xxxx, xx (x), xx-xx https://doi.org/10.22092/ijsst.2024.365672.1526

Seed Science Society of Iran

Seed and Plant Certification and Registration Institute

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 Fesharaki[2]

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. (xxxx). Fungicide and Zn-seed Treatments Evaluation on Germination Indices of Barely Cv. Goharan Seeds. *Iranian Journal of Seed Science and Technology*, xxxx, xx (x), xx-xx. https://doi.org/10.22092/ijsst.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.

دوره XX، شماره X، صفحات X-X
https://doi.org/10.22092/ijsst.2024.365672.1526

نشریه علوم و فناوری بذر ایران

ISSN: 2588-4638

مقاله پژوهشی

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

مهران شرفی‌زاد[1]*، شهلا هاشمی فشارکی[2]

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.

چکیده

به منظور ارزیابی جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه بذرهای جو رقم گوهران در تیمار با روی و قارچ‌کش‌ها، مطالعه‌ای بر پایه فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. تیمارهای مورد ارزیابی شامل شش تیمار قارچ‌کش دیویدند استار (۲ در هزار)، کاربوکسین تیرام (۲/۵ در هزار)، راکسیل (تبوکونازول، ۰/۵در هزار)، لاماردو (۰/۲ در هزار)، رورال-TS (۲/۵ در هزار) و فاقد قارچ‌کش، و سه تیمار بذرمال‌روی شامل روی‌کاوین، روی‌زاگورت و بدون بذرمال روی بودند. درصد جوانه‌زنی بذر پس از اعمال دو تیمار بذرمال روی در حدود دو درصد کمتر از شاهد بود. طول ریشه‌چه (۱۲ درصد)، ساقه‌چه (۲۰ درصد) و گیاهچه (۱۳ درصد) در تیمارهای بذرمال روی در ترکیب با رورال-TS و کربوکسین تیرام بالاتر از مقدار آن در تیمارهای بذرمال روی با قارچ‌کش دیویدند استار مشاهده شد. به جز دیویدند استار، دیگر قارچ‌کش‌ها پاسخی مشابه با تیمار شاهد بر شاخص بنیه طولی گیاهچه نشان دادند. بالاترین سرعت جوانه‌زنی R_{50} (در حدود ۱/۲۰) در تیمارهای توام قارچ‌کش‌های 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 قارچ‌کش دیویدنداستار و لاماردور سرعت جوانه‌زنی R_{50} (در حدود ۱/۰۱) کمتری نسبت به شاهد (۱/۰۶ تا ۱/۱) داشتند. استفاده از این دو قارچ‌کش در تیمارهای بذرمال روی با شرایط توصیف شده در این مطالعه توصیه نمی‌گردد. پیشنهاد می‌گردد از قارچ‌کش‌های رورال-TS و کربوکسین تیرام با تیمارهای بذرمال روی کاوین و زاگورت برای بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه جو استفاده گردد.

اطلاعات مقاله

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

نحوه استناد به این مقاله:
Sharafizad, M. & Hashemi Fesharaki, SH. (xxxx). Fungicide and Zn-seed Treatments Evaluation on Germination Indices of Barely Cv. Goharan Seeds. *Iranian Journal of Seed Science and Technology*, xxxx, xx (x), xx-xx. https://doi.org/10.22092/ijsst.2024.365672.1526

مقدمه

کیفیت بذرها تحت تاثیر چهار ویژگی کیفیت ژنتیکی، کیفیت فیزیولوژیکی (جوانه‌زنی و بنیه)، کیفیت فیزیکی (عاری بودن از سایر گیاهان و علف‌های هرز) و کیفیت سلامت (عاری بودن از بیماری‌ها) تعیین می‌گردد (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 می‌شود که عبارتند از الف) فناوری‌های 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 بهبوددهنده های زیستی در مطالعات بسیاری مشخص شده است که تیمارهای بذری با عناصر ریزمغذی می‌تواند 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 آنزیم‌ها و متابولیسم نیتروژن تاثیرگذار است. کمبود عنصر روی بر سنتز و حفاظت از اکسین‌ها، هورمون‌های گیاهی دخیل در رشد، نمو گیاهچه و کاهش پنجه‌ها 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، محلول‌پاشی بر برگ و یا تیمارهای بذرمال انجام می‌شود. کمبود عناصر ریزمغذی در خاک در اثر بارندگی‌های زیاد و یا کاربرد کودهای که منجر به کاهش عملکرد می‌گردند، اتفاق می‌افتد (Farooq et al., 2018). در گیاهان غلات مشخص شده است که بیشترین غلظت عنصر روی در نتیجه جذب آن پس از گلدهی توسط ریشه‌ها است، از این رو اعمال تیمار های مکمل روی نقش مهمی در عملکرد و محتوای عنصر روی در دانه دارد (Rehman et al., 2012). محلول پاشی از سایر روش‌ها نتایج بهتری را حاصل نموده است، اما به دلیل هزینه‌های 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 می‌شود تا مشکلات ناشی از کوددهی عناصر ریزمغذی و قرار نگرفتن به مقدار مناسب در اختیار گیاه در زمان‌های حیاتی به حداقل برسد و این عناصر به ویژه در زمان جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه به میزان کافی می‌تواند در اختیار گیاهچه در حال رشد قرار بگیرد (Machado et al., 2023). مشخص شده است که تیمار بذرمال روی سبب بهبود رشد اولیه گیاهچه می‌شود و در ادامه رشد گیاه می‌تواند 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 جوانه‌زنی، یکنواختی سبز مزرعه و تضمین تغذیه در مراحل اولیه رشد که کمک به توسعه سیستم ریشه می‌کند، می‌باشد. نقش عنصر روی در جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه نیز گزارش شده است اما نقش منفی آن عنصر در ممانعت از جوانه‌زنی بذر و رشد ریشه درنتیجه استفاده از آن در غلظت اکستریم، مشاهده شده است (Du et al., 2011).

