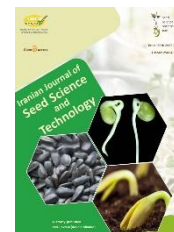




Iranian Journal of Seed Science and Technology



ISSN: 2588-4638

Research Article

Fungicide and Zn-seed Treatments Evaluation on Germination Indices of Barely Cv. Goharan Seeds

Mehran Sharafizad^{1*} , Shahla Hashemi Fesharaki²

1. Research assistant professor, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Seed and Plant Certification and Registration Institute (SPCRI), Karaj, Iran.
2. Senior expert in seed health laboratory, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Seed and Plant Certification and Registration Institute (SPCRI), Karaj, Iran.

Article Information

Received: 05 May 2024
Revised: 15 May 2024
Accepted: 02 Jun. 2024

Keywords:

Barely seedling,
Micronutrient elements,
Seed germination,
Seed health.

Corresponding Author:

msharafizade@yahoo.com



Abstract

This study was carried out based on complete randomized design in four replications in order to assess germination and seedling vigor of barely seeds Cv. Goharan exposed to Zn-micronutrient element and different fungicides. Evaluated treatments on Barely seeds include six fungicide treatments Dividend star (2 per 1000), Carboxin Thiram (2.5 per 1000), Raxil (0.5 per 1000), Lamardor (0.2 per 1000), Rovral-TS (2.5 per 1000) and non-fungicide, and three Zn-seed treatments, Zn-Kavin, Zn-Zagorat and non-Zn seed treatment. Barely seed germination was two percent lower than control compared with Zn-seed treatments. The lengths of radicle (12%), shoot (20%), and seedling (13%) after seeds treated with Zn-seed treatments along with Rovral-TS and Carboxin Thiram were more than the ones were recorded with liquid Dividend star. Other fungicides except liquid Dividend star showed similar response to control about seedling length vigor index. The highest rate germination (R50, 1.20) was belonging to Rovral-TS, Carboxin Thiram, and Raxil fungicides in combination with Zn-seed treatments. Moreover, the lowest time to reach maximum of germination (less than 2 days) was recorded in mentioned treatments. However, two fungicides of liquid Dividend star and liquid Lamardor had lower germination rate (1.01) than control (1.06 till 1.1), so these two fungicides usage with such condition was not suggested in this study. In conclusion, Rovral-TS and Carboxin Thiram along with Kavin and Zagorat Zn-seed treatments were suggested to improve germination and seedling vigor of barely indices.

How to cite this paper: Sharafizad, M. & Hashemi Fesharaki, SH. (2026). Fungicide and Zn-seed Treatments Evaluation on Germination Indices of Barely Cv. Goharan Seeds. *Iranian Journal of Seed Science and Technology*, 14 (4), 23-41. <https://doi.org/10.22092/ijst.2024.365672.1526>



© Authors, Published by Iranian Journal of Seed Science and Technology. This is an open-access article distributed under the CC BY (license <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

Seed quality is influenced by genetic, physiological, physical, and health factors. Two significant aspects of these factors are physiological quality and health, which have been extensively studied. To enhance the physiological quality of crops, technologies based on genetics and bio-stimulants using micro-nutrients have been employed. Seed health and the management of seed-borne and soil-borne pathogens, along with the microclimate surrounding the seeds, significantly impact seed physiological quality. Barley, a strategic crop for our country, has been the focus of numerous studies aimed at improving seed physiological quality and health. This study aimed to determine the effects of zinc and commonly used fungicides for controlling pathogens in barley on the microclimate surrounding the seeds and subsequently on the physiological processes within the seeds, including germination, vigor, and seedling growth.

Materials and Methods

To evaluate germination and seedling vigor, seeds of the barley Cv. "Goharan" from breeding class 2, sourced from the Seed and Plant Improvement Research Institute (SPII), were used for the 2017-2018 growing season. Prior to the experiments, the absence of seed-borne diseases in the barley seeds was confirmed. A factorial experiment was conducted in a completely randomized design with four replications. The treatments included six fungicides: Dividend star (2 per 1000), Carboxin Thiram (2.5 per 1000), Raxil (0.5 per 1000), Lamardor (0.2 per 1000), Rovral-TS (2.5 per 1000) and non-fungicide, and three Zn-seed treatments, Zn-Kavin, Zn-Zagorat and non-Zn seed treatment. Barley seeds were treated with the fungicides at recommended doses using an available seed treatment machine, followed by a zinc treatment mixed with water as per the producers' recommendations. Various germination indicators were recorded, including normal seedling percentage, final germination percentage, seedling dry weight, radicle length, shoot length, seedling length, and seedling length vigor index, seedling weight vigor index and germination rate indices.

Results and Discussion

The results from the analysis of variance for various seed germination and seedling vigor indices under Zn-seed treatments and fungicide treatments showed no significant interaction effects on normal seedling percentage, seedling weight vigor index, and seedling length vigor index. There was also no significant

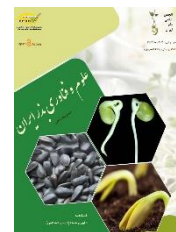
interaction effect on the final germination percentage, although Zn-seed treatments showed a significant main effect on this index at the 1% level. The germination percentage after applying the two Zn-seed treatments was approximately 2% lower than the control. Significant interaction effects were observed on radicle and seedling length at the 5% level and on shoot length at the 1% level. The radicle length (12%), shoot length (20%), and seedling length (13%) in Zn-seed treatments combined with Rovral-TS and Carboxin Thiram were higher than those in Zn-seed treatments with Dividend star. The interaction of various fungicides and Zn-seed treatments did not significantly affect the seedling vigor length index. The comparison of different fungicides showed that the highest vigor length index was obtained with Rovral-TS, though it did not differ significantly from other fungicides except for Dividend star. Other fungicides displayed similar responses to the control for seedling vigor length. The analysis indicated significant interaction effects on germination rate index and R_{50} germination rate at the 1% and 5% levels, respectively. The highest R_{50} germination rate (approximately 1.20) was recorded in treatments combining Rovral-TS, Carboxin Thiram, and Raxil with Zn-seed treatments, with the shortest time to reach maximum germination (under 2 days). In contrast, Dividend star and Lamardor had lower R_{50} germination rate (approximately 1.01) compared to the control (1.06 to 1.11).

Conclusion

Overall, the results of this study indicate that the fungicides Rovral-TS, Carboxin Thiram, and Raxil improved germination indices more effectively than Dividend star and Lamardor when combined with Zn-seed treatments Kavin and Zagorat. These three fungicides consistently increased radicle and seedling length and seedling vigor indices when used with Zn-seed treatments. It appears that zinc plays a crucial role in enhancing germination rate, as barley seeds treated with these three fungicides combined Zn-seed treatments required less time to reach maximum germination. The two fungicides, Dividend star and Lamardor, were less effective in improving germination and seedling vigor indices and negatively affected some of these indices. Therefore, the use of these two fungicides in conjunction with Zn-seed treatments under the described conditions is not recommended. It is suggested to utilize Rovral-TS and Carboxin Thiram with Zn-seed treatments Kavin and Zagorat to enhance germination and seedling vigor indices in barley.



نشریه علوم و فناوری بذر ایران



ISSN: 2588-4638

مقاله پژوهشی

ارزیابی تیمارهای بذرمال روی و قارچ کش بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذرهای جو رقم گوهران

مهران شرفی‌زاد^{۱*}، شهلا هاشمی فشارکی^۲

۱. استادیار پژوهش، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، کرج، ایران.
۲. کارشناس ارشد آزمایشگاه سلامت بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، کرج، ایران.

اطلاعات مقاله

چکیده

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۲/۱۶

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۱۳

واژه‌های کلیدی:

جوانه‌زنی بذر،

سلامت بذر،

عناصر ریزمغذی،

گیاهچه جو.

نویسنده مسئول:

msharafizade@yahoo.com

به منظور ارزیابی جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه بذرهای جو رقم گوهران در تیمار با روی و قارچ کش‌ها، مطالعه‌ای بر پایه فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. تیمارهای مورد ارزیابی شامل شش تیمار قارچ کش دیویند استار (۲ در هزار)، کاربوکسین تیرام (۲/۵ در هزار)، راکسیل (تیوکونازول، ۰/۵ در هزار)، لاماردو (۰/۲ در هزار)، رورال-TS (۲/۵ در هزار) و فاقد قارچ کش، و سه تیمار بذرمال روی شامل روی کاوین، روی زاگورت و بدون بذرمال روی بودند. درصد جوانه‌زنی بذر پس از اعمال دو تیمار بذرمال روی در حدود دو درصد کمتر از شاهد بود. طول ریشه چه (۱۲ درصد)، ساقه چه (۲۰ درصد) و گیاهچه (۱۳ درصد) در تیمارهای بذرمال روی در ترکیب با رورال-TS و کاربوکسین تیرام بالاتر از مقدار آن در تیمارهای بذرمال روی با قارچ کش دیویند استار مشاهده شد. به جز دیویند استار، دیگر قارچ کش‌ها پاسخی مشابه با تیمار شاهد بر شاخص بنیه طولی گیاهچه نشان دادند. بالاترین سرعت جوانه‌زنی R_{50} (در حدود ۱/۲۰) در تیمارهای توام قارچ کش‌های رورال-TS، کاربوکسین تیرام و راکسیل با بذرمال‌های روی ثبت گردید و کمترین مدت زمان را برای رسیدن به حداکثر جوانه‌زنی (کمتر از ۲ روز) نشان دادند اما دو قارچ کش دیویند استار و لاماردو سرعت جوانه‌زنی R_{50} (در حدود ۱/۰۱) کمتری نسبت به شاهد (۱/۰۶ تا ۱/۱) داشتند. استفاده از این دو قارچ کش در تیمارهای بذرمال روی با شرایط توصیف شده در این مطالعه توصیه نمی‌گردد. پیشنهاد می‌گردد از قارچ کش‌های رورال-TS و کاربوکسین تیرام با تیمارهای بذرمال روی کاوین و زاگورت برای بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه جو استفاده گردد.

نحوه استناد به این مقاله:

Sharafizad, M. & Hashemi Fesharaki, SH. (2026). Fungicide and Zn-seed Treatments Evaluation on Germination Indices of Barely Cv. Goharan Seeds. *Iranian Journal of Seed Science and Technology*, 14 (4), 23-41. <https://doi.org/10.22092/ijssst.2024.365672.1526>

مقدمه

کیفیت بذرها تحت تاثیر چهار ویژگی کیفیت ژنتیکی، کیفیت فیزیولوژیکی (جوانه زنی و بنیه)، کیفیت فیزیکی (عاری بودن از سایر گیاهان و علف های هرز) و کیفیت سلامت (عاری بودن از بیماری ها) تعیین می گردد (Hampton & Hill, 2002). در بسیاری از مطالعات دو جنبه مهم کیفیت فیزیولوژیک، و سلامت و عوامل موثر بر آنها ارزیابی شده است (Farooq et al., 2018). دو روش برای بهبود کیفیت فیزیولوژیک در گیاهان زراعی اعمال می شود که عبارتند از الف) فناوری های بر پایه ژنتیک (Ludwig & Slamet-Loedin, 2019)، و ب) بهبود دهنده های زیستی مانند استفاده از عناصر ریزمغذی (Nissar et al., 2019).

