University of Tehran Press

Journal of Crops Improvement

Online ISSN: 2345-6957

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

Study of the seed priming effect of different barley (*Hordeum vulgare*) cultivars on various emergence characteristics

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

1. Department of Plant Production & Genetics, 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 29 October 2022
Received in revised form 11 June 2023
Accepted 14 June 2023
Published online 20 September 2023

Keywords:
Catalase enzyme
Germination percentage
Germination speed
Peroxidase enzyme
Seedling establishment

ABSTRACT

Objective: Seed priming is the simplest and the best method to increase seed germination speed.

Methods: To address this, in a study aimed at the effect of priming of different barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars on various germination characteristics, in the form of a factorial experiment was conducted using a completely randomized design with four replications in the research greenhouse of the Agricultural and Natural Resources Research Center of Hamadan province in 2022. Treatments including 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 barley cultivars including Jolgeh, Bahman, Azaran, Abidar, Ghaflan, and Sahand.

Results: The results indicated a significant effect of seed priming on the evaluated characteristics compared to the control treatment. The highest enzyme activities of catalase (0.117 Unit/ml) and peroxidase (85.08 Unit/ml) were obtained in seedlings obtained from seeds priming with Seafull amino zinc, which were 72 and 33% more than control treatments, respectively. The highest seedling vigor index was related to the seeds priming with seafull amino zinc fertilizer (26.55), which was significantly higher than the control treatment (22.84) and other treatments. Also, the germination percentage of seeds priming with seafull amino zinc fertilizer was significantly higher (3.5%) than the control.

Conclusion: Considering that seed priming is a cost-effective and easy 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, seedling growth, and the quality and strength of barley seeds.

Cite this article: Heydari, M., & Chaichi, M. (2023). Study of the seed priming effect of different barley (*Hordeum vulgare*) cultivars on various emergence characteristics. *Journal of Crops Improvement*, 25 (3), 543-555.
DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2023.350550.2754

© The Authors.
Publisher: University of Tehran Press.
DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2023.350550.2754

انتشارات دانشگاه تهران

به زراعی کشاورزی

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

شاپا الکترونیکی: ۶۹۵۷-۲۳۴۵

مطالعه اثر پیش‌تیمار بذرهای ارقام مختلف جو (*Hordeum vulgare*) بر شاخص‌های مختلف سبزشدن

مسلم حیدری[۱و۲] | مهرداد چایی‌چی[۲]✉

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

۲. نویسنده مسئول، 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: ۱۴۰۱/۰۸/۰۷
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۳/۲۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۲۴
تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۶/۲۹

کلیدواژه‌ها:
استقرار گیاهچه
آنزیم پراکسیداز
آنزیم کاتالاز
درصد سبزشدن
سرعت سبزشدن

چکیده

هدف: پیش‌تیمار بذر ساده‌ترین و در عین حال بهترین روش برای افزایش سرعت جوانه‌زنی بذرهاست.

روش پژوهش: بر این اساس مطالعه‌ای با هدف تأثیر پیش‌تیمار بذرهای ارقام مختلف جو (*Hordeum vulgare* L.) بر شاخص‌های مختلف سبزشدن به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار در گلخانه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان در سال ۱۴۰۱ اجرا گردید. تیمارها شامل پیش‌تیمار بذر با کودهای ۱- کود مایع ویژه بذر مال بیوزر، ۲- سیفول آمینو زینک، ۳- سبزینه، ۴- کود بذرمال رویش، ۵- اکوبوستر و ۶- شاهد (عدم کاربرد کود) به‌عنوان فاکتور اول و ارقام مختلف جو آبی (جلگه، بهمن و آذران) و دیم (آبیدر، قافلان و سهند) به‌عنوان فاکتور دوم بود.

یافته‌ها: نتایج حاکی از تأثیر معنی‌دار پیش‌تیمار بذرها بر شاخص‌های مورد ارزیابی در مقایسه با تیمار شاهد بود. بیش‌ترین فعالیت آنزیم کاتالاز (۰/۱۱۷ Unit/ml) و پراکسیداز (۸۵/۰۸ Unit/ml) در گیاهچه‌های حاصل از بذرهای پیش‌تیمار شده با سیفول آمینوزینک به‌دست آمد که به‌ترتیب ۷۲ و ۳۳ درصد بیش‌تر از گیاهچه‌های حاصل از بذرهای شاهد بود. بیش‌ترین شاخص بنیه گیاهچه‌ها مربوط به پیش‌تیمار بذرهای با کود سیفول آمینوزینک (۲۶/۵۵) بود که به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از بذرهای شاهد (۲۲/۸۴) و سایر پیش‌تیمارها به‌دست آمد. هم‌چنین درصد سبزشدن بذرهای پیش‌تیمارشده با کود سیفول آمینوزینک به‌طور معنی‌داری (۳/۵ درصد) بیش‌تر از تیمار شاهد بود.