سلامت بذرها و کنترل عوامل بیماری‌زای بذرزاد و خاک زاد، و در مجموع میکروکلیمای اطراف بذر بر کیفیت فیزیولوژیک بذرها تاثیرگذار است. برای مثال در گیاه جو بیماری سیاهک آشکار جو یکی از مهمترین بیماری‌های بذرزاد است که قارچ‌کش‌های کربوکسین تیرام و راکسیل با دز ۱۵۰ میلی‌لیتر به ازای ۱۰۰ کیلوگرم بذر جو برای کنترل این بیماری پیشنهاد شده است. یکی دیگر از بیماری‌های مهم گیاه بیماری لکه قهوه‌ای نواری جو است که برای کنترل آن، قارچ‌کش رورال TS پیشنهاد شده است (Lamichhane et al., 2020). معمولاً در فرایند تولید بذر پس از برداشت و فرایند بوجاری مساله ضدعفونی بذر مطرح می شود. در سال‌های اخیر استفاده از انواع قارچ‌کش‌ها جهت کنترل بیماری‌های بذرزاد، به‌طور فزاینده‌ای افزایش یافته است (Pimentao et al., 2024). مدیریت قارچ‌های بیماری‌زای بذر و خاک زاد با استفاده از قارچ‌کش‌ها در حفظ امنیت غذایی جوامع بشری از اهمیت بسزایی برخوردار است (Steinberg & Gurr,

In Press

2020). 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 مطلوب‌تر 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 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 زنگ 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 درنتیجه زمان اعمال و دز مصرفی بر کیفیت فیزیولوژیک بذرها مهم تلقی می‌گردد. درنتیجه 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، بنیه و رشد اولیه گیاهچه تعیین گردد.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی جوانه‌زنی و بنیه 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 قارچ کش مصرفی در جدول یک ارائه شده است. لازم به ذکر است بذرهای شاهد در این مطالعه فاقد تیمار قارچ‌کش و بذرمال روی بودند.

In Press

جدول ۱- مشخصات قارچ‌کش‌های مورد مطالعه.

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

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

ابتدا بذرهای جو را با قارچ‌کش‌های مختلف با دزهای توصیه شده با دستگاه ضدعفونی کننده موجود در کارگاه فرآوری بذر ضدعفونی نموده و سپس تیمارهای مختلف روی را به میزان توصیه شده شرکت‌های 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 بذرها پاشیده و مخلوط شدند تا کاملاً آغشته و پس از خشک شدن بذر برای انجام آزمایش‌ها آماده شدند.

به منظور ارزیابی جوانه‌زنی استاندارد بذرهای جو در تیمارهای مختلف، تعداد ۴۰۰ عدد بذر (چهار تکرار ۱۰۰ بذری) از هر تیمار در بستر کشت بین کاغذی (دو لایه کاغذ صافی) قرار گرفت و هشت میلی‌لیتر آب مقطر به هر ظرف پتری شیشه‌ای با قطر ۱۵ سانتی‌متر اضافه گردید. سپس ظرف‌های پتری کشت شده به درون انکوباتور به مدت ۷ روز در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد تا پایان زمان آزمایش انتقال یافتند (Anonymous, 2022). خروج ریشه‌چه به میزان دو میلی‌متر یا بیشتر به عنوان معیار جوانه‌زنی محسوب گردید (Ghaderi-Far & Soltani, 2014). در پایان دوره اجرای آزمون جوانه‌زنی استاندارد تعداد گیاهچه‌های عادی و غیرعادی بر مبنای معیارهای انجمن بین المللی آزمون بذر تعیین گردید (Anonymous, 2022). شمارش روزانه بذرهای جوانه زده تا پایان روز آزمایش ثبت شد. شاخص‌های مختلفی با استفاده از داده‌ها به‌دست آمد که از جمله می‌توان به سرعت جوانه‌زنی (R_{50})، یکنواختی جوانه‌زنی[1]، مدت زمان تا رسیدن به ۹۰ درصد (D_{90})، ۹۵ درصد (D_{95}) با استفاده از نرم افزار Germin ثبت شد (Soltani & Maddah, 2010).

متوسط مدت زمان جوانه‌زنی[2] (MTG) که شاخصی از سرعت جوانه‌زنی است با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید (Ranal, & De Santana, 2006).

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

که در آن Ni تعداد بذرهای جوانه‌زده در روز iام و Di تعداد ساعت‌ها از شروع آزمون (هنگام کشت) تا شمارش iام (پایان دوره آزمون) و N تعداد کل بذرهای جوانه‌زده است.

سرعت جوانه‌زنی روزانه[3] عکس متوسط جوانه‌زنی روزانه است که از رابطه زیر محاسبه گردید.

$$DGS = \frac{1}{MDG}$$ (رابطه ۲)

ضریب سرعت جوانه‌زنی[4] که مشخصه سرعت روند جوانه‌زنی می‌باشد از رابطه زیرمحاسبه شد.

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

[1] Germination uniformity
[2] Mean time to germination
[3] Daily germination speed
[4] Coefficient of velocity of germination

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

تعداد ۱۰ گیاهچه از هر تیمار شمارش و طول ریشه‌چه و 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 میلی‌گرم ثبت گردید. شاخص وزنی و طولی بنیه گیاهچه نیز براساس رابطه (۴ و ۵) محاسبه شد (Orchard, 1977).

رابطه (۴) = شاخص وزنی بنیه گیاهچه

(میلی‌گرم) وزن خشک گیاهچه × درصد گیاهچه عادی

رابطه (۵) = شاخص طولی بنیه گیاهچه

(سانتی‌متر) 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 بذر و بنیه گیاهچه جو تحت تیمارهای بذرمال روی و قارچ‌کش‌ها نشان داد که اثرمتقابل تیمارهای مختلف قارچ‌کش و بذرمال روی بر شاخص‌های درصد گیاهچه عادی، شاخص وزنی بنیه گیاهچه و وزن خشک گیاهچه تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۲).

درصد جوانه‌زنی نهایی

اثر متقابل تیمارهای مختلف قارچ‌کش 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 دردسترس 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).

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) شاخص‌های جوانه‌زنی بذر جو تحت تیمارهای مختلف قارچ‌کش 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 بنیه گیاهچه Seedling length vigor index	شاخص وزنی بنیه گیاهچه Seedling weight vigor index
قارچ‌کش (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.

