بررسی تحمل به شوری گونه بومی علف گندمی بیابانی (*Agropyron desertorum* L.)

راحیل تاجمیر ریاحی[۱]، نعمت اله اعتمادی *[۲]، فروغ مرتضایی نژاد[۱] و امیر صادقی [۲]

[۱]دانشگاه آزاداسلامی واحد خوراسگان، باشگاه پژوهشگران جوان، اصفهان، ایران و [۲]گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۸/۰۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۰/۱۶)

چکیده:

در اکثر نقاط ایران به دلیل وجود شوری آب و خاک مشکلات زیادی در زمینه پرورش چمن در فضای سبز شهری وجود دارد. یکی از راهکارهای مناسب جهت حل این مشکل استفاده از گیاهان بومی متحمل به شوری می‌باشد. بر این اساس پژوهشی به منظور بررسی تاثیر چهار سطح شوری (شاهد با شوری ۰/۳۶، ۴، ۸ و ۱۶ دسی زیمنس بر متر) بر شاخص‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک در گونه بومی علف گندمی بیابانی به صورت طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا در آمد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد با افزایش شوری رنگ، وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه، محتوای آب نسبی برگها و میزان پتاسیم موجود در اندام هوایی و ریشه کاهش یافت. همچنین شوری باعث افزایش سدیم اندام هوایی و ریشه، نشت یونی برگها، پرولین و فعالیت آنزیمهای کاتالاز، پراکسیداز، آسکوربات پر اکسیداز گردید. با توجه به کاهش کیفیت ظاهری (رنگ)، محتوای آب نسبی برگها و همچنین افزایش نشت یونی غشا به نظر می رسد افزایش تولید پرولین و فعالیت آنزیمهای آنتی اکسیدانی نتوانسته است خسارات ناشی از تنش شوری را کاهش دهد. تمامی شاخصهای اندازه گیری شده در این آزمایش از همان شوری ۴ دسی زیمنس بر متر تفاوت معنی‌داری را با شاهد نشان داد. به طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد گیاه علف گندمی بیابانی حساس به شوری بوده و تحمل آن کمتر از ۴ دسی زیمنس بر متر می‌باشد.

کلمات کلیدی: آنزیم‌های آنتی اکسیدانت، پرولین، گونه بومی، محتوای آب نسبی، نشت یونی.

مقدمه:

رشد شدید جمعیت شهری موجب شده که در هیچ یک از شهرهای کشور امکان توسعه فضای سبز در حد استانداردهای مطلوب جهانی نباشد. از طرفی شوری خاک و کمبود منابع آب شیرین یکی از عوامل محدود کننده در توسعه فضای سبز است (Munns *et al*., 2006). یکی از عوامل مهم کاهش دهنده رشد گیاهان در مناطق مختلف آب و هوایی، شوری آب و خاک می‌باشد (Marcum and Pessarakli, 2010). دو مشکل اصلی گیاهان تحت تنش شوری را می‌توان کاهش پتانسیل آب اطراف ریشه و اثرهای سمی برخی یونها دانست. این مشکلات با تاثیر سوء بر جذب عناصر غذایی توسط ریشه موجبات کاهش رشد گیاه را فراهم می‌آورند. البته اثر شوری بر رشد و نمو گیاه به مرحله رشدی گیاه نیز

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: etemadin@cc.iut.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-07-13]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1393.3.7.11.4]

