University of Tehran Press

Journal of Crops Improvement

Online ISSN: 2345-6957

Homepage: https://jci.ut.ac.ir/

Investigating the Effect of Seed Priming on Different Indicators of Emergence and Yield of Different Wheat (*Triticum aestivum*) Cultivars

Moslem Heydari[1,2] | Mehrdad Chaichi[2]✉

1. Department of Plant Production & Genetics, Agriculture faculty, University of Zanjan, Zanjan, Iran. E-mail: M.heydari4066@znu.ac.ir
2. Corresponding Author, Department of Seed and Plant Improvement Research, Hamadan Agriculture and Natural Resources, Research and Education Center, Agriculture Research, Education and Extension Organization, Hamadan, Iran. E-mail: m.chaichi@areeo.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 17 October 2022
Received in revised form: 10 February 2023
Accepted: 11 March 2023
Published online: 24 June 2023

Keywords:
Emergence percentage,
Emergence speed,
Enzyme activity,
Vigor index,
Wheat.

ABSTRACT

Germination is one of the most critical, sensitive, and main phenological stages in the life cycle of a plant and a key process in plant growth. To investigate the effects of seed priming on different germination characteristics of different wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.), a factorial experiment is conducted in the form of a completely randomized design in the research greenhouse of the Agricultural and Natural Resources Research Center of Hamadan Province in 2022. The treatments include priming of seeds with fertilizers 1. Biozar, 2. Seafull amino zinc, 3. Sabzine, 4. Royesh, 5. Ecobooster, and 6. Control (no fertilizer application) and different wheat cultivars include Pishgam, Zarineh, Heydari, Sadra, Hashtrood, and Baran. The results show that seed priming have increased the coleoptile length, root and stem length, root and stem weight, percentage, speed of germination, vigor index, and activity of catalase and peroxidase enzymes in wheat seedlings in comparison with the control. The highest enzyme activities of catalase (0.129 Unit/ml) and peroxidase (88.58 Unit/ml) are obtained in seedlings obtained from seeds priming with Seafull amino zinc, being 65.8% and 32% more than the control, respectively. Considering that seed priming is a simple and cost-effective method and at the same time it is simple and does not require complex technical knowledge, it can be easily implemented by farmers. Therefore, this method is recommended to improve germination and seedling growth and increase the quality and strength of wheat seeds.

Cite this article: Heydari, M., & Chaichi, M. (2023). Investigating the Effect of Seed Priming on Different Indicators of Emergence and Yield of Different Wheat (*Triticum aestivum*) Cultivars. *Journal of Crops Improvement*, 25 (2), 437-449. DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2023.350066.2750

© The Authors.
Publisher: University of Tehran Press.
DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2023.350066.2750

انتشارات دانشگاه تهران

به زراعی کشاورزی

شاپا الکترونیکی: ۶۹۵۷-۲۳۴۵

Homepage: https://jci.ut.ac.ir/

بررسی تأثیر پرایمینگ بذر بر شاخص‌های مختلف سبزشدن و آنزیم‌های پراکسیداز و کاتالاز در ارقام مختلف گندم (*Triticum aestivum*)

مسلم حیدری[۱و۲] | مهرداد چایی‌چی[۲]✉

۱. گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان. ایران. رایانامه: M.heydari4066@znu.ac.ir

۲. نویسنده مسئول، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران. رایانامه: m.chaichi@areeo.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۷/۲۵

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۱/۲۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۲۰

تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۴/۰۳

کلیدواژه‌ها:
درصد سبزشدن،
سرعت سبزشدن،
شاخص بنیه،
فعالیت آنزیم،
گندم.

چکیده

جوانه‌زنی یکی از مهم‌ترین، حساس‌ترین و اصلی‌ترین مراحل فنولوژیکی در چرخه زندگی گیاه و یک فرایند کلیدی در سبزشدن گیاهچه است. به این منظور مطالعه‌ای با هدف تأثیر پرایمینگ بذر بر شاخص‌های مختلف سبزشدن در ارقام مختلف گندم (*Triticum aestivum*) به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان در سال ۱۴۰۱ اجرا شد. تیمارها شامل پیش‌تیمار بذر با کودهای ۱- کود مایع ویژه بذر مال بیوزر، ۲- سیفول آمینوزینک، ۳- سبزینه، ۴- کود بذرمال رویش ۵- اکوبوستر و ۶- شاهد (عدم کاربرد کود) و ارقام مختلف گندم آبی (پیشگام، زرینه و حیدری) و دیم (صدرا، هشترود و باران) بود. نتایج نشان داد که پیش‌تیمار بذرها باعث افزایش طول کلئوپتیل، طول ریشه و ساقه، وزن ریشه و ساقه، درصد و سرعت سبزشدن، شاخص بنیه، فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز در گیاهچه‌های گندم در مقایسه با شاهد گردید. بیش‌ترین فعالیت آنزیم کاتالاز (۰/۱۲۹ Unit/ml) و پراکسیداز (۸۸/۵۸ Unit/ml) در گیاهچه‌های حاصل از بذرهای پیش‌تیمار شده با سیفول آمینوزینک به‌دست آمد که به‌ترتیب ۶۵/۸ و ۳۲ درصد بیش‌تر از گیاهچه‌های حاصل از بذرهای شاهد بود. با توجه به این‌که پیش‌تیمار بذر روشی ساده و مقرون به صرفه بوده و درعین سادگی و عدم نیاز به دانش فنی پیچیده، به‌آسانی می‌تواند توسط کشاورزان اجرا گردد، بنابراین این روش جهت بهبود سبزشدن، رشد گیاهچه و افزایش کیفیت و قدرت بذرهای گندم توصیه می‌شود.

استناد: حیدری، مسلم و چایی‌چی، مهرداد (۱۴۰۲). بررسی تأثیر پرایمینگ بذر بر شاخص‌های مختلف سبزشدن و آنزیم‌های پراکسیداز و کاتالاز در ارقام مختلف گندم (*Triticum aestivum*). *به‌زراعی کشاورزی*، ۲۵ (۲)، ۴۳۵-۴۴۷. DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2023.350066.2750

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2023.350066.2750

۱. مقدمه

با وجود پیشرفت‌های حاصل شده در تکنولوژی و مدیریت زراعی، کماکان بذر، جوانه‌زنی و استقرار مطلوب گیاهچه‌های حاصل از آن دارای اهمیت کلیدی است. به‌طوری‌که موفقیت و یا عدم موفقیت کشت، به جوانه‌زدن کامل و سریع بذر و در نهایت تولید گیاهچه‌های قوی وابسته است. موفقیت در استقرار گیاهچه زمانی حاصل می‌شود که بذر بتواند بر شرایط نامطلوب محیطی چیره شده و عکس‌العمل مناسبی از خود نشان دهد. مسلماً این عکس‌العمل برحسب ژنوتیپ و محیط متغیر می‌باشد (Hakizimana *et al*., 2000; Forcella *et al*., 2000; Moles & Westoby, 2004; Weitbrech & Müller, 2011). جوانه‌زنی یکی از مهم‌ترین، حساس‌ترین و اصلی‌ترین مراحل فنولوژیکی در چرخه زندگی گیاه (Ma *et al*., 2018; Gong *et al*., 2021; Chaichi *et al*., 2022) و یک فرایند کلیدی در سبزشدن گیاهچه است (Forcella *et al*., 2000; Weitbrecht & Müller, 2011; Rajjou *et al*., 2012). جوانه‌زنی بذر، مرحله پیچیده و پویایی از رشد گیاه می‌باشد و از طریق اثراتی که روی استقرار گیاهچه دارد می‌تواند عملکرد را بهبود بخشد (Ashraf & Foolad, 2005; Han & Yang, 2015; Han & Yang, 2014;Ma *et al*., 2018).