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

In Press

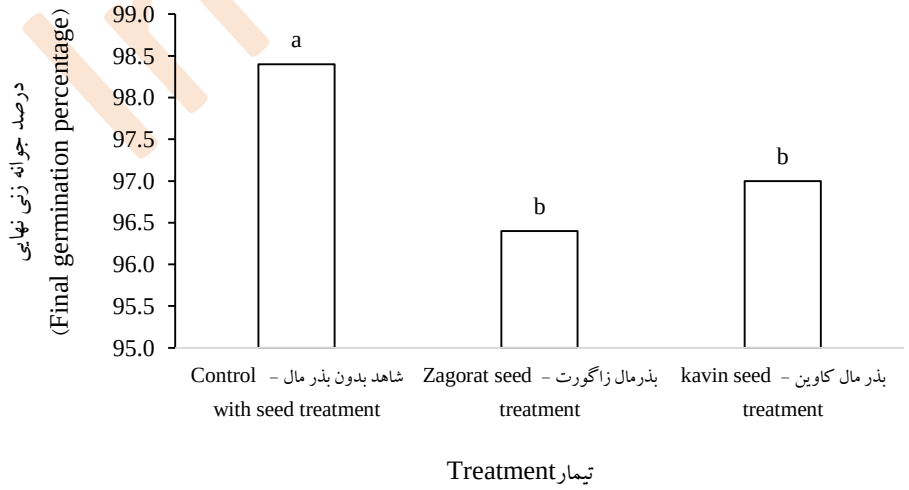
ادامه جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) شاخص‌های جوانه‌زنی بذر جو تحت تیمارهای مختلف قارچ‌کش و بذرمال روی.

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}	یکنواختی جوانه‌زنی Germination uniformity	متوسط 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})
قارچ‌کش (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
ضریب تغییرات C.V.		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.



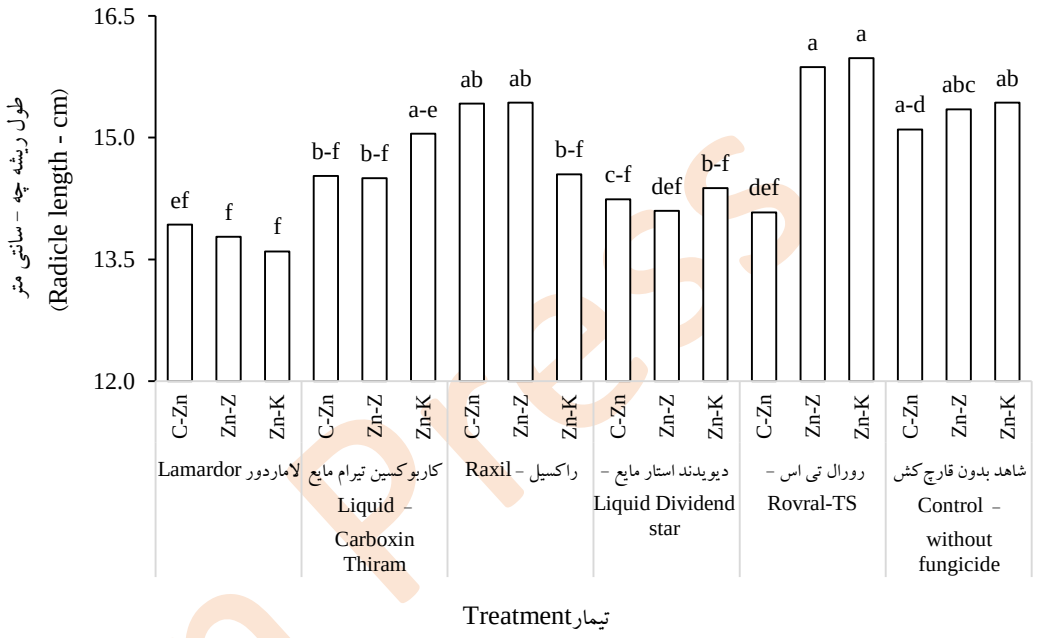
شکل ۱- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف بذرمال روی بر درصد جوانه‌زنی نهایی بذر جو.

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

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

In Press

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 بذرمال روی محتمل است ناشی از شرایط آزمایش باشد. در مطالعه دیگری مشخص گردید که نقش عناصر ریزمغذی و ریزمحرک 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 ممانعت کننده در جوانه‌زنی را بروز می‌دهند (Binsfeld et al., 2014).



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

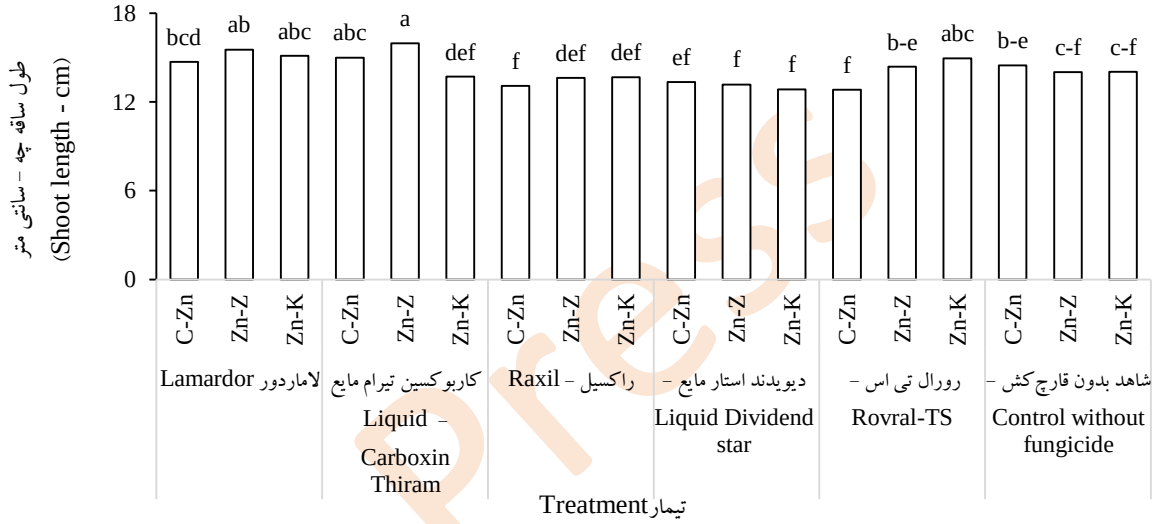
Fig 2- Mean comparison of interaction effects (Zn-seed treatments × fungicides) on barely seed radicle length (cm).
C-Zn: Control without Zn-seed treatment, Zn-Z: Zagorat Zn-seed treatment, Zn-K: Kavin Zn-seed treatment.

طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه

اثر متقابل تیمارهای مختلف قارچ‌کش و بذرمال 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 بذرمال روی کاوین و زاگورت + قارچ‌کش رورال- TS ثبت گردید، اگرچه تفاوت معنی‌داری را با تیمار شاهد بدون بذرمال + بدون قارچ‌کش نشان نداد. در سه تیمار بدون قارچ‌کش (چه در شرایط شاهد و یا دو تیمار بذرمال روی دیگر)، طول ریشه‌چه بالاتر از سایر تیمارهای قارچ‌کش و بذرمال، به جز تیمار رورال – TS بود (شکل ۲). نتایج نشان داد که اعمال تیمار بذرمال + قارچ‌کش سبب کاهش طول ریشه‌چه به جز در تیمار قارچ‌کش رورال – TS در مقایسه با تیمار بدون بذرمال و همچنین شاهد بدون قارچ‌کش می‌گردد (شکل ۲).

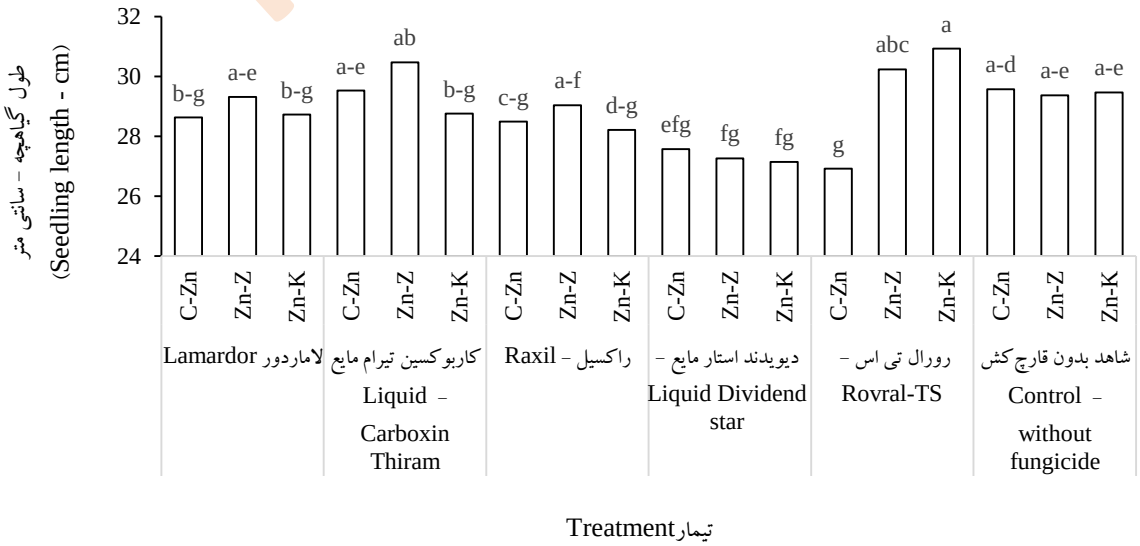
بالاترین طول ساقه‌چه به ترتیب در تیمار بذرمال زاگورت + قارچ‌کش کاربوکسین تیرام مشاهده شد، اگرچه طول ساقه‌چه در این تیمار با سایر تیمارهای بذرمال روی + لاماردور و همچنین کاربوکسین تیرام بدون بذرمال روی، تفاوت معنی‌داری را نشان نداد و بالاتر از سایر تیمارها بود. پایین‌ترین طول ساقه‌چه در هر سه تیمار بذرمال روی + قارچ‌کش‌های راکسیل و دیویدند استار و همچنین تیمار بدون قارچ‌کش + تیمارهای بذرمال روی ثبت گردید (شکل ۳). تیمار بذرمال کاوین و زاگورت + قارچ‌کش

رورال – TS و بذرمال زاگورت + قارچ‌کش کربوکسین تیرام، بالاترین طول گیاهچه را نشان دادند، اگرچه از نظر آماری تفاوت معنی‌داری را با هر سه تیمار شاهد بدون قارچ‌کش نشان ندادند. کمترین طول گیاهچه در تیمار قارچ‌کش دیویدند استار + دو تیمار بذرمال روی ثبت گردید. در چهار تیمار قارچ‌کش‌های لاماردور، کربوکسین تیرام و راکسیل در ترکیب با بذرمال روی زاگورت، طول گیاهچه بالاتری نسبت به ترکیب قارچ‌کش‌های 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 طویل شدگی سلولی درنتیجه تولید بیشتر اکسین حادث می شود و توزیع بیشتر عنصر روی در ساقه‌چه و ریشه‌چه سبب رشد بیشتر آنها می‌گردد (Broadley et al., 2011).



شکل ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای مختلف بذرمال روی و قارچ‌کش‌های 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 قارچ‌کش‌های مختلف بر شاخص طول گیاهچه جو (سانتی‌متر).

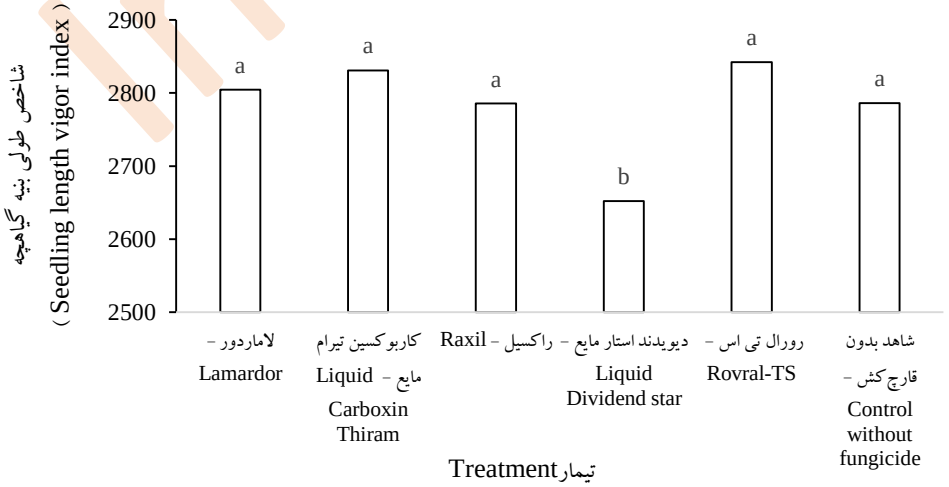
C-Zn: شاهد بدون بذرمال روی، Zn-Z: بذرمال روی زاگورت، Zn-K: بذرمال روی کاوین.

