Islamic Azad University
Gorgan Branch

Journal of Seed Research

ISSN (Print): 2383-2665
ISSN (Online): 2252-0961

The effect of gibberellic acid the changes in seed reserve utilization and germination of triticale (*Triticale* sp) seeds under salinity stress

Abolfazl Rashidirezaabad[1], Samaneh Mehrafarid[2], Khodadad Shabani[2], Omid Ansari[3]

[1] M.Sc. graduated of Agrotechnology, Ferdowsi University, Mashhad, Iran, Email: a.rashidirezaabad74@alumi.um.ac.ir
[2] M.Sc. graduated of Agroecology, Shirvan Branch, Islamic Azad University, Iran, Email: amin.13661366@yahoo.com
[3] Ph.D graduated of Seed Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran, Email: omid0091@yahoo.com

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 2022-9-6
Revised: 2022-7-10
Accepted: 2022-10-20

Keywords:
Priming
Gibberellic acid
Salinity stress
Germination indicators

ABSTRACT

The use of seed priming methods has been introduced today as one of the factors to increase the germination and establishment of seedlings and plant under adverse environmental conditions, especially salinity. Therefore, in this study, the effect of seed priming with gibberellic on germination and consumption of triticale seed storage materials under salt stress conditions was investigated. The experimental treatments in this study were 5 levels of salinity stress (zero, 40, 80, 120 and 160 mM) and 4 levels of seed priming (zero, 25 and 50 ppm gibberellic acid and control seed without prime) with 3 replications. The results showed that the highest percentage of germination (95.33%), germination index (41.65 seeds per day), seedling length (19.27 cm) and the percentage of normal seedling (95.33%) was related to seed priming with gibberellic acid 50 ppm. Also, the highest seed vigor index (1836) was related to seed pretreatment with 50 ppm gibberellic acid. In all the applied salinity levels, the highest weight of mobilized seed reserve was obtained from seed priming with 50 ppm gibberellic acid. The highest seed reserve utilization efficiency from control seeds at 160 mM potential and the highest seedling dry weight and seed reserve depletion percentage in non-stressed conditions were obtained from seed priming with 25 and 50 ppm gibberellic acid. Seed germination improves triticale germination components under salinity stress conditions and increases the plant's tolerance to salinity against salinity stress in the germination stage.

Cite this article: Rashidirezaabad, A., Mehrafarid, S., Shabani, Kh., Ansari, O. (2022). The effect of gibberellic acid the changes in seed reserve utilization and germination of triticale (*Triticale* sp) seeds under salinity stress. *Journal of Seed Research*, 12 (4), 29-38.

©The author(s)
Publisher: Islamic Azad University, Gorgan branch
Doi: 10.30495/jsr.2023.1991722.1261

نشریه تحقیقات بذر
شاپا چاپی: ۲۶۶۵-۲۳۸۳
شاپا الکترونیکی: ۰۹۶۱-۲۳۵۲
دانشگاه آزاد اسلامی
واحد گرگان

اثر جیبرلیک اسید بر روند تغییرات مصرف مواد ذخیره‌ای و جوانه‌زنی بذر تریتیکاله تحت تنش شوری

ابوالفضل رشیدی رضا آباد[۱]، سمانه مهرآفرید[۲]، خداداد شعبانی[۲]، امید انصاری[۳]*

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد آگروتکنولوژی علوم علف‌های هرز، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران، رایانامه: a.rashidirezaabad74@alumi.um.ac.ir
[۲]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد آگرواکولوژی دانشگاه آزاد ، واحد شیروان، شیروان، ایران، رایانامه: amin.13661366@yahoo.com
[۳]دانش‌آموخته دکتری علوم و تکنولوژی بذر، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران، رایانامه: omid0091@yahoo.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۶/۱۵
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۷/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۷/۲۸

واژه‌های کلیدی:
پرایمینگ بذر
تنش شوری
جیبرلیک اسید
شاخص‌های جوانه‌زنی

چکیده

استفاده از تیمارهای مختلف بذری امروزه به‌عنوان یکی از عوامل افزایش جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه و بوته تحت شرایط نامساعد محیطی به‌خصوص شوری معرفی شده است. از این رو، در این پژوهش تاثیر پرایمینگ بذر با جیبرلیک اسید بر جوانه‌زنی و مصرف مواد ذخیره‌ای بذر تریتیکاله در شرایط تنش شوری بررسی شد. تیمارهای آزمایشی در این پژوهش ۵ سطح تنش شوری (صفر، ۴۰، ۸۰، ۱۲۰ و ۱۶۰ میلی‌مولار) و ٤ سطح پرایمینگ بذر (جیبرلیک اسید صفر، ۲۵ و ۵۰ پی‌پی‌ام و بذر شاهد بدون پرایم) با ۳ تکرار بودند. نتایج نشان داد که بیشترین درصد جوانه‌زنی با میانگین ۹۵/۳۳ درصد، شاخص جوانه‌زنی با میانگین ٤۱/٦۵ بذر در روز، طول گیاهچه با میانگین ۱۹/۲۷ سانتی‌متر و درصد گیاهچه طبیعی با میانگین ۹۵/۳۳ درصد به‌ترتیب مربوط به تیمارهای پرایمینگ بذر با جیبرلیک اسید ۵۰ پی‌پی‌ام بود. همچنین، بیشترین بنیه بذر با میانگین ۱۸۳٦/۷۳ مربوط به تیمار پرایمینگ بذر با جیبرلیک اسید ۵۰ پی‌پی‌ام بود. در تمام سطوح شوری اعمال شده بالاترین وزن مواد مصرف شده بذر از پرایمینگ بذر با جیبرلیک اسید ۵۰ پی‌پی‌ام به‌دست آمد. بیشترین بازده استفاده از مواد ذخیره‌ای بذر از بذرهای شاهد در پتانسیل ۱٦۰ میلی‌مولار و بیشترین وزن خشک گیاهچه و درصد کاهش مواد ذخیره‌ای بذر در شرایط بدون تنش از پرایمینگ بذر با جیبرلیک اسید ۲۵ و ۵۰ پی‌پی‌ام به‌دست آمد. به‌طورکلی پرایمینگ بذر سبب بهبود مولفه‌های جوانه‌زنی تریتیکاله در شرایط تنش شوری می‌شود و تحمل گیاه به شوری را در مقابل تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی افزایش می‌دهد.