نتیجه‌گیری: در بین تیمارها کود بذرمال سیفول آمینوزینک و در بین ارقام نیز رقم آبی آذران بیش‌ترین تأثیرگذاری را در شاخص‌های مختلف نشان دادند. با توجه به این‌که پیش‌تیمار بذر روشی آسان 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 و استقرار گیاهچه، رشد گیاهچه، افزایش کیفیت و قدرت بذرهای جو توصیه می‌شود.

استناد: حیدری، مسلم؛ و چایی‌چی، مهرداد (۱۴۰۲). مطالعه اثر پیش‌تیمار بذرهای ارقام مختلف جو (*Hordeum vulgare*) بر شاخص‌های مختلف سبزشدن. *به‌زراعی کشاورزی*، ۲۵ (۳)، ۵۴۳-۵۵۵. DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2023.350550.2754

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

CC BY NC

۱. مقدمه

با وجود پیشرفت‌های حاصل‌شده 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 چیره‌شده و عکس‌العمل مناسبی از خود نشان دهد. که مسلماً این عکس‌العمل برحسب ژنوتیپ و محیط متغیر می‌باشد (Hakizimana *et al.*, 2000; Forcella *et al*., 2000; Moles & Westoby, 2004; Weitbrech & Müller, 2011; Chaichi *et al*., 2022). 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; Weitbrech & 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).

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).

۲. پیشینه پژوهش

روش‌های مختلفی برای بهبود جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه وجود دارد (Han & Yang, 2015; Han & Yang, 2014;Chaichi *et al*., 2022). پیش‌تیمار بذر ساده‌ترین و در عین‌حال 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). پیش‌تیمار 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). پیش‌تیمار 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; Amiryousefi *et al*., 2022). در جریان پیش‌تیمار، 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 جوانه‌زنی می‌شود، 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). پیش‌تیمار بذر به شکل‌های مختلفی مثل پیش‌تیمار آبی[1]، اسموپرایمینگ (Kaur *et al*., 2002; Duman, 2006; Sharafzadeh *et al*., 2006; Chen *et al*., 2012)، پیش‌تیمار ماتریک (Bradford, 1986) و پیش‌تیمار مزرعه‌ای (Harris *et al*., 2002) انجام می‌گیرد، که در این میان پیش‌تیمار مزرعه‌ای یا پیش‌تیمار بذر با ترکیبات هورمونی، شیمیایی و محلول‌های غذایی در مزرعه به‌دلیل ساده و کم‌هزینه‌بودن به‌طور وسیعی استفاده می‌شود (Harris, 2006; Chen *et al*., 2012).

پیش‌تیمار تغذیه‌ای دانه[2] 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، محلول پاشی و یا استفاده مستقیم روی بذرها (پیش‌تیمار) است. در بین آن‌ها، پیش‌تیمار 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 جو نیز برای بررسی پاسخ آن‌ها به پیش‌تیمار 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 شاخص‌های سبزشدن ارقام مختلف آبی و دیم جو (*Hordeum volgaris* L.) می‌باشد.

۳. روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش در سال ۱۴۰۱ با کشت ارقام مختلف جو در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی همدان اجرا گردید. آزمایش در فاز گلخانه‌ای به‌صورت فاکتوریل (۶×۶) در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار اجرا گردید. در این مطالعه از اراقام اصلاح‌شده جو آبی (جلگه، بهمن و آذران) و دیم (آبیدر، قافلان و سهند) تهیه‌شده از مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان استفاده گردید. تمامی بذرها با استفاده از محلول هیپوکلریت سدیم (۳ درصد v/v) به‌مدت ۳۰ ثانیه سترون 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 گردید (جدول ۱).