در رابطه با بهبود دهنده های زیستی در مطالعات بسیاری مشخص شده است که تیمارهای بذری با عناصر ریزمغذی می تواند منجر به استقرار بهتر گیاهان زراعی در شرایط مختلف اقلیمی گردد (Rossini et al., 2024). یکی از مهمترین ریزعناصر مهم در بسیاری از فرآیندهای بیوشیمیایی نظیر رشد رویشی و زایشی (Chasapis et al., 2011) عنصر روی است (Veena & Puthur, 2022). عنصر روی به عنوان یک عامل فعال یا جزیی فعال در آنزیم ها و متابولیسم نیتروژن تاثیر گذار است. کمبود عنصر روی بر سنتز و حفاظت از اکسین ها، هورمون های گیاهی دخیل در رشد، نمو گیاهچه و کاهش پنجه ها در غلات موثر است (Marschner, 1995). کارایی آسیمیلاسیون عنصر روی در گیاهان زراعی به میزان زیادی به روش کاربرد و فرم استفاده از کود بستگی دارد (Cakmak, 2008). کاربرد عنصر روی معمولاً به صورت مخلوط با خاک، محلول پاشی بر برگ و یا تیمارهای بذرمال انجام می شود. کمبود عناصر ریزمغذی در خاک در اثر بارندگی های زیاد و یا کاربرد کودهای که منجر به کاهش عملکرد می گردند، اتفاق می افتد (Farooq et al., 2018). در گیاهان غلات مشخص شده است که بیشترین غلظت عنصر روی در نتیجه جذب آن پس از گلدهی توسط ریشه ها است، از این رو اعمال تیمارهای مکمل روی نقش مهمی در عملکرد و محتوای عنصر روی در دانه دارد (Rehman et al., 2012). محلول پاشی از سایر روش ها نتایج بهتری را حاصل نموده است، اما به دلیل هزینه های بالا کاربرد کمتری دارد، در این بین مشخص

شده است که تیمارهای بذری قبل از کاشت تضمین کننده استقرار اولیه گیاهچه و یکنواختی مطلوب غلات در مزرعه است (Singh et al., 2003). استفاده از عناصر ریزمغذی به صورت بذرمال سبب می شود تا مشکلات ناشی از کوددهی عناصر ریزمغذی و قرار نگرفتن به مقدار مناسب در اختیار گیاه در زمان های حیاتی به حداقل برسد و این عناصر به ویژه در زمان جوانه زنی و رشد اولیه گیاهچه به میزان کافی می تواند در اختیار گیاهچه در حال رشد قرار بگیرد (Machado et al., 2023). مشخص شده است که تیمار بذرمال روی سبب بهبود رشد اولیه گیاهچه می شود و در ادامه رشد گیاه می تواند سبب غلبه بر کمبود روی در خاک و در نهایت منجر به عملکرد بالاتر در بسیاری از گیاهان زراعی شود (Rehman et al., 2018; Ullah et al., 2019). تیمار نمودن بذر با عنصر غذایی روی، بهترین روش برای افزایش جوانه زنی، یکنواختی سبز مزرعه و تضمین تغذیه در مراحل اولیه رشد که کمک به توسعه سبب ریشه می کند، می باشد. نقش عنصر روی در جوانه زنی و رشد اولیه گیاهچه نیز گزارش شده است اما نقش منفی آن عنصر در ممانعت از جوانه زنی بذر و رشد ریشه در نتیجه استفاده از آن در غلظت اکستریم، مشاهده شده است (Du et al., 2011).

سلامت بذرها و کنترل عوامل بیماری زای بذرزاد و خاک زاد، و در مجموع میکروکلیمای اطراف بذر بر کیفیت فیزیولوژیک بذرها تاثیر گذار است. برای مثال در گیاه جو بیماری سیاهک آشکار جو یکی از مهمترین بیماری های بذرزاد است که قارچ کش های کربوکسین تیرام و راکسیل با دز ۱۵۰ میلی لیتر به ازای ۱۰۰ کیلوگرم بذر جو برای کنترل این بیماری پیشنهاد شده است. یکی دیگر از بیماری های مهم گیاه بیماری لکه قهوه ای نواری جو است که برای کنترل آن، قارچ کش رورال TS پیشنهاد شده است (Lamichhane et al., 2020). معمولاً در فرایند تولید بذر پس از برداشت و فرایند بوجاری مساله ضد عفونی بذر مطرح می شود. در سال های اخیر استفاده از انواع قارچ کش ها جهت کنترل بیماری های بذرزاد، به طور فزاینده ای افزایش یافته است (Pimentao et al., 2024). مدیریت قارچ های بیماری زای بذر و خاک زاد با استفاده از قارچ کش ها در حفظ امنیت غذایی جوامع بشری از اهمیت بسزایی برخوردار است (Steinberg & Gurr, 2009).

وزن هزاردانه ۴۳-۴۴ گرم، میانگین درصد پروتئین ۱۲ درصد، تیپ رشد بهاره است. تاریخ کاشت توصیه شده در مناطق معتدل اواسط آبان ماه است. رنگ دانه روشن و میانگین ارتفاع بوته ۹۰ سانتی‌متر است. این رقم جو نیمه مقاوم و نیمه حساس به بیماری سفیدک پودری و زنگک جو، مقاوم به لکه نواری قهوه‌ای جو و نیمه متحمل به تنش سرما و خشکی است (Nikhah et al., 2018). با در نظر گرفتن اهمیت این گیاه در زندگی امروز، توجه به میکروکلیمای گیاه جو در طی رشد و نمو آن مهم محسوب می‌گردد، از این رو اثرات عناصر ریزمغذی و همچنین قارچ‌کش‌ها در کنترل عوامل بیماری‌زا در نتیجه زمان اعمال و دز مصرفی بر کیفیت فیزیولوژیک بذرهای مهم تلقی می‌گردد. در نتیجه در این مطالعه اثرات عنصر روی و قارچ‌کش‌های مرسوم که در مزارع کشور در راستای کنترل عوامل بیماری‌زای گیاه جو استفاده می‌شود، ارزیابی گردید تا اثرات آنها بر میکروکلیمای اطراف بذر و در ادامه بر فرایندهای فیزیولوژیک درونی بذر اعم از جوانه‌زنی، بنيه و رشد اولیه گیاهچه تعیین گردد.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی جوانه‌زنی و بنيه بذرهای جو در تیمار با عناصر ریزمغذی روی و قارچ‌کش‌های مختلف، مطالعه‌ای در سال ۱۳۹۷ در آزمایشگاه موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال کرج طراحی و اجرا شد. این تحقیق بر پایه فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. بذرهای رقم جو رقم گوه‌ران طبقه پرورش ۲، با منشا موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر در سال زراعی ۱۳۹۶-۱۳۹۷ تولید گردید. پیش از شروع آزمایش، از عدم وجود بیماری‌های بذرزاد در بذرهای جو اطمینان حاصل گردید. تیمارهای مورد ارزیابی در این مطالعه شامل شش تیمار قارچ‌کش شامل دیویدند استار مایع، کاربوکسین تیرام مایع، راکسیل مایع، لاماردو مایع، رورال-TS و فاقد قارچ‌کش، و سه تیمار بذرمال روی شامل روی کاوین (تولیدی شرکت کاوین)، روی زاگورت (تولیدی شرکت پارس فروغ زاگرس) و بدون بذرمال روی بودند. مشخصات قارچ‌کش مصرفی در جدول یک ارائه شده است. لازم به ذکر است بذرهای شاهد در این مطالعه فاقد تیمار قارچ‌کش و بذرمال روی بودند.

اساساً هدف تیمار بذر به عنوان ضدعفونی عبارت است از: کنترل یا به حداقل رساندن پاتوژن‌های بذرزاد که بر روی سطح و یا درون بذر مستقر شده‌اند و محافظت بذر در مقابل پاتوژن‌های خاک‌زاد است (Ayesha et al., 2021). به عبارتی هدف اصلی از تیمار بذر را می‌توان ایجاد شرایط مناسب برای استقرار گیاهچه در جهت به حداقل رساندن کاهش عملکرد و افزایش کیفیت محصول و ممانعت از انتقال پاتوژن بیان کرد (Rothrock et al., 2012). استفاده از قارچ‌کش‌ها به میزان زیادی می‌تواند تعداد میکروب‌های اطراف بذر را کاهش داده که به نوبه خود سبب جوانه‌زنی و نمو بهتر گیاهچه در حال رشد می‌شود (Lugtenberg et al., 2016). اگرچه در مطالعه دیگری در نتیجه تیمار بذرهای گندم غیر‌آلوده به بیماری‌های بذرزاد با قارچ‌کش تیرام منجر به عدم توانایی بذر در انتقال نشاسته ذخیره شده و سبب کاهش جوانه‌زنی گردید (Gogna et al., 2015).

روش‌هایی که بتواند جوانه‌زنی و سلامت بذر غلات با توجه به نقش استراتژیک آنها در کشور را ارتقا دهد و در نهایت منجر به استقرار مطلوب تر این گیاهان در مزرعه شود و در نهایت بر عملکرد تاثیر بگذارد، مهم تلقی می‌شود. از مهمترین غلات در کشور می‌توان به گیاه جو اشاره نمود که با در نظر گرفتن جایگاه آن در تامین انرژی و پروتئین برای انسان و دام، ضرورت افزایش تولید این محصول در واحد سطح، با استفاده از برنامه‌های به زراعی و به نژادی کاملاً محسوس است. در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۴۰۱ در کل کشور تقریباً ۱/۶۸۵ میلیون هکتار به کشت جو اختصاص یافته است که در حدود ۷۵۰ هزار هکتار از اراضی به صورت آبی و در حدود ۹۳۵ هزار هکتار به صورت دیم کشت شده است. استان‌های کرمانشاه (۱۵۸ هزار هکتار)، لرستان (۱۴۲ هزار هکتار) و خراسان رضوی (۱۳۹ هزار هکتار) بیشترین سطح زیر کشت محصول جو را داشتند. از مجموع سطح کشت جو در کل کشور در حدود ۳/۱۷۶ میلیون تن دانه جو تولید شده است (Anonymous, 2023). رقم گوه‌ران یکی از ارقام جدید و برتر جو که از نظر عملکرد در سال زراعی ۱۳۹۶-۱۳۹۷ نسبت به سایر ارقام متداول در آن سال بود. این رقم در سال ۱۳۹۴ توسط محققان موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر معرفی و مناسب اقلیم معتدل با بافت خاک نسبتاً سبک و میانگین عملکرد دانه ۷۱۶۱ کیلوگرم بر هکتار بود. متوسط

جدول ۱- مشخصات قارچ کش های مورد مطالعه.

Table 1- The characteristics of the fungicides used in this study

نام عمومی	نام تجاری	فرمولاسیون	میزان مصرف
Public name	Commercial name	Formulation	Dosage
تیوکونازول	راکسیل	DS 2%	۰/۵ در هزار
Tebuconazole	Raxil		0.5 per 1000
کربوکسین تیرام	ویتاواکس تیرام	WP 75%	۲/۵ در هزار
Carboxin Thiram	Vitavax- thiram		2.5 per 1000
رورال- TS	کاربندازیمو ایپرودیون	WP 52.5%	۲/۵ در هزار
Rovral TS	Iprodione + Carbendazim		2.5 per 1000
دیفنو کونازول	دیویدند	FS 3%	۲ در هزار
Difenoconazole	Dividend		2 per 1000
لاماردور	پروتیوکونازول+ تیوکونازول	FS 40%	۰/۲ در هزار
Lamardor	Tebuconazole + Prothioconazole		0.2 per 1000

(R₅₀)، یکنواختی جوانه زنی^۱، مدت زمان تا رسیدن به ۹۰ درصد (D₉₀)، ۹۵ درصد (D₉₅) با استفاده از نرم افزار Germin ثبت شد (Soltani & Maddah, 2010).

