Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture)

47(1), Spring, 2024

10.22055/ppr.2024.45907.1729

Side effects of three recommended insecticides against wheat pests on population of natural enemies active in wheat fields of Ardabil, Tehran, and Golestan provinces, Iran

R. Barati [1*], M. Sharifi [2], V. Mahdavi [3]

1. *Corresponding Author: Assistant Professor, Agricultural Entomology Research Department, Iranian Research Institute of Plant Protection (IRIPP), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran (matin.barati88@gmail.com)
2. Assistant Professor, Plant Protection Research Department, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran
3. Assistant Professor, Plant Protection Research Department, Ardabil Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ardabil, Iran

Received: 21 January 2024 Accepted: 3 July 2024

Abstract

Background and Objectives

Wheat is a critical crop in Iran and pivotal in food security, economic stability, and political landscapes. Wheat fields are the habitat of many insects, including both beneficial and pest species. Therefore, various insecticides are employed in wheat fields to safeguard crop yields. However, pursuing pest control often entails unintended consequences for non-target organisms, particularly pollinators and natural enemies. This study aimed to evaluate the effect of both chemical and herbal insecticides on non-target insect populations within Iranian wheat fields. Although plant-derived insecticides may offer ecological benefits, the study emphasizes the need to evaluate their efficacy against pests and their impact on beneficial insects. Therefore, it is necessary to consider the possible effects of herbal and chemical insecticides on natural enemies.

Materials and Methods

This study evaluated the adverse effects of some recommended insecticides for wheat pests on some natural enemies. A completely randomized block design with five treatments and four replicates was employed. The experiment was conducted in Ardabil, Tehran, and Golestan, Iran. The size of each plot was 100m^2 (10 x 10), with a distance of 2m between blocks and plots. A total of 30 wheat stalks were randomly selected for sampling in each plot, and all larvae on these stalks were counted within the wheat field. Sampling was performed on four occasions: one day before and 3, 7, and 14 days after spraying. The treatments included matrine (at concentrations of 1.5 and 2ml/L), deltamethrin (0.3ml/L), fenitrothion (1ml/L), and a control treatment (water). The potential effects of the insecticides were examined on the larvae of natural enemies, including the seven-spotted ladybird, flower fly, and green lacewing. Tehran and Ardabil provinces had low flower fly and green lacewing populations across all treatments, including control. However, the ladybird population was sufficient for evaluation. Therefore, the effects of the insecticides on ladybirds were investigated in these provinces.

Results
The reduction in the population of seven-spotted ladybirds in Ardabil caused by the insecticides was insignificant on days 3 and 7 and significant on day 14. Deltamethrin caused the most negative effect on days 3 and 7, while matrine 2ml/L had the most negative effect on day 14. Deltamethrin consistently caused the largest ladybird population decline in Tehran, with a significant difference from other treatments on all days except day 3. Fenitrothion exhibited the least adverse effect throughout the experiment. Golestan had the healthiest natural enemy populations. In this province, a suitable population of seven-spotted ladybirds, flower flies, and green lacewings was observed. The study confirmed insecticide-induced declines in these populations, with deltamethrin causing the most significant reductions for ladybirds and flower flies, while fenitrothion had the least impact. All insecticides severely reduced green lacewing populations. Based on the results of the 7th day, the reduction of the population of seven-spotted ladybirds in different provinces caused by matrine 1.5 and 2ml/L, fenitrothion, and deltamethrin was 31.04% – 57.91%, 54.19% – 77.58%, 25.01% – 70.16% and 72.02% – 89.35%, respectively. In addition, population reduction caused by matrine 1.5 and 2 ml/L, fenitrothion, and deltamethrin was 31.61%, 67.01%, 24.58%, and 79.06% for flower fly, and 73.24%, 82.79%, 73.24% and 95.94% for green lacewing, respectively. In all cases, the reduction caused by matrine 2ml/L was higher than matrine 1.5ml/L. On day 7, most insecticides were slightly harmful to seven-spotted ladybirds in all provinces except Tehran and Golestan, where fenitrothion was harmless and deltamartin moderately harmful. On this day, matrine, fenitrothion, and deltamethrin were slightly harmful, harmless, and moderately harmful to flower flies, respectively. Moreover, matrine 1.5ml/L and fenitrothion were slightly harmful to green lacewing, while matrine 2ml/L and deltamethrin were moderately harmful.
Discussion
Deltamethrin consistently exhibited the most pronounced adverse effects across all treatments and natural enemy populations, while fenitrothion had the least severe impact. Green lacewing populations displayed the highest insecticide sensitivity among the studied natural enemies. Based on the results, the effect of insecticides on non-target beneficial organisms was essential when developing integrated pest management (IPM) strategies. Avoiding the application of insecticides, particularly deltamethrin, during peak natural enemy populations was crucial to minimize unintended ecological consequences and promote a balanced ecosystem within wheat fields.

Keywords*: *Matrine, deltamethrin, fenitrothion, Seven-spotted ladybird, Flower fly, Green lacewing

Associate editor: M. Yazdanian (Ph.D.)

Citation: Barati, R., Sharifi, M. & Mahdavi, V. (2024). Side effects of three recommended insecticides against wheat pests on population of natural enemies active in wheat fields of Ardabil, Tehran, and Golestan provinces, Irans. *Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture)*, *47*(1), 60-71. https://doi.org/10.22055/ppr.2024.45907.1729.

