریت آفات کشاورزی شناخته می‌شود، اما در صورت استفاده نادرست، می‌تواند پیامدهای مختلفی مانند افزایش جمعیت آفات درجه دوم، بروز مقاومت آفات نسبت به آفتکش‌ها، آلودگی محیط زیست و اثرات نامطلوب بر موجودات غیرهدف ایجاد نماید (Tabebordbar *et al*., 2020; Serrão *et al*., 2022). از جمله موجودات غیرهدف که در معرض اثرات ناخواسته آفتکش‌ها قرار دارند، دشمنان طبیعی هستند. مطالعات متعدد نشان داده‌اند که حشره‌کش‌ها می‌توانند سبب آسیب دشمنان طبیعی شوند (Tabebordbar *et al*., 2020; Parsaeyan *et al*., 2020; Serrão *et al*., 2022). برای پرهیز یا به حداقل رساندن اثرات ناخواسته آفتکش‌ها لازم است از یک سو زمان

اوج جمعیت و حساسیت دشمنان طبیعی تعیین و از کاربرد ترکیبات شیمیایی در این زمان‌ها خودداری شود و از سوی دیگر از مصرف ترکیبات پرخطر اجتناب شود.

دشمنان طبیعی مختلفی در مزارع گندم وجود دارند که می‌توانند تحت تأثیر اثرات ناخواسته آفت‌کش‌ها قرار گیرند. از جمله این موجودات می‌توان به کفشدوزک هفت‌نقطه‌ای *Coccinella septempunctata* L.(Col.ccinellidae) و گونه‌های مختلف مگس‌های سیرفید (Dip.: Syrphidae) اشاره نمود. کفشدوزک هفت‌نقطه‌ای، حشره‌ای شناخته‌شده از زیرخانواده Coccinellinae است که در سراسر جهان پراکنده است و در بیشتر زیست‌بوم‌های کشاورزی یافت می‌شود. این حشره به‌ویژه در کنترل شته‌ها مؤثر است. هم حشرات کامل و هم لاروهای آن از شته‌ها تغذیه می‌کنند (Hodek & Michaud, 2008). مگس‌های سیرفید که به‌طور گسترده‌ای در طبیعت پراکنده‌اند، از دیگر دشمنان طبیعی فعال در مزارع گندم هستند. حشرات کامل این خانواده در گرده‌افشانی گیاهان نقش مهمی دارند، در حالی که در بیشتر گونه‌های مگس سیرفید، لاروها به عنوان شکارگر آفاتی مانند شته‌ها در مدیریت آفات مؤثر هستند (Sommaggio & Burgio, 2014). از آنجاکه استفاده از حشره-کش‌ها برای مدیریت سوسک برگخوار غلات می‌تواند اثرات ناخواسته‌ای برای دشمنان طبیعی فعال در مزارع گندم داشته باشد، لازم است به موازات بررسی راهکارهای مدیریت آفت، آسیب‌های احتمالی برای دشمنان طبیعی نیز مورد توجه قرار گیرد. با اجتناب از مصرف ترکیبات پرخطر و همچنین مدیریت در زمان بندی مصرف حشره‌کش‌ها، می‌توان اثرات سوء ترکیبات شیمیایی را به حداقل رساند (Kanzaki and Tanaka, 2010).

در این پژوهش ضمن بررسی نوسان جمعیت سوسک برگخوار غلات، با هدف اجتناب از سم‌پاشی در زمان اوج جمعیت دشمنان طبیعی، نوسان‌های جمعیت دو شکارگر فعال در مزارع گندم شامل کفشدوزک هفت نقطه‌ای و مگس سیرفید مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به اینکه کنترل شیمیایی علیه سوسک برگخوار غلات در مرحله لاروی این آفت توصیه شده است (Buntin *et al*., 2004)، بررسی‌ها همزمان با مرحله لاروی آفت انجام شد. همچنین اثر محلول‌پاشی با حشره‌کش پایریتروئیدی دلتامترین، حشره‌کش فسفره فنیتروتیون و ترکیب گیاهی ماترین که از ترکیبات توصیه شده علیه آفات گندم هستند، روی جمعیت سوسک برگخوارغلات، کفشدوزک هفت نقطه‌ای و مگس سیرفید بررسی شد.

پیشینه پژوهش

آستانه زیان اقتصادی سوسک برگخوار غلات در ایران تعیین نشده است. در سایر کشورها نیز آستانه‌های اقتصادی متفاوتی مبنای تصمیم‌گیری برای اعمال روش‌های مدیریتی قرار گرفته است. در صربستان که خسارت این آفت هر چند سال یک بار شدت پیدا می‌کند، آستانه زیان اقتصادی یک لارو به ازای هر ساقه است (Tanasković *et al*., 2012). تغییرات جمعیت سوسک برگخوار غلات در برخی از استان‌های کشور مانند مازندران (Barari, 2019)، گلستان (Asadeh *et al*., 2009) و آذربایجان شرقی (Seyedi Sahebari, 2007) مورد بررسی قرار گرفته است. اما وضعیت جمعیت آفت در استان تهران تاکنون مورد مطالعه قرار نگرفته است که با توجه به افزایش خسارت آفت، اطلاعات در این زمینه مورد نیاز می‌باشد.

در بررسی اثرات حشره‌کش‌های مختلف در کنترل سوسک برگخوار غلات کارایی ترکیبات پایریتروئیدی و فسفره آلی علیه این آفت گزارش شده است (Philips *et al*., 2011). حشره‌کش پایریتروئیدی گاما- سای هالوترین، حشره‌کش‌های فسفره دیمتوآت و آزینفوس متیل و همچنین مخلوط حشره‌کش‌های فسفره و پایریتروئیدی به صورت مونوکروتوفوس + سایپرمترین در کنترل لاروها موفق بوده‌اند (Tanasković *et al*., 2012). در مطالعه انجام شده در صربستان، حشره‌کش‌های دلتامترین و لامبدا سای هالوترین سبب کنترل موثر سوسک برگخوار غلات شدند به طوری که اثربخشی ۱۰۰ درصدی داشتند (Grčak *et al*., 2025). حشره‌کش‌گیاهی ماترین علیه آفات برگخوار، شته‌ها و کنه‌ها موثر گزارش شده است (Marcic *et al*., 2012). در ایران ماترین برای کنترل پروانه پشت الماسی (Sheikhi Garjan *et al*., 2014) و سوسک برگخوار غلات به ثبت رسیده

است (Barati *et al*., 2023). اثر برخی ترکیبات گیاهی دیگر نیز روی سوسک برگخوار غلات بررسی شده است. مطالعات نشان داده‌اند اسانس پرتقال شیرین *Citrus sinensis* Osbeck پس از ۴۸ ساعت سبب تلفات ۸۵ درصدی لاروهای سوسک برگخوار غلات شده است (Zarubova *et al*., 2015).

جلوگیری از تاثیرات غیرهدف آفتکش‌ها بر دشمنان طبیعی، یکی از اصول بنیادین در کنترل بیولوژیک حفاظتی به شمار می‌رود (Schmidt-Jeffris, 2023). با این حال، استفاده از حشره‌کش‌ها در مزارع گندم باعث کاهش جمعیت دشمنان طبیعی می‌شود، که این امر نگرانی‌هایی را در خصوص آسیب به این موجودات و بر هم خوردن تعادل طبیعی به وجود آورده است (Atta *et al*., 2021).