متوسط مدت زمان جوانه زنی^۲ (MTG) که شاخصی از سرعت جوانه زنی است با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید (Ranal, & De Santana, 2006).

$$MTG = \frac{\sum NiDi}{N} \quad (\text{رابطه ۱})$$

که در آن Ni تعداد بذرهای جوانه زده در روز iام و Di تعداد ساعت ها از شروع آزمون (هنگام کشت) تا شمارش iام (پایان دوره آزمون) و N تعداد کل بذرهای جوانه زده است. سرعت جوانه زنی روزانه^۳، عکس متوسط جوانه زنی روزانه است که از رابطه زیر محاسبه گردید.

$$DGS = \frac{1}{MDG} \quad (\text{رابطه ۲})$$

ضریب سرعت جوانه زنی^۴ که مشخصه سرعت روند جوانه زنی می باشد از رابطه زیر محاسبه شد.

$$CVG = \frac{G1+G2+...+Gn1}{(1 \times G1) + (2 \times G2) + ... + (n \times Gn)} \quad (\text{رابطه ۳})$$

که در آن G1-Gn تعداد بذرهای جوانه زده از روز یکم تا پایان آزمون است.

تعداد ۱۰ گیاهچه از هر تیمار شمارش و طول ریشه چه و

ابتدا بذرهای جو را با قارچ کش های مختلف با دزهای توصیه شده با دستگاه ضد عفونی کننده موجود در کارگاه فرآوری بذر ضد عفونی نموده و سپس تیمارهای مختلف روی را به میزان توصیه شده شرکت های تولید کننده با یک یا حداکثر دو تا سه برابر حجم خود با آب رقیق کرده و محلول رقیق و یکنواخت شده را بر روی بذرهای پاشیده و مخلوط شدند تا کاملاً آغشته و پس از خشک شدن بذر برای انجام آزمایش ها آماده شدند.

به منظور ارزیابی جوانه زنی استاندارد بذرهای جو در تیمارهای مختلف، تعداد ۴۰۰ عدد بذر (چهار تکرار ۱۰۰ بذر) از هر تیمار در بستر کشت بین کاغذی (دو لایه کاغذ صافی) قرار گرفت و هشت میلی لیتر آب مقطر به هر ظرف پتری شیشه ای با قطر ۱۵ سانتی متر اضافه گردید. سپس ظرف های پتری کشت شده به درون انکوباتور به مدت ۷ روز در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد تا پایان زمان آزمایش انتقال یافتند (Anonymous, 2022). خروج ریشه چه به میزان دو میلی متر یا بیشتر به عنوان معیار جوانه زنی محسوب گردید (Ghaderi-Far & Soltani, 2014). در پایان دوره اجرای آزمون جوانه زنی استاندارد تعداد گیاهچه های عادی و غیر عادی بر مبنای معیارهای انجمن بین المللی آزمون بذر تعیین گردید (Anonymous, 2022). شمارش روزانه بذرهای جوانه زده تا پایان روز آزمایش ثبت شد. شاخص های مختلفی با استفاده از داده ها به دست آمد که از جمله می توان به سرعت جوانه زنی

³ Daily germination speed⁴ Coefficient of velocity of germination¹ Germination uniformity² Mean time to germination

بذر و بینه گیاهچه جو تحت تیمارهای بذرمال روی و قارچ کش‌ها نشان داد که اثر متقابل تیمارهای مختلف قارچ کش و بذرمال روی بر شاخص‌های درصد گیاهچه عادی، شاخص وزنی بینه گیاهچه و وزن خشک گیاهچه تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۲).

درصد جوانه‌زنی نهایی

اثر متقابل تیمارهای مختلف قارچ کش و بذرمال روی بر شاخص درصد جوانه‌زنی نهایی تفاوت معنی‌داری را نشان نداد و تنها اثر اصلی تیمارهای بذرمال روی بر این شاخص در سطح یک درصد، تفاوت معنی‌داری را نشان داد (جدول ۲). مشخص شده است که عنصر روی نقش بسزایی در جوانه‌زنی، رشد، عملکرد و افزایش سطح روی در دسترس در گیاهان زراعی را دارد (Veena & Puthur, 2022). بالاترین درصد جوانه‌زنی نهایی در تیمار شاهد مشاهده شد و پس از اعمال تیمارهای بذرمال روی، درصد جوانه‌زنی نهایی پایین‌تری در حدود ۲ درصد کمتر از شاهد را نشان دادند (شکل ۱).

ساقه‌چه اندازه‌گیری شده و پس از خشک کردن در آون با دمای ۷۵ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت با ترازوی حساس با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین و برحسب میلی گرم ثبت گردید. شاخص وزنی و طولی بینه گیاهچه نیز براساس رابطه (۴ و ۵) محاسبه شد (Orchard, 1977).

رابطه (۴) = شاخص وزنی بینه گیاهچه
(میلی گرم) وزن خشک گیاهچه × درصد گیاهچه عادی

رابطه (۵) = شاخص طولی بینه گیاهچه
(سانتی متر) طول گیاهچه × درصد گیاهچه عادی
در راستای انجام آنالیزهای آماری از برنامه SAS 9.2 و تهیه نمودار از برنامه Microsoft Excel 2013 استفاده شده است. برای مقایسه میانگین صفات مختلف در تیمارهای مختلف از آزمون دانکن در سطح پنج درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس شاخص‌های مختلف جوانه‌زنی

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) شاخص‌های جوانه‌زنی بذر جو تحت تیمارهای مختلف قارچ کش و بذرمال روی.

Table 2- Analysis of variance (mean squared) of barely seed germination indices under different fungicides and Zn-seed treatments

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی	درصد گیاهچه عادی Normal seedling percentage	درصد جوانه‌زنی نهایی Final germination percentage	وزن خشک گیاهچه Seedling dry weight	طول ریشه‌چه Radicle length	طول ساقه‌چه Shoot length	طول گیاهچه Seedling length	شاخص طولی بینه گیاهچه Seedling length vigor index	شاخص وزنی بینه گیاهچه Seedling weight vigor index
قارچ کش (A) Fungicide	5	10.77ns	3.94ns	0.0004ns	3.56**	5.51**	6.40**	42173.6*	0.042ns
بذر مال روی Zn-seed treatment (B)	2	13.01ns	20.05**	0.0007ns	0.48ns	1.40*	3.08ns	5757.01ns	0.056ns
A×B	10	3.59ns	2.90ns	0.0004ns	0.83*	1.45**	2.80*	24079.6ns	0.039ns
خطای آزمایش Error	36	4.64	2.66	0.0003	0.36	0.3800	1.0050	15227.2	0.033
ضریب تغییرات C.V.		2.23	1.67	9.86	4.1	4.4000	3.4700	4.43	9.13

ns، *، ** به ترتیب تفاوت معنی‌دار در سطح یک، پنج درصد و عدم تفاوت معنی‌دار.

ns، *، ** significant at 1 and 5 percent levels of probability and non-significant, respectively.

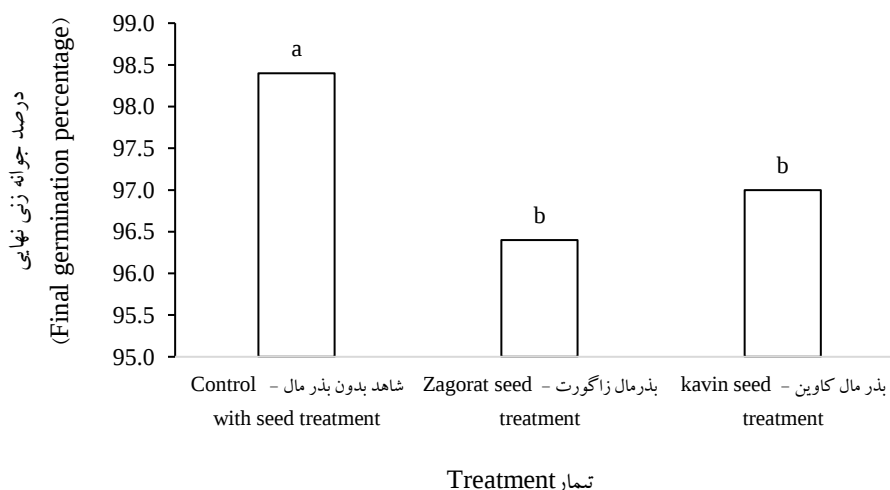
ادامه جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) شاخص‌های جوانه‌زنی بذر جو تحت تیمارهای مختلف قارچ کش و بذرمال روی.

Table 2- Analysis of variance (mean squared) of barely seed germination indices under different fungicides and Zn-seed treatments

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی	ضریب سرعت جوانه‌زنی Coefficient of velocity of germination	سرعت جوانه‌زنی روزانه Daily germination speed	سرعت جوانه‌زنی R ₅₀ Germination rate R ₅₀	یکپارختی جوانه‌زنی Germination uniformity	مؤسّط مدت زمان جوانه‌زنی Mean time to germination	مدت زمان رسیدن به ۹۰ درصد جوانه‌زنی Time to reach 90% germination (D ₉₀)	مدت زمان رسیدن به ۹۵ درصد جوانه‌زنی Time to reach 95% germination (D ₉₅)
قارچ کش (A) Fungicide	5	0.009**	0.000002ns	0.07*	0.24**	0.068**	0.21**	0.63**
بذر مال روی Zn-seed treatment (B)	2	0.007ns	0.00001**	0.05ns	0.003ns	0.047ns	0.027ns	0.16*
A×B	10	0.008**	0.000001ns	0.06*	0.035ns	0.055**	0.063**	0.17**
خطای آزمایش Error	36	0.003	0.000002	0.024	0.02	0.017	2.34	0.031
C.V. ضریب تغییرات		8.38	1.88	9.73	8.47	8.21	7.12	8.22

ns، *، ** به ترتیب تفاوت معنی‌دار در سطح یک، پنج درصد و عدم تفاوت معنی‌دار.

**, * significant at 1 and 5 percent levels of probability and non-significant, respectively.



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف بذرمال روی بر درصد جوانه‌زنی نهایی بذر جو.

