The University of Tehran Press

Iranian Journal of Plant Protection Science

Online ISNN: 2008-4781

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

Effect of nutrition by fertilizing, plant density, and seed treatment with imidacloprid on grain yield, population density, and damage rate of the cereal ground beetle, *Zabrus tenebrioides* in rain-fed wheat

Naser Esmailpour[1], Jamasb Nozari[2]✉, Hossein Allahyari[3]

1. Departfment of Plant Protection Organization, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran. E-mail: naseresmailpour2003@gmail.com
2. Corresponding Author, Department of Plant Protection, Faculty of Agricultural, University of Tehran, Karaj, Iran. E-mail: nozari@ut.ac.ir
3. Department of Plant Protection, Faculty of Agricultural, University of Tehran, Karaj, Iran. E-mail: allahyari@ut.ac.ir

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received: 8 March 2024

Revised: 17 May 2024

Accepted: 25 May 2024

Published online: 5 March 2024

Keywords:

Cereal ground beetle,

crop rotation,

imidacloprid,

split split plot.

ABSTRACT

Cereal ground beetle *Zabrus tenebrioides* is the most important pest of wheat in Golestan province, which causes great damage to the crop in fields without crop rotation despite chemical control by spraying in the tillering stage. This research investigated the simultaneous effect of nutrition by fertilizing, planting density, and seed treatment by imidacloprid, on the infestation, the number of pest larvae, and the grain yield in rainfed wheat during 2020 to 2022. The research was conducted using a split split plot the main factor is fertilizing with two levels. The optimum level: 100 kg/ha is urea fertilizer, 75 kg/ha is phosphate fertilizer, and 25 kg/ha is potash fertilizer. The custom level: of 100 kg/ha is urea fertilizer. Sub factor is the planting density including 160, 180, and 210 kg/ hectare of seeds. Sub subfactor, imidacloprid including doses: 0, 1, 1.5, 2, and 2.5 g/100 kg seeds wheat. According to the results of the recent study and considering the environmental hazards and the importance of grain yield in relationship with the farmer's income - compared to the infestation and the number of pest larvae -thus, two treatments with the highest grain yield which have no significant difference based on the PLSD test at the 5% probability suggested: the planting density by 160 kg seeds per hectare with a concentration 1.5 gr pesticides per 100 kg seeds or planting density by 210 kg seeds per hectare with a concentration 1gr imidacloprid per 100 kg seeds with optimal nutrition by fertilizing.

Cite this article: Esmailpour, N., Nozari, J., Allahyari, H. (2024). Effect of nutrition by fertilizing, plant density, and seed treatment with imidacloprid on grain yield, population density, and damage rate of the cereal ground beetle, *Zabrus tenebrioides* in rain-fed wheat. *Iranian Journal of Plant Protection Science*, 54 (2), 391-406. DOI: https://doi.org/10.22059/IJPPS.2024.372546.1007056

© The Author(s).

Publisher: The University of Tehran Press.
DOI: https://doi.org/10.22059/IJPPS.2024.372546.1007056

Extended Abstract

Introduction

The cereal ground beetle belongs to the Carabididae family that widely expanded from Europe to North Africa and Central Asia. *Zabrus tenebrioides* Goeze is the most important pest of wheat and barley in Golestan province, which causes great damage to the crop in fields without crop rotation despite chemical control by spraying in the tillering stage. The current research investigated the effect of fertilization or feeding, Planting Density, and seed treatment with imidacloprid insecticide on the number of damaged wheat, larvae, and grain yield in the fields to obtain the lowest number of damaged wheat by this pest and the highest grain yield in rain-fed wheat.

Materials and Methods

This research investigated the simultaneous effect of nutrition by fertilizing, planting density, and seed treatment by imidacloprid WS 70 on the infestation, the number of pest larvae, and the grain yield in rainfed wheat from 2020 to 2022. The research was conducted using a split split plot the main factor is fertilizing with

two levels. The optimum level: 100 kg/ha is urea fertilizer, 75 kg/ha is phosphate fertilizer, and 25 kg/ha is potash fertilizer. The custom level: of 100 kg/ha is urea fertilizer. The sub factor is the planting density including 160, 180, and 210 kg/ hectare of seeds. Sub subfactor, imidacloprid including doses: 0, 1, 1.5, 2, and 2.5 g/100 kg seeds wheat.

Results and Discussion

The infestation was influenced by the effect of imidacloprid pesticide concentration and planting density and the number of larvae in m^2 and grain yield was influenced by the effect of nutrition by fertilizing × planting density × imidacloprid doses. Results showed, the dependence between the number of larvae per m^2 and the concentration of imidacloprid, so the highest number of larvae in the treatment without the use of insecticide was 1.74 larvae in m^2, and the lowest number of larvae in the treatments with imidacloprid pesticide with concentrations 2 and 2.5g pesticide/100 kg seeds, observed, that 0.885 and 0.749 larvae in m^2, respectively. Also, with optimal nutrition by fertilizing, the number of larvae was significantly reduced. The highest grain yield obtained separately in the treatments included, planting density of 160 and 180 kg seeds per hectare or the optimal nutrition by fertilizing or the concentration 2 and 2.5 g Imidacloprid/100 kg seeds. In the past, granulated and emulsifying solutions of insecticides were used for the chemical control of *Z. tenebrioides* after growing in the tillering stage. Nowadays neonicotinoid insecticides are used for seed treatment. According to the results of recent research, by increasing the concentration up to 2.5 gr imidacloprid /100 kg seeds, the infestation and the number of larvae pests in m^2 have been significantly reduced. Meanwhile, treatments included: 2 and 2.5 gr pesticide/100 kg seeds have no significant difference at the 5% probability. The highest infestation was observed in the control treatment and the treatment with a concentration of 1 gr imidacloprid insecticide / 100 kg seeds.

Conclusion

According to the results of the recent study and considering the environmental hazards and the importance of grain yield in relationship with the farmer's income - compared to the infestation and the number of pest larvae -thus, two treatments with the highest grain yield which have no significant difference based on the PLSD test at the 5% probability suggested: the planting density by 160 kg seeds per hectare with a concentration 1.5 gr pesticides per 100 kg seeds or planting density by 210 kg seeds per hectare with a concentration 1gr imidacloprid per 100 kg seeds with optimal nutrition by fertilizing.

انتشارات دانشگاه تهران

نشریه دانش گیاهپزشکی ایران، دوره ۵۴، شماره ۲

شاپا الکترونیکی: ۷۸۶۸-۲۴۲۳

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

اثرتغذیه با کوددهی، تراکم کاشت و تیمار بذر با ایمیداکلوپرید بر عملکرد دانه، تراکم جمعیت و میزان خسارت سوسک سیاه غلات، *Zabrus tenebrioides* در مزارع گندم دیم

ناصر اسماعیل پور[۱] | جاماسب نوذری[۲]✉| حسین اللهیاری[۳]

۱. مدیریت مبارزه با آفات عمومی و همگانی، معاونت کنترل آفات، سازمان حفظ نباتات، تهران، ایران. رایانامه: naseresmailpour2003@gmail.com

۲. نویسنده مسئول، گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: nozari@ut.ac.ir

۳. گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: allahyari@ut.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:

مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۱۸

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۰۵

تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۱۲/۱۵

کلیدواژه‌ها:

ایمیداکلوپرید، تناوب زراعی، سوسک سیاه گندم، کرت های دو بار خرد شده.

چکیده

سوسک سیاه غلات *Zabrus tenebrioides* مهمترین آفت گندم در استان گلستان است که در مزارع بدون تناوب زراعی با وجود کنترل شیمیایی، در مرحله پنجه زنی خسارت زیادی به محصول وارد می نماید. در این پژوهش، اثر هم زمان تغذیه گیاه، تراکم کشت و ضدعفونی بذرها با پودر قابل تعلیق حشره کش ایمیداکلوپرید (WS 70) بر میزان آلودگی، تراکم لارو و عملکرد گندم دیم در قالب طرح آزمایشی کرت های دو بار خرد شده در شهرستان گنبدکاووس طی سال‌های ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۱ بررسی شد. تیمارهای آزمایشی شامل تغذیه با کوددهی گیاه یا عامل اصلی در دو سطح مطلوب (مصرف کودهای فسفات، پتاسه و اوره به ترتیب با ۷۵، ۲۵ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) و رایج در منطقه (مصرف ۱۰۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار)، تراکم کشت یا عامل فرعی با سه سطح ۱۶۰، ۱۸۰ و ۲۱۰ کیلوگرم بذر در هکتار و ضدعفونی بذرها با ایمیداکلوپرید یا عامل فرعی فرعی با پنج سطح صفر، ۱، ۱/۵، ۲ و ۲/۵ گرم بر کیلوگرم بذر، بودند. بر اساس نتایج و نیز با لحاظ مخاطرات زیست محیطی و اهمیت عملکرد دانه از نظر ارتباط مستقیم با درآمد کشاورز – در مقایسه با آلودگی و تعداد لارو، - دو تیمار با بیشترین عملکرد که در سطح احتمال ۵ درصد با هم تفاوت معنی دار ندارند، پیشنهاد می شود یکی از تیمارها با تراکم کشت ۱۶۰ کیلوگرم بذر در هکتار با غلظت ۱/۵ گرم ایمیداکلوپرید در ۱۰۰ کیلوگرم بذر و تیمار دیگر با تراکم کشت ۲۱۰ کیلوگرم بذر در هکتار با غلظت ۱ گرم ایمیداکلوپرید در ۱۰۰ کیلوگرم بذر و با تغذیه مطلوب می‌تواند انجام شود.