۲. پیشینهٔ پژوهش

براساس مطالعات، همبستگی مثبتی بین قدرت رویش اولیه گیاهچه و ژنوتیپ‌های مختلف گندم گزارش شده است (Turner & Nicolas, 1987; Moles & Westoby, 2004; Weitbrech & Müller, 2011). پژوهش‌گران دیگر نیز اثر مثبت قدرت رویش اولیه بذر بر عملکرد را به تفاوت در ژنوتیپ‌های مختلف و شرایط محیطی مربوط دانسته‌اند (Cisse & Ejeta, 2003; Hakizimana *et al*., 2000) و این موضوع تقریباً پذیرفته شده که خصوصیات ژنتیکی و اندازه بذر ممکن است بر چگونگی سبزشدن گیاهچه‌ها نیز تأثیر بگذارد (Peterson *et al*., 1989; Mian & Nafziger, 1994; Chaichi *et al*., 2022).

روش‌های مختلفی برای بهبود جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه وجود دارد (Han & Yang, 2015; Han & Yang, 2014; Chaichi *et al*., 2022). پرایمینگ بذر ساده‌ترین و در عین حال بهترین روش برای افزایش سرعت جوانه‌زنی بذرهاست. پرایمینگ بذر یک روش فیزیولوژیکی است که کارایی بذر را برای جوانه‌زنی سریع و هماهنگ بهبود می‌بخشد (Mohammadi & Amiri, 2010). پرایمینگ به‌عنوان یک روش شناخته‌شده برای افزایش خصوصیات جوانه‌زنی می‌باشد که در این روش به بذر اجازه داده می‌شود که تا قبل از شروع مراحل اولیه جوانه‌زنی (فعال‌شدن آنزیم) آب جذب کند و سپس بذرها خشک و آماده کشت می‌شوند. به‌عبارت دیگر، پیش‌تیمار بذر از طریق کاهش مدت زمان لازم برای جذب آب، موجب کاهش زمان جوانه‌زنی و خروج سریع‌تر ریشه‌چه شده که در نهایت بهبود فرایند جوانه‌زنی و ظهور بهتر گیاهچه‌ها را سبب می‌شود (Armin *et al*., 2010). پرایمینگ بذر به‌ویژه با ترکیبات مختلف و محلول‌های غذایی سبب بهبود استقرار گیاهچه در شرایط تنش می‌گردد (Giri & Schillinger, 2003; Liu *et al*., 2019; Hosseinifard *et al*., 2022). در جریان پرایمینگ، بذرها معمولاً اجازه می‌یابند تا حد کمی آب جذب کنند (تا قبل از خروج ریشه‌چه) و سپس از محیط آب خارج می‌شوند. مقدار آب جذب‌شده در حدی است که مانع از جوانه زنی می شود، اما امکان وقوع یکسری فرایندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی پیش از جوانه‌زنی را فراهم می‌آورد. به‌عبارت دیگر، طی این تیمار مقدار کنترل‌شده‌ای از آب جذب بذر می‌شود تا فعالیت‌های متابولیکی قبل از فرایند جوانه‌زنی، بدون خارج‌شدن ریشه‌چه از بذر آغاز گردد (Al-Mudaris & Jutzi, 1999; Chen *et al*., 2012; Ma *et al*., 2018). در پرایم‌شدن، سطح جذب آب در بذر کنترل می‌شود به‌طوری‌که منجر به بهبود جوانه‌زنی، استقرار گیاهچه و عملکرد می‌گردد (Bradford, 1986; Ma

et al., 2018). تیمار پرایمینگ بذر به شکل‌های مختلفی مثل هیدروپرایمینگ، اسموپرایمینگ (Duman, 2006; Kaur, *et al*., 2002; Sharafzadeh, *et al*., 2006; Chen *et al*., 2012)، ماتریک پرایمینگ (Bradford, 1986) و پرایمینگ مزرعه‌ای (Harris *et al*., 2002) انجام می‌گیرد که در این میان پرایمینگ مزرعه‌ای یا پرایمینگ بذر با ترکیبات هورمونی، شیمیایی و محلول‌های غذایی در مزرعه به‌دلیل ساده و کم‌هزینه‌بودن به‌طور وسیعی استفاده می‌شود (Harris, 2006; Chen *et al*., 2012).

پرایمینگ تغذیه‌ای دانه[1] در محلول مواد مغذی برای افزایش کیفیت بذر با افزایش محتوای عناصر غذایی دانه‌هاست. ریزمغذی‌ها برای رشد گیاه مهم هستند، زیرا آن‌ها دو فرایند حیاتی را در گیاهان انجام می‌دهند (یعنی فتوسنتز و تنفس) که محدودیت آن‌ها می‌تواند رشد کلی و عملکرد دانه را کاهش دهد (Farooq *et al*., 2012; Singh *et al*., 2020). استفاده از مواد غذایی موردنیاز گیاه از طرق مختلفی از جمله خاک کاربرد، محلول‌پاشی و یا استفاده مستقیم روی بذرها (پرایمینگ) است. در بین آن‌ها، پرایمینگ بذر گزینه بهتری برای بهبود رشد و استقرار گیاهچه و عملکرد دانه ثابت شده است. در این مطالعه از کودهای بذرمال مختلفی که توسط شرکت‌های گوناگون تهیه، تولید و به بازار عرضه شده‌اند با هدف ارزیابی، گزینش و در نهایت توصیه به شرکت‌های تولیدکننده بذر و هم‌چنین کشاورزان استفاده شده است. هم‌چنین از ارقام مختلف گندم نیز برای بررسی پاسخ آن‌ها به پرایمینگ بذر نیز استفاده شده است. بنابراین با توجه به مطالب ذکرشده هدف از اجرای این طرح بررسی تأثیر بذرهای پرایم‌شده با محلول‌های غذایی مختلف بر روی شاخص‌های سبزشدن ارقام مختلف آبی و دیم گندم (*Triticum aestivum*) می‌باشد.

۳. روش‌شناسی پژوهش

این مطالعه در سال ۱۴۰۱ با کشت ارقام مختلف گندم زمستانه (*Triticum aestivum*) در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی همدان با طول جغرافیایی ۴۸/۵۳ درجه و عرض جغرافیایی ۳۴/۸۶ درجه و ارتفاع ۱۸۵۰ متر از سطح دریا که از نظر آب و هوایی در منطقه سردسیر واقع شده، اجرا گردید. آزمایش در فاز گلخانه‌ای به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی (۶×۶) با چهار تکرار اجرا گردید. در این آزمایش از ارقام اصلاح شده گندم آبی شامل ۱- پیشگام، ۲- حیدری و ۳- زرینه و ارقام دیم شامل ۱- صدرا، ۲- هشترود و ۳- باران استفاده شد. بذرهای گندم و جو از مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان تهیه‌شده گردیدند. تمامی بذرها با استفاده از محلول هیپوکلریت سدیم (۳ درصد v/v) به‌مدت ۳۰ ثانیه استریل شدند و سپس سه بار با آب مقطر شسته شدند. تیمارها شامل پنج محلول غذایی مختلف بودند که طبق دستورالعمل شرکت تولیدکننده و به میزان اعلام‌شده مورداستفاده قرار گرفتند. هم‌چنین تیمار شاهد (عدم کاربرد محلول غذایی) برای مقایسه بهتر تیمارها نیز لحاظ شد (جدول ۱).