بستگی دارد (خالقی و رامین، ۱۳۸۴). تنشهای محیطی بویژه تنش شوری با بر هم زدن توازن بین فرآیند جذب انرژی و مصرف آن، باعث تولید اکسیژن فعال (ROS) و در نهایت تنش اکسیداتیو در گیاهان می‌گردند. تنشهای اکسیداتیو با تخریب غشاء سلولی در نهایت رشد و نمو گیاهی را تحت تاثیر قرار می‌دهند. از جمله مکانیسمهای گیاهی جهت کاهش اثرهای سمی تنشهای اکسیداتیو ناشی از شوری، افزایش فعالیت آنزیمهای آنتی اکسیدان می‌باشد (Blokhina *et al*., 2003). آنزیمهای آنتی اکسیدان از جمله سریع‌ترین مکانیسم‌های دفاعی گیاه در برابر تنش-های اکسیداتیو می‌باشند (Sairam *et al*., 2002). روش-های متعددی جهت تعیین مقاومت نسبی به شوری در چمن‌ها وجود دارد، برخی از پارامترهای مورد اندازه گیری شده شامل: اندازه‌گیری پارامترهای رشدی مثل وزن تر و خشک اندام‌های هوایی، ۵۰ درصد کاهش وزن خشک اندام هوایی، وزن و طول ریشه‌ها، کیفیت ظاهری (از قبیل درصد سوختگی برگها، تراکم، رنگ) و برخی از پارامترهای فیزیولوژیکی از قبیل میزان پرولین و نشت یونی غشا سلولی (Kenneth and Marcum, Kamal Uddin *et al*., 2012;2008) و فعالیت آنزیمی (Hu *et al*., 2012) می‌باشد. در آزمایشی روی ۳۵ رقم لولیوم مشاهده شد که با افزایش غلظت نمک وزن خشک ریشه و اندام هوایی کاهش می‌یابد (Marcum and Pessarakli, 2010). گزارش‌های متعددی درباره کاهش رشد ساقه، کاهش مقدار آب بافت و کاهش غلظت پتاسیم تحت تنش شوری مشاهده شده است. از طرفی با افزایش شوری میزان تجمع سدیم و نسبت سدیم به پتاسیم و پرولین افزایش می‌یابد (Qian *et al*., 2000; Kenneth and Marcum, 2008). نسبت تجمع یونها از جمله نسبت سدیم به کلسیم در ناحیه ریشه نشان دهنده چگونگی پاسخ گیاه در برابر شوری می‌باشد (Qian *et al*, 2001). در پژوهشی نشان داده شد که در ارقام مختلف چمن برموداگراس با افزایش شوری، میزان Na^+ اندام هوایی افزایش و میزان پتاسیم کاهش می‌یابد و میزان تجمع سدیم و پتاسیم در ارقام مختلف متفاوت می‌باشد (Kenneth and Marcum, 2008). مشاهده شده است که در شرایط شوری مواد محلول آلی از قبیل پرولین و گلیسین یتائین در سیتوپلاسم تجمع می‌یابند. از بین مواد محلول آلی پرولین و گلایسین بتائین به طور معمول در چمن‌ها تجمع می‌یابند (Rhodes and Hanson, 1993). در شرایطی که تنش متوسط یا شدید باشد، غلظت اسید آمینه پرولین نسبت به سایر اسیدهای آمینه افزایش می‌یابد. پرولین به عنوان مخزن ذخیره‌ای نیتروژن و یا به صورت ماده محلولی که پتانسیل اسمزی را کاهش می‌دهد، عمل نموده و گیاه را در تحمل تنش یاری می‌رساند. تجمع پرولین در تمام اندام‌های گیاه در طی تنش وجود دارد با این وجود میزان تجمع آن در برگ‌ها سریع‌تر و بیش از سایر اندام‌ها می‌باشد (Gorham, 1996).

با توجه به زمین‌های شور در مناطق مرکزی ایران و اهمیت استفاده از چمن در فضای سبز، یافتن گونه‌هایی که بومی مناطق مرکزی ایران بوده و نیاز آبی کمی داشته و بتوانند شوری را تا حدی تحمل نمایند ضروری است. از جمله این چمن‌ها می‌توان به جنس علف گندمی بیابانی (*Agropyron desertorum*) اشاره نمود. گونه‌های مختلف علف گندمی در اغلب مناطق خشک ونیمه خشک ایران به عنوان گیاه مرتعی رویش دارند. از جمله ویژگی‌های مهم این گونه می‌توان به مقاومت نسبی به خشکی و سرما، قدرت پوشش‌دهی سطح خاک، سازگاری با خاک-های مختلف و شرایط آب و هوایی مختلف و جلوگیری از فرسایش خاک اشاره نمود (Daniel *et al*, 2001). تکثیر آن به کمک بذر بوده و جوانه‌زنی و استقرار آن به راحتی صورت می‌گیرد. نشان داده شده است که این گیاهان قابلیت استفاده به عنوان چمن را در فضای سبز دارند (Koski *et al*., 1999). تحقیقات انجام شده نشان داده ارتفاع چمن زنی مناسب گونه *Agropyron cristatum* ۵/۶ سانتی متر (Turgon, 1991) و گونه علف گندمی

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-07-13]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1393.3.7.11.4]

بیابانی (*Agropyron desertorum*) ۴ سانتی متر می‌باشد (احمدی و همکاران، ۱۳۹۱). از طرفی اطلاعات کافی در مورد مقاومت به شوری این گونه در مرحله رشد رویشی در اختیار نیست (Kenneth and Marcum, 2008). بنابر این هدف از این پژوهش بررسی اثر سطوح مختلف شوری آب آبیاری بر کیفیت ظاهری، مورفولوژیک و فیزیولوژیک چمن علف گندمی بیابانی می‌باشد.