استناد: اسماعیل پور، ناصر؛ نوذری، جاماسب و اللهیاری، حسین (۱۴۰۲). اثرتغذیه با کوددهی، تراکم کاشت و تیمار بذر با ایمیداکلوپرید بر عملکرد دانه، تراکم جمعیت و میزان خسارت سوسک سیاه غلات، *Zabrus tenebrioides* ، در مزارع گندم دیم. *نشریه دانش گیاهپزشکی ایران*، ۵۴ (۲)، ۴۰۶-۳۹۱. DOI: https://doi.org/10.22059/IJPPS.2024.372546.1007056

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

DOI: https://doi.org/10.22059/IJPPS.2024.372546.1007056

مقدمه

بر اساس گزارش فائو در مقیاس جهانی، گندم پس از ذرت رتبه دوم تولید محصولات زراعی اصلی را به خود اختصاص می دهد. همچنین، در ایران گندم مهمترین محصول استراتژیک به شمار می آید (FAO, 2023). در کشور هر ساله ۳۰۰ تا ۴۰۰ هزار هکتار از کل ۶ میلیون هکتار سطح کشت گندم در استان گلستان کشت می شود (Anonymous, 2022). در سال ۲۰۲۱ میلادی هفت میلیون تن دانه خوراکی گندم به کشور وارد شد بنابراین نقش حیاتی کنترل آفات محصولات کشاورزی در جهت افزایش تولید، دستیابی به خود کفایی و تاثیر آن بر امنیت غذایی بیش از پیش دارای اهمیت است (Ali *et al*., 2023).

سوسک سیاه غلات (*Zabrus tenebrioides* Goeze, 1777, Coleoptera: Carabidae) مهمترین آفت زراعت گندم و جو در استان گلستان است که در مناطق وسیعی از شهرستان های گنبد کاووس، کلاله، آق قلا، گمیشان و ترکمن که در مزارع آنها تناوب زراعی رعایت نشده است و با وجود انجام کنترل شیمیایی، خسارت زیادی به محصول وارد می نماید (Esmailpour *et al*., 2022). همچنین این آفت در سایر استان های کشور مانند خوزستان و ایلام به گندم و جو خسارت وارد می کند (Khajezadeh, 2013).

هدف این مطالعه بررسی اثر هم زمان کود دهی، تراکم کشت و ضدعفونی بذرها با حشره کش ایمیداکلوپرید بر میزان آلودگی، تراکم جمعیت لارو و عملکرد گندم دیم بوده تا با اتخاذ روش های زراعی مانند تراکم کشت و مدیریت تغذیه یا کود دهی گیاه و کنترل شیمیایی به صورت ضدعفونی بذور با حشره کش ایمیداکلوپرید، کمترین میزان آلودگی به این آفت و بیشترین عملکرد گندم دیم را در اراضی دیم به دست آورد.

پیشینه پژوهش

سوسک سیاه غلات، یک گونه خاکزی از خانواده سوسک های زمینی (Col., Carabidae) است که در گستره وسیعی از جنوب سوئد و انگلستان تا شمال آفریقا و آسیای میانی انتشار دارد (Avtaeva, 2021). پراکنش این آفت مانند سایر جوامع موجودات زنده تا حد زیادی توسط نیاز های اکولوژیکی آنها تعیین می شود و ویژگی های توزیع فضایی مهمترین فاکتور محیطی است که انتشار آنها را محدود می کند. این گونه در اروپا تقریباً در تمام مناطق جنوبی یافت می شود (Avtaeva, 2018).

تک کشتی بودن و عدم تناوب زراعی از عوامل اصلی طغیان سوسک سیاه غلات در نقاط مختلف دنیا گزارش شده هر چند که عدم استفاده از آفت کش پیش از کاشت (ضدعفونی بذر) به دلیل هزینه بالا نیز اشاره شده است (Olesen *et al*., 2011; Lup *et al*., 2013) ، به خصوص در اول فصل و در پاییز های مرطوب که سرما و یخبندان نباشد، سوسک سیاه گندم ابتدا به ریشه و سپس برگ های گیاهچه گندم حمله می کند و با تغذیه از آنها باعث خسارت اقتصادی به محصول می شود (Georgescu *et al*., 2017). در پاییز تغذیه لارو از جوانه ها و برگ های جوان گندم سبب خشک شدن برگ ها و در نهایت بوته‌ها شده و خسارت به شکل لکه ای یا یکنواخت در سطح مزرعه قابل مشاهده است. این حشره زمستان را به صورت لاروهای سن یک یا دو و به ندرت لارو سن سه می گذراند. لاروهای سن دو یا سه پس از گرم شدن هوا فعال شده و در کنار بوته‌های گیاه میزبان گودال هایی را ایجاد می‌کنند. لارو این حشره دیاپز حقیقی ندارد، بنابراین طول دوره لاروی و خسارت وارده تابع دمای محیط است (Basset, 1978). رطوبت بالای خاک و دمای متوسط شرایط مطلوب را برای رشد و حمله لاروهای این آفت فراهم می کند (Duman, 1995).

نتایج تحقیقات نشان داده است که در رطوبت زیاد و دمای متوسط، لاروهایی که زودتر ظهور می کنند خسارت بیشتری را روی گیاهان میزبان ایجاد می کنند و باعث می شود گیاهچه پیش از تکمیل شدن مرحله جوانه زنی به سرعت از بین برود. تحت چنین شرایطی، در طول زمستان لکه هایی در سطح مزارع ایجاد می شود که در آن گیاهان به طور کامل از بین می رود. در سالهایی که پاییز خشک است، کمبود رطوبت خاک باعث می شود که حمله لاروها و بروز خسارت به تاخیر بیافتد و حتی

پس از اولین بارندگی نیز علایم خسارت مشاهده نمی شود. اواخر حمله لاروها در بهار خسارت کمتر قابل مشاهده است، چونکه در مزرعه پوشش گیاهی خوب است و آسیب ها و علایم خسارت را پنهان می کند (Popov *et al*., 2006).

یکی از روش های رایج برای کنترل سوسک سیاه غلات استفاده از آفت کش گرانول و پودری به صورت پاشش روی خاک مزرعه آلوده در مراحل ابتدایی رشد گندم بوده است (Cate, 1980). حساسترین مرحله رشدی گیاه میزبان به خسارت لارو این آفت، مرحله گیاهچه ای است و مشخص شده است که تغذیه لاروهای سن سه ده برابر لاروهای سن یک می باشد و به همین دلیل برای کنترل این آفت در مراحل ابتدایی رشد و ظهور گیاهچه ها در گذشته از حشره کش‌های دورسبان (دو لیتر در هکتار)، سایپرمترین (۰/۴ لیتر در هکتار) پاراتیون متیل، تری کلروفن و فنیتروتیون استفاده می‌شده است (Cate, 1980; Pandov, 1980).

مصرف حشره کش ها به صورت تیمار بذر و پیش از کشت، یکی از اهرم های مدیریت این آفت در مزارع گندم در نقاط مختلف دنیا می‌باشد (Georgescu *et al*., 2017). امروزه استفاده از حشره کش ایمیداکلوپرید به صورت تیمار بذر و پیش از کشت در دنیا مرسوم است. کاربرد این روش از سال ۱۹۶۵ میلادی و مطابق با ایده و تفکرکشاورزی پایدار و دانه سالم–گیاه سالم، آغاز شد (Trotus *et al*., 2011). ضد عفونی بذر پیش از کاشت با حشره‌کش های ایمیداکلوپرید، تیامتوکسام و تفلوترین به صورت جداگانه یا همراه با برخی قارچ کش ها، علیه سوسک سیاه غلات موثر واقع شده است (Popov *et al*., 2010).