استناد: رشیدی رضا آباد، الف.، مهرآفرید، س.، شعبانی، خ.، انصاری، الف. (۱٤۰۱). اثر جیبرلیک اسید بر روند تغییرات مصرف مواد ذخیره‌ای و جوانه‌زنی بذرتریتیکاله تحت تنش شوری. *نشریه تحقیقات بذر*، ۱۲ (٤)، ۳۸-۲۹.

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان
© نویسندگان.
Doi: 10.30495/jsr.2023.1991722.1261

مقدمه

شوری یکی از عمده‌ترین تنش‌های غیرزیستی است که بر تولید محصولات زراعی در مناطق خشک و نیمه خشک تأثیر می‌گذارد (Ibrahim, 2016). جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه حساس‌ترین مراحل به شوری هستند (Abbasi Bidli et al., 2017 ;) به‌طوری که، اولین اثری که شوری می‌تواند بر رشد گیاهان داشته باشد عدم یکنواختی در جوانه‌زنی و سبز شدن گیاهچه می‌باشد (Ibrahim, 2016; Grieve *et al*., 1992). تنش شوری باعث تغییرات نامطلوب فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در جوانه‌زنی بذرها می‌شود و می‌تواند از طریق تنش اسمزی، اثرات اختصاصی یون و استرس اکسیداتیو بر جوانه‌زنی بذر و استقرار گیاهچه تأثیر بگذارد. شوری از طریق عوامل مختلفی مانند کاهش دسترسی به آب، تغییر در تحرک مواد ذخیره‌ی بذر و تأثیر بر سازمان ساختاری پروتئین‌ها، جوانه‌زنی بذر را به تاخیر بیاندازد یا از آن جلوگیری نماید (Ansari, 2016; Ibrahim, 2016). گزارشات مختلف حاکی از آن است که شوری سبب کاهش شاخصهای جوانه‌زنی در اکثر گیاهان شده است (Ansari, 2016; Soltani *et al*., 2006; Patade et al., 2011; Deilam et al., 2019).

استفاده از تکنیک‌های مختلف می‌توانند ظهور و استقرار گیاهچه را در شرایط شوری بهبود بخشند (Ansari, 2016; Ibrahim, 2016). یکی از پرکاربردترین این روش‌ها پرایمینگ بذر است. فرآیند پرایمینگ بذر (پرایمینگ) شامل قرار گرفتن قبلی بذر در معرض مواد مختلف است که باعث می‌شود بذر در برابر قرار گرفتن در معرض عوامل نامساعد محیطی در آینده مقاوم‌تر شود (Ibrahim, 2016; Hossain et al., 2020;). پرایمینگ بذر فرآیندهای متابولیک قبل از جوانه‌زنی را تحریک و بذر را برای خروج ریشه‌چه آماده، فعالیت سیستم آنتی اکسیدانی و ترمیم غشاها را افزایش می‌دهد، که این تغییرات باعث تقویت بنیه بذر در طول جوانه‌زنی و سبز شدن بهتر تحت تنش شوری خواهد شد (Ibrahim, 2016). تیمارهای پرایمینگ بذر (پرایمینگ بذر) روشی مرسوم جهت بهبود و افزایش شاخص‌های جوانه‌زنی از قبیل درصد، سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی و سبز شدن تحت شرایط نامساعد محیطی از قبیل سرما، خشکی و شوری می‌باشد (Ansari *et al*., 2012). به‌طورکلی، رشد و بهره‌وری گیاهان به‌طور مداوم توسط تنش‌های محیطی مختلف به چالش کشیده می‌شود. با این حال، آنها می‌توانند سیگنال استرس را درک کرده و شبکه پیچیده‌ای از سیگنال‌های استرس را فعال کنند که شامل مسیرهای سیگنالینگ پیچیده، پروتئین‌های دفاعی و هورمون‌ها در پاسخ به استرس می‌باشد (Alagna et al., 2020; Liorens et al., 2020). استفاده از پرایمینگ بذر می‌تواند سیستم ایمنی گیاه را به طور موثر برای بهبود تحمل گیاه در برابر تنش‌های غیرزیستی فعال کند (Hossain et al., 2020; Kandhol et al., 2022; Nair et al., 2022). تحت شرایط مختلف محیطی (مساعد و نامساعد) استفاده از تیمارهای پرایمینگ بذر با استفاده از محلول‌های مواد مختلف از قبیل ترکیبات نمکی (هالوپرایمینگ)، پتانسیلهای متفاوت اسمزی (اسموپرایمینگ)، استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشدی (هورمون پرایمنیگ) و آب (هیدروپرایمینگ) می‌تواند تحمل در برابر شرایط نامساعد، در گیاهان را افزایش داد (Patade et al., 2011; Iqbal and Ashraf, 2007; Guzman and Olave, 2004). در تحقیقات متعددی گزارش شده است که استفاده از روش‌های مختلف پرایمینگ بذر در گیاهان مختلف سبب افزایش درصد جوانه‌زنی و شاخص‌های جوانه‌زنی در شرایط تنش خواهد شد (Ashraf and Rauf, 2001; Ansari et al., 2012). تنش‌های محیطی سبب کاهش در شاخص‌های

جوانه‌زنی و روند مصرف مواد ذخیره‌ای و کاهش در وزن خشک گیاهچه می‌شوند (Soltani et al., 2006; Ansari et al., 2012). در این راستا گزارش شده است که اثر پیش‌تیمارهای مختلف بذری در بذر چاودار کوهی تیمار شده با ترکیبات مختلف تحت شرایط تنش خشکی و شوری علاوه بر افزایش در شاخص‌های جوانه‌زنی، افزایش در مصرف مواد ذخیره‌ای بذر را نیز به‌دنبال داشت (Ansari et al., 2012).