گیاه‌پزشکی (مجله علمی کشاورزی)
جلد ٤٧، شماره ١، بهار ١٤٠٣

10.22055/ppr.2024.45907.1729

اثرات جانبی سه حشره‌کش توصیه‌شده علیه آفات گندم روی جمعیت دشمنان طبیعی فعال در مزارع گندم استان‌های اردبیل، تهران و گلستان

ریحانه براتی*[1]، محبوبه شریفی[2]، وحید مهدوی[3]

۱-*نویسنده مسوول: استادیار، بخش تحقیقات حشره‌شناسی کشاورزی، موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران (matin.barati88@gmail.com)

۲-استادیار، بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران

۳-استادیار، بخش تحقیقات گیاه¬پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۰۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۴/۱۳

چکیده

مزارع گندم هرساله به منظور مدیریت آفات سم‌پاشی می‌شوند. این حشره‌کش‌ها علاوه بر آفات می‌توانند روی حشرات غیرهدف نیز اثرات ناخواسته‌ای داشته باشند. در پژوهش حاضر اثر چند حشره‌کش توصیه شده علیه آفات گندم در کاهش جمعیت (تلفات) برخی دشمنان طبیعی مهم بررسی شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تیمار و چهار تکرار در مزارع گندم استان‌های اردبیل، تهران و گلستان اجرا شد. تیمارها شامل حشره‌کش گیاهی ماترین (۱/۵ و ۲ در هزار)، حشره‌کش فسفره فنیتروتیون (۱ در هزار)، حشره‌کش پایریتروئیدی دلتامترین (۰/۳ در هزار) و شاهد (آب-پاشی) بودند. اثرات این ترکیبات روی مرحله لاروی کفشدوزک هفت‌نقطه‌ای *Coccinella septempunctata*، مگس گل *Episyrphus balteatus* و بالتوری سبز *Chrysoprela carnea* بررسی شد. بر مبنای نتایج در روز هفتم، کاهش جمعیت کفشدوزک هفت‌نقطه‌ای در استان‌های مختلف ناشی از ماترین ۱/۵ در هزار ۵۷/۹۱ – ۳۱/۰٤ درصد؛ ماترین ۲ در هزار ۷۷/۵۸ -۵٤/۱۹ درصد؛ فنیتروتیون ۷۰/۱٦ – ۲۵/۰۱ درصد و دلتامترین ۸۹/۳۵ -۷۲/۰۲ درصد بود. همچنین کاهش جمعیت ناشی از ماترین ۱/۵ و ۲ در هزار، فنیتروتیون و دلتامترین برای مگس گل ۳۱/٦۱، ٦۷/۰۱، ۲٤/۵۸ و ۷۹/۰٦ درصد و برای بالتوری سبز ۷۳/۲٤، ۸۲/۷۹، ۷۳/۲٤ و ۹۵/۹٤ درصد بود. بیشتر حشره‌کش‌ها برای کفشدوزک هفت‌نقطه‌ای کمی زیان‌آور بودند؛ اما در استان‌های تهران و گلستان، فنیتروتیون بی‌ضرر و دلتامترین نسبتاً زیان‌آور بود. ماترین، فنیتروتیون و دلتامترین برای مگس گل به ترتیب کمی زیان‌آور، بی‌ضرر و نسبتاً زیان‌آور بودند. ماترین ۱/۵ در هزار و فنیتروتیون برای بالتوری سبز کمی زیان‌آور بودند درحالی‌که ماترین ۲ در هزار و دلتامترین نسبتاً زیان‌آور بودند. با استناد به نتایج پژوهش حاضر، لازم است از مصرف این ترکیبات در زمان اوج جمعیت دشمنان طبیعی به ویژه بالتوری سبز اجتناب شود.

کلیدواژه‌ها: ماترین، دلتامترین، فنیتروتیون، کفشدوزک هفت‌نقطه‌ای، مگس سیرفید، بالتوری سبز

دبیر تخصصی: دکتر محسن یزدانیان

مقدمه

گندم مهم‌ترین محصول تولیدی در کشور است که نقش انکارناپذیری در امنیت غذایی، اقتصاد و سیاست ایفا می‌کند. این گیاه بیشترین سهم تولیدات زراعی دیم و جایگاه دوم تولید محصولات زراعی آبی را به خود اختصاص داده است. سطح زیر کشت گندم آبی در کشور حدود ۲ میلیون هکتار و سطح زیر کشت گندم دیم بیش از ۴ میلیون هکتار است. میزان تولید گندم آبی و دیم در کشور به ترتیب حدود ۸/۳ و ۵/۲ میلیون تن می‌باشد. عملکرد گندم آبی حدود ۴/۲ تن در هکتار و عملکرد گندم دیم ۱/۳ تن در هکتار می‌باشد (Ahmadi et al., 2021).

مزارع گندم زیستگاه تعداد زیادی از حشرات هستند که برخی به عنوان آفت و برخی به عنوان گونه‌های مفید شناخته می‌شوند. با توجه به اهمیت گندم و به منظور حفظ این محصول از آسیب آفات، حشره‌کش‌های مختلفی در مزارع گندم مورد استفاده قرار می‌گیرند. در حال حاضر کنترل شیمیایی مهم‌ترین ابزار در مدیریت آفات کشاورزی است که اگر به درستی استفاده نشود باعث آلودگی‌های زیست‌محیطی، طغیان آفات درجه دوم، بروز مقاومت، تهدید سلامت انسان و اثرات نامطلوب روی موجودات غیرهدف می‌شود (Tabebordbar et al., 2020; Serrão et al., 2022). آفت‌کش‌ها می‌توانند علاوه بر آفات، بندپایان غیرهدف را نیز تحت تاثیر قرار دهند. بنابراین، قبل از کاربرد آفت‌کش‌ها باید از ایمن بودن آن‌ها برای موجودات غیرهدف از جمله دشمنان طبیعی مطمئن شد. یک آفت‌کش مناسب برای استفاده در برنامه‌های مدیریت تلفیقی بایستی جمعیت آفت را به خوبی کنترل کند، اما کمترین اثرات سوء را برای دشمنان طبیعی داشته باشد (Kanzaki and Tanaka, 2010). با این حال، مطالعات متعددی نشان داده‌اند که حشره‌کش‌هایی که برای کنترل آفات به کار می‌روند اثرات جانبی مختلفی روی دشمنان طبیعی دارند (Tabebordbar et al., 2020; Parsaeyan et al., 2020; Serrão et al., 2022). علاوه بر حشره‌کش‌ها، حتی علف‌کش‌ها و قارچ‌کش‌ها نیز می‌توانند دارای اثرات جانبی بر دشمنان طبیعی باشند (Thomson et al., 2000; Schmidt-Jeffris & Cutulle, 2019). به همین دلیل لازم است تا اثر آفت‌کش علاوه بر موجودات هدف، روی دشمنان طبیعی نیز مطالعه شود تا با شناسایی ترکیبات با اثرات جانبی نامطلوب، کاربرد آن‌ها محدود گردد (Parsaeyan et al., 2020).