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.

انتقال عنصر روی از نواحی مختلف به ریشه‌چه و ساقه‌چه 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 با عث افزایش در پارامتر های مختلف رشد گیاهچه می‌گردد (Ozturk et al., 2006). طی تقسیم سلولی، عنصر روی نقش ضروری در پلیمریزا سیون و پایداری DNA دخیل در ر شد و توسعه سلول‌های در حال رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه دارد (Domart et al., 2020). طول ریشه‌چه و گیاهچه در این مطالعه در برخی از تیمارهای قارچ‌کش و در ترکیب با عنصر روی بالاتر از شاهدهای بدون بذرمال بود، با توجه به نقش عنصر روی در افزایش طول ریشه چه و گیاهچه، این احتمال وجود دارد که کاهش رشد این اندام‌ها ناشی از اثرات منفی ناشی از اعمال قارچ‌کش‌ها بر روی بذرهای جو بوده است. توکلی کاخکی و بهشتی (Tavakoli Kakhki & Beheshti, 2010) گزارش کردند که استفاده از برخی قارچ‌کش‌ها مانند دیویدند استار می‌تواند پتانسیل فیزیولوژیک جوانه‌زنی بذرها را کاهش دهد.

شاخص طولی بنیه گیاهچه

اثرمتقابل تیمار قارچ‌کش‌های مختلف و بذرمال روی بر شاخص طولی بنیه گیاهچه معنی‌دار نبود. اثر اصلی قارچ‌کش‌ها بر این شاخص در سطح پنج درصد تفاوت داری را نشان داد (جدول ۲). نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر قارچ‌کش‌های مختلف بر شاخص طولی بنیه گیاهچه نشان داد که بالاترین مقدار این شاخص در تیمار قارچ‌کش رورال – TS مشاهده شد، اگرچه تفاوت معنی‌داری را با سایر قارچ‌کش‌ها و همچنین شاهد بدون قارچ‌کش به جز دیویدند استار نشان نداد. پایین‌ترین شاخص طولی بنیه پس از تیمار بذرهای جو با قارچ‌کش دیویدند استار ثبت گردید (شکل ۵). بذرهای برنج پس از تیمار با قارچ‌کش‌های مختلف از شاخص بنیه طولی گیاهچه، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه بالاتری نسبت به شاهد برخوردار بودند (Persaud et al., 2023) که با این نتایج همخوانی نداشت. در مطالعه دیگری بر روی بذرهای برنج پس از تیمار با قارچ‌کش‌های مختلف مشاهده گردید که تنها قارچ‌کش مانکوزب سبب افزایش بنیه گیاهچه گردید و سایر قارچ‌کش‌های تفاوت معنی‌داری را با تیمار شاهد نشان ندادند (Iwuagwu et al., 2023) که با این نتایج مطابقت داشت.



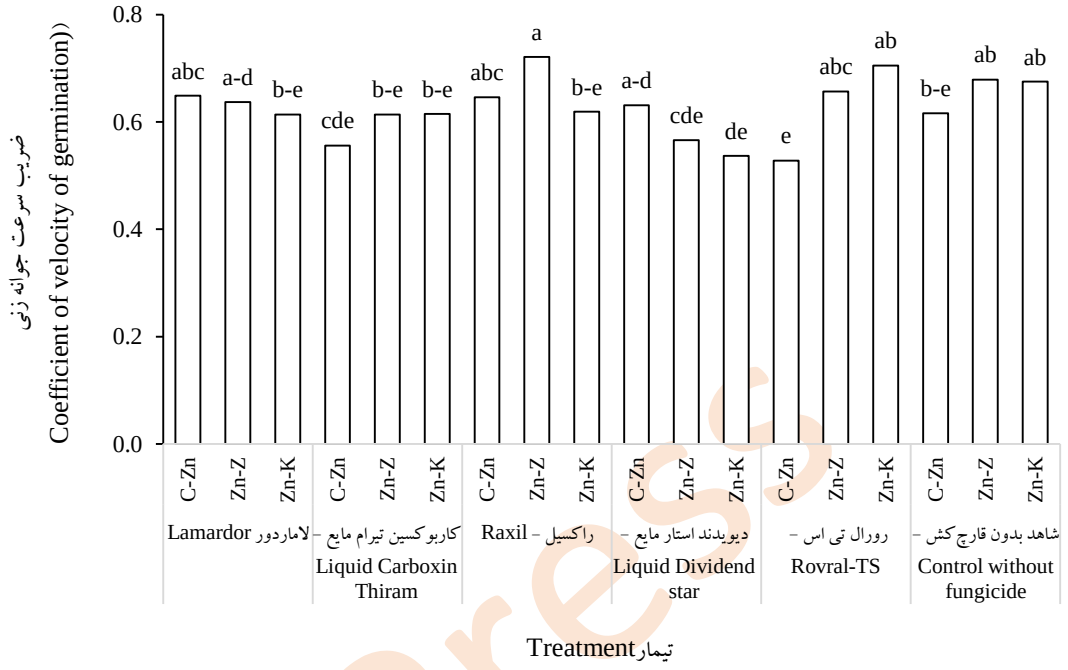
شکل ۵- مقایسه میانگین اثر اصلی قارچ‌کش‌های مختلف بر شاخص طولی بنیه گیاهچه بذر جو.

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

شاخص‌های سرعت جوانه‌زنی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثرمتقابل تیمارهای مختلف قارچ‌کش و بذرمال روی بر شاخص ضریب سرعت جوانه‌زنی در سطح یک درصد و شاخص سرعت جوانه‌زنی R_{50} در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری 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 قارچ‌کش‌های مختلف بر شاخص یکنواختی جوانه‌زنی در سطح

یک درصد تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۲).