مواد و روش‌ها:

این پژوهش طی سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ سطح شوری و با سه تکرار (هر تکرار با چهار گلدان) اجرا شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD انجام گردید. بذر جمعیت بومی علف گندمی بیابانی از بخش دامنه (با طول شرقی ´۲۵ °۵۰ و عرض شمالی ´۵۸ °۳۲)، شهرستان فریدن واقع در استان اصفهان جمع آوری گردید. بذور در گلدان‌های پلاستیکی به قطر ۱۷ و ارتفاع ۲۸ سانتی متر با خاک لومی رسی (سری اصفهان، pH=۷/۳ و EC=۰/۴)، با تراکم کاشت ۲۰ گرم در متر مربع در اواخر مهر ماه کشت شد. تا استقرار کامل چمن‌ها آبیاری به طور منظم و به گونه‌ای که در هر بار آبیاری آب از ته گلدان براحتی خارج شود انجام پذیرفت. همچنین در طول استقرار چمن‌ها در صورت نیاز به کوددهی به میزان ۵ گرم در متر مربع کود اوره داده شد. چمن‌ها به صورت هفتگی و از ارتفاع ۴ سانتی‌متر سرزنی گردید. پس از استقرار کامل گیاهان تیمار شوری شامل چهار سطح شوری (شاهد با شوری ۰/۳۶، ۴، ۸ و ۱۶ دسی زیمنس بر متر) اعمال گردید. برای جلوگیری از شوک ناگهانی افزایش شوری به مرور و به فاصله ۲ دوره آبیاری اعمال شد و یک هفته پس از دریافت شوری مورد نظر فاکتورها اندازه‌گیری گردید (Marcum and Pessaeakli, 2010). بدین منظور از نمک کلرید سدیم با درجه خلوص ۹۹/۹ درصد استفاده شد.

صفت رنگ بر اساس دستورالعمل NTEP ارزیابی گردید و از ۱ تا ۹ امتیاز داده شد (Man *et al*, 2011). به طوری که عدد ۹ بالاترین رنگ و عدد ۱ کمترین رنگ را نشان داد. نشت یونی برگ‌ها به روش Lutts و همکاران (۱۹۹۵) اندازه گیری شد. محتوای آب نسبی برگ به روش Cherki و همکاران (۲۰۰۲) اندازه گیری گردید. اندازه‌گیری پرولین با استفاده از ۰/۱ گرم از نمونه‌های برگی و بر اساس روش Bates و همکاران (۱۹۷۳) انجام شد. فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت به روش Sairam و همکاران (۲۰۰۲) با کمی تغییرات اندازه گیری گردید. عصاره آنزیمی از ۰/۱ گرم نمونه تازه گیاهی به کمک ۱ میلی لیتر بافر (حاوی۰/۴۶ میلی مول K_2HPO_4، ۰/۴۹ میلی مول KH_2PO_4، ۰/۱۹ میلی مول EDTA، ۰/۳۸میلی مول Tris- HCl، ۲۰۰ میکرولیتر Triton x100، ۰/۰۰۵ میلی مول PVP و ۰/۰۲ میلی مول دی تیو تریتول) و سپس سانتریفیوژ ۱۲۰۰۰ دور در دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد گردید. محلول واکنش برای اندازه گیری فعالیت آنزیم پراکسیداز ۳ میلی لیتر بافر فسفات ۵۰ میلی مولار (pH= ۷) ، ۳/۳ میکرولیتر گایاکول ۸ میلی مولار، ۴/۵ میکرولیتر پراکسید هیدروژن ۱۰۰ میلی مولار و ۵۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی بود. فعالیت این آنزیم در طول موج ۴۷۰ نانومتر سنجیده شد. ضریب خاموشی این آنزیم برابر ۲۶/۶ در نظر گرفته شد. برای اندازه‌گیری فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز ۳ میلی لیتر بافر فسفات ۵۰ میلی مولار (pH= ۷)، ۱۰۰ میکرولیتر آسکوربات۲ میلی مولار، ۴/۵ میکرولیتر پراکسید هیدروژن ۱۰ میلی مولار و ۵۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی بود. فعالیت این آنزیم در طول موج ۲۹۰ نانومتر سنجیده شد. ضریب خاموشی این آنزیم برابر ۲/۸ در نظر گرفته شد. برای اندازه‌گیری فعالیت آنزیم کاتالاز ۳ میلی لیتر بافر فسفات ۵۰ میلی مولار (pH= ۷) ، ۴/۵ میکرولیتر پراکسید هیدروژن ۷/۵ میلی مولار و ۵۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی بود. فعالیت آنزیم کاتالاز در طول موج ۲۴۰ نانومتر سنجیده شد.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-07-13]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1393.3.7.11.4]