از دشمنان طبیعی فعال در مزارع گندم که می‌توانند تحت تاثیر اثرات ناخواسته آفت‌کش‌ها قرار گیرند می‌توان به کفشدوزک هفت‌نقطه‌ای *Coccinella septempunctata* L. (Col.: Coccinellidae)، گونه‌های مختلف مگس‌های گل (Dip.: Syrphidae) و بالتوری سبز *Chrysoprela carnea* Stephens (Neu.: Chrysopidae) اشاره نمود. کفشدوزک هفت‌نقطه‌ای حشره‌ای شناخته شده از زیرخانواده Coccinellinae است که در سراسر جهان پراکنده شده و در اکثر زیست‌بوم‌های کشاورزی یافت می‌شود. حشرات کامل و لاروها از حشرات به ویژه شته‌ها تغذیه می‌کنند و در مدیریت آفات نقش مهمی دارند (Hodek & Michaud, 2008). مگس‌های خانواده Syrphidae با نام عمومی مگس‌های گل یا مگس‌های سیرفید شناخته می‌شوند و دارای گونه‌های متعدد و با پراکنش وسیع هستند. حشرات کامل این خانواده در گرده‌افشانی گیاهان نقش مهمی دارند. در بیشتر گونه‌های مگس‌های گل، لاروها شکارگر هستند و از عوامل مؤثر در مدیریت آفات محسوب می‌شوند (Sommaggio & Burgio, 2014). بالتوری سبز نیز به طور طبیعی در بسیاری از زیست‌بوم‌ها فعال است و به خوبی با محیط سازگار می‌شود. حشرات کامل علاوه بر شهد و گرده گل، از تخم‌ها و لاروهای حشرات نیز تغذیه می‌کنند. لاروها شکارگر بسیاری از حشرات و کنه‌ها هستند و از آفاتی مانند شته‌ها، تریپس‌ها و سفیدبالک‌ها تغذیه می‌کنند (Carrillo & Elanov, 2004).

در کشور ما حشره‌کش‌های مختلفی علیه آفات گندم توصیه شده‌اند که عمدتا از گروه ترکیبات پایریتروئیدی، فسفره آلی و تنظیم‌کننده‌های رشد می‌باشند (Nourbakhsh, 2022). با این حال، بیشترین کاربرد مربوط به حشره‌کش پایریتروئیدی دلتامترین می‌باشد که به طور گسترده برای مدیریت سن گندم *Eurygaster integriceps* Puton استفاده می‌شود. فنیتروتیون نیز ترکیبی فسفره است که علیه سن گندم توصیه شده است.

بنابراین، امکان قرار گرفتن دشمنان طبیعی مزارع گندم در برابر این ترکیبات وجود دارد و لازم است اثرات جانبی آن‌ها بررسی شود. ماترین یک حشره‌کش گیاهی از عصاره گیاه تلخ بیان *Sophora flavescens* Aiton است. این گیاه متعلق به تیره بقولات Fabaceae می‌باشد که اثرات حشره‌کشی آن نیز گزارش شده است (Wang et al., 2012). ترکیب تجاری ماترین برای کنترل شب‌پره پشت‌الماسی *Plutella xylostella* L. در کشور ثبت شده (Sheikhi Garjan et al., 2014; Nourbakhsh, 2022) و اخیرا اثرات آن علیه برخی آفات گندم مورد ارزیابی قرار گرفته است (Barati et al., 2023). اگرچه ترکیبات گیاهی معمولا سازگاری بیشتری با زیست‌بوم‌ها دارند و نیز منبع مهمی از مواد فعال زیستی هستند که می‌توانند به عنوان جایگزین آفت‌کش‌های شیمیایی باشند (Kim et al., 2005)؛ اما لزوماً برای موجودات مفید از جمله حشرات گرده‌افشان و دشمنان طبیعی آفات بی‌خطر نیستند (Barati et al., 2016). مطالعات انجام شده نشان داده‌اند که ترکیبات و عصاره‌های گیاهی می‌توانند اثرات کشنده و جانبی مختلفی بر جمعیت دشمنان طبیعی داشته باشند (Tunca et al., 2012). بنابراین، لازم است پیش از ورود این ترکیبات به مزارع گندم، اثرات ناخواسته بر دشمنان طبیعی نیز مورد توجه قرار گیرد. در مطالعه حاضر، اثر ترکیب گیاهی ماترین و حشره‌کش‌های شیمیایی دلتامترین و فنیتروتیون در کاهش جمعیت (تلفات) دشمنان طبیعی فعال در مزارع گندم مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

مکان و زمان آزمایش

آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تیمار (جدول ۱) و چهار تکرار در مزارع گندم کشاورزان در استان‌های اردبیل، تهران و گلستان در سال ۱۴۰۱ اجرا شد. دشمنان طبیعی شامل لاروهای کفشدوزک هفت‌نقطه‌ای، مگس گل *Episyrphus balteatus* De Geer و بالتوری سبز بودند. لازم به ذکر است علاوه بر استان‌های ذکر شده، بررسی‌های اولیه در استان مازندران نیز انجام شد؛ ولی با توجه به پایین بودن جمعیت دشمنان طبیعی، امکان انجام آزمایش فراهم نشد. در مزارع گندم استان‌های تهران و اردبیل، لاروهای مگس گل و بالتوری سبز در همه روزها و همه تیمارها شامل تیمار شاهد جمعیت کمی داشتند؛ اما جمعیت لاروهای کفشدوزک مناسب بود. بنابراین، اثرات ترکیبات مورد مطالعه روی لاروهای کفشدوزک هفت‌نقطه‌ای ارزیابی شد.

انجام آزمایش و نمونه‌برداری

اندازه هر واحد آزمایشی ۱۰۰ مترمربع (۱۰×۱۰)، فاصله بین واحدهای آزمایشی ۲ متر و فاصله بین بلوک‌ها ۲ متر در نظر گرفته شد. محلول‌پاشی با استفاده از سمپاش پشتی موتوری لانس‌دار، پس از کالیبره کردن و با پایه محلول مصرفی ۴۰۰ لیتر در هکتار انجام

شد. برای نمونه‌برداری، با حرکت در دو قطر هر کرت، ۳۰ ساقه گندم به طور تصادفی انتخاب و تمام لاروهای موجود روی هر ساقه در مزرعه شمارش شد (Buntin et al., 2004). شمارش در چهار نوبت شامل ۱ روز قبل و ۳، ۷ و ۱۴ روز بعد از محلول‌پاشی انجام شد.

جدول ۱- تیمارهای مورد استفاده در مزارع گندم

Table 1. Treatments used in wheat fields

Treatment	Formulation	Concentration (ml/L)	Consumption (ml/ha)	Commercial Name	Company, Country
Matrine	0.6 SL	2.0	800	Rui Agro	Inner Mongolia Kingbo Biotech Co Ltd, China
Matrine	0.6 SL	1.5	600	Rui Agro	Inner Mongolia Kingbo Biotech Co Ltd, China
Fenitrothion	50 EC	1.0	400	Fenitrothion	Gyah Corporation, Iran
Deltamethrin	2.5 EC	0.3	120	Deltamethrin	Gyah Corporation, Iran
Control	Water	-	-	-	-

درصد تاثیر حشره‌کش‌ها طبق فرمول زیر تعیین شد (Henderson & Tilton, 1955):

$$\text{کاهش جمعیت} \% = (1 - \frac{T_a \times C_b}{T_b \times C_a}) \times 100$$

که در آن: T_a و C_a به ترتیب تعداد لاروهای زنده در گیاهان تیمارشده و شاهد بعد از محلول‌پاشی؛ و T_b و C_b نیز به ترتیب تعداد لاروهای زنده در گیاهان تیمارشده و شاهد قبل از محلول‌پاشی می‌باشند. بر مبنای نتایج به دست آمده، حشره‌کش‌های مورد مطالعه بر اساس استانداردهای سازمان بین المللی کنترل زیستی (IOBC) طبقه‌بندی شدند (Hassan et al., 1985). بر اساس این استاندارد، حشره‌کش‌ها بر مبنای درصد کاهش جمعیت لاروهای دشمنان طبیعی به چهارگروه شامل بی‌ضرر (کمتر از ٪۳۰)، کمی زیان‌آور (۳۰ تا ٪۷۹)، نسبتا زیان‌آور (۸۰ تا ٪۹۹) و زیان‌آور (بیش از ٪۹۹) طبقه‌بندی شدند.

تجزیه آماری

پس از بررسی نرمال بودن داده‌ها، تجزیه واریانس انجام شد. سپس مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون Tukey-HSD در سطح احتمال $P \leq 0.05$ انجام شد.برای تجزیه داده‌ها از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴/۰ (IBM Corp., 2016) استفاده شد.

نتایج

کفشدوزک هفت‌نقطه‌ای

در هر سه استان اردبیل، تهران و گلستان، کفشدوزک هفت‌نقطه‌ای از جمعیت مناسبی برخوردار بود. در استان اردبیل تفاوت بین تیمارها در روزهای سوم و هفتم پس از محلول‌پاشی غیرمعنی‌دار و در روز چهاردهم معنی‌دار بود. در روز چهاردهم کمترین کاهش جمعیت لاروهای کفشدوزک مربوط به ماترین ۱/۵ در هزار بود که تفاوت معنی‌داری با فنیتروتیون نداشت (جدول ۲).

در استان تهران در روز سوم کمترین کاهش جمعیت مربوط به حشره‌کش فنیتروتیون بود که به طور معنی‌داری کمتر از سایر تیمارها باعث کاهش جمعیت لاروهای کفشدوزک شد (جدول ۲). در صورتی‌که ۷ و ۱۴ روز پس از محلول‌پاشی، دلتامترین بیشتر از سایر تیمارها باعث کاهش جمعیت لاروهای کفشدوزک هفت‌نقطه‌ای شد.

در استان گلستان، در همه روزها بین تیمارها در سطح یک درصد تفاوت معنی‌دار وجود داشت (جدول ۲). در روز سوم و هفتم پس از محلول‌پاشی دلتامترین باعث بیشترین کاهش جمعیت شد که تفاوت آن با تیمار ماترین ۲ در هزار معنی‌دار نبود. چهارده روز پس از محلول‌پاشی نیز بیشترین کاهش جمعیت مربوط به دلتامترین بود که تفاوت آن با تمام تیمارها معنی‌دار بود. کاهش جمعیت ناشی از ماترین ۱/۵ در هزار در همه روزها کمتر از ماترین ۲ در هزار بود و این تفاوت در روزهای هفتم و چهاردهم معنی‌دار بود. فنیتروتیون کمترین اثر سوء را ایجاد کرد که تفاوت آن با غلظت کمتر ماترین معنی‌دار نبود.

در هر سه استان، با گذشت زمان میزان زیان‌آور بودن حشره‌کش‌ها برای لاروهای کفشدوزک کاهش یافت. در استان اردبیل، همه تیمارها در همه روزها برای لاروهای کفشدوزک کمی زیان‌آور بودند، به جز ماترین ۱/۵ در هزار که ۱۴ روز پس از محلول‌پاشی، بی‌ضرر بود. در استان تهران نیز اغلب تیمارها کمی زیان‌آور بودند؛ ولی ماترین ۲ در هزار در روز سوم و دلتامترین در روزهای سوم و چهار نسبتا زیان‌آور بودند. فنیتروتیون در روزهای هفتم و چهاردهم و ماترین ۱/۵ در هزار در روز چهاردهم بی‌ضرر بودند. در استان گلستان، دلتامترین در روز سوم با ۱۰۰ درصد کاهش جمعیت، یک ترکیب زیان‌آور برای لاروهای کفشدوزک بود و با گذشت زمان در گروه نسبتا زیان‌آور قرار گرفت. ماترین ۲ در هزار نیز در روز سوم نسبتا زیان‌آور بود و در روزهای هفتم و چهاردهم در گروه کمی زیان‌آور قرار گرفت. ماترین ۱/۵ در هزار در روز چهاردهم و فنیتروتیون در روزهای هفتم و چهاردهم بی‌ضرر بودند.

مگس گل

در استان‌های تهران و اردبیل، مگس گل جمعیت کمی داشت و بنابراین، امکان بررسی اثر حشره‌کش‌ها روی این شکارگر فراهم نبود. در استان گلستان در روزهای مختلف پس از محلول‌پاشی بیشترین کاهش جمعیت مگس گل ناشی از دلتامترین و کمترین کاهش مربوط به فنیتروتیون بود

(جدول ۳). در روز سوم دلتامترین تفاوت معنی‌داری با تیمار ماترین ۲ در هزار نداشت. با این حال در این روز، دو غلظت مورد مطالعه ماترین نیز تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. در روز هفتم تفاوت دلتامترین با ماترین ۲ در هزار معنی‌دار نبود؛ ولی در روز چهاردهم این تفاوت معنی‌دار بود.

از نظر گروه‌بندی IOBC، در روز سوم دلتامترین و سپس ماترین ۲ در هزار بیشترین کاهش را در جمعیت لاروهای مگس گل ایجاد کردند و به ترتیب در گروه‌های زیان‌آور و نسبتا زیان‌آور قرار گرفتند. با گذشت زمان میزان زیان‌آور بودن این ترکیبات کاهش یافت به طوری‌که در روز چهاردهم دلتامترین و ماترین ۲ در هزار کمی زیان‌آور و فنیتروتیون وماترین ۱/۵ در هزار بی‌ضرر بودند.

بالتوری سبز

در استان‌های تهران و اردبیل بالتوری سبز جمعیت کمی داشت. در مقابل، جمعیت این حشره شکارگر در استان گلستان مناسب بود و بنابراین، ارزیابی اثرات آفت‌کش‌ها روی جمعیت لاروهای بالتوری سبز در استان گلستان انجام شد. همه ترکیبات دارای اثرات سوء برای بالتوری سبز بودند (جدول ۴). در روز سوم، دلتامترین و ماترین ۲ در هزار سبب کاهش ۱۰۰ درصدی و فنیتروتیون و ماترین ۱/۵ در هزار سبب کاهش بیش از ۹۴ درصدی جمعیت بالتوری سبز شدند. در روزهای هفتم و چهاردهم، دلتامترین و ماترین ۲ در هزار که بیشترین کاهش جمعیت را ایجاد کردند، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند.

جدول ۲- میانگین (± SE) درصد کاهش جمعیت لاروهای کفشدوزک هفت‌نقطه‌ای در مزارع گندم استان‌های مختلف طی ۳، ۷ و ۱۴ روز پس از محلول‌پاشی و گروه‌بندی حشره‌کش‌ها بر مبنای روش IOBC

Table 2. Mean (± SE) percentage of reduction in population of seven-spotted ladybird in wheat fields of different provinces 3, 7 and 14 days after spraying and grouping of the insecticides based on IOBC method

Insecticides	Concentration (ml/L)	Days after spraying		
		3	7	14
Ardabil				
Matrine 0.6 SL	2.0	76.19 ± 1.05 [a] SH	63.59 ± 7.38 [a] SH	62.26 ± 1.24 [a] SH
Matrine 0.6 SL	1.5	63.27 ± 7.94 [a] SH	57.91 ± 6.13 [a] SH	26.70 ± 3.81 [b] HL
Fenitrothion 50 EC	1.0	72.83 ± 4.82 [a] SH	70.16 ± 1.75 [a] SH	41.75 ± 3.83 [ab] SH
Deltamethrin 2.5 EC	0.3	77.44 ± 4.31 [a] SH	72.02 ± 6.71 [a] SH	58.63 ± 7.39 [a] SH
F-value		0.798	1.012	7.060
P-value		0.525	0.431	0.010
C.V.		19.80%	19.90%	24.30%
Tehran				
Matrine 0.6 SL	2.0	89.83 ± 3.76 [a] MH	54.19 ± 8.21 [b] SH	37.21 ± 4.91 [b] SH
Matrine 0.6 SL	1.5	74.16 ± 4.38 [a] SH	51.58 ± 6.61 [b] SH	22.25 ± 3.36 [b] HL
Fenitrothion 50 EC	1.0	36.33 ± 3.22 [b] SH	28.00 ± 5.41 [b] HL	18.00 ± 4.84 [b] HL
Deltamethrin 2.5 EC	0.3	92.50 ± 5.50 [a] MH	90.25 ± 3.75 [a] MH	77.25 ± 2.01 [a] SH
F-value		35.309	10.000	24.927
P-value		0.0001	0.003	0.0001
C.V.		24.81%	27.83%	28.02%
Golestan				
Matrine 0.6 SL	2.0	92.18 ± 4.56 [ab] MH	77.85 ± 7.35 [a] SH	64.38 ± 7.05 [b] SH
Matrine 0.6 SL	1.5	78.66 ± 4.43 [bc] SH	31.04 ± 3.23 [b] SH	22.0 ± 3.34 [c] HL
Fenitrothion 50 EC	1.0	67.70 ± 5.45 [c] SH	25.01 ± 5.01 [b] HL	17.76 ± 0.95 [c] HL
Deltamethrin 2.5 EC	0.3	100 ± 0.00 [a] H	89.35 ± 3.67 [a] MH	83.44 ± 1.56 [a] MH
F-value		15.053	49.853	103.379
P-value		0.001	0.001	0.001
C.V.		16.90%	27.47%	29.67%

* Different lowercase letters in each column indicate statistically significant differences (Tukey-HSD; $P \leq 0.05$). IOBC grouping: HL = harmless, SH = slightly harmful, MH = moderately harmful, H = harmful

جدول ۳- میانگین (± SE) درصد کاهش جمعیت لاروهای مگس گل در روزهای مختلف پس از محلول‌پاشی در استان گلستان و گروه‌بندی حشره‌کش‌ها بر مبنای روش IOBC

Table 3. Mean (± SE) percentage of flower fly population reduction in different days after foliar spraying in Golestan and grouping of the insecticides based on IOBC method

Insecticides	Concentration (ml/L)	Days after spraying		
		3	7	14
Matrine 0.6 SL	2.0	85.16 ± 1.78 [ab] MH	67.01 ± 3.59 [a] SH	50.38 ± 4.57 [b] SH
Matrine 0.6 SL	1.5	73.58 ± 3.36 [bc] SH	31.61 ± 3.84 [b] SH	21.84 ± 4.59 [c] HL
Fenitrothion 50 EC	1.0	61.60 ± 5.42 [c] SH	24.58 ± 1.72 [b] HL	17.67 ± 1.65 [c] HL
Deltamethrin 2.5 EC	0.3	100 ± 0.00 [a] H	79.06 ± 2.83 [a] MH	64.51 ± 1.75 [a] SH
F-value		19.244	67.988	55.630
P-value		0.0001	0.0001	0.0001
C.V.		19.70%	24.30%	21.30%

* Different lowercase letters in each column indicate statistically significant differences (Tukey-HSD; $P \leq 0.05$). IOBC grouping: HL = harmless, SH = slightly harmful, MH = moderately harmful, H = harmful

جدول ٤- میانگین (± SE) درصد کاهش جمعیت لاروهای بالتوری سبز در روزهای مختلف پس از محلول‌پاشی در استان گلستان و گروهبندی حشره‌کش‌ها بر مبنای روش IOBC

Table 4. Mean (± SE) percentage of green lacewing population reduction in different days after foliar spraying in Golestan province spraying and grouping of the insecticides based on IOBC method

Insecticides	Concentration (ml/L)	Days after spraying		
		3	7	14
Matrine 0.6 SL	2.0	100 ± 0.00 [a] H	82.79 ± 3.83 [ab] MH	86.85 ± 2.93 [a] MH
Matrine 0.6 SL	1.5	94.10 ± 2.19 [b] MH	73.24 ± 5.92 [b] SH	67.80 ± 2.44 [b] SH
Fenitrothion 50 EC	1.0	94.08 ± 1.94 [b] MH	69.41 ± 5.69 [b] SH	69.13 ± 3.28 [b] SH
Deltamethrin 2.5 EC	0.3	100 ± 0.00 [a] H	95.94 ± 3.37 [a] MH	91.16 ± 0.88 [a] MH
F-value		7.360	7.397	20.895
P-value		0.009	0.008	0.0001
C.V.		4.10%	16.80%	15.40%

* Different lowercase letters in each column indicate statistically significant differences (Tukey-HSD; $P \leq 0.05$). IOBC grouping: HL = harmless, SH = slightly harmful, MH = moderately harmful, H = harmful

اثرات سوء ترکیبات مورد مطالعه برای لارو بالتوری سبز بیشتر از سایر تیمارها بود. طبق گروه‌بندی IOBC، در روز سوم دلتامترین و ماترین ۲ در هزار در گروه زیان‌آور و ماترین ۱/۵ در هزار و فنیتروتیون در گروه نسبتا زیان‌آور قرار گرفتند. اگرچه با گذشت زمان میزان زیان این ترکیبات کاهش یافت؛ اما در روز چهاردهم نیز دلتامترین و ماترین ۲ در هزار نسبتا زیان‌آور و فنیتروتیون و ماترین ۱/۵ در هزار کمی زیان‌آور بودند.

بحث

قبل از کاربرد آفت‌کش‌ها در کنترل تلفیقی باید از ایمن بودن آن‌ها برای دشمنان طبیعی مطمئن شد (Kanzaki & Tanaka, 2010). بنابراین، در مطالعه حاضر اثر حشره‌کش‌های مصرفی در مزارع گندم بر دشمنان طبیعی مورد ارزیابی قرار گرفت تا از اثرات ناخواسته بر جمعیت این حشرات مفید جلوگیری شود. بیشترین جمعیت دشمنان طبیعی در استان گلستان مشاهده شد. در این استان جمعیت مناسبی از کفشدوزک هفت‌نقطه‌ای، مگس گل و بالتوری سبز مشاهده شد. بررسی اثرات آفت‌کش‌ها نشان‌دهنده اثر سوء ترکیبات مورد مطالعه روی این دشمنان طبیعی بود. این در حالی بود که جمعیت دشمنان طبیعی در تیمار شاهد نه تنها کاهش نیافت، بلکه طی مدت انجام بررسی‌ها افزایش هم یافت. این موضوع می‌تواند ناشی از نشوونمای حشراتی باشد که در زمان تیمار در مرحله تخم بوده‌اند و با

توجه به عدم سم‌پاشی، علاوه بر حفظ لاروها، تخم‌ها نیز تفریخ شده و امکان تبدیل شدن به لارو را یافته‌اند.

از نظر حساسیت دشمنان طبیعی مورد آزمایش نسبت به حشره‌کش‌ها، بالتوری سبز بیشترین حساسیت را داشت. در سایر مطالعات نیز اثر حشره‌کش‌های مختلف در تلفات (Golmohammadi et al., 2021) و نیز کاهش فراسنجه‌های زیستی و تولیدمثلی بالتوری (Golmohammadi et al., 2021; Fouladi Azar et al., 2022) گزارش شده است. در مطالعه انجام شده توسط El-Wakeil et al. (2014) اثر حشره‌کش‌های پایریتروئیدی دلتامترین و لامبدا سای‌هالوترین و نیز حشره‌کش گیاهی نیم‌آزال روی آفات گندم و دشمنان طبیعی مزارع گندم ارزیابی شده است. در این بررسی نیز مانند مطالعه حاضر بالتوری سبز نسبت به مگس گل حساسیت بیشتری در برابر حشره‌کش‌ها داشت. نتایج مطالعه حاضر و مطالعات ذکر شده نشان می‌دهند که با توجه به حساسیت بالتوری سبز، باید از کاربرد حشره‌کش‌ها در زمان اوج جمعیت این حشره اجتناب نمود. اگرچه در بین دشمنان طبیعی مورد مطالعه، کفشدوزک هفت‌نقطه‌ای کمترین حساسیت را در برابر حشره‌کش‌ها داشت؛ اما کاهش جمعیت ناشی از دلتامترین برای کفشدوزک بیش از ۸۰ درصد بود. مطالعات دیگری نیز کاهش فراسنجه های زیستی و تولیدمثلی کفشدوزک هفت‌نقطه‌ای را در معرض دلتامترین نشان داده‌اند (Tahir et al., 2014). در مطالعه انجام شده توسط Bozsik (2006) "دلتامترین + هپتنفوس و لامبدا سای هالوترین" سبب تلفات حشرات کامل کفشدوزک هفت‌نقطه‌ای شده‌اند. بقایای دلتامترین حتی ۲۱ روز پس از تیمار نیز برای لاروهای کفشدوزک هفت‌نقطه‌ای سمی بود که نشان‌دهنده خطرات بالقوه این ترکیب پایریتروئیدی می‌باشد (Skouras et al. 2023). این مطالعات مشابه مطالعه حاضر بیانگر لزوم توجه به اثرات سوء دلتامترین بر جمعیت کفشدوزک هفت‌نقطه‌ای می‌باشد. دلتامترین علاوه بر کفشدوزک و بالتوری سبز، دارای اثرات سوء برای لاروهای مگس گل بود. درپژوهش حاضر لاروهای مگس گل در روز سوم پس از محلول‌پاشی کاهش جمعیت ۱۰۰ درصدی را نشان دادند. به طور مشابه در مطالعه انجام شده توسط Jansen (1998) دلتامترین برای لاروهای مگس گل *E. balteatus* سمی گزارش شد به طوری‌که هیچ کدام از لاروهایی که در معرض دلتامترین قرار گرفتند نتوانستند به حشره کامل تبدیل شوند. بنابراین، توجه به اثرات سوء دلتامترین برای مگس گل، حایز اهمیت می‌باشد.

از نظر اثرات سوء حشره‌کش‌های مورد آزمایش بر دشمنان طبیعی، دلتامترین بیشترین اثر را داشت. بنابراین، لازم است در رابطه با مصرف این حشره‌کش پایریتروئیدی که از ترکیبات پرمصرف در مزارع گندم برای کنترل سن گندم می‌باشد، احتیاط‌های جدی در نظر گرفته شوند. فنیتروتیون اگرچه در بین تیمارهای آزمایشی کمترین اثرات سوء را ایجاد کرد؛ اما اثر آن روی لاروهای بالتوری سبز زیاد بود به طوری‌که سه روز پس محلول‌پاشی سبب کاهش جمعیت بیش از ۹۴ درصدی شد. در مطالعه انجام شده توسط Sheikhi Garjan et al. (2005) نیز که اثرات جانبی حشره‌کش‌ها روی زنبور انگل‌واره سن گندم *Trissolcus grandis* Thomson بررسی شد اثرات سوء فنیتروتیون روی تخم‌ها در مقایسه با دلتامترین کمتر بود. کمتر بودن اثرات سوء فنیتروتیون برای دشمنان طبیعی در مقایسه با ماترین بر این موضوع تاکید می‌کند که ترکیبات گیاهی لزوما نسبت به ترکیبات شیمیایی ایمن‌تر نیستند. اثرات زیان‌آور ترکیبات گیاهی بر جمعیت دشمنان طبیعی توسط سایر محققان نیز گزارش شده است (Tunca et al., 2012; El-Wakeil et al., 2014; Cura & Gençer, 2019). نتایج حاضر همچنین نشان داد که غلظت مورد استفاده از ماترین در شدت اثرات سوء این ترکیب گیاهی روی دشمنان طبیعی موثر است. اثر دو غلظت مورد مطالعه روی جمعیت دشمنان طبیعی متفاوت بود و کاهش جمعیت ناشی از غلظت بالاتر ماترین به طور معنی‌داری از غلظت پایین‌تر بیشتر بود. بیشترین اثرات سوء غلظت‌های ماترین به ترتیب روی بالتوری سبز، مگس گل و کفشدوزک بود. در تمامی موارد اثرات سوء ناشی از غلظت بالاتر ماترین برای دشمنان طبیعی بیشتر بود به طوری که سه روز پس از محلول-پاشی کاهش ۱۰۰، ۸۵ و ۸۲ درصدی به ترتیب در جمعیت بالتوری سبز، مگس گل و کفشدوزک ایجاد کرد. بررسی-

های سایر محققان نیز بیانگر اثرات سوء ماترین بر دشمنان طبیعی می‌باشد. در مطالعه انجام شده توسط Mohaghegh Neishabouri et al. (2019) اگرچه ماترین در کنترل کرم ساقه‌خوار برنج *Chilo suppressalis* Walker اثرات قابل قبولی داشت، اما برای سن شکارگر *Andrallus spiniden* Fabricius بسیار خطرناک گزارش شد. بنابراین، لازم است نسبت به اثرات جانبی این حشره‌کش گیاهی روی دشمنان طبیعی توجه شود.

نتیجه‌گیری

برای کفشدوزک هفت‌نقطه‌ای، بیشتر حشره‌کش‌ها هفت روز پس از محلول‌پاشی کمی زیان‌آور بودند با این تفاوت که در استان‌های تهران و گلستان، فنیتروتیون بی‌ضرر و دلتامترین نسبتاً زیان‌آور بود. برای لاروهای مگس گل، حشره‌کش‌های ماترین، فنیتروتیون و دلتامترین به ترتیب کمی زیان‌آور، بی‌ضرر و نسبتاً زیان‌آور بودند. برای بالتوری سبز ماترین ۱/۵ در هزار و فنیتروتیون کمی زیان‌آور بودند در حالی‌که ماترین ۲ در هزار و دلتامترین نسبتاً زیان‌آور بودند. دلتامترین بیشترین و فنیتروتیون کمترین اثر سوء را روی دشمنان طبیعی داشت. هر دو غلظت ماترین سبب کاهش جمعیت لاروهای کفشدوزک هفت‌نقطه‌ای، مگس گل و بالتوری سبز شدند، با این حال اثرات سوء غلظت بالاتر برای دشمنان طبیعی بیشتر بود. طبق نتایج، لازم است از کاربرد این ترکیبات در زمان اوج جمعیت این حشرات مفید (به ویژه بالتوری سبز) اجتناب و از آسیب ثارد آوردن به دشمنان طبیعی جلوگیری شود.

سپاس‌گزاری

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

References

Ahmadi, K., Ebadzadeh, H. R., Hatami, F., MohammadniaAfrozi, S., Esfandiarpour, E., & Abbasi Taleghani, R. (2021). Agricultural Statistics. Ministry of Agriculture-Jahad. 97pp. (In Farsi).

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

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 Farsi with English abstract).

Barati, R., Golmohammadi, Gh., & Mansouri, R. (2016). Side effects of some herbal insecticides on *Bemisia tabaci* and *Encarsia formosa*. *Biocontrol in Plant Protection*, *3*, 35-45 (In Farsi with English summary). https://dx.doi.org/10.22092/BCPP.2016.103347

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. https://doi.org/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

Cura, M. S., & Gençer, N. S. (2019). Side effects of azadirachtin on some important beneficial insects in laboratory. *Journal of Biological and Environmental Sciences, 13*, 39-47.

El-Wakeil, N. E., Gaafar, N., & Volkmar, C. (2014). Effects of some botanical insecticides on wheat insects and their natural enemies in winter and spring wheat. *Acta Advances in Agricultural Sciences, 2*, 19-36.

Fouladi Azar, S., Jamshidi, M., & Taghizadeh, M. (2022). Effect of some commen insecticides on *Chrysoperla carnea* Stephens under labratory conditions. *Applied Plant Protection, 11*, 35-44. (In Farsi with English summary).

Golmohammadi, G. R., Rezaei Trshizi, H. R., Vafaei Shoshtari, R., Faravardeh, L., & Rafei-Karehroudi, Z. (2021). Lethal and sublethal effects of three insecticides on green lacewing, *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) under laboratory conditions. *Journal of Entomological Society of Iran, 41*, 105-121. https://doi.org/10.22117/jesi.2021.341497.1359

Hassan, S. A., Bigler, F., Blaisinger, P., Bogenschütz, H., Brun, J., et al. (1985). Standard methods to test the side-effects of pesticides on natural enemies of insects and mites developed by the IOBC/WPRS Working Group 'Pesticides and Beneficial Organisms'. *Eppo Bulletin*, *15*, 214-255. https://doi.org/10.1111/j.1365-2338.1985.tb00224.x

Henderson, C. F., & Tilton, E. W. (1955). Tests with acaricides against the brow wheat mite. *Journal of Economic Entomology, 48*, 157-161. https://doi.org/10.1093/jee/48.2.157

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

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

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. https://doi.org/10.1584/JPESTICS.G09-34

Kim, H. G., Jeon, J. H., Kim, M. K., & Lee, H. S. (2005). Pharmacological effects of asaronaldehyde isolated from *Acorus gramineus* rhizome. *Food Science and Biotechnology, 14*, 685-688.

Mohaghegh Neishabouri, J., Dad Pour, H., Mojib Hagh Ghadam, Z., Amou Oghli Tabari, M., Hasanzadeh, M. et al. (2019). Investigating the effect of tebufenozide (Mimic SC 20%), matrine (SL 0.6%), diazinon G10% and fipronil G0.2% in controlling striped rice stemborer in the field. Final Report. Iranian Research Institute of Plant Protection. 26 pp. (In Farsi with English summary).

Nourbakhsh S. (2022). List of important pests, diseases and weeds of major agricultural products, chemicals and recommended ways for their control. Plant Protection Organization, Ministry of Agriculture Jihad. Tehran, Iran, 221 pp. (In Farsi).

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

Schmidt-Jeffris, R. A., & Cutulle, M. A. (2019). Non-target effects of herbicides on *Tetranychus urticae* and its predator, *Phytoseiulus persimilis*: Implications for biological control. *Pest Management Science, 75,* 3226-3234. https://doi.org/10.1002/ps.5443

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

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).

Sheikhi Garjan, A., Talebi Jahromi, Kh., & Pour Mirza, A. A. (2005). Effect of several phosphorus and pyrethroid insecticides on the different developmental stages of the egg parasitoid of sunn pest, *Trissolcus grandis* (Thom.) (Hymenoptera: Scelionidae). *Journal of Hydrology and Soil Science, 8*, 157-164. (In Farsi).

Skouras, P. J., Karanastasi, E., Lycoskoufis, I., Demopoulos, V., Darras, A. I., et al. (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

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 Farsi with English summary).

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

Thomson, L. J., Glenn, D. C., & Hoffmann, A. A. (2000). Effects of sulfur on *Trichogramma* egg parasitoids in vineyards: Measuring toxic effects and establishing release windows. *Australian Journal of Experimental Agriculture, 40*, 1165-1171. https://doi.org/10.1071/EA00074

Tunca, H., Kılınçer, N., & Özkan, C. (2012). Side-effects of some botanical insecticides and extracts on the parasitoid, *Venturia canescens* (Grav.) (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Türkiye Entomoloji Dergisi, 36*, 205-214.

Wang, H., Lu, Y., Chen, J., Li, J., & Liu, S. (2012). Subcritical water extraction of alkaloids in *Sophora flavescens* Ait. and determination by capillary electrophoresis with field-amplified sample stacking. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, 58*, 146-151. https://doi.org/10.1016/j.jpba.2011.09.014

© 2024 by the authors. Licensee SCU, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/.