مناطق کم‌بارش و دیم استان گلستان غالبا در بخش شمالی و در حوضه گرگانرود واقع هستند و به علت خشکی و شوری و نیز کمبود ماده آلی خاک، معمولابه جز گندم یا جو محصول دیگری در آنها کشت نمی شود و به همین خاطر، این اراضی تک کشتی محسوب می شوند و امکان اجرای تناوب زراعی در آنها وجود ندارد (Esmailpour *et al*., 2022). در این اراضی آلوده که معمولا از بارندگی کمی هم برخوردار هستند، متاسفانه کشاورزان به دلیل مواجهه با تنش های محیطی مانند خشکی و شوری، در مزارع تا ۲۵۰ کیلوگرم بذر در هکتار و گاهی هم بیشتر (معادل ۵۰۰ بوته گندم در متر مربع) مصرف می کنند و چون پاسخ عملکرد دانه گندم به تراکم بوته ناسازگار و یا متناقض است و مکانیسم های هدایت کننده این پاسخ نامشخص است بنابراین تراکم زیاد گیاه نمی گذارد تا پتانسیل واقعی عملکرد ارقام در عرصه به ثمر نشیند و در عمل در مزرعه عملکرد واقعی دانه گندم کاهش می یابد.(Bastos *et al*., 2020).

کنترل این آفت به روش محلول پاشی در مقایسه با ضدعفونی بذور دشوار است چون که هنوز فرهنگ استفاده از بذور آغشته شده با آفت کش ها مانند استفاده از قارچکش ها که علیه انواع سیاهک ها به کار می رود، در میان کشاورزان جا نیافتاده است (Georgescu *et al*., 2017). امروزه استفاده از حشره کش ها برای تیمار بذور پیش از کشت، یکی از موثر ترین روش های کنترل این آفت است و در صورتی که مزایای مصرف سموم مزبور و افزایش درآمد اقتصادی ناشی از آن مورد پذیرش کشاورزان قرار گیرد فرآیند ترویج و توسعه آن می تواند شتاب بیشتری به خود بگیرد. با وجود مطالعات انجام شده در خصوص کنترل سوسک سیاه غلات در ایران، آفت کشی توسط شرکت های تولید کننده یا وارد کننده سموم در سازمان حفظ نباتات کشور ثبت نشده است (khajezadeh., 2013; Esmailpour *et al*., 2022; Danaye-tous, 2023).

از طرف دیگر، نتایج پژوهش در کشور رومانی نشان داد که محلول پاشی با سموم امولسیون شونده علیه این آفت در مقایسه با ضدعفونی پیش از کشت بذور با حشره‌کشها، به مراتب هزینه‌ی بالاتری دارد همچنین مطابق با داده های فوق مزارعی که بذورشان با حشره‌کش تیمار نشده بود بین ۱۰–۲۳ درصد خسارت دیدند (Georgescu *et al*., 2017).

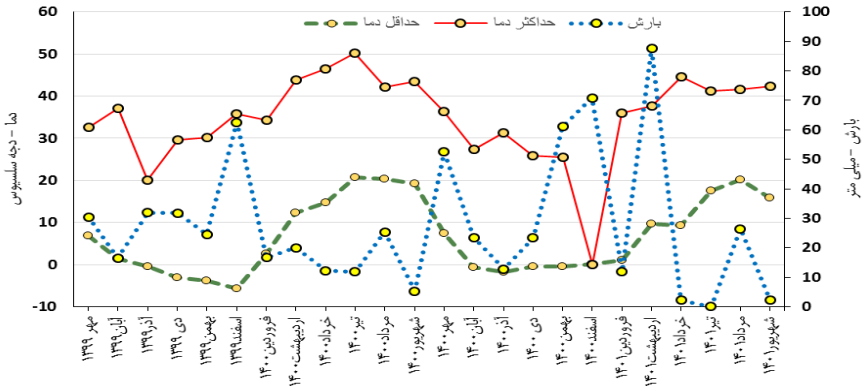
کنترل زراعی، یکی از قدیمی ترین و ارزان‌ترین روشهایی است که برای مدیریت جمعیت آفات استفاده می‌شود. این روش اغلب اوقات بدون تحمیل هزینه اضافی و فقط از طریق یک برنامه ریزی دقیق و تغییر در شیوه های تولید، قابل انجام است (Pedigo, 2002). یکی از مؤثرترین روشهای زراعی برای کنترل آفات، دستکاری محیط زندگی آنها با کشت مخلوط، ارقام مقاوم، تغییر تاریخ کشت و تراکم گیاه است (Karungi *et al*., 2000). از اثر تراکم کاشت گیاه روی حشرات گیاهخوار، شواهد بسیاری در دست است (Root and Kareiva, 1984). کنترل زراعی از طریق مدیریت کوددهی (تغذیه)، در حساسیت گیاه به

تغذیه گیاهخواران، تحمل خسارت و رشد جمعیت آفات نقش اساسی دارد. کمبود و فقر نیتروژن در خاک روی کیفیت غذایی گیاهان میزبان و به دنبال آن، روی پارامترهای زیستی و دموگرافیک آفات گیاهخوار تاثیر بسیار زیادی دارد (Mattson, 1980).

در این مطالعه اثرکوددهی، تراکم کاشت و تیمار بذر با ایمیداکلوپرید WS 70 بر تراکم جمعیت و میزان خسارت سوسک سیاه غلات، *Zabrus tenebrioides* Goeze در مزارع گندم دیم استان گلستان مورد بررسی قرار گرفت.

روش شناسی پژوهش

این مطالعه در دو سال زراعی۱۴۰۰-۱۳۹۹ و ۱۴۰۱-۱۴۰۰ در مزرعه ای از اراضی روستای قره محمد تپه از دهستان آق آباد شهرستان گنبدکاووس با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۳۴ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۵ درجه و ۱۷ دقیقه شرقی با ارتفاع ۵۲ متر از سطح دریا و با متوسط دمای ۱۹/۲ درجه سلسیوس، انجام شد. بر اساس خروجی دیتالاگر هواشناسی مستقر در دهستان آق آباد، متوسط بیشینه، کمینه دما و اندازه بارش محل انجام آزمایش در شکل ۱ نشان داده شده است. با توجه به سابقه آلودگی وسیع دیم زارهای شهرستان گنبد کاووس به سوسک سیاه غلات و دارا بودن عملکرد متوسط گندم دیم به میزان دو تا سه تن در هکتار، مزارع دیم این منطقه برای انجام این پژوهش انتخاب گردیدند.



شکل ۱. بیشینه و کمینه دما و مقدار بارش از سال ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۱ در محل انجام آزمایش

این مطالعه، به صورت آزمایش کرت‌های دو بار خرد شده (طرح اسپلیت اسپلیت پلات) در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد.

کرت ها یا واحدهای آزمایشی در نظر گرفته شده، دو ویژگی یکنواخت بودن آلودگی و برابر بودن با میانگین عملکرد استانی را دارا بودند. اندازه واحد های آزمایشی یا کرت ها ۱۰× ۲/۲۱ متر و فاصله بین کرت ها به اندازه ۲ برابر فاصله بین ردیف های کاشت از هم بوده است که توسط مارکر ردیف کار انجام گرفت. با توجه به تاریخ مناسب کاشت در اواسط آذرماه بذور در ۱۳ ردیف با فاصله ۱۷ سانتیمتر کشت شد.

عامل اصلی مورد بررسی در طرح آزمایشی فوق شامل تغذیه یا کوددهی در دو سطح مطلوب و مرسوم یا عرف در منطقه در نظر گرفته شد. سطح مطلوب کود دهی پس از انجام آزمون خاک و مشاوره متخصصان علوم خاک شامل کود پایه فسفاته و پتاسه هرکدام به مقدار ۷۵ و ۲۵ کیلوگرم در هکتار که در زمان کاشت (اواسط آذرماه) به اضافه ی دو مرحله کود سرک ازته به بصورت کود سولفات آمونیوم و اوره هر کدام به مقدار ۲۵ کیلوگرم در هکتار در طول دوره پنجه زنی (اول دی ماه و اول

بهمن) تعیین و مصرف گردید. در سطح مرسوم، مطابق عرف منطقه فقط دو مرحله کود سرک ازته سولفات آمونیوم و اوره هر کدام به مقدار ۲۵ کیلوگرم در هکتار استفاده شد.

عامل فرعی مورد بررسی در این پژوهش شامل تراکم کشت بذر با سه مقادیر متفاوت ۱۶۰، ۱۸۰ و ۲۱۰ کیلوگرم در هکتار تعیین شد. بذر مورد استفاده برای کشت رقم دیم کوهدشت و با قوه نامیه ۹۸ درصد و خلوص ۹۹ درصد و کلیه عملیات و مراقبت های زراعی درتمام تیمارها به شکل یکنواخت اجرا گردید.

عامل فرعی فرعی، ضدعفونی پیش‌کشت بذر با پودر قابل تعلیق آفت کش ایمیداکلوپرید (WS 70) (شرکت گل سم گرگان، ایران) با پنج غلظت ۰، ۱، ۱/۵، ۲ و ۲/۵ گرم در کیلوگرم بذر ،که برای ضدعفونی بذر مطابق توصیه‌های انجام شده در ایران (Khajezadeh, 2013)، روسیه (Chenikalova *et al*., 2009) ، استفاده شد.