جدول ۱. مشخصات تیمارهای آزمایش

ردیف	نام محلول	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 مجموعاً 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)	زیست فناور 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)

1. Hydro-priming
۲. Nutripriming

بذرها 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 به‌مدت ۲۴ ساعت قرار داده شدند تا کاملاً خشک شوند. هر گلدان حاوی چهار کیلوگرم خاک بود. خاک محل آزمایش دارای بافت لومی شنی، pH حدود ۷/۵ و هدایت الکتریکی حدود ۰/۸۱ دسی زیمنس بر متر بود (جدول ۲). برای جلوگیری از تنش آبی گلدان‌ها یک روز در میان آبیاری شدند. گلدان‌ها در شرایط مشابه در گلخانه در دمای ۴±۲۴ و ۴±۱۰ درجه سانتی گراد (روز/شب) با میانگین رطوبت نسبی ۶۰ درصد و طول روز حدود ۱۴ ساعت نگهداری شدند.

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)						(پی‌پی‌ام)	
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 و درصد سبزشدن، شاخص بنیه گیاهچه و فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز بذر اندازه‌گیری و ثبت شدند. برای تعیین سرعت سبزشدن، درصد سبزشدن و شاخص بنیه گیاهچه به‌ترتیب از روابط (۱)، (۲) و (۳) استفاده گردید (Ellis & Roberts, 1980; ISTA, 1985).

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

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

$$VI = (Ls \times Gp)/100$$ رابطه ۳)

در این معادلات SG سرعت سبزشدن بذر، *ni* تعداد بذرهای سبز شده، *di* تعداد کل روز، GP درصد سبزشدن، G تعداد بذرهای سبزشده در طول آزمایش و N کل دانه‌ها، R میانگین سرعت سبزشدن، D تعداد روزهای سپری شده از شروع آزمایش و n تعداد بذرهای سبزشده در روز موردنظر می‌باشند. ارزیابی شاخص بنیه (بنیه گیاهچه) 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 آزمون سبزشدن تغییرات بیوشیمیایی گیاهچه‌ها از اندام‌های هوایی اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری فعالیت آنزیم کاتالاز از روش Aebi (1984) استفاده شد که بر پایه تجزیه پراکسید هیدروژن توسط این آنزیم استوار است. برای سنجش میزان فعالیت این آنزیم در اثر اعمال تیمارهای محرک، از رابطه (۴) استفاده شد:

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

در این فرمول، df بیان‌کننده فاکتور رقیق‌سازی، عدد ۳ نشان‌دهنده حجم محلول موردسنجش بر حسب میلی‌لیتر، ۰/۰۵ نشان‌دهنده حجم عصاره آنزیمی، عدد ۴۰ بیان‌کننده ضریب خاموشی پراکسیدهیدروژن و ΔA240 بیان‌کننده عدد قرائت‌شده توسط اسپکتروفتومتری در طول موج ۲۴۰ نانومتر می‌باشد. عدد به‌دست‌آمده بیان‌کننده میزان فعالیت آنزیم برحسب هر واحد از آنزیم می‌باشد. فعالیت آنزیم پراکسیداز نیز به‌روش Chance & Maehly (1995) اندازه‌گیری شد (رابطه ۵).

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

که در آن، ΔA470 میزان جذب قرائت‌شده از هر نمونه توسط اسپکتروفتومتر، سه مقدار حجم واکنش، df ضریب رقت که از طریق تقسیم حجم نهایی واکنش مورد استفاده 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 (نسخه ۹/۱) SAS صورت گرفت و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای 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 گیاهچه و فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و کاتالاز در ارقام مختلف جو به‌طور معنی‌داری (P<۰/۰۱) تحت تأثیر پیش‌تیمار بذر قرار گرفت (جدول ۳).

جدول ۳. تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف بر شاخص‌های سبزشدن جو