اثرات سوء حشره‌کش‌های فسفره آلی بر شکارگرهای طبیعی از جمله کفشدوزک *Hippodamia convergens* Guérin-Méneville (Santos *et al*., 2017) و کفشدوزک *Harmonia axyridis* Pallas (Rasheed *et al*., 2020) و نیز اثر ترکیبات پایریتروئیدی بر دشمنان طبیعی مانند *Bracon mellitor* Say، *Cardiochiles nigriceps* Viereck، *Coleomegilla maculata* De Geer، *Cotesia marginiventris* Cresson، *Geocoris punctipes* Say و *H. convergens* (Tillman, & Mulrooney, 2000) و نیز کفشدوزک‌های خانواده Coccinellidae (Fritz *et al*., 2013) گزارش شده است. این ترکیبات می‌توانند روی مراحل رشدی مختلف کفشدوزک هفت نقطه‌ای نیز اثرات ناخواسته‌ای داشته باشند (Bozsik, 2006).

کاهش فراسنجه‌های زیستی و تولیدمثلی کفشدوزک هفت‌نقطه‌ای در معرض دلتامترین گزارش شده است (Tahir *et al*., 2014). بقایای دلتامترین حتی سه هفته پس از تیمار برای لاروهای کفشدوزک هفت‌نقطه‌ای سمی بوده است (Skouras *et al*., 2023). حشره‌کش‌های دلتامترین + هپتنفوس و لامبدا- سای هالوترین باعث مرگ و میر حشرات کامل کفشدوزک هفت‌نقطه‌ای شده‌اند (Bozsik, 2006). همچنین گزارش شده است که ترکیبات پایریتروئیدی سایپرمترین و لامبدا- سای هالوترین پس از ۷۲ ساعت به ترتیب سبب تلفات ۹۰ و ۸۲ درصدی حشرات کامل کفشدوزک هفت نقطه‌ای شده‌اند (Farhan, 2024). همچنین، گزارش شده است که سمیت حشره‌کش‌های پایریتروئیدی برای کفشدوزک هفت نقطه‌ای بین ۸۰ تا ۱۰۰ درصد بوده است و این ترکیبات در گروه‌های زیان آور و نسبتا زیان آور برای کفشدوزک هفت نقطه‌ای قرار گرفته‌اند (McDougall *et al*., 2022).

همچنین، دلتامترین برای مگس‌سیرفید *E. balteatus* سمی گزارش شده است و لاروهایی که در معرض این ترکیب قرار گرفته‌اند، نتوانستند به حشره کامل تبدیل شوند (Jansen, 1998). در کشمیر، تعداد حشرات کامل مگس سیرفید در مزارع سبزیجاتی که تحت سم‌پاشی‌های رایج قرار داشتند، نصف تعداد این حشرات در مزارع سم‌پاشی نشده گزارش شده است (Khan & Reyaz, 2017). در چین، اجرای برنامه های محافظتی در باغ گلابی که با کاهش مصرف حشره‌کش پایریتروئیدی سایپرمترین و حشره‌کش گیاهی ماترین و اضافه کردن روش‌های مدیریت غیرشیمیایی همراه بوده، سبب شده که جمعیت دشمنان طبیعی از جمله مگس سیرفید *E. balteatus* به طور معنی‌داری افزایش یابد (Zhang *et al*., 2014).

با توجه به اینکه در سال‌های اخیر خسارت سوسک برگخوارغلات در کشور افزایش یافته است و در برخی مناطق علیه این آفت سم‌پاشی انجام می‌شود، لازم است اثرات سوء کنترل شیمیایی با این آفت برای دشمنان طبیعی به حداقل برسد.

روش شناسی پژوهش

آزمایش در مزارع گندم پاییزه رقم پیشگام و در استان تهران، شهرستان ورامین، روستای قلعه نو با مختصات جغرافیایی 35.5106° N, 51.5167° E و ارتفاع ۹۱۸ متر از سطح دریا انجام شد. نمونه‌برداری از سوسک برگخوار غلات از پیش از مرحله لاروی که زمان مناسب برای مدیریت شیمیایی این آفت می‌باشد، آغاز شد تا زمان شروع مرحله لاروی مشخص گردد. از اولین نمونه‌برداری که لاروهای سوسک برگخوار غلات مشاهده شدند، دشمنان طبیعی نیز در چهار نوبت و طی مرحله لاروی

سوسک برگخوار غلات مورد شمارش قرار گرفتند. برای نمونه‌برداری، تمام لاروهای سوسک برگخوار غلات (Buntin *et al*., 2004)، کفشدوزک هفت نقطه‌ای و مگس سیرفید (Saljoqi *et al*., 2022) موجود روی ۴۰ ساقه گندم به صورت تصادفی در مزرعه شمارش شدند.

برای بررسی چگونگی تاثیر پذیری جمعیت سوسک برگخوار غلات و دشمنان طبیعی در برابر سم‌پاشی‌های رایج در مزارع گندم، بخشی از مزرعه با استفاده از حشره‌کش‌های توصیه شده علیه آفات گندم سم‌پاشی شد (جدول ۱). محلول‌پاشی در مرحله آغاز خوشه‌دهی گیاهان و با استفاده از سمپاش پشتی موتوری لانس‌دار و با پایه آب مصرفی ۴۰۰ لیتر در هکتار انجام شد. تعیین زمان محلول‌پاشی با توجه به مرحله رشدی سوسک برگخوار غلات انجام شد به طوری که بیشتر تخم‌ها تفریخ شده و لاروها در سنین اولیه قرار داشتند. این زمان، مناسب‌ترین زمان برای سم‌پاشی علیه سوسک برگخوارغلات می‌باشد (Buntin *et al*., 2004). شمارش تعداد لاروهای آفت و دشمنان طبیعی مشابه با روش بدون سمپاشی انجام شد. نمونه برداری‌ها قبل از محلول‌پاشی و پس از آن انجام شد.

میانگین تعداد لارو در ساقه در شرایط طبیعی و شرایط اعمال مدیریت شیمیایی محاسبه و بر این اساس نمودارهای تغییرات جمعیت رسم شد. برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

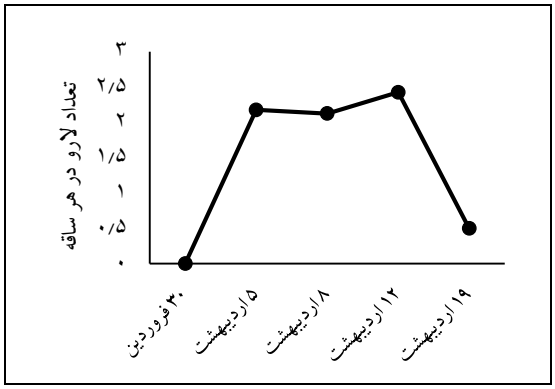
جدول ۱. مشخصات تیمارهای مورد استفاده برای محلول‌پاشی مزرعه گندم

تیمار	فرمولاسیون	غلظت (ml/L)	میزان مصرف (ml/ha)	نام تجاری	شرکت تولیدکننده، کشور
ماترین	0.6 SL	۲	۸۰۰	روی آگرو	کینگبو بایوتک، چین
ماترین	0.6 SL	۱/۵	۶۰۰	روی آگرو	کینگبو بایوتک، چین
فنیتروتیون	50 EC	۱	۴۰۰	فنیتروتیون	گیاه، ایران
دلتامترین	2.5 EC	۰/۳	۱۲۰	دلتامترین	گیاه، ایران
شاهد	آب	–	–	–	–

