Islamic Azad University
Gorgan Branch

Journal of Seed Research

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

The effect of salicylic acid priming on germination indices and seed vigor of triticale under salt stress

Amin Haghighi[1], Sayed AtaAllah Siadat[2], Ali Moshatati[3*], Sayed Amir Mousavi[4]

1 MSc. graduated, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran, Email: haghighi_amin@yahoo.com

2 Professor of Plant Production and Genetics Department, Agriculture Faculty, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran, Email: seyedatasiadat@yahoo.com

3 Assistant professor of Plant Production and Genetics Department, Agriculture Faculty, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran

4 Assistant Professor of Plant Production and Genetics Department, Agriculture Faculty, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran, Email: amirmoosavi@asnrukh.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 2022-6-15
Revised: 2022-7-1
Accepted: 2022-8-22

Keywords:
Cereals
Germination rate
Khuzestan
Root
Shoot

ABSTRACT

In order to study the effect of salicylic acid priming on seed germination indices and seedling growth of triticale under salt stress, a research was carried out as a factorial experiment in a completely randomized design with four replications in seed science and technology laboratory of plant production and genetics department of Agriculture Sciences and Natural Resources University of Khuzestan in 2018. Experimental factors were salicylic acid priming (control (no priming), 0.5 mM salicylic acid in 3 hours, 1 mM salicylic acid in 3 hours, 1.5 mM salicylic acid in 3 hours, 2 mM salicylic acid in 3 hours, 0.5 mM salicylic acid in 6 hours, 1 mM salicylic acid in 6 hours, 1.5 mM salicylic acid in 6 hours, 2 mM salicylic acid in 6 hours) and different salinity levels (include 0, 4, 8, 12, 16 and 20 dS/m). The analysis of variance showed that the effect of priming, salinity stress and the interactive effects were significant on all measured traits (except germination percetage) at 1 percent probability level. The comparison of means showed that salinity stress decreased germination traits but salicylic acid priming reduced the negative impact of salinity stress and improved different germination indices. The best concentration for salicylic acid priming was at 0.5 mM for 6 hours. Generally, the results showed that under salinity stress conditions, seed priming with salicylic acid can be used to reduce the negative impact of salinity stress on seed germination and triticale seedling growth.

Cite this article: Haghighi, A., Siadat, S.A., Moshatati, A., Mousavi, S.A. (2022). The effect of salicylic acid priming on germination indices and seed vigor of triticale under salt stress. *Journal of Seed Research*, 12 (3), 47-62.

©The author(s)
Publisher: Islamic Azad University, Gorgan branch
Doi: 10.30495/jsr.2023.1982820.1253

نشریه تحقیقات بذر
شاپا چاپی: ۲۶۶۵-۲۳۸۳
شاپا الکترونیکی: ۰۹۶۱-۲۲۵۲
دانشگاه آزاد اسلامی
واحد گرگان

اثر پیش‌تیمار سالیسیلیک اسید بر شاخص‌های جوانه‌زنی و قدرت بذر تریتیکاله تحت تنش شوری

امین حقیقی[۱]، سیدعطاالله سیادت[۲]، علی مشتطی[۳*]، سیدامیر موسوی[٤]

[۱]دانش آموخته کارشناسی‌ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران، رایانامه: haghighi_amin@yahoo.com
[۲]استاد گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران، رایانامه: seyedatasiadat@yahoo.com
[۳]استادیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران
[٤]استادیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران، رایانامه: amirmoosavi@asnrukh.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی

تاریخ دریافت: ۱٤۰۱/۳/۲۵
تاریخ بازنگری: ۱٤۰۱/٤/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱٤۰۱/۵/۳۱

واژه‌های کلیدی:
خوزستان
ریشه‌چه
ساقه‌چه
سرعت جوانه‌زنی
غلات

چکیده

به‌منظور بررسی اثر پیش‌تیمار سالیسیلیک اسید بر شاخص‌های جوانه‌زنی و قدرت بذر تریتیکاله تحت تنش شوری، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل بر اساس طرح پایه کاملاً تصادفی با چهار تکرار در آزمایشگاه تکنولوژی بذر دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان در سال ۱۳۹۷ انجام شد. در این آزمایش، اثر دو عامل آزمایشی شامل ۹ سطح پرایمینگ سالیسیلیک اسید (شاهد عدم پرایم، ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید به‌مدت ۳ ساعت، یک میلی مولار سالیسیلیک اسید به‌مدت ۳ ساعت، ۱/۵ میلی مولار سالیسیلیک اسید به‌مدت ۳ ساعت، ۲ میلی مولار سالیسیلیک اسید به‌مدت ۳ ساعت، ۰/۵ میلی مولار سالیسیلیک اسید به‌مدت ٦ ساعت، یک میلی مولار سالیسیلیک اسید به‌مدت ٦ ساعت، ۱/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید به‌مدت ٦ ساعت و ۲ میلی مولار سالیسیلیک اسید به‌مدت ٦ ساعت) و شش سطح تنش شوری (صفر، ٤، ۸، ۱۲، ۱٦ و ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر) بر شاخص‌های جوانه‌زنی و قدرت بذر تریتیکاله رقم سناباد مطالعه شد. تجزیه واریانس نشان داد که اثر پرایمینگ، تنش شوری و برهمکنش آنها بر تمام صفات اندازه‌گیری شده بجز درصد جوانه‌زنی در سطح احتمال خطای یک درصد معنی‌دار شدند. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تنش شوری باعث کاهش صفات جوانه‌زنی بذر شد اما پرایمینگ با سالیسیلیک اسید باعث تعدیل اثر منفی تنش شوری و بهبود صفات مختلف جوانه‌زنی بذر شد. در این آزمایش غلظت ۰/۵ میلی‌مولار در مدت زمان ٦ ساعت، بهترین غلظت پرایمینگ با سالیسیلیک اسید بود. به‌طور کلی نتایج نشان داد که در شرایط تنش شوری، می‌توان از روش پرایمینگ بذر با سالیسیلیک اسید جهت کاهش اثر منفی تنش شوری بر جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه تریتیکاله استفاده کرد.

استناد: حقیقی، امین؛ سیادت، سیدعطاالله؛ مشتطی، علی؛ موسوی، سیدامیر (۱٤۰۱). اثر پیش‌تیمار سالیسیلیک اسید بر شاخص‌های جوانه‌زنی و قدرت بذر تریتیکاله تحت تنش شوری. *نشریه تحقیقات بذر*، ۱۲ (۳)، ٦۲-٤۷.

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان
© نویسندگان.
Doi: 10.30495/jsr.2023.1982820.1253

مقدمه

تریتیکـالـه یـا چاودم (*Tritico secale*) یک غله ساخته دست بشر است که از دو رگ‌گیری بین چاودار (والد پدری) و گندم نان (والد مادری) حاصـل شده و نسـبت به هر یک از والدین خود محدوده سـازگاری بیشـتری دارد. این گیاه به‌عنوان غذای انسـان و طیور، چرای مسـتقیم، علوفه خشـک و تازه مصرف می‌شود (Siadat et al., 2013). طبق آخرین آمار سـال ۲۰۲۱ میلادی، سـطح زیر کشت جهانی تریتیکاله حدود ۳/۸ میلیون هکتـار، تولیـد آن حـدود ۱٤/۸ میلیون تن و میانگین عملکرد حدود ۳/۹ تن در هکتار گزارش شده است (FAO, 2023).

یکی از موثرترین تنش‌هـای محیطی اثر گـذار بر رشـــد و عملکرد گیـاهـان زراعی در منـاطق مختلف جهان، تنش شـــوری اســـت که در حدود ۲۰ درصـــد اراضـــی زراعی دنیا و حدود نصـــف اراضـــی آبی دنیا وجود دارد و باعث کاهش حدود ۲۰ درصدی عملکرد دانه گیاهان زراعی می‌شـود (Zhu, 2001). در کشـور ایران، ســـطح خاک‌های با شـــوری زیاد حدود ٥٥/٦ میلیون هکتار (۳٤ درصـد مسـاحت کشـور) اسـت. همچنین تقریبا ٦/۸ میلیون هکتار زمین‌های زراعی و حدود ٥۰ درصـد اراضـی آبی کشـور تحت اثر تنش شوری قرار دارند که عملکرد گیاهان زراعی را کاهش می‌دهد (Momeni, 2010).