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات										
		CL	SL	RL	DWS	DWR	FWS	FWR	PG	SG	VI	POZ	CTZ
کود (F)	۵	۲۵/۰۲۹**	۱۴/۶۷۵۷**	۲۰/۷۹۸۶**	۰/۳۱۰۵۲**	۰/۱۱۵۳۵۱**	۹/۵۶۴۸**	۸/۳۷۷۹**	۳۸/۶۵۰۰**	۹/۸۳۰۵*	۲۴/۹۰۴۲**	۲۸۱۸/۰۶**	۰/۰۲۵۵۳**
رقم (C)	۵	۹/۶۷۷۲**	۷۹/۴۸۹۱**	۶۲/۳۱۰۰**	۰/۱۴۷۳۷**	۰/۰۸۵۷۷**	۶/۴۰۴۵**	۶/۰۸۹۶**	۷۵۸/۳۰۳۷**	۴۶/۹۲۸۲**	۹۹/۷۶۸۶**	۲۸۷۲/۶**	۰/۰۰۵۰۲**
F × C	۲۵	۰/۰۷۹۱^{ns}	۰/۰۱۴۸^{ns}	۰/۲۳۳۵۵^{ns}	۰/۰۰۰۴۱^{ns}	۰/۰۰۱۲۸*	۰/۲۳۴۱۶**	۰/۰۴۱۲۹^{ns}	۰/۴۴۴۲۴^{ns}	۰/۱۴۵۶^{ns}	۰/۲۸۶۱**	۷۳/۸۲۶۶**	۰/۰۰۰۰۴^{ns}
خطا	۱۰۸	۰/۲۳۵۸	۰/۰۴۶۶	۰/۰۴۶۶۶	۰/۰۰۰۴۶	۰/۰۰۰۴	۰/۰۳۳۳۶	۰/۰۳۵۳۳	۲/۳۴۴۲	۲/۵۰۰۰	۰/۰۶۵۸۷	۶/۲۵۰۰	۰/۰۰۰۳۰
CV	–	۶/۸	۱/۸۷	۱/۶۸	۳/۰۴	۴/۰۹	۲/۷۸	۳/۳۳	۱/۶۹	۳/۱۸	۲/۱۷	۳/۶۹	۲/۸۵

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 گیاهچه (VI)، فعالیت آنزیم پراکسیداز (POZ)، فعالیت آنزیم کاتالاز (CTZ) و ضریب تغییرات (CV).

**، * و ns: به‌ترتیب معنی‌داری در سطح یک و پنج درصد و عدم معنی‌داری می‌باشند.

۴. ۱. طول کلئوپتیل، طول ساقه و طول ریشه

در بین ارقام مختلف ارقام آذران و بهمن بیش‌ترین طول کلئوپتیل به‌ترتیب ۷/۸۵ و ۷/۷ سانتی‌متر به‌دست آمد (جدول ۴). هم‌چنین رقم آذران بیش‌ترین طول ساقه (۱۳/۷۸ سانتی‌متر) و طول ریشه (۱۵/۱۴ سانتی‌متر) را به خود اختصاص داد (جدول ۴). در بین ارقام دیم هم بلندترین طول کلئوپتیل (۶/۶۸ سانتی‌متر)، طول ساقه (۱۰/۵۵ سانتی‌متر) و طول ریشه (۱۱/۷۹ سانتی‌متر) در رقم آبیدر مشاهده گردید. هم‌چنین کوتاه‌ترین کلئوپتیل (۶/۳۳ سانتی‌متر)، ساقه (۹/۴۵ سانتی‌متر) و ریشه (۱۱/۰۹ سانتی‌متر) در رقم سهند اندازه‌گیری شد (جدول 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 در تیمار سیفول آمینو زینک، سبزینه و رویش مشاهده گردید (جدول ۴). به بیان دیگر این سه تیمار در یک گروه آماری قرار گرفتند. در مقابل کوتاه‌ترین طول کلئوپتیل (۵/۵۲ سانتی‌متر) در تیمار شاهد مشاهده گردید (جدول ۴). کود سیفول آمینوزینک طول کلئوپتیل را در مقایسه با تیمار شاهد ۳۱ درصد افزایش داد (جدول ۴). سایر کودها نیز در مقایسه با تیمار شاهد طول کلئوپتیل را افزایش دادند (جدول ۴).