یافته‌های پژوهش

تغییرات جمعیت سوسک برگخوار غلات در شرایط طبیعی

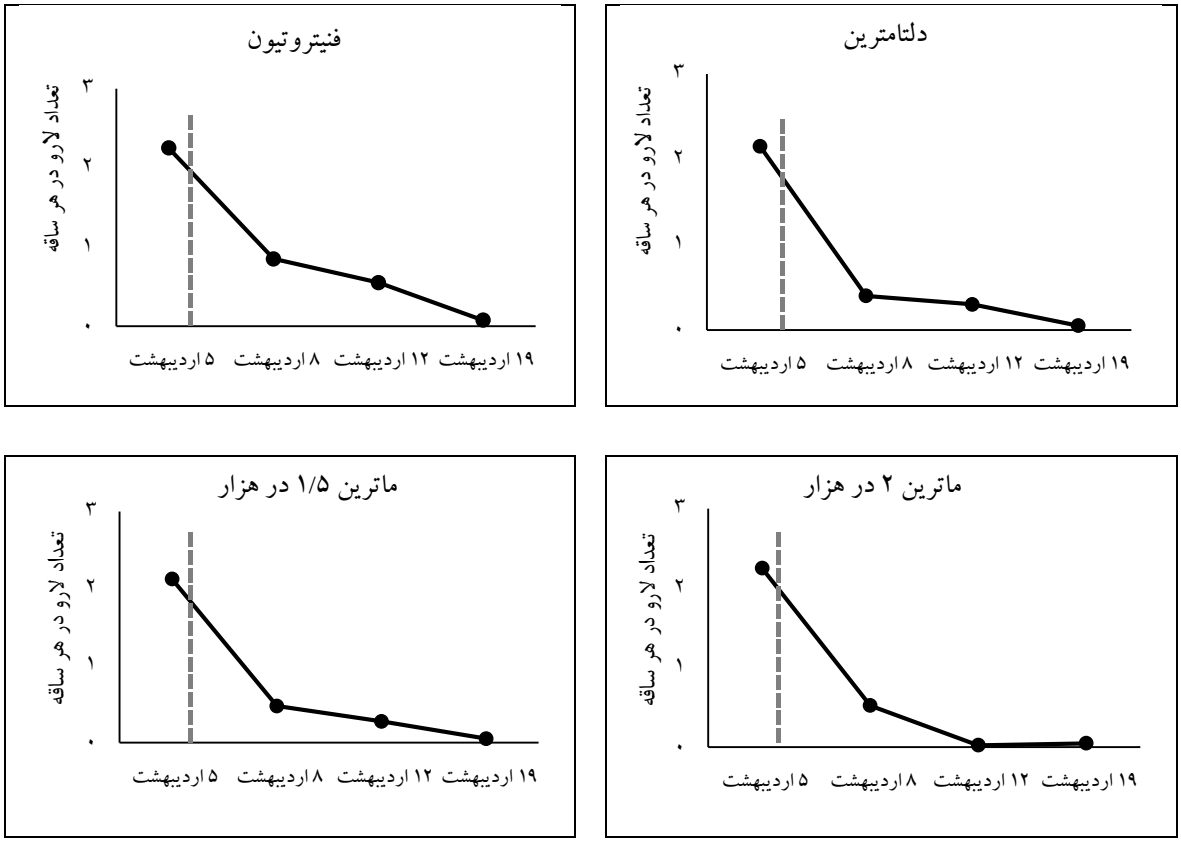
تغییرات جمعیت لاروهای سوسک برگخوار غلات در استان تهران در شکل ۱ ارائه شده است. اولین مشاهده لاروها در هفته اول اردیبهشت و همزمان با به خوشه رفتن گندم ثبت شد. به طور متوسط تا نیمه اردیبهشت حدود ۲ لارو در هر ساقه وجود داشت که بیشترین تعداد آن برابر ۲/۴ لارو به ازای هر ساقه بود که در ۱۲ اردیبهشت ثبت شد. پس از آن جمعیت لاروها روند کاهشی داشت و در ۱۹ اردیبهشت به ۰/۵ لارو در ساقه رسید.



شکل ۱– تغییرات جمعیت لاروهای سوسک برگخوار غلات در استان تهران

تغییرات جمعیت سوسک برگخوار غلات در شرایط سم‌پاشی

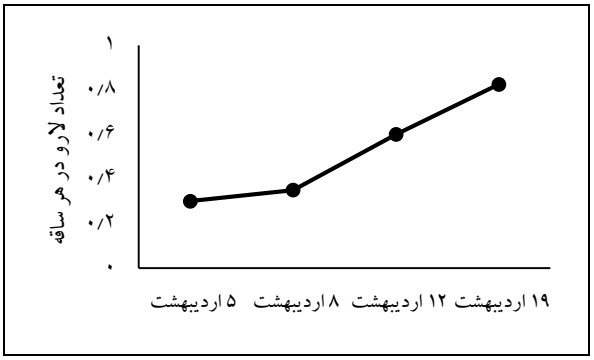
تغییرات جمعیت لاروهای سوسک برگخوار غلات در شرایط سم‌پاشی در استان تهران در شکل ۲ مشاهده می‌شود. کاربرد حشره‌کش‌ها سبب کاهش جمعیت آفت شد. تفاوت تیمارها در اولین ($F_{۳،۱۵۶}$ = ۳/۰۴۶ ؛ P =۰/۰۳۱) و دومین ($F_{۳،۱۵۶}$ = ۵/۶۰۶ ؛ P =۰/۰۰۱) نمونه‌برداری پس از محلول پاشی معنی‌دار بود ولی در نمونه‌برداری آخر ($F_{۳،۱۵۶}$ = ۰/۰۹۳ ؛ P =۰/۹۶۴) تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. جمعیت آفت سه روز پس از تیمار با حشره‌کش‌های دلتامترین، فنیتروتیون، ماترین ۲ در هزار و ماترین ۱/۵ در هزار به ترتیب به ۰/۴، ۰/۸۵، ۰/۵۲ و ۰/۴۷لارو در ساقه رسید در حالی که در صورت عدم سم‌پاشی جمعیت آفت به ۲/۱۲ لارو در ساقه می‌رسید. بنابراین، در روز سوم دلتامترین بیشترین کاهش جمعیت را ایجاد کرد که تفاوت آن با سایر تیمارها معنی‌دار بود. هفت روز پس از تیمار نیز جمعیت آفت در تیمارهای دلتامترین، فنیتروتیون، ماترین ۲ در هزار و ماترین ۱/۵ در هزار به ترتیب ۰/۳۰، ۰/۵۵، ۰/۲۰، و ۰/۲۷ لارو در ساقه رسید در صورتی که در تیمار بدون سم‌پاشی در این زمان جمعیت آفت ۲/۴۲ لارو در ساقه بود. در روز هفتم بیشترین کاهش جمعیت مربوط به ماترین بود که تفاوت معنی‌داری با دلتامترین نداشت. طی روزهای بعد جمعیت در همه تیمارها روند کاهشی داشت.



شکل ۲. تاثیر حشره‌کش‌های مورد آزمایش بر جمعیت لاروهای سوسک برگخوار غلات در استان تهران (خط چین: زمان محلول‌پاشی)