ضریب خاموشی این آنزیم برابر۳۹/۴ در نظر گرفته شد. کاتیون‌های پتاسیم وسدیم ریشه و اندام هوایی در پایان آزمایش به روش Bonson و همکاران (۲۰۰۰) اندازه گیری گردید. میزان سدیم و پتاسیم نمونه‌ها بر اساس میلی‌گرم بر گرم ماده خشک محاسبه شد. در پایان آزمایش به منظور اندازه‌گیری وزن خشک ریشه و اندام هوایی، نمونه‌ها را به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد در آون قرار گرفت، و سپس نمونه‌های خشک شده با ترازوی دیجیتال با دقت ۱ میلی گرم اندازه گیری شد.

نتایج و بحث:

همان گونه که در جدول تجزیه واریانس (جدول۱، ۲ و۳) مشاهده می‌شود تیمار شوری بر کلیه شاخص‌های فیزیولوژیک (نشت یونی، پرولین، محتوای آب نسبی، سدیم و پتاسیم ریشه و اندام هوایی، نسبت پتاسیم به سدیم ریشه و اندام هوایی، فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، پراکسیداز، آسکوربات پر اکسیداز) و مرفولوژیک (وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی و رنگ) در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود.

رنگ: با افزایش تیمار شوری از شدت رنگ کاسته شد. به طوری که بیشترین رنگ (۷/۳) در شاهد و کمترین رنگ (۴/۲) در شوری ۱۶ دسی زیمنس بر متر مشاهده گردید (شکل ۱). کاهش رنگ چمن در شرایط شوری توسط محققین زیادی گزارش شده است (Pessarakli *et al*., 2005; Qian *et al*., 2005). برخی مطالعات بر روی چمن بنت گراس خزنده نشان داد که در شوری ۶/۴ و ۱۲/۷ دسی زیمنس بر متر کیفیت چمن (رنگ) کاهش یافت (Qian *et al*., 2005). بسیاری از مطالعات علت کاهش رنگ چمن را به تخریب کلروفیل نسبت داده‌اند (Kenneth and Marcum, 2008).

وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه: با توجه به جدول (۴) با افزایش سطوح شوری وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی نسبت به تیمار شاهد به صورت معنی داری کاهش یافت. درصد کاهش وزن تر ریشه در سطوح شوری ۴، ۸ و ۱۶ دسی زیمنس بر متر نسبت به تیمار شاهد به ترتیب ۸، ۲۴، ۶۹ درصد بود. همچنین درصد کاهش وزن خشک ریشه در سطوح شوری ۴، ۸ و ۱۶ دسی زیمنس بر متر نسبت به شاهد به ترتیب ۴۷، ۶۱، ۶۹ درصد گزارش گردید. وزن تر اندام هوایی در سطوح شوری ۴، ۸، ۱۶ دسی زیمنس بر متر نسبت به تیمار شاهد به ترتیب ۱۸، ۳۵ و ۵۷ درصد کاهش و وزن خشک اندام هوایی به ترتیب ۱۸، ۲۶ و ۵۶ درصد کاهش نشان داد (جدول۴).

در پژوهشی روی چمن برموداگراس مشاهده شد با افزایش شوری میزان وزن خشک و تر اندام هوایی کاهش یافت. اما میزان وزن تر و خشک ریشه ابتدا افزایش (شوری ۱۰۰ میلی مولار) و سپس کاهش (شوری ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی مولار) نشان داد (Hameed and Aahraf, 2008). در مطالعه‌ای روی چمن‌های کنتاکی بلوگراس، فستوکا پابلند و آلکالی‌گراس مشاهده شد به ترتیب در شوری‌های ۴/۹، ۱۰ و ۲۰ دسی زیمنس بر متر ۵۰ درصد رشد ساقه کاهش یافت. کاهش ۵۰ درصدی رشد ریشه نیز به ترتیب در شوریهای ۵/۸، ۱۹/۶ و ۲۴/۹ مشاهده شد (Alshammary *et al*., 2004). با افزایش سطوح شوری رشد اندام هوایی در چمن برموداگراس به عنوان چمن متحمل به شوری کاهش و رشد بخش زیر زمینی افزایش یافت (Dudeck and Peacock, 1985). کاهش وزن تر و خشک اندام هوایی در چمن‌ها به عنوان یک مکانیسم مناسب و سازگار تحت تنشهای شدید اسمزی از جمله شوری شناخته شده است (روح الهی و همکاران، ۱۳۸۷). کاهش فتوسنتز بواسطه کاهش سنتز کلروفیل بویژه کلروفیل a تحت تنش شوری از دلایل کاهش وزن خشک اندام هوایی در تنش شوری شناخته شده است (خالقی و رامین، ۱۳۸۵). کاهش ریشه‌زایی تحت تنش شوری متوسط (۴-۸ دسی زیمنس بر متر) در بیشتر چمن‌های حساس به شوری گزارش شده است

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-07-13]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1393.3.7.11.4]

جدول۱- تجزیه واریانس اثر شوری بر خصوصیات رنگ، وزن تر و خشک اندام‌هوایی، وزن تر و خشک ریشه و درصد نشت یونی در چمن علف گندمی بیابانی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		رنگ	وزن تر اندام‌هوایی	وزن خشک اندام‌هوایی	وزن تر ریشه	وزن‌خشک ریشه	درصد نشت یونی
بلوک	۲	۰/۰۲۹*	۰/۰۰۵*	۰/۲۰۱*	۷/۳۶*	۳/۷۱*	۶/۶۵۵*
شوری	۳	۵/۹۰۰**	۵۴/۶۱**	۳۵/۲۸۶**	۲۵۶۷/۱۷**	۱۱۴۶/۹۶**	۳۷۵/۰۶**
خطا	۶	۰/۰۴	۰/۰۲۱	۰/۰۱	۲	۲۸/۲۲	۲/۷۹
ضریب تغییرات		۳/۶۰	۱/۱۵	۱/۱۳	۱/۹۹	۱۵/۱۵	۲/۰۲

ns عدم اختلاف معنی دار ،* و **: به ترتیب اختلاف معنی دار در سطح احتمال۵ درصد و یک درصد.

جدول۲- تجزیه واریانس اثر شوری بر پتاسیم و سدیم ریشه و اندام هوایی و نسبت پتاسیم به سدیم ریشه و اندام هوایی در چمن علف گندمی بیابانی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		پتاسیم اندام‌هوایی	سدیم اندام‌هوایی	پتاسیم/سدیم اندام‌هوایی	پتاسیم ریشه	سدیم ریشه	پتاسیم/سدیم ریشه
بلوک	۲	۰/۰۰۱*	۰/۰۲۲*	۰/۰۰۸*	۰/۰۰۰۰۱*	۰/۰۰۱۲*	۰/۰۰۰۲*
شوری	۳	۰/۳۳**	۲۲/۱۸۶**	۱/۰۲**	۱/۴۲۸**	۹/۱۲۱**	۱۰/۹۲۱**
خطا	۶	۰/۰۰۷	۰/۰۶۰	۰/۰۰۷	۰/۰۰۰۰۳	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۲
ضریب تغییرات		۱۲/۶۰	۶/۷۴	۱۹/۰۳	۰/۵۱	۰/۸۵	۱/۰۷

ns عدم اختلاف معنی دار ،* و **: به ترتیب اختلاف معنی دار در سطح احتمال۵ درصد و یک درصد.

جدول۳- تجزیه واریانس اثر شوری بر پرولین، محتوای آب نسبی و فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، پراکسیداز، آسکوربات پر اکسیداز در چمن علف گندمی بیابانی

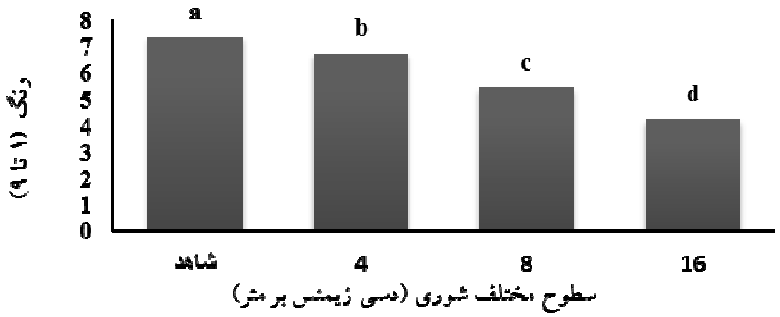
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		پرولین	محتوای آب نسبی	آنزیم کاتالاز	آنزیم پراکسیداز	آنزیم آسکوربات پر اکسیداز
بلوک	۲	۰/۶۸*	۰/۲۲۲*	۰/۳۸۸*	۰/۱۹۲*	۰/۰۱*