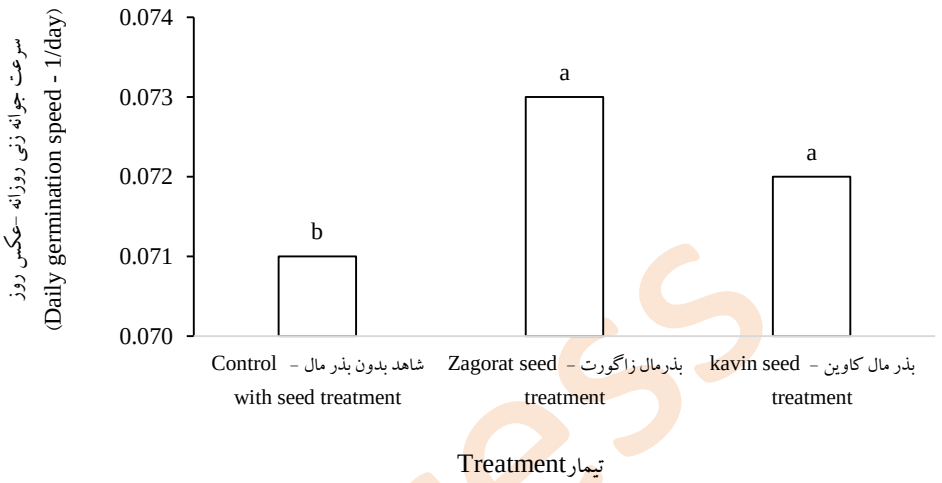
شکل ۶- مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای مختلف بذرمال روی و قارچ‌کش‌های مختلف بر شاخص ضریب سرعت جوانه‌زنی بذر جو.C-Zn : شاهد بدون بذرمال روی، Zn-Z: بذرمال روی زاگورت، Zn-K: بذرمال روی کاوین.

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.

بالاترین ضریب سرعت جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی R_{50} در تیمار بذرهای جو با قارچ‌کش راکسیل + بذرمال روی زاگورت و سپس رورال – TS + هر دو تیمار بذرمال و شاهد بدون قارچ‌کش+ هر دو تیمار بذرمال روی ثبت گردید. کمترین سرعت جوانه‌زنی در تیمار قارچ‌کش رورال– TS + بدون بذرمال و قارچ‌کش دیویدند استار + بذرمال روی کاوین مشاهده شد. به نظر می‌رسد عنصر روی در افزایش سرعت جوانه‌زنی در ترکیب با قارچ‌کش 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 و۸). 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 قارچ‌کش‌های کاربوکسین تیرام، راکسیل و رورال استار مشاهده شد (شکل ۹)، به نظر می‌رسد عنصر روی در ترکیب با سه قارچ‌کش اشاره شده، نقش مثبتی در افزایش سرعت جوانه‌زنی داشته است. گزارش شده است که سرعت جوانه‌زنی بالاتر پس از اعمال قارچ‌کش‌ها در آزمایش نشان می‌دهد که گیاهچه در برابر شرایط نامطلوب محیطی مانند ارگانیزم‌های 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 بذرهای تیمار شده با قارچ‌کش قبل از کشت در مزرعه درنتیجه کنترل عوامل بیماری‌زای قارچی گزارش شده است (Attri et al., 2018).

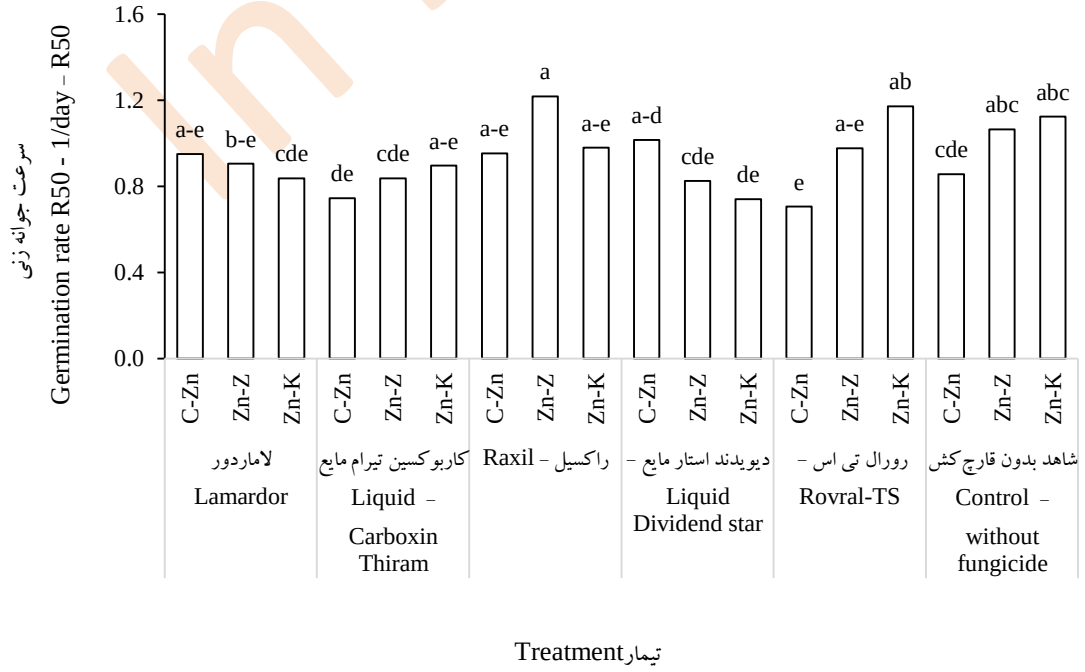
پس از اعمال تیمارهای عنصر روی، کاهش تنش‌های زیستی و غیرزیستی در گیاهان را حاصل می‌کند و می‌تواند به عنوان یک محرک زیستی در افزایش سرعت جوانه‌زنی، رشد گیاهچه تاثیر بگذارد و سبب افزایش زیست توده گیاهی گردد (Donia & Carbone, 2023). در مطالعات زیادی مشخص شده

اســـت که اکســـید زینک علاوه بر تامین منبع مهمی از روی برای گیاهان زراعی، می‌تواند بذرهای گیاهان لوبیا (Mahdieh et al., 2018) ذرت، سـویا و نخود (Adhikari et al., 2016) را در برابر فعالیت‌های میکروبی گارانتی نماید و سـبب افزایش توان گیاه در رشـــد و نمو گردد و ســـرعت رشـــد گیاهچه را افزایش دهد (Lin & Xing, 2007).



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).