1. Duncan's multiple-range test

جدول ۴. مقایسه میانگین اثرات ساده بر صفات مختلف جو تحت تأثیر تیمارهای مختلف

تیمار	CL	SL (سانتی‌متر)	RL	DWS	DWR (گرم)	FWR	PG (درصد)	SG	CTZ (واحد بر میلی‌لیتر)
				رقم					
شاهد	۵/۵۲d	۱۰/۴۰e	۱۱/۵۵f	۰/۵۴۶f	۰/۴۲۶f	۴/۸۳e	۸۹/۰d	۱۱/۰۶c	۰/۰۳۲f
کود بذر مال بیوزر	۶/۷b	۱۱/۵c	۱۲/۷۵d	۰/۷۴۶d	۰/۵۲۶d	۵/۳۳d	۹۰/۵۰c	۱۲/۰۸ab	۰/۰۷۴d
سیفول آمینوزینک	۸/۰۰a	۱۲/۲۳a	۱۳/۹۷a	۰/۸۱۵a	۰/۶۰۵a	۶/۳۳a	۹۲/۲۴a	۱۲/۶۷a	۰/۱۱۷a
سبزینه	۷/۸۲a	۱۲/۱b	۱۳/۱۵c	۰/۷۶۶c	۰/۵۵۶c	۵/۵۴c	۹۰/۹۱bc	۱۲/۲۸ab	۰/۰۹۴c
کود بذرمال رویش	۷/۹۱a	۱۲/۱۷ab	۱۳/۵۶b	۰/۷۹۵b	۰/۵۸۵b	۵/۹۴b	۹۱/۵۹ab	۱۲/۴۸a	۰/۱۰۵b
اکوبوستر	۶/۳c	۱۰/۸d	۱۱/۹۵e	۰/۵۸۶e	۰/۴۶۶e	۴/۸۸e	۸۹/۳d	۱۱/۳۶bc	۰/۰۵۴e
				کود					
جلگه	۷/۲۰b	۱۲/۴۸c	۱۳/۳۹c	۰/۷۱c	۰/۵۵c	۵/۶۷c	۹۵/۲۶a	۱۳/۰۹a	۰/۰۹۲a
بهمن	۷/۷۰a	۱۳/۱۰b	۱۴/۰۱b	۰/۷۶b	۰/۵۷b	۵/۷۸b	۹۲/۹۸b	۱۳/۱۲a	۰/۰۸۹b
آذران	۷/۸۵a	۱۳/۷۸a	۱۵/۱۴a	۰/۸۲a	۰/۶۰a	۶/۱۶a	۹۴/۶۴a	۱۳/۴۶a	۰/۰۹۷a
آبیدر	۶/۶۸c	۱۰/۵۵d	۱۱/۷۹d	۰/۶۸d	/۵۱d	۵/۴۱d	۹۲/۵۵b	۱۱/۰۵b	۰/۰۶۷c
قافلان	۶/۵۳cd	۹/۸۵e	۱۱/۴۹e	۰/۶۸d	۰/۴۷e	۵/۰۱e	۸۰/۵۵d	۱۱/۰۵b	۰/۰۶۷c
سهند	۶/۳۳d	۹/۴۵f	۱۱/۰۹f	۰/۶۱e	۰/۴۵f	۴/۸۱f	۸۷/۵۵c	۱۰/۱۵c	۰/۰۶۷c

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 گیاهچه (VI)، فعالیت آنزیم پراکسیداز (POZ)، فعالیت آنزیم کاتالاز (CTZ). در هر ستون و برای هر جزء، حروف مشابه نمایانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

هم‌چنین نتایج حاکی از آن است که طول ساقه و ریشه تحت تأثیر پیش‌تیمار با کودهای مختلف قرار گرفت، به‌نحوی‌که بیش‌ترین طول ساقه (۱۲/۱ سانتی‌متر) و طول ریشه (۱۳/۱۵ سانتی‌متر) در تیمار کودی سیفول‌آمینوزینک به‌دست آمد (جدول ۴). کوتاه‌ترین ساقه و ریشه به‌ترتیب ۱۰/۴ و ۱۱/۵۵ سانتی‌متر در تیمار شاهد مشاهده گردید (جدول ۴). کود محلول بذر مال سیفول‌آمینوزینک طول ساقه و ریشه را به‌ترتیب ۱۴ و ۱۱/۸ درصد در مقایسه با تیمار شاهد بهبود بخشید (جدول ۴).