تریتیکاله غله جدیدی است که به‌وسیله انسان و در نتیجه تلاقی ژنوم‌های گندم (جنس Triticum) و چاودار (جنس Secale) به‌وجود آمده است. در این تلاقی گندم پایه مادری و چاودار پایه پدری بوده است. وجود خصوصیات زراعی مشترک به‌ویژه بین تریتیکاله و گندم در گسترش زراعت این محصول کمک شایان توجهی خواهد نمود. تریتیکاله نسبت به گندم در اثر تأخیر در کاشت در شرائط اقلیمی برابر، خسارت بیشتری می‌بیند. برخلاف سایر گیاهان که تحقیقات زیادی در رابطه با اثر تنش شوری بر شاخص‌های جوانه‌زنی انجام شده است، در مورد تریتیکاله تحقیقات علمی چندانی انجام نشده است. به‌همین منظور این آزمایش به بررسی اثر جیبرلیک اسید بر شاخصهای جوانه‌زنی و مصرف مواد ذخیره‌ای بذر تریتیکاله تحت شرایط تنش شوری می‌پردازد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۱۴۰۱ در آزمایشگاه کنترل کیفی بذر شرکت کشت گستر هشتاد و هفت مرودشت به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل سطوح مختلف تنش شوری با پتانسیلهای صفر، ۴۰، ۸۰، ۱۲۰ و ۱۶۰ میلی‌مولار و تیمارهای پرایمینگ بذر شامل جیبرلیک اسید صفر، ۲۵ و ۵۰ قسمت در یک لیتر (پی‌پی‌ام) به‌مدت ۱۴ ساعت در دمای ۱۵ درجه سانتیگراد بودند (تیمار پرایم انتخاب شده و مدت زمان و دمای پرایم با توجه به پیش آزمایش‌های انجام شده اتخاب شدند). بعد از مدت زمان‌های مشخص شده جهت پرایمینگ، بذرها با آب مقطر شستشو و در دمای اتاق قرار گرفتند تا رطوبت‌شان به رطوبت اولیه بذر (۸ درصد) برسند. بعد از خشک شدن، بذرهای تیمار شده و بذر شاهد (بدون پرایم) در ابتدا با محلول کاربوکسین تیرام یک در هزار به‌مدت ۲ دقیقه ضدعفونی سطحی شدند و سپس با آب مقطر شستشو و تعداد ۵۰ بذر به ظرف‌هایی حاوی محلول‌های نمکی منتقل شدند. تست جوانه‌زنی استاندارد در ۳ تکرار در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد تا زمان متوقف شدن جوانه‌زنی انجام شد (Ansari et al., 2012). بذرها به‌صورت روزانه شمارش و تعداد بذرهای جوانه‌زده ثبت شدند و در پایان آزمایش درصد جوانه‌زنی، شاخص جوانه‌زنی (Patade et al., 2012)، طول گیاهچه، وزن خشک گیاهچه، درصد گیاهچه طبیعی، بنیه بذر (حاصلضرب طول گیاهچه در درصد گیاهچه طبیعی)، وزن مواد مصرف شده بذر یا مقدار استفاده از ذخایر بذر weight of mobilized seed reserve(WMSR)، بازده استفاده از مواد ذخیره‌ای بذر seed reserve (SRUE) utilization efficiency و درصد کاهش مواد ذخیره‌ای بذر seed reserve depletion percentage (SRDP) با استفاده از روابط زیر محاسبه شدند (Soltani et al., 2006, Ansari et al., 2012).

رابطه ۱

وزن خشک بذر باقی مانده بعد از جوانه زنی – وزن خشک اولیه بذر = وزن مواد مصرف شده بذر

رابطه ۲

وزن خشک گیاهچه / وزن مواد مصرف شده بذر = درصد کاهش مواد ذخیره ای بذر

رابطه ٣

وزن مواد مصرف شده بذر / وزن خشک گیاهچه = بازده استفاده از مواد ذخیره‌ای بذر

تجزیه آماری با نرم‌افزار SAS انجام و میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD با یکدیگر مقایسه شدند. نمودارها توسط نرم‌افزار Excel رسم شدند.

نتایج و بحث

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد (جدول ١) که اثر ساده تیمارهای مختلف پرایمینگ و تنش شوری بر شاخص‌های اندازه‌گیری شده (درصد جوانه‌زنی، شاخصجوانه‌زنی، طول گیاهچه، وزن خشک گیاهچه، درصد گیاهچه طبیعی، بنیه بذر، وزن مواد مصرف شده بذر، بازده استفاده از مواد ذخیره‌ای بذر و درصد کاهش مواد ذخیره‌ای بذر) در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود ولی اثر متقابل تنش شوری و تیمارهای پرایمینگ بذر بر درصد گیاهچه طبیعی، بنیه بذر و وزن مواد مصرف شده بذر در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود ولی بر سایر صفات در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ١).