مقادیر مورد نیاز کود های پایه، سرک و بذر گندم از مرکز مجاز تهیه و توزیع نهاده های کشاورزی استان گلستان تامین شدند.

به منظور تخمین تراکم لاروهای آفت در کرت‌های آزمایشی، مطابق روش Georgescu *et al*., 2017 و 2013 ,Khajezadeh در دو زمان یکی پس از سبز شدن کامل (با کد زادوکس۱۱) مزرعه گندم مصادف با آواخر آذر ماه و دیگری اواخر بهمن ماه همزمان با انتهای مرحله پنجه زنی گندم (با کد زادوکس۱۹)، که در هر نوبت نمونه‌گیری، دو کادر چوبی نیم متر مربعی به صورت تصادفی وسط هر کرت آزمایشی (به جز حاشیه کرت) انداخته شد.

درون هر کادر، سه مورد زیر اندازه‌گیری شد :

۱) تعداد لاروهای سوسک سیاه گندم (۲) تعداد و درصد بوته های آلوده و سالم (۳) عملکرد دانه در زمان برداشت برای هر کرت

در بوته های آلوده علایم خسارت لارو سنین دو و سه به شکل دالان های حفر شده در کنار بوته ها که از طریق یک سوراخ کوچک با سطح خاک ارتباط داشتند و نیز قرار گرفتن انتهای برگ های تغذیه شده در داخل این دالان ها قابل مشاهده بود (شکل های ۲ و۳). همچنین، در بوته های مورد حمله قرار گرفته، انتهای برگ ها زرد رنگ و رشته ای شده و مانند کلاف به هم پیچیده بودند. (Khajezadeh, 2013).

شکل۲. لارو سن سه به رنگ تیره تر (راست) و لارو سن دو سوسک سیاه غلات به رنگ روشن تر (چپ).

شکل۳. علایم خسارت لاروهای سن دو (راست) و سن سه (چپ) سوسک سیاه غلات.

تجزیه و تحلیل آماری داده ها

تمامی آزمایش‌ها در شرایط مزرعه و به صورت طرح کرت های دو بار خرد شده در قالب بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار برای هر تیمار انجام شد. صفات مورد آزمایش که به صورت درصد یا تعداد بودند با استفاده از مجذور x+0.5 تبدیل داده شدند. پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها، با استفاده از نرم افزار SAS ver 9.4 TS 1M6 تجزیه و تحلیل آنها انجام و همچنین برای مقایسه میانگین ها در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد از آزمون PLSD و جهت رسم جدول و نمودار از نرم افزار Microsoft excel 2013 استفاده گردید.

یافته های پژوهش

میزان آلودگی یا تعداد بوته های خسارت دیده گندم در هر متر مربع تحت تاثیر اثر متقابل دو گانه سطوح مختلف غلظت آفت کش ایمیداکلوپرید و تراکم کشت قرار داشتند در حالیکه تعداد لاروها در متر مربع و مقدار عملکرد، تحت تاثیر اثر متقابل سه گانه سطوح مختلف تغذیه × تراکم های کشت × غلظت های گوناگون آفت کش قرار گرفته بودند و نتایج تجزیه واریانس در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول ۱. خلاصه تجزیه مرکب اثر نوع تغذیه، تراکم کشت و غلظت حشره‌کش ایمیداکلوپرید

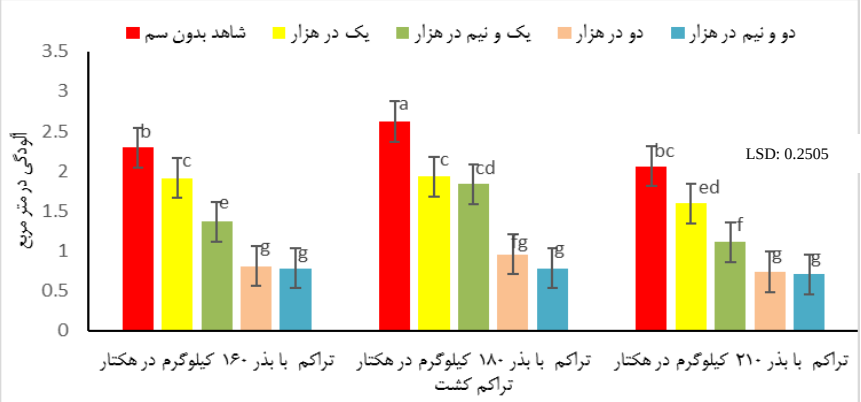
منبع تغییر	درجه آزادی	درصد آلودگی بوته‌ها در متر مربع	تراکم لارو در متر مربع	عملکرد
بلوک	۴	۰/۲۹۰۶**	۰/۰۹۹۷ ns	۴/۴۳۲۲ ns
نوع تغذیه	۱	۰/۰۷۶۵ns	۰/۶۲۲۲**	۱۳۸/۶۴۹۶**
خطای عامل اصلی	۴	۰/۰۶۳۱	۰/۰۶۶۲	۴/۴۳۲۲
تراکم کشت	۲	۲/۲۰۸۱**	۰/۰۹۷۱ns	۱۶/۷۷۹۶**
نوع تغذیه × تراکم کشت	۲	۰/۳۰۷۳ns	۰/۰۶۹۶ns	۳/۷۹۳۸ns
خطای عامل فرعی	۱۶	۰/۰۶۸۴	۰/۰۷۳۲	۱/۴۵۷۶
غلظت ایمیداکلوپرید	۴	۱۵/۷۹۱۳**	۶/۳۵۴۴**	۷۲/۴۳۶۷**
نوع تغذیه × غلظت ایمیداکلوپرید	۴	۰/۱۴۹۹ns	۰/۲۳۲۱**	۱/۴۶۶۸ns
تراکم کشت × غلظت ایمیداکلوپرید	۸	۰/۲۴۶۷**	۰/۲۹۵۹**	۳/۴۰۶۵ns
نوع تغذیه × تراکم کشت × غلظت ایمیداکلوپرید	۸	۰/۱۱۹۳ ns	۰/۱۳۳۸*	۵/۳۰۹۲**
خطای عامل فرعی فرعی	۹۶	۰/۰۷۹۰	۰/۰۵۳۶۷	۱/۷۶۴۷
ضریب تغییرات (٪)		۱۹/۶۱۵۷	۱۹/۱۲۵۲	۳/۴۰۸۱

**، * و ns به ترتیب نشانگر اختلاف آماری معنی دار در سطوح احتمال پنج، و یک درصد و عدم اختلاف آماری معنی دار می باشد.

نتایج این بررسی نشان داد که بین بلوک های مورد آزمایش، تفاوت معنی دار وجود داشته و اثر متقابل نوع کوددهی در غلظتهای مختلف ایمیداکلوپرید با وجود اثر معنی دار بودن تعداد لاروها، میزان آلودگی و عملکرد را تحت تاثیر قرار نداده است.

میزان آلودگی (تعداد بوته های خسارت دیده در متر مربع)

نتایج مقایسه میانگین در این خصوص نشان داد که میزان آلودگی به سطوح مختلف تراکم وابسته بوده و کمترین آلودگی به میزان ۱/۲۴۱۹ بوته در بالاترین تراکم کشت بذر به مقدار ۲۱۰ کیلوگرم در هکتار و بیشترین آلودگی به میزان ۱/۶۲۵۶ بوته در تراکم کشت بذر ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد. همچنین با افزایش غلظت ایمیداکلوپرید کاهش آلودگی به طور معنی داری محاسبه گردید. در تیمار شاهد (بدون ایمیداکلوپرید)، بیشترین آلودگی به میزان ۲/۳۲۵۱ بوته و در تیمارهایی که از غلظتهای ۲ و ۲/۵ در هزار کیلوگرم بذر استفاده شده بود، کمترین آلودگی به ترتیب ۰/۸۳۴ و ۰/۷۵۷۵ بوته بدست آمد (شکل ۴).



شکل ۴. مقایسه میانگین آلودگی بوته‌های گندم به سوسک سیاه علات در ترکیب‌های تیماری تراکم کشت در غلظتهای ایمیداکلوپرید WS 70. میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون براساس آزمون PLSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند. خطوط روی ستون‌ها حداقل تفاوت معنی دار (LSD) می‌باشد.