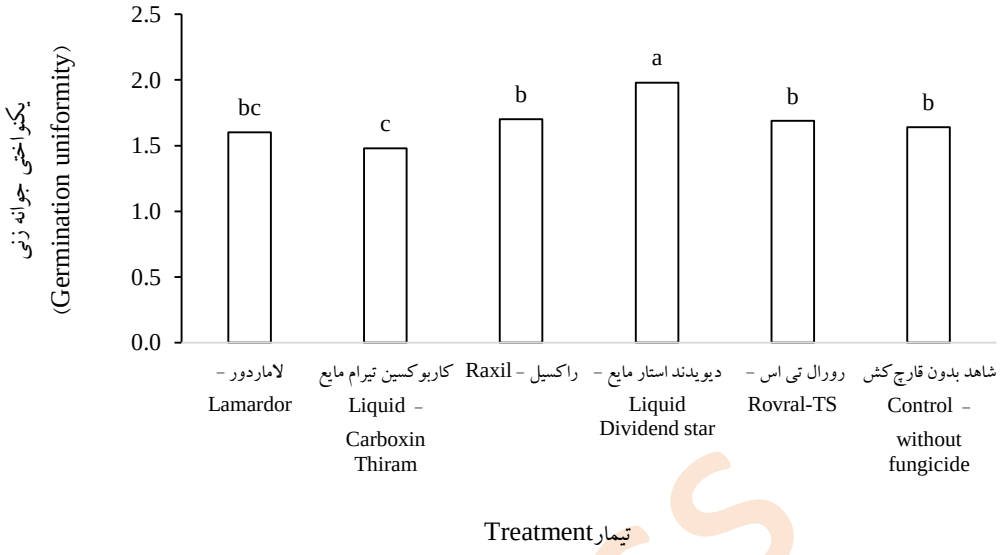


شکل ۸- مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای مختلف بذرمال روی و قارچ‌کش‌های مختلف بر شاخص سرعت جوانه‌زنی R_{50} بذر جو (عکس روز).

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 R_{50} (1/day).
C-Zn: Control without Zn-seed treatment, Zn-Z: Zagorat Zn-seed treatment, Zn-K: Kavin Zn-seed treatment.

In Press



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

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

متو سط مدت زمان جوانه‌زنی - مدت زمان ر سیدن به ۹۰ و ۹۵ درصد جوانه‌زنی

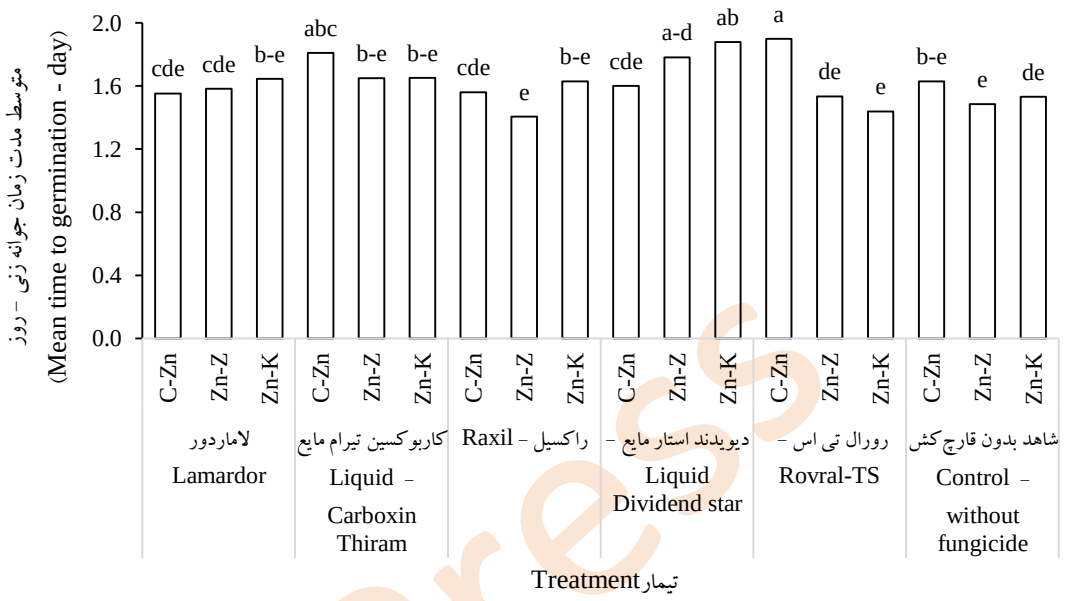
اثر دو فاکتور قارچ‌کش و بذرمال روی بر شاخص مدت زمان جوانه‌زنی در سطح یک درصد تفاوت معنی‌داری را نشان داد (جدول ۲). بذرهای جو پس از تیمار با قارچ‌کش روورال - TS بدون بذر مال و تیمار با قارچ‌کش دیوندند استار + بذرمال روی زاگورت، بیشترین متوسط مدت زمان برای جوانه‌زنی را نیاز داشتند. نکته حائز اهمیت این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

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل تیمارهای قارچ‌کش 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). بذرهای جو پس از تیمار با قارچ‌کش راکسیل + بذرمال روی زایگورات به کمترین مدت زمان برای رسیدن به ۹۰ و ۹۵ درصد جوانه‌زنی نیاز داشتند، اگرچه این تیمار با سایر تیمارهای قارچ‌کش از جمله لاماردو، کاربوکسین تیرام، روورال – TSدر 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 قارچ‌کش دیویدند استار + تیمارهای بذرمال روی مشاهده شد (شکل ۱۱ و ۱۲). در مطالعه‌ای بر روی بذرهای گلرنگ پس از اعمال قارچ‌کش مشخص گردید که متوسط مدت زمان جوانه‌زنی پس از اعمال تیمارهای قارچ‌کش 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 بذرهای چچم (*Lolium perenne* L.) پس از اعمال قارچ‌کش و عناصر ریزمغذی گزارش شده است که مدت زمان جوانه‌زنی پس از تیمار بذرها با هر دو فاکتور در مقایسه با شاهد