شاخص‌های جوانه‌زنی: نتایج جدول ٢ نشان داد که با افزایش شدت تنش شوری شاخص‌های جوانه‌زنی در بذرهای تیمار شده و شاهد کاهش یافت و این کاهش در بذرهای شاهد شدیدتر از بذرهای تیمار شده با جیبرلیک اسید بود. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که تیمارهای پرایمینگ بذر اعمال شده بر بذر تریتیکاله باعث افزایش درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول گیاهچه، درصد گیاهچه طبیعی و بنیه بذر در مقایسه با تیمار شاهد شدند (جدول ٢). بیشترین درصد جوانه‌زنی با میانگین ٩٥/٣٣ درصد، شاخص جوانه‌زنی با میانگین ٤١/٦٥ بذر در روز، طول گیاهچه با میانگین ١٩/٢٧ سانتی‌متر و درصد گیاهچه طبیعی با میانگین ٩٥/٣٣ درصد به‌ترتیب مربوط به تیمارهای پرایمینگ بذر با جیبرلیک اسید ٥٠ پی‌پی‌ام بود. صفات بیان شده با تیمار پرایمینگ بذر با جیبرلیک اسید ٢٥ پی‌پی‌ام اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (جدول ٢). بیشترین بنیه بذر با میانگین ١٨٣٦ مربوط به تیمار پرایمینگ بذر با جیبرلیک اسید ٥٠ پی‌پی‌ام بود (جدول ٢).

جدول ١: تجزیه واریانس اثر تنش شوری و پرایمینگ بذر بر شاخص‌های جوانه‌زنی تریتیکاله.

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	درصد جوانه‌زنی	شاخص جوانه‌زنی	طول گیاهچه	درصد گیاهچه طبیعی	بنیه بذر	وزن مواد مصرف شده بذر	درصد کاهش مواد ذخیره ای بذر	بازده استفاده از مواد ذخیره ای بذر	وزن خشک گیاهچه
تیمار	٤	٢١٦٢٥/٣٣**	٢١٦٢/١٨**	٥٦٥/٠٣**	١٢٨٨٦/٣٢**	٦٣٩١٩٠٩/٧٧**	١٢/٧٥**	٢٢١١/١٢**	٠/٠٣**	٠/٠٠٣**
شوری	٣	٩٤٥/٢٧**	١١٠/٢٨**	١٣/٦٣**	٥١١/٢٢**	١٧٦٣٦٠/٦١**	١/٤٧**	١٠٦/٠٧**	٠/٠٠١**	٠/٠٠٠٢**
شوری × تیمار	١٢	٣٨١/٠٧**	٤/٥٨**	١/٢٤**	٢١/٧٢*	٦٠٠٨/٩٥*	٠/٠٠٤*	٣/٤١**	٠/٠٠٠١**	٠/٠٠٠٠١**
خطا	٤٠	٧/٨١	١/٤٥	٠/١٣	٨/٨٥	٢٤٠٤/٥	٠/٠٠١	١/٣٣	٠/٠٠٠٠١	٠/٠٠٠٠٠١
ضریب تغییرات (٪)	-	٣/٧٤	٨/٦٨	٢/٧٥	٤/٩٣	٥/٠٢	١٤/٣٧	٨/٧٩	٦/٣٢	٨/٢٣

نتایج این پژوهش نشان داد که با افزایش تنش شوری شاخص جوانه‌زنی (سرعت جوانه‌زنی) کاهش یافت که با نتایج فتیح و کریل (Fatih and Kiril, 2018) مطابقت دارد. گزارش شده است که با افزایش غلظت نمک زمان جوانه‌زنی طولانی خواهد شد. افزایش زمان جوانه‌زنی با افزایش شوری سطح ممکن است به این واقعیت نسبت داده شود که نمک باعث استرس اسمزی و تنش یونی شده و منجر به جذب ضعیف آب توسط بذر می‌شود (Tabassum et al., 2017).

تـأخیر یـا مهـار جوانـه‌زنی بـذرهـا در اثر تنش اکســـیـداتیو نیز بـه‌عنوان یک عامل مهم، که بر تعادل تولید گونه‌های فعال اکســیژن و حذف یا ســـم‌زدایی تأثیر می‌گذارد تایید شده است (Nimir et al., 2020). دانتـاس و همکـاران (Dantas et al, 2007) گزارش دادنـد کـه غلظـت بیش از ۵۰ میلی‌مولـار نمـک بر جوانـه‌زنی بـذر تـأثیر می‌گذارد و جوانه‌زنی و رشـــد گیـاهچـه را کـاهش خواهد داد. کاهش جوانه‌زنی بذر به‌دلیل افزایش شـوری ممکن است در نتیجه آسیب به زنده ماندن بذر در ســطح شـــوری بالاتر یا اســـترس اکسـیداتیو بالای القاء شـده به بذر باشد (Ehtaiwesh and Rashed, 2019).

بـه‌طورکلی نتـایج این پژوهش نشـــان داد کـه در سطوح بالاتر تنش شوری اثر تیمارهای پرایمینگ بیشتر شد به‌عنوان مثال در سطح شوری شاهد یا بدون تنش استفاده از تیمارهای پرایمینگ با جیبرلیک اسید صفر، ۲۵ و ۵۰ پی پی ام به‌ترتیب ســبب افزایش ۳، ٤ و ٤ درصـدی، درصـد جوانه‌زنی شـد ولی در سـطح ۱٦۰ میلی‌مولار تنش شوری به‌ترتیب سبب افزایش ۳٤، ۵۱ و ۵۳ درصـــدی شـــد. عبـاســـی بیـدلی و همکاران (Abbasi Bidli et al., 2017) بر روی گیاه ماش نشان دادنـد کـه اثر تیمارهای مختلف پرایمینگ بذر از قبیل اســـتفـاده از جیبرلیک اســـید و کربنات کلســـیم بر شاخص‌های جوانه‌زنی تحت شرایط تنش اثرات مثبت بیشتری دارد که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد.