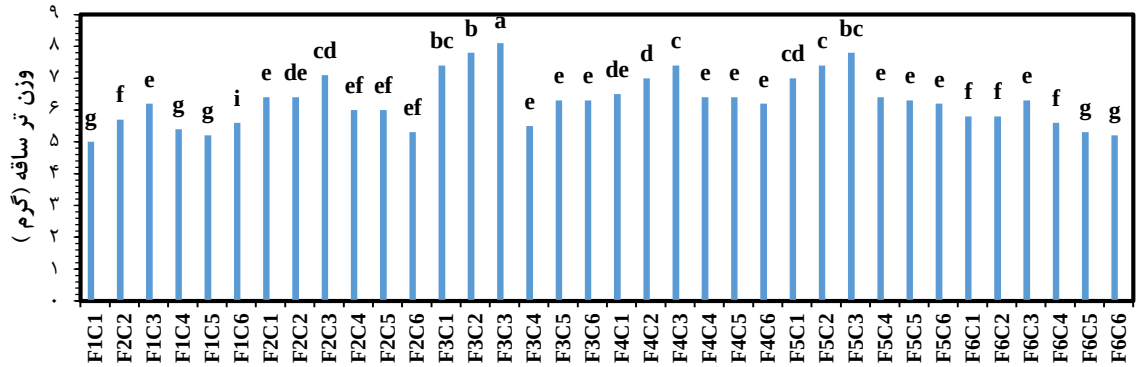
۴. ۲. وزن تر و خشک ریشه و ساقه

مطابق جدول (۴)، وزن گیاهچه‌ها در ارقام مختلف بسیار متفاوت بود. بیش‌ترین و کم‌ترین وزن ساقه و ریشه به‌ترتیب در ارقام آذران و سهند مشاهده گردید. اعمال تیمارهای مختلف بر بذرهای جو نیز نتایج متفاوتی را از خود نشان داد. بر این اساس بیش‌ترین وزن گیاهچه‌ها مربوط به بذرهای پیش‌تیمارشده با سیفول‌آمینوزینک 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. اثر متقابل نتایج حاکی از تأثیر معنی‌دار رقم و کود بر وزن‌تر ساقه بود (جدول ۴). بیش‌ترین وزن‌تر ساقه در تیمار کودی سولفوآمینوزینک و رقم آذران مترتب گردید و کم‌ترین مقدار آن در تیمار شاهد و رقم سهند حاصل شد (شکل ۱).

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 سیفول‌آمینوزینک به‌دست آمد (جدول ۴). کم‌ترین درصد سبزشدن در بذرهای شاهد مشاهده شد (جدول ۴). درصد سبزشدن بذرهای پیش‌تیمارشده با کود سیفول‌آمینوزینک به‌طور معنی‌داری (۳/۵ درصد) بیش‌تر از تیمار شاهد بود بود (جدول ۴). سرعت سبزشدن نیز تحت تأثیر پیش‌تیمار بذر قرار گرفت (جدول ۳). بیش‌ترین میانگین سرعت سبزشدن،

مربوط به پیش‌تیمار کود سیفول‌آمینوزینک (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 افزایش یافت (جدول ۴).

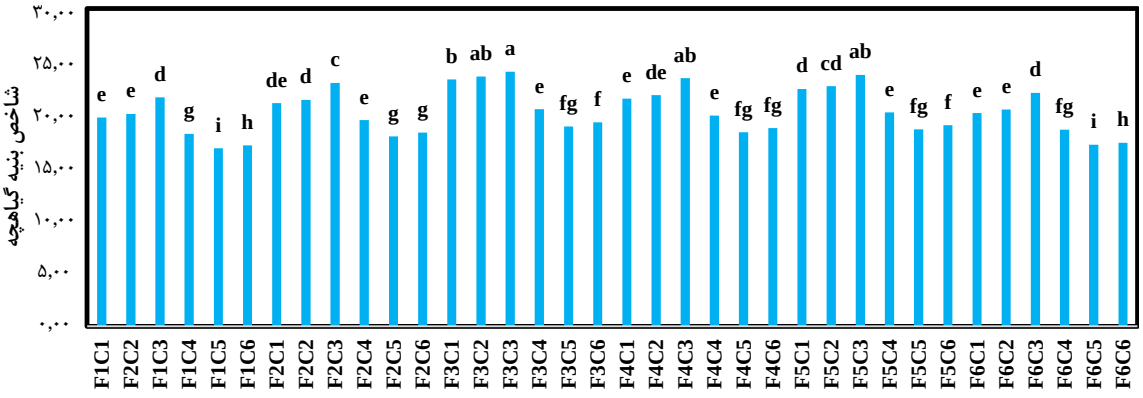


شکل ۱. تأثیر پیش‌تیمار بذر جو در ارقام مختلف بر وزن تر ساقه.

"F " تیمارهای کودی به‌ترتیب ۱- شاهد، ۲- بیوزر، ۳- سیفول آمینو زینک، ۴- سبزینه، ۵- رویش و ۶- اکوبوستر و"C" ارقام مختلف جو به‌ترتیب ۱- جلگه، ۲- بهمن، ۳- آذران، ۴- آبیدر، ۵- قافلان و ۶- سهند.