بذرهای گندم در محلول‌های غذایی به‌مدت ۱۰ دقیقه کاملاً هم زده شدند تا محلول‌ها به‌صورت یکنواخت تمام سطح بذرها را پوشش دهند، سپس در دمای اتاق (حدود ۲۵ درجه سانتی‌گراد) در زیر سایه قرار داده شدند تا کاملاً خشک شوند. ۱۵ عدد بذر از هر رقم در گلدان‌های پلاستیکی (قطر ۳۰ سانتی‌متر) کاشته شدند. هر گلدان حاوی ۴ کیلوگرم خاک بود که از مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان تهیه شد. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک آزمایشی در جدول ۲ آورده شده است. برای جلوگیری از تنش آبی گلدان‌ها یک روز در میان آبیاری شدند. گلدان‌ها در شرایط مشابه در گلخانه در دمای ۴±۲۴ و ۴±۱۷ درجه سانتی‌گراد (روز/شب) با میانگین رطوبت نسبی ۵۰ درصد و طول روز حدود ۱۴ ساعت نگهداری شدند.

1. Nutripriming

جدول ۱. مشخصات تیمارهای آزمایش

	نام محلو (علامت اختصاری)	شرکت	میزان مصرف	محتویات
۱	شاهد (C)	–	–	–
۲	کود بذر مال بیوزر (BZ)	بیوزر	۱ لیتر در ۱۵۰ کیلو بذر	نیتروژن ۵ درصد، عناصر روی، مس، آهن، مولیبدن، منگنز و منیزیوم مجموعا ۱ درصد، روی ۳ تا ۵ درصد، جلبک دریایی ۵ درصد، بتائین ۰/۲ درصد
۳	سیفول آمینو زینک (SAZ)	داتیس	۱ لیتر در ۱۰۰ کیلو بذر	نیتروژن ۶ درصد (W/V) روی ۳ درصد (W/V)، بر ۱/۵ درصد (W/V)، آمینو اسید ۴ درصد (W/V)، جلبک دریایی ۳ درصد (W/V)
۴	سبزینه (SBH)	ماهور	۱ لیتر در ۳۰۰ کیلو بذر	روی ۲ درصد، جلبک دریایی ۴ درصد، هیومیک اسید ۴ درصد، آمینو اسید ۴ درصد
۵	کود بذرمال رویش (RSH)	زیست‌فناور سبز	۱ لیتر در ۲۰۰ کیلو بذر	فسفر ۱ درصد، پتاس ۲ درصد، روی ۴ درصد، جلبک دریایی ۴ درصد، هیومیک اسید ۴ درصد
۶	اکوبوستر* (EB)	نگین سبز برنا	۱ لیتر در ۴۰۰ کیلو بذر	اختراع (محتویات توسط مخترعین به‌صورت محرمانه می‌باشند)

جدول ۲. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک آزمایشی

عمق	بافت	EC	pH	درصد اشباع	آهک	رس	سیلت	شن	کربن آلی	فسفر	پتاسیم
(سانتی‌متر)		(دسی‌زیمنس بر متر)		(درصد)						(قسمت در میلیون)	
۰-۳۰	لومی-شنی	۰/۸۱	۷/۵	۴۵	۱۶	۵/۵	۳۴	۶۰/۵	۰/۶۶	۲۷/۶	۴۰۰

برای اندازه‌گیری وزن‌تر ریشه‌چه و ساقه‌چه گیاه، ۱۰ بوته از هر گلدان حدوداً ۱۵ روز پس از کاشت انتخاب شدند و پس از آن اندام هوایی و ریشه جدا شده و به‌صورت مجزا با استفاده از ترازوی دیجیتال (مدل EK-610i ساخت کشور آلمان) توزین گردیدند. سپس در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ ساعت در آون خشک شدند و وزن خشک نیز توزین گردید. طول گیاهچه، طول ریشه، سرعت سبزشدن بذر، درصد سبزشدن، شاخص بنیه و فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز بذر اندازه‌گیری و ثبت شدند. برای تعیین سرعت سبزشدن، درصد سبز شدن و شاخص بنیه به‌ترتیب از رابطه‌های (۱)، (۲) و (۳) استفاده گردید (Ellis & Roberts, 1980; ISTA, 1985).

رابطهٔ ۱) $$SG = \Sigma \frac{ni}{di}$$

رابطهٔ ۲) $$GP = 100 \times \frac{G}{N}$$

رابطهٔ ۳) $$VI = (Ls \times Gp)/100$$

در این معادلات SG سرعت سبزشدن بذر، ni تعداد بذرهای سبزشده، di تعداد کل روز،GP درصد سبزشدن، G تعداد بذرهای سبزشدن در طول آزمایش و N کل دانه‌ها می‌باشند. ارزیابی شاخص بنیه (ویگور) از حاصل‌ضرب درصد سبزشدن نهایی (درصد سبزشدن در روز آخر) در طول گیاهچه به‌دست می‌آید. بر این اساس VI شاخص بنیه، Ls میانگین طول گیاهچه (کل گیاهچه و ریشه) و Gp درصد سبزشدن است. در پایان تغییرات بیوشیمیایی گیاهچه‌ها از اندام‌های هوایی در ۱۰ بوته از هر گلدان اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری فعالیت آنزیم کاتالاز از روش Aebi (1984) استفاده شد که بر پایه تجزیه پراکسیدهیدروژن توسط این آنزیم استوار است. برای سنجش میزان فعالیت این آنزیم در اثر اعمال تیمارهای محرک، از رابطه (۴) استفاده شد:

رابطه ۴) $$\text{Enzyme extract (Unit/ml)} = \frac{(\Delta A240nm)(3)(df)}{(40)(0.05)}$$

در این فرمول، df بیان‌کننده فاکتور رقیق‌سازی، عدد ۳ نشان‌دهنده حجم محلول مورد سنجش برحسب میلی‌لیتر،

۰/۰۵ نشان‌دهنده حجم عصاره آنزیمی، عدد ۴۰ بیان‌کننده ضریب خاموشی پراکسیدهیدروژن و ΔA240 بیان‌کننده عدد قرائت‌شده توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل LAMBDA 365 ساخت کشورامریکا) در طول موج ۲۴۰ نانومتر می‌باشد. عدد به‌دست آمده بیان‌کننده میزان فعالیت آنزیم برحسب هر واحد از آنزیم می‌باشد.

فعالیت آنزیم پراکسیداز به‌روش Chance & Maehly (1995) اندازه‌گیری شد. پس از اضافه‌کردن عصاره سلولی، کاهش جذب در طول موج۴۷۰ نانومتر به‌مدت یک دقیقه با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل LAMBDA 365 ساخت کشورامریکا) اندازه‌گیری شد. فعالیت آنزیم با استفاده از ضریب خاموشی (Ɛ=26.6 mM-1cm-1) برای تتراگایاکول برحسب واحد در میلی‌لیتر عصاره آنزیمی محاسبه گردید (رابطه ۵).

$$\text{Enzyme extract (Unit/ml)}=\frac{(\Delta A470nm)(3)(df)}{(26.6)(0.05)}$$ رابطهٔ ۵)

که در آن، ΔA470 میزان جذب قرائت‌شده از هر نمونه توسط اسپکتروفتومتر (مدل LAMBDA 365 ساخت کشورامریکا)، ۳ مقدار حجم واکنش، df ضریب رقت که از طریق تقسیم حجم نهایی واکنش مورداستفاده یعنی سه میلی‌لیتر (۳۰۰۰ میکرولیتر) بر حجم اولیه عصاره آنزیمی مورداستفاده یعنی ۵۰ میکرولیتر محاسبه می‌شود، ۶/۲۶ ضریب خاموشی تتراگایاکول و ۰/۰۵ هم حجم عصاره آنزیمی مورداستفاده برحسب میلی‌لیتر است. در پایان کلیه تجزیه و تحلیل‌های آماری داده‌های حاصل از این آزمایش، پس از اطمینان از نرمال‌بودن آن‌ها، با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) صورت گرفت و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن[1] در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

۴. یافته‌های پژوهش

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که طول کلئوپتیل، طول ساقه، طول ریشه، وزن خشک ساقه، وزن خشک ریشه، وزن تر ساقه، وزن تر ریشه، درصد سبزشدن، سرعت سبزشدن، شاخص بنیه و فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و کاتالاز در ارقام مختلف گندم به‌طور معنی‌داری (P<۰/۰۱) تحت تأثیر پیش‌تیمار بذر قرار گرفت (جدول ۳).