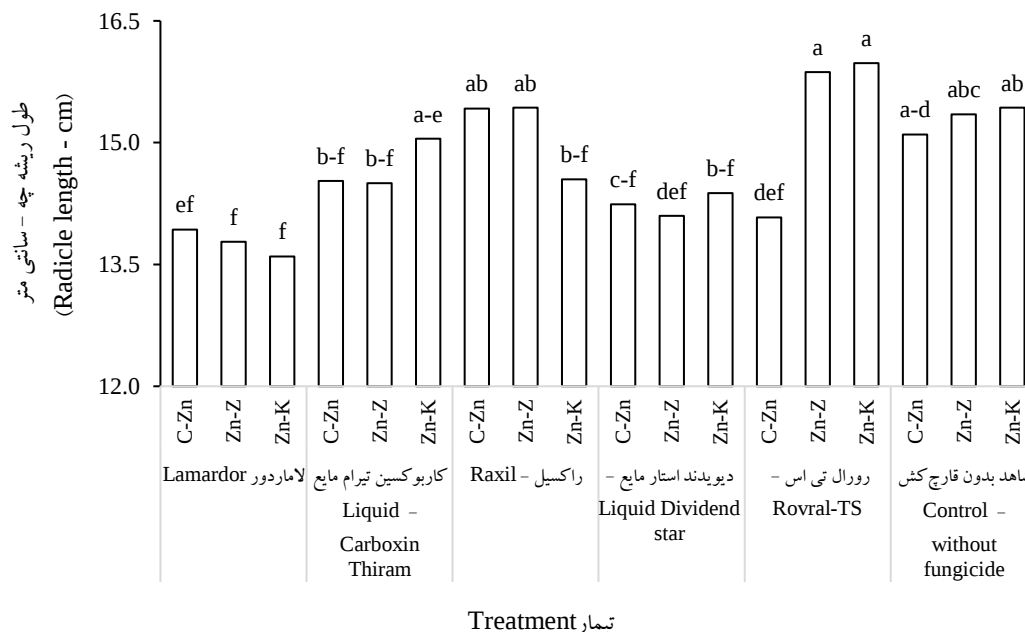
Fig 1- Mean comparison of Zn-seed treatments effects on barely final seeds germination percentage.

شده است که استفاده از برخی قارچ کش‌ها سبب کاهش جوانه‌زنی و کیفیت بذرها می‌گردد (Marcondes et al., 2011). اگرچه در مطالعات دیگر نیز مشخص شده است که اعمال قارچ کش‌ها می‌تواند ناهنجاری‌های ناشی از عوامل بیماری‌زای

مشخص شده است که بذره‌های ذرت و سویا پس از تیمارهای بذرمال روی نسبت به شاهد درصد جوانه‌زنی پایین‌تری داشتند و یا تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند (Machado et al., 2023) که با نتایج این مطالعه همخوانی داشت. در مطالعات مختلف گزارش

که نقش عناصر ریزمغذی و ریزمحرك در جوانه‌زنی بذرهای با بنیه پایین بیشتر مشهود است و بذرهای با بنیه بالا، کمتر از این عناصر تاثیر می‌پذیرند و در دزهای بالا حتی اثر ممانعت‌کننده در جوانه‌زنی را بروز می‌دهند (Binsfeld et al., 2014).

قارچی در سطح بذر را کاهش دهد و منجر به افزایش جوانه‌زنی شود (Safari Motlagh et al., 2022)، اما در این مطالعه درصد جوانه‌زنی بذرهای جو در تیمار شاهد بالاتر از ۹۸ درصد بود که کاهش دو درصد در این تیمارهای بذر مال روی محتمل است ناشی از شرایط آزمایش باشد. در مطالعه دیگری مشخص گردید



شکل ۲- مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای مختلف بذر مال روی و قارچ کش مختلف بر شاخص طول ریشه‌چه بذر جو (سانتی‌متر).
C-Zn: شاهد بدون بذر مال روی، Zn-Z: بذر مال روی زاگورت، Zn-K: بذر مال روی کاوین.

Fig 2- Mean comparison of interaction effects (Zn-seed treatments × fungicides) on barely seed radicle length (cm).
C-Zn: Control without Zn-seed treatment, Zn-Z: Zagorat Zn-seed treatment, Zn-K: Kavin Zn-seed treatment.

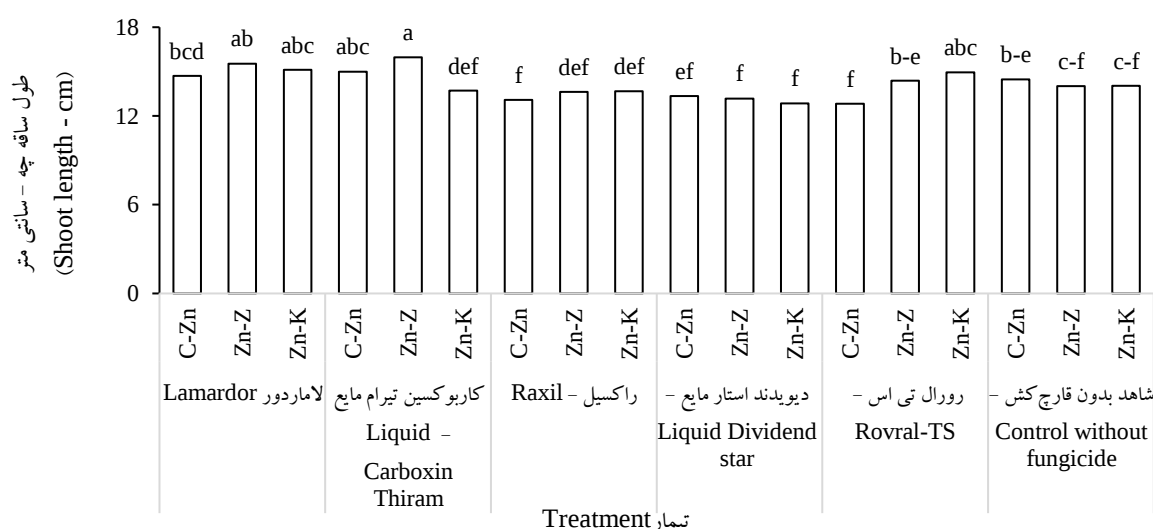
طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه

اثر متقابل تیمارهای مختلف قارچ کش و بذر مال روی بر شاخص‌های طول ریشه‌چه و گیاهچه در سطح پنج درصد و بر شاخص طول ساقه‌چه در سطح یک درصد تفاوت معنی‌داری را نشان داد (جدول ۲). پس از مقایسه میانگین شاخص طول ریشه‌چه در تیمارهای مختلف مشاهده گردید که بالاترین طول ریشه‌چه پس از استفاده از بذر مال روی کاوین و زاگورت + قارچ کش رورال - TS ثبت گردید، اگرچه تفاوت معنی‌داری را با تیمار شاهد بدون بذر مال + بدون قارچ کش نشان نداد. در سه تیمار بدون قارچ کش (چه در شرایط شاهد و یا دو تیمار بذر مال روی دیگر)، طول ریشه‌چه بالاتر از سایر تیمارهای قارچ کش و بذر مال، به جز تیمار رورال - TS بود (شکل ۲). نتایج نشان داد که اعمال

تیمار بذر مال + قارچ کش سبب کاهش طول ریشه‌چه به جز در تیمار قارچ کش رورال - TS در مقایسه با تیمار بدون بذر مال و همچنین شاهد بدون قارچ کش می‌گردد (شکل ۲).
بالاترین طول ساقه‌چه به ترتیب در تیمار بذر مال زاگورت + قارچ کش کاربوکسین تیرام مشاهده شد، اگرچه طول ساقه‌چه در این تیمار با سایر تیمارهای بذر مال روی + لاماردور و همچنین کاربوکسین تیرام بدون بذر مال روی، تفاوت معنی‌داری را نشان نداد و بالاتر از سایر تیمارها بود. پایین‌ترین طول ساقه‌چه در هر سه تیمار بذر مال روی + قارچ کش‌های راکسیل و دیویدند استار و همچنین تیمار بدون قارچ کش + تیمارهای بذر مال روی ثبت گردید (شکل ۳). تیمار بذر مال کاوین و زاگورت + قارچ کش

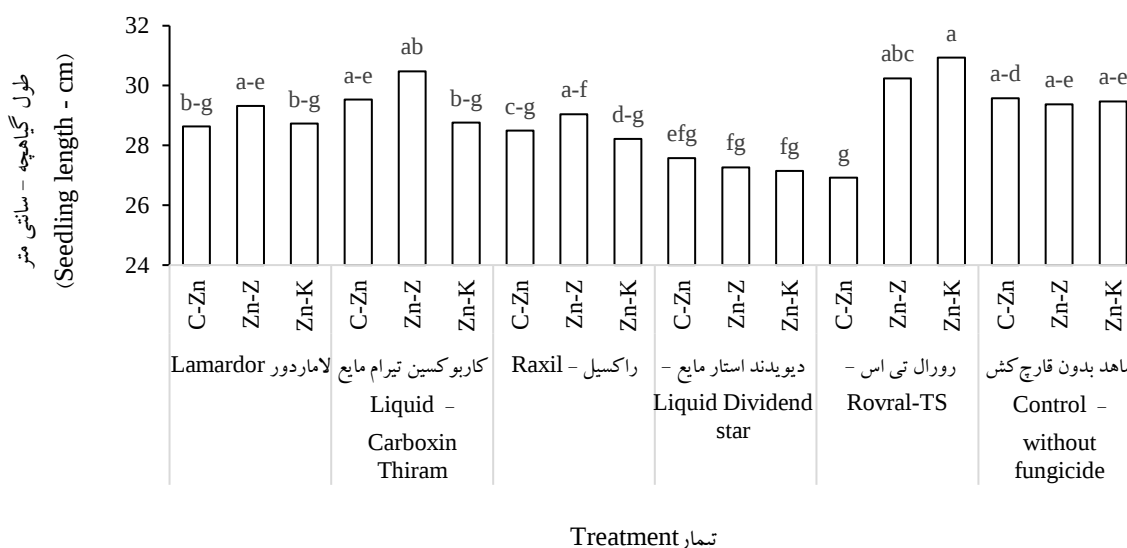
زاگورت، طول گیاهیچه بالاتری نسبت به ترکیب قارچ کش‌های مذکور با بذرمال کاوین و همچنین فقدان بذرمال روی مشاهده شد (شکل ۴). مشخص شده است که پس از تیمار روی در بذرها، تقسیم و طول شدگی سلولی در نتیجه تولید بیشتر اکسین حادث می‌شود و توزیع بیشتر عنصر روی در ساقه‌چه و ریشه‌چه سبب رشد بیشتر آنها می‌گردد (Broadley et al., 2011).

رورال - TS و بذرمال زاگورت + قارچ کش کربوکسین تیرام، بالاترین طول گیاهیچه را نشان دادند، اگرچه از نظر آماری تفاوت معنی‌داری را با هر سه تیمار شاهد بدون قارچ کش نشان ندادند. کمترین طول گیاهیچه در تیمار قارچ کش دیویدند استار + دو تیمار بذرمال روی ثبت گردید. در چهار تیمار قارچ کش‌های لاماردور، کربوکسین تیرام و راکسیل در ترکیب با بذرمال روی



شکل ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای مختلف بذرمال روی و قارچ کش‌های مختلف بر شاخص طول ساقه‌چه بذر جو (سانتی‌متر). C-Zn: شاهد بدون بذرمال روی، Zn-Z: بذرمال روی زاگورت، Zn-K: بذرمال روی کاوین.

Fig 3- Mean comparison of interaction effects (Zn-seed treatments × fungicides) on barely seed shoot length (cm). C-Zn: Control without Zn-seed treatment, Zn-Z: Zagorat Zn-seed treatment, Zn-K: Kavin Zn-seed treatment.