با افزایش شـوری و منفی شـدن پتانسـیل اسمزی آب توسط نمک جذب آب برای جنین سختتر می‌شود و در نتیجه با افزایش شوری افت جوانه‌زنی و بنیه بذر (ویگور بذر) رخ خواهد داد. مشـخص شـده است که طویل شدن محور جنینی شدیداً بهواسطه سطوح بالای کلریدسدیم موجود در محلول آبیاری بازداشته می‌شود (Poljakoff-Mayber et al., 1994). از طـرف دیگر کلریـدســـدیم بـه‌دلیـل اثر بـازدارندگی درجذب آب به‌وسیله بذر، پتانسیل اسمزی را افزایش می‌دهد. پرایم کردن بذر با محلول اســـمزی دارای کلریدســـدیم و کلریدکلسیم باعث افزایش و تجمع قندها و اسیدآمینه پرولین (تنظیم کننده اسـمزی) در بذر و اندام‌های گیاه شـده که این موضـوع سـبب می‌شود تا سدیم کمتر و پتاسـیم و کلسـیم بیشـتری در بذر و ریشـه‌ها انباشـته شـود. برخی مطالعات نشـان می‌دهد که تعادل نسبت سـدیم به کلسـیم در بذرهای پرایم شده تحت سطوح شـــوری یکســـان بـه‌طور معنیداری کاهش می‌یابد و مقاومت در برابر تنش شوری در بذرهای پرایم شده از طریق افزایش تجمع کلسیم و پتاسیم با تنظیم اسمزی به‌واســـطه تجمع محلول‌های آلی حاصـــل می‌شـــود (Sivritepe et al., 2003; Greenway and Muns, 1980). الرادی و همکاران (Elradi et al., 2022) بر روی گیاه نخود گزارش کردند که استفاده از تیمارهای پرایمینگ بذر سـبب بهبود در شـاخص‌های جوانه‌زنی نخود تحت شـــرایط تنش شـــوری گردید. همچنین تعدادی از محققین مختلف از قبیل فقهنابی و همکاران (Feghhenabi et al., 2020) بر روی گندم، شیخ بگلو و هـمـکـاران (Sheykhbaglou et al., 2014) در سـورگوم، انصاری و همکاران (Ansari et al., 2012) در چاودار کوهی و اسدی آغبلاقی و همکاران (Asadi Aghbolaghi et al., 2014) در ارزن بیان داشـــتند که اســـتفاده از تیمارهای مختلف پرایمینگ اعم از تیمار بـذر با آب، تنظیم‌کننده‌های رشـــدی گیاه محلول‌های نمکی و اسمزی سبب بهبود در شاخص‌های جوانه‌زنی شـــد که با نتایج پژوهش حاضـــر مبنی بر اینکه تنش شـوری سبب کاهش در شاخص‌های اندازه‌گیری شده شـد ولی اسـتفاده از تیمارهای مختلف پرایمینگ بذر سبب بهبود در این شاخص‌ها گردید مطابقت دارد.

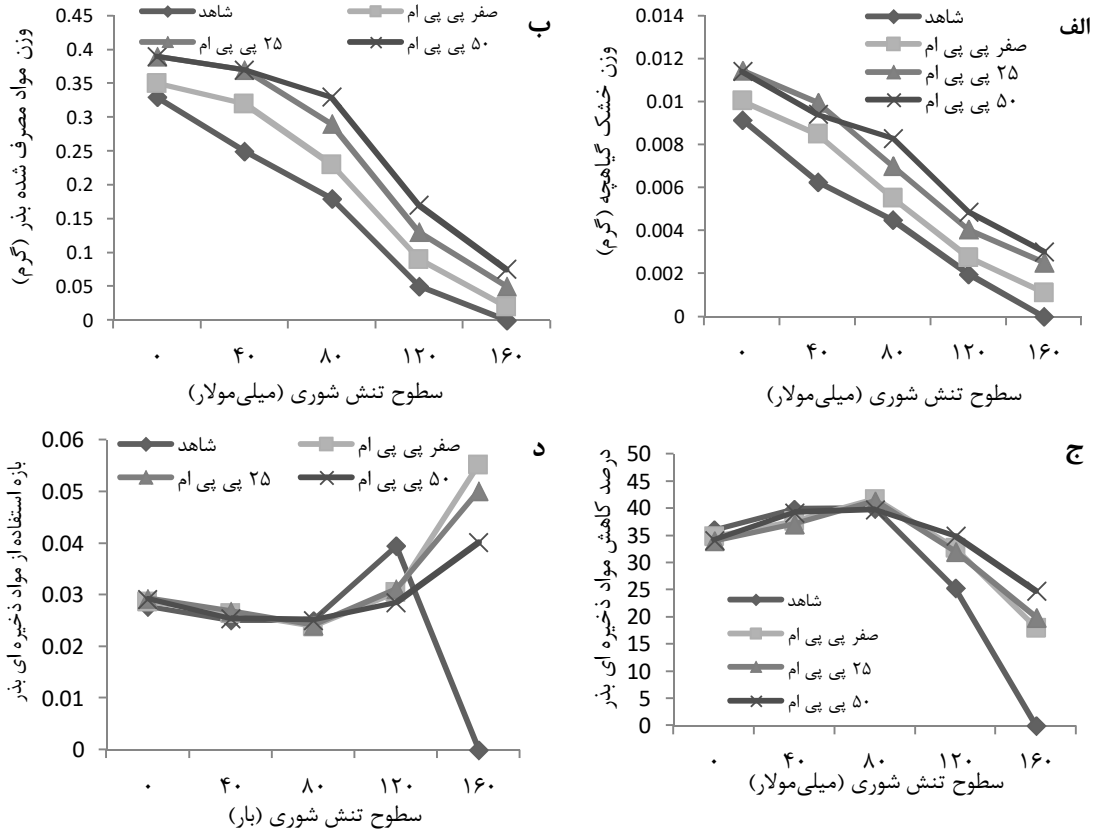
جدول ۲: مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف پرایمینگ بذر بر شاخص‌های جوانه‌زنی تریتیکاله تحت شرایط تنش شوری.

