"نشریه علوم و فناوری بذر ایران"
جلد هفتم، شماره ۲، پاییز و زمستان ۹۷
(ص ۳۰۱-۲۸۹)

Iranian Journal of
Seed Science and Technology
Vol.: 7, No.: 2, Autumn and Winter 2018
(pp: 289-301)
DOI: 10.22034/ijsst.2019.110741.1095

پیش تیمار بذر به عنوان راهکاری برای بهبود سبز شدن چمن فتان بلند (*Festuca arundinacea* Schreb.) بومی گز برخوار در شرایط تنش خشکی

فاطمه نعمت‌الهی[۱]، علی تهرانی فر[۲*]، سید حسین نعمتی[۳]، فاطمه کاظمی[۳]، غلامعلی گزانچیان[۴]

۱- دانشجوی دکترا، گروه علوم باغبانی و مهندسی فضای سبز دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد. ایران.
۲- استاد، گروه علوم باغبانی و مهندسی فضای سبز دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد. ایران.
۳- استادیار، گروه علوم باغبانی و مهندسی فضای سبز دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد. ایران.
۴- دانشیار، بخش تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۳/۰۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۷/۲۰)

چکیده

به دلیل استفاده از بذور چمن وارداتی و به طبع تحمیل هزینه‌های سنگین خرید بذر و سازگاری کم آنها با شرایط اقلیمی کشور، توجه به اکوتیپ‌های چمن بومی ایران حائز اهمیت است. یکی از دلایل توجه اندک به بذور بومی، عدم سبز شدن سریع و یکنواخت آنها خصوصا در شرایط تنش خشکی است. هدف پژوهش، بررسی پیش‌تیمار اسید سالیسیلیک (۰/۱، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ mM)، کلرید سدیم (۱۵، ۳۰ و ۴۵ ds/m) و آب مقطر و مقایسه آن با شاهد (بدون پیش تیمار) روی بذر چمن فتان بلند بومی منطقه گزبرخوار اصفهان در شرایط تنش خشکی شدید، متوسط و خفیف بود. بدین منظور صفات درصد سبز شدن، میانگین زمان سبز شدن، ارتفاع بخش هوایی، وزن خشک گیاه، محتوای آب نسبی برگ، نشت الکترولیت، میزان کلروفیل کل و میزان کاروتنوئید گیاهچه‌ها اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد پیش تیمار با اسید سالیسیلیک ۰/۵ mM در شرایط تنش متوسط سبب افزایش معنی‌دار میزان سبز شدن بذور (۹۶/۱۰٪) و در شرایط تنش خفیف سبب کاهش زمان سبز شدن گیاهچه‌ها (۳/۷۰ روز) شد. اگر چه گیاهان تیمار ذکر شده در سایر صفات تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نداشتند، نظر به اهمیت صفات میزان و زمان سبز شدن برای بذور بومی اصلاح نشده، می‌توان این پیش تیمار را برای بهبود صفات سبز شدن بذور فتان بلند گزبرخوار توصیه نمود.

کلمات کلیدی: تنش آبی، خیساندن بذر، فستوکای پابلند، گراس بومی

Seed priming as a strategy for improving seedling emergence stage of a native tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb. ecotype Gaz Borkhar) under drought stress conditions

F. Nematollahi[1], A. Tehranifar[*2], S.H. Nemati[3], F. Kazemi[3], Gh.A. Gazanchian[4]

1- PhD student, Department of Horticultural Science and landscape, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.
2- Professor, Department of Horticultural Science and landscape, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.
3- Assistant professor, Department of Horticulture and landscape, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.
4- Associate Professor, Forest and Rangelands Research Department,Khorasan Razavi Agriculture and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran
(Received: May. 24, 2017– Accepted: Oct. 12, 2017)

Abstract

Due to high expenses of imported lawn seeds and low adaptability of them to climatic conditions of Iran, paying attention to native ecotypes of turf grasses is important. One of the reasons for paying less attention to the seeds of native turf grasses is their lack of rapid and uniform germination rate especially under drought stress conditions. The aim of this study was to investigate the effect of seed priming using salicylic acid (1/0, 5/0, 1 and 5/1 mM), sodium chloride (15, 30 and 45ds /m) and distilled water compared to the control treatment on tall fescue native to Gaz Borkhar (Isfahan province) under mild, moderate and severe drought stress conditions. For this purpose, seed emergence, mean emergence time, shoot height, plant biomass, relative water content, electrolyte leakage, total chlorophyll content and carotenoid content were measured. The results showed seed priming using salicylic acid 0.5 mM significantly increased the seed emergence rate (96.10%) in moderate stress conditions and reduced the time to emerge (3.70 day) in mild stress conditions. Although the plants treated with 0.5 mM salicylic acid did not show significant differences with the control treatment in other characteristics, considering the significance of the amounts and rates of seed emergence in native turf grasses, this prime treatment can be recommended to improve emergence percentage of the seeds of *Festuca arundinacea* ecotype Gazborkhar.

Key words: Native turf grass, Seed soaking, Tall fescue, Water stress.

* Email: tehranifar@um.ac.ir

مقدمه

تحقیقات و پژوهش پیرامون انواع بذور و مطالعه خصوصیات جوانه‌زنی، سبز شدن و رشد آنها در شرایط مختلف از اهمیت و جایگاه بالایی برخوردار است. بررسی صفات در مرحله جوانه‌زنی و سبز شدن به عنوان یکی از مهمترین و حساس ترین مراحل رویش بذر نقش بسزایی در استقرار اولیه و بالطبع سایر مراحل رشدی گیاه دارد. از جمله مهمترین گیاهان که به طور وسیع و در سطوح زیاد از طریق بذر تکثیر می‌شود، انواع چمن است. چمن‌ها یکی از ارکان اصلی در احداث فضای سبز محسوب می‌شوند. بر اساس نظرات کارشناسان، در مناطق شهری به ازای هر نفر، وجود دست کم ۱۵ متر مربع فضای سبز ضروری است که با در نظر گرفتن میزان آلودگی هوا این رقم تا سطح ۵۰ متر مربع می‌رسد (Shearman, 2006). بر طبق آمار رسمی وبگاه سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهرداری مشهد، مساحت فضای سبز درون شهری مشهد تا پایان سال ۱۳۹۴ نزدیک به ۴۰ میلیون متر مربع بوده که از این میزان سطح کل چمن کاشته شده در شهر بیش از ۴۰۰ هکتار می‌باشد که تقریبا در تمامی این سطوح چمن‌کاری شده، از انواع بذور وارداتی با نیاز آبی بالا استفاده گردیده است (Parks and green spaces organization of Mashhad Municipality, 2016). این گونه‌های وارداتی، علاوه بر تحمیل هزینه‌های خرید بالای بذر به کشور، عموما با شرایط آب و هوایی کشور ما نیز به خوبی سازگاری ندارند؛ به طوری که پس از چند سال کیفیت اولیه‌ی خود را از دست داده و نیازمند جایگزینی می‌شوند. برای رفع این مسئله کاربردی می‌توان به قابلیت استفاده از توده‌های گراس بومی موجود در ایران توجه نمود.

ایران از نظر ذخایر توارثی گیاهان، یکی از غنی‌ترین کشورهای دنیا محسوب می‌شود. خانواده گندمیان با ۳۹۷ گونه از ۱۱۵ جنس پراکنش بسیار بالایی در سطح کشور دارند (Mozaffarian, 2002). بسیاری از این گونه‌ها به دلیل داشتن تنوع ژنتیکی، به لحاظ اکولوژیکی توانایی انعطاف پذیری بیشتری نسبت به انواع اصلاح شده داشته و می‌توانند در شرایط نامطلوب از جمله مناطقی که تنش‌های خشکی مکرر رخ می‌دهد، قابلیت زیستی و زینتی مطلوب تری داشته باشند. از جمله گونه‌های پرکاربرد چمن که توده‌های بومی آن نیز در ایران به وفور یافت می‌شود، گونه‌ی *Festuca arundinacea* (فتان بلند) است. این گونه بخش هوایی انبوه و داشتن سیستم ریشه‌ای گسترده و عمیقی دارد و از این جهت از مهمترین گونه‌های چمن می‌باشد (Mohammadi and Mirlohi 2003). فتان بلند در بسیاری از نقاط ایران همچون آذربایجان غربی، خراسان، فارس، اصفهان، کرج، درود، دامنه‌ی الوند و فیروزکوه به صورت طبیعی رویش دارد (Ahakpaz, 2000). تنوع وسیعی از مقاومت به خشکی در بین ارقام گونه‌های چمن *Festuca arundinacea* مشاهده شده و به اثبات رسیده است (Fu *et al*., 2004 ،Carrow, 1996). این موضوع در اکوتیپ‌های بومی این گونه نیز صادق است و میزان مقاومت، در اکوتیپ‌های مختلف، متنوع و متفاوت است (Rohollahi *et al*., 2016). بنابراین، با هدف کاهش نیاز آبی بذور چمن و افزایش مقاومت آن‌ها به شرایط خشک و نیمه خشک، بایستی در جهت شناخت راه‌های افزایش مقاومت به خشکی گونه‌های بومی و سازگار به منظور استفاده در فضای سبز گام برداریم که در ابتدا، این امر نیازمند آزمایش‌های دقیقی در مرحله‌ی جوانه‌زنی و استقرار اولیه گونه‌هاست.

اولین مرحله از نمو گیاه، جوانه‌زنی نام دارد. این مرحله از رشد، نقش مهمی در سبز شدن گیاهچه دارد (De Villiers *et al*., 2004) و عوامل محیطی به ویژه دما، رطوبت و شوری خاک به شدت بر روی آن تأثیر گذار هستند (Basra *et al*., 2004). با وجود این تنش‌ها، استفاده از شیوه پیش تیمار (پرایمینگ) یکی از راه‌های بهبود جوانه‌زنی و افزایش سبز شدن بذر می‌باشد (Perez-Garcia *et al*., 1995 ؛ Gurusinghe *et al*., 1999).

در پرایمینگ، اجازه داده می‌شود بذرها تا اندازه‌ای آب جذب کنند، به طوریکه مراحل اولیه جوانه زنی انجام شود اما ریشه چه خارج نشود. به بیان دیگر، بذرها تا مرحله‌ی دوم جذب آب پیش می‌روند ولی وارد مرحله سوم نمی‌شوند (Soltani *et al*., 2007؛ Badek *et al*., 2006؛ Ghassemi and Esmaeilpour, 2008). درطی پیش تیمار، تغییراتی از نوع بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی رخ می‌دهد که می‌تواند میزان و یکنواختی جوانه زنی بذور و ظهور گیاهچه‌ها را بهبود بخشد برخی از این تغییرات شامل سنتز ماکرو مولکول‌ها، افزایش قدرت جوانه‌زنی و شکست خواب و انتقال مواد ذخیره‌ای، فعال‌سازی و بازسازی برخی از آنزیم‌ها، سنتز DNA و RNA، تولید ATP و بهبود سیستم غشایی آسیب دیده می‌باشند (Sung, and Chang, 1993؛ McDonald, 1998؛ Omidi *et al*., 2005). بنابراین، اثرات مفید پیش تیمار ممکن است تحت شرایط نامساعد تنش شوری و خشکی آشکارتر باشد.

تحقیقات نشان می‌دهد در سطوح مختلفی از تنش شوری و خشکی، پیش تیمار با اسید سالیسیلیک سبب شده است گیاهچه‌های رشد یافته از بذور سیاه دانه (*Nigella sativa* L.) فعالیت آنتی اکسیدانتی (از قبیل کاتالاز، پراکسیداز و پلی فنول اکسیداز) و پروتئین محلول بالاتری را در مقایسه با گیاهچه‌های تیمار نشده داشته باشد (Ahmadpoor and Baloochi, 2012؛ Khorramdel *et al*., 2012). پیش تیمار با NaCl روی یکی از ژنوتیپ‌های عدس سبب افزایش وزن خشک و طول ریشه‌چه در شرایط تنش خشکی گردید (Hosseini and Nasiri mahallati, 2006). شاکرمی و همکاران (Shakarami *et al*., 2010) در تحقیقی دریافتند پرایمینگ بذر *F. arundinacea* با نمک NaCl و هیدروپرایمینگ سبب کاهش میانگین زمان جوانه‌زنی و افزایش برخی صفات جوانه‌زنی شد. به طور کلی، با توجه به بررسی منابع انجام شده و روند رو به کاهش منابع آبی قابل دسترس، موضوع کنترل تنش خشکی یکی از مهمترین موضوعات مورد پژوهش محققین، به خصوص در سال‌های اخیر می‌باشد. بنابراین، در صورتیکه راهکارهایی نظیر پیش تیمار، مخصوصا در شرایط تنش خشکی، جوانه‌زنی بهتر، یکنواخت تر و سریعتری را در بذور بومی سبب شود، می‌توان به تدریج این بذور را با هزینه‌های کمتر جایگزین بذور وارداتی به کشور نمود. در این میان به نظر می‌رسد اکوتیپ بومی منطقه گز برخوار، به سبب رویش در منطقه‌ای با آب و هوای گرم و خشک در مرکز ایران از قابلیت‌های زیادی برای سازگاری با چنین شرایط آب و هوایی برخوردار باشد. همچنین به دلیل اینکه دسترسی نسبتا خوبی به میزان قابل ملاحظه‌ای از این بذر وجود دارد، اکوتیپ گز برخوار گزینه مناسبی برای بررسی و تحقیق شناخته شد. از سوی دیگر، بیشتر تحقیقات انجام شده درباره موضوع پیش تیمار بذر (پرایمینگ)، در فاز آزمایشگاهی و درون پتری‌دیش انجام گرفته است اما از آنجا که در مورد گونه‌های چمن، بیشترین بستر مورد استفاده خاک است و برخی نتایج ممکن است با شرایط آزمایشگاهی متفاوت باشد، هدف از این تحقیق، بررسی تاثیر پیش تیمارهای مختلف بر صفات سبز شدن بذر بومی *Festuca arundinacea* در شرایط گلدانی در خاک و تحت تنش خشکی بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در گلخانه تحقیقاتی شیشه‌ای گروه علوم باغبانی و مهندسی فضای سبز دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، در مدت زمستان سال ۱۳۹۳، در فضایی کنترل شده با شرایط مقدار نور تجمعی: ۲۸۰- ۳۹۰ کیلو لوکس، دمای کمینه: ۱۸، دمای بیشینه: ۳۰، میانگین دمایی: ۲۴ و میانگین درصد رطوبت نسبی: ۴۵٪ انجام شد. طرح آزمایشی به صورت فاکتوریل با آرایش ۹ (سطوح پیش تیمار بذر) × ۳ (سطوح تنش خشکی) در قالب طرح پایه کاملا تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. در این تحقیق بذور چمن *Festuca arundinacea*، اکوتیپ بومی منطقه گز

برخوار (خلوص ۹۸٪، قوه نامیه: ۸۵٪، تاریخ برداشت: مردادماه ۱۳۹۳) تهیه شده از شرکت پاکان بذر اصفهان، مورد استفاده قرار گرفت. منطقه گز برخوار در استان اصفهان، در ۳۲ درجه و ۴۸ دقیقه و ۱۴ ثانیه شمالی و ۵۱ درجه و ۳۷ دقیقه و ۱۴ ثانیه شرقی، واقع شده است. ارتفاع این منطقه از سطح دریا ۱۵۵۰ متر است. محلول‌های پیش تیمار بذر شامل کلرید سدیم با هدایت الکتریکی ۱۵، ۳۰ و ۴۵ dS/m، اسید سالیسیلیک (جرم مولکولی ۱۳۸/۱۲ گرم بر مول) با غلظت‌های ۰/۱، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ mM و آب مقطر بودند. همچنین بذوری که پیش تیمار روی آنها انجام نگرفته بود به عنوان شاهد در نظر گرفته شدند. بذرها به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق در محلول‌های پیش تیمار مربوطه خیسانده و بعد از آبشویی با آب مقطر به در هوای آزاد خشک شدند. آنگاه به منظور اجرای آزمایش، این بذور در گلدان‌های پلاستیکی (ارتفاع ۱۱۰ میلی متر و قطر دهانه ۸۵ میلی متر) که از خاکی با بافت لومی پر شده بود، کاشته شدند (جدول ۱).

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بستر کشت در گلدان

Table 1- Selected physiological and chemical attributes of the growing media

بستر Growing media	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC (ms/cm)	مواد آلی O.M (%)	بافت Texture	شن Sand (%)	لای Silt (%)	رس Clay (%)	نیتروژن N (ppm)	فسفر P (ppm)	پتاسیم K (ppm)
خاک Soil	7.94	2.41	0.86	لوم Loam	47.3	18.7	34	1071	11.62	263

سطوح تنش خشکی با استفاده از تنظیم میزان آب آبیاری در سه سطح ۴۰، ۶۰ و ۸۰ درصد ظرفیت زراعی به روش وزنی از ابتدای کاشت بر روی بذور اعمال شد. گلدان‌ها به طور روزانه بازبینی و تعداد بذور سبز شده (دارای طول ساقه چه ۱-۲ میلیمتر) ثبت شدند و در نهایت در روز آخر آزمایش (روز چهاردهم) درصد سبز شدن (Shakarami *et al.*, 2010)، میانگین زمان سبز شدن (Cantliffe, 1991)، ارتفاع بخش هوایی، وزن خشک کل گیاه (ریشه + قسمت هوایی)، درصد محتوای آب نسبی برگ (RWC)[1] (Barrs and Weaterley, 1962)، نشت الکترولیت (Lutts *et al.*, 1996)، میزان کلروفیل کل (Lichtenthaler, 1987) و میزان کاروتنوئید (Lichtenthaler, 1987) گیاهچه‌ها اندازه‌گیری شد. تمامی داده‌ها از نظر نرمالیتی بررسی شدند و در نهایت تبدیل داده‌ها برای تجزیه و تحلیل در نرم افزار آماری Minitab 17 صورت پذیرفت. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار EXCEL استفاده شد و مقایسه میانگین داده‌ها از طریق آزمون LSD در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد انجام شد.

نتایج

درصد سبز شدن

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر پیش تیمار و اثر متقابل دو عامل تنش خشکی و پیش تیمار بذر در این صفت معنی‌دار شده است (جدول ۲).

بر طبق شکل ۱، بالاترین میزان سبز شدن در پیش تیمار اسید سالیسیلیک ۰/۵ میلی مولار و در شرایط ۶۰٪ ظرفیت زراعی و پایینترین آن در پیش تیمار کلرید سدیم ۱۵ دسی زیمنس و شرایط ۴۰٪ ظرفیت زراعی بدست آمد.

[1] Relative water content

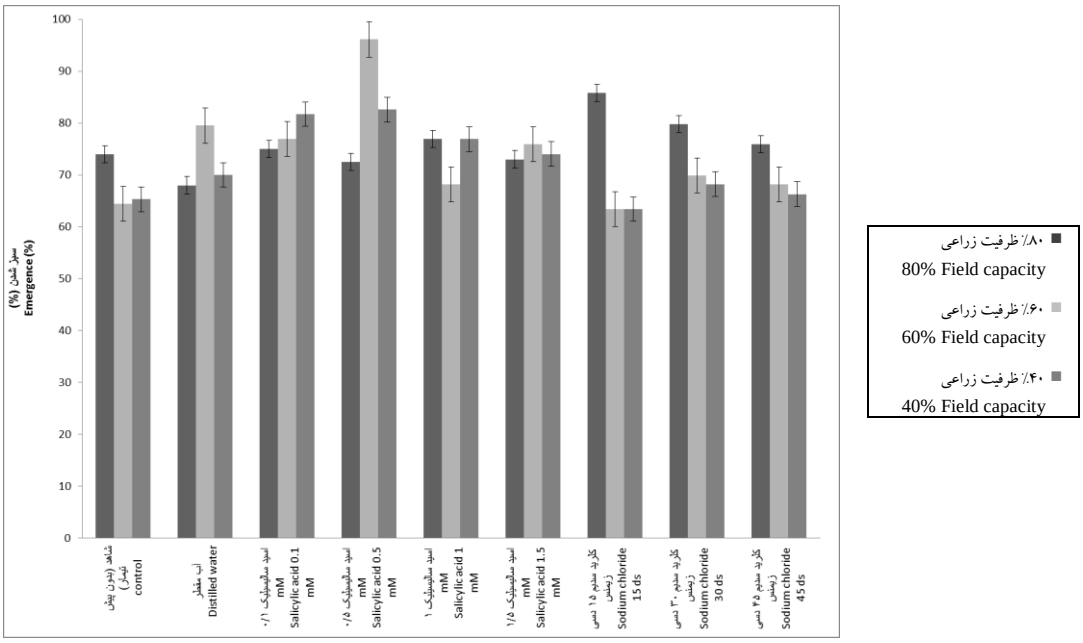
جدول ۲- تجزیه واریانس برخی صفات سبز شدن بذر چمن فتان بلند تحت تاثیر تنش خشکی و پیش تیمار (میانگین مربعات)

Table 2- Analysis of variance (mean squares) of some emergence traits of *Festuca arundinacea* Schreb. under water stress and priming

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی df	درصد سبز شدن emergence	میانگین زمان سبز شدن Mean emergence time	ارتفاع بخش هوایی Shoot height	وزن خشک کل گیاه Biomass dry weight	محتوای آب نسبی برگ RWC	نشت الکترولیت Electrolyte leakage
تنش خشکی Drought stress	2	112.74 ns	0.19 ns	8.46 **	0.18 **	88.05 ns	479.28 **
پیش تیمار Seed priming	8	271.86 **	2.11 **	1.84 **	0.02 **	101.64 ns	205.10 *
تنش خشکی× پیش تیمار Drought stress × Priming	16	218.75 **	1.91 **	0.96 **	0.01 ns	157.72 **	150.26 ns
خطا Error	50.10	49.48	0/47	0.29	0.0097	81	90.12

ns ، * و ** به ترتیب نشان‌دهنده عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱ می‌باشد.

ns,* and ** show non-significant, significant at 5% and 1% probability level, respectively.



شکل ۱- اثر متقابل تنش خشکی و پیش تیمار بر درصد سبز شدن بذر *Festuca arundinacea*

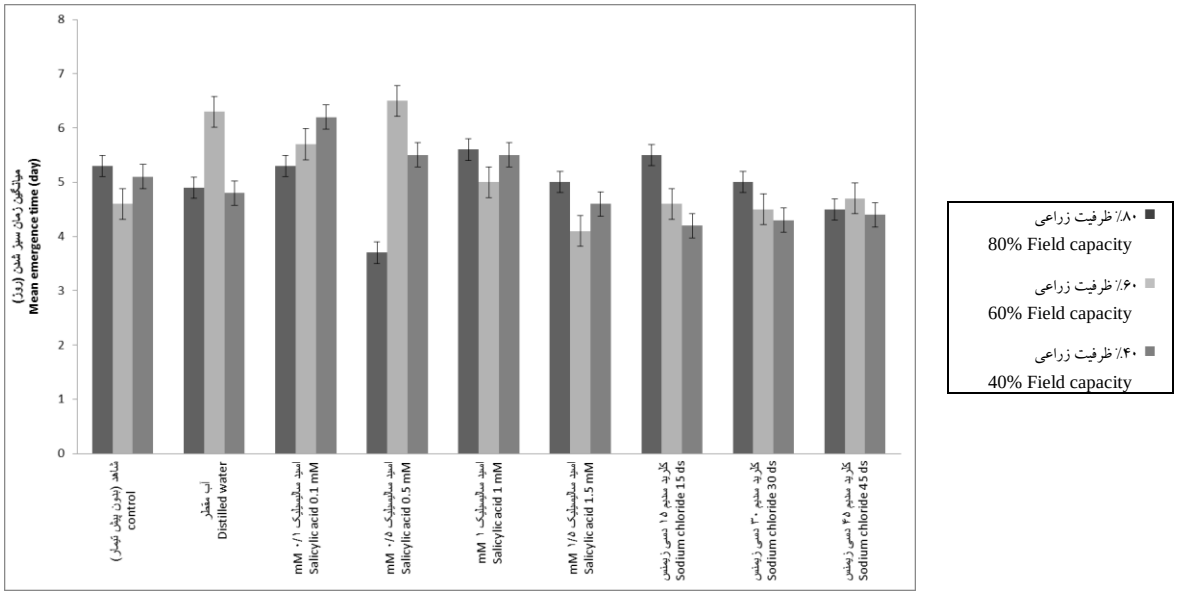
(میله‌های خطا نشاندهنده خطای استاندارد هستند)

Fig 1- Interaction between drought stress and seed priming on emergence of *Festuca arundinacea* (Error bars indicate standard error)

میانگین زمان سبز شدن

در این صفت که با توجه به جدول ۲ اثر پیش تیمار و اثر متقابل هر دو عامل معنی‌دار شده است، هر چه عدد کمتری را نشان دهد، مشخص می‌شود که بذرها در آن تیمار، در مدت زمان کمتری سبز شده اند. بر این اساس پیش تیمار اسید سالیسیلیک ۰/۵ میلی مولار و در شرایط

۸۰٪ ظرفیت زراعی کمترین زمان و همین تیمار در شرایط ۶۰٪ ظرفیت زراعی بیشترین زمان سبز شدن را به خود اختصاص داده بود که این اختلاف به وضوح معنی‌دار بود(شکل ۲). به طور کلی در شرایط ۸۰٪ ظرفیت زراعی تنها تیمارهای اسید سالیسیلیک ۰/۵ میلی مولار و کلرید سدیم ۴۵ دسی زیمنس اختلاف معنی‌داری به لحاظ کمتر بودن زمان سبز شدن با شاهد داشتند. در حالی که در شرایط ۶۰ ٪ و ۴۰ ٪ ظرفیت زراعی هیچ یک از تیمارها از نظر کمتر بودن زمان سبز شدن اختلاف معنی‌داری با شاهد نداشتند.



شکل ۲- اثر متقابل تنش خشکی و پیش تیمار بر میانگین زمان سبز شدن بذر *Festuca arundinacea*
(میله‌های خطا نشاندهنده خطای استاندارد هستند)

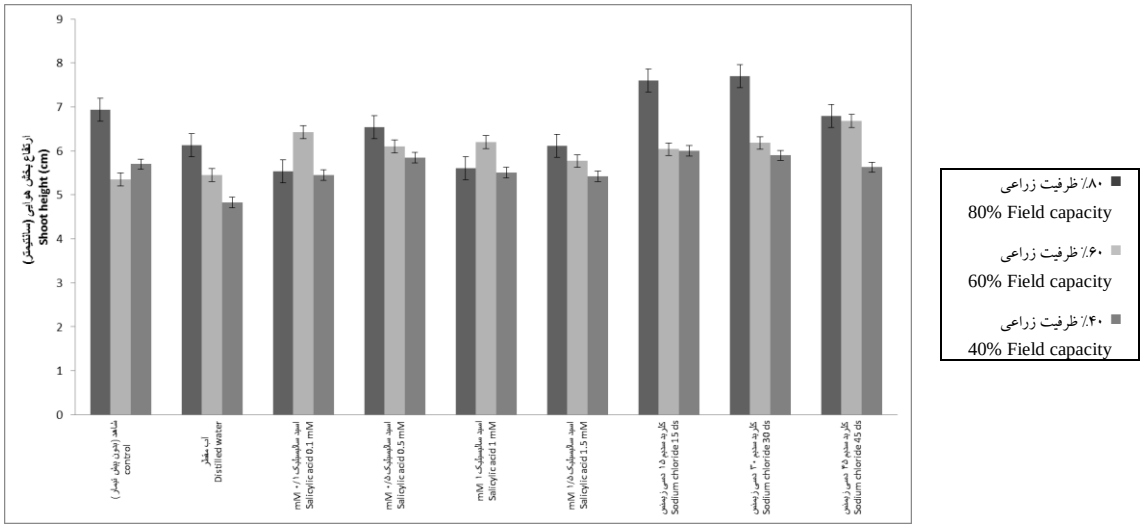
Fig 2- Interaction between drought stress and seed priming on mean emergence time of *Festuca arundinacea* (Error bars indicate standard error)

ارتفاع بخش هوایی

در این صفت نیز اثر متقابل عامل‌ها معنی‌دار بود (جدول ۲). همانطور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود، بیشترین ارتفاع به ترتیب مربوط به پیش تیمار کلرید سدیم ۳۰ و ۱۵ دسی زیمنس (به ترتیب ۷/۷۰ و ۷/۶۰ سانتیمتر) و همینطور شاهد (۶/۹۳ سانتیمتر) در شرایط ۸۰٪ ظرفیت زراعی بود که البته این سه تیمار اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند.کمترین میزان ارتفاع نیز مربوط به پیش تیمار آب مقطر (۴/۸۳ سانتیمتر) در شرایط ۴۰٪ ظرفیت زراعی بود که اختلاف معنی‌داری با شاهد در همین سطح آبیاری داشت (۵/۷۰ سانتیمتر).

وزن خشک کل گیاه

مطابق جدول ۲ تنها اثرات ساده هر یک از عوامل تنش خشکی و پیش تیمار بذر بر این صفت معنی‌دار شده است. بر اساس جدول ۳ مشخص می‌شود در حالتی که بذر با اسید سالیسیلیک ۰/۵ میلی مولار، پیش تیمار شود، گیاه ماده خشک بیشتری تولید می‌کند اما این میزان تنها با وزن خشک گیاهانی که توسط اسید سالیسیلیک ۱/۵ میلی مولار، کلرید سدیم ۱۵ دسی زیمنس و آب مقطر پیش تیمار شده بودند، اختلاف معنی‌داری داشت.



شکل ۳- اثر متقابل تنش خشکی و پیش تیمار بر ارتفاع بخش هوایی چمن *Festuca arundinacea*

(میله‌های خطا نشاندهنده خطای استاندارد هستند)

Fig 3- Interaction between drought stress and priming on shoot height of *Festuca arundinacea*
(Error bars indicate standard error)

جدول ۳- مقایسه میانگین تیمارها، تحت تاثیر پیش تیمار در دو صفت وزن خشک گیاه و نشت الکترولیت در چمن *Festuca arundinacea*

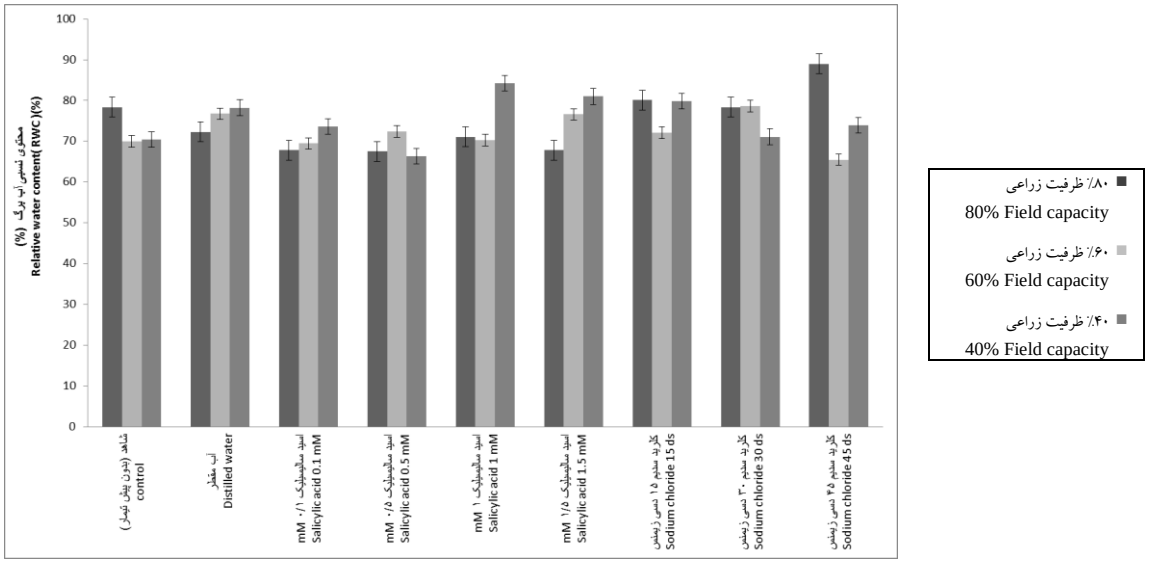
Table 3- Mean Comparison for the effect of seed priming on biomass dry weight and electrolyte leakage of *Festuca arundinacea*

پیش تیمار Priming	وزن خشک گیاه (میلی گرم/ سانتیمتر مربع) Biomass dry weight (mg/cm^2)	نشت الکترولیت (٪) Electrolyte leakage (%)
شاهد (بدون پیش تیمار) Control	7.58 ab	32.26 b
کلرید سدیم ۱۵ دسی‌زیمنس Sodium chloride 15 dS	6.34 bc	45.61 a
کلرید سدیم ۳۰ دسی‌زیمنس Sodium chloride 30 dS	7.58 ab	36.6 b
کلرید سدیم ۴۵ دسی‌زیمنس Sodium chloride 45 dS	7.76 ab	37.94 ab
اسید سالیسیلیک ۰/۱ میلی مولار Salicylic acid 0.1 mM	6.70 abc	32.99 b
اسید سالیسیلیک ۰/۵ میلی مولار Salicylic acid 0.5 mM	7.93 a	35.82 b
اسید سالیسیلیک ۱ میلی مولار Salicylic acid 1 mM	6.87 abc	34.84 b
اسید سالیسیلیک ۱/۵ میلی مولار Salicylic acid 1.5 mM	5.99 c	32.05 b
آب مقطر Distilled water	5.64 c	36.56 b

از سوی دیگر جدول ۴ نشان می‌دهد که وزن گیاه در دو وضعیت ۸۰٪ و ۶۰٪ ظرفیت زراعی تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشت، اما همین اختلاف با شرایط تنش به میزان ۴۰٪ ظرفیت زراعی کاملا معنی‌دار بود.

درصد محتوای نسبی آب برگ (RWC)

جدول ۲ نشاندهنده این است که فقط اثر متقابل تنش خشکی و پیش تیمار در این صفت معنی‌دار شده است و اثرات ساده اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند. بدین ترتیب پیش تیمار کلرید سدیم ۴۵ دسی زیمنس در شرایط ۸۰٪ ظرفیت زراعی و پیش تیمار اسید سالیسیلیک ۱ میلی مولار در شرایط ۴۰٪ ظرفیت زراعی به ترتیب بالاترین درصد محتوای آب نسبی برگ را به خود اختصاص دادند. در همین حال پیش تیمار کلرید سدیم ۴۵ دسی زیمنس در شرایط ۴۰٪ ظرفیت زراعی کمترین درصد RWC را دارا بود (شکل ۴).



شکل ۴- اثر متقابل تنش خشکی و پیش تیمار بر محتوای نسبی آب برگ چمن *Festuca arundinacea*
(میله‌های خطا نشاندهنده خطای استاندارد هستند)

Fig 4- The interaction between drought stress and priming on relative water content of *Festuca arundinacea* (Error bars indicate standard error)

نشت الکترولیت

با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) مشخص شد که اثرات ساده هر یک از عامل‌ها بر این صفت معنی‌دار بوده است. در بین پیش تیمارها مشخص شد که به طور کلی پیش تیمارهای کلرید سدیم سبب افزایش نشت الکترولیت شد و گیاهانی که بذرشان با کلرید سدیم ۱۵ و ۴۵ دسی‌زیمنس پیش تیمار شده بود، بدون اختلاف معنی‌دار به ترتیب با مقادیر ۴۵/۶۱٪ و ۳۷/۹۴٪، دارای بیشترین میزان نشت بودند؛ با این وجود تنها پیش تیمار کلرید سدیم ۱۵ دسی زیمنس اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت (جدول ۳). جدول ۴ نیز نشان می‌دهد که با افزایش شدت تنش میزان نشت الکترولیت در گیاه کاهش یافته است.به طوریکه مقدار نشت در سطح ۸۰٪ ظرفیت زراعی (۳۶/۶۴٪) با مقدار آن در سطح ۴۰٪ ظرفیت زراعی (۳۲/۳۵٪) اختلاف معنی‌داری داشت. با این حال درصد نشت در سطح ۶۰٪ ظرفیت زراعی با هیچ یک از سطوح دارای اختلاف معنی‌داری نبود.

جدول ۴- مقایسه میانگین تیمارها، تحت تاثیر تنش خشکی در دو صفت وزن خشک گیاه و نشت الکترولیت چمن *Festuca arundinacea*

Table 4- Mean Comparison for the effect of drought stress on biomass dry weight and electrolyte leakage of *Festuca arundinacea*

خشکی Drought stress	وزن خشک گیاه (میلی گرم/ سانتی متر مربع) Biomass dry weight (mg/cm^2)	نشت الکترولیت (٪) Electrolyte leakage (%)
۸۰٪ ظرفیت زراعی 80% FC	7.76 a	36.64 a
۶۰٪ ظرفیت زراعی 60% FC	7.58 a	36.22 ab
۴۰٪ ظرفیت زراعی 40% FC	5.46 b	32.35 b

بحث

جوانه زنی بذور و سبز شدن گیاهچه‌ها، اولین و حساسترین مرحله رشد و نمو گیاهی می‌باشد. یکی از عوامل کاهش محصول در زمان تنش، کاهش جوانه‌زنی و صدمه به گیاه در مرحله ی ظهور گیاهچه می‌باشد (Daneshmand *et al*., 2012). عموما هر گیاهی که بتواند در مرحله جوانه‌زنی و سبز شدن مقاومت بیشتری نشان دهد خواهد توانست دوره اول رویش را موفقتر طی کند (Katergi *et al*., 1994). امروزه پیش تیمار بذر تا حد وسیعی، جهت بهبود جوانه زنی و سبزشدن گیاهچه های قرار گرفته در معرض تنش‌های محیطی در دامنه وسیعی از گیاهان استفاده می‌شود (Dianati *et al*., 2012). مخصوصا زمانی که بخواهیم در شرایط تنشی از بذور بومی، که نسبت به ارقام اصلاح شده تجاری از درصد جوانه‌زنی، سبز شدن و همچنین یکنواختی رویش کمتری برخوردارند، استفاده کنیم، بهره گیری از پیش تیمار اهمیت بیشتری خواهد داشت.

نتایج تحقیق حاضر برای صفت درصد سبز شدن نشان داد که به طور کلی در این مرحله از رشد گیاه، افزایش شدت تنش خشکی از ۶۰٪ به ۴۰٪ ظرفیت زراعی تاثیر منفی زیادی بر میزان سبز شدن بذور نداشت بطوریکه در بسیاری از تیمارها از جمله تیمار شاهد این تفاوت معنی‌دار نبود. با این وجود، نکته جالب آن است که در تیمارهای اسید سالیسیلیک ۰/۱ و ۰/۵ میلی مولار و آب مقطر با کاهش میزان آبیاری از ۸۰٪ به ۶۰٪ ظرفیت زراعی، میزان سبز شدن افزایش یافت که این موضوع در تیمار اسید سالیسیلیک ۰/۵ میلی مولار به حد نهایی خود رسید؛ اما غلظت‌های بالاتر اسید سالیسیلیک اثر بازدارندگی بر میزان سبز شدن گیاهچه‌ها داشتند. این مطلب با نتایج دولت آبادیان و همکاران (Dolat Abadian *et al*., 2008) مطابقت دارد. آنها گزارش کردند پیش تیمار بذر گندم با ۰/۵ میلی مولار سالیسیلیک اسید در شرایط تنش شوری اثر مضر تنش را کاهش و درصد جوانه زنی بذر را افزایش داد. همچنین مشاهده شد که افزایش غلظت سالیسیلیک اسید به مقدار ۱ میلی مولار اثر بازدارنده بر جوانه زنی تیمارها داشت. مظاهری و کلانتری (Mazaheri *et al*., 2006) بر روی گیاه کلزا و مرادی و رضوانی (Moradi and Rezvani, 2010) بر روی گیاه رازیانه نیز نتایج مشابهی را بدست آوردند. این نتایج، یافته‌های تحقیق محمدی و همکاران (Mohammadi *et al*., 2009) بر روی گیاه عدس و خرم دل و همکاران (Khorramdel *et al*., 2012) بر روی سیاه دانه را نیز تایید می‌کند. در عین حال روند میزان سبز شدن در تیمارهای کلرید سدیم به گونه ی دیگری بود. بطوریکه اگر چه در شرایط آبیاری به میزان ۸۰٪ ظرفیت

زراعی، سبب افزایش میزان سبز شدن شدند اما در این تیمارها افزایش شدت تنش خشکی و کاهش آبیاری از ۸۰٪ به ۶۰٪ ظرفیت زراعی، میزان سبز شدن را به طور معنی‌داری کاهش داد. همچنین با افزایش هدایت الکتریکی محلول از ۱۵ دسی زیمنس به ۳۰ و ۴۵ دسی زیمنس، میزان سبز شدن کاهش یافت. نتایج بدست آمده از این صفت در خصوص تاثیرات پیش تیمار کلرید سدیم با نتایج شاکرمی و همکاران (Shakarami *et al*., 2010) مطابقت نداشت. آنها گزارش کرده بودند که استفاده از این ماده به عنوان پیش تیمار بذر *Festuca arundinacea* در شرایط تنش شوری سبب افزایش درصد جوانه‌زنی بذر شده است.

در ارتباط با نتایج میانگین زمان سبز شدن، بر اساس نتایج این پژوهش می‌توان گفت در صورتیکه سبز شدن بذور در سریعترین زمان ممکن برای ما در اولویت باشد، استفاده از پیش تیمار اسید سالیسیلیک ۰/۵ میلی مولار با میزان آبیاری ۸۰٪ ظرفیت زراعی بهترین راهکار است، اما اگر با محدودیت آبیاری تا حد ۶۰٪ ظرفیت زراعی مواجه گردیم، استفاده از پیش تیمارها و یا عدم استفاده از آنها اختلاف معنی‌داری بر سرعت جوانه‌زنی بذور نشان نداد، لذا به نظر می‌رسد استفاده از پیش تیمار ضرورتی ندارد (شکل ۲). این موضوع نشان می‌دهد که تغییر میزان رژیم آبیاری بیشتر از آنکه در میزان سبز شدن موثر باشد، زمان سبز شدن را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

با توجه به نتایج صفت ارتفاع بخش هوایی، به صورت کلی مشخص می‌شود که افزایش میزان آبیاری تا حد ۸۰٪ ظرفیت زراعی در بیشتر تیمارها خصوصا در تیمار شاهد و کلرید سدیم ۱۵ و ۳۰ دسی زیمنس سبب افزایش ارتفاع می‌شود. نتایج دیانتی و همکاران (Dianati *et al*., 2012)، نیز موید این مطلب است که پیش تیمار با کلرید سدیم در شرایط غیر تنش سبب افزایش طولی در گیاه *Festuca ovina* می‌شود. البته این امر، زیاد در مدیریت و نگهداری چمن مطلوب نیست زیرا باعث افزایش هزینه چمن‌زنی می‌شود. بنابراین، در چنین شرایطی آبیاری به میزان ۶۰٪ ظرفیت زراعی بیشتر قابل توصیه است. در این آزمایش پیش تیمار اسید سالیسیلیک تاثیری بر افزایش ارتفاع گیاه نداشت. این یافته با نتایج محمدی و همکاران (Mohammadi *et al*., 2009) متناقض بود. آنها بیان کردند که استفاده از پیش تیمار اسید سالیسیلیک سبب افزایش ارتفاع در گیاه عدس شد.

بررسی جدول ۴ در مورد صفت وزن خشک گیاه بیانگر آنست که افزایش شدت تنش تا حد آبیاری به میزان ۴۰٪ ظرفیت زراعی سبب کاهش وزن خشک گیاه شده است. تنش خشکی از جمله عواملی است که تولید ماده خشک را به سبب جلوگیری از رشد گیاه محدود می‌کند (Sandor *et al*., 2006). با این حال شدت تنش نقش بسیار تعیین کننده‌ای در میزان این کاهش دارد. در این آزمایش، کاهش آبیاری به میزان ۶۰٪ ظرفیت زراعی تفاوت معنی‌داری در تولید ماده خشک گیاه نسبت به شرایط آبیاری ۸۰٪ نداشت. از این رو به دلیل کمبود منابع آبی و به جهت کاهش مصرف آب آبیاری به میزان ۶۰٪ ظرفیت زراعی قابل توصیه می‌باشد. همچنین شکل ۵ نشان می‌دهد که غلظت ماده پیش تیمار کننده بذر تاثیرات متفاوتی بر جای گذاشته است. بدین صورت که با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک تا حد ۰/۵ میلی مولار، وزن خشک گیاه افزایش یافت اما پس از آن افزایش غلظت این ماده تاثیر بازدارنده بر این صفت داشت. در پیش تیمار با کلرید سدیم نیز همین مطلب صادق است و وزن خشک گیاه با افزایش هدایت الکتریکی محلول پیش تیمار افزایش یافت. نتایج این صفت، یافته‌های پاکمهر و همکاران (Pakmehr *et al*., 2011) مبنی بر افزایش تولید ماده خشک در اثر پیش تیمار اسید سالیسیلیک را تایید می‌کند. مک‌کیو (McCue *et al*., 2000) گزارش کرد اسیدیته پایین سالیسیلیک اسید و غلظت کم آن می‌تواند با فعال کردن پمپ‌های پروتون غشاء موجب افزایش جذب مواد غذایی و فشار اسمزی شده، در نتیجه میزان بیوسنتز و ماده سازی افزایش می‌یابد.

با توجه به شکل ۶ در رابطه با صفت محتوای نسبی

آب برگ (RWC) در می‌یابیم به طور کلی پیش تیمار بذر با اسید سالیسیلیک توانست میزان RWC برگ در شرایط تنشی شدید (آبیاری به میزان ۴۰٪ ظرفیت زراعی) را نسبتا افزایش دهد. این نتایج با نتایج پاکمهر و همکاران (Pakmehr *et al*., 2011) مطابقت دارد. آنها گزارش کردند بذرهای لوبیا چشم بلبلی پیش تیمار شده با سالیسیلیک اسید، در شرایط تنش کم آبی پرولین بیشتری را به خود اختصاص دادند. این امر موجب تثبیت ساختارهای زیر سلولی مانند غشاء سلولی و به دنبال آن موجب افزایش محتوای نسبی آب شد. با این حال، پیش تیمار بذر با این ماده در شرایط تنش خفیف و بعضا متوسط سبب کاهش محتوای نسبی آب برگ نسبت به شاهد و پیش تیمار با کلرید سدیم گردید. پیش تیمار با آب مقطر نیز تاثیری مشابه با اسید سالیسیلیک داشت. اما به طور کلی هیچ یک از پیش تیمارها برتری خاصی نسبت به تیمار شاهد نداشتند.

با توجه به مطالب گفته شده در بالا و همچنین بررسی همه صفات در کنار هم، چنین به نظر می‌رسد پیش تیمار بذر با اسید سالیسیلیک خصوصا با غلظت ۰/۵ میلی مولار در شرایط تنش متوسط (۶۰٪ ظرفیت زراعی) و شدید (۴۰٪ ظرفیت زراعی) می‌تواند سبب بهبود درصد جوانه‌زنی و سبز شدن بذور بومی فتان بلند شود. اگر چه این تیمار در سایر صفات تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نداشت، اما با توجه به اینکه این تحقیق روی بذر بومی انجام شده است و دو صفت درصد سبز شدن و میانگین زمان سبز شدن از اهمیت بسیار بالایی برخوردارند، می‌توان این پیش تیمار را برای افزایش و بهبود درصد سبز شدن این بذر بومی توصیه نمود.

به طور کلی، اسید سالیسیلیک یک هورمون گیاهی است که در غلظت‌های مختلف اثرات متفاوتی را نشان می‌دهد (Mohammadi *et al*., 2009). اثرات مثبت این ماده بر کلیه صفات جوانه‌زنی در گیاهان گندم (Agarawal *et al*., 2005)، جو (Shakirova *et al*., 2003) و ذرت (Daneshmand *et al*., 2012) در شرایط تنش شوری گزارش شده است. تنش شوری و خشکی باعث کاهش متابولیسم نشاسته در لپه‌ها و کاهش انتقال ساکارز از لپه‌ها به محور جنینی می‌شود. این کاهش رشد ناشی از تغییر فعالیت آنزیمهای تجزیه کننده ساکارز می‌باشد (Inzé, and Van Montagu, 1995). در مورد مکانیسم اثرات اسید سالیسیلیک بر کاهش تنش و بهبود پارامترهای رشد، گزارش‌های متفاوتی وجود دارد. این ماده بر طیف وسیعی از فرایندها از جمله جذب و انتقال یون‌ها، نفوذ پذیری غشا و هدایت روزنه‌ای تاثیرگذار است. همچنین اسید سالیسیلیک در غلظت‌های مناسب با افزایش توان سیستم آنتی اکسیدانی سلول سبب کاهش اثرات منفی تنش شوری از جمله تنش اکسیداتیو می‌گردد (Hayat and Ahmad, 2007). اسید سالیسیلیک رشد و تقسیم سلولی را با تاثیر بر هورمون‌های دیگر نظیر اکسین، سیتوکنین، اسید جیبرلین و آبسیزیک تنظیم می‌کند. از سوی دیگر، اسید سالیسیلیک می‌تواند باعث مهار فعالیت کاتالاز شود و کاهش کاتالاز می‌تواند جوانه زنی را در برخی از بذرها بهبود بخشد (Nun *et al*., 2003).

نتیجه‌گیری کلی

به طور کلی می‌توان گفت از آنجا که بذور بومی *Festuca arundinacea* تا حدودی به شرایط کم آبی مقاومت دارند، هنگامی که با ماده اسید سالیسیلیک ۰/۵ میلی مولار پیش تیمار شوند خواهند توانست در شرایط آبیاری به میزان ۶۰٪ ظرفیت زراعی به خوبی جوانه بزنند. بنابراین، با استفاده از این شیوه به مقدار زیادی در مصرف آب در مرحله سبز شدن و استقرار گیاهچه نیز صرفه جویی خواهد شد. همچنین در صورتیکه زمان سبز شدن برای ما از اهمیت بالاتری نسبت به درصد سبز شدن بذر و همچنین مقدار آب مصرفی برخوردار باشد، استفاده از پیش تیمار اسید سالیسیلیک ۰/۵ میلی مولار با آبیاری ۸۰٪ ظرفیت زراعی، هدف ما را به نحو مطلوبی تامین می‌کند.

سپاسگزاری

بدینوسیله از زحمات و تلاش‌های سرکارخانم حدیثه پورعلی و همچنین جناب آقای علی معصومی در همراهی با این پروژه قدردانی می‌نماییم. همچنین از دانشگاه فردوسی مشهد به خاطر تامین مالی این پژوهش طبق مصوبه شماره ۳۳۲۸۴ سپاسگزاریم.

منابع

References

Agarawal, S., R.K .Sairam, G.C. Srivasta, and R.C. Meena. 2005. Changes inantioxidant enzymes activity and oxidativestress by abscisic acid and salicylic acid inwheat genotypes. Biol. Plantarum. 49:541-550.

Ahakpaz, D. 2000. Karyotype analysis indigenous populations *Festuca arundinacea*. Master thesis, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology.

Ahmadpoor, S., and H. Baloochi. 2012. Priming effect on antioxidant enzymes and lipid peroxidation of cell membranes under salinity and drought stress in *Nigella sativa L*. seedling. Electronic J. Crop. Prod. 5 (4): 63-85.

Badek, B., B.V. Duijn, and M. Grzesik. 2006. Effect of water supply methods and seed moisture content on germination of China aster and tomato seeds. Journal of Agronomy. 24: 45-51.

Barrs, H.D., and P.E. Weaterley, 1962. A re-examination of the relative turgidity techniques for the estimating water deficit in leaves. Aust. J. Biol. Sci. 15: 413-428.

Cantliffe, D.J. 1991. Benzyladenine in the priming solution reduces thermodormancy of lettuce seeds. J. Hortic. Technol. 1: 95–97.

Daneshmand, F., M. Arvin, B., Keramat, and N. Momeni. 2012. Effect of salinity and salicylic acid on seed germination and plant growth parameters of maize (*Zea mays* L.) in field conditions. Plant Process and Function (In Persian). 1 (1): 56-70.

De Villiers, A.J., M.W. Van Rooyrn, and H.A. Can Deventer, 1994. Germination of threenamaqualand pioneer species, as influenced by salinity, temperature and light. Seed Sci. Technol.22: 427-433.

Dianati Tailaki, Q., B. Shakarami, M. Tabari, and B. Behtari, 2012. The effect of NaCl priming on germination and seedling growth of *Festuca ovina* L. under salt stress. J. Iranian Range Desert Res. (In Persian). 18 (3): 452- 462.

Dolat Abadian, A., A. Modarres sanavi, and F. Etemadi, 2008. Effects of salicylic acid priming on seed germination of wheat (*Triticum aestivum* L.) under salt stress. Iranian J. Biol. (In Persian). 21 (4): 692- 702.

Ghassemi, G., and B. Esmaeilpour, 2008. The effect of salt priming on the performance of differentially matured cucumber (*Cucumis sativus*) seeds. J. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj Napoca. 36: 67-70.

Gurusinghe, S. H., Z. Cheng, and K.J. Bradford, 1999. Cell cycle activity during seed priming is not essential for germination advancement in tomato. J. Exp. Bot. 50: 101-106.

Hayat, S., and A. Ahmad, 2007. Salicylic acid: a plant hormone. Brazilian J. Plant Physiol. 18: 137- 145.

Hosseini, H., and M. Nasiri mahallati. 2006. Effect of seed priming on germination genotypes of lentil (*Lens culinaris* Medik.). J. Iran Agron. Res. (In Persian). 4 (1): 35- 45.

Inzé, D., and M. Van Montagu. 1995. Oxidative stress in plants. Curr. Opin. Biotechnol. 6(2), 153-158.

Katergi, N., J.W. Van Horn, A. Hamdy, F. Karan, and M. Mastrovtilli, 1994. Effect of salinity on emergence and on water stress early seedling growth of sunflower and maize. Agric. Water Manage. 26: 81-91.

Khorramdel, S., P. Rezvani Moghaddam, A. Amin Ghafuri, and Shabahang, J. 2012. Effect of priming with salicylic acid and water stress on germination characteristics of *Nigella sativa* L. J. Iran Agron. Res. (In Persian). 10 (4): 709-725.

Lichtenthaler, H.K. 1987. Chlorophyll fluorescence signatures of leaves during the autumnal chlorophyll breakdown. J. Plant Physiol. 131(1-2): 101-110.

Lutts, S., J.M. Kinet, and J. Bouharmont, 1996. NaCl-induced senescence in leaves of rice (Oryza sativa L.) cultivars differing in salinity resistance. Ann. Bot. 8: 389-398.

Mazaheri Tirani, M. And Kh. Manoochehri Kalantari. 2006. Investigation of three factors, salicylic acid, ethylene and drought strss, and their interaction on canola seed germination. (*Brassica napus* L) Iranian J. Biol. (In Persian). 9: 408-418.

McCue, P., Z. Zheng, J.l. Pinkham, and K. Shetty. 2000. A modle for enhanced pea seedling vigour following low pH and salicylic acid treatments. Process Biochem. 35: 603-613.

McDonald, M.B. 1998. Seed quality assessment. Seed Sci. Res. 8: 265-275.

Mohammadi, M., H. Fahimi, and A. Majd. 2009. Effect of gibberellic acid, salicylic acid on germination rate of lentil (*Lens culinaris* L.). Journal of Biology, Islamic Azad University, Garmsar. (In Persian). 4 (44): 34- 44.

Moradi, R., and P. Rezvani Moghaddam. 2010. Effect of seed priming by salicylic acid under salt stress on germination and seedling growth characteristics of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill). J. Agron. Res. 8 (3): 489- 500.

Mozaffarian, V. 2002. Treasure of genetic reserves of Iran. Payam Monthly inquiry. Iranian Genet. Soc. (6).

Nun, N. B., D. Plakhine, D.M. Joel, and A.M. Mayer. 2003. Changes in the activity of the alternative oxidase in Orobanche seeds during conditioning and their possible physiological function. Phytochemistry. 64(1): 235-241.

Omidi, H., A. Soroushzade, A. Salehi, and F. Qezeli. 2005. Evaluation of pretreatment osmopriming on canola seed germination. Agric. Sci. Technol. 19 (2): 1-10.

Pakmehr, A., M. Rastgoo, F. Shekari, J. Saba, and A. Zangani. 2011. The influence of seed priming with salicylic acid on some morpho-physiological characteristics and yield under water stress cowpea (*Vigna unguiculata* L.). J. Agron. Res. 9 (4): 606-614.

Parks and green spaces organization of Mashhad Municipality [Online]. Available at https://parks.mashhad.ir, (accessed 2016)

Perez-Garcia, F., J.M. Pita, M.E. Gonzalez-Benito, and J.M. Iriondo. 1995. Effects of light, temperature and seed priming on germination of celery seeds (*Apium graveolens* L.). Seed Sci. Technol. 23: 377-383.

Rohollahi, I., N. A. Khoshkholghsima, T. Yamada, M. Kafi, Y. Hoshino, A. Liaghat, and A.A. Jafari, 2015. Evaluation of seedling emergence and relative DNA content under dry soil conditions of wild *Festuca arundinacea* populations collected in Iran. Grassl. Sci. 61(1): 6-14.

Sandor, D., M. Istvan, P. Judit, C. Agota, T. Réka, and M. Marta. 2006. Effects of drought on photosynthetic parameters and heat stability of PSII in wheat and in *Aegilops* species originating from dry habitats Acta Biologica Szegediensis 50(1-2): 11-17 [Online]. Available at http: //www.sci.u szeged.hu/ABS.

Shakarami B., Q. Dianati Tailaki, , M. Tabari, and B. Behtari. 2010. The effect of priming treatments on salinity tolerance *Festuca ovina* L and *Festuca arundinacea* Schreb. Seeds. The germination and early growth. Two Quarterly scientific and research genetics and breeding of pasture and forest plant research of Iran (In Persian). 18 (2): 318- 328

Shakirova, F.M., A.R. Sakhabutdinova, M.V. Bozrutkova, R.A. Fatkhutdinova, and D.R. Fatkhutdinova. 2003. Changes in thehormonal status of wheat seedlings inducedby salicylic acid and salinity. Plant Sci.164: 317-322.

Soltani, A., F. Akram Qaderi, and H. Memar. 2007. Effect of priming on germination and seedling growth of cotton seeds under drought stress. J. Agric. Sci. Nat. Res., Special Agronomy and Plant Breeding (In Persian). 14: 9-16.

Sung, F.J.M., and Y.H. Chang. 1993. Biochemical activities associated with priming of sweetcorn seeds to improve vigor. Seed Sci. Technol. 21: 97-105