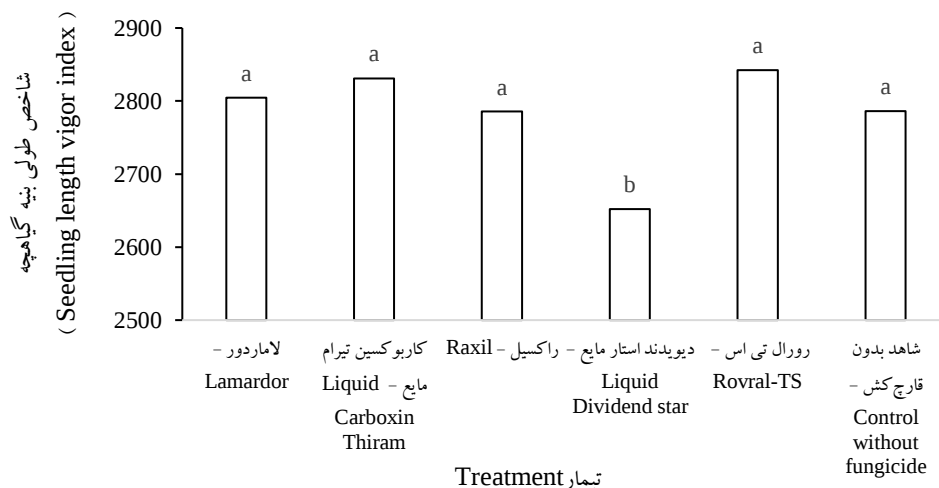
شکل ۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای مختلف بذرمال روی و قارچ کش‌های مختلف بر شاخص طول گیاهیچه جو (سانتی‌متر).

C-Zn: شاهد بدون بذرمال روی، Zn-Z: بذرمال روی زاگورت، Zn-K: بذرمال روی کاوین.

Fig 4- Mean comparison of interaction effects (Zn-seed treatments × fungicides) on barely seedling length (cm). C-Zn: Control without Zn-seed treatment, Zn-Z: Zagorat Zn-seed treatment, Zn-K: Kavin Zn-seed treatment.

شاخص طولی بینه گیاهچه

اثر متقابل تیمار قارچ کش‌های مختلف و بذرمال روی بر شاخص طولی بینه گیاهچه معنی دار نبود. اثر اصلی قارچ کش‌ها بر این شاخص در سطح پنج درصد تفاوت داری را نشان داد (جدول ۲). نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر قارچ کش‌های مختلف بر شاخص طولی بینه گیاهچه نشان داد که بالاترین مقدار این شاخص در تیمار قارچ کش رورال - TS مشاهده شد، اگرچه تفاوت معنی داری را با سایر قارچ کش‌ها و همچنین شاهد بدون قارچ کش به جز دیویدند استار نشان نداد. پایین‌ترین شاخص طولی بینه پس از تیمار بذرها ی جو با قارچ کش دیویدند استار ثبت گردید (شکل ۵). بذرها ی برنج پس از تیمار با قارچ کش‌های مختلف از شاخص بینه طولی گیاهچه، طول ساقچه‌چه و ریشه‌چه بالاتری نسبت به شاهد برخوردار بودند (Persaud et al., 2023) که با این نتایج همخوانی نداشت. در مطالعه دیگری بر روی بذرها ی برنج پس از تیمار با قارچ کش‌های مختلف مشاهده گردید که تنها قارچ کش مانکوزب سبب افزایش بینه گیاهچه گردید و سایر قارچ کش‌های تفاوت معنی داری را با تیمار شاهد نشان ندادند (Iwuagwu et al., 2023) که با این نتایج مطابقت داشت.



شکل ۵- مقایسه میانگین اثر اصلی قارچ کش‌های مختلف بر شاخص طولی بینه گیاهچه بذر جو.

Fig 5- Mean comparison of fungicides effect on barely seeds length vigor index.

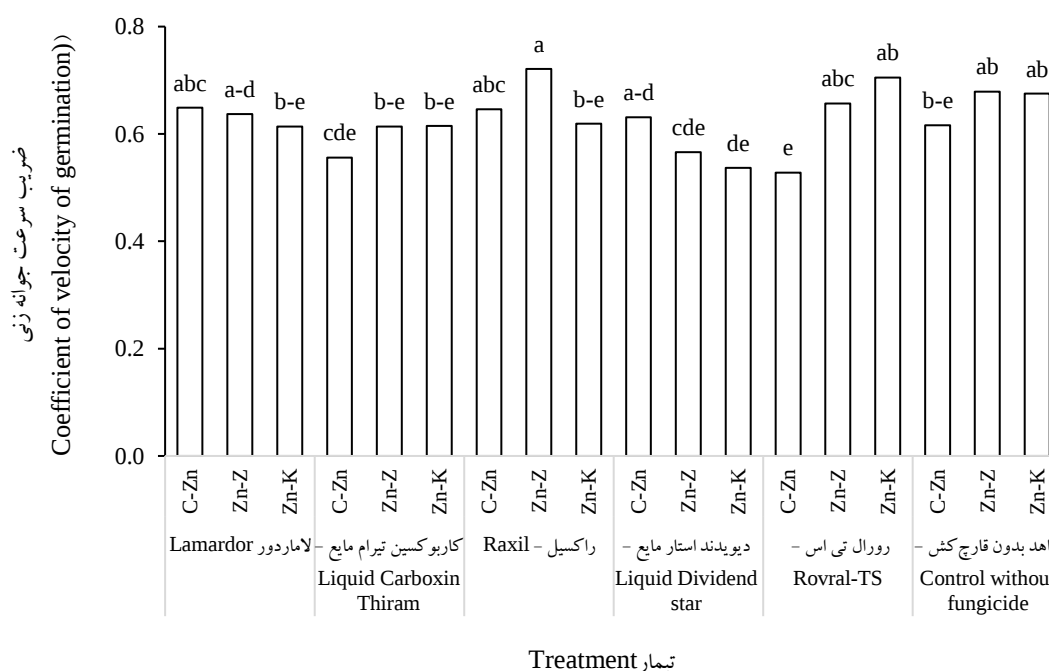
جوانه‌زنی R_{50} در سطح پنج درصد تفاوت معنی داری را نشان داد (جدول ۲). اثر اصلی تیمار بذرمال روی بر شاخص سرعت جوانه‌زنی روزانه بذر جو در سطح یک درصد و اثر اصلی تیمار قارچ کش‌های مختلف بر شاخص یکنواختی جوانه‌زنی در سطح

انتقال عنصر روی از نواحی مختلف به ریشه‌چه و ساقچه‌چه در حال رشد سبب رشد بهتر در این اندام‌ها می‌شود که گزارش شده است عنصر روی در آنزیم‌های دخیل در متابولیسم کربوهیدرات‌ها از جمله در فرآیندهای ترجمه و رونویسی DNA دخیل است و از این رو باعث افزایش در پارامترهای مختلف رشد گیاهچه می‌گردد (Ozturk et al., 2006). طی تقسیم سلولی، عنصر روی نقش ضروری در پلیمریزاسیون و پایداری DNA دخیل در رشد و توسعه سلول‌های در حال رشد ریشه‌چه و ساقچه‌چه دارد (Domart et al., 2020). طول ریشه‌چه و گیاهچه در این مطالعه در برخی از تیمارهای قارچ کش و در ترکیب با عنصر روی بالاتر از شاهد‌های بدون بذرمال بود، با توجه به نقش عنصر روی در افزایش طول ریشه‌چه و گیاهچه، این احتمال وجود دارد که کاهش رشد این اندام‌ها ناشی از اثرات منفی ناشی از اعمال قارچ کش‌ها بر روی بذرها ی جو بوده است. توکلی کاخکی و بهشتی (Tavakoli Kakhki & Beheshti, 2010) گزارش کردند که استفاده از برخی قارچ کش‌ها مانند دیویدند استار می‌تواند پتانسیل فیزیولوژیک جوانه‌زنی بذرها را کاهش دهد.

شاخص‌های سرعت جوانه‌زنی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل تیمارهای مختلف قارچ کش و بذرمال روی بر شاخص ضریب سرعت جوانه‌زنی در سطح یک درصد و شاخص سرعت

یک درصد تفاوت معنی داری مشاهده شد (جدول ۲).



شکل ۶- مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای مختلف بذرمال روی و قارچ کش‌های مختلف بر شاخص ضریب سرعت جوانه‌زنی بذر جو. C-Zn: شاهد بدون بذرمال روی، Zn-Z: بذرمال روی زاگورت، Zn-K: بذرمال روی کاوین.

Fig 7- Mean comparison of interaction effects (Zn-seed treatments × fungicides) on barely seeds coefficient of velocity of germination. C-Zn: Control without Zn-seed treatment, Zn-Z: Zagorat Zn-seed treatment, Zn-K: Kavin Zn-seed treatment.

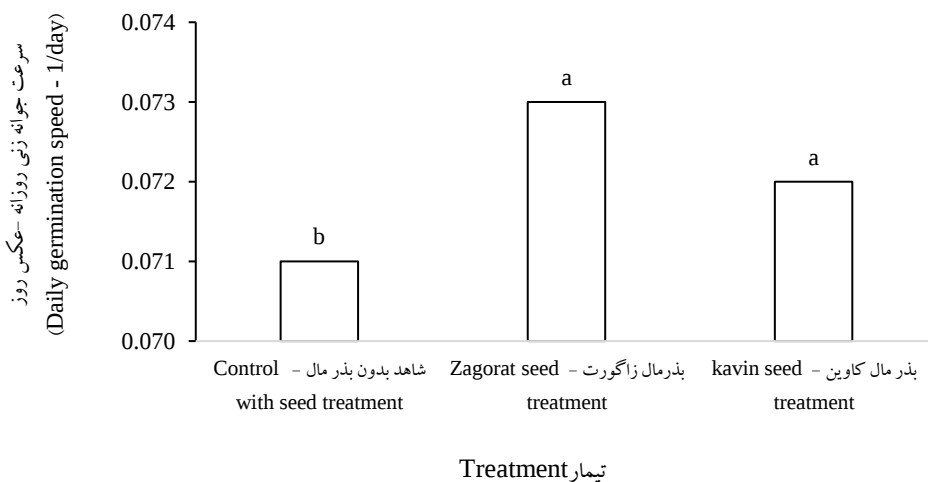
می‌رسد عنصر روی در ترکیب با سه قارچ کش اشاره شده، نقش مثبتی در افزایش سرعت جوانه‌زنی داشته است. گزارش شده است که سرعت جوانه‌زنی بالاتر پس از اعمال قارچ کش‌ها در آزمایش نشان می‌دهد که گیاهچه در برابر شرایط نامطلوب محیطی مانند آرگانیزم‌های بیماری‌زا بهتر واکنش داده و اثر منفی پاتوژن‌ها را بر توانایی جوانه‌زنی بذر کاهش می‌دهند و بذرها با سرعت بیشتری جوانه‌زنی می‌کنند (Persaud et al., 2023). افزایش سرعت جوانه‌زنی بذرها تیمار شده با قارچ کش قبل از کشت در مزرعه در نتیجه کنترل عوامل بیماری‌زای قارچی گزارش شده است (Attri et al., 2018).