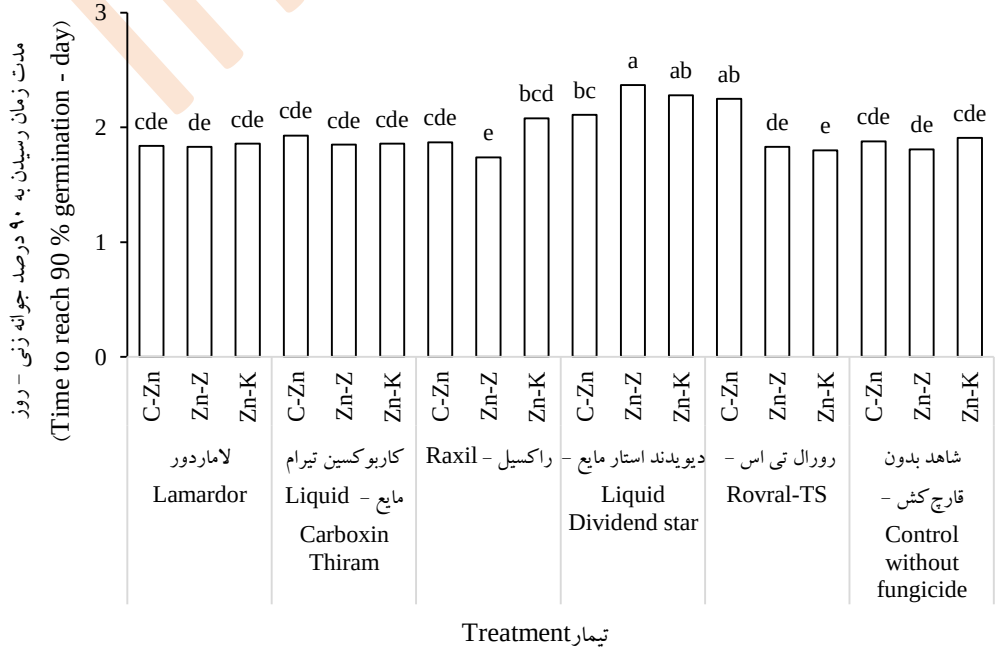
In Press

افزایش یافت و زمانی که تنها عناصـــر ریزمغذی بر روی بذرها اعمال گردید، این مدت زمان کاهش یافت که با نتایج این مطالعه مطابقت دارد (Jakusek et al., 2020).



شکل ۱۰– مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای مختلف بذرمال روی و قارچ‌کش‌های 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.

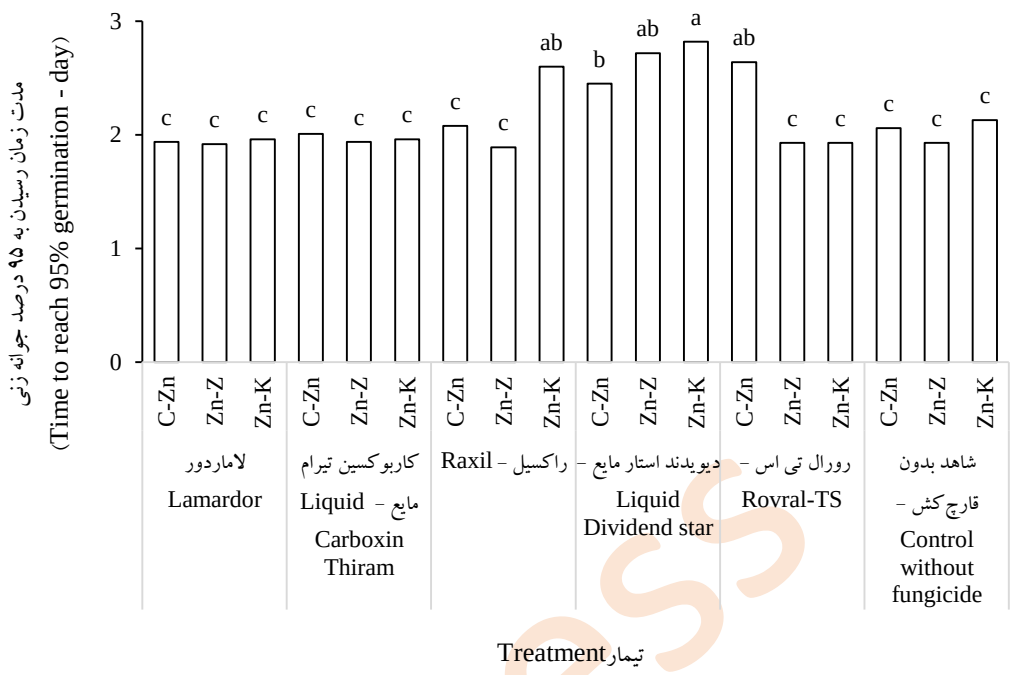
Fig 6- Mean comparison of interaction effects (Zn-seed treatments × fungicides) on barely seeds mean time to germination (day).
C-Zn: Control without Zn-seed treatment, Zn-Z: Zagorat Zn-seed treatment, Zn-K: Kavin Zn-seed treatment.



شکل ۱۱– مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای مختلف بذرمال روی و قراچ‌کش‌های 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.

In Press



شکل ۱۲- مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای مختلف بذرمال روی و قارچ‌کش‌های 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.

در مطالعه دیگری مشخص شده است که تیمار قارچ‌کش 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 قارچ‌کش های 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، شاخص های جوانه‌زنی را به میزان بیشتری بهبود دادند. این سه قارچ‌کش در ترکیب با تیمارهای روی در بیشتر 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 قارچ‌کش 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 قارچ‌کش دیویدند استار و لاماردور نسبت به سه قارچ‌کش 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 قارچ‌کش در تیمارهای بذرمال روی با شرایط توصیف شده در این مطالعه توصیه نمی‌گردد. پیشنهاد می‌گردد به‌ویژه از دو قارچ‌کش رورال-TS و کربوکسین تیرام توام با تیمارهای بذرمال روی کاوین و زاگورت برای بهبود شاخص های جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه جو استفاده گردد.

In Press

سپاسگزاری

نویسندگان این مقاله مراتب تقدیر از همکاران مزرعه و آزمایشگاه کیفی بذر موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال را به عمل می‌آورند. لازم بذکر است که این یافته حاصل گزارش نهایی به شماره مصوب ۰۸-۰۸-۰۷-۰۱۹-۹۵۱۰۴۲ موسسه می‌باشد.

تعارض منافع

نویسندگان این مقاله اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تعارض منافعی در رابطه با نگارش و یا انتشار این مقاله ندارند.

منابع

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

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). TiO_2 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., Brennensthul, 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

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 nutripriming 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

In Press