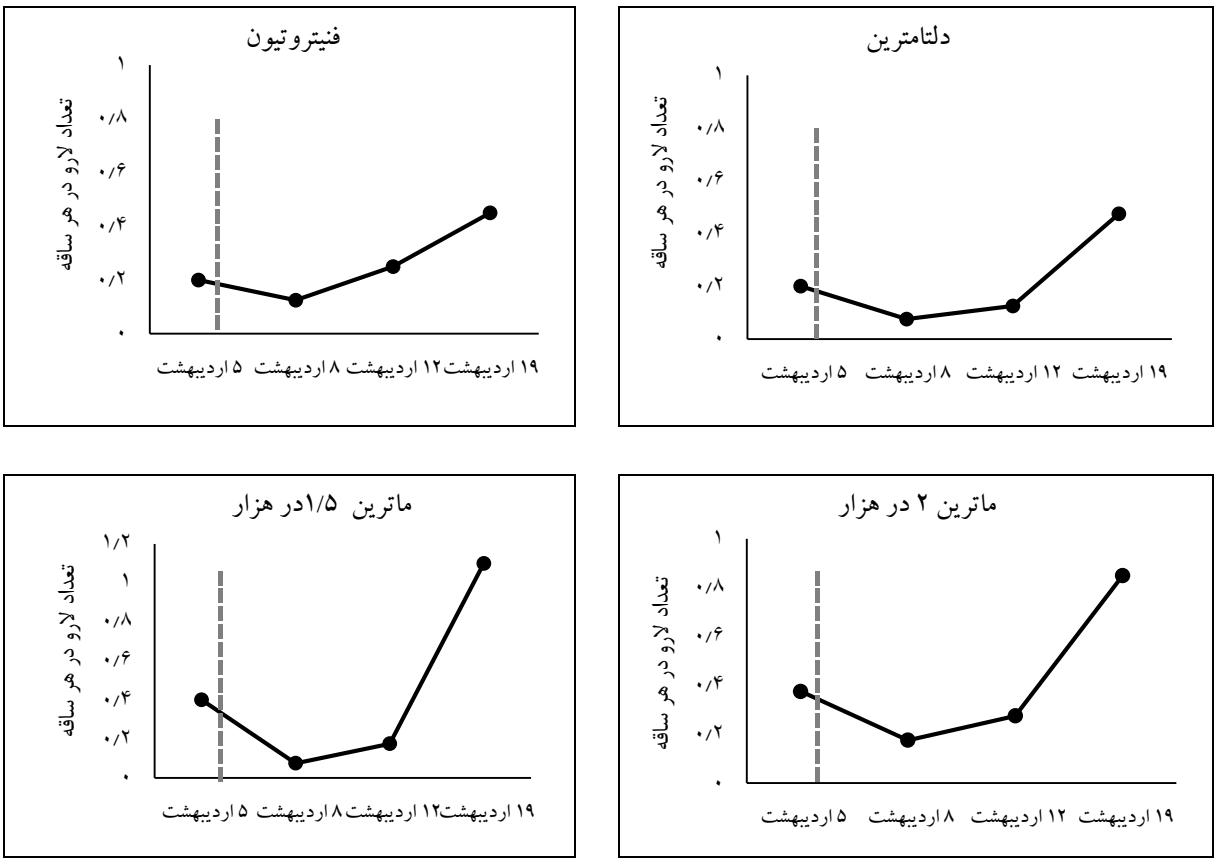
تغییرات جمعیت کفشدوزک هفت نقطه‌ای در شرایط طبیعی

تغییرات جمعیت لاروهای کفشدوزک هفت نقطه‌ای در استان تهران در شکل ۳ مشاهده می‌شود. همزمان با به خوشه رفتن گندم، تعداد لاروهای کفشدوزک در هر ساقه کمتر از یک عدد بود. پس از هفته اول اردیبهشت، جمعیت روند افزایشی پیوسته داشت و در ۱۹ اردیبهشت به تعداد ۰/۸ لارو به ازای هر ساقه رسید که بیشترین تعداد بود.



شکل ۳. تغییرات جمعیت لاروهای کفشدوزک هفت نقطه‌ای در استان تهران

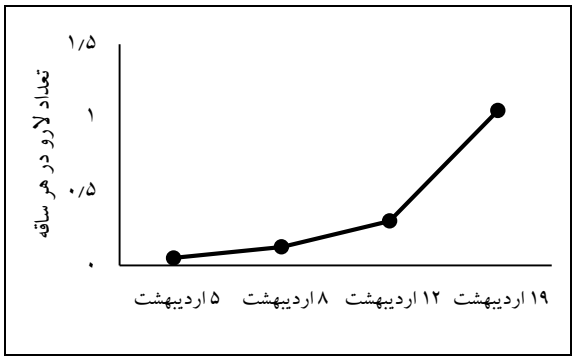
تغییرات جمعیت لاروهای کفشدوزک پس از محلول‌پاشی در شکل ۴ مشاهده می‌شود. در نمونه‌برداری‌های اول (P =۰/۵۳۸ ؛ $F_{۳،۱۵۶}$ = ۰/۷۲۶)، دوم (P =۰/۷۵۲ ؛ $F_{۳،۱۵۶}$ = ۰/۴۰۲) و سوم (P =۰/۰۵۱ ؛ $F_{۳،۱۵۶}$ = ۲/۷۰۱) پس از محلول‌پاشی، تفاوت معنی‌داری بین حشره‌کش‌ها وجود نداشت. سه روز پس از تیمار جمعیت کاهش یافت اما در ادامه، جمعیت با شیب کمی شروع به افزایش کرد. یک هفته پس از تیمار، جمعیت با شیب بیشتری افزایش یافت. دو هفته پس از تیمار، جمعیت لاروهای کفشدوزک در تیمارهای ماترین به شرایط بدون سم‌پاشی یعنی حدود ۰/۸ لارو در ساقه رسید اما در تیمارهای دلتامترین و فنیتروتیون، جمعیت لاروها نصف شرایط بدون سم‌پاشی یعنی ۰/۴ لارو به ازای هر ساقه بود.



شکل ٤. تاثیر حشره‌کش‌های مورد آزمایش بر تغییرات جمعیت لاروهای کفشدوزک هفت نقطه‌ای در استان تهران (خط چین: زمان محلول‌پاشی)

تغییرات جمعیت مگس سیرفید در شرایط طبیعی

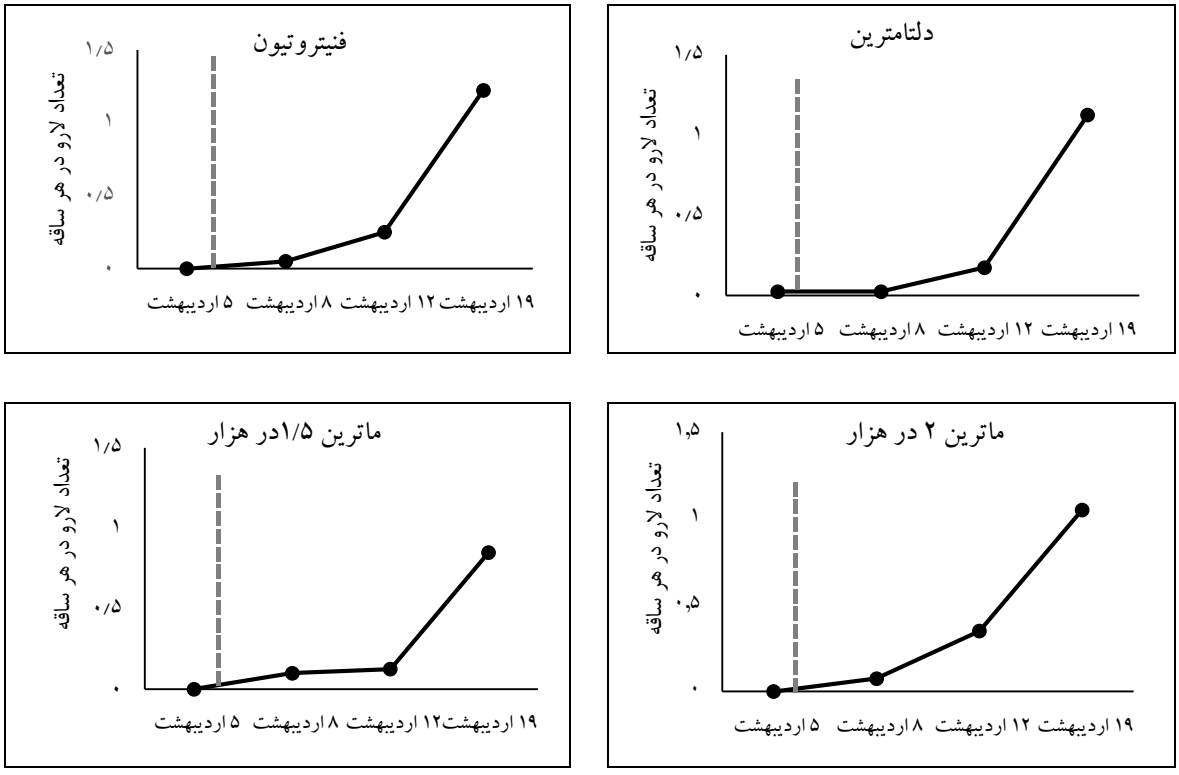
تغییرات جمعیت لاروهای مگس سیرفید در استان تهران در شکل ۵ مشاهده می‌شود. در استان تهران، از هفته اول اردیبهشت لاروهای مگس سیرفید در مزرعه ظاهر شدند اما جمعیت آن‌ها بسیار پایین بود. جمعیت مگس سیرفید در مزرعه به تدریج افزایش یافت و در ۱۲ اردیبهشت جمعیت لاروها به ۰/۳ لارو به ازای هر ساقه رسید. پس از آن جمعیت با شیب بیشتری افزایش یافت و در ۱۹ اردیبهشت به بیش از یک لارو به ازای هر ساقه رسید.