پس از اعمال تیمارهای عنصر روی، کاهش تنش‌های زیستی و غیرزیستی در گیاهان را حاصل می‌کند و می‌تواند به عنوان یک محرک زیستی در افزایش سرعت جوانه‌زنی، رشد گیاهچه تاثیر بگذارد و سبب افزایش زیست توده گیاهی گردد (Donia & Carbone, 2023). در مطالعات زیادی مشخص شده

بالاترین ضریب سرعت جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی R_{50} در تیمار بذرها جو با قارچ کش راکسیل + بذرمال روی زاگورت و سپس رورال - TS + هر دو تیمار بذرمال و شاهد بدون قارچ کش + هر دو تیمار بذرمال روی ثبت گردید. کمترین سرعت جوانه‌زنی در تیمار قارچ کش رورال - TS + بدون بذرمال و قارچ کش دیویدند استار + بذرمال روی کاوین مشاهده شد. به نظر می‌رسد عنصر روی در افزایش سرعت جوانه‌زنی در ترکیب با قارچ کش راکسیل، رورال - TS و کاربوکسین تیرام دخیل باشد زیرا در تیمار شاهد نیز سرعت جوانه‌زنی بالاتری در تیمارهای بذرمال روی نسبت به شاهد مشاهده شد (شکل ۶ و ۸). با توجه به این موضوع که بالاترین مقدار سرعت جوانه‌زنی روزانه در تیمارهای بذرمال کاوین و زاگورت ثبت گردید (شکل ۷) و همچنین کمترین مقدار یکنواختی جوانه‌زنی در تیمار اصلی قارچ کش‌های کاربوکسین تیرام، راکسیل و رورال استار مشاهده شد (شکل ۹)، به نظر

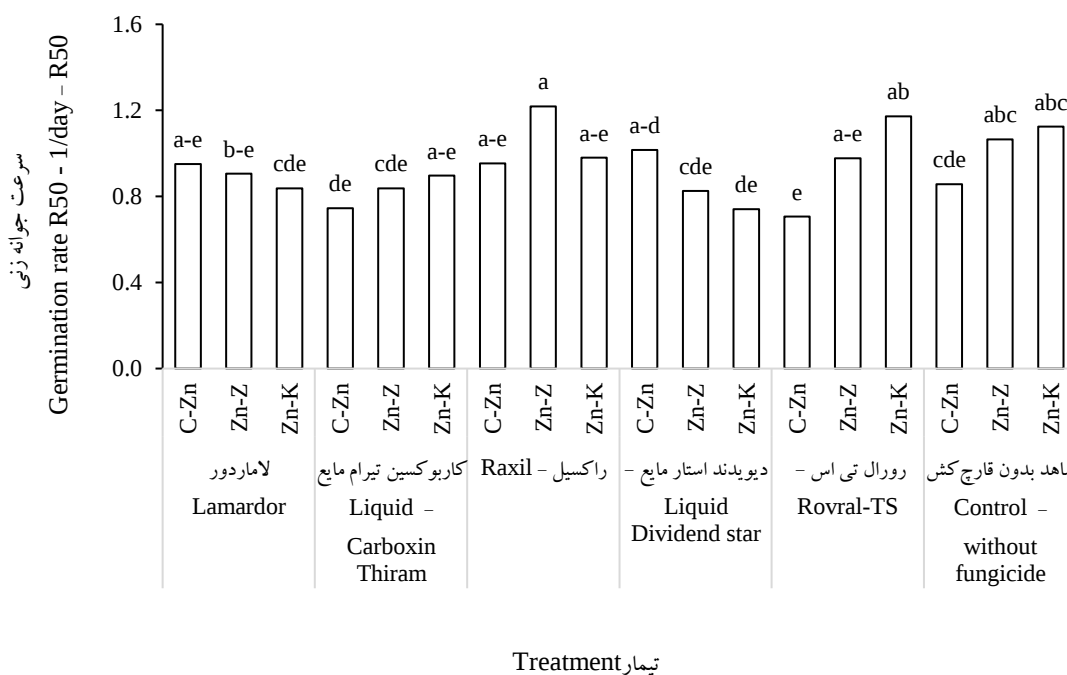
فعالیت‌های میکروبی گارانتی نماید و سبب افزایش توان گیاه در رشد و نمو گردد و سرعت رشد گیاهچه را افزایش دهد (Lin & Xing, 2007).

است که اکسید زینک علاوه بر تامین منبع مهمی از روی برای گیاهان زراعی، می‌تواند بذره‌های گیاهان لوبیا (Mahdiah et al., 2018) ذرت، سویا و نخود (Adhikari et al., 2016) را در برابر



شکل ۷- مقایسه میانگین اثر اصلی تیمارهای مختلف بذرمال روی بر شاخص سرعت جوانه‌زنی روزانه بذر جو (عکس روز).

Fig 8- Mean comparison of Zn-seed treatments effect on barely main daily germination (1/day).

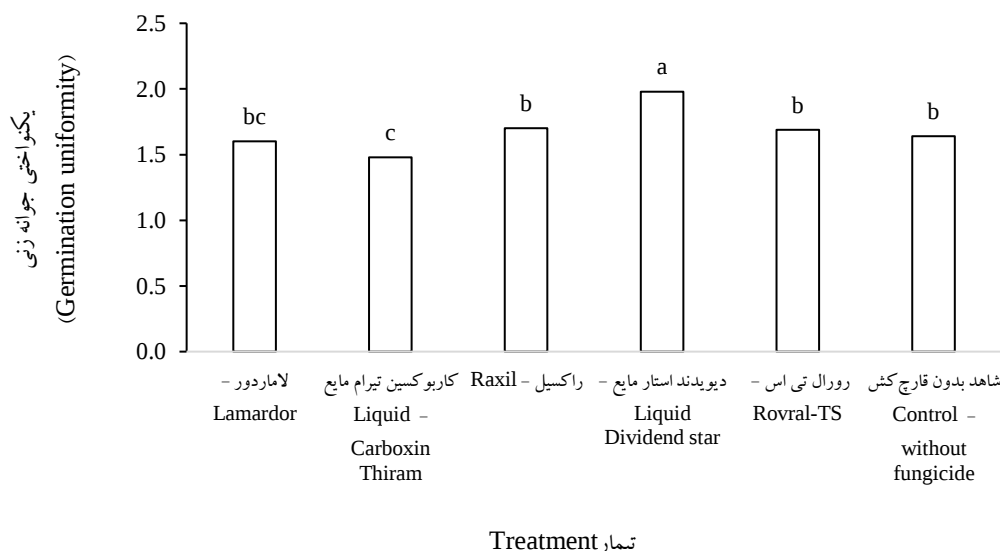


شکل ۸- مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای مختلف بذرمال روی و قارچ‌کش‌های مختلف بر شاخص سرعت جوانه‌زنی R50 بذر جو (عکس روز).

C-Zn: شاهد بدون بذرمال روی، Zn-Z: بذرمال روی زاگورت، Zn-K: بذرمال روی کاوین.

Fig 9- Mean comparison of interaction effects (Zn-seed treatments × fungicides) on barely germination rate R50 (1/day).

C-Zn: Control without Zn-seed treatment, Zn-Z: Zagorat Zn-seed treatment, Zn-K: Kavin Zn-seed treatment.



شکل ۹- مقایسه میانگین اثر اصلی قارچ کش‌های مختلف بر شاخص یکنواختی جوانه‌زنی بذر جو.

Fig 10- Mean comparison of fungicides effect on barely seeds germination uniformity.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل تیمارهای قارچ کش و بذرمال روی بر شاخص‌های مدت زمان رسیدن به ۹۰ و ۹۵ درصد جوانه‌زنی در سطح یک درصد تفاوت معنی‌داری را نشان داد (جدول ۲). بذرهاى جو پس از تیمار با قارچ کش راکسیل + بذرمال روی زایگورات به کمترین مدت زمان برای رسیدن به ۹۰ و ۹۵ درصد جوانه‌زنی نیاز داشتند، اگرچه این تیمار با سایر تیمارهای قارچ کش از جمله لاماردور، کاربوکسین تیرام، رورال - TS در ترکیب با بذرمال روی و حتی شاهد بدون بذرمال، تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. بالاترین مدت زمان رسیدن به ۹۰ و ۹۵ درصد جوانه‌زنی در تیمار با قارچ کش دیویدند استار + تیمارهای بذرمال روی مشاهده شد (شکل ۱۱ و ۱۲). در مطالعه‌ای بر روی بذرهاى گلرنگ پس از اعمال قارچ کش مشخص گردید که متوسط مدت زمان جوانه‌زنی پس از اعمال تیمارهای قارچ کش مانب و کاپتان بالا و مشابه شاهد بود اما پس از اعمال تیمارهای مانکوزب، کربوکسین تیرام و متالاکسیل کمتر از شاهد و دو قارچ کش دیگر بود (Ergin et al., 2021).

در بذرهاى چچم (*Lolium perenne* L.) پس از اعمال قارچ کش و عناصر ریز مغذی گزارش شده است که مدت زمان جوانه‌زنی پس از تیمار بذرها با هر دو فاکتور در مقایسه با شاهد

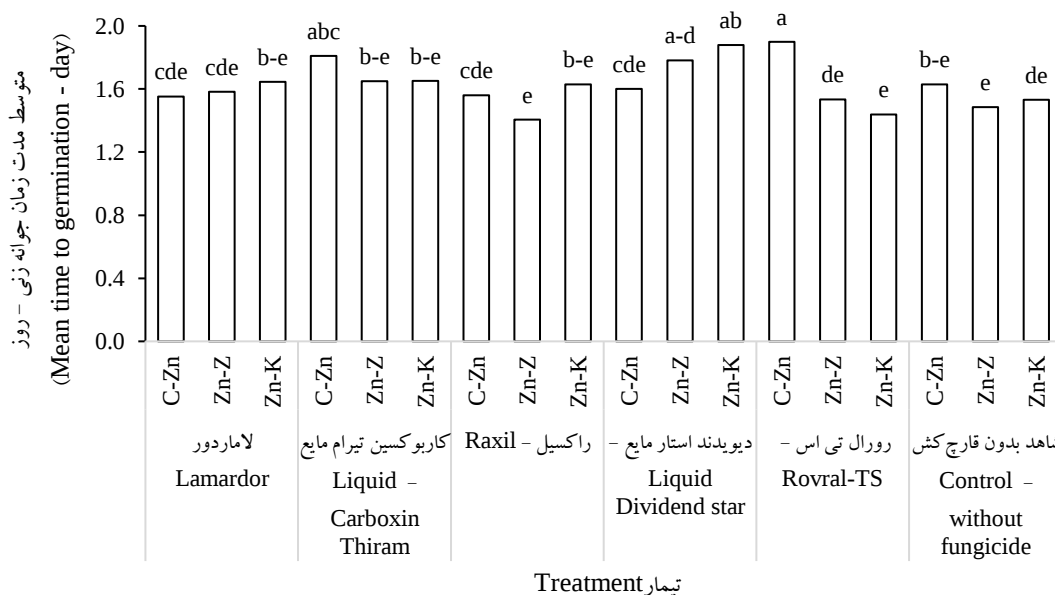
متوسط مدت زمان جوانه‌زنی - مدت زمان رسیدن به

۹۰ و ۹۵ درصد جوانه‌زنی

اثر دو فاکتور قارچ کش و بذرمال روی بر شاخص مدت زمان جوانه‌زنی در سطح یک درصد تفاوت معنی‌داری را نشان داد (جدول ۲). بذرهاى جو پس از تیمار با قارچ کش رورال - TS بدون بذرمال و تیمار با قارچ کش دیویدند استار + بذرمال روی زاگورت، بیشترین متوسط مدت زمان برای جوانه‌زنی را نیاز داشتند. نکته حائز اهمیت این بود که در تیمارهای بدون قارچ کش، رورال-TS و کاربوکسین تیرام، اعمال تیمارهای بذرمال روی سبب کاهش متوسط مدت زمان جوانه‌زنی گردید (شکل ۱۰). بذرهاى جو پس از تیمار با شرایط بدون قارچ کش + بذرمال روی کاوین و زاگورت، قارچ کش رورال - TS + بذرمال روی کاوین و زاگورت، راکسیل + بذرمال روی کاوین و زاگورت کمترین مدت زمان برای جوانه‌زنی نیاز داشتند. با توجه به نتایج تیمار شاهد بدون قارچ کش + بذرمال روی و کاهش مدت زمان جوانه‌زنی نسبت به شاهد بدون قارچ کش، عنصر روی توانسته است این مدت زمان را کاهش دهد و دو قارچ کش رورال - TS و راکسیل ترکیب مناسبی با تیمارهای روی از حیث این تیمار باشد و سه ترکیب قارچ کش و بذرمال، لاماردور و دیویدند استار سبب کاهش این مدت زمان نشده است (شکل ۱۰).