جدول ۳. تجزیه واریانس صفات مختلف در ارقام گندم تحت تأثیرتأثیر کودهای مختلف

S.O.V	df	میانگین مربعات صفات											
		CL	SL	RL	DWS	DWR	FWS	FWR	PG	SG	VI	POZ	CTZ
کود (F)	۵	۹/۶۷۷۲**	۷۹/۴۸۹۱**	۶۲/۳۱۰۰**	۰/۱۴۷۳۷**	۰/۰۸۵۷۷**	۶/۴۰۴۵**	۶/۰۸۹۶**	۷۵۸/۳۰۳۷**	۴۶/۹۲۸۹**	۹۹/۰۰۲۶**	۲۸۷۲/۶۰**	۰/۰۰۵۰۲**
رقم (C)	۵	۲۵/۰۲۹۶**	۱۴/۶۷۵۷**	۲۰/۸۹۷۶**	۰/۳۱۰۵۲**	۰/۱۱۵۳۵۱**	۹/۵۶۴۸**	۸/۳۷۷۹**	۳۸/۶۵۰۰۷**	۹/۸۳۰۵*	۲۵/۴۵۴۸**	۲۸۱۸/۰۶**	۰/۰۲۵۳۹**
F × C	۲۵	۰/۰۷۹۱۳^{ns}	۰/۰۱۴۸۴^{ns}	۰/۲۳۳۵۲**	۰/۰۰۰۴^{ns}	۰/۰۰۰۱۲۸^{ns}	۰/۲۳۴۱۶**	۰/۰۴۱۲۹^{ns}	۰/۴۴۴۲۴^{ns}	۰/۱۴۵۶۳^{ns}	۰/۲۹۵۵۸**	۷۳/۸۲۶**	۰/۰۰۰۰۵^{ns}
خطا	۱۰۸	۰/۲۳۵۸۳۳	۰/۰۴۶۶۶	۰/۰۴۵۶۶۸	۰/۰۰۰۴۶	۰/۰۰۰۴۶۶	۰/۰۳۳۳۶	۰/۳۳۳۶۶	۲/۳۴۴۲۷	۲/۵۰۰	۰/۰۶۲۷۶	۶/۲۵۰۰	۰/۰۰۰۲۹
CV	–	۷/۸	۲/۰۳	۱/۸۲	۳/۲۷	۴/۵	۳/۳۲	۴/۰۹	۲/۶۴	۳/۷۵	۲/۲۴	۳/۵	۸/۸۵

طول کلئوپتیل (CL)، طول ساقه (SL)، طول ریشه (RL)، وزن خشک ساقه (DWS)، وزن خشک ریشه (DWR)، وزن تر ساقه (FWS)، وزن تر ریشه (FWR)، درصد سبزشدن(PG)، سرعت سبزشدن (SG)، شاخص بنیه (VI)، فعالیت آنزیم پراکسیداز (POZ)، فعالیت آنزیم کاتالاز (CTZ) و ضریب تغییرات (CV). (**، * و ns به‌ترتیب معنی‌داری در سطح یک درصد، پنج درصد و عدم معنی‌داری می‌باشند).

۴. ۱. طول کلئوپتیل، ریشه و ساقه

براساس نتایج مقایسه میانگین‌ها، در بین ارقام مختلف آبی، رقم حیدری بیش‌ترین طول کلئوپتیل (۶/۹۵ سانتی‌متر)، طول ساقه (۱۲/۸۸ سانتی‌متر) و طول ریشه (۱۴/۱۴ سانتی‌متر) را به خود اختصاص داد (جدول ۴). در بین ارقام دیم هم بلندترین طول کلئوپتیل (۵/۷ سانتی‌متر)، طول ساقه (۹/۶۵ سانتی‌متر) و طول ریشه (۱۰/۷۹ سانتی‌متر) در رقم صدرا مشاهده شد. هم‌چنین کوتاه‌ترین کلئوپتیل (۵/۴ سانتی‌متر)، ساقه (۸/۵۵ سانتی‌متر) و ریشه (۱۰/۰۹ سانتی‌متر) در رقم باران اندازه‌گیری شد (جدول

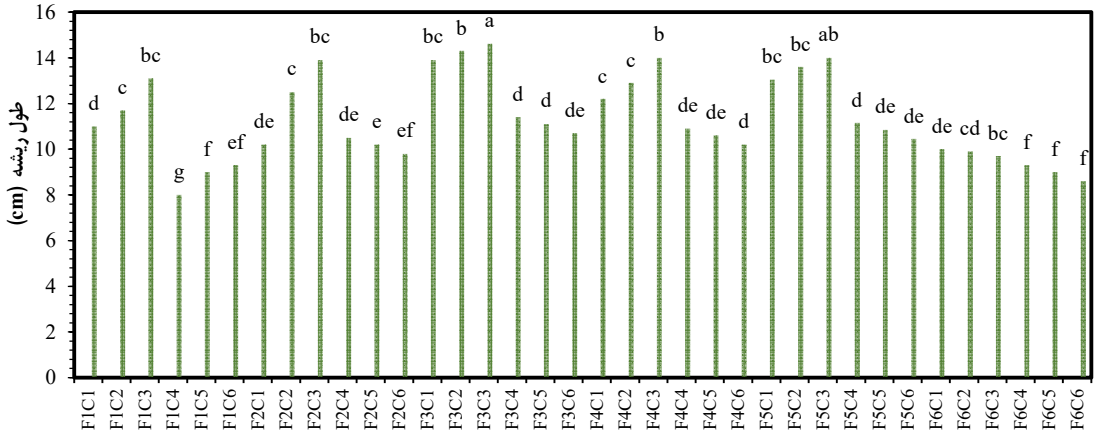
1. Duncan's multiple range test

۴). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که میانگین طول کلئوپتیل در بذرهای پیش‌تیمارشده به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از بذرهای شاهد بود (جدول ۴). بیش‌ترین طول کلوپئوپتیل (۷/۱۰ سانتی‌متر) در تیمار سیفول آمینو زینک مشاهده گردید (جدول ۴). در مقابل کوتاه‌ترین طول کلئوپتیل (۴/۶۱ سانتی‌متر) در تیمار شاهد مشاهده گردید (جدول ۴). کود سیفول آمینوزینک طول کلئوپتیل را در مقایسه با تیمارشاهد ۳۵ درصد افزایش داد (جدول ۴). سایر کودها نیز در مقایسه با تیمار شاهد طول کلئوپتیل را افزایش دادند (جدول ۴). هم‌چنین نتایج حاکی از آن است که طول ساقه و ریشه تحت تأثیر پیش‌تیمار با کودهای مختلف قرار گرفت، به‌نحوی‌که بیش‌ترین طول ساقه (۱۱/۳۳ سانتی‌متر) در تیمار کودی سیفول آمینو زینک به‌دست آمد (جدول ۴). کوتاه‌ترین ساقه با ۹/۵ سانتی‌متر در تیمار شاهد مشاهده گردید (جدول ۴). کود محلول بذر مال سیفول آمینوزینک طول ساقه را ۱۶ درصد در مقایسه با تیمار شاهد بهبود بخشید (جدول ۴). اثر متقابل رقم در کودهای بذرمال بر طول ریشه بسیار معنی‌دار (P<۰/۰۱) بود (جدول ۳). بیش‌ترین تأثیرگذاری در تیمار تلفیقی کود سیفول آمینوزینک و رقم حیدری مشاهده گردید (شکل ۱). در مقابل کم‌ترین تأثیرگذاری در تیمار شاهد و رقم باران مشاهده گردید (شکل ۱).