۴. ۴. شاخص بنیه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات ساده و هم‌چنین اثرات متقابل سبب تأثیرگذاری در سطح احتمال یک درصد بر شاخص بنیه گیاهچه بود (جدول ۳). میانگین شاخص بنیه گیاهچه‌های حاصل از بذرهای پیش‌تیمارشده بیش‌تر از بذرهای شاهد به‌دست آمد (شکل ۲). بیش‌ترین شاخص بنیه گیاهچه‌ها مربوط به پیش‌تیمار بذرهای با کود سیفول‌آمینوزینک (۲۶/۵۵) بود که به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از بذرهای شاهد (۲۲/۸۴) و سایر پیش‌تیمارها به‌دست آمد. اعمال پیش‌تیمار بر بذرهای جو با محلول‌های مختلف، موجب افزایش ۱۳/۹ درصدی شاخص بنیه این گیاهچه نسبت به بذرهای شاهد شد. از طرفی حداکثر شاخص بنیه گیاهچه در تیمار کودی سیفول‌آمینوزینک و رقم آذران مشاهده گردید و حداقل بنیه در تیمار شاهد و رقم سهند حاصل شد (شکل ۲).

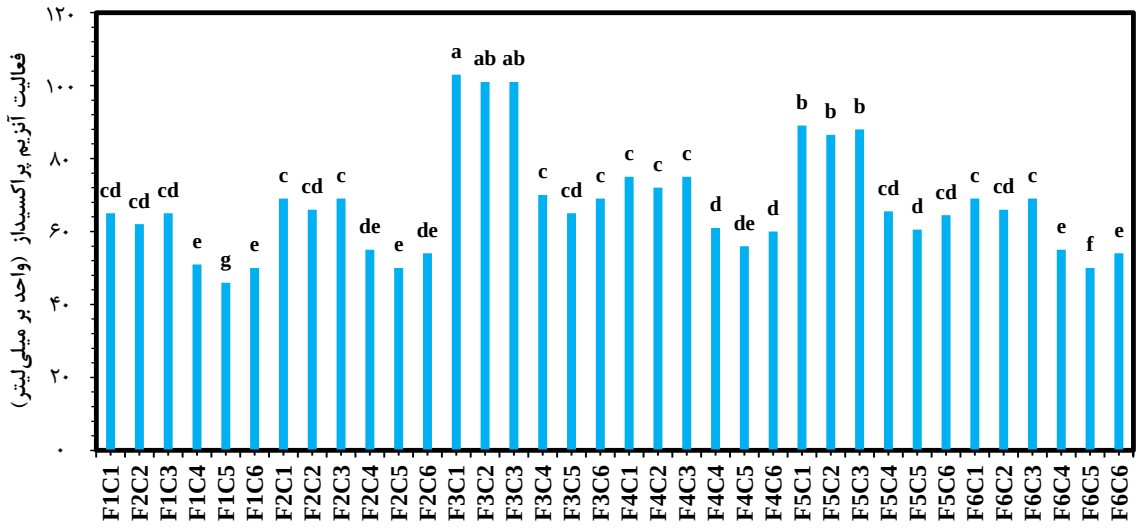


شکل ۲. تأثیر پیش‌تیمار بذر جو در ارقام مختلف جو بر شاخص بنیه

"F " تیمارهای کودی به‌ترتیب ۱- شاهد، ۲- بیوزر، ۳- سیفول آمینو زینک، ۴- سبزینه، ۵- رویش و ۶- اکوبوستر و"C" ارقام مختلف جو به‌ترتیب ۱- جلگه، ۲- بهمن، ۳- آذران، ۴- آبیدر، ۵- قافلان و ۶- سهند.

۴. ۵. فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز

فعالیت آنزیم کاتالاز گیاهچه‌های حاصل از بذرهای پیش‌تیمارشده به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از بذرهای شاهد بود (جدول ۴). بیش‌ترین فعالیت این آنزیم در گیاهچه‌های حاصل از بذرهای پیش‌تیمارشده با سیفول‌آمینوزینک به‌دست آمد که به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از گیاهچه‌های حاصل از بذرهای شاهد و سایر پیش‌تیمارها بود (جدول ۴). اثر متقابل کودهای بذرمال و ارقام مختلف آنزیم پراکسیداز را تحت تأثیر قرار دادند (جدول ۳). اگرچه فعالیت آنزیم پراکسیداز در بذرهای پیش‌تیمارشده به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از بذرهای شاهد به‌دست آمد، با این‌حال در بین تیمارهای مختلف نیز اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۴). کم‌ترین فعالیت آنزیم پراکسیداز در بذرهای شاهد مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری از نظر آماری با بذرهای پیش‌تیمارشده داشت (شکل ۳). به‌نحوی‌که بیش‌ترین فعالیت این آنزیم در کود سیفول‌آمینوزینک در رقم آذران مشاهده شد و حداقل فعالیت آنزیم پراکسیداز در نمونه شاهد و رقم سهند مشاهده شد (شکل ۳).