مطابقت دارد (Jakusek et al., 2020).

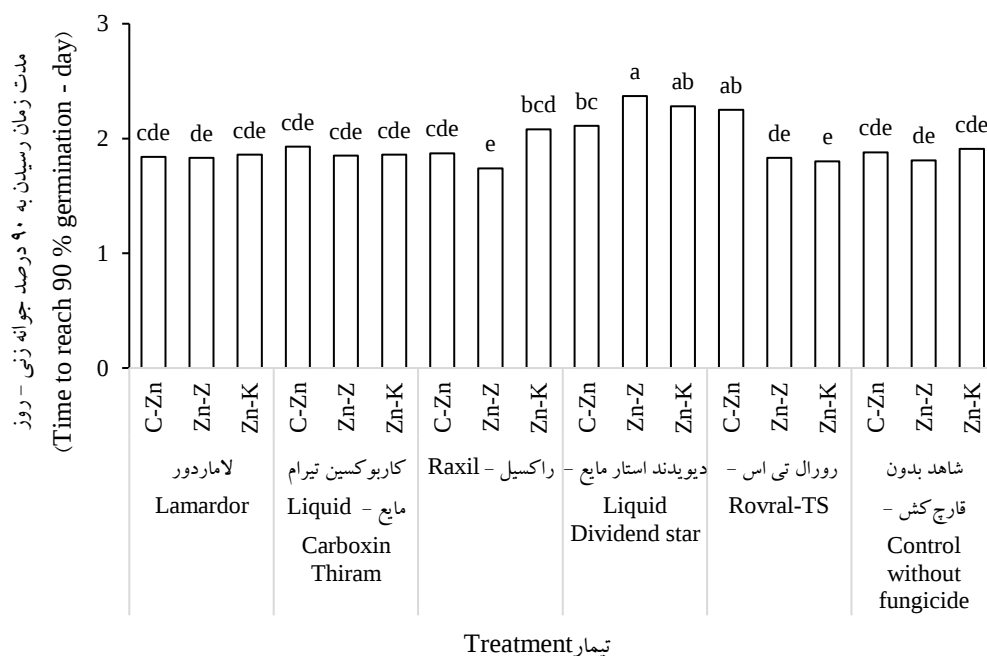
افزایش یافت و زمانی که تنها عناصر ریز مغذی بر روی بذرها اعمال گردید، این مدت زمان کاهش یافت که با نتایج این مطالعه



شکل ۱۰- مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای مختلف بذرمال روی و قارچ کش‌های مختلف بر شاخص متوسط مدت زمان جوانه‌زنی بذر جو (روز).

C-Zn: شاهد بدون بذرمال روی، Zn-Z: بذرمال روی زاگورت، Zn-K: بذرمال روی کاوین.

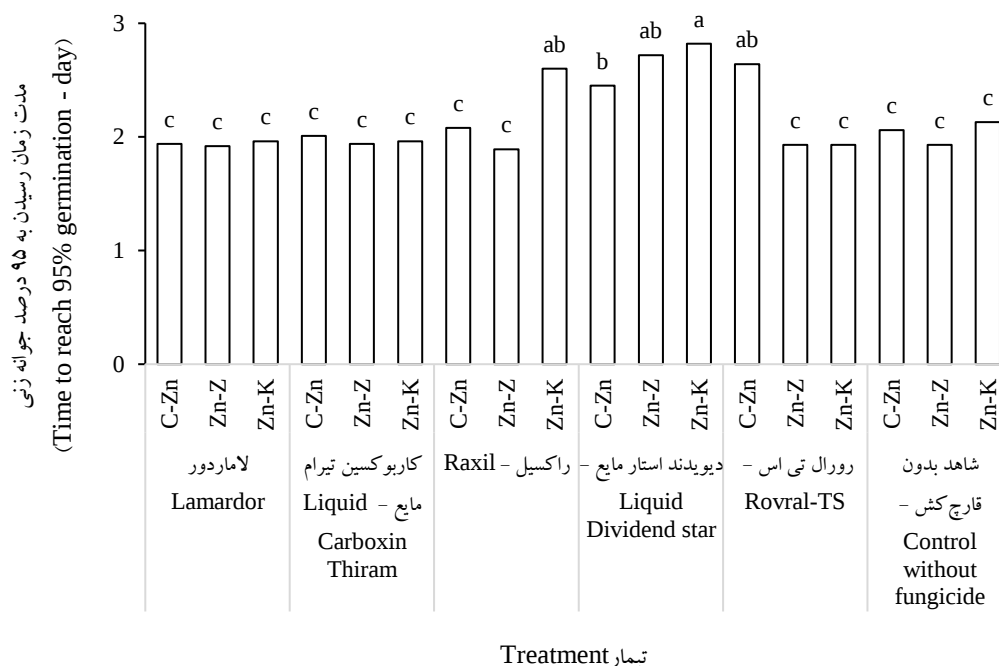
Fig 6- Mean comparison of interaction effects (Zn-seed treatments × fungicides) on barely seeds mean time to germination (day). C-Zn: Control without Zn-seed treatment, Zn-Z: Zagorat Zn-seed treatment, Zn-K: Kavin Zn-seed treatment.



شکل ۱۱- مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای مختلف بذرمال روی و قارچ کش‌های مختلف بر شاخص مدت زمان رسیدن به ۹۰ درصد جوانه‌زنی بذر جو (روز).

C-Zn: شاهد بدون بذرمال روی، Zn-Z: بذرمال روی زاگورت، Zn-K: بذرمال روی کاوین.

Fig 11- Mean comparison of interaction effects (Zn-seed treatments × fungicides) on barely time to reach 90% germination (day). C-Zn: Control without Zn-seed treatment, Zn-Z: Zagorat Zn-seed treatment, Zn-K: Kavin Zn-seed treatment.



شکل ۱۲- مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای مختلف بذرمال روی و قارچ کش‌های مختلف بر شاخص مدت زمان رسیدن به ۹۵ درصد جوانه‌زنی بذر جو (روز).
C-Zn: شاهد بدون بذرمال روی، Zn-Z: بذرمال روی زاگورت، Zn-K: بذرمال روی کاوین.

Fig 12- Mean comparison of interaction effects (Zn-seed treatments × fungicides) on barely time to reach 95% germination (day).
C-Zn: Control without Zn-seed treatment, Zn-Z: Zagorat Zn-seed treatment, Zn-K: Kavin Zn-seed treatment.

شاخص‌های جوانه‌زنی همواره سبب افزایش طول‌ریشه‌چه و گیاهچه و شاخص طولی بنیه گیاهچه شدند. براساس نتایج به دست آمده به نظر می‌رسد عنصر روی نقش مهم بالاتری در افزایش سرعت جوانه‌زنی داشته است زیرا همواره بذره‌ای جو در تیمار با سه قارچ کش مذکور توام با تیمارهای بذرمال روی سبب افزایش سرعت جوانه‌زنی شده است و بذره‌ای جو پس از اعمال تیمارهای بذرمال روی به مدت زمان کمتری برای رسیدن به حداکثر جوانه‌زنی نیاز داشتند. به نظر می‌رسد دو قارچ کش دیویدند استار و لاماردور نسبت به سه قارچ کش مذکور در ترکیب با تیمارهای بذرمال، کمتر توانستند شاخص‌های جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه را بهبود ببخشند و اثر منفی را بر برخی از این شاخص‌ها اعمال کردند. بنابراین استفاده از این دو قارچ کش در تیمارهای بذرمال روی با شرایط توصیف شده در این مطالعه توصیه نمی‌گردد. پیشنهاد می‌گردد به‌ویژه از دو قارچ کش رورال-TS و کربوکسین تیرام توام با تیمارهای بذرمال روی کاوین و زاگورت برای بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه جو استفاده گردد.

در مطالعه دیگری مشخص شده است که تیمار قارچ کش تنها در زمانی که بذرها آلوده باشند سبب بهبود جوانه‌زنی و افزایش سرعت در جوانه‌زنی می‌گردد و به نظر می‌رسد تیمار قارچ کش دیویدند با بذره‌ای جو در ترکیب با تیمار بذرمال نتوانسته است سبب کاهش مدت زمان جوانه‌زنی گردد (Tavakoli Kakhki & Beheshti, 2010).

نتیجه‌گیری نهایی

در این مطالعه دو اثر مهم عناصر ریزمغذی و قارچ‌کش‌های مرسوم در کشور در کیفیت فیزیولوژیک گیاه استراتژیک جو بررسی شد. شاخص‌های فیزیولوژیک مختلفی از گیاه جو در مرحله اولیه رشد (جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه) مورد ارزیابی قرار گرفت. در مجموع نتایج این مطالعه نشان داد که قارچ‌کش‌های رورال-TS، کربوکسین تیرام و راکسیل نسبت به دو قارچ‌کش دیگر دیویدند استار و لاماردور در ترکیب با بذرمال روی کاوین و زاگورت، شاخص‌های جوانه‌زنی را به میزان بیشتری بهبود دادند. این سه قارچ‌کش در ترکیب با تیمارهای روی در بیشتر

سپاسگزاری

نویسندگان این مقاله مراتب تقدیر از همکاران مزرعه و آزمایشگاه کیفی بذر موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال را به عمل می آورند. لازم بذکر است که این یافته حاصل گزارش نهایی به شماره مصوب ۹۵۱۰۴۲-۱۹-۰۸-۰۸-۰۷ موسسه می باشد.

تعارض منافع

نویسندگان این مقاله اعلام می دارند که هیچ گونه تعارض منافی در رابطه با نگارش و یا انتشار این مقاله ندارند.