جدول ٤. مقایسه میانگین اثر کودهای بذر مال و ارقام مختلف گندم بر صفات مورد ارزیابی

	CL (سانتی‌متر)	SL (سانتی‌متر)	DWS (سانتی‌متر)	DWR (گرم)	FWR (گرم)	PG (درصد)	SG (تعداد در روز)	CTZ (واحد بر میلی‌لیتر)
رقم								
پیشگام	۶/۳b	۱۱/۵۸c	۰/۶۶c	۰/۵۰c	۴/۶۶c	۹۷/۷۶a	۱۲/۹۶a	۰/۱۰۷a
زرینه	۶/۸ab	۱۲/۲b	۰/۷۱b	۰/۵۲b	۴/۷۷b	۹۵/۴۸c	۱۲/۵۹a	۰/۱۰۰a
حیدری	۶/۹۵a	۱۲/۸۸a	۰/۷۷a	۰/۵۵a	۵/۱۵a	۹۷/۱۵b	۱۲/۶۹a	۰/۱۰۲a
صدرا	۵/۷c	۹/۶۵d	۰/۶۳d	۰/۴۶d	۴/۴۰d	۹۵/۰۵d	۱۰/۵۵b	۰/۰۷۷b
هشترود	۵/۶dc	۸/۹۵e	۰/۵۸e	۰/۴۲e	۴/۰۰e	۹۳/۰۵e	۱۰/۵۵b	۰/۰۷۷b
باران	۵/۴d	۸/۵۵f	۰/۵۶f	۰/۴۰f	۳/۸f	۹۰/۰۵f	۹/۶۵c	۰/۰۷۷b
کود								
شاهد	۴/۶۱d	۹/۵e	۰/۴۹f	۰/۳۷f	۳/۸۲e	۹۱/۵e	۱۰/۵۶d	۰/۰۴۴f
کود بذر مال بیوزر	۵/۸۲b	۱۰/۶c	۰/۶۹d	۰/۴۷d	۴/۳۲d	۹۳/۰۱c	۱۱/۵۸c	۰/۰۸۴d
سیفول آمینو زینک	۷/۱۰a	۱۱/۳۳a	۰/۷۶a	۰/۵۵a	۵/۳۲a	۹۴/۷۴a	۱۲/۱۷a	۰/۱۲۹a
سبزینه	۶/۹۲ a	۱۱/۲b	۰/۷۱c	۰/۵۰c	۴/۵۳c	۹۳/۴۱bc	۱۱/۷۸b	۰/۱۰۴c
کود بذرمال رویش	۷/۰۱ a	۱۱/۰۷ab	۰/۷۴b	۰/۵۳b	۴/۹۳b	۹۴/۰۹ab	۱۱/۹۸ab	۰/۱۱۷b
اکوبوستر	۵/۴۲c	۹/۹d	۰/۵۳e	۰/۴۱e	۳/۸۷e	۹۱/۸d	۱۰/۸۶cd	۰/۰۶۴e

در هر ستون و برای هر جزء، حروف مشابه نمایانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

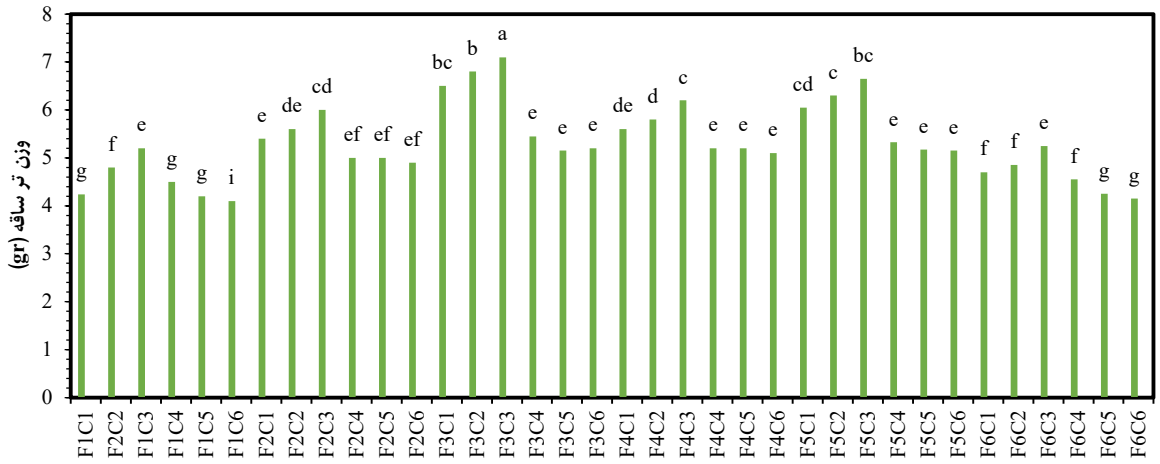


شکل ۱. تأثیر پیش‌تیمار بذر گندم در ارقام مختلف بر طول ریشه.

"F" تیمارهای کودی به‌ترتیب ۱- شاهد، ۲- بیوزر، ۳- سیفول آمینو زینک، ۴- سبزینه، ۵- رویش و ۶- اکوبوستر و "C" ارقام مختلف گندم به‌ترتیب ۱- پیشگام، ۲- حیدری، ۳- زرینه، ۴- صدرا، ۵- هشترود و ۶- باران.

۴. ۲. وزن تر و خشک ریشه و ساقه

مطابق جدول ۴، وزن گیاهچه‌ها در ارقام مختلف بسیار متفاوت بود. بیش‌ترین و کم‌ترین وزن ساقه و ریشه به‌ترتیب در ارقام حیدری و باران مشاهده شد (جدول ۴). اعمال تیمارهای مختلف بر بذرهای گندم نیز نتایج متفاوتی را از خود نشان داد. بر این اساس بیش‌ترین وزن گیاهچه‌ها مربوط به بذرهای پیش‌تیمارشده با سیفول آمینوزینک بود که به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از بذرهای شاهد و سایر پیش‌تیمارها به‌دست آمد (جدول ۴). پیش‌تیمار بذر توسط محلول غذایی سیفول آمینوزینک به‌ترتیب موجب افزایش ۳۵ و ۳۲ درصدی وزن خشک ساقه و ریشه نسبت به بذرهای شاهد گردید. اثرمتقابل نتایج حاکی از تأثیر معنی‌دار رقم و کود بر وزن تر ساقه بود (جدول ۳). بیش‌ترین وزن‌تر ساقه در تیمار کودی سیفول آمینوزینک و رقم حیدری مترتب گردید و کم‌ترین مقدار آن در تیمار شاهد و رقم صدرا حاصل شد (شکل ۲).



شکل ۲. تأثیر پیش‌تیمار بذر گندم در ارقام مختلف بر وزن تر ساقه.

"F " تیمارهای کودی به‌ترتیب ۱. شاهد، ۲. بیوزر، ۳. سیفول آمینو زینک، ۴. سبزینه، ۵. رویش و ۶. اکوبوستر و"C" ارقام مختلف گندم به‌ترتیب ۱. پیشگام، ۲. حیدری، ۳. زرینه، ۴. صدرا، ۵. هشترود و ۶. باران.