بررسی اثر متقابل تیمار بذرها با ایمیداکلوپرید نشان داد که در تمام سطوح تراکم کشت، سبب کاهش میزان آلودگی نسبت به تیمار شاهد (بدون ضدعفونی) شد. در تیمار های مربوط به تراکم های ۱۶۰، ۱۸۰ و ۲۱۰ کیلوگرم بذر در هکتار که از ایمیداکلوپرید با غلظت های ۲ و ۲/۵ در هزار استفاده شده بود، کمترین میزان آلودگی مشاهده شد. بین تیمارهای ذکر شده از نظر میزان آلودگی در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی داری مشاهده نشد. در آزمایش اثر متقابل تیمار مطلوب، تراکم کشت ۲۱۰ کیلوگرم بذر در هکتار با غلظت ۱/۵ در هزار آفت کش کمترین میزان آلودگی بدست آمد. همچنین تراکم کشت ۲۱۰ کیلوگرم بذر در هکتار بدون ضدعفونی با آفت کش تنها تیمار شاهدی بود که با تراکم ۱۸۰ کیلوگرم بذر در هکتار و غلظت‌های ۱ و ۱/۵ در هزار و تراکم ۱۶۰ کیلوگرم بذر در هکتار با غلظت ۱ در هزار از نظر میزان آلودگی در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی داری نداشت که در مقایسه با ترکیب های تیماری که پیش تر اشاره شد، در جایگاه پایین تری از نظر میزان آلودگی قرار گرفت. (شکل۴).

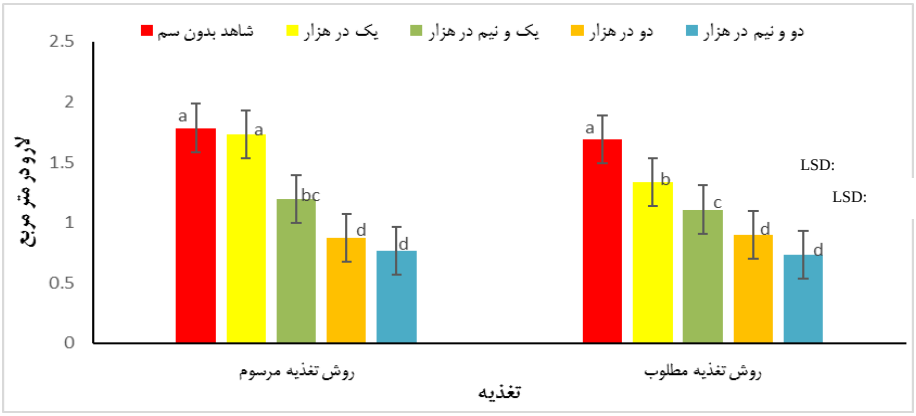
تعداد لارو در متر مربع

در نتایج بدست آمده وابستگی بین تراکم لارو در متر مربع به غلظت ایمیداکلوپرید مشاهده گردید به طوری که بیشترین تعداد لارو در تیمار بدون ضدعفونی بذر به میزان ۱/۷۴ لارو در متر مربع و کمترین تعداد لارو در تیمارهای آفت کش با غلظت

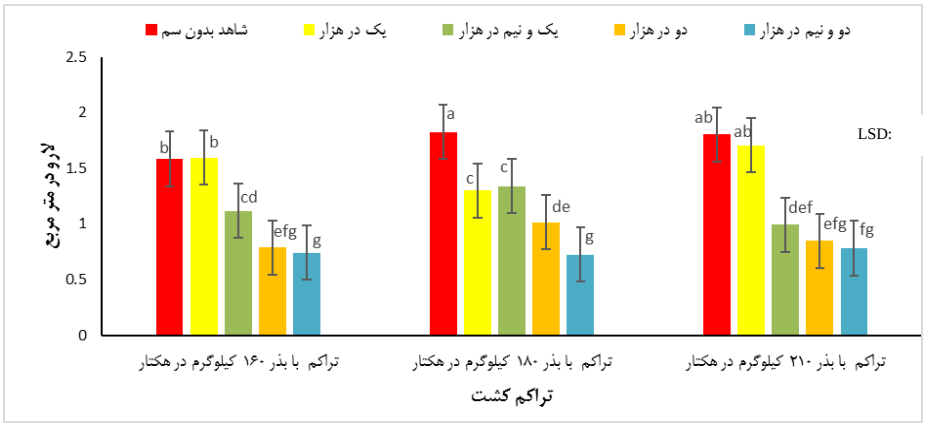
۲ و ۲/۵ در هزار برای ضدعفونی، مشاهده شد که به ترتیب، ۰/۸۸۵ و ۰/۷۴۹ لارو در متر مربع بدست آمد. همچنین با تغذیه مطلوب گیاهان، از تراکم لاروهای آفت به طور معنی دار کاسته شد.

بر اساس نتایج (جدول ۱)، با ضدعفونی بذر به وسیله آفت کش، تیمارها در هر یک از سطوح نوع تغذیه با کوددهی و تراکم کشت، به طور معنی‌داری کاهش تعداد لارو ها را در متر مربع نشان می دهند. ترکیب های تیماری با غلظت های ۲ و ۲/۵ در هزار با تغذیه های مطلوب و مرسوم و پس از آن ترکیب های تیماری با غلظت‌های ۱/۵ و ۱ در هزار با تغذیه مطلوب و غلظت ۱/۵ درهزار با تغذیه مرسوم به ترتیب، کمترین تعداد لارو در متر مربع را نشان می دهند (شکل ۵).

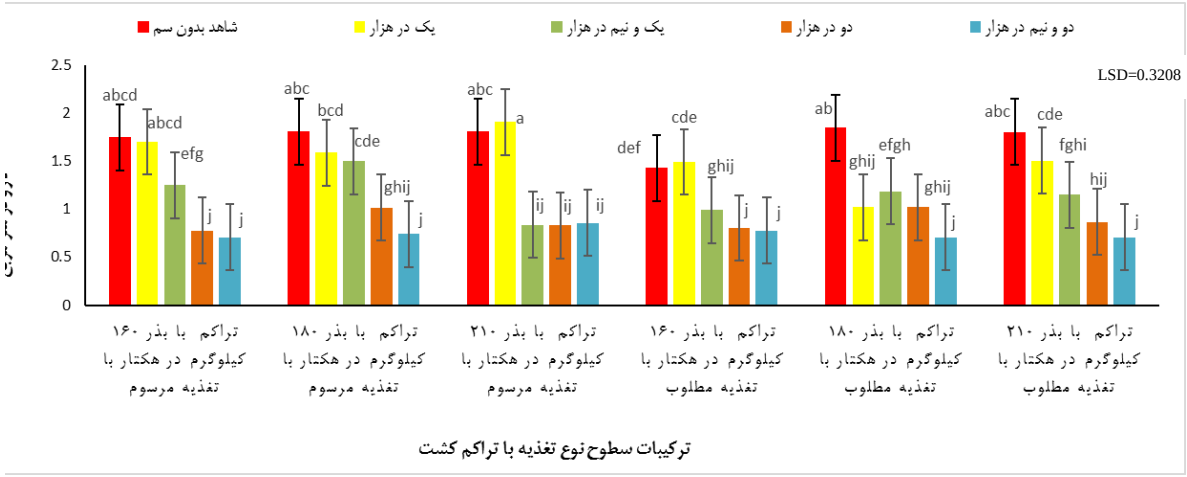
همچنین، ترکیب های تیماری با تراکم های کشت ۲۱۰ و ۱۶۰ کیلوگرم بذر در هکتار با غلظتهای ۲/۵ و ۲ در هزار آفت کش و تراکم کشت ۱۸۰ کیلوگرم بذر در هکتار با غلظت ۲/۵ در هزار آفت کش و پس از آن ترکیب‌های تیماری تراکم کشت ۲۱۰ کیلوگرم بذر در هکتار با غلظت ۱/۵ در هزار، تراکم کشت ۱۸۰ کیلوگرم بذر در هکتار با غلظت ۲ در هزار و تراکم کشت ۱۶۰ کیلوگرم بذر در هکتار با غلظت ۱/۵ در هزار، کمترین تعداد لارو در متر مربع را نشان می دهند (شکل ۶).



شکل ۵. مقایسه میانگین تعداد لارو سوسک سیاه غلات در ترکیب های تیماری نوع تغذیه در غلظتهای ایمیداکلوپرید WS 70. میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون براساس آزمون PLSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند. خطوط روی ستون‌ها حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) می‌باشد.



شکل ۶. مقایسه میانگین تعداد لارو سوسک سیاه غلات در ترکیب های تیماری نوع تراکم کشت در غلظتهای ایمیداکلوپرید WS 70. میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون براساس آزمون PLSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند. خطوط روی ستون‌ها حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) می‌باشد.