شوری (میلی‌مولار)	جیبرلیک اسید (پی‌پی‌ام)	درصد جوانه‌زنی	شاخص جوانه زنی	طول گیاهچه (cm)	درصدگیاهچه طبیعی	بنیه بذر
صفر	بدون پرایم	۹۲	۳۵.۹۵	۱۸.۷	۸۶	۱۶۰۸
	۰ (هیدروپرایم)	۹۴.۶۷	۳۸.۸۵	۱۸.۹۷	۹۰.۶۷	۱۷۱۹.۵۳
	۲۵	۹۵.۳۳	۴۰.۲۱	۱۹.۱	۹۴	۱۷۹۵.۴۷
	۵۰	۹۵.۳۳	۴۱.۶۵	۱۹.۲۷	۹۵.۳۳	۱۸۳۶.۷۳
٤۰	بدون پرایم	۸۶.۶۷	۲۹.۸۱	۱۸.۵	۷۷.۳۳	۱۴۳۱.۴۷
	۰ (هیدروپرایم)	۹۰	۳۴.۲۶	۱۹.۰۳	۸۳.۳۳	۱۵۸۶.۲۷
	۲۵	۹۰.۶۷	۳۵.۹۶	۱۹.۳۳	۸۶.۶۷	۱۶۷۵.۵۳
	۵۰	۹۲.۶۷	۳۸.۲۲	۱۹.۴۶۷	۸۸.۶۷	۱۷۲۶
۸۰	بدون پرایم	۷۸	۲۴.۷۳	۱۲.۸۷	۶۸	۸۷۳.۸
	۰ (هیدروپرایم)	۸۰.۶۷	۲۶.۶۵	۱۴.۴۷	۷۱.۳۳	۱۰۳۱.۸۷
	۲۵	۸۲.۶۷	۲۷.۷۷	۱۴.۸۳	۷۲.۶۷	۱۰۷۷.۹۳
	۵۰	۸۵.۳۳	۳۱.۰۴	۱۵.۵	۷۶.۶۷	۱۱۸۸.۷۳
۱۲۰	بدون پرایم	۵۵.۳۳	۱۰.۷۹	۸.۶	۳۲	۲۷۴
	۰ (هیدروپرایم)	۶۴	۱۳.۹۴	۱۰.۳۳	۳۹	۴۰۴.۱۳
	۲۵	۷۰	۱۶.۵۳	۱۱.۹۷	۴۳.۳۳	۵۱۸.۴۷
	۵۰	۷۴.۶۷	۱۸.۳۱	۱۲.۵۷۷	۴۸.۶۷	۶۱۱.۴۷
۱٦۰	بدون پرایم	۳۱.۳۳	۵.۰۳	۱.۰۷	۲	۲.۱۳
	۰ (هیدروپرایم)	۴۲	۶.۴۴	۲.۰۷	۱۰	۲۰.۱۳
	۲۵	۴۷.۳۳	۷.۶۸	۳.۳۷	۱۴.۶۷	۴۹.۶
	۵۰	۴۸	۹.۲۳	۳.۷۷	۲۵.۳۳	۹۵.۶۷
LSD		۲/۴۵	۱/۷۶	۰/۶۲	۲/۶۳	۲۳/۱

میانگین‌های ارای حروف متفاوت در هر ستون، از لحاظ آماری در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری دارند (LSD).

شاخص‌های مصرف مواد ذخیره‌ای بذر: نتایج مربوط به شاخص‌های مصرف مواد ذخیره‌ای بذر تریتیکاله تحت شرایط تنش شوری نشان داد که بیشترین وزن خشک گیاهچه، وزن مواد مصرف شده بذر و درصد کاهش مواد ذخیره‌ای بذر در شرایط بدون تنش (شاهد) مربوط به تیمار پرایمینگ بذر با جیبرلیک اسید ۲۵ و ۵۰ پی‌پی ام بودند، ولی در بالاترین سطح تنش مناسبترین تیمار پرایمینگ بذر، استفاده از جیبرلیک اسید ۲۵ و ۵۰ پی‌پی ام بود (شکل ۱ الف، ب و ج). بازده استفاده از مواد ذخیره‌ای بذر تا سطح ۸۰ میلی‌مولار شوری اختلافی در تیمارهای مختلف نداشت ولی در سطح ۱۲۰ میلی‌مولار شوری بیشترین بازده استفاده از مواد ذخیره‌ای بذر مربوط به تیمار شاهد بود ولی در سطح ۱٦۰ میلی‌مولار بیشترین بازده استفاده از مواد ذخیره‌ای بذر از تیمار پرایمینگ بذر با آب به‌دست آمد و در تیمار شاهد با افزایش تنش شوری بازده استفاده از مواد ذخیره‌ای بذر ب شدت کاهش یافت (شکل ۱ د). دیگر محققان نیز گزارش کردند که با افزایش تنش، شاخصهای مربوط به مصرف مواد ذخیره‌ای بذر کاهش می‌یابد و همچنین گزارش شده است که بیشترین بازده استفاده از مواد ذخیره‌ای بذر در گندم در تنش ۰/۵- مگاپاسکال تنش شوری و برای چاودار ۰/۸-