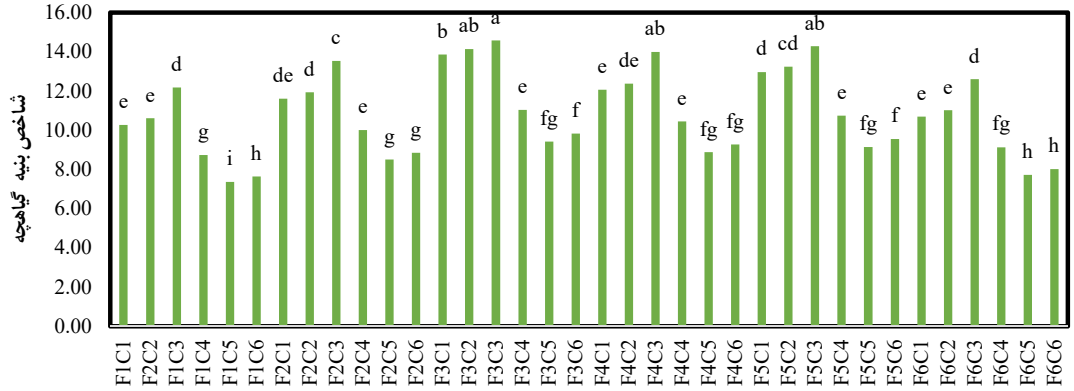
۴. ۳. درصد و سرعت سبزشدن

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که میانگین درصد سبزشدن بذرهای پیش‌تیمارشده به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از بذرهای شاهد بود (جدول ۴). در بین پیش‌تیمارهای مختلف، بیش‌ترین درصد سبزشدن در بذرهای پیش‌تیمارشده با کود سیفول آمینوزینک به‌دست آمد (جدول ۴). کم‌ترین درصد سبزشدن در بذرهای شاهد مشاهده شد (جدول ۴). درصد سبزشدن بذرهای پیش‌تیمارشده با کود سیفول آمینوزینک به‌طور معنی‌داری (۳/۵ درصد) بیش‌تر از تیمار شاهد بود (جدول ۴). سرعت سبزشدن نیز تحت تأثیر پیش‌تیمار بذر قرار گرفت (جدول ۳). بیش‌ترین میانگین سرعت سبزشدن، مربوط به پیش‌تیمار کود سیفول آمینوزینک (۱۲/۱۷ دانه در روز) بود که این تیمارها به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از بذرهای شاهد و سایر پیش‌تیمارها بودند (جدول ۴). در همه پیش‌تیمارها سرعت سبزشدن نسبت به شاهد افزایش نشان دادند (جدول ۴).

۴. ۴. شاخص بنیه

میانگین شاخص قدرت گیاهچه‌های حاصل از بذرهای پیش‌تیمارشده بیش‌تر از بذرهای شاهد به‌دست آمد (جدول ۴). بیش‌ترین شاخص بنیه گیاهچه‌ها مربوط به پیش‌تیمار بذرهای با کود سیفول آمینوزینک بود که به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از

بذرهای شاهد و سایر پیش‌تیمارها به‌دست آمد. اعمال پیش‌تیمار بر بذرهای گندم با محلول‌های مختلف، موجب افزایش ۲۱ درصدی شاخص بنیه این گیاهچه نسبت به بذرهای شاهد شد. از طرفی حداکثر شاخص قدرت گیاهچه (بنیه) در تیمار کودی سیفول آمینوزینک و رقم حیدری مشاهده گردید و حداقل قدرت در تیمار شاهد و رقم دیم هشترود حاصل شد (شکل ۳).

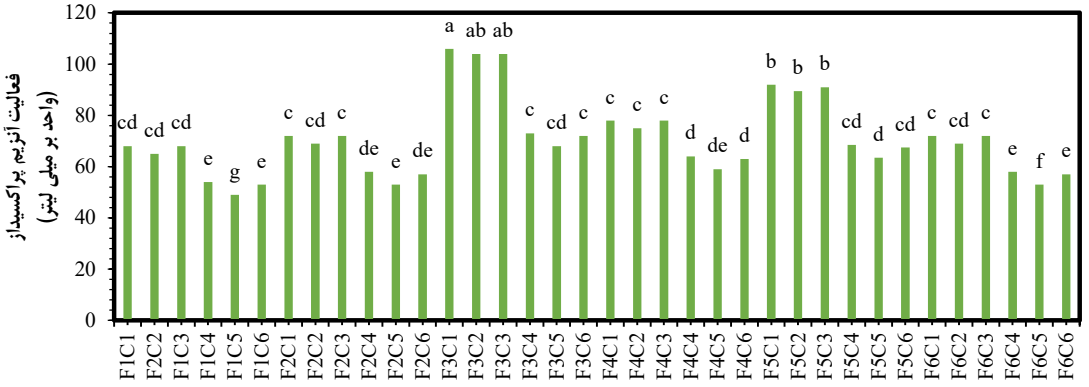


شکل ۳. تأثیر پیش‌تیمار بذر گندم در ارقام مختلف بر شاخص بنیه گیاهچه.

"F" تیمارهای کودی به‌ترتیب ۱. شاهد، ۲. بیوزر، ۳. سیفول آمینو زینک، ۴. سبزینه، ۵. رویش و ۶. اکوبوستر و"C" ارقام مختلف گندم به‌ترتیب ۱. پیشگام، ۲. حیدری، ۳. زرینه، ۴. صدرا، ۵. هشترود و ۶. باران.

۴. ۵. فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز

فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز گیاهچه‌های حاصل از بذرهای پیش‌تیمارشده به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از بذرهای شاهد بود (جدول ۴). در بین تیمارهای مختلف نیز اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۴). کم‌ترین فعالیت آنزیم کاتالاز در بذرهای شاهد مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری از نظر آماری با بذرهای پیش‌تیمارشده داشت (جدول ۴). اثر متقابل کودهای بذرمال و ارقام مختلف آنزیم پراکسیداز را تحت تأثیر قرار دادند. به‌نحوی‌که بیش‌ترین فعالیت این آنزیم در کود سیفول آمینوزینک در رقم پیشگام مشاهده شد و حداقل فعالیت آنزیم پراکسیداز در نمونه شاهد و رقم هشترود مشاهده شد (شکل ۴).



شکل ٤. تأثیر پیش‌تیمار بذر گندم در ارقام مختلف بر فعالیت آنزیم کاتالاز.

"F" تیمارهای کودی به‌ترتیب ۱- شاهد، ۲- بیوزر، ۳ سیفول آمینو زینک، ۴- سبزینه، ۵- رویش و ۶- اکوبوستر و"C" ارقام مختلف گندم به‌ترتیب ۱- پیشگام، ۲- حیدری، ۳- زرینه، ۴- صدرا، ۵- هشترود و ۶- باران.