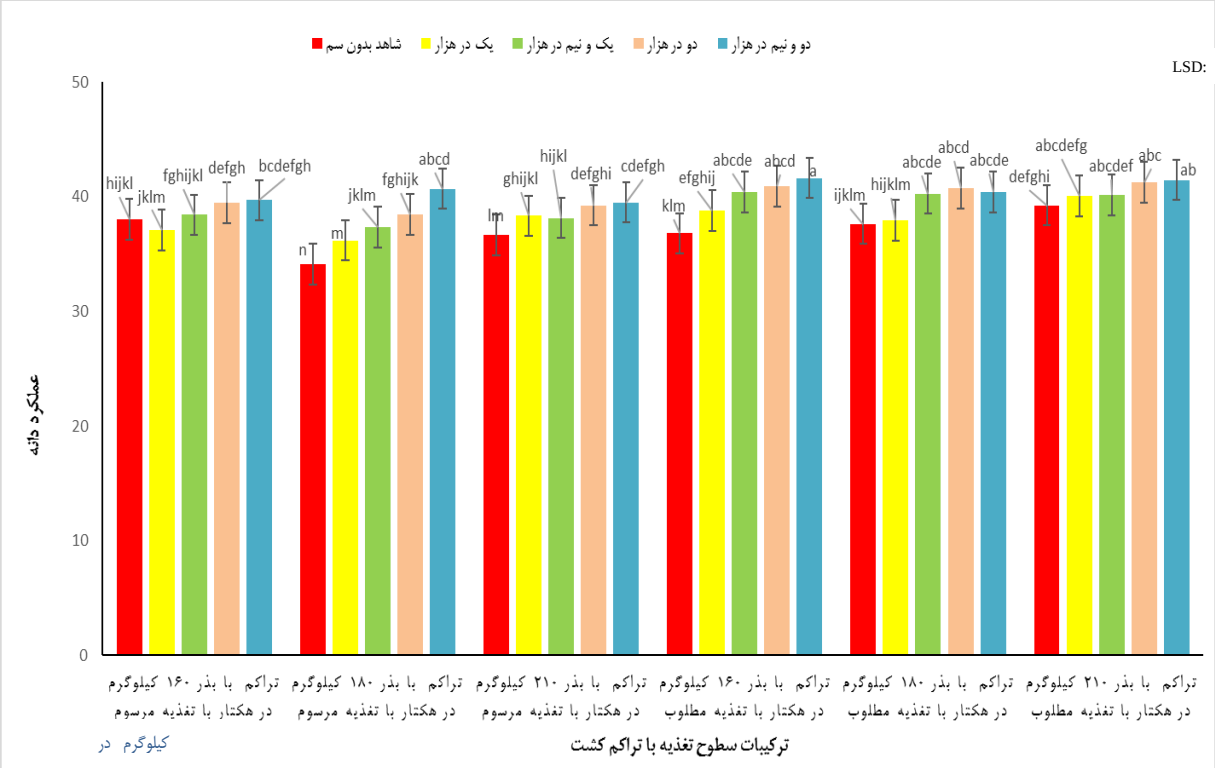


شکل ۷. مقایسه میانگین تعداد لارو سوسک سیاه غلات در ترکیب های تیماری نوع تغذیه در تراکم کشت در غلظتهای ایمیداکلوپرید WS 70. میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون براساس آزمون PLSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند. خطوط روی ستون‌ها حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) می‌باشد.

مطابق با نتایج به دست آمده در خصوص مقایسه میانگین تعداد لاروها در متر مربع، ترکیب های تیماری با تراکم کشت ۲۱۰ کیلوگرم بذر در هکتار با غلظت‌های ۱/۵ تا ۲/۵ در هزار آفت کش با تغذیه مطلوب یا مرسوم؛ تراکم کشت ۱۸۰ کیلوگرم بذر در هکتار با غلظت‌های ۲ تا ۲/۵ در هزار آفت کش با تغذیه مطلوب یا مرسوم؛ تراکم کشت ۱۶۰ کیلوگرم بذر در هکتار با غلظت‌های ۲ تا ۲/۵ در هزار آفت کش با تغذیه مطلوب یا مرسوم و تراکم کشت ۱۶۰ کیلوگرم بذر در هکتار با غلظت ۱/۵ در هزار آفت کش با تغذیه مطلوب، کمترین تعداد لارو در متر مربع را نشان می دهند. همچنین، تراکم کشت ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار بدون مصرف آفت کش با تغذیه مطلوب یا مرسوم تیمار های شاهدی بودند که با تراکم ۱۸۰ کیلوگرم بذر در هکتار با غلظت ۱/۵ در هزار آفت کش با تغذیه مطلوب یا مرسوم و تراکم کشت ۲۱۰ کیلوگرم بذر در هکتار با غلظت ۱/۵ در هزار آفت کش با تغذیه مطلوب از نظر تعداد لارو در متر مربع در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی دار نداشتند (شکل۷).

عملکرد دانه

مطابق با نتایج مقایسه میانگین تیمارهای عامل اصلی، عامل فرعی و عامل فرعی فرعی، به طور جداگانه بیشترین مقدار عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) در تیمار های مربوط به تراکم های ۲۱۰ و ۱۶۰ کیلوگرم بذر در هکتار یا روش تغذیه مطلوب یا غلظت ۲ و ۲/۵ در هزار ایمیداکلوپرید مشاهده شد. همچنین مقایسه میانگین ترکیب های تیماری مربوط به عملکرد دانه گندم (کیلوگرم در هکتار) نشان داد، مقدار عملکرد دانه به سطوح مختلف کوددهی، تراکم کشت و غلظت آفت کش ایمیداکلوپرید وابسته است (شکل۸).



شکل ۸. مقایسه میانگین عملکرد گندم (کیلوگرم در هکتار) در ترکیب تیماری نوع تغذیه در تراکم کشت در غلظت های ایمیداکلوپرید. میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون براساس آزمون PLSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند. خطوط روی ستون ها حداقل تفاوت معنی دار (LSD) می باشد.

همچنین، بر اساس مقایسه میانگین مربوط به عملکرد دانه گندم، ترکیب های تیماری که علی رغم افزایش عملکرد دانه، با هم در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند به شرح زیر است:

- تیمار مربوط به تراکم ۱۸۰ کیلوگرم بذر در هکتار در غلظت دو و نیم در هزار در تغذیه مرسوم
- تیمارهای مربوط به تراکم ۱۶۰ کیلوگرم بذر در هکتار در غلظت های ۱/۵ تا ۲/۵ در هزار در تغذیه مطلوب
- تیمارهای مربوط به تراکم ۱۸۰ کیلوگرم بذر در هکتار در غلظت های ۱/۵ تا ۲/۵ در هزار در تغذیه مطلوب
- تیمارهای مربوط به تراکم ۲۱۰ کیلوگرم بذر در هکتار در غلظت های ۱ تا ۲/۵ در هزار در تغذیه مطلوب

بحث

استفاده از آفت کش ها در ایران برای تیمار بذور پیش از کاشت به منظور کنترل سوسک سیاه غلات ثبت نشده است. مطالعه حاضر نشان داد می توان از حشره کش ایمیداکلوپرید برای تیمار بذور، پیش از کشت گندم استفاده کرد (Esmailpour *et al.*, 2022). همچنین کارایی آفت کش ایمیداکلوپرید با نتایج منتشر شده، در کشورهای رومانی (Georgescu *et al.*, 2017) و روسیه (Chenikalova *et al.*, 2009) مطابقت دارد. در گذشته، برای کنترل شیمیایی این آفت، از سموم گرانوله و محلول های امولسیون شونده در مرحله گیاهچه ای گندم استفاده می شد (Cate, 1980). با این حال، در مزارع آلوده گندم با سیستم تک کشتی با وجود محلول پاشی مزرعه پس از کاشت و رویش بوته‌ها، بازهم درصدی از خسارت آفت گزارش شده است. بنابراین، استفاده از حشره کش های نئونیکوتینوییدی به صورت تیمار بذر پیش از کشت با کارایی نزدیک به ۹۰ درصد به عنوان یک روش کارآمد و مقرون به صرفه در کنترل این آفت توصیه شده است (Popov *et al.*, 2010).

در پژوهش اخیر، به جای محلول پاشی با آفت کش های ارگانو فسفره در مرحله گیاهچه ای گندم به عنوان موثرترین روش کنترل آفت (Duran *et al*., 1975) از تیمار بذر به صورت پیش از کاشت با حشره کش ایمیداکلوپرید استفاده شده است کاربرد آفت کش ها برای تیمار بذر پیش ازکشت گندم در خصوص کنترل عوامل خسارت زای گیاهی به ویژه آفات و بیماری ها راهکار مناسبی است که منجر به حفظ گیاهچه های گندم می شود، که البته بسته به نوع آفت کش، غلظت مصرفی متفاوت است (Khajezadeh., 2013; Esmailpour *et al*., 2022; Danaye-tous, 2023).

مقایسه میانگین ترکیب های تیماری مربوط به عملکرد دانه گندم (کیلوگرم در هکتار) نشان داد (شکل ۶) بذور تیمار شده نسبت به شاهد (بدون تیمار بذر)، تا ۱۸ درصد باعث افزایش عملکرد گندم شده است. همسو با نتایج فوق، کاربرد ۲ گرم حشره کش ایمیداکلوپرید (با نام تجاری گائوچو) ،۱/۵ میلی لیتر حشره کش تیامتوکسام FS 35% 350FS (با نام تجاری کروزر) و ۲/۵ گرم ایمیداکلوپرید (با نام تجاری ایمیداکلوپرید گل سم گرگان) به ازای هر کیلوگرم بذر در استان گلستان منجر به کاهش تراکم لارو سوسک سیاه غلات و میزان آلودگی گندم شد و در بذور تیمار شده نسبت به شاهد (بدون تیمار بذر) ۱۲٪ افزایش عملکرد گندم گزارش شده است (Esmailpour *et al*., 2022). همچنین، بر اساس مطالعه ای در استان خوزستان، کاربرد ۰/۵ گرم ایمیداکلوپرید به ازای هر کیلوگرم بذر مصرفی منجر به کاهش تراکم لارو سوسک سیاه غلات و بالتبع کاهش میزان آلودگی گندم شده است و در بذور تیمار شده در مقایسه با شاهد (بدون تیمار بذر) ۳۷ درصد افزایش عملکرد گندم مشاهده شد (Khajezadeh, 2013).

بر اساس یافته های به دست آمده، افزایش غلظت حشره کش ایمیداکلوپرید از ۱ به ۲/۵ در هزار، به طور معنی داری منجر به کاهش میزان آلودگی بوته‌ها و تعداد لارو در متر مربع شده است. در این میان، استفاده از غلظتهای بالاتر شامل۲ و ۲/۵ در هزار حشره کش تفاوت معنی داری در کاهش میزان آلودگی بوته های گندم در مزرعه ایجاد نکردند. بیشترین میزان آلودگی و خسارت در بوته ها در تیمار شاهد (بدون تیمار بذر) و تیمار مربوط به غلظت یک در هزار ایمیداکلوپرید مشاهده شد. این موضوع با پژوهش انجام شده در کشور رومانی مطابقت داشت و بیشترین میزان آلودگی و بوته های خسارت دیده در تیمار شاهد (بدون تیمار بذر) و تیمار مربوط به غلظت ۰/۵۸ در هزار ایمیداکلوپرید و کمترین میزان آلودگی با غلظت ۱/۶۶ در هزار ایمیداکلوپرید گزارش شده است (Georgescu *et al*., 2017).

تیمار بذور گندم با غلظتهای ۵۰ و ۷۰ گرم حشره کش ایمیداکلوپراید به ازای یک صد کیلوگرم بذر در استان خوزستان نشان می دهد، کمترین میزان آلودگی، تراکم لارو و بیشترین عملکرد به ترتیب در سال های اول و دوم آزمایش مربوط به غلظت ۵۰ و ۷۰ گرم ایمیداکلوپراید به ازای یک صد کیلوگرم بذر در مزرعه بود، با این حال تفاوت معنی داری بین غلظت‌های به کار رفته مشاهده نشد (Khajezadeh, 2013). در صورتی که طبق نتایج حاصل، بیشترین آلودگی یا تعداد بوته های خسارت دیده و تعداد لارو به جز تیمار شاهد مربوط به غلظت یک در هزار ایمیداکلوپرید بوده است.

همچنین، نوع تغذیه چه در سطح مطلوب با مصرف کود فسفات، پتاسه و اوره به ترتیب با مقادیر ۷۵، ۲۵ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و چه در سطح مرسوم با مصرف کود اوره به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، تفاوت معنی داری در میزان آلودگی بوته‌ها، ایجاد نمی کند ولی تعداد لاروها را کاهش داد (جدول ۱). این موضوع به نقش موثر تغذیه با کوددهی بر ویژگی های خاک و بالطبع کاهش جمعیت لارو سوسک های زمینی (Col., Carabidae) در خاک های قلیایی دلالت دارد (Sadej *et al*., 2012). از طرف دیگر با مقایسه میانگین تیمارها می توان استباط کرد (شکل۵) تاثیر تغذیه در ترکیب با عامل های تراکم کشت و غلظتهای ایمیداکلوپرید با تفاوتی معنی دار بر کاهش تراکم لارو سوسک سیاه غلات موثر است. بنابراین با نقش تغذیه (کوددهی) به عنوان عامل اصلی تغییر کیفی میزبان، در تغییر جمعیت آفت، در تضاد است (Mattson, 1980).

بر اساس نتایج تحقیق، تراکم کاشت بذر در میزان آلودگی بوته‌ها به سوسک سیاه غلات تاثیر معنی‌داری داشت. بیشترین و کمترین میزان آلودگی بوته به ترتیب در تراکم ۱۸۰ و ۲۱۰ کیلوگرم بذر در هکتار مشاهده شد، که نشان دهنده اثر تراکم بذر مصرفی در هکتار بر جمعیت آفت در رابطه با میزان آلودگی بوته ها است (Root and Kareiva, 1984). از آنجا که میزان تغذیه

و خسارت هر لارو به گیاهچه گندم مشخص است، با افزایش جمعیت لاروها، میزان آلودگی بوته ها نیز افزایش می یابد، بنابراین با افزایش تراکم بذر مصرفی به ۲۱۰ کیلوگرم در هکتار، از میزان آلودگی یا تعداد بوته های خسارت دیده در واحد سطح (متر مربع) کاسته می شود با این وجود با کاهش تراکم بذر مصرفی به ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار به میزان آلودگی افزوده شده است (Asiwe *et al*., 2005). بنابراین، با اتخاذ روش های کنترل زراعی مانند استفاده از تراکم مناسب بذر و مدیریت تغذیه یا کوددهی (Pedigo, 2002) توام با کنترل شیمیایی به صورت تیمار بذر با حشره کش های مناسب (Chenikalova *et al*., 2009; Popov *et al*., 2010; Khajezadeh, 2013; Georgescu *et al*., 2017; Esmailpour *et al*., 2022; Danaye-tous, 2023) می توان میزان آلودگی به سوسک سیاه غلات در مزارع دیم را کاهش داد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

با توجه به نتایج تحقیق و با در نظر گرفتن مقرون به صرفه بودن مصرف توام نهاده های کشاورزی (بذر–سم–کود)، ترکیب های تیماری با تراکم کشت ۲۱۰ کیلوگرم بذر در هکتار با غلظت ۱/۵ در هزار ایمیداکلوپرید با تغذیه مرسوم، تراکم کشت ۱۶۰ کیلوگرم بذر در هکتار با غلظت ۲ در هزار ایمیداکلوپرید با تغذیه مرسوم و تراکم کشت ۱۶۰ کیلوگرم بذر در هکتار با غلظت ۱/۵ در هزار ایمیداکلوپرید با تغذیه مطلوب، کمترین تعداد لارو در متر مربع و تراکم کشت ۱۶۰ کیلوگرم بذر در هکتار با غلظت ۲ در هزار ایمیداکلوپرید کمترین میزان آلودگی را نشان می دهند. همچنین، ترکیب های تیماری با تراکم کشت ۲۱۰ کیلوگرم بذر در هکتار با غلظت ۱ در هزار ایمیداکلوپرید با تغذیه مطلوب، تراکم کشت ۱۶۰ کیلوگرم بذر در هکتار با غلظت ۱/۵ در هزار ایمیداکلوپرید با تغذیه مطلوب، تراکم کشت ۱۸۰ کیلوگرم بذر در هکتار با غلظت ۱/۵ در هزار ایمیداکلوپرید با تغذیه مطلوب و تراکم کشت ۱۸۰ کیلوگرم بذر در هکتار با غلظت ۲/۵ در هزار ایمیداکلوپرید با تغذیه مرسوم، بیشترین عملکرد دانه گندم را نشان می دهند. با توجه به اهمیت اندازه گیری عملکرد دانه از نظر ارتباط مستقیم با درآمد اقتصادی کشاورز – در مقایسه با میزان آلودگی و تعداد لارو – چهار تیمار افزایش دهنده‌ی عملکرد را می‌توان جهت کنترل تلفیقی این آفت در نظر گرفت (شکل۸). همچنین در صورت ضرورت و تصمیم بر عدم مصرف حشره کش ایمیداکلوپرید برای تیمار بذور قبل از کاشت، می توان از تیمار ۱۶۰ کیلوگرم بذر در هکتار با تغذیه مرسوم شامل مصرف کود اوره به میزان ۱۰۰ کیلوگرم درهکتار به صورت سرک استفاده کرد. در نهایت علاوه بر مقرون به صرفه بودن و مصرف بهینه نهاده ها با لحاظ مخاطرات زیست محیطی، می توان دو تیمار از ۴ تیمار اخیر که شامل تیمار های تراکم کشت ۱۶۰ کیلوگرم بذر در هکتار با غلظت ۱/۵ در هزار ایمیداکلوپرید WS 70 یا تراکم کشت ۲۱۰ کیلوگرم بذر در هکتار با غلظت ۱ در هزار با تغذیه مطلوب شامل مصرف کود های پایه فسفات و پتاسه و کود سرک اوره به ترتیب با مقادیر ۷۵، ۲۵ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار را پیشنهاد کرد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از خانم دکتر سبزه علی، آقایان دکتر آبروان، دکتر افشاری، دکتر نوذری، دکتر الهیاری بابت رهنمودها و راهنمایی های شایان توجه ایشان و مدیریت محترم حفظ نباتات استان گلستان آقای دکتر حق نما به خاطر تامین هزینه پژوهش و سایر مساعدت ها و حمایت های بی دریغ شان و همچنین از خانم مهندس زواری و آقای مهندس قاسمی بابت همکاری ایشان تشکر و قدردانی می شود.

منابع

اسماعیل پور، ن. زواری، ع. سوداگرهاشمی، ت. نمازی، س. آبروان، پ. حق نما، ک. عبادتی، ع. رحیمی، ح. میرزایی، م. (۱۴۰۱). اثر چند بذرمال بر میانگین عملکرد گندم دیم با کنترل سوسک سیاه غلات در استان گلستان. چکیده مقالات بیست و چهارمین کنگره گیاهپزشکی ایران، تهران. ۲۴، ۲۹۵–۲۹۶.

بی نام. (۱۴۰۲). آمار نامه کشاورزی سال ۱۴۰۱ مرکز آمار، فناوری اطلاعات و ارتباطات وزارت جهاد کشاورزی. ۹۵ صفحه.

خواجه زاده، ی. (۱۳۹۲). تعیین زمان مناسب کنترل سوسک سیاه گندم با استفاده از حشره کش های کم خطر در خوزستان. نشریه مرکز تحقیقات کشلورزی و منابع طبیعی خوزستان. ۳۲ صفحه.

REFERENCES

Ali, M. A., Abdellah, I. M., Eletmany, M. R., (2023). Towards sustainable management of insect pests: Protecting food security through Ecological Intensification. *International Journal of Chemical and Biochemical Sciences*, 24(4): 386-394.

Anonymous. (2022). Agricultural statistic of crops. ICT center of the Ministry of Agricultural. Tehran: Ministry of Agricultural. (*In Persian*).

Asiwe, J. A. N., Nokoe, S., Jackai, L. E. N. and Ewete F. K. (2005). Does varying cowpea spacing provide better protection against cowpea pests? *Crop Protection* 24(5): 465-471.

Avtaeva, T., Petrovicova K., Laangraf V., Brygadyrenko V., (2021). B Potential Bioclimatic Ranges of Crop Pests Zabrus tenebrioides and Harpalus rufipes during Climate Change Conditions. *Diversity*, 13911)559:1-15.

Avtaeva, T.A., Kushalieva Sh. A., Skripshincky A.V., (2018). The Ecological and geographical analysis and modeling of spatial distribution of *Zabrus tenebrioides* Goeze with the help of geoinformational systems. *Advances in Engineering Research*, 151:885-889.

Basset, P., (1978). Damage to winter cereals by *Zabrus tenebrioides* (Goeze) (coleptera: carabidae). *Plant Pathology*, 27(1):48.

Bastos, L. M., Carciochi, W., Lollato R. P., Jaenisch B. R., Rezende C. R., Schwalbert R., Vara Prasad, P.V., Zhang, G., Fritz, A. K., Foster, C., Wright, Y., Young, S., Bradley, P., Ciampitti, I. A., (2020) Winter wheat yield response to plant density as a function of yield environment and tillering potential: A Review and Field Studies. *Frontiers in Plant Science*, 11:54.

Cate, P., (1980). The cereal ground-beetle (*Zabrus tenebrioides* Goeze), an important cereal pest in Austria. *Pflanzenarzt*, 33(12):115-117.

Cate, P. (1983). The corn ground beetle (*Zabrus tenebrioides* Goeze) a dangerous pest in cereal cultivation. *Pflanzenarzt*, 89: 135-137.

Chenikalova, E., V., Pentyk I., D., Alekseev A., V., (2009). Effectiveness of control of the ground beetle oncereals. *Zashchita i Karantin Rasteni*., (4):42-43.

Danaye-Tous, A. H., (2023). Evaluation of thiamethoxam insecticide (Cruiser®) efficiency using seed treatment to control wheat ground beetle *Zabrus tenebrioides* (Coleoptera: Carabidae). *Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture)*, *46*(1), 1-8.

Duman, M., (1995). Biology of the cereal ground beetle *Zabrus tenebrioides* Goeze (Coleoptera: Carabidae) in cereal fields of southeastern anatolia region, Turkey. *Journal of the Kansas Entomological Society* Vol. 93 (4): 282-297.

Duran, M., Altinaryar, G. and N. Koyuncu, (1975). Investigation on seed and soil treatments against the larvae of *Zabrus* spp. and *Anisoplia* spp. on cereals in central Anatolia and phytotoxicity of lindane in field conditions *Bitkia Koruma Bulteni*, 15: 202-224. (*In Turkish*).

Esmailpour, N., Zavari, E., Sodagarhashemi, T., Namazi, S., Abaravan, P., Haghnama, K., Ebadati, A., Rahimi, H., Mirzayee, M., (2022). *Abstruct book IPPC 24*. The effect of several insecticides on the average yield of wheat with cereal ground beetle control in Golestan province. 24th Iranian Plant Protection Congress, September 3-6, 962 (pp. 295-296). Tehran: IRIPP. (*In Persian*).

FAOSTAT. (2023). World food and agriculture – statistical yearbook 2023. Rome. https://doi.org/10.4060/cc8166en.

Georgescu, E., Risnoveanu L., Toader M., Ionescu A.M., Gargarita R., Cana L., (2017). Actual problems concerning protection of the wheat crops against cereal ground beetle (*Zabrus tenebrioides* Goeze) attack in south-east of the Romania. *Agronomy*, Vol. LX: 256-263.

Khajezadeh, Y., (2013). Determination control suitable time of cereal ground beetle Zabrus tenebrioides Goeze with safe insecticides in Khuzestan province (agri. Rep 44557). Ahvaz:

Khuzestan *Natural Sources Agricultural Research Center*. (*In Persian*).

Karungi, J., Adipala, E., Kyamanywa, S., Ogenga-Latigo, M. W., Oyobo, N. and Jackai, L. E. N. (2000). Pest management in cowpea. Part 2. Integrating planting time, plant density and insecticide application for management of cowpea field insect pests in eastern Uganda. *Crop Protection.* 19(4): 237-245.

Lup, A., Miron L., Roman B., (2013). Influence of market economy concerning crops structure. *Annals of N.A.R.D.I. Fundulea*, 81:185-191.

Mattson, J. r.; (1980). Herbivory in relation to plant nitrogen content. *Annual Review of Ecology and Systematics*, Vol. 11 (1980), pp. 119-161.

Olesen, J.E., Tmka M., Kersebaumc K.C., Skjelvөgd A.O., Seguine B., Peltonen-Sainiof P., Rossig F Kozyrah J., Micalei F., (2011). Impacts and adaptation of European crop production systems to climate change. *European Journal of Agronomy*, 34 (2):96- 112.

Pandov, k. (1980). Control of corn ground beetles and field mice Rastielna zashchita. 28, 47 pp

Pedigo, L. P. (2002). *Entomology and pest management*. Iowa University press, Iowa, USA.

Popov, C., Cana L., Trotus E., Stoica V., Vilau F., Trasca G., Ciobanu C., (2010). Research regarding the improvement of carabid beetle, *Zabrus tenebrioides* Goeze, control technology, by wheat and barley seed treatment. *Annals of N.A.R.D.I. Fundulea*, 78:135- 151.

Popov, C., Trotus E., Vasilescu S., Barbulescu A., Rasnoveanu L., (2006). Drought effect on pest attack in field crops. *Romanian Agricultural Researches*, 23:43-52.

Root, R. B. and Kareiva, P. M., (1984). The search for resources by cabbage butterflies (Pieris rapae): ecological consequences and adaptive significance of Markovian movements in a patchy environment. *Ecology* 65:147–165.

Sadej, W., Kosewskai, A., Sadej, W., Nietupski, M., (2012). Effects of fertilizer and land-use type on soil properties and ground beetle communities. *Bulletin of Insectology* 65 (2): 239-246.

Trotus, E., Naie M., Buburuz A.A., Zharia P., (2011). Wheat crops protection against harmful organisms using chemical treatment of seed. *Cercetari Agronomic in Moldova*, XLIV (148):19-26.