شکل ۵- تغییرات جمعیت لاروهای مگس سیرفید در استان تهران

تغییرات جمعیت مگس سیرفید در شرایط سم‌پاشی

تغییرات جمعیت لاروهای مگس سیرفید پس از محلول‌پاشی با تیمارهای مختلف در شکل ۶ مشاهده می‌شود. در نمونه-برداری‌های اول ($F_{۳،۱۵۶} = ۰/۵۷۸$ ؛ $P = ۰/۶۳۰$)، دوم ($F_{۳،۱۵۶} = ۰/۷۴۱$ ؛ $P = ۰/۵۲۹$) و سوم ($F_{۳،۱۵۶} = ۰/۴۹۴$ ؛ $P = ۰/۶۸۷$) پس از محلول‌پاشی، تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد. با توجه به پایین بودن جمعیت در زمان محلول‌پاشی، کاربرد حشره‌کش‌های مورد مطالعه تاثیری روی جمعیت لاروهای مگس سیرفید نداشت و جمعیت در همه تیمارها در تاریخ ۱۹ اردیبهشت به حدود یک لارو به ازای هر ساقه رسید که مشابه وضعیت جمعیت در شرایط بدون سم‌پاشی بود.



شکل ٦. تاثیر حشره‌کش‌های مورد آزمایش بر تغییرات جمعیت لاروهای مگس سیرفید در استان تهران (خط چین: زمان محلول‌پاشی)

بحث

اولین مشاهده لاروهای سوسک برگخوار غلات در هفته اول اردیبهشت ثبت شد. در فاصله ۵ تا ۱۲ اردیبهشت جمعیت لاروها بیش از ۲ لارو در هر ساقه بود. بنابراین، در شرایط استان تهران لازم است پایش جمعیت سوسک برگخوار غلات به ویژه در بخش‌هایی که در سالهای قبل جمعیت بالا بوده است، در فاصله نیمه فروردین تا نیمه اردیبهشت صورت گیرد.

با توجه اینکه سوسک برگخوار غلات پتانسیل خسارت زایی بالایی دارد و در سالهای اخیر نیز جمعیت آن در برخی نقاط کشور افزایش یافته است، پیشنهاد می‌شود نسبت به تعیین حد آستانه زیان اقتصادی این آفت و همچنین تاثیرپذیری آن نسبت به تغییرات اقلیمی، بررسی‌های جامعی انجام شود. با این حال، تغییرات جمعیت سوسک برگخوار غلات در برخی از استان‌های کشور مورد بررسی قرار گرفته است. در استان مازندران، اولین لاروهای سوسک برگخوار غلات در نیمه فروردین، حداکثر تعداد لارو در دهه سوم فروردین و آخرین لاروها در نیمه اردیبهشت روی برگ گندم دیده شده‌اند (Barari, 2019). در استان گلستان، شروع فعالیت لاروها در دهه اول فروردین و بیشترین جمعیت لاروها در اوایل اردیبهشت گزارش شده است (Asadeh *et al*., 2009). در استان آذربایجان شرقی، بیشترین تعداد لارو در اواخر اردیبهشت مشاهده شده است (Seyedi Sahebari, 2007). بنابراین، در استان‌هایی مانند مازندران و گلستان ظهور مرحله خسارتزای سوسک برگخوار غلات نسبت به استان تهران زودتر اتفاق می‌افتد ولی در استان آذربایجان شرقی، لاروها دیرتر ظاهر می‌شوند و به تبع آن، زمان پایش و اعمال روش‌های مدیریتی نیز متفاوت خواهد بود. در صورتی که کنترل شیمیایی مورد نیاز باشد، موفقیت این روش وابسته به کاربرد حشره‌کش‌ها در زمان مناسب است (Philips *et al*., 2011). بنابراین، انتخاب دقیق زمان سم‌پاشی بسیار مهم است.

در مطالعه حاضر،کاربرد حشره‌کش‌ها جمعیت سوسک برگخوار غلات را کاهش داد. سه روز پس از تیمار با دلتامترین و ماترین جمعیت لاروها حدود ۰/۵ لارو یا کمتر در هر ساقه بود که تفاوت معنی‌داری با فنیتروتیون داشت. در سایر مطالعات، کارایی ترکیبات گیاهی در کنترل سوسک برگخوار غلات (Zarubova *et al*., 2015; Skuhrovec *et al*., 2018; Hamid *et al*., 2024) و همچنین بیشتر بودن کارایی حشره‌کش‌های پایریتروئیدی در مقایسه با ترکیبات فسفره (Tanasković *et al*., 2012) گزارش شده است. اگرچه فنیتروتیون در مقایسه با سایر تیمارها کمترین کارایی را داشت، اما جمعیت آفت را به کمتر از یک لارو در هر ساقه رساند. این در حالی بود که در شرایط بدون سم‌پاشی ۲/۱۲ لارو در ساقه وجود داشت. بنابراین، یک بار محلول‌پاشی در مراحل اولیه لاروی سوسک برگخوار غلات توانست جمعیت آفت را کاهش دهد. به طور مشابه گزارش شده است یک بار محلول پاشی با حشره‌کش‌های پایریتروئیدی به شرطی که در زمان مناسب انجام شود، در کنترل جمعیت سوسک برگخوار غلات موثر است (Reisig *et al*., 2012). بهترین زمان مبارزه علیه سوسک برگخوار غلات وقتی است که بیشتر تخم‌ها تفریخ شده و لاروها در سنین اولیه باشند (Buntin *et al*., 2004; Philips *et al*., 2011). این زمان در شرایط اقلیمی مناطق مختلف، متفاوت است اما معمولا پس از سم‌پاشی علیه سن مادر و قبل از سم‌پاشی علیه پوره‌های سن گندم است. با این وجود، مبارزه علیه سن گندم می‌تواند بر جمعیت سوسک برگخوار غلات نیز موثر باشد. در سایر مطالعات، حشره-کش‌های گاما- سای هالوترین و مونوکروتوفوس + سایپرمترین در کنترل لاروها موثر بوده‌اند اما کمترین کارایی مربوط به حشره‌کش فسفره دیمتوآت بوده است (Tanasković *et al*., 2012) که به یافته‌های پژوهش حاضر نزدیک است.