مگاپاسکال تنش خشکی بود که نتایج به‌دست آمده توسط این محققین با نتایج پژوهش حاضر مبنی بر کاهش این شاخص با افزایش سطح تنش مطابقت دارد (Soltani et al., 2006; Ansari et al., 2012). در گزارشی دیگر انصاری و همکاران (Ansari et al., 2012) گزارش کردند که استفاده از تیمار پرایمینگ بذر سبب افزایش در شاخصهای مرتبط با مصرف مواد ذخیره‌ای و رشد گیاهچه چاودار کوهی میشود که با نتایج پژوهش حاضر مبنی بر اثر مثبت پرایمینگ بذر با جیبرلیک اسید بر شاخص‌های مرتبط با مصرف مواد غذایی بذر مطابقت دارد. به‌طورکلی، علت برتری بذرهای پرایم شده نسبت به شاهد (بدون پرایم) در گونههای مختلف گیاهی را میتوان چنین استنباط نمود که اولاً پرایمینگ بذر با توسعه فاز دو از سه فاز جوانه‌زنی یعنی از طریق کوتاه کردن مدت زمان سوخت و ساز، باعث تسریع جوانه‌زنی میشود و ثانیاً در طی تیمارهای پرایمینگ بذر، سنتز پروتئین و DNA افزایش یافته و همچنین بر فسفولیپیدهای سلول غشایی در جنین تاثیر گذار میباشد و تسریع در مصرف مواد ذخیره‌ای بذر می‌شود (Bradford, 1995). در گزارشی سلطانی و همکاران (Soltani et al., 2012) و انصاری و همکاران (Ansari et al., 2012) بیان داشتند که در گیاهان تک لپه‌ای فعال شدن آنزیم‌های هیدرولیز کننده مواد ذخیره‌ای در نتیجه سنتز بیشتر هورمون جیبرلین سبب تجزیه و انتقال مواد از آندوسپرم به جنین خواهد شد و در ادامه اظهار داشتند که استفاده از تیمارهای پرایمینگ بذر ممکن است از طریق اثرگذاری بر فعایت این هورمون و آنزیم‌ها سبب تسریع در تجزیه و انتقال بیشتر مواد به جنین و خروج سریع‌تر گیاهچه شود.



شکل ۱: اثر تیمارهای مختلف پرایمینگ بذر بر شاخص‌های مرتبط با مصرف مواد ذخیره‌ای بذر تریتیکاله تحت شرایط تنش شوری.

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج به دست آمده نشان داد که شاخص‌های جوانه‌زنی و شاخص‌های مرتبط با مصرف مواد ذخیره‌ای بذر با افزایش تنش شوری کاهش و در بذرهای پرایمینگ شده نسبت به شاهد افزایش یافت. کاهش در درصد جوانه‌زنی و کاهش در وزن خشک گیاهچه می‌تواند مرتبط با کاهش در وزن مواد مصرف شده بذر و درصد کاهش مواد ذخیره‌ای بذر باشند. تیمار بذر با جیبرلیک اسید بیشترین اثر را بر شاخص‌های جوانه‌زنی داشت. تیمار بذر با غلظت‌های مختلف جیبرلیک اسید در شرایط بدون تنش و تیمار بذر با جیبرلیک اسید ۲۵ و ۵۰ پی‌پی‌ام در پتانسیل ۱۶۰ میلی‌مولار بیشترین اثر را بر روی شاخص‌های جوانه‌زنی و روند مصرف مواد ذخیره‌ای داشت.

References

Abbasi Bidli, M. and Abdali Mashhadi, A. 2017. Effect of priming on germination characteristics and growth of the Vigna radiata (*Shushtar ecotype*) seeding under salinity stress. Iranian J. Seed Sci and Res. 4(1): 75-88.

Al, A., Bestwerk, C. S., Barna, B. and Mansfield, J.W. 1995. Enzyme regulation the accumulation of active oxygen species during the hypersensitive reaction of bean to *Pseudomonas syringae pv. phaseolicola*. Planta. 197: 240- 249.

Alagna, F., Balestrini, R., Chitarra, W., Marsico, A.D., Nerva, L. 2020. Getting ready with the priming: innovative weapons against biotic and abiotic crop enemies in a global changing scenario. In Priming-Mediated Stress and Cross-stress Tolerance in Crop plants. Academic Press, pp. 35–56.

Ansari, O., Choghazardi, H. R., Sharif Zadeh, F. and Nazarli, H. 2012. Seed reserve utilization and seedling growth of treated seeds of mountain rye (*Secale montanum*) as affected by drought stress. Cerc Agronomice. Moldova. 2 (150): 43-48.

Ansari, O., Tavakkol Afshari, R., Sharif-Zadeh, F. and Shayanfar, A. 2013. The role of priming on seed reserve utilization and germination of mountain rye (*Secale montanum*) seeds under salinity stress. Iranian Journal of Field Crop Science. Iranian J. Field Crop Sci. 44(2): 181-189.

Asadi Aghbolaghi, n. and Sedghi, M. 2014. The effect of osmo and hormone priming on germination and seed reserve utilization of millet seeds under drought stress. J. Stress Physiol and Bioch. 10(1): 214-222.

Ashraf, M. and Rauf, H. 2001. Inducing salt tolerance in maize (*Zea mays* L.) through seed priming with chloride salts: growth and ion transport at early growth stages. Acta Physiol Planta. 23: 407 414.

Bailly, C. 2004. Active oxygen species and antioxidants in seed biology. Seed. Sci. Res, 14: 93- 107.

Bradford, K.J. 1995. Water relation in seed germination. In: J. Kigel and G. Galili (eds), Seed development and germination. Marcel Dekker. pp: 351- 396.

Dantas, B.F., Ribeiro, L.d.S., and Aragão, C.A. 2007. Germination, initial growth and cotyledon protein content of bean cultivars under salinity stress. Revista Bra. de Sem. 29(2):106-110.

Deilam, A., Rouhani, H., Sabouri, H. and Gholam Ali Pooralmadari, E. 2019. Effect of drought stress and salinity on germination, soluble carbohydrates and proline of Atriplex halimus. Iranian J. Seed Sci and Res. 6(2): 245-255.

Ehtaiwesh, A.F., and Rashed, F.H. 2019. The effect of salinity on Libyan soft wheat (*Triticum aestivum* L.) at germination stage. Scientific J. Applied Sci. Sabratha Uni. 3(2):41-54.