References

- Domart, F., Cloetens, P., Roudeau, S., Carmona, A., Verdier, E., Choquet, D., & Ortega, R. (2020). Correlating STEM and synchrotron nano-imaging unveils co-segregation of metals and cytoskeleton proteins in dendrites. *eLife*, 9, e62334. <https://doi.org/10.7554/eLife.62334>
- Donia, D. T., & Carbone, M. (2023). Seed priming with zinc oxide nanoparticles to enhance crop tolerance to environmental stresses. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(21), 17612. <https://doi.org/10.3390/ijms242417612>
- Du, W., Sun, Y., Ji, R., Zhu, J., Wu, J., & Guo, H. (2011). TiO₂ and ZnO nanoparticles negatively affect wheat growth and soil enzyme activities in agricultural soil. *Environmental Monitoring and Assessment*, 13, 822–828. <https://doi.org/10.1007/s10661-011-1844-6>
- Ergin, N., Kulan, E. G., & Demir Kaya, M. (2021). The effects of fungicidal seed treatments on seed germination, mean germination time, and seedling growth in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 35(2), 139–143. <https://doi.org/10.15316/SJAFS.2021.240>
- Farooq, M., Amanullah, R. A., Nawaz, A., Nadeem, A., Wakeel, A., Nadeem, F., & Siddique, K. H. M. (2018). Application of zinc improves the productivity and biofortification of fine grain aromatic rice grown in dry-seeded and puddled-transplanted production systems. *Field Crops Research*, 216, 53–62. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2017.11.004>
- Ghaderi-Far, F., & Soltani, A. (2014). Seed testing and control. *Publications University of Mashhad*.
- Gogna, R., Shee, K., & Moreno, E. (2015). Cell competition during growth and regeneration. *Annual Review of Genetics*, 49, 697–718. <https://doi.org/10.1146/annurev-genet-112414-055214>
- Hampton, J. G., & Hill, M. J. (2002). Seed quality and New Zealand's native plants: An unexplored relationship? *New Zealand Journal of Botany*, 40(3), 357–364. <https://doi.org/10.1080/0028825X.2002.9512796>
- Iwuagwu, C. C., Ozofor, P. C., Aguwa, U. O., Iheaturu, D. E., Apalowo, O. A., Ejiofor, M. E., & Iwu, D. C. (2023). Effects of variety and fungicides on germination percentage and seedling vigor of rice (*Oryza sativa* L.) seeds. *International Journal of Food Science and Agriculture*, 7(1), 85–94. <https://doi.org/10.26855/ijfsa.2023.03.013>
- Jakusek, M., Brennenstul, M., Markowska, J., Wolski, K., & Sobol, L. (2020). Effect of a micronutrient fertilizer and fungicide on the germination of perennial ryegrass seeds (*Lolium perenne* L.) in field conditions. *Agronomy*, 10(12), 1978. <https://doi.org/10.3390/agronomy1012197>
- Adhikari, T., Kundu, S., & Rao, A. S. (2016). Zinc delivery to plants through seed coating with nano-zinc oxide particles. *Journal of Plant Nutrition*, 39(1), 139–149. <https://doi.org/10.1080/01904167.2015.1087562>
- Anonymous. (2022). *ISTA: International rules for seed testing*. International Seed Testing Associations.
- Anonymous. (2023). *Agricultural statistics in 2022 year: Field crops* (1st ed., pp. 1–103).
- Attri, V., Pant, K. S., & Tiwari, P. (2018). Effect of seed size and pre-sowing treatment on germination of some important trees—a review. *Research Journal of Chemical and Environmental Sciences*, 6(1), 104–113.
- Ayesha, M. S., Suryanarayanan, T. S., Nataraja, K. N., Prasad, S. R., & Shaanker, R. U. (2021). Seed treatment with systemic fungicides: Time for review. *Frontiers in Plant Science*, 12, 654512. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.654512>
- Binsfeld, J. A., Barbieri, A. P. P., Huth, C., Cabrera, I. C., & Henning, L. M. M. (2014). Use of bioactivator, biostimulant, and nutrient complex in soybean seeds. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 44(1), 88–94. <https://doi.org/10.1590/S1983-40632014000100010>
- Broadley, M., Brown, P., Cakmak, I., Rengel, Z., & Zhao, F. (2011). Function of nutrients: Micronutrients. In P. Marschner (Ed.), *Marschner's mineral nutrition of higher plants* (3rd ed., pp. 135–166). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384905-2.00007-8>
- Cakmak, I. (2008). Enrichment of cereal grains with zinc: Agronomic or genetic biofortification? *Plant and Soil*, 302(1–2), 1–17. <https://doi.org/10.1007/s11104-007-9466-3>
- Chasapis, C. T., Loutsidou, A. C., Spiliopoulou, C. A., & Stefanido, M. E. (2011). Zinc and human health: An update. *Archives of Toxicology*, 86(3), 521–534. <https://doi.org/10.1007/s00204-011-0775-1>

- Lamichhane, J. R., You, M. P., Laudinot, V., Barbetti, M. J., & Aubertot, J. N. (2020). Revisiting sustainability of fungicide seed treatments for field crops. *Plant Disease*, 104(3), 610–623. <https://doi.org/10.1094/PDIS-06-19-1157-FE>
- Lin, D. H., & Xing, B. S. (2007). Phytotoxicity of nanoparticles: Inhibition of seed germination and root growth. *Environmental Pollution*, 150, 243–250. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2007.01.016>
- Ludwig, Y., & Slamet-Loedin, I. H. (2019). Genetic biofortification to enrich rice and wheat grain iron: From genes to product. *Frontiers in Plant Science*, 10, 833. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00833>
- Lugtenberg, B. J., Caradus, J. R., & Johnson, L. J. (2016). Fungal endophytes for sustainable crop production. *FEMS Microbiology Ecology*, 92, fiw194. <https://doi.org/10.1093/femsec/fiw194>
- Machado, C. G., Silva, G. Z. D., Cruz, S. C. S., Anjos R. C. L. D., Silva, C. L., Matos, L. F. L. D., & Smaniott, A. O. (2023). Germination and vigor of soybean and corn seeds treated with mixed mineral fertilizers. *Plants*, 12(2), 338. <https://doi.org/10.3390/plants12020338>
- Mahdieh, M., Sangi, M. R., Bamdad, F., & Ghanem, A. (2018). Effect of seed and foliar application of nano-zinc oxide, zinc chelate, and zinc sulphate rates on yield and growth of pinto bean (*Phaseolus vulgaris*) cultivars. *Journal of Plant Nutrition*, 41(13), 2401–2412. <https://doi.org/10.1080/01904167.2018.1510517>
- Marcondes, M., Andreoli, C., & Miglioranza, E. (2011). Viability equation to determine the longevity of fungicide-treated seeds of wheat stored in a conventional warehouse. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 33(4), 539–544. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v33i3.6455>
- Marschner, H. (1996). *Mineral nutrition of higher plants* (2nd ed.). Academic Press.
- Nikkhah, H. R., Yousefi, A., Qazvini, H., Sorkhi, B., Jasemi, S-Sh., Patpour, M., Taheri, M., et al. (2018). Goharan, A new terminal drought-tolerant barley cultivar with high water use productivity for cultivation in the moderate agro-climate zone of Iran. *Research Achievements for Field and Horticultural Crops*, 7(1), 83–95. <https://doi.org/10.22092/rafhc.2018.116849.1111>
- Nissar, R., Zahida, R., Kanth, R. H., Manzoor, G., Shafeeq, R., Ashaq, H., Waseem, R., Bhat, R. A., Bhat, M. A., & Tahir, S. (2019). Agronomic biofortification of major cereals with zinc and iron: A review. *Agricultural Reviews*, 40(1), 21–28. <https://doi.org/10.18805/ag.R-1860>
- Orchard, T. (1977). Estimating the parameters of plant seedling emergence. *Seed Science and Technology*, 5(1), 61–69. <https://doi.org/10.2298/SSAT7701061O>
- Ozturk, L., Yazici, M. A., Yucel, C., Torun, A., Cekic, C., Bagci, A., Ozkan, H., Braun, H. J., Sayers, Z., & Cakmak, I. (2006). Concentration and localization of zinc during seed development and germination in wheat. *Physiologia Plantarum*, 128(1), 144–152. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.2006.00737.x>
- Persaud, R., Gilkes, J., Gowan, D., Singh, N., Persaud, D. A., Charles, E., & Subramanian, G. (2023). Influence of fungicidal seed treatments against pathogen complex found on paddy seed and their effects on seedling germination, growth, and plant vigor. *Journal of Sustainable Development*, 16(4), 100–115. <https://doi.org/10.5539/jsd.v16n4p100>
- Pimentao, A. R., Cuco, A. P., Pascoal, C., Cassio, F., & Castro, B. B. (2024). Current trends and mismatches on fungicide use and assessment of the ecological effects in freshwater ecosystems. *Environmental Pollution*, 347, 123678. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2024.123678>
- Ranal, M., & De Santana, D. G. (2006). How and why to measure the germination process? *Revista Brasileira de Botanica*, 29(1), 1–11. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042006000100002>
- Rehman, A., Farooq, M., Nawaz, A., Al-Sadi, A. M., Al-Hashmi, K. S., Nadeem, F., & Ullah, A. (2018). Characterizing bread wheat genotypes of Pakistani origin for grain zinc biofortification potential. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98, 4824–4836. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9010>
- Rehman, H., Aziz, T., Farooq, M., Wakeel, A., & Rengel, Z. (2012). Zinc nutrition in rice production systems: A review. *Plant and Soil*, 361(1), 203–226. <https://doi.org/10.1007/s11104-012-1346-9>
- Rossini, A., Ruggeri, R., & Rossini, F. (2024). Discriminating among alternative dressing solutions for cereal seed treatment: Effect on germination and seedling vigor of durum wheat. *International Journal of Plant Biology*, 15, 230–241. <https://doi.org/10.3390/ijpb15020019>
- Rothrock, C. S., Winters, S. A., Miller, P. K., Gbur, E., Verhalen, L. M., & Greenhagen, B. E. (2012). Importance of fungicide seed treatment and environment on seedling diseases of cotton. *Plant Disease*, 96(7), 1805–1817. <https://doi.org/10.1094/PDIS-01-12-0031-SR>
- Safari Motlagh, M., Farokhzad, R., Kaviani, M., Kulus, B., & Endophytic, D. (2022). Fungi as potential biocontrol agents against *Sclerotium rolfsii* Sacc.—the causal agent of peanut white stem rot disease. *Cells*, 11(17), 2643. <https://doi.org/10.3390/cells11172643>
- Singh, B., Natesan, S. K. A., Singh, B. K., & Usha, K. (2003). Improving zinc efficiency of cereals under zinc deficiency. *Current Science*, 88(1), 36–44.

Soltani, A., & Maddah, V. (2010). Simple, applied programs for education and research in agronomy. *Shahid Beheshti University Press*. [In Persian]

Steinberg, G., & Gurr, S. J. (2020). Fungi, fungicide discovery, and global food security. *Fungal Genetics and Biology*, 144, 103476. <https://doi.org/10.1016/j.fgb.2020.103476>

Tavakoli Kakhki, H. R., & Beheshti, A. R. (2010). Wheat seed treatment and its effect on seed vigor indices from a bioenvironmental aspect. *Agricultural Ecology*, 2, 168–174. [In Persian]

Ullah, A., Farooq, M., Hussain, M., Ahmad, R., & Wakeel, A. (2019). Zinc seed coating improves emergence and seedling growth in desi and kabuli chickpea types but shows toxicity at higher concentration. *International Journal of Agriculture and Biology*, 21, 553–559. <https://doi.org/10.17957/IJAB/15.0928>

Veena, M., & Puthur, J. T. (2022). Seed nutrimpriming with zinc is an apt tool to alleviate malnutrition. *Environmental Geochemistry and Health*, 44, 2355–2373. <https://doi.org/10.1007/s10653-021-01054-2>