شکل ۳. تأثیر پیش‌تیمار بذر جو در ارقام مختلف جو بر فعالیت آنزیم پراکسیداز

"F " تیمارهای کودی به‌ترتیب ۱- شاهد، ۲- بیوزر، ۳- سیفول آمینو زینک، ۴- سبزینه، ۵- رویش و ۶- اکوبوستر و"C" ارقام مختلف جو به‌ترتیب ۱- جلگه، ۲- بهمن، ۳- آذران، ۴- آبیدر، ۵- قافلان و ۶- سهند.

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). اگرچه رشد اولیه گیاهچه بیش‌تر تابعی از ذخایر و اندوخته غذایی بذر است، با این‌حال نتایج پژوهش‌ها نشان داده است که رشد اولیه گیاهچه و 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 القا تغییرات بیوشیمیایی همانند هیدرولیز، فعال‌کردن 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 بذرها 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 وα 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 سنتز RNA و DNA، افزایش تعداد و در عین حال 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 بذرها است که این امر می‌تواند موجب بهبود سرعت رشد گیاهان، کاهش ناهمگونی فیزیولوژیکی ذاتی در بذر 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 پژوهش 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 تیمار شاهد عملکرد مناسبی داشتند، با این‌حال در میان محلول‌های مختلف نیز محلول غذایی سیفول‌آمینوزینک 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 سیفول‌آمینوزینک 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 بالاتر نیتروژن و روی در مقایسه با سایر تیمارها 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 جو، پیش‌تیمار بذرهای با محلول‌های غذایی موجب بهبود سبزشدن بذرها، رشد گیاهچه‌ها و افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان گیاهچه‌ها گردید. در بین پیش‌تیمارهای مورداستفاده روی بذرهای این گیاه، پیش‌تیمار بذر با کود سیفول‌آمینوزینک بیش‌ترین اثر مثبت را بر سبزشدن، قدرت بذرها، وزن تر و خشک، ارتفاع گیاهچه و هم‌چنین فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز را نشان داد. در بین ارقام نیز ارقام آبی جو 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 جو توصیه می‌شود.

۷. تشکر و قدردانی

از مرکز تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی و منابع طبیعی همدان و هم‌چنین اتحادیه تعاونی روستایی استان همدان به سبب پشتیبانی بی‌دریغ و خدمات شایسته در جهت اجرای هرچه بهتر این مطالعه تشکر و قدردانی می‌نماییم. لازم به ذکر است پشتیبانی مالی این مطالعه تماماً توسط اتحادیه تعاونی روستایی استان همدان انجام گردیده است.

۸. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۹. منابع

Aebi, H. (1984). Catalase in vitro. In Methods in enzymology (Vol. 105, pp. 121-126). Academic press.

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.

Amiryousefi, M., Tadayon, M. R., & Hoseinifard, M. S. (2022). Effect of Nitrogen and Phosphorus Bio Fertilizers on Some Seed Germination Traits of Two Cultivars of Quinoa under Salinity Stress. *Desert Ecosystem Engineering*, *8*(24), 79-94. https://doi.org/10.22052/deej.2018.7.24.49.

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), 1105-1111.

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). 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, 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.

De Villiers, A. J., Van Rooyrn, M. W., Theron, G. K., & Van De Venter, H. A. (1994). Germination of three *namaqaland* pioneer species, as influenced by salinity, temperature and light. *Seed Science and Technology*, *22*(11), 424-423.

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*, *12*(7), p.1021.

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.

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 Physiology*, *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*. edited by Rajbhandari, N. P., Ransom, J. K., Adikhari, K., Palme, R. A. F. E. Nepal: NARC and CIMMYT.

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.

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 (GA_3) 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. https://doi.org/10.1016/j.micres.

Turner, N. C., & Nicolas, M. E. (1987). Drought resistance of wheat for light-textured soils in a Mediterranean climate. In *drought tolerance in winter cereals*. edited by Srivastava, J. P., Porceddu, E., Acevedo, E., & Varma, S. Chichester: John Wiley & Sons.

Weitbrecht, K., Müller, K., & Leubner-Metzger, G. (2011). First off the mark: early seed germination. *Journal of experimental botany*, *62*(10), 3289-3309. https://doi.org/10.1093/jxb/err030.