Elradi, S., Suliman, M., Zhou, G., Nimir, E., Nimir, N., Zhu, G., Jiao, X., Meng, T., Ibrahim, M. and Ali, A. 2022. Seeds priming with ß-aminobutyric acid alleviated salinity stress of chickpea at germination and early seedling growth. Chilian J. Agri. Res. 82(3): 426- 436.

Fatih, Ö. and Kirli, A. 2018. Effects of salt stress on germination and seedling growth of different bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. Akad. Ziraat Der. 7(2):191-196.

Feghhenabi, F., Hadi, H., Khodaverdiloo, H, Th. and van Genuchten, M. 2020. Seed priming alleviated salinity stress during germination and emergence of wheat (*Triticum aestivum* L.). Agri. Water Manag. 231, 106022.

Greenway, H. and Muns. R. 1980. Mechanism of salt tplerance of non-halophytes. Annual Rev. Plant Physiol. 31: 149- 190.

Grieve, C.M., Lesch, S., Francois, L.E. and Maas, E.W. 1992. Analysis of main-apike yield components in salt-stressed wheat. Crop Sci. 32: 697- 703.

Guzman, M. and Olave, J. 2004. Effect of N-form and saline priming on germination and vegetative growth of Galia-type melon (*Cucmis melol*. Cv. Primal) under salinity. Acta Horti. 659: 253- 260.

Heshmati, S., Dehaghi, M.A., Farooq, M., Wojtyla, Ł., Maleki, K., Heshmati, S., 2021. Role of melatonin seed priming on antioxidant enzymes and biochemical responses of Carthamus tinctorius L. under drought stress conditions. Plant Stress 2, 100023.

Hossain, M.A., Liu, F., Burritt, D., Fujita, M., Huang, B., 2020. Priming-Mediated stress and Cross-stress Tolerance in Crop plants. Academic Press.

Hus, J.L. and Sung, J.M. 1997. Antioxidant role of glutathione associated with accelerated aging and hydration of triploid Watermelon seeds. Physiological plantrum, 100: 967- 974.

Ibrahim, E.A. 2016. Seed priming to alleviate salinity stress in germinating seeds. J Plant Physiol. 15(192): 38-46.

Iqbal, M. and Ashraf, M. 2007. Seed treatment with auxins modulates growth and ion partitioning in salt-stressed wheat plants. J. Integ. Plant Biolo, 49: 1003-1015.

Janda, T., Szalai, G., Tari, I. and Paldi, E. 1999. Hydroponic treatment with salicylic acid decreases the effects of chilling injury in maize (*Zea mays* L.) plants. Planta, 208: 175- 180.

Johnson, L.B. and Cunningham, B.A. 1972. Peroxidase activity in healthy and leaf-rustinfected wheat leaves. Phytochemistry, 11: 547–551.

Kandhol, N., Singh, V.P., Ramawat, N., Prasad, R., Chauhan, D.K., Sharma, S., Sahi, S. and Peralta-Videa, J. 2022. Nano-priming: impression on the beginner of plant life. Plant Stress. 5, 100091.

Khan, M. A. and Gulzar, S. 2003. Germination responses of *Sporobolus ioclados*. A saline desert grass. J. Arid Envir. 27: 177- 237.

Llorens, E., Gonz´ alez-Hernandez, ´ A.I., Scalschi, L., Fern´ andez-Crespo, E., Camanes, ˜G., Vicedo, B. and García-Agustín, P., 2020. Priming mediated stress and cross-stress tolerance in plants: concepts and opportunities. Priming-Mediated Stress and CrossStress Tolerance in Crop Plants. Academic Press, pp. 1–20.

McDonald, M.B. 1999. Seed deterioration Physiology, repair and assessment. Seed Sci. Techno. 27: 177-237.

Nair, A., Bhukya, D.P.N., Sunkar, R., Chavali, S. and Allu, A.D. 2022. Molecular basis of priming-induced acquired tolerance to multiple abiotic stresses in plants. J. Exp. Bot. 73(11): 3355-3371.

Nimir, N.E.A., Zhou, G., Zhu, G. and Ibrahim, M.E. 2020. Response of some sorghum varieties to GA3 concentrations under different salt compositions. Chilean Journal of Agricultural Research 80:478-486.

Patade, V.Y., Maya, K. and Zakwan, A. 2011. Seed priming mediated germination improvement and tolerance to subsequent exposure to cold and salt stress in capsicum. Research J. Seed Sci. 4 (3): 125 -136. (Journal)

Poljakoff-Maybo, A., Somers, G. F. and Werker, E.G. 1994. Seeds of *Kosteletzkya virginica* (Malvacea): Their structure, germination and salt tolerance. American J. Botany. 81: 54- 59.

Rouhi, H.R., Aboutalebian, M. A., Moosavi, S.A., Karimi, F. A. Karimi, F. Saman, M. and Samadi, M. 2012. Change in several antioxidant enzymes activity of Berseem clover (*Trifolium alexandrinum* L.) by priming. International J. Agri Sci. 2(3): 237- 243.

Sheykhbaglou, R. Rahimzadeh, S. Ansari, O. and Sedghi, M. 2014. The effect of salicylic acid and gibberellin on seed reserve utilization, germination and enzyme activity of Sorghum (*Sorghum bicolor* L.) seeds under drought stress. J. Stress Physio and Bioch. 10(1): 5-13.

Soltani, A., Gholipoor M. and Zeinali, E. 2006. Seed reserve utilization and seedling growth of wheat as affected by drought and salinity. Envir and Exp. Botany, 55: 195–200.

Tabassum, T., Farooq, M., Ahmad, R., Zohaib, A. and Wahid, A. 2017. Seed priming and transgenerational drought memory improves tolerance against salt stress in bread wheat. Plant Physio and Bioch. 118:362-369.