"نشریه علوم و فناوری بذر ایران"
جلد دوازدهم، شماره ٤، زمستان ١٤٠٢
(ص ٦٧-٥٧)
مقاله پژوهشی

Iranian Journal of Seed Science and Technology
Vol.: 12, No.: 4, Winter 2024
(pp: 57-67)
DOI: 10.22092/ijsst.2023.361399.1476
Research Article

اثر پرایمینگ بذر با پراکسید هیدروژن بر مولفه‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گندم (*Triticum aestivum* L.) در شرایط تنش شوری

زهرا الباجی[1]، سید کیوان مرعشی[2*]

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران
۲. استادیار، گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.
(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۰۴؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۲/۱۳)

چکیده

تنش‌های غیرزیستی به‌ویژه تنش شوری در مناطق خشک و نیمه خشک باعث کاهش رشد و بهره‌وری گیاهان می‌شوند. پرایمینگ بذر از تکنیک‌های بهبود جوانه‌زنی بذر است که منجر به بهبود جوانه‌زنی، رشد گیاهچه و در نهایت منجر به استقرار بهتر گیاه می‌شود. این تحقیق، بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. تیمارهای مورد مطالعه، شامل تنش شوری بصورت آبیاری با آب معمولی (۰/۴) و با شوری ۴ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر نمک NaCl و پرایمینگ بذر با پراکسید هیدروژن شامل عدم پیش تیمار و پرایمینگ بذر در محلول ۲۵ و ۵۰ میلی‌مولار بود. در این آزمایش، صفات درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، ماده خشک ریشه‌چه، ماده خشک ساقه‌چه و شاخص بنیه بذر مورد بررسی قرار گرفت. در این تحقیق اثر تنش شوری و پراکسید هیدروژن برکلیه صفات مورد بررسی معنی‌دار بود. اثر متقابل تنش شوری و پراکسید هیدروژن بر صفات مورد مطالعه بجز سرعت جوانه‌زنی معنی‌دار شد. بیشترین درصد جوانه‌زنی، طول و ماده خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه و شاخص بنیه بذر در شرایط عدم وجود تنش (آب معمولی) و کاربرد ۵۰ میلی‌مولار پراکسید هیدروژن و کمترین آنها در شرایط شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر و عدم کاربرد پرکسید هیدروژن حاصل گردید. بیشترین سرعت جوانه‌زنی در شرایط کاربرد ۵۰ میلی مولار پراکسید هیدروژن و عدم وجود شوری حاصل شد. بطورکلی نتایج نشان داد که کاربرد پراکسید هیدروژن در شرایط وجود تنش شوری از طریق بهبود مؤلفه‌های جوانه‌زنی مؤثر بود و این می‌تواند به عنوان یک راهکار در جهت استقرار بهتر و مناسب گیاهچه مد نظر قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: بنیه بذر، پرایمینگ، تنش غیر زیستی، درصد جوانه‌زنی

Effect of seed priming with hydrogen peroxide on germination indices and seedling growth of wheat (*Triticum aestivum* L.) under salt stress condition

Z. Albaji[1], S.K. Marashi[2*]

1. M.S. of Agronomy, Department of Agronomy, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.
2. Assistant Professor, Department of Agronomy, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.
(Received: Feb. 23, 2023 – Accepted: May. 03, 2023)

Abstract

Abiotic stresses, especially salinity stress in arid and semi-arid regions, reduce the growth and productivity of plants. Seed priming is one of the techniques for improving seed germination, which leads to improved germination, seedling growth, and ultimately leads to better establishment of the plant. This research was conducted as a factorial in a completely randomized design with four replications. The studied treatments include salinity stress in the form of irrigation with normal water (0.4) and with salinity of 4 and 8 dS/m of NaCl salt and seed priming with hydrogen peroxide, including no priming and seed priming in 25 and 50 mM solutions. In this experiment, the traits of germination percentage, germination rate, root length, stem length, root dry matter, stem dry matter and seed vigor index were investigated. In this research, the effect of salinity stress and hydrogen peroxide was significant on all investigated traits. The interaction effect of salinity stress and hydrogen peroxide on the studied traits was significant except germination rate. The maximum percentage of germination, length and dry matter of root and stem and seed vigor index was obtained under absence of stress (normal water) and application of 50 mM hydrogen peroxide and the minimum was under salinity of 8 dS/m and no application hydrogen peroxide. The maximum germination rate was obtained in the 50 mM hydrogen peroxide and no salt stress. In general, the results showed that the use of hydrogen peroxide in the presence of salinity stress was effective through the improvement of indices, and this can be considered as a strategy for better and proper seedling establishment.

Key words: Seed vigor, priming, abiotic stress, germination percentage

* Email: marashi_47@yahoo.com

مقدمه

تنش شوری یکی از معمول‌ترین تنش‌های غیرزیستی است که به‌طور قابل‌توجهی باعث کاهش رشد و عملکرد بیشتر گونه‌های گیاهی می‌گردد (Nazar *et al.*, 2011). تقریباً ۷ درصد از کل مساحت جهان تحت تأثیر شوری قرار دارد (Musyimi *et al.*, 2007). کشور ایران دارای ۶/۸ میلیون هکتار اراضی شور و پس از هند و پاکستان از کشورهای در معرض تهدید تنش شوری محسوب می‌گردد (Vashev *et al.*, 2010). در استان خوزستان هرچه از شمال به طرف جنوب حرکت می‌کنیم به دلیل شیب کم اراضی، سنگین بودن بافت خاک و بالا بودن آب تحت الارض، شوری اراضی بیشتر می شود. برآورد تقریبی نشان می‌دهد حداقل ۴۰۰ هزار هکتار از اراضی جنوب این استان شور بوده و نیاز به مدیریت شوری دارند (Bakhshandeh, 2009). شوری بر بسیاری از فرایندهای مورفوفیزیولوژیکی و بیوشیمیایی از جمله جوانه‌زنی بذر، رشد و جذب آب و مواد مغذی تأثیر می‌گذارد و منجر به کاهش عملکرد کمی و کیفی می‌شود (Ahmed *et al.*, 2013; Abd El-Monem *et al.*, 2013). گونه‌های گیاهی از نظر حساسیت و یا تحمل به نمک متفاوت هستند (Torech and Thompson, 1993).

استراتژی‌های زیادی برای القای تحمل تنش غیرزیستی در محصولات بر اساس کنترل ژنتیکی و رویکردهای فیزیولوژیکی اعمال شده است. در میان استراتژی‌های مختلف، پرایمینگ بذر، راهی آسان، کم هزینه و کم خطر جهت ظهور سریع و یکنواخت گیاهچه و افزایش عملکرد در بسیاری از محصولات زراعی می‌باشد (Ashraf and Foolad, 2005; Paparella *et al.*, 2015). پیش تیمار کردن بذرها فرایند از دست‌دهی آب را کنترل کرده و باعث می‌شود فعالیت‌های متابولیکی قبل از به‌وجود آمدن رادیکال‌های آزاد انجام شود (Sivritepe *et al.*, 2005). بهبود رفتار جوانه‌زنی و شاخص‌های مربوط به آن اعم از متوسط زمان جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، نرخ جوانه‌زنی و استقرار اولیه در بذرهای پیش تیمار حاصل شده است (Paparella *et al.*, 2015). اخیرا از ترکیبات مختلفی به‌عنوان عوامل پیش تیمار استفاده می‌شود (Paparella *et al.*, 2015; Savvides *et al.*, 2016). یکی از این ترکیبات پراکسید هیدروژن (H_2O_2) می‌باشد. بیان شده است که این ماده در شرایط تنش‌های زنده و غیرزنده درگیاهان افزایش می‌یابد (Wojtyla *et al.*, 2016). سطوح بالای پراکسید هیدروژن باعث خسارت به غشای سلولی و سلول‌های گیاهی می‌شود (Kathiresan *et al.*, 2006; Sairam and Tyagi, 2004). شواهد زیادی در ارتباط با نقش بیولوژیکی و سیگنالی گونه های فعال اکسیژن (ROS) به‌خصوص پراکسید هیدروژن (H_2O_2) به‌عنوان یک پیام‌رسان مولکولی در گیاهان وجود دارد (Verma *et al.*, 2015). در زمان جوانه‌زنی بذر، پراکسید هیدروژن باعث اختلال در انتقال اسیدآبسیزیک از لپه به جنین و در نتیجه منجر به کاهش اسیدآبسیزیک و افزایش جوانه‌زنی بذر می‌شود (Muller *et al.*, 2007). بیان شده است که گیاهچه‌های گندم حاصل از بذرهای پیش‌تیمار شده با پراکسید هیدروژن (۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰، ۱۲۰ و ۱۴۰) در شرایط تنش خشکی (۰/۵- مگاپاسکال) از طریق کاهش اثر سوء تنش بر سطح برگ، بهبود هدایت روزنه‌ای و تبادل گازها از ظرفیت فتوسنتزی بهتری برخوردار بوده اند. ضمنا منجر به بهبود محتوای نسبی آب و افزایش پایداری غشاء در جهت کاهش نشت یونی گردیده است(Jafarian and Zarea, 2017). بنابراین عملکرد سیگنالی پراکسید هیدروژن در رشد، توسعه و دفاع گیاهان در برابر تنش‌های محیطی بسیار مهم است (Liheng *et al.*, 2009). در تحقیقی دیگر پراکسید هیدروژن (۳۰ میلی‌مولار) در شرایط دماهای مختلف (۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد) و شوری (۰/۳۵، ۰/۴۰ و ۰/۴۵ مولار) باعث افزایش درصد ظهور ساقه، طول ساقه و ریشه‌چه و وزن تر گیاه جو شد (Cavusoglu and Kabar,

2010). نتایج آزمایشی با پیش‌تیمار بذر گندم با غلظت‌های مختلف پراکسید هیدروژن نشان داد تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه، وزن دانه در سنبلچه چهارم و هشتم، مساحت برگ، تعداد و طول روزنه و نیز ویژگی های آناتومیک برگ پرچم و محور سنبله تحت تأثیر پیش تیمار بذر با پراکسید هیدروژن قرار گرفت و بوته‌هایی پیش تیمار شده از سطح برگ، طول روزنه، مساحت و قطر آوندی بیشتری برخوردار بودند (Jafarian and Zarea, 2017). با عنایت به اهمیت گیاه گندم در تغذیه انسان و همچنین مبحث شوری اراضی خوزستان، بررسی اثر تنش شوری و نقش پراکسید هیدروژن در تعدیل و کاهش اثرات آن در گندم حائز اهمیت می‌باشد. لذا این پژوهش با هدف بررسی و مقایسه اثر پرایمینگ بذر با پراکسید هیدروژن بر مولفه‌های جوانه‌زنی گندم در شرایط تنش شوری طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب در شرایط آزمایشگاهی در دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اهواز به اجرا درآمد. فاکتورهای مورد مطالعه شامل تنش شوری به صورت آبیاری با آب معمول در منطقه (۰/۴)، ۴ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر و حالت‌های مختلف پرایمینگ بذر با پراکسید هیدروژن شامل عدم خیساندن بذر، خیساندن در محلول ۲۵ و ۵۰ میلی‌مولار بود. برای رساندن هدایت الکتریکی آب به مقادیر مورد نظر از نمک کلرید سدیم (NaCl) ۹۹ درصد گرید آزمایشگاهی دکتر مجللی استفاده شد. در این تحقیق از بذر گندم گواهی شده رقم چمران (عرف منطقه) مربوط به تولیدات کشاورزی سال قبل، زیر نظر مرکز تحقیقات کشاورزی استان خوزستان استفاده شد. به منظور پرایمینگ بذرها با توجه به تیمار پراکسید هیدروژن، محلولهایی با مولاریته های مختلف تهیه و بذرها به مدت ۸ ساعت در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در ظروف کاملاً پوشانده (جهت جلوگیری از نفوذ نور) قرار داده شد. قبل از پرایمینگ کردن جهت ضدعفونی بذرها به مدت ۵ دقیقه در محلول ۱ درصد هیپوکلریت سدیم غوطه‌ور و سپس ۳ بار با آب مقطر شسته شدند (Khayat *et al.*, 2011). مجموعه پتری دیش‌ها و بستر بذر (کاغذ واتمن شماره ۱) جهت استریل کردن در اتوکلاو قرار داده شد. این آزمایش در چهار تکرار انجام شد. تعداد ۲۵ بذر به هر یک از پتری دیش‌های شیشه‌ای استریل شده با قطر ۹ سانتی‌متر و دارای کاغذ صافی منتقل و سپس به هر پتری دیش مقدار ۱۰ میلی‌لیتر آب معمولی و یا تیمارهای مختلف شوری تهیه شده اضافه شد. درب پتری دیش‌ها جهت جلوگیری از تبادل رطوبت بسته شد. سپس پتری دیش داخل ژرمیناتور در دمای ۱±۲۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید. شمارش بذرهای جوانه‌زده پس از گذشت ۴۸ ساعت آغاز و هر ۲۴ ساعت یکبار تا روز چهاردهم ادامه یافت. بذرهایی جوانه‌زده تلقی شد که طول ریشه‌چه آنها ۲ میلی‌متر یا بیشتر باشد. روز نهم، ۵ عدد از بذرهای جوانه‌زده از پتری دیش خارج شد و ساقه‌چه و ریشه‌چه هر گیاهچه از یکدیگر جدا شد. جهت تعیین درصد جوانه‌زنی مطابق فرمول زیر اقدام شد (Kochaki and Sarmadnia, 2007).

درصد جوانه‌زنی =

۱۰۰× (تعداد کل بذرها/ تعداد بذرهای جوانه زده تا روز i)

سرعت جوانه‌زنی (CVG) از رابطه زیر محاسبه شد (Maguire, 1962):

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

G_1 تا G_n تعداد بذرهای جوانه‌زده از روز اول تا روز آخر

اندازه‌گیری طول ریشه‌چه و ساقه‌چه توسط خط‌کش بر حسب سانتی‌متر انجام شد. شاخص بنیه بذر، پس از رشد کافی گیاهچه‌ها، طول ساقه و ریشه گیاهچه‌ها اندازه‌گیری و سپس با در دست داشتن درصد جوانه‌زنی و میانگین طول گیاهچه ها شاخص بنیه بذر مطابق با فرمول زیر اندازه‌گیری شد:

= شاخص بنیه بذر
۱۰۰/ میانگین طول گیاهچه (ریشه‌چه و ساقه‌چه) × درصد جوانه‌زنی

جهت اندازه‌گیری وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه، میزان ماده خشک تولیدی هر گیاهچه به‌طور جداگانه در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت نگهداری و وزن خشک آنها با ترازوی حساس با دقت ۰/۰۱گرم اندازه‌گیری شد (Akbarimoghaddam *et al.*, 2011).

داده‌های آزمایش با استفاده از نرم افزارهای آماری SAS 9.4 M6 (TS1M6) تجزیه، مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSR و در سطح احتمال ۵ درصد انجام و تحلیل لازم انجام شد.

نتایج و بحث

درصد جوانه‌زنی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات متقابل شوری و پرایمینگ بذر تفاوت معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی داشت (جدول ۱). بررسی نتایج مقایسه میانگین نشان داد که درصد جوانه‌زنی در شرایط افزایش تنش شوری کاهش و با افزایش مصرف پراکسید هیدروژن افزایش معنی‌دار یافت. بیشترین درصد جوانه‌زنی با ۱۰۰ و کمترین با ۵۷ درصد به ترتیب در شرایط پیش تیمار با ۵۰ میلی‌مولار پراکسید هیدروژن و عدم وجود تنش شوری و عدم پیش تیمار و تنش شوری ۸ دسی‌زیمنس حاصل شد (جدول ۲). بیان شده است که گونه‌های مختلف گیاهی پاسخ ویژه به تنش‌های غیر زیستی نشان می‌دهند. به همین دلیل تحقیقات گسترده‌ای برای دریافتن محدوده تحمل جوانه‌زنی بذر انجام شده است (Fernandez *et al.*, 2016). در این رابطه، جمیل و همکاران (Jamil *et al.*, 2005)؛ و پدیت و همکاران (Patade *et al.*, 2011) و روحی و همکاران (Rouhi *et al.*, 2005) و انصاری و شریف‌زاده (Ansari and Sharifzadeh, 2012) اظهار داشتند که افزایش غلظت شوری باعث کاهش درصد جوانه‌زنی و افزایش زمان جوانه‌زنی بذر می‌شود. شوری به دلیل تغییر تعادل هورمون‌های گیاهی مانند کاهش هورمون‌های اکسین، سیتوکینین، اسید جیبرلیک و اسید سالیسیلیک و افزایش اسید آبسیزیک و جاسمونات در بافت گیاه و همچنین از طریق فاکتورهای مهمی مانند کاهش در دسترس بودن آب، تغییر در ذخایر داخلی بذر بر ساختارهای پروتئینی باعث آسیب به جوانه‌زنی بذر می شود (Ibrahim, 2016). بیان شده است که پراکسید هیدروژن (H_2O_2) مولکولی واکنش‌پذیر و فعال با نقش دوگانه در فرایند رشد و نمو و فیزیولوژیکی گیاه می‌باشد که باعث مقاومت در برابر تنش می شود (Wojtyla *et al.*, 2016). محققین نقش پراکسید هیدروژن را در جوانه‌زنی، نقش متابولیکی دانسته و بیان کردند که پراکسید هیدروژن به‌صورت یک سیگنال باعث تجمع ذخایر غذایی بذر در جهت رشد جنین می‌شود (Verma *et al.*, 2015).

مولر و همکاران (Muller *et al.*, 2007) دریافتند که پراکسید هیدروژن مانع فعالیت هورمونی آبسیزیک اسید و ممانعت آن در تجزیه آندوسپرم در فرایند جوانه‌زنی می‌شود. همچنین بیان شده است که پراکسید هیدروژن در تنظیم بیان ژن آنزیم هیدرولیز کننده آندوسپرم و تسهیل در جوانه‌زنی گیاه مدل آرابیدوپسیس نقش مهمی دارد (Lariguet *et al.*, 2013).

سرعت جوانه‌زنی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که سرعت جوانه‌زنی بطور معنی‌دار تحت تأثیر اثرات اصلی تنش شوری و پراکسید هیدروژن قرار گرفت ولی اثر متقابل تیمارها معنی‌دار نبود (جدول ۱). نتایج مربوط به مقایسه میانگین تنش شوری نشان داد که با افزایش شوری از صفر به ۸ دسی‌زیمنس بر متر سرعت جوانه‌زنی روزانه کاهش یافت. بیشترین سرعت جوانه‌زنی روزانه با میانگین ۰/۲۴۸ روز از عدم تنش شوری حاصل گردید که با شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۱). نتایج تحقیق همچنین نشان داد که سرعت جوانه‌زنی بطور معنی دار تحت تاثیر پراکسید هیدروژن قرار گرفت.

جدول ۱- تجزیه واریانس برخی مولفه‌های جوانه‌زنی گندم تحت تأثیر پراکسید هیدروژن و تنش شوری

Table 1- Analysis of variance for some germination indices of wheat under hydrogen peroxide and salt stress

منابع تغییرات Source of variations	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean square						
		درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	طول ریشه‌چه Root length	طول ساقه‌چه Shoot length	وزن خشک ریشه‌چه Root dry weigh	وزن خشک ساقه‌چه Shoot dry weight	شاخص بنیه Vigor index
تنش شوری Salt stress	2	1092**	0.00225**	15.892**	11.085**	41.235**	4.230**	98.426**
پرایمینگ بذر Seed priming	2	364**	0.00051*	1.440**	3.028**	8.491*	3.065*	12.240**
تنش شوری* پرایمینگ بذر Salt stress* seed priming	4	40*	0.000233^{ns}	0.423*	0.809**	6.839*	1.544*	0.407**
خطای آزمایش Error	27	396	0.00022	4.545	0.121	2.261	0.564	0.326
ضریب تغییرات (٪) %C.V.	-	9.36	11.34	13.09	13.13	12.11	10.37	11.05

ns، ** و * به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۱ و۵ درصد.

ns, ** and * represent not significant, significant at 1% and 5% probability, respectively.

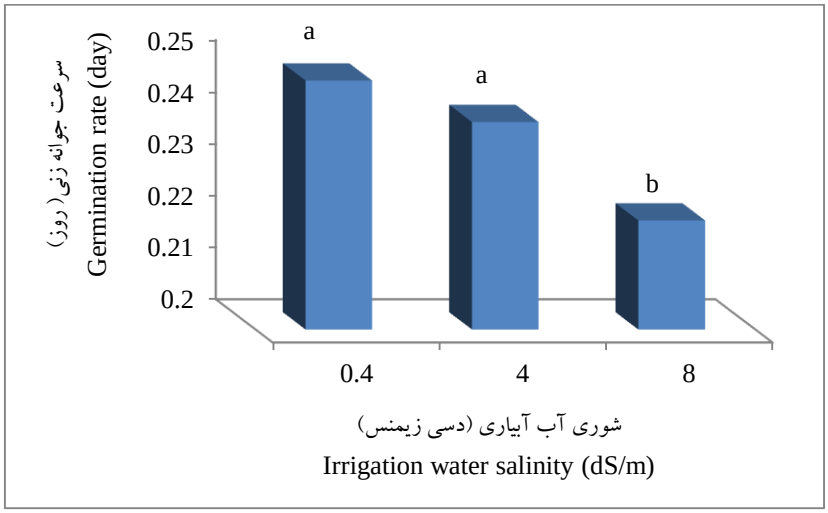
جدول ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل تنش شوری و پراکسید هیدروژن بر مولفه‌های جوانه‌زنی گندم

Figure 2- Mean comparison for the effect of hydrogen peroxide and salt stress on some germination indices of wheat

تنش شوری Salt stress (dS/m)	پراکسید هیدروژن Hydrogen peroxide(Mmol)	جوانه‌زنی Germination (%)	طول ریشه‌چه Root length (cm)	طول ساقه‌چه Shoot length (cm)	وزن خشک ریشه‌چه (میلی گرم) Root drv	وزن خشک ساقه‌چه (میلی گرم) Shoot drv	شاخص بنیه Vigor index
0.4 (آب معمولی) ordinary water	0	95.0a	4.27a	3.72a	12.70a	16.87bc	7.59.a
	25	98.0a	4.27a	3.57ab	14.55a	18.00a	7.68a
	50	100.0a	4.60a	3.80a	14.25a	18.00a	8.40a
4	0	83.0b	2.15c	1.67d	13.57a	17.40ab	3.16cd
	25	82.0b	2.30c	2.50c	12.65a	17.45ab	3.94c
	50	95.0a	2.30c	3.20b	13.05a	17.40ab	5.39b
8	0	57.0d	1.30b	1.42d	8.72.b	15.82c	2.66d
	25	75.0c	1.97c	1.32d	9.55b	15.97c	2.48d
	50	74.0c	2.17c	2.67c	12.67a	17.72ab	5.19b

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه بر اساس آزمون براساس LSR در سطح احتمال۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند

Means with the same letter are not significantly different at 5% level, according to LSR test



شکل۱- مقایسه میانگین اثر تنش شوری بر سرعت جوانه‌زنی

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه بر اساس آزمون LSR در سطح احتمال۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند

Figure 1- Mean comparison for the effects of salt stress on germination rate

Means with the same letter are not significantly different at 5% level, according to LSR test

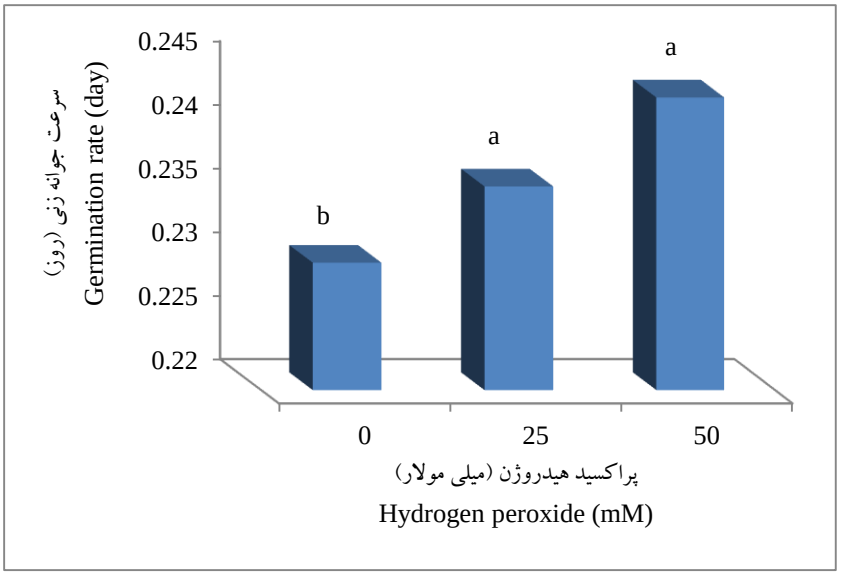
بیشترین سرعت جوانه‌زنی در شرایط کاربرد ۵۰ میلی مولار بود که با شرایط کاربرد ۲۵ میلی مولار در یک سطح آماری قرار داشت (شکل ۲). تحقیقات زیادی در خصوص اثرات شوری بر کاهش سرعت جوانه‌زنی انجام شده است که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد (Ibrahim *et al.*, 2016; Nimir *et al.*, 2014). تحقیقات نشان داده است که پراکسید هیدروژن در بذر گیاهان خانواده غلات به شدت سرعت جوانه‌زنی را افزایش می‌دهد (Basra *et al.*, 2003; Munns and Tester, 2008). محققان دلیل بهبود سرعت جوانه‌زنی از طریق کاربرد پراکسید هیدروژن را افزایش فعالیت‌های متابولیکی، سنتز پروتئین و تغییر در فعالیت آنزیمی گزارش کردند (Wojtyla *et al.*, 2016; Jisha and Puthur, 2015). در تحقیقات دیگر اظهار شد که غلظت‌های مشابه پراکسید هیدروژن (۵۰ تا ۲۰۰ میلی‌مولار پراکسید هیدروژن) منجر به افزایش قابل‌توجهی در میزان جوانه‌زنی بذرهای ارقام حساس به خشکی شد در حالی که بالعکس باعث پیری ارقام مقاوم به خشکی گندم شد (Lu *et al.*, 2013). نتایج تحقیقی بر گندم نشان داد که سرعت جوانه‌زنی ژنوتیپ‌های گندم به‌طور قابل‌توجهی تحت تأثیر غلظت های مختلف پراکسید هیدروژن قرار گرفت. به اینصورت سرعت جوانه‌زنی در ۲ میلی‌لیتر پراکسید هیدروژن افزایش یافت و با افزایش غلظت پراکسید هیدروژن به‌تدریج کاهش یافت (Akter Orthy, 2017).

بیان شده است که پرایمینگ بذر در افزایش فعالیت آنتی اکسیدان‌های آنزیمی (آسکوربات پراکسیداز و گلوتاتیون ردوکتاز) در بذر موثر است. این آنتی اکسیدان‌های آنزیمی از طریق کاهش فعالیت پراکسیداسیون لیپید باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی می‌شوند (Sung, 1997).

طول ریشه‌چه و ساقه‌چه

در این تحقیق اثرات تنش شوری، پرایمینگ بذر و اثرات متقابل بین آنها بر طول ریشه‌چه و ساقه‌چه معنی‌دار بود (جدول ۱). بررسی نتایج نشان داد که با افزایش تنش شوری طول ریشه‌چه و ساقه‌چه کاهش یافت. بیشترین طول ریشه‌چه و ساقه‌چه از شوری صفر میلی‌مولار و پراکسید هیدروژن ۵۰ میلی‌مولار به دست آمد و کمترین مقدار از تنش ۸ دسی‌زیمنس بر متر و ۲۵ میلی‌مولار حاصل

گردید (جدول ۲). طول ریشه یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های تنش شوری به دلیل تماس مستقیم با خاک است.



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر پراکسید هیدروژن بر سرعت جوانه‌زنی

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه بر اساس آزمون LSRدر سطح احتمال۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند

Figure 2- Mean comparison for the effects of hydrogen peroxide on germination rate
Means with the same letter are not significantly different at 5% level, according to LSR test

رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه از مهم‌ترین عوامل مؤثر در استقرار گیاهان در مزرعه می‌باشد. بذرهایی که قادر باشند ریشه‌چه و ساقه‌چه قوی تولید کنند استقرار آن‌ها سریع‌تر و بهتر صورت گرفته و توان رقابتی آن‌ها بیش‌تر خواهد بود. نتایج یک تحقیق نشان داد که پیش‌تیمار بذرهای جو با پراکسید هیدروژن باعث افزایش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه نسبت به تیمار شاهد شد (Cavusoglu and Kabar *et al.*, 2010). در آزمایش دیگری مشاهده شد که حداکثر طول ساقه‌چه با محلول ۲ میلی‌لیتر پراکسید هیدروژن و کمترین آن از پرایمینگ بذر با ۱۰ میلی‌لیتر پراکسید هیدروژن به‌دست آمد (Akter Orthy, 2017). همچنین در این آزمایش طول ریشه ژنوتیپ های گندم به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر غلظت‌های مختلف پراکسید هیدروژن قرار گرفت. طول ریشه ژنوتیپ‌های گندم در ۲ میلی‌لیتر پراکسید هیدروژن افزایش یافته و با افزایش غلظت پراکسید هیدروژن به تدریج کاهش یافت. کاهش طول ساقه‌چه در شرایط تنش شوری می‌تواند به دلیل کاهش تولید سلول‌های جدید و افزایش و تغییر استحکام دیواره سلولی باشد (Akbarimoghaddam *et al.*, 2011).

وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر اصلی تنش شوری و پراکسید هیدروژن و همچنین اثر متقابل تیمارها بر وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه از نظر آماری معنی‌دار بود (جدول ۱). بر اساس جدول ۲ تنها غلظت ۵۰ میلی مولار پراکسید هیدروژن در شرایط تنش شوری ۸ دسی زیمنس بر متر موجب افزایش معنی‌دار وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه شد. محققان دیگرنیز به تفاوت معنی‌دار وزن ریشه و ساقه در جو در شرایط غلظت های مختلف شوری اشاره کرده‌اند (Kanbar and Ei drussi, 2014; Dheeba *et al.*, 2015). کمبود زیست‌توده خشک و تازه در غلظت بالاتر به دلیل جذب ضعیف آب از محیط رشد به دلیل خشکی فیزیولوژیکی باشد (Ramezani et al., 2011).

برخی محققان نیز سمیت یون‌ها و جذب بیش از حد سدیم را دلیل کاهش رشد گیاه در شرایط تنش شوری دانسته اندو بیان کرده‌اند که افزایش غلظت سدیم و کلر بر جذب رقابتی بسیاری از عناصر ضروری و انتخاب‌پذیری یونی در غشا اثر کرده که منجر به کاهش وزن خشک گیاه می‌گردد (Xue et al., 2004; Shiyab, 2011). در این تحقیق پیش تیمار بذر با پر اکسید هیدروژن در افزایش وزن خشک ریشه و ساقه‌چه موثر بود. برخی از محققین دلیل آن را به کاهش میزان ا سید آبسیزیک (Xing *et al.* 2004) نسبت دادند که در افزایش تولید ریشه‌ها (Li *et al.*, 2009) و در نهایت افزایش مقاومت گیاه به تنش شوری موثر است. ساریکا و همکاران (Sarika *et al.* 2013) نیز بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی بذر را عامل بهبود ر شد ریشه‌چه و ساقه‌چه در شرایط پیش تیمار بذر با پراکسید هیدروژن در نظر گرفتند. سایر محققین نظیر حامد و اقبال (Hameed and Iqbal, 2013) نیز به افزایش افزایش وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه و در نهایت افزایش مقاومت گندم به شوری در شرایط کاربرد پراکسید هیدروژن اشاره کرده‌اند که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت.

شاخص بنیه بذر

نتایج این پژوهش نشان داد که شوری، پراکسید هیدروژن و اثرات متقابل شوری و پراکسید هیدروژن بر بنیه بذر در سطح یک درصد تأثیر معنی داری بر شاخص بنیه بذر داشت (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد که بیشترین شاخص بنیه بذر (۸/۴۰) در شرایط عدم شوری و ۵۰ میلی مولار پراکسید هیدروژن و کمترین مقدار از عدم کاربرد و ۲۵ میلی مولار پراکسید هیدروژن به ترتیب با ۲/۶۶ و۲/۴۸ در شرایط شوری ۸ د سی زیمنس بر متر حاصل شد (جدول ۲). بیان شده است که بنیه بذر یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر ا ستقرار و سبز شدن گیاهان و در نهایت در افزایش عملکرد گیاهان تاثیر دارد. ضمنا بنیه بذر تحت تأثیر عوامل محیطی و شرایط نگهداری بذر می‌باشد (Hampton and TeKrony, 1995). راجپوت و همکاران (Rajput *et al.*, 2010) بیان داشتند که بنیه بذر به اثر ویژه یون‌ها و کاهش پتانسیل آب محیطی در حضور شوری مربوط است. موسویان و اشراقی نژاد (Mosavian and EshraghiNejad, 2013) اظهار دا شتند که احتمالا در صد جوانه‌زنی و شاخص بنیه بذر تحت پتانسیل ا سمزی کم به دلیل تجزیه مواد آندوسپرم یا انتقال کندتر این ماده به گیاهچه کاهش یافته است. نتایج حاضر نشان داد که استفاده از پراکسید هیدروژن باعث افزایش شاخص بنیه بذر در شرایط مختلف شوری شد. بیان شده است که پرایمینگ بذر با پراکسید هیدروژن منجر به تحریک جوانه‌زنی و بهبود بنیه بذر گندم می‌شود زیرا فعالیت آنزیم پراکسیداز را بهبود می‌بخشد (Liheng *et al.*, 2009). کلیک و کهرامن (Kilic and Kahraman, 2016) نیز به اثر مثبت مقادیر مختلف پراکسید هیدروژن بر شاخص جوانه‌زنی و شاخص بنیه بذر جو اشاره نمودند که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت.

نتیجه‌گیری

نتایج آزمایش نشان داد افزایش تنش شوری تاثیر منفی بر کلیه مولفه‌های جوانه‌زنی دا شت بطوریکه بیشترین تاثیر مربوط به تنش شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر بود. پرایمینگ بذر با پراکسید هیدروژن باعث بهبود کلیه مولفه های جوانه‌زنی شد. در این آزمایش استفاده از ۵۰ میلی‌مولار پراکسید هیدروژن تاثیر بیشتری در مقایسه با ۲۵ میلی‌مولار پراکسید هیدروژن دا شت و اثرات منفی شوری را کاهش داد. لذا به‌نظر می‌ر سد پرایمینگ بذر با پراکسید هیدروژن ضمن تعدیل اثرات تنش شوری می‌تواند به عنوان یک راهکار جهت بهبود جوانه‌زنی و استقرار بهتر و مناسب گیاهچه در شرایط وجود تنش شوری مد نظر قرار گیرد.

Reference

منابع

Abd El-Monem, A.A., S.F. El-Habbasha, and M. Hozayn. 2013. Mitigation salinity stress effects on barley (*hordeum vulgare* l.) growth, yield and some physiological aspects by hemin. J. Appl. Sci. Res. 9(3): 2411-2421.

Ahmed, I.M., F. Cao, M. Zhang, X. Chen, G. Zhang, and F. Wu. 2013. Difference in yield and physiological features in response to drought and salinity combined stress during anthesis in Tibetan wild and cultivated barleys. PLOS ONE. 8(10): e77869. Doi:10.1371/journal.pone.0077869.

Akbarimoghaddam, H., M. Galavi, A. Ghanbari, and N. Panjehkeh. 2011. Salinity effects on seed germination and seedling growth of bread wheat cultivars. Trakia J. sci. 9(1): 43-50.

Akter Orthy, M. 2017. Induction of salt tolerance capabily in Wheat (*Triticum aestivum* L.) through hydrogen peroxide (H_2O_2) priming. M.S. Thesis. Sher-e-Bangla Agricultural University, Dhaka, Bangladesh.

Ansari, O., and F. Sharif-Zadeh. 2012. Osmo and hydropriming improvement germination characteristics and enzyme activity of Mountain Rye (*Secale montanum*) seeds under drought stress. J. Stress Physiol. Biochem. 8: 253-261.

Ashraf, M.A., R. Rasheed, I. Hussain, M. Iqbal, M.Z. Haider, S. Parveen, and M.A. Sajid. 2015. Hydrogen peroxide modulates antioxidant system and nutrient relation in maize (*Zea mays* L.) under water deficit conditions. Arch. Agron. Soil Sci. 61(4): 507-523. Doi:10.1080/03650340.2014.938644.

Bakhshandeh, M. 2010. Groundwater drainage problems in Khuzestan province with a look at an experience. Pp 117-126. In Proc. the 6th drainage and environment technical workshop. Khuzestan, Iran. 06 Jan. 2010. Iranian Natl. Comm. Irrig. Drain., Khuzestan, Iran. (In Persian)

Basra, S.M.A., M. Farooq, and A. Khaliq. 2003. Comparative study of pre-sowing seed enhancement treatment in indica rice (*Oryza sativa* L.). Pak. J. Life Soc. Sci. 1(1): 5-9.

Cavusoglu, K., and K. Kabar. 2010. Effects of hydrogen peroxide on the germination and early seedling growth of barley under NaCl and high temperature stresses. EurAsian J. Biosci. 4: 70-79. Doi:10.5053/EJOBIOS.2010.4.0.9.

De Azevedo Neto, A.D., J.T. Prisco, J. Eneas-Filho, J.V.R. Medeiros, and E. Gomes-Filho. 2005. Hydrogen peroxide pre-treatment induces salt-stress acclimation in maize plants. J. Plant Physiol. 162(10): 1114-1122. Doi:10.1016/j.jplph.2005.01.007.

Dheeba, B., P. Sampathkumar, and K. Kannan. 2015. Fertilizers and mixed crop cultivation of chromium tolerant and sensitive plants under chromium toxicity. J. Toxicol. 9 (1): 51-60. Doi:10.1155/2015/367217.

Fernandez, I.C.D., E.G. Luque, F.G. Mercado, W. Pedrosa. 2016. Influence of temperature and salinity on the germination of Limonium tabernense Erben from Tabernas desert (Almeria SE Spain). Flora. 218: 68-74. Doi:10.1016/j.flora.2015.12.001.

Hameed, A., and N. Iqbal, 2013. Chemo-priming with mannose, mannitol and H_2O_2 mitigate drought stress in wheat. Cereal Res. Commun. 42(3): 450-462. Doi:10.1556/CRC.2013.0066.

Hampton, J.G., and D.M. TeKrony. 1995. Hand book of Vigour Test Methods. International Seed Testing Association (ISTA). Zurich, Switzerland.

Ibrahim Ehab, A. 2016. Seed priming to alleviate salinity stress in germinating seeds. J. Plant Physiol. 192: 38-46. Doi:10.1016/j.jplph.2015.12.011.

Ibrahim, M.E.H., X. Zhu, G. Zhou, and E.H. Abidallhaa, 2016. Effects of nitrogen on seedling growth of wheat varieties under salt stress. J. Agric. Sci. 8: 131. Doi:10.5539/jas.v8n10p131.

Jafarian, T., and M.J Zarea. 2017. Evaluating the effect of seed treatment with hydrogen peroxide on anatomical and physiological characteristics of wheat under dry condition. Iranian J. Field Crops Res. 15(3): 627-638. Doi:10.22067/gsc.v15i3.51537.

Jamil, M., C.C. Lee, S.U. Rehman, D.B. Lee, M. Ashraf, and E.S. Rha. 2005. Salinity (NaCl) tolerance of Brassica species at germination and early seedling growth. Electron. J. Envrion. Agric. Food Chem. 4: 273-282.

Jisha, K.C., and J.T. Puthur. 2015. Seed priming with BABA (β-amino butyric acid): a cost-effective method of abiotic stress tolerance in *Vigna radiata* (L.) Wilczek. Protoplasma. 253(2): 227-289. Doi:10.1007/s00709-015-0804-7

Kanbar, A., and I. El drussi. 2014. Effect of salinity stress on germination and seedling growth of Barley (*Hordeum vulgare* L.) varieties. Adv. Environ. Biol. 8(1): 244-247.

Kathiresan, A., H.R. Lafitte, J. Chen, L. Mansueto, R. Bruskiewich, and J. Bennett. 2006. Gene expression microarrays and their application in drought stress research. Field Crops Res. 97: 101-110. Doi:10.1016/j.fcr.2005.08.021.

Khan, M., M. Shafi, J. Bakht, and S. Anwar. 2017. Effect of salinity and seed priming on growth characters of wheat varieties. Sarhad J. Agric. 33(3): 435-446. Doi:10.17582/journal.sja/2017/33.3.435.446.

Khayat, M., M. Shirin, M.H. Gharineh, and N.A. Sajedi. 2011. Effectives of different concentrations of sodium hypochlorite and different times of disinfestations on wheat chamran variety. New Findings Agric. 5(4): 367-376. (In Persian, with English Abstract)

Kilic, S. and A. Kahraman. 2016. The mitigation effects of exogenous hydrogen peroxide when alleviating seed germination and seedling growth inhibition on salinity-induced stress in barley. Pol. J. Environ. Stud. 25(3): 1053-1059. Doi:10.15244/pjoes/61852.

Kochaki, A., and G. Sarmadnia. 2007. Crop physiology. Mashhad University. Mashhad, Iran. (In Persian)

Lariguet, P., P. Ranocha, M. De Meyer, O. Barbier, C. Penel, and C. Dunand. 2013. Identification of a hydrogen peroxide signaling pathway in the control of light-dependent germination in Arabidopsis. Planta. 238: 381-395. Doi: 10.1007/s00425-013-1901-5.

Liheng, H., G. Zhiqiang, and L. Runzhi. 2009. Pretreatment of seed with H_2O_2 enhances drought tolerance of wheat (*Triticum aestivum* L.) seedlings. Afr. J. Biotechnol. 8(22): 6151-6157.

Li, S.W., L.G. Xue, S.J. Xu, and L.Z. An. 2009. Hydrogen peroxide acts as a signal molecule in the adventitious root formation of mung bean seedlings. Environ. Exp. Bot. 65: 63-71. Doi:10.1016/j.envexpbot.2008.06.004.

Lu, J., X.N. Li, Y.L. Yang, L.Y. Jia, J. You, and W.R. Wang. 2013. Effect of hydrogen peroxide on seedling growth and antioxidants in two wheat cultivars. Biol. Plant. 57(3): 487-494. Doi: 10.1007/s10535-013-0312-6.

Maguire, J.D. 1962. Speed of germination - aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Sci. 2: 176-177. Doi:10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x.

Mosavian, S.N., and M. Eshraghi-Nejad. 2013. The effects of seed size and salinity on seed germination characteristic in wheat (var. Chamran). Int. J. Farm. Alli. Sci. 2(2): 1379-1383.

Muller, K., B. Hess, and G. Leubner-Metzger. 2005. A role for reactive oxygen species in endosperm weakening. Pp 287-295. In Seeds: biology, development and ecology. Proc. the 8th Int.. Workshop on Seeds, May 2005. Brisbane, Australia.

Munns, R., and M. Tester. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Annu. Rev. Plant Biol. 59: 651-681. Doi:10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911.

Musyimi, D.M., G.W. Netondo, and G. Ouma. 2007. Effects of salinity on growth and photosynthesis of avocado seedling. Int. J. Bot.3: 78-84. Doi: 10.3923/ijb.2007.78.84.

Nazar, R., N. Iqbal, S. Syeed, and N.A. Khan. 2011. Salicylic acid alleviates decreases in photosynthesis under salt stress by enhancing nitrogen and sulfur assimilation and antioxidant metabolism differentially in two mungbean cultivars. J. Plant Physiol. 168: 807-815. Doi:10.1016/j.jplph.2010.11.001.

Nimir, N.E.A., S. Lu, G. Zhou, B.L. Ma, W. Guo, and Y. Wang. 2014. Exogenous hormones alleviated salinity and temperature stresses on germination and early seedling growth of sweet sorghum. Agron. J. 106:2305–2315. Doi:10.2134/agronj13.0594.

Paparella, S., S.S. Araujo, G. Rossi, M. Wijayasinghe, D. Carbonera, and A. Balestrazzi. 2015. Seed priming: state of the art and new perspectives. Plant Cell Rep. 34: 1281-1293. Doi:10.1007/s00299-015-1784-y.

Patade, V.Y., K. Maya, and A. Zakwan. 2011. Seed priming mediated germination improvement and tolerance to subsequent exposure to cold and salt stress in capsicum. Res. J. Seed Sci. 4 (3): 125-136. Doi:10.3923/rjss.2011.125.136.

Rajput, N., A. Kumar, and A.K. Chaudhry, 2015. Effects of NaCl stress on seed germination and early seedling growth of castor bean (*Ricinus communis* L.). Int. J. Sci. Res. 11: 104-107.

Ramezani, E., M.G. Sepanlou, and H.A.N. Badi. 2011. The effect of salinity on the growth, morphology and physiology of Echium amoenum Fisch and Mey. Afr. J. Biotechnol. 10: 8765-8773. Doi:10.5897/AJB10.2301.

Rouhi, H.R., M.A. Aboutalebian, and F. Sharif-Zadeh. 2011. Effects of hydro and osmopriming on drought stress tolerance during germination in four grass species. Int. J. Agric. Sci. 1: 107-114.

Sairam, R.K., and A. Tyagi. 2004. Physiology and molecular biology of salinity stress tolerance in plants. Curr. Sci. 86: 407-421.

Sarika, G., G.V. Basavaraju, K. Bhanuprakash, V. Chaanakeshava, R. Paramesh, and B.N. Radha. 2013. Investigation on seed viability and vigour of aged seed by priming in French bean. J. Veget. Sci. 40: 169-73.

Savvides, A., S. Ali, M. Tester, and V. Fotopoulos. 2016. Chemical priming of plants against multiple abiotic stresses: mission possible? Trends Plant Sci. 21(4): 329-340. Doi:10.1016/j.tplants.2015.11.003.

Sivritepe, H.O., N. Sivritepe, A. Eris, and E. Turhan. 2005. The effects of NaCl pre-treatment on salt tolerance of melons grown under long-term salinity. Sci. Hortic. 106: 568-581. Doi:10.1016/j.scienta.2005.05.011.

Shiyab, S. 2011. Effects of NaCl application to hydroponic nutrient solution on macro and micro elements and protein content of hot pepper (*Capsicum annuum* L.). J. Food Agric. Environ. 9: 350-356.

Sung, F.J. 1997. Biochemical activities associated with priming of sweet corn seeds to improve vigor. Seed Sci. Technol. 21: 97-105.

Torech, F.R., and L.M. Thompson. 1993. Soils and soil fertility. Oxford University Press, New York, U.S.

Vashev, B., T. Gaiser, T. Ghawana, A. de Vries, K. Stahr. 2010. Biosafor Project Deliv- erable 9: Cropping Potentials for Saline Areas in India, Pakistan and Bangladesh. University of Hohenheim, Hohenheim, Germany.

Verma, G., S. Mishra, N. Sangwan, S. Sharma. 2015. Reactive oxygen species mediate axis cotyledon signaling to induce reserve mobilization during germination and seedling establishment in *Vigna radiate*. J. Plant Physiol. 184: 79-88. Doi:10.1016/j.jplph.2015.07.001.

Wojtyla, L., K. Lechowska, S. Kubala, and M. Garnczarska. 2016. Different modes of hydrogen peroxide action during seed germination. Front. Plant Sci. 7: 1-16. Doi:10.3389/fpls.2016.00066.

Xing., H.L., L. Tan , L. An , Z. Zhao, S. Wang, and C. Zhang. 2004. Evidence for the involvement of nitric oxide and reactive oxygen species in osmotic stress tolerance of wheat seedlings: inverse correlation between leaf abscisic acid accumulation and leaf water loss. Plant Growth Regul. 42: 61-68.

Xue, Z.Y., D.Y. Zhi, G.P. Xue, H. Zhang, Y.X. Zhao, and G.M. Xia. 2004. Enhanced salt tolerance of transgenic heat (*Triticum aestivum* L.) expressing a vacuolar Na^+/H^+ antiporter gene with improved yields in saline soils in the field and a reduced level of leaf Na^+. Plant Sci. 167: 849-859. Doi:10.1016/j.plantsci.2004.05.034.