اثر تیمارهای مورد مطالعه بر مگس سیرفید تفاوت معنی‌داری نداشت. جمعیت لاروهای مگس سیرفید در زمان محلول‌پاشی بسیار پایین بود و بنابراین، تحت تاثیر کاربرد حشره‌کش‌ها قرار نگرفت. دو هفته پس از محلول‌پاشی، جمعیت لاروهای مگس سیرفید در تمامی تیمارها نزدیک به شرایط بدون سم‌پاشی بود. گزارش شده است که دلتامترین برای لاروهای مگس سیرفید اثرات سوء دارد (Jansen, 1998). مگس سیرفید در برابر حشره‌کش‌های پریمیکارب و اسپینوساد نیز حساسیت زیادی نشان داده است (Jansen *et al*., 2011; Moens *et al*., 2011)، در حالی که حشره‌کش‌های نئونیکوتینوئیدی تیاکلوپرید و تیامتوکسام در دوزهای مزرعه تاثیری بر مگس سیرفید نداشته‌اند (Basley *et al*., 2018; Jansen *et al*., 2011). همچنین، حشره‌کش‌های اسپیروتترامات، فلونیکامید و تیاکلوپرید نیز اثر سوئی بر بقای مگس سیرفید نشان نداده‌اند (Jansen *et al*.,

2011). در خصوص اثرات تولیدمثلی، حشره‌کش فلونیکامید سبب کاهش نرخ تفریخ تخم در مگس‌های سیرفید شده است (Moens *et al*., 2011) در حالی که پی‌متروزین تاثیری بر تولیدمثل نداشته است (Jansen *et al*., 2011). نتایج مطالعه حاضر نشان دهنده بی خطر بودن ترکیبات مورد مطالعه برای مگس سیرفید نیست بلکه با توجه به اینکه کنترل شیمیایی در زمان فعالیت این دشمن طبیعی انجام نشده است، آسیب جدی برای مگس سیرفید در پی نداشته است.

اگرچه استفاده به موقع از حشره کش‌های شیمیایی به ویژه ترکیبات پایریتروئیدی در کنترل سوسک برگخوار غلات موثر است، اما این ترکیبات می‌توانند به جمعیت دشمنان طبیعی آسیب وارد نمایند (Reisig *et al*., 2012). در مطالعه حاضر، تیمارهای مورد استفاده سبب کاهش جمعیت کفشدوزک هفت نقطه‌ای شدند ولی اثر آنها تفاوت معنی‌داری نداشت. دلتامترین از طریق اختلال در کانال‌های سدیمی (Soderlund, 2010) و فنیتروتیون با مهار آنزیم استیل‌کولین استراز (Van Asperen, 1958) بر طیف وسیعی از بندپایان اثر می‌گذارند. در مقابل، ماترین به‌عنوان یک ترکیب گیاهی با پایه آلکالوئیدی دارای سمیت تماسی و گوارشی است که می‌تواند سبب ممانعت از تغذیه شود (Liu *et al*., 2008) و انتظار می‌رود اثرات کمتری بر موجودات غیرهدف داشته باشد (Tian & Zhang, 2023). در مطالعه حاضر، کمترین کاهش جمعیت کفشدوزک هفت نقطه‌ای در تیمار ماترین ۱/۵ در هزار مشاهده شد. این نتایج همچنین نشان می‌دهد که غلظت مورد استفاده، در شدت اثر ماترین موثر است. به طور مشابه گزارش شده که افزایش غلظت ماترین، می‌تواند سبب افزایش اثرات حشره‌کشی این ترکیب شود (Ali *et al*., 2017). بنابراین، لازم است نسبت به دوز مصرفی این حشره‌کش گیاهی توجه شود.

جمعیت کفشدوزک هفت نقطه‌ای به طور متوسط در هر گیاه کمتر از یک عدد بود و در بیشترین جمعیت در ۱۹ اردیبهشت به ۰/۸ لارو به ازای هر ساقه رسید. بنابراین، در شرایط استان تهران اگر کنترل شیمیایی علیه لاروهای سنین اولیه سوسک برگخوار غلات انجام شود، علاوه بر اینکه علیه آفت موثرتر است، هنوز زمان اوج جمعیت کفشدوزک هفت نقطه‌ای فرا نرسیده و از این جهت نیز آسیب کمتری به این دشمن طبیعی وارد می‌شود. از طرف دیگر، کفشدوزک هفت نقطه‌ای می‌تواند به عنوان یکی از شکارگرهای عمومی فعال در مزارع گندم از لاروهای سوسک برگخوار غلات نیز تغذیه نماید (Kheirodin *et al*., 2019; Kheirodin *et al*., 2020). این تغذیه حتی در حضور شته‌های گندم که از میزبان‌های مرجح کفشدوزک هفت نقطه‌ای می‌باشند نیز رخ می‌دهد (Kheirodin *et al*., 2019). بنابراین، حفظ جمعیت کفشدوزک‌های هفت نقطه‌ای در مزارع گندم به طور مستقیم بر جمعیت سوسک برگخوار غلات نیز موثر خواهد بود. در این پژوهش، جمعیت لاروهای کفشدوزک در شرایط سم‌پاشی کاهش یافت، اما پس از دو هفته جمعیت آن در تیمار ماترین به شرایط بدون سم‌پاشی رسید، در حالی که در تیمارهای دلتامترین و فنیتروتیون، جمعیت لاروها، ۵۰ درصد کمتر از شرایط بدون سم‌پاشی بود. به طور مشابه گزارش شده است دلتامترین و فنیتروتیون به ترتیب سبب کاهش ۵۱/۶۰ و ۴۶/۳۹ درصدی جمعیت حشرات کامل کفشدوزک هفت نقطه‌ای شده‌اند (Mollah *et al*. 2013). در مطالعه حاضر، جمعیت کفشدوزک هفت نقطه‌ای پس از قرار گرفتن در معرض حشره‌کش گیاهی ماترین در مقایسه با حشره‌کش‌های شیمیایی دلتامترین و فنیتروتیون با سرعت بیشتری بازسازی شد که می‌تواند به دلیل پایداری کمتر ماترین در مقایسه با حشره‌کش‌های شیمیایی باشد (Cheng *et al*., 2022). با این حال، باید به اثرات این ترکیب برای دشمنان طبیعی توجه شود. ماترین برای سن شکارگر *Andrallus spiniden* Fabricius بسیار خطرناک گزارش شده است (Mohaghegh Neishabouri *et al*., 2019). بنابراین، لازم است ضمن اجتناب از کاربرد حشره‌کش‌ها در زمان اوج جمعیت دشمنان طبیعی، نسبت به اثرات جانبی حشره‌کش‌های شیمیایی و گیاهی برای حشرات غیرهدف توجه شود.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

بیشترین تراکم لاروهای سوسک برگخوار غلات در اوایل اردیبهشت ثبت شد. بنابراین توصیه می‌شود در شرایط استان تهران پایش جمعیت این آفت از اواسط فرودین تا اواسط اردیبهشت انجام شود. حشره‌کش‌هایی مانند دلتامترین و ماترین علیه این آفت موثر بودند. اما استفاده از حشره‌کش‌ها باید با احتیاط انجام شود تا آسیب کمتری به دشمنان طبیعی وارد شود. جمعیت کفشدوزک هفت نقطه‌ای، در اثر سم‌پاشی کاهش یافت، اما پس از استفاده از ماترین، این جمعیت سریع‌تر از سایر تیمارها

بازسازی شد. همچنین، با توجه به پایین بودن جمعیت مگس سیرفید در زمان محلول‌پاشی، جمعیت این دشمن طبیعی تحت تاثیر جدی حشره‌کش‌ها قرار نگرفت. به طور کلی، این نتایج بر لزوم بررسی دقیق تغییرات جمعیت سوسک برگخوار غلات در کشور، تعیین آستانه زیان اقتصادی آفت و اجتناب از کاربرد حشره‌کش‌ها در زمان اوج جمعیت دشمنان طبیعی تأکید دارد.

سپاسگزاری

از موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور برای تامین مالی این پژوهش سپاسگزاری می‌شود.

REFERENCES

Ali, S., Zhang, C., Wang, Z., Wang, X. M., Wu, J. H., Cuthbertson, A. G., Shao, Z. & Qiu, B. L. (2017). Toxicological and biochemical basis of synergism between the entomopathogenic fungus *Lecanicillium muscarium* and the insecticide matrine against *Bemisia tabaci* (Gennadius). *Scientific Reports*, *7*, 46558. doi: 10.1038/srep46558

Asadeh, Gh. A., Mosadegh M. S., Soleymannezhadian, E., & Seraj, A. A. (2009). Population, spatial distribution and biology of cereal leaf beetle, *Oulema melanopus* Col.: Chrysomelidae, in winter wheat fields of Gorgan. *Journal of Plant Production*, *16*, 165-180.