۵. بحث

مطالعات مختلف حاکی از تأثیرگذاری مثبت پرایمینگ بذر با استفاده از محلول‌های غذایی بر سبزشدن و رشد گیاهچه در گیاهان مختلف است. با توجه به این‌که بذرهای پیش‌تیمارشده درصد و سرعت سبزشدن بالاتری نسبت به بذرهای شاهد داشتند، این امر موجب شد تا در یک زمان معین، ماده خشک بیش‌تری نسبت به بذرهای شاهد تولید کنند. برتری بذرهای پیش‌تیمارشده در مقایسه با شاهد از نظر تولید گیاهچه‌های بزرگ‌تر را می‌توان به سرعت سبزشدن بالاتر نیز نسبت داد. این نتایج با یافته‌های سایر پژوهش‌گران کاملاً مرتبط و همسو بود (Rashi *et al*., 2006; Sheikhzadeh *et al*., 2014; Sivritepe *et al*., 2003). هم‌چنین نتایج پژوهش‌ها نشان داده است که افزایش وزن خشک گیاهچه‌های حاصل از بذرهای پرایم‌شده، ناشی از افزایش سنتز آنزیم‌های هیدرولیتیک و به‌دنبال آن افزایش میزان پویایی ذخایر بذر هستند (Sivritepe *et al*., 2003; Omidi *et al*., 2005). به‌نظر می‌رسد افزایش درصد و سرعت سبزشدن در نتیجه اعمال پیش‌تیمار، ممکن است ناشی از این واقعیت باشد که پیش‌تیمار بذر موجب القای تغییرات بیوشیمیایی همانند هیدرولیز، فعال کردن آنزیم‌ها، همانندسازی DNA، افزایش سنتز RNA و سنتز پروتئین‌ها می‌گردد که این امر سبب افزایش رشد جنین و کاهش نشت متابولیت‌ها و در نهایت بهبود قدرت بذر و جوانه‌زنی بذرهای می‌گردد (McDonald, 2000)، هم‌چنین می‌تواند ناشی از آزادسازی آنزیم‌های تجزیه‌کننده کربوهیدرات و پروتئین در داخل بذر باشد (Jamil & Rha, 2007). پیش‌تیمار بذر از طریق کاهش مدت زمان لازم برای جذب آب، موجب بهبود جوانه‌زنی، سبزشدن و استقرار سریع و مطلوب گیاهچه‌ها در دامنه وسیعی از شرایط محیطی می‌شود (Rowse *et al*., 2001; Mazaheri & Manochehri, 2006; Mohammadi *et al*., 2009).

اثر پیش‌تیمار بذر با آب و محلول غذایی روی جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های حاصل از بذرهای چاودار کوهی (*Secale montanum*) نشان داد که تیمار بذر با محلول غذایی سبب افزایش درصد جوانه‌زنی می‌شود (Ansari & Sharif-Zadeh, 2012). اعمال پیش‌تیمار با محلول غذایی در بذرهای نخود، موجب افزایش فعالیت آنزیم آمیلاز، اینورتاز، ساکارز سنتاز و ساکارز فسفات سنتاز در گیاهچه‌های پیش‌تیمارشده نسبت به گیاهچه‌های حاصل از بذرهای شاهد گردید (Kaur *et al*., 2002). در بررسی اثر پیش‌تیمار آبی بر جوانه‌زنی بذر زیره سبز (*Cuminam cyminum*) گزارش شد که پیش‌تیمار با محلول غذایی سبب افزایش درصد جوانه‌زنی این بذرهای شده است (Neamatollahi *et al*., 2009) که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. در ذرت شیرین، پیش تیمار بذر، فعالیت آنزیم‌های β و α آمیلاز که از آنزیم‌های مؤثر در جوانه‌زنی بذر هستند را افزایش می‌دهند، که این امر سبب افزایش قدرت بذر می‌گردد (Jamil & Rha, 2007). تسریع جوانه‌زنی در بذرهای پیش‌تیمارشده می‌تواند ناشی از آن باشد که این بذرهای در مرحله جذب آب، از طریق بهبود ترمیم غشای سیتوپلاسمی و DNA، کاهش نشت متابولیت‌ها و افزایش فعالیت‌های متابولیکی از جمله افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده هم‌چون آلفا آمیلاز، افزایش ATP، افزایش سنتزRNA و DNA، افزایش تعداد و در عین‌حال ارتقای عملکرد میتوکندری‌ها (Afzal *et al*., 2002) موجب کوتاه‌شدن زمان جوانه‌زنی نسبت به بذرهای شاهد می‌گردد که این امر سبب می‌شود تا بذرهای پیش‌تیمارشده از لحاظ مراحل جوانه‌زنی نسبت به بذرهای شاهد پیشرفته‌تر باشند (Rowse *et al*., 2001; Afzal *et al*., 2002). بنابراین افزایش سرعت جوانه‌زنی در اثر اعمال پیش‌تیمار بذر، نمایانگر افزایش قدرت این بذرهاست که این امر می‌تواند موجب بهبود سرعت رشد گیاهان، کاهش ناهمگونی فیزیولوژیکی ذاتی در بذ و افزایش کیفیت و کمیت عملکرد شود (Demir *et al*., 2006; Sheikhzadeh *et al*., 2014 Maestrini *et al*., 2004;).

افزایش سرعت جوانه‌زنی بر اثر پیش‌تیمار در بذرهای گیاهان مختلف نیز گزارش شده است که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد (Khodary, 2004; Moosavi *et al*., 2009; Casenave & Toselli, 2007). بذرهایی که دارای

شاخص قدرت بالاتری هستند، علاوه بر داشتن درصد و سرعت جوانه‌زنی بالا، گیاهچه‌های قوی و بزرگ‌تری نیز تولید می‌کنند (El-Khallal *et al*., 2009; Rabiee & Bayat, 2009).

اگرچه پیش‌تیمار بذرها با محلول‌های غذایی در مقایسه با تیمارشاهد عملکرد مناسبی داشتند، با این‌حال در میان محلول‌های مختلف نیز محلول غذایی سیفول آمینوزینک عمکلرد چشم‌گیری را نسبت به سایر تیمارها از خود نشان داد که می‌تواند به‌دلیل محتویات، مواد و عناصر مختلف موجود در این محلول غذایی باشد. با توجه به این‌که کود سیفول آمینوزینک از نیتروژن (۶ درصد)، روی (۳ درصد)، بر (۱/۵ درصد)، آمینو اسید (۴ درصد) و ۳ درصد جلبک دریایی ساخته شده است، می‌توان علت برتری را درصد بالای نیتروژن و روی دانست، هم‌چنین جلبک دریایی و آمینو اسید نیز نقش به‌سزایی در سرعت و درصد سبزشدن گیاهچه دارند.

۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نتایج حاصل از این پژوهش به‌خوبی نشان داد که با توجه به سبزشدن غیریکنواخت محتمل در بذرهای ارقام مختلف گندم، پیش‌تیمار بذرهای با محلول‌های غذایی موجب بهبود سبزشدن بذرها، رشد گیاهچه‌ها و افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان گیاهچه‌های گندم گردید. در بین پیش‌تیمارهای مورداستفاده روی بذرهای این گیاه، پیش‌تیمار بذر با کود سیفول‌آمینوزینک بیش‌ترین اثر مثبت را برسبزشدن، قدرت بذرها، وزن تر و خشک، ارتفاع گیاهچه و هم‌چنین فعالیت آنزیم های کاتالاز و پراکسیداز را نشان داد. در بین ارقام نیز ارقام آبی گندم در مقایسه با بذرهای دیم، واکنش بهتری به پرایمینگ بذر نشان دادند. با توجه به این‌که پیش‌تیمار بذر روشی ساده و مقرون‌به‌صرفه بوده و درعین سادگی و عدم نیاز به دانش فنی پیچیده، به‌آسانی می‌تواند توسط کشاورزان اجرا گردد، بنابراین این روش جهت بهبود سبزشدن، رشد گیاهچه و افزایش کیفیت و قدرت بذرها و استقرار مناسب گیاهچه گندم توصیه می‌شود. پیشنهاد می‌شود غلظت‌های دیگر کودهای بذرمال در اقلیم‌های دیگر و در چند سال متوالی بر روی ارقام دیگرگندم دوباره موردمطالعه و ارزیابی قرار گیرند.

۷. تشکر و قدردانی

از سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان و هم‌چنین اتحادیه تعاون روستایی استان همدان به‌خاطر تأمین منابع مالی و هم‌چنین حمایت‌های معنوی، تشکر و قدردانی می‌گردد.

۸. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافعی توسط نویسندگان وجود ندارد.

۹. منابع

Aebi, H. (1984). Catalase in vitro. *Methods in enzymology*, *105*, 121-126. https://doi.org/10.1016/S0076-6879(84)05016-3

Afzal, I., S. M. A., Basras, Ahmad, N., & Farooq, M. (2005). Optimization of hormonal priming techniques for evaluation of salinity stress in wheat (*Triticum aestivum*). *Caderno de Pesquisa Serie Biologia*, *17*(1), 95-109.