امروزه روش‌هـای مختلفی جهت افزایش تحمل گیـاهان زراعی در مقابل تنش‌های محیطی وجود دارد و در سالیان گذشته، پرایمینگ بذر به‌عنوان یک روش مناسب جهت تولید گیاهان زراعی متحمل به تنش‌های محیطی مختلف معرفی شـده است (Van-Hulten et al., 2006). پرایمینگ بذر روشـی است که توسط آن بذر قبـل از قرار گرفتن در بستر خود و مواجهـه با شرایط زیســـت محیطـی، از نظر فیزیولوژیـک و بیوشیمیایی آمادگی جوانه‌زنی را به‌دست می‌آورد. در روش پرایمینـگ، بـذر به حدی آب جذب می‌کند که مراحل اولیه جوانه‌زنی فعال می‌شود ولی ریشه‌چه بذر خـارج نمی‌گردد (Bradford, 1986). یکی از روش هـای پـرایـمینـگ بـذر، پرایمینـگ هورمونی مثـل سـالیسـیلیک اسـید (SA) یا ۲- هیدروکسی بنزوئیک اسـید اسـت. سـالیسـیلیک اسـید یک اسـید آلی فنلی طبیعی، پیام رسان و تنظیم کننده رشد گیاهی است که در سـال ۱۹۷۹ در گیاه توتون کشـف شـد و از اسید آمینه فنیل آلانین و اغلب در ریشه ساخته می‌شود و با داشـتن خاصـیت آنتی اکسـیدانی در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیـک گیاهان مثـل جوانـه زنی بذر، رشـــد و فتوســـنتز نقش دارد و بـاعث افزایش رشـــد، کاهش خســـارت اکســـیداتیو و افزایش تحمـل گیـاهان به تـنـش‌هـای مـحیطی مثـل تنش شـــوری می‌گردد (Khan et al., 2002). نقش سالیسیلیک اسید در بهبود ویژگی های بیوشـــیمیایی گیاه مانند محتوای پروتئین های محلول، پرولین آزاد، رنگدانه های فتوســـنتزی و میزان هورمون های گیاهی و در نتیجه افزایش عملکرد در شـــرایط تنش شـــوری در برخی از گیاهان زراعی مانند گندم و جو نشـان داده شـده اسـت (Pirasteh-Anosheh and Emam, 2017).

در این خصـــوص الطیـب (El-Tayeb, 2005) به نقش تحریک کنندگی سـالیسـیلیک اسید بر جوانه‌زنی بذر جو تحت اثر تنش شـــوری پی برد و گزارش کرد که کاربرد سـالیسیلیک اسید منجر به افزایش درصد و سـرعت جوانه‌زنی بذر جو در تنش شـوری شـد. در آزمایشـی افضـل و همکاران (Afzal, 2005) گزارش کردند که پرایمینگ بذر گندم نان با غلظت ۵۰ پی پی ام سالیسیلیک اسید منجر به بهبود جوانه زنی و افزایش وزن تر و خشـک گیاهچه ها در شـرایط تنش شوری شـــد. در آزمـایش دیگری ســـینـگ و شـــروتی (Singh and Shruti, 2009) نشـان دادند که اثر زیان آور نمک روی گیاه چه های ذرت به طور قابل توجهی

توسط پیش تیمار بذر با سالیسیلیک اسید کاهش یافت. آنها همچنین گزارش کردند که کاربرد ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید باعث بهبود سازگاری گیاهان به تنش شوری شد. در پژوهشی دانشمند و همکاران (Daneshmand et al., 2012) در آزمایشی با ارزیابی اثر سالیسیلیک اسید بر جوانه زنی بذر ذرت در شرایط تنش شوری بیان کردند که تنش شوری، درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر ذرت را کاهش داد ولی تیمار سالیسیلیک اسید با غلظت ۰/۱ میلی مولار توانست اثر منفی ناشی از تنش شوری را کاهش داده و باعث افزایش درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی و طول و وزن تر و خشک ریشه چه و ساقه چه شد. در پژوهش دیگری معتمدی و بنی‌سعیدی (Motamedi and Banisaeidi, 2013) در بررسی اثر سالیسیلیک اسید بر جوانه زنی بذر و رشد گیاهچه ارقام گندم تحت تنش شوری مشاهده کردند که تنش شوری باعث کاهش صفات جوانه زنی بذر و رشد گیاهچه گندم شد ولی کاربرد سالیسیلیک اسید با غلظت ۰/۵ میلی مولار موجب بهبود صفات جوانه زنی بذر و وزن تر و خشک گیاهچه ارقام گندم شد. طباطبایی (Tabatabaei, 2014) طی مطالعه اثر سالیسیلیک اسید بر بذر جو در شرایط تنش خشکی گزارش کرد که تنش خشکی باعث کاهش درصد و سرعت جوانه زنی بذر جو شد ولی سالیسیلیک اسید (با غلظت ۱۰۰ پی پی ام) نسبت به تیمار آب مقطر موجب بهبود صفات درصد و سرعت جوانه زنی و وزن خشک گیاهچه جو شد. وحدتی و همکاران (Vahdati et al., 2015) با ارزیابی اثر سالیسیلیک اسید بر بذر شبدر سفید و قرمز تحت شرایط تنش شوری نشان دادند که تنش شوری باعث کاهش صفات جوانه زنی بذر شبدر سفید و قرمز شد ولی سالیسیلیک اسید (با غلظت ۱۰۰ پی پی ام) موجب بهبود درصد جوانه زنی بذر و رشد ریشه چه و ساقه چه گیاهچه شبدر سفید و قرمز شد. شرفی زاده (Sharafizade, 2017) طی مطالعه اثر سالیسیلیک اسید بر جوانه زنی بذر جو در شرایط تنش خشکی مشاهده کرد که تنش خشکی باعث کاهش درصد و سرعت جوانه زنی بذر جو شد ولی در شرایط تنش خشکی، با افزایش غلظت سالیسیلیک اسید تا ۰/۷ میلی‌مولار، درصد و سرعت جوانه‌زنی و قدرت بذر جو در مقایسه با شاهد افزایش یافت. صفری و همکاران (Safari et al., 2018) در بررسی اثر سالیسیلیک اسید بر جوانه‌زنی بذر گندم نشان دادند که با مصرف سالیسیلیک اسید (۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر)، درصد جوانه‌زنی بذر و وزن خشک گیاهچه ارقام گندم مورد مطالعه در مقایسه با شاهد افزایش یافت. همچنین جهانمیر و همکاران (Jahanmir et al., 2019) طی مطالعه اثر سالیسیلیک اسید بر جوانه‌زنی بذر گندم تحت تنش شوری بیان کردند که با افزایش تنش شوری، صفات جوانه‌زنی کاهش یافت اما مصرف سالیسیلیک اسید، باعث افزایش تحمل تنش شوری شد.

با توجه به اهمیت موضوع و بررسی منابع مشخص شد که اثر پیش تیمار بذر با سالیسیلیک اسید در شرایط تنش شوری بر جوانه‌زنی بذر گیاهان مختلف مورد بررسی، معنی دار و مثبت است ولی اثر پیش تیمار بذر با سالیسیلیک اسید بر جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه تریتیکاله تحت اثر تنش شوری کمتر بررسی شده است بنابراین آزمایش حاضر با هدف بررسی اثر پرایمینگ سالیسیلیک اسید بر جوانه‌زنی و قدرت بذر تریتیکاله تحت تنش شوری طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۷ در آزمایشگاه علوم و تکنولوژی بذر گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با

چهـار تکرار اجرا شـــد. در این آزمایش، اثر دو عامل آزمایشـی شـامل ۹ سـطح پرایمینگ سالیسیلیک اسید (شـاهد عدم پرایم، ۰/۵ میلی مولار سـالیسیلیک اسید به‌مدت ۳ سـاعت، یک میلی مولار سـالیسـیلیک اسید به‌مدت ۳ سـاعت، ۱/۵ میلی مولار سـالیسـیلیک اسید به‌مدت ۳ سـاعت، ۲ میلی مولار سـالیسـیلیک اسـید به‌مدت ۳ سـاعت، ۰/۵ میلی مولار سـالیسـیلیک اسید به‌مدت ٦ سـاعت، یک میلی مولار سـالیسـیلیک اسید به‌مدت ٦ سـاعت، ۱/۵ میلی مولار سـالیسـیلیک اسید به‌مدت ٦ سـاعت و ۲ میلی مولار سـالیسـیلیک اسـید به‌مدت ٦ سـاعت) و شـش سطح تنش شوری (صفر، ٤، ۸، ۱۲، ١٦ و ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر) بر صفت‌ها و شاخص‌های مختلف جوانه‌زنی و قدرت بذر تریتیکاله مطالعه شد. در این آزمایش از بذر تریتیکاله رقم سناباد (با منشـاء سـیمیت، سـال تولید ۱۳۹۷ و تهیه شده از مرکز تحقیقات کشـاورزی خوزسـتان) استفاده شد. با توجه به اینکه کلرید سدیم، محلول‌ترین و فراوان‌ترین نمک آزاد اسـت، بنابراین در این آزمایش نمک کلرید سدیم شرکت مرک آلمان استفاده شد. ابتدا غلظت‌های سالیسیلیک اسید و نمک کلرید سدیم مورد نظر جهت اعمال تیمارهای پرایمینگ و شوری آماده شد. همچنین جهت حصول اطمینان از دقت EC محلول‌های شوری مورد نظر، از دسـتگاه اندازه‌گیری هدایت الکتریکی (EC متر) مدل Cond3310 محصول شرکت Tetracon آلمان استفاده شد. جهت اجرای پرایمینگ، بذور داخل ظرف‌های دارای غلظت‌های مورد نظر از سـالیسیلیک اسید در مدت زمان‌های معینی قرار گرفتند. پس از طی مـدت زمـان مورد نظر، بـذرهـای تریتیکاله در داخل ظروف پتری با ۲ لایه کاغذ صافی قرار گرفته و سپس جهت اعمال سـطوح شـوری مورد نظر، محلول‌های شـوری به پتری‌دیش‌ها افزوده شـدند. سـپس ظروف پتری حاوی بذور به ژرمیناتور (محصـول شـرکت خدمات فنی پزشـکی بهروز دزفول) دارای دمای ۲۵ درجه سـلسـیوس جهت طی مرحله جوانه‌زنی منتقل شدند. شمارش بذرهای جوانه‌زده از روز دوم بصورت روزانه در ساعتی معین انجام شـد. به هنگام شمارش، بذرهایی جوانه‌زده تلقی شـدند که طول ریشه‌چه آنها بیشـتر از ۲ میلی‌متر بود. سـپس تعداد بذور جوانه‌زده روزانه شمارش و یادداشت شد و صفات جوانه‌زنی بر اساس روابط زیر محاسبه شدند.

درصد جوانه‌زنی (GP) رابطه (۱)

$$GP=(N/M)*100$$

N= تعـداد بـذرهـای جوانه‌زده و M= تعداد کل بذرها (Scott et al., 1984).

متوسط زمان جوانه‌زنی (MGT) رابطـه (۲)

$$MTG = \frac{\Sigma(nd)}{\Sigma n}$$

n= تعـداد بذر جوانه‌زده در d روز، d= تعداد روزها از شـــروع فراینـد جوانـه‌زنی و ∑n= تعـداد کـل بذور جوانه‌زده (Ellis and Roberts, 1981).

سرعت جوانه‌زنی (GR) رابطه (۳)

$$GR=\Sigma(Ni/Ti)$$

Ni= تعـداد بذرهای جوانه‌زده در هر روز و Ti= تعداد روزها پس از شـــروع آزمایش (Ellis and Roberts, 1981).

ضریب سرعت جوانه‌زنی (CVG) رابطه (٤)

$$CVG = \frac{G_1 + G_2 + G_3 + ... + G_n}{(1\times G_1) + (2\times G_2) + (3\times G_3) + ... + (n\times G_n)}$$

G_1-G_n= تعـداد بذور جوانه‌زده از روز اول تا روز آخر (Maguire, 1962).

شاخص جوانه‌زنی (GI) رابطه (۵)

$$GI=(gn\times i1)+(gn-1\times i2)....+(n-(n-1)\times in)$$

gn= تعداد بذور جوانه‌زده در همان روز و in= آخرین روزی که تمام بذور جوانه زدند (Ellis and Roberts, 1981).

شاخص سرعت جوانه‌زنی (GRI) رابطه (٦)

$$GRI = \frac{G1}{1} + \frac{G2}{2} + \cdots.. + \frac{Gn}{n}$$

G_1، G_2 و G_n= به‌ترتیب تعداد بذور جوانه‌زده طی روز اول، دوم و nام (Pagter et al., 2005).

شاخص قدرت بذر (VI) رابطه (۷)

$$VI=(Ls*Pg)/100$$

Ls= میانگین طول ساقه‌چه (mm) و Pg= درصد جوانه‌زنی کل در پایان آزمایش (Abdul-Baki and Anderson, 1973).

بعد از انتهای آزمایش و برآورد صفات مختلف جوانه‌زنی بذر، تجزیه واریانس با رویه GLM و مقایسه میانگین با آزمون حداقل تفاوت معنی دار (LSD) توسط سیستم تجزیه آماری (SAS) نسخه ۹/٤ انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس نشان داد که اثر پرایمینگ سالیسیلیک اسید، تنش شوری و برهمکنش آنها بر تمام صفات اندازه گیری شده بجز صفت درصد جوانه‌زنی در سطح احتمال خطای یک درصد معنی‌دار شدند (جدول ۱).

جدول ۱: تجزیه واریانس شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه تریتیکاله تحت اثر تنش شوری و پرایمینگ با هورمون سالیسیلیک اسید

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		درصد جوانه‌زنی	متوسط زمان جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	ضریب سرعت جوانه‌زنی	شاخص جوانه‌زنی	شاخص میزان جوانه‌زنی	قدرت بذر	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه
پرایمینگ	۸	۰/۲۹٦^{ns}	۲/۲٤٦**	۰/۰۹۱**	۸۸/۲۲**	۰/۰٤۲**	٤٤/۲۱**	٥۸۷۰/۰۳**	۹۱۹/۳۷**	۲۱٤۱/۹٤**
تنش شوری	٥	۰/۲۹٦^{ns}	۳/۹٦۲**	۰/۱۸۰**	۱٥٥/۹۰**	۰/۰۷۷**	۱۱۱/٤٤**	۲۹۰٦/۰۰**	٥٤٥/۳۷**	۹٤۷/۸۷**
پرایمینگ× شوری	٤۰	۰/۲۹٦^{ns}	۰/۱۸۲**	۰/۰۰۳**	۷/۲٦**	۰/۰۰۳**	۲/۷٥**	٤٤/۰۱**	۱۷/٤۹**	۷/۹٦**
خطا	۱٦۲	۰/۲۹٦	۰/۰۱۱	۰/۰۰۱	۰/٤٥	۰/۰۰۰۲	۰/۳٤	۰/۲۷	۰/۱۲	۰/۱۱
ضریب تغییرات (٪)	–	۰/٥٤	٥/۰۲	٤/٥٤	٥/۱۸	۱/۷٤	۳/۷٦	۱/۳۰	۲/۰۰	۱/٤۱

ns، * و ** به ترتیب غیره معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال خطای ٥ و ۱ درصد.

متوسط زمان جوانه‌زنی: تجزیه واریانس نشان داد که اثر پرایمینگ، شوری و اثر متقابل پرایمینگ در شوری بر متوسط زمان جوانه‌زنی معنی‌دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین میزان متوسط زمان جوانه‌زنی با میانگین‌های ۱/۸٤ و ۱/۸۳ روز به‌ترتیب به غلظت‌های ۱/٥ میلی‌مولار و در زمان‌های ۳ و ٦ ساعت و همچنین سطح شاهد اختصاص یافت. از طرفی در شوری ٤ دسی‌زیمنس بر متر، سطح بدون پرایمینگ و غلظت‌های ۰/٥ میلی‌مولار در پرایمینگ ۳ ساعت و ۲ میلی‌مولار در پرایمینگ ٦ ساعت سالیسیلیک اسید، بیشترین میزان متوسط زمان جوانه‌زنی به‌ترتیب با میانگین‌های ۱/۹٥ و ۱/۹۳ روز را داشتند. در این آزمایش، از شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر به بعد با افزایش غلظت و زمان پرایمینگ سالیسیلیک اسید، میزان این صفت کاهش یافت. به‌گونه‌ای که بیشترین متوسط زمان جوانه‌زنی در سطوح شوری ۸، ۱۲، ۱٦ و ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر به‌ترتیب با میانگین‌های ۲/٤۱، ۲/۷۸، ۳/٤٤ و ۳/۸۸ روز از سطح بدون پرایمینگ (شاهد) به دست آمد (جدول ۲). در تنش شوری به‌علت کاهش پتانسیل آب محیط اطراف بذر، مدت زمان بیشتری طول می‌کشد تا بذر بتواند آب مورد نیاز خود را به مقدار کافی به‌دست آورد. دانشمند و همکاران (Daneshmand et al., 2012) در بررسی اثر تنش

شوری (صفر، ٤٠ و ٨٠ میلی‌مولار کلریدسدیم) و غلظت‌های مختلف سالیسیلیک اسید (۰/۱ و ۰/۲ میلی‌مولار) بر پارامترهای جوانه‌زنی ذرت گزارش کردند که اثر تیمار شوری بر متوسط زمان جوانه‌زنی معنی‌دار شد به‌طوری که شوری ٤٠ و ٨٠ میلی‌مولار نسبت به شاهد، ۱۹ و ۱۸ درصد متوسط زمان جوانه‌زنی را افزایش داد. همچنین پیش تیمار سالیسیلیک اسید بر این صفت اثر گذاشته و موجب بهبود این پارامتر گردید که نتایج آزمایش حاضر را تأیید می‌کند. در پژوهش دیگری گزارش گردید که با افزایش سطوح تنش شوری، میانگین مدت زمان جوانه‌زنی عدس در اثر تیمار با سالیسیلیک اسید نسبت به شاهد افزایش یافت. همچنین بیان شد که بیشترین مقدار این پارامتر مربوط به پیش‌تیمار ۳۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر سالیسیلیک اسید تحت تنش شوری ۳۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بود (Nourafcan and Shahmoradi, 2014). در آزمایش دیگری نیز گزارش شد که با افزایش غلظت سالیسیلیک اسید در سطوح بالای تنش شوری، میانگین مدت زمان جوانه‌زنی کاهش یافت (Ghoohestani et al., 2012).

جدول ۲: مقایسه میانگین متوسط زمان و سرعت جوانه‌زنی تحت تأثیر پرایمینگ با سالیسیلیک اسید و تنش شوری

پرایمینگ با سالیسیلیک اسید (میلی مولار)	متوسط زمان جوانه‌زنی (روز)						سرعت جوانه‌زنی (جوانه در روز)					
	شوری (دسی‌زیمنس بر متر)						شوری (دسی‌زیمنس بر متر)					
	۰	٤	٨	۱۲	۱٦	۲۰	۰	٤	٨	۱۲	۱٦	۲۰
شاهد	۱/۸۳^{a}	۱/۹٥^{a}	۲/٤۱^{a}	۲/۷۸^{a}	۳/٤٤^{a}	۳/۸۸^{a}	۰/٥٥^{c}	۰/٥۱^{c}	۰/٤۲^{d}	۰/۳٦^{e}	۰/۲۹^{e}	۰/۲٦^{g}
۰/٥ mM- ۳ ساعت	۱/۷٥^{ab}	۱/۹٥^{a}	۲/۰۸^{b}	۲/۲۷^{b}	۲/۳٦^{bc}	۲/۸۸^{b}	۰/٥۷^{bc}	۰/٥۱^{c}	۰/٤۸^{c}	۰/٤٤^{d}	۰/٤۲^{d}	۰/۳٥^{f}
۱ mM- ۳ ساعت	۱/٥۳^{c}	۱/٦۰^{d}	۱/٦۸^{d}	۱/۹۷^{d}	۱/۹۷^{e}	۲/۲۱^{e}	۰/٦٥^{a}	۰/٦۳^{a}	۰/٦۰^{a}	۰/٥۱^{b}	۰/٥۱^{b}	۰/٤٥^{c}
۱/٥ mM- ۳ ساعت	۱/۸۳^{a}	۱/۸٦^{ab}	۲/۰۱^{bc}	۲/۱۲^{c}	۲/۳۹^{b}	۲/۸۸^{b}	۰/٥٥^{c}	۰/٥٤^{bc}	۰/٥۰^{bc}	۰/٤۷^{cd}	۰/٤۲^{d}	۰/۳٥^{f}
۲ mM- ۳ ساعت	۱/٦۸^{b}	۱/۷۸^{bc}	۱/۹۲^{c}	۱/۹۸^{cd}	۲/۳۷^{bc}	۲/٦۰^{c}	۰/٦۰^{b}	۰/٥٦^{b}	۰/٥۲^{b}	۰/٥۱^{b}	۰/٤۲^{d}	۰/۳۸^{e}
۰/٥ mM- ٦ ساعت	۱/٤۸^{c}	۱/٦۷^{cd}	۱/٦٥^{d}	۱/۷٦^{e}	۱/۷۸^{f}	۱/۸۷^{g}	۰/٦۸^{a}	۰/٦۰^{a}	۰/٦۱^{a}	۰/٥۷^{a}	۰/٥٦^{a}	۰/٥٤^{a}
۱ mM- ٦ ساعت	۱/٤۹^{c}	۱/٦٦^{cd}	۱/٦٥^{d}	۱/۸۱^{e}	۱/۸٥^{ef}	۲/۰۲^{f}	۰/٦۷^{a}	۰/٦۰^{a}	۰/٦۱^{a}	۰/٥٥^{a}	۰/٥٤^{a}	۰/٥۰^{b}
۱/٥ mM- ٦ ساعت	۱/۸٤^{a}	۱/۸٦^{ab}	۱/۹٤^{bc}	۲/۰٤^{cd}	۲/۲۳^{cd}	۲/٥٦^{c}	۰/٥٤^{c}	۰/٥٤^{bc}	۰/٥۲^{b}	۰/٤۹^{bc}	۰/٤٥^{cd}	۰/۳۹^{de}
۲ mM- ٦ ساعت	۱/۷٥^{ab}	۱/۹۳^{a}	۱/۹٦^{bc}	۲/۰٦^{cd}	۲/۱٤^{d}	۲/۳۸^{d}	۰/٥۷^{bc}	۰/٥۲^{c}	۰/٥۱^{bc}	۰/٤۹^{bc}	۰/٤۷^{c}	۰/٤۲^{d}

در هر ستون، حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی‌دار توسط آزمون LSD در سطح احتمال خطای ۵٪ می‌باشد.

سرعت جوانه‌زنی: تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای مختلف پرایمینگ، تنش شوری و اثر متقابل آنها بر صفت سرعت جوانه‌زنی معنی دار شد (جدول ۱). سرعت جوانه‌زنی یکی از مهمترین شاخص‌های ارزیابی تحمل به تنش در مرحله جوانه‌زنی است، به‌گونه‌ای که هرچه سرعت جوانه‌زنی بیشتر باشد، شانس سبز شدن تحت شرایط تنش بیشتر خواهد شد. مقایسه میانگین اثر متقابل پرایمینگ در شوری نشان داد که با افزایش غلظت و زمان پرایمینگ سالیسیلیک اسید تا ۱ میلی‌مولار، میزان سرعت جوانه‌زنی افزایش یافت در حالی که غلظت‌های بالای ۱ میلی‌مولار این صفت را کاهش داد. به‌گونه‌ای که بیشترین سرعت جوانه‌زنی در سطوح بدون شوری و شوری‌های ٤ و ٨ دسی‌زیمنس بر متر از غلظت ۰/۵ میلی‌مولار و ٦ ساعت و ۱ میلی‌مولار و ۳ و ٦ ساعت سالیسیلیک اسید به دست آمد. در این آزمایش کمترین میزان سرعت جوانه‌زنی در سطح شوری ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر از تیمار بدون پرایمینگ با میانگین ۰/۲ جوانه در روز به دست آمد (جدول ۲). شاکیروا و ساهابوتینوا (Shakirova and Sahabutiniva, 2003) گزارش کردند

که اثر غلظت‌های مختلف هورمون سالیسیلیک اسید متفاوت است به طوری که با افزایش آن تا مقدار مشخصی اثر مثبت و از آن به بعد اثر منفی بر رشد دارد. پرایمینگ بذر با غلظت کم سالیسیلیک اسید باعث افزایش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت مانند گلوتاتیون و آسکوربات در بذر شدند که این آنزیم‌ها فعالیت پراکسیداسیون لیپید را در مرحله جوانه‌زنی کاهش دادند که در نتیجه باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی شدند. کیخا و همکاران (Keikha et al., 2017) گزارش کردند که یکی از دلایل افزایش سرعت جوانه‌زنی در شرایط استفاده از هورمون سالیسیلیک اسید، افزایش انتقال مواد غذایی از لپه‌ها به جنین است. تجمع ماده خشک در بافت جنین افزایش می‌یابد و ارقامی که ذخیره مواد غذایی بیشتری داشته باشند یا میزان اندوخته مواد غذایی در آن‌ها کمتر تحت تأثیر محیط از جمله شوری قرار بگیرد، سرعت جوانه‌زنی بیشتری خواهند داشت. قابل ذکر است که عواملی که سرعت رشد محور جنینی را تحت تأثیر قرار می‌دهند، می‌توانند بر تحرک مواد غذایی و انتقال آن‌ها از لپه‌ها به محور جنینی اثر گذارند. در گیاه زیره‌سیاه در شرایط تنش، کاربرد سالیسیلیک اسید باعث کاهش اثر تنش بر سرعت جوانه‌زنی این گیاه گردید (Kabiri et al., 2012) که با نتایج قاسمی‌جوبشهر و خرمی‌وفا (Ghasemi-Jobshahr et al., 2013) نیز مطابقت داشت. گزارش شده است که با منفی‌تر شدن پتانسیل اسمزی محلول در شرایط شور، جذب آب دچار مشکل شده و سرعت جوانه‌زنی بذور شنبلیله نسبت به شاهد کاهش می‌یابد (Farhadi and Azizi, 2016). گزارش عرب‌علیخانی و همکاران (Arab-Alikhani et al., 2016) حاکی از آن است که پرایمینگ با سالیسیلیک اسید باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی بذر تریتیکاله طی تنش شوری شد. طبق این گزارش کاهش سرعت جوانه‌زنی طی شرایط شور شاید به این دلیل باشد که بذر این گیاه تحت شرایط شوری به خواب می‌رود. این موضوع ممکن است یک استراتژی سازگاری برای جلوگیری از جوانه‌زنی در این شرایط باشد.

ضریب سرعت جوانه‌زنی: تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای مختلف پرایمینگ، تنش شوری و اثر متقابل آنها بر صفت ضریب سرعت جوانه‌زنی معنی دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین نشان داد که با افزایش شوری، میزان ضریب سرعت جوانه‌زنی افزایش یافت، به‌گونه‌ای که بیشترین ضریب سرعت جوانه‌زنی از شوری ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر با میانگین ۲٤/۲۵ در سطح بدون پرایمینگ حاصل شد. در سطوح بدون شوری، بیشترین میانگین این صفت از غلظت‌های ۱/۵ میلی‌مولار با زمان‌های ۳ و ٦ ساعت پرایمینگ و همچنین تیمار بدون پرایمینگ به‌ترتیب با میانگین‌های ۱۱/۵ و ۱۱/٤ حاصل شد. از شوری ٤ دسی‌زیمنس بر متر به بعد با پرایمینگ کردن تا غلظت ۱ میلی‌مولار، میزان ضریب سرعت جوانه‌زنی کاهش و از غلظت ۱ میلی‌مولار به بعد با افزایش میزان زمان پرایمینگ و غلظت سالیسیلیک اسید، میزان این صفت افزایش یافت. همچنین کمترین میزان آن در همه سطوح شوری به‌جزء ٤ دسی‌زیمنس بر متر به‌ترتیب با میانگین‌های ۹/۲۵، ۱۰/۳۱، ۱۱، ۱۱/۱۳ و ۱۱/٦۹ از غلظت ۰/۵ میلی‌مولار با زمان پرایمینگ ٦ ساعت سالیسیلیک اسید به‌دست امد (جدول ۳). شرفی‌زاده (Sharafizade, 2017) در بررسی اثر غلظت‌های مختلف سالیسیلیک اسید بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر جو گزارش کرد که با افزایش غلظت سالیسیلیک اسید، ضریب سرعت جوانه‌زنی گیاهچه جو کاهش یافت. طبق این گزارش پرایمینگ بذر با غلظت بالای سالیسیلیک اسید همانند تنش خشکی باعث کاهش پتانسیل آب، کاهش جذب آب توسط بذر و ضریب جوانه‌زنی شد که با نتایج آزمایش حاضر مطابقت دارد.

نتـایج پراور و همکاران (Paravar et al., 2019) در بررسـی اثر پیش‌تیمار سـالیسـیلیک اسید بر جوانه‌زنی گیاهچه سرخارگل نشان داد که اثر سالیسیلیک اسید بر پـارامتر ضـریـب سـرعـت جوانه‌زنی معنی‌دار بود به‌گونـه‌ای کـه بیشـترین میزان آن از غلظـت یـک میلی‌مولار سـالیسـیلیک اسـید در شرایط تنش به‌دست آمد.

جدول ۳: مقایسه میانگین متوسط ضریب سرعت و شاخص جوانه‌زنی تحت اثر پرایمینگ با سالیسیلیک اسید و تنش شوری

پرایمینگ با سالیسیلیک اسید (میلی‌مولار)	ضریب سرعت جوانه‌زنی — شوری (دسی‌زیمنس بر متر)						شاخص جوانه‌زنی — شوری (دسی‌زیمنس بر متر)					
	۰	٤	۸	۱۲	۱٦	۲۰	۰	٤	۸	۱۲	۱٦	۲۰
شاهد	۱۱/٤٤^{a}	۱۲/۱۹^{a}	۱۵/۰٦^{a}	۱۷/۳۸^{a}	۲۱/۵۰^{a}	۲٤/۲۵^{a}	۰/۸۸^{b}	۰/۸٦^{d}	۰/۸۰^{d}	^{u}۰/۷۵^{e}	^{v}۰/٦۹^{d}	۰/۵۹^{g}
۰/۵ mM – ۳ ساعت	۱۰/۹٤^{ab}	۱۲/۱۹^{a}	۱۳/۰۰^{b}	۱٤/٤٦^{b}	۱٤/۷۵^{bc}	۱۸/۰۰^{b}	۰/۸۹^{b}	۰/۸٦^{d}	۰/۸۵^{c}	۰/۸۳^{d}	۰/۸۱^{c}	۰/۷۳^{f}
۱ mM – ۳ ساعت	۹/۵٦^{c}	۱۰/۰۰^{d}	۱۰/۵۰^{d}	۱۲/۳۱^{d}	۱۲/۱٤^{e}	۱۳/۸۱^{e}	۰/۹۲^{a}	۰/۹۱^{a}	۰/۹۰^{a}	۰/۸٦^{b}	۰/۸۵^{b}	۰/۸۳^{c}
۱/۵ mM – ۳ ساعت	۱۱/٤٤^{a}	۱۱/٦۳^{ab}	۱۲/۵٦^{bc}	۱۳/۲۵^{c}	۱٤/۹٤^{b}	۱۸/۳۷^{b}	۰/۸۸^{b}	۰/۸۸^{cd}	۰/۸٦^{bc}	۰/۸٤^{cd}	۰/۸۰^{c}	۰/۷٤^{f}
۲ mM – ۳ ساعت	۱۰/۵۰^{b}	۱۱/۱۳^{bc}	۱۲/۰۰^{c}	۱۲/۳۸^{cd}	۱٤/۸۱^{bc}	۱٦/۲۵^{c}	۰/۸۹^{b}	۰/۸۹^{bc}	۰/۸۷^{b}	۰/۸٦^{bc}	۰/۸۰^{c}	۰/۷۷^{e}
۰/۵ mM – ٦ ساعت	۹/۲۵^{c}	۱۰/٤٤^{cd}	۱۰/۳۱^{d}	۱۱/۰۰^{e}	۱۱/۱۳^{f}	۱۱/٦۹^{g}	۰/۹۳^{a}	۰/۹۰^{ab}	۰/۹۱^{a}	۰/۸۹^{a}	۰/۸۹^{a}	۰/۸۸^{a}
۱ mM – ٦ ساعت	۹/۳۱^{c}	۱۰/۳۸^{cd}	۱۰/۵۵^{d}	۱۱/۳۱^{e}	۱۱/۵٦^{ef}	۱۲/٦۳^{f}	۰/۹۳^{a}	۰/۹۱^{ab}	۰/۹۲^{a}	۰/۸۸^{a}	۰/۸۸^{a}	۰/۸۵^{b}
۱/۵ mM – ٦ ساعت	۱۱/۵^{a}	۱۱/٦۳^{ab}	۱۲/۱۳^{bc}	۱۲/۷۵^{cd}	۱۳/۹٤^{cd}	۱٦/۰۰^{c}	۰/۸۸^{b}	۰/۸۸^{cd}	۰/۸۷^{bc}	۰/۸۵^{bc}	۰/۸۱^{c}	۰/۷۹^{de}
۲ mM – ٦ ساعت	۱۰/۹٤^{ab}	۱۲/۰٦^{a}	۱۲/۲۵^{bc}	۱۲/۸۸^{cd}	۱۳/۳۸^{d}	۱٤/۸۸^{d}	۰/۸۹^{b}	۰/۸۷^{d}	۰/۸٦^{bc}	۰/۸۵^{bc}	۰/۸٤^{b}	۰/۸^{d}

در هر ستون، حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی‌دار توسط آزمون LSD در سطح ۵٪ می‌باشد.

شاخص جوانه‌زنی: تجزیه واریانس (جدول ۱) نشـان داد که اثر پرایمینگ، شوری و اثر متقابل پرایمینگ در شـوری بر شاخص جوانه‌زنی در سطح احتمال خطای یک درصـد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین نشان داد که بیشـترین شـاخص جوانـه‌زنی از غلظـت ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار با ٦ سـاعت پرایمینگ سـالیسیلیک اسید با میانگین ۰/۹۳ در سطح بدون شوری و کمترین آن در سـطح بدون پرایمینگ با میانگین ۰/۵۹ در شوری ۲۰ دسـی‌زیمنس بر متر به دست آمد. در شوری‌های ٤ و ۲۰ دسـی‌زیمنس بر متر، حداکثر شـاخص جوانه‌زنی به‌ترتیب از غلظت ۱ میلی‌مولار و ۳ سـاعت پرایمینگ بـا میانگین ۰/۹۱ و همچنین در غلظت ۰/۵ میلی‌مولار با ٦ سـاعت پرایمینگ با میانگین ۰/۸۸ حاصل شد. از طرفی شـوری ۸، ۱۲ و ۱٦ دسی‌زیمنس بر متر نیز در غلظت‌های ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار سـالیسیلیک اسید با ٦ سـاعت پرایمینگ بیشترین میزان این صفت را داشتند (جدول ۳). در این آزمایش با افزایش شوری، شاخص جوانه‌زنی گیاه کاهش یافت که با نتایج آزمایش شیری و بخشی (Shiri and Bakhshi, 2012) مطابقت داشت. همچنین مشـخص شـده که اسـتفاده از پیش تیمار سـالیسـیلیک اسـید باعث افزایش شـاخص جوانه‌زنی گیاهچه باقلا در شـرایط تنش شوری گردید (Anaya et al., 2018).

شـاخص سرعت جوانه‌زنی: تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که اثر پرایمینگ، شوری و اثر متقابل آنها بر شاخص سرعت جوانه‌زنی در سطح احتمال خطای یک درصـد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین نشان داد که حداکثر شـاخص سـرعت جوانه‌زنی در شـرایط بدون شوری با غلظت ۰/۵ میلی‌مولار و ٦ ساعت پرایمینگ با سـالیسـیلیک اسـید با میانگین ۱۹ به دسـت آمد که

نسبت به کمترین میزان آن در شوری ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر و سطح بدون پرایمینگ باعث افزایش ۵۱ درصدی شاخص سرعت جوانه‌زنی گردید. در همه‌ی سطوح شوری، با پرایمینگ سالیسیلیک اسید با غلظت و زمان‌های مختلف بر میزان این صفت افزوده شد به‌گونه‌ای که شوری ٤ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر با میانگین ۱۸/۵۸ و ۱۷/۹۲ در غلظت ۱ میلی‌مولار و ۳ ساعت پرایمینگ و همچنین شوری‌های ۱۲، ۱٦ و ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر با میانگین‌های ۱٦/۸۳، ۱٦/٦۷ و ۱٦/۲۱ در غلظت ۰/۵ میلی‌مولار و ٦ ساعت پرایمینگ سالیسیلیک اسید بیشترین شاخص سرعت جوانه‌زنی را داشتند (جدول ٤). در یک بررسی مشخص شد که پرایمینگ هورمونی بذر گندم با سالیسیلیک اسید سبب افزایش شاخص سرعت جوانه‌زنی شد (Fathi-Amirkhiz et al., 2012) که با نتایج به دست آمده توسط شاتپاثی و همکاران (Shatpathy et al., 2018) در برنج هم‌خوانی داشت.

جدول ٤: مقایسه میانگین شاخص میزان جوانه‌زنی و قدرت بذر تحت تأثیر پرایمینگ با سالیسیلیک اسید و تنش شوری

پرایمینگ با سالیسیلیک اسید (میلی مولار)	شاخص میزان جوانه‌زنی						قدرت بذر					
	شوری (دسی‌زیمنس بر متر)						شوری (دسی‌زیمنس بر متر)					
	۰	٤	۸	۱۲	۱٦	۲۰	۰	٤	۸	۱۲	۱٦	۲۰
شاهد	۱۷/۵۲^{b}	۱٦/۷۷^{b}	۱٤/۲۹^{d}	۱۱/۷۰^{e}	۱۰/۳۱^{d}	۸/۹۵^{e}	٤٦/٦۸^{e}	٤۰/۷۸^{d}	۳٦/۵۳^{c}	۳۰/۷۸^{d}	۲۰/۵۵^{e}	۱٤/۰۳^{h}
۰/۵ mM- ۳ ساعت	۱۸/۰۲^{b}	۱۵/۹٤^{cd}	۱۵/۱۷^{c}	۱٤/۸۵^{cd}	۱٤/۲۸^{b}	۱۲/۳۵^{cd}	۳۰/۸۵^{h}	۲۹/۲۵^{g}	۲٦/۵۵^{f}	۲٤/٤^{f}	۲۰/۵۵^{e}	۱۵/۳۳^{g}
۱ mM- ۳ ساعت	۱۸/۹٦^{a}	۱۸/۵۸^{a}	۱۷/۹۲^{a}	۱٦/٤٤^{a}	۱٦/۱۰^{a}	۱٤/۵٦^{b}	۳۹/۰۸^{f}	۳۷/۸۳^{e}	۳۵/۱۰^{d}	۲۹/۲۸^{e}	۲۳/۷٦^{d}	۱۸/٦۰^{e}
۱/۵ mM- ۳ ساعت	۱۷/٤٤^{b}	۱٦/۷۳^{bc}	۱٦/۱۵^{b}	۱۵/۵۷^{bc}	۱٤/۱٤^{b}	۱۲/۱٦^{cd}	۳۱/٤۳^{h}	۲۹/٦۸^{g}	۲٦/۷۵^{f}	۲٤/۳۵^{f}	۲۰/۱۸^{e}	۱۵/۵۷^{g}
۲ mM- ۳ ساعت	۱۷/۲۹^{bc}	۱۷/۰٦^{b}	۱٦/۲۷^{b}	۱٦/۰۸^{ab}	۱۳/۹۵^{b}	۱۲/٦٦^{c}	۳۳/۰۰^{g}	۳۱/۲۰^{f}	۲۷/۸^{e}	۲٤/٤۵^{f}	۲۰/۵۳^{e}	۱٦/۹۵^{f}
۰/۵ mM- ٦ ساعت	۱۹/۰۰^{a}	۱۷/۳۸^{b}	۱۷/٤٦^{a}	۱٦/۸۳^{a}	۱٦/٦۷^{a}	۱٦/۲۱^{a}	٦۷/٦۵^{a}	٦٤/۲۰^{a}	٦۵/٤۰^{a}	٦۳/۰۸^{a}	۵٦/۷۸^{a}	٤۵/۵^{a}
۱ mM- ٦ ساعت	۱۸/۸۸^{a}	۱۷/۵^{b}	۱۷/٦۷^{a}	۱٦/۲۱^{ab}	۱۵/۹۰^{a}	۱٤/۷۷^{b}	٦٦/۵۸^{b}	٦٤/۷۸^{a}	٦٤/۱۳^{a}	۵۷/۹۵^{b}	۵۱/۷۳^{b}	٤۲/۹۸^{b}
۱/۵ mM- ٦ ساعت	۱۵/۷۵^{d}	۱۵/۵۸^{d}	۱۵/۰٤^{cd}	۱٤/٦۳^{d}	۱۳/۱۰^{c}	۱۱/۷۰^{d}	٦۳/۷۵^{d}	٦۳/۰۸^{c}	٦۲/۱۰^{b}	۵٦/۲^{c}	٤۰/۸۵^{c}	۳۳/٦۳^{d}
۲ mM- ٦ ساعت	۱٦/٦۳^{c}	۱۵/۳۳^{d}	۱۵/۱۵^{c}	۱٤/٤٦^{d}	۱۳/۹۲^{b}	۱۲/٤۲^{cd}	٦۵/۲۵^{c}	٦۳/۹۵^{b}	٦۲/٦۳^{b}	۵٦/۵^{c}	٤۱/۵۵^{c}	۳٤/۵۰^{c}

در هر ستون، حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی‌دار توسط آزمون LSD در سطح احتمال خطای ۵٪ می‌باشد.

قدرت بذر: مقایسه میانگین نشان داد که اثر پرایمینگ، شوری و اثر متقابل آنها بر قدرت بذر تریتیکاله در سطح احتمال خطای یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین نشان داد که حداکثر میزان قدرت بذر در سطوح بدون شوری و شوری‌های ٤، ۸، ۱۲، ۱٦ و ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر از غلظت ۰/۵ میلی‌مولار و ٦ ساعت پرایمینگ با سالیسیلیک اسید به‌ترتیب با میانگین‌های ٦۷/٦۵، ٦۵/٤۰، ٦٤/۲۰، ٦۳/۰۸، ۵۷/۷۸ و ٤۵/۵ به دست آمد که نسبت به کمترین مقدار آن در غلظت ۰/۵ میلی‌مولار و ۳ ساعت پرایمینگ در سطوح بدون شوری و شوری‌های ٤، ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر به‌ترتیب ٥٤، ٥٥، ٥۸ و ٦۲ درصد و در غلظت ۱/۵ میلی‌مولار و ۳ ساعت پرایمینگ در شوری ۱٦ دسی‌زیمنس بر متر به‌میزان ٦٤ درصد و در سطح بدون پرایمینگ در شوری ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر به‌میزان ٦۸ درصد قدرت بذر را افزایش داد (جدول ٤). به نظر می‌رسد که پرایمینگ بذر با غلظت کم مواد اسمزی مثل سالیسیلیک اسید به‌دلیل فعال نمودن فرایندهای متابولیک لازم برای جوانه‌زنی و افزایش سنتز RNA ریبوزومی، DNA میتوکندری و افزایش فعالیت آنزیم‌های آلفا و بتا آمیلاز سبب بهبود کیفیت جوانه‌زنی بذر از طریق آغاز مراحل اولیه جوانه‌زنی،

باعث افزایش قدرت بذر شد. از طرفی می‌توان نتیجه گرفت که غلظت بالای سالیسیلیک اسید به‌دلیل کاهش پتانسیل آب و کاهش جذب آب و عدم شروع فعالیت آنزیم‌های جوانه‌زنی باعث کاهش قدرت بذر شدند (Sharafizade, 2017). همچنین نشان داده شده است که سالیسیلیک اسید سبب افزایش سیتوکنین می‌شود و گیاهان تیمار شده با سالیسیلیک اسید که تحت تنش شوری رشد کرده‌اند، به مقدار کمتری سدیم و به مقدار بیشتری پتاسیم در اندام‌های هوایی خود جمع می‌کنند در نتیجه قدرت بذر افزایش می‌یابد (Krantev et al., 2008). در کل مشاهدات حاصل از مقایسه میانگین این آزمایش منتهی به این نتیجه شد که تنش شوری باعث کاهش قدرت بذر شد که این موضوع مطابق با گزارشات محققان دیگر است. از جمله زاده‌باقری (Zadebagheri, 2014) گزارش کرد که سدیم ازطریق اثر بر پمپ‌های پروتونی و اختلال در عمل آن‌ها سبب کاهش قدرت بذر و کاهش رشد و طویل شدن سلول می‌شوند. همچنین ایشان گزارش کرد که مصرف ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید در مقایسه با عدم پرایمینگ با این هورمون سبب افزایش قدرت بذر ذرت شد.

طول ریشه‌چه: تجزیه واریانس نشان داد که اثر پرایمینگ، شوری و اثر متقابل آنها بر طول ریشه‌چه تریتیکاله در سطح احتمال خطای یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین نشان داد که با افزایش شوری، میزان طول ریشه‌چه گیاهچه کاهش یافت. همچنین پرایمینگ با غلظت کم و متوسط و زمان‌های بالای سالیسیلیک اسید بر میزان رشد گیاهچه تریتیکاله افزود. به‌طوری که بیشترین میزان طول ریشه‌چه از غلظت‌های ۰/۵ میلی‌مولار در ٦ ساعت پرایمینگ با سالیسیلیک اسید به دست آمد. همچنین کمترین طول ریشه‌چه در سطوح شوری ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر و تیمار بدون پرایمینگ حاصل شد. به‌نظر می‌رسد که پرایمینگ بذر با سالیسیلیک اسید به‌دلیل افزایش تقسیم سلولی در مریستم انتهایی ریشه، باعث افزایش طول آن گردید. همچنین مشخص گردید که غلظت ۰/۵ میلی‌مولار با ٦ ساعت پرایمینگ نسبت به شاهد باعث افزایش ۲۵، ۳۳، ٤۲، ٤٦، ٦۰ و ۷۰ درصدی طول ریشه‌چه به‌ترتیب در سطوح بدون شوری و شوری‌های ٤، ۸، ۱۲، ۱٦ و ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر بر متر گردید (جدول ۵). به‌نظر می‌رسد که سالیسیلیک اسید میزان تقسیم سلولی مریستم راس ریشه‌های اولیه که به افزایش رشد طولی ساقه منجر می‌شود را زیاد کرد، اما با کاهش پتانسیل آب به‌دلیل افزایش شوری، حلالیت سالیسیلیک اسید کاهش و جذب آن توسط بذر کمتر شده و در تقسیمات سلولی و فعل و انفعالات جوانه‌زنی نقش کمتر داشته است. تنش شوری باعث افزایش پتانسیل اسمزی و آب‌کشیدگی، پلاسمولیز و چروکیدگی سلول‌ها شده و آماس اتفاق نمی‌افتد در نتیجه از تقسیم سلولی جلوگیری نموده و منجر به کاهش انتقال مواد غذایی از لپه به جنین می‌گردد (Kafi et al., 2014). بسیاری از تحقیقات نیز کاهش رشد گیاهچه در اثر اعمال تنش شوری را گزارش کرده‌اند (Farhadi and Azizi, 2016; Mojarab et al., 2018). در پژوهشی گزارش گردید که با افزایش غلظت سالیسیلیک اسید و کاهش پتانسیل آب، رشد گیاهچه جو کاهش یافت. به‌نظر می‌رسد که غلظت بالای سالیسیلیک اسید، بازدارنده اکسین و باعث کندی رشد گیاهچه و افزایش شوری نیز باعث کاهش جذب آب توسط بذر و کاهش ترشح هورمون‌ها، فعالیت آنزیم‌ها و در نتیجه کاهش رشد گیاهچه شد (Sharafizade, 2017) که مؤید نتایج حاصل از این پژوهش است.

جدول ۵: مقایسه میانگین طول ریشه‌چه و ساقه‌چه تحت اثر پرایمینگ با سالیسیلیک اسید و تنش شوری

پرایمینگ با سالیسیلیک اسید (میلی‌مولار)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)						طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)					
	شوری (دسی‌زیمنس بر متر)						شوری (دسی‌زیمنس بر متر)					
	۰	٤	۸	۱۲	۱٦	۲۰	۰	٤	۸	۱۲	۱٦	۲۰
شاهد	۲۱/۲۵^{d}	۱۸/۰۵^{d}	۱۵/۳۳^{c}	۱٤/۲۳^{c}	۹/۱۰^{f}	۵/٤۰^{i}	۲۵/٤۳^{d}	۲۲/۷۳^{d}	۲۱/۲۰^{d}	۱٦/۵۵^{d}	۱۱/٤۵^{e}	۸/٦۳^{e}
۰/۵ mM- ۳ ساعت	۱۲/۲۸^{g}	۱۲/۳۰^{f}	۱۱/٦۰^{d}	۱۰/۷۵^{e}	۹/۹۵^{e}	٦/۷۳^{h}	۱۸/۵۸^{g}	۱٦/۹۵^{h}	۱٤/۹۵^{g}	۱۳/٤۰^{f}	۱۰/٦^{fg}	۸/٦۰^{e}
۱ mM- ۳ ساعت	۱٦/٦^{e}	۱۵/۸۸^{e}	۱۵/۱۵^{c}	۱۳/٤^{d}	۱۰/۸۵^{d}	۹/۰۳^{e}	۲۲/٤۸^{e}	۲۱/۹۵^{e}	۱۹/۹۵^{e}	۱۵/۸۸^{e}	۱۳/۱۵^{d}	۹/۵۸^{d}
۱/۵ mM- ۳ ساعت	۱۲/۵۰^{g}	۱۲/۰۰^{f}	۱۱/٦۳^{d}	۱۰/۹۳^{e}	۹/۹۸^{e}	۷/٤۰^{g}	۱۸/۹۳^{g}	۱۷/٦۸^{g}	۱۵/۱۳^{g}	۱۳/٤۳^{f}	۱۰/۲۰^{g}	۸/۰۳^{f}
۲ mM- ۳ ساعت	۱۳/۲۵^{f}	۱۲/۱۵^{f}	۱۱/۷۳^{d}	۱۰/۷۰^{e}	۹/۸۳^{e}	۸/٤۰^{f}	۱۹/۷۵^{f}	۱۹/۰۵^{f}	۱٦/۰۸^{f}	۱۳/۷۵^{f}	۱۰/۷۰^{f}	۸/۵۵^{e}
۰/۵ mM- ٦ ساعت	۲۸/٤۵^{a}	۲۷/٤۰^{a}	۲٦/٦۰^{a}	۲٦/۱۵^{a}	۲۳/٦۸^{a}	۱۷/۸۸^{a}	۳۹/۲۰^{a}	۳۸/۰۰^{a}	۳۷/٦۰^{a}	۳٦/۹۳^{a}	۳۳/۱۰^{a}	۲۷/٦۳^{a}
۱ mM- ٦ ساعت	۲۷/۷۸^{b}	۲۷/۰۵^{ab}	۲٦/٦۳^{a}	۲۵/۹۳^{a}	۲۰/۷۸^{b}	۱۷/۱۰^{b}	۳۸/۸^{a}	۳۷/۷۳^{ab}	۳٦/۸۸^{b}	۳۲/۰۳^{b}	۳۰/۹۵^{b}	۲۵/۸۸^{b}
۱/۵ mM- ٦ ساعت	۲٦/۵۵^{c}	۲٦/۳۰^{c}	۲۵/۹۳^{b}	۲۵/۰۳^{b}	۱۵/۸۸^{c}	۱۱/۵۵^{d}	۳۷/۲۰^{c}	۳٦/۷۸^{c}	۳٦/۱۸^{c}	۳۱/۱۸^{c}	۲٤/۹۸^{c}	۲۲/۰۸^{c}
۲ mM- ٦ ساعت	۲۷/۵۰^{b}	۲٦/٦۵^{bc}	۲٦/۲۰^{ab}	۲۵/۲۸^{b}	۱٦/۲۳^{c}	۱۲/۰۵^{c}	۳۷/۷۵^{b}	۳۷/۳۰^{b}	۳٦/٤۳^{bc}	۳۱/۲۳^{c}	۲۵/۳۳^{c}	۲۲/٤۵^{c}

در هر ستون، حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی‌دار توسط آزمون LSD در سطح ۵٪ می‌باشد.

طول ساقه‌چه: تجزیه واریانس نشان داد که اثر پرایمینگ، شوری و اثر متقابل آنها بر طول ساقه‌چه گیاهچه تریتیکاله در سطح احتمال خطای یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین نشان داد که با افزایش شوری، میزان طول ساقه‌چه کاهش یافت. همچنین نتایج نشان داد که پرایمینگ با غلظت کم و متوسط و زمان‌های بالای سالیسیلیک اسید بر میزان طول ساقه‌چه تریتیکاله افزود. به‌طوری که بیشترین میزان طول ساقه‌چه گیاه از غلظت ۱ میلی‌مولار در ٦ ساعت پرایمینگ با سالیسیلیک اسید به دست آمد. کمترین میزان طول ساقه‌چه در سطوح شوری ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر از غلظت ۱/۵ میلی‌مولار با ۳ ساعت پرایمینگ به دست آمد. همچنین مشخص شد که غلظت ۰/۵ میلی‌مولار با ٦ ساعت پرایمینگ نسبت به شاهد باعث افزایش ۳۵، ٤۲، ٤۳، ۵۵، ٦٦ و ۷۰ درصدی طول ساقه‌چه به‌ترتیب در سطوح بدون شوری و شوری‌های ٤، ۸، ۱۲، ۱٦ و ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر بر متر گردید (جدول ۵). به‌نظر می‌رسد که سالیسیلیک اسید میزان تقسیم سلولی مریستم راس ریشه‌های اولیه که به افزایش رشد طولی ساقه منجر می‌شود را زیاد کرد، اما با کاهش پتانسیل آب به‌دلیل افزایش شوری، حلالیت سالیسیلیک اسید کاهش و جذب آن توسط بذر کمتر شده و در تقسیمات سلولی و فعل و انفعالات جوانه‌زنی نقش کمتر داشته است. در پژوهشی احمدپوردهکردی و همکاران (Ahmadpoor-Dehkordi et al., 2018) در بررسی اثر غلظت‌های مختلف سالیسیلیک اسید (۰، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ میلی‌مولار) بر بذر چای‌ترش گزارش کردند که غلظت ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید به‌ترتیب باعث افزایش ۱۷ و ۱۸ درصدی طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در مقایسه با شاهد گردید. همچنین در تحقیق دیگری بیان شد که سالیسیلیک اسید با افزایش سرعت استفاده از مواد ذخیره‌ای بذر، موجب افزایش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه برنج می‌شود (Shinwari et al., 2015).

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی تنش شوری باعث کاهش جوانه‌زنی و رشد گیاهچه و در نتیجه کاهش رشد و عملکرد گیاهان زراعی می‌شود و یکی از روش‌های کاهش اثر تنش شوری بر جوانه‌زنی بذر گیاهان زراعی، استفاده از پیش تیمار سازی بذر با سالیسیلیک اسید است. نتایج این آزمایش نشان داد که با افزایش تنش شوری؛ صفت‌های

جوانه‌زنی، قدرت بذر و رشد گیاهچه تریتیکاله کاهش یافت اما پرایمینگ بذر با سالیسیلیک اسید با غلظت ۰/۵ میلی‌مولار به مدت ٦ ساعت توانست شاخص‌های جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه تریتیکاله در شرایط تنش شوری را بهبود دهد. بنابراین در شرایط تنش شوری، می‌توان از روش پرایمینگ بذر با سالیسیلیک اسید جهت کاهش اثر منفی تنش شوری بر جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه تریتیکاله استفاده کرد.

سپاسگزاری

بدینوسیله از معاونت آموزشی و تحصیلات تکمیلی و معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان که قسمتی از هزینه‌های اجرای این آزمایش را تامین کرده‌اند، تشکر و قدردانی می‌شود.

References

Abdul-Baki, A.A. and Anderson, J.D. 1973. Vigor determination in soybean by multiple criteria. Crop Sci. 13: 630-633.

Afzal, I., Basra, S.M.A., Farooq, M. and Nawaz, A. 2006. Alleviation of salinity stress in spring wheat by hormonal priming with ABA, salicylic acid and ascorbic acid. Intl. Agric. Biol. 8(1): 23-28.

Ahmadpoor-Dehkordi, E., Danesh Shahraki, A. and Khosravi-Lamjiri, P. 2018. Effect of seed priming with salicylic acid on seed germination and seedling growth of *Hibiscus sabdariffa* under drought stress. Iran. Seed Sci. Res. 5(4): 1-11.

Anaya, F., Fghire, R., Wahbi, S., and Loutfi, K. 2018. Influence of salicylic acid on seed germination of *Vicia faba* L. under salt stress. Saudi Soc. Agric. Sci. 17(1): 1–8.

Arab AliKhani, N., Ghooshchi, F., and Safahani langerudi, A. 2016. Study of priming (hydro priming, salicylic acid and nano silver atomic) seed on the improve indices germination and seedling growth triticale (X *Triticosecale Vittmack*) under salt stress. Agron. Res. Semi Des. Reg. 13(2): 133-145.

Bradford, K.J. 1986. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. Hortic. Sci. 21: 1105-1112.

Daneshmand, F., Arvin, M.J., Keramat, B., and Momenei, N. 2012. Interactive effects of salt stress and salicylic acid on germination and plant growth parameters of maize (*Zea mays* L.) under field conditions. Proc. Func .1(1): 56-70.

Ellis, R.H. and Roberts, E.H. 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. Seed Sci. Technol. 9: 373-409.

El-Tayeb, M. A. 2005. Response of barley grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. Plant Growth Reg. 45: 215-22

Farhadi, H., and Azizi, M. 2016. Effects of seed pretreatment with salicylic acid on germination of four fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) landraces under salinity stress. Plant Prod. Res. 23(3): 1-19.

Fathi Amirkhiz, K., Omidi, H., Heshmati, S., and Jafarzadeh, L. 2012. Study of black cumin (*Nigella sativa* L.) germination attributes and seed vigur under salinity stress by osmopriming accelerators pretreatment. Iran. Field Crop Res. 10(2): 299-310.

Food and Agriculture Organization. 2023. Statistics: FAOSTAT agriculture. Retrieved March 3, 2023. https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL.

Ghasemi Jobshahr, E., and Khoramivafa, M. 2013. Effect of pretreatment of salicylic acid on germination and seedling properties of *Callendulla officinalis* in salt stress condition. Plant prod. Technol. 4(2): 57-70.

Ghoohestani, A., Gheisary, H. Zahedi, S.M. and Dolatkhahi, A. 2012. Effect of seed priming of tomato with salicylic acid, ascorbic acid and hydrogen peroxideon germination and seedling growth in saline conditions. Intl. Agron. Plant Prod. 3(2): 700-704.

Jahanmir, R.S., Tavakkol-Afshari, R. and Postini, K. 2019. The effects of plant hormones on improvement natural and artificial aging wheat under salt stress. Iran. Seed Sci. Technol. 8: 87-100.

Kabiri, R., Farahbakhsh, H. and Nasibi, F. 2012. Effect of drought stress and its interaction with salicylic acid on black cumin (*Nigella sativa*) germination and seedling growth. World Appl. Sci. 18: 520-527.

Kafi, M., Mahdavi Damghani, A., and Kamkar, B. 2014. Mechanisms of resistance of plants to environmental stresses. Jahad Daneshgahi Press, Mashhad.

Keikha, M., Noori, M., and Keshtehgar, A. 2017. Effect of salicylic acid and gibberellin on yield and yield components of Mungbean (*Vigna radiata*). Iran. Puls. Res. 7(2): 138-151.

Khan, M.A., Gul, B. and Weber, D.J. 2002. Improving seed germination of *Salicornia rubra* (Chenopodiaceae) under saline conditions using germination-regulating chemicals. West. North America. Natu. 101-105.

Krantev, A., Yordanova, R., Janda, T., Szalai, G. and Popova, L. 2008. Treatment with salicylic acid decreases the effect of cadmium on photosynthesis in maize plants. Plant Physiol. 165(9): 920-931.

Maguire, J.D. 1962. Speed of germination- Aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Sci. 2: 176-177.

Mojarab, S., Moghaddam, M., and Narimani, R. 2018. The effect of pretreatment of salicylic acid on seed germination, total phenol and antioxidant activity of *Nepeta nuda* L. seedling under salt stress. Eco-phytochemical Medic. Plant. 6(1): 21-31.

Momeni, A. 2010. Geographical distribution and salinity levels of Iran's soil resources. Soil Res. 24: 203-215.

Motamedi, M. and Banisaeidi, A. 2013. The Effects of salicylic acid on germination and seedling growth of bread wheat *(Triticum aestivum L.)* cultivars under salinity stress. Plant Prod. Sci. 3(2): 43-57.

Nourafcan, H., and Shahmoradi, M. 2014. The effect of seed priming by salicylic acid and nano-iron chelate on germination and initial growth of lentil under salinity stress. Agroecol. J. 10(2): 65-75.

Pagter, M., Bragato, C. and Brix, H. 2005. Tolerance and physiological responses of Phragmites australis to water deficit. Aqua. Bot. 81: 285-299.

Paravar, A., Maleki Farahani, S., Eisanezhad, N. S., and Sadeghi, R. 2019. Effect of priming by salicylic acid and drought stress on seed germination and some physiological characteristics of (*Echinacea angustifolia*) seedling (Kalat landrac). Iran Seed Sci. Res. 6(2), 177-187.

Pirasteh-Anosheh, H. and Y. Emam. 2017. Induced salinity tolerance and altered ion storage factor in *Hordeum vulgare* plants upon salicylic-acid priming. Iran Agric. Res. 36(1): 41-48.

Safari, K., Sohrabi, Y., Siosemardeh, A. and Sasani, Sh. 2018. Effect of seed priming on some morphophysiological characteristics of three wheat cultivars under laboratory and greenhouse conditions. Wheat Res. 1: 53-68.

Scott, S., Jones, R. and Williams, W. 1984. Review of data analysis methods for seed germination. Crop Sci. 24: 1192-1199.

Shakirova, F. M. and Sahabutinova, D. R. 2003. Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. Plant Sci. 164: 317-322.

Sharafizadeh, M. 2017. Effect of salicylic acid and drought stress on germination and activity of antioxidant enzymes of barely. Iran. Seed Sci. Technol. 6(2): 161-169.

Shatpathy, P., Kar, M., Dwibedi, S.K. and Dash, A. 2018. Seed priming with salicylic acid improves germination and seedling growth of rice (*Oryza sativa* L.) under PEG-6000 induced water stress. Int. Curr. Microb. App. Sci. 7(10): 907-924.

Shinwari, K.I., Jan, M., Shan, G., Khattak, S.R., Urehman, S., Daud, M.K, Naeem, R.A and Jami, M. 2015. Seed priming salicylic acid induces tolerance against chromium (VI) toxicity in rice (*Oryza sativa* L.). Pakistan Bot. 47:161-170.

Shiri, M.A. and Bakhshi, D. 2011. Effect of salinity stress on some seed germination indices in sour orange (*Citrus aurantium*). Crop Prod. Proc. 1 (1):1-9

Siadat, S.A., Modhej, A. and Esfahani, M. 2013. Cereals. Jahad Daneshgahi Press, Mashhad.

Singh, P.K and. Shruti, G. 2009. Salicylic acid-induced salinity tolerance in corn grown under NaCl stress. Franciszek Górski Institute of Plant Physiology, Polish Academy of Sciences.

Tabatabei. S.A. 2014. Effect of salicylic acid pretreatment of barley seed on seedling growth, proline content and antioxidant enzymes activity under drought stress. Crop Improv. 16(2): 475-486.

Vahdati-Mashhadian, N., Tehranifar, A., Selahvarzi, Y. and Tabasi, A. 2015. Priming effects of salicylic acid and ascorbic acid on seed germination of white clover (*Trifolium repens*) and red clover (*Trifolium pretense*) under salinity stress. Environ. Stress. Crop Sci. 8(1): 127-130.

Van-Hulten, M., Pelser, M., Van-Loon, L.C., Pieterse, C.M. and Ton, J. 2006. Costs and benefits of priming for defense in Arabidopsis. Nat. Acad. Sci. 103: 5602-5607.

Zadehbagheri, M. 2014. Salicylic acid priming in corn (*Zea mays* L. var. Sc.704) reinforces NaCl tolerance at germination and the seedling growth stage. Intl. Biosci. 4(5): 187-197.

Zhu, J.K. 2001. Plant salt tolerance. Trends in Plant Sciences. 6: 66-72.