Atta, B., Rizwan, M., Sabir, A. M., Gogi, M. D., Farooq, M. A. and Jamal, A. (2021). Lethal and sublethal effects of clothianidin, imidacloprid and sulfoxaflor on the wheat aphid, *Schizaphis graminum* (Hemiptera: Aphididae) and its coccinellid predator, *Coccinella septempunctata*. *International Journal of Tropical Insect Science*, *41*, 345-358. https://doi.org/10.1007/s42690-020-00212-w

Barari, H. (2019). Investigating the damage caused by *Oulema melanopus* (L.) (Coleoptera: Chrysomelidae) in wheat fields. *Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture)*, *41*, 43-57. (In Persian with English abstract)

Barati, R., Barari, H., Sharifi, M. & Mahdavi, V. (2023). Evaluating the efficacy of the botanical insecticide, matrine (Rui Agro SL 0.6%) in control of cereal leaf beetle, *Oulema melanopus* (Col: Chrysomelidae) and assessing the potential side effects on some natural enemies. Final Report. Iranian Research Institute of Plant Protection. 30 pp. (in Persian with English summary).

Basley, K., Davenport, B., Vogiatzis, K., & Goulson, D. (2018). Effects of chronic exposure to thiamethoxam on larvae of the hoverfly *Eristalis tenax* (Diptera: Syrphidae). *PeerJ*, e4258. https://doi.org/10.7717/peerj.4258

Bozsik, A. (2006). Susceptibility of adult *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) to insecticides with different modes of action. *Pest Management Science*, *62*, 651-654. https://doi.org/10.1002/ps.1221

Buntin, G. D., Flanders, K. L., Slaughter, R. W. & Delamar, Z. D. (2004). Damage loss assessment and control of the cereal leaf beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) in winter wheat. *Journal of Economic Entomology*, *97*, 374-382. DOI:10.1093/jee/97.2.374

Carrillo, M., & Elanov, P. (2004). The potential of *Chrysoperla carnea* as a biological control agent of Myzus persicae in glasshouses. *Annals of Applied Biology*, *32*, 433-439. https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1969.tb02892.x

Cheng, X., Dong, F., Li, J., Zou, Q., Liu, X., He, H., Zhang, H., Lv, X., Wu, Y., Jiang, X. & Qin, X. (2023). Synthesis, and biological evaluation of pyrazole matrine derivatives as an insecticide against *Spodoptera frugiperda*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, *194*, 105489. https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2023.105489

Farhan, M., Zhao, C., Akhtar, S., Ahmad, I., Jilong, P. & Zhang, S. (2024). Assessment of nano-formulated conventional insecticide-treated sugar baits on mosquito control and the effect on non-target aphidophagous *Coccinella septempunctata*. *Insects*, *15*, 70. doi: 10.3390/insects15010070

Fritz, L. L., Heinrichs, E. A., Machado, V., Andreis, T. F., Pandolfo, M., De salles, S. M., De oliveira, J. V. & Fiuza, L. M. (2013). Impact of lambdacyhalothrin on arthropod natural enemy populations in irrigated rice fields in southern Brazil. *International Journal of Tropical Insect Science, 33*, 178-187. DOI: https://doi.org/10.1017/S1742758413000192

Grčak, D., Đokić, C., Grčak, M., Sekularac, A., Gošić Dondo, S., Aksić, M., & Rajičić, V. (2025). Efficacy of certain insecticides in controlling the cereal leaf beetle (*Oulema melanopus* L.) in Wheat Crops in the Laplje Selo Area. In Proceedings of the 12th JEEP International Scientific Agribusiness Conference, MAK 2025, Kopaonik, Serbia, January 30th to February 2nd, 2025. https://doi.org/10.46793/MAK2025.169G

Hamid, A., Majid, M. & Ahad, I. (2024). Comparative efficacy of bio active plant extracts and insecticides against cereal leaf beetle (*Oulema melanopus* L.) infesting oats in North Kashmir, India. *Journal of Advances in Biology & Biotechnology 27*:133-42. https://doi.org/10.9734/jabb/2024/v27i5772

Helgesen, R.G. (1969). *The within-generation population dynamics of the cereal leaf beetle, Oulema melanopus (L.)*. Michigan State University.

Hodek, I., & Michaud, J. P. (2008). Why is *Coccinella septempunctata* so successful? *European Journal of Entomology, 105*, 1-12. https://doi.org/10.14411/eje.2008.001

Ihrig, R. A., Herbert, Jr. D. A., Van Duyn, J. W. & Bradley, Jr. J. R. (2001). Relationship between cereal leaf beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) egg and fourth-instar populations and impact of fourth-instar defoliation of winter wheat yields in North Carolina and Virginia. *Journal of Economic Entomology, 94*, 634-639. DOI: 10.1603/0022-0493-94.3.634

Jansen, J. P. (1998). Side effects of insecticides on larvae of the aphid specific predator *Episyrphus balteatus* (De Geer) (Dipt; Syrphidae) in the laboratory. *Medicine and Health Sciences, 63*, 585-592.

Kanzaki, Sh. & Tanaka, T. (2010). Different responses of a solitary (*Meteorus pulchricornis*: Braconidae) and a gregarious (*Cotesia kariyai*: Braconidae) endoparasitoid to four insecticides in the host *Pseudaletia separata* (Noctuidae: Lepidoptera). *Journal of Pesticide Science, 35*, 1-9.

Khan, A. A. & Reyaz, S. (2017). Effect of insecticides on distribution, relative abundance, species diversity and richness of syrphid flies in vegetable ecosystem of Kashmir. *Journal of Entomology and Zoology Studies, 5*, 808-817.

Kheirodin, A., Costamagna, A. C. & Cárcamo, H. A. (2019). Laboratory and field tests of predation on the cereal leaf beetle, *Oulema melanopus* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Biocontrol Science and Technology, 29*, 451-465. DOI:10.1080/09583157.2019.1566437

Kheirodin, A., Sharanowski, B. J., Cárcamo, H. A. & Costamagna, A. C. (2020). Consumption of cereal leaf beetle, *Oulema melanopus*, by generalist predators in wheat fields detected by molecular analysis. *Entomologia Experimentalis et Applicata, 168*, 59-69. https://doi.org/10.1111/eea.12835

Kher, S. V., Dosdall, L. M. & Cárcamo, H. A. (2011). The cereal leaf beetle: biology, distribution and prospects for control. *Prairie Soils and Crops, 4*, 32-41.

Kogan, M., Gerling, D. & Maddox, J. V. (1999). Enhancement of biological control in annual agricultural environments. *Handbook of Biological Control*, pp.789-818.

McDougall, R., Overton, K., Hoffman, A., Ward, S. & Umina, P. (2022). The impact of insecticides and miticides on beneficial arthropods in Australian grains. *MH, 9*, 5.

Meindl, P., Kromp, B., Bartl, B. & Ioannidou, E. (2001). Arthropod natural enemies of the cereal leaf beetle (*Oulema melanopus* L.) in organic winter wheat fields in Vienna, *Eastern Austria. IOBC-WPRS Bulletin, 24*, 79-86.

Moens, J., De Clercq, P. & Tirry, L. (2011). Side effects of pesticides on the larvae of the hoverfly *Episyrphus balteatus* in the laboratory. *Phytoparasitica, 39*, 1-9. https://doi.org/10.1007/s12600-010-0127-3

Mollah, M. I., Rahman, M. & Alam, Z. (2013). Effect of insecticides on lady bird beetle (Coleoptera: Coccinellidae) in country bean field. *Middle-East Journal of Scientific Research, 17*,1607-

1610. DOI: 10.5829/idosi.mejsr.2013.17.11.11212

Parsaeyan, E., Saber, M., Safavi, S. A., Poorjavad, N., & Biondi, A. (2020). Side effects of chlorantraniliprole, phosalone and spinosad on the egg parasitoid, *Trichogramma brassicae*. *Ecotoxicology*, *29*, 1052-1061. https://doi.org/10.1007/s10646-020-02235-y

Philips, C. R., Herbert, D. A., Kuhar, T. P., Reisig, D. D., Thomason, W. E., & Malone, S. (2011). Fifty years of cereal leaf beetle in the US: an update on its biology, management, and current research. *Journal of Integrated Pest Management, 2*, 1-5.

Rasheed, M. A., Khan, M. M. Hafeez, M., Zhao, J., Islam, Y., Ali, S., Ur-Rehman, S., Hani, U. E. & Zhou, X. (2020). Lethal and sublethal effects of chlorpyrifos on biological traits and feeding of the aphidophagous predator *Harmonia axyridis*. *Insects, 11*, 491. https://doi.org/10.3390/insects11080491

Reisig, D. D., Bacheler, J. S., Herbert, D. A., Kuhar, T., Malone, S., Philips, C. & Weisz, R. (2012). Efficacy and value of prophylactic vs. integrated pest management approaches for management of cereal leaf beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) in wheat and ramifications for adoption by growers. *Journal of Economic Entomology*, *105*, 1612-1619. https://doi.org/10.1603/EC12124

Sabze Ali, F. & Barati, R. (2021). Executive Instruction for Integrated Management of the Cereal Leaf Beetle *Oulema melanopus* (Linnaeus). Ministry of Agriculture Jihad, Plant Protection Organization, 7 pp. (In Persian)

Saljoqi, A. U. R., Tayeb, M. & Salim, M. (2022). Response of different wheat cultivars towards wheat aphids, (*Rhopalosiphum padi* L.) and their associated natural enemies. *Sarhad Journal of Agricalture, 38*, 1540-1546. http://dx.doi.org/10.17582/journal.sja/2022/38.4.1540.1546

Santos, K. F. A., Zanardi, O. Z., De Morais, M. R., Jacob, C.R.O. De Oliveira, M. B. & Yamamoto, P. T. (2017). The impact of six insecticides commonly used in control of agricultural pests on the generalist predator *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae). *Chemosphere: 186*, .218-226. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.07.165

Schmidt-Jeffris, R. A. (2023). Nontarget pesticide impacts on pest natural enemies: Progress and gaps in current knowledge. *Current Opinion in Insect Science, 58*, 101056. https://doi.org/10.1016/j.cois.2023.101056

Serrão, J. E., Plata-Rueda, A., Martínez, L. C., & Zanuncio, J. C. (2022). Side-effects of pesticides on non-target insects in agriculture: a mini-review. *The Science of Nature*, *109*, p.17. https://doi.org/10.1007/s00114-022-01788-8

Seyedi Sahebari, F. (2007). Investigation on life cycle of cereal leaf beetle, *Oulema melanopus* on wheat in fiels and laboratory conditions. *Research and development in Agriculture and Horticulture, 76*, 142-147. (In Persian with English abstract).

Sheikhi Garjan, A., Mohammadipour, A. & Javadzadeh, M. (2014). Efficacy of the new insecticide matrine (Rui Agro) in controlling *Plutella xylostella.* Final Report. Iranian Research Institute of Plant Protection. 23pp. (In Farsi with English summary).

Skouras, P. J., Karanastasi, E., Lycoskoufis, I., Demopoulos, V. & Darras, A. I. (2023). Toxicity and lethal effect of greenhouse insecticides on *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) as biological control agent of *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae). *Toxics, 11*, 584. https://doi.org/10.3390/toxics11070584

Skuhrovec, J., Douda, O., Zouhar, M., Maňasová, M., Nový, P., Božik, M. & Klouček, P. (2018). Insecticidal activity of two formulations of essential oils against the cereal leaf beetle. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B—Soil & Plant Science, 68*, 489-495. https://doi.org/10.1080/09064710.2018.1432069

Soderlund, D. M. (2010). Toxicology and mode of action of pyrethroid insecticides. In: R. KRIEGER (ed) Hayes' handbook of pesticide toxicology. Academic Press. pp. 1665-1686. DOI:10.1016/B978-0-12-374367-1.00077-X

Sokolov, I. M. (1999). The effect of damage by larvae of the cereal leaf beetle *Oulema melanopus* (L.) (Coleoptera: Chrysomelidae) on the yield of winter wheat ears. *Entomologicheskoe*

Obozrenie, 78, 307-315.

Sommaggio, D., & Burgio, G. (2014). The use of Syrphidae as functional bioindicator to compare vineyards with different managements. *Bulletin of Insectology, 67*,147-156.

Tabebordbar, F., Shishehbor, P., Ziaee, M., & Sohrabi, F. (2020). Effects of field recommended concentrations of three different insecticides on life table parameters of the parasitoid *Trichogramma evanescens* (Hym: Trichogrammatidae) under laboratory conditions. *Plant Pest Research, 9*, 11-23 (In Persian with English abstract).

Tahir, H. M., Yaqoob, R. A. B. I. A., Akhtar, U., Ahmed, K., Sharif, W. R., Zaffar, A., Ghaffar, M. & Mahboob, M. (2014). Toxicity and avoidance behaviour of *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) against deltamethrin. *Biologia (pakistan), 60*, 305-307.

Tanasković, S., Madić, M., Đurović, D., Knežević, D., & Vukajlović, F. (2012). Susceptibility of cereal leaf beetle (*Oulema melanopa* L.) in winter wheat to various foliar insecticides in western Serbia Region. *Romanian Agricultural Research, 29*, 361-365.

Tian, Y. & Zhang, Z. (2023). Insecticidal Activities of *Sophora flavescens* Alt. towards red imported fire ants (*Solenopsis invicta* Buren). *Toxins*, *15*, 105. DOI: 10.3390/toxins15020105

Tillman, P. G. & Mulrooney, J. E. (2000). Effect of selected insecticides on the natural enemies *Coleomegilla maculata* and *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae), *Geocoris punctipes* (Hemiptera: Lygaeidae), and *Bracon mellitor*, *Cardiochiles nigriceps*, and *Cotesia marginiventris* (Hymenoptera: Braconidae) in cotton. *Journal of Economic Entomology, 93*, 1638-1643. DOI: 10.1603/0022-0493-93.6.1638

van Asperen, K. (1958). Mode of action of organophosphorus insecticides. *Nature, 181*: 355-356.

Wu, J., Yu, X., Wang, X., Tang, L. & Ali, S. (2019). Matrine enhances the pathogenicity of *Beauveria brongniartii* against *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae). *Frontiers in Microbiology, 10*, 1812. DOI: 10.3389/fmicb.2019.01812

Zarubova, L., Kourimska, L., Zouhar, M., Novy, P., Douda, O. & Skuhrovec, J. (2015). Botanical pesticides and their human health safety on the example of *Citrus sinensis* essential oil and *Oulema melanopus* under laboratory conditions. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B—Soil & Plant Science*, *65*, 89-93. https://doi.org/10.1080/09064710.2014.959556

Zarubova, L., Kourimska, L., Zouhar, M., Novy, P., Douda, O. & Skuhrovec, J. (2015). Botanical pesticides and their human health safety on the example of *Citrus sinensis* essential oil and *Oulema melanopus* under laboratory conditions. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B—Soil & Plant Science*, *65*, 89-93. https://doi.org/10.1080/09064710.2014.959556

Zhang, X., An, Z., Guo, Y., Feng, Y. & Shi, W. (2014). Biodiversity of natural enemies in pear orchards as affected by pest management methods. *Chinese Journal of Biological Control*, *30*: 188-193. (In Chines with English abstract)