Al-Mudaris, M. A., & Jutzi, S. C. (1999). The influence of fertilizer-based seed priming treatments on emergence and seedling growth of (*Sorghum bicolor*) and (*Pennisetum glaucum*) in pot trials under greenhouse conditions. *Journal of Agronomy and Crop Science*, *182*(7), 135 -141.

Ashraf, M. R., & Foolad, M. (2005). Pre-sowing seed treatment a shotgun approach to improving germination, plant growth, and crop yield of barley (*Hordeum vulgare*) under saline and non-saline conditions. *Advances in Agronomy*, *88*(4), 217-223.

Bradford, K. J. (1986). Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. *Horticultural Science*, *21*(7), 1105-1112.

Chaichi, M., Nemati, A., Dadrasi, A., Heydari, M., Hassanisaadi, M., Yousefi, A. R., & Mastinu, A. (2022). Germination of *Triticum aestivum* L.: Effects of Soil–Seed Interaction on the Growth of Seedlings. *Soil Systems*, 6(2), 37.

Chance, B., & Maehly, A. C. (1955). The assay of catalases and peroxidases. *Methods of biochemical analysis*, *1*, 357‑424. https://doi.org/10.1002/9780470110171.ch14.

Chen, K., Fessehaie, A., & Arora, R. (2012). Dehydrin metabolism is altered during seed osmopriming and subsequent germination under chilling and desiccation in *Spinacia oleracea* L. cv. Bloomsdale: Possible role in stress tolerance. *Plant Science*, *183*(12), 27-36, ISSN 0168-9452, https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2011.11.002

Cisse. N. D., & Ejeta, G. (2003). Genetic variation and relationships among seedling vigor traits in sorghum. *Crop Science*. *43*(3), 824-828.

Demir, M., & Arif, I. (2003). Effects of different soil salinity levels on germination and seedling growth of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Turkish Journal of Agriculture*, *27*(12), 221-227.

Duman, I. (2006). Effect of seed priming with PEG and K3PO4 on germination and seedling growth in Lettuce. *Pakistan Journal of Biology Science*, *9*(5), 923-928.

Farooq, M., Wahid, A., & Siddique, K. H. M. (2012). Micronutrient application through seed treatments- a review, *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, *12*(1), 125-142.

Forcella, F., Benech Arnold, R.L., Sanchez, R., & Ghersa, C. M. (2000). Modeling seedling emergence. *Field Crops Research*, *67*(5), 123-139.

Giri, G. S., & Schillinger, W. F. (2003). Seed priming winter wheat for germination, emergence, and yield. *Crop Science*, *43*(6), 2135-2141.

Gong D, He F, Liu J, Zhang C, Wang Y, Tian S, Sun C, Zhang X. (2022). Understanding of Hormonal Regulation in Rice Seed Germination. *Life (Basel)*, 12(7),1021. https://doi.org/10.3390%2Flife12071021.

Hakizimana, F., Haley, S. D., & Turnipseed, E. B. (2000). Repeatability and genotype× environment interaction of coleoptiles length measurement in winter wheat. *Crop Science*, *40*(2), 1233-1237.

Han, C., & Yang, P. (2015). Studies on the molecular mechanisms of seed germination. *Proteomics, 15*(2), 1671-1679. https://doi.org/ 10.1002/pmic.201400375

Han, C., Wang, K., & Yang, P. (2014). Gel-based comparative phosphoproteomic analysis on rice embryo during germination. *Plant Cell Physiol. 55*(5), 1376-1394. https://doi.org/ 10.1093/pcp/pcu060

Harris, D. (2006). Development and testing of on-farm seed priming. *Advanced Agronomy*, *90*, 129-138.

Harris, D., Raghuwanshi, B. S., Gangwar, J. S., Singh, S. C., & Hollington, P. A. (1999). Participatory evaluation by farmers of on-farm seed priming in wheat in India, Nepal and Pakistan. *Experience Agronomy*, *37*(3), 403-415.

Harris, D., Rashid, A., Hollington, P. A., Jasi, L., & Riches, C. (2002). Prospects of improving maize yields with ‘on farm seed priming. In Sustainable Maize Production Systems for Nepal: Proceedings of a Maize Symposium held, Kathmandu, Nepal. editted by Rajbhandari, N.P., Ransom, J.K., Adikhari, K., Palme, r.A.F.E. NARC and CIMMYT Press. 180-185.

Hosseinifard, M., Stefaniak, S., Ghorbani Javid, M., Soltani, E., Wojtyla, Ł., & Garnczarska, M. (2022). Contribution of exogenous proline to abiotic stresses tolerance in plants: a review. *International Journal of Molecular Sciences*, *23*(9), 5186. https://doi.org/10.3390/ijms23095186

Kaur, S., Gulpata, A. K., & Kaur, N. (2002). Effect of osmo and hydro priming of chickpea seeds on seedling growth and carbohydrate metabolism under water deficit stress. *Plant Growth Regulation*, *37*(5), 17-22, 2002. 17.

Liu, J., Hasanuzzaman, M., Wen, H., Zhang, J., Peng, T., Sun, H., & Zhao, Q. (2019). High temperature and drought stress cause abscisic acid and reactive oxygen species accumulation and suppress seed germination growth in rice. *Protoplasma*, *256*(2), 1217-1227.

Ma, H. Y., Zhao, D. D., Ning, Q. R., Wei, J. P., Li, Y., Wang, M. M., & Liang, Z. W. (2018). A multi-year beneficial effect of seed priming with gibberellic acid-3 (GA3) on plant growth and production in a perennial grass, *Leymus chinensis*. *Scientific reports*, *8*(1), 1-9.

Mian, M. A. R., & Nafziger, E.D. (1994). Seed size and water potential effects on germination and seedling growth of winter wheat. *Crop Science*, *34*(2), 169-171.

Mohammadi, G. R., & Amiri, F. (2010). The effect of priming on seed performance of canola (*Brasica napus* L.) under drought stress. American-Eurasian. *Journal of Agriculture and Environment Science*, *9*(2), 202-207.

Moles, A. T., & Westoby, M. (2004). Seedling survival and seed size: A synthesis of literature. *Journal of Ecology*, *92*(11), 372-383.

Peterson, C. M., Klepper, B., & Rickman, R. W. (1989). Seeds reserves and seedling development in winter wheat. *Agronomy Journal*, *81*(2), 245-251.

Rajjou, L., Duval, M., Gallardo, K., Catusse, J., Bally, J., Job, C., & Job, D. (2012). Seed germination and vigor. *Annual Review of Plant Biology*, *63*(2), 507-533.

Sharafzadeh, F., Zolleh, H. H., Mohamadi, H., & Janmohamadi, M. (2006). Study of osmotic priming effects on wheat (*Triticum aestivum* L.) germination in different temperatures and local seed masses. *Journal of Agronomy*, *5*(4), 647-650.

Singh, P., Singh, J., Ray, Sh., Singh, R., Rajput, Vaishnav, A., & Singh, R. K. (2020). Seed biopriming with antagonistic microbes and ascorbic acid induces resistance in tomato against *Fusarium wilt*, *Microbiological Research*, *237*(11), 12-25, ISSN 0944-5013, https://doi.org/10.1016/j.micres.

Turner, N. C. (1987). Drought resistance of wheat for light textured soils in a Mediterranean climate. *Drought tolerance in winter cereals*, *16*(4), 203-216.

Weitbrecht, K., Müller, K., & Leubner-Metzger, G. (2011). First off the mark: early seed germination. *Journal of experimental botany*, *62*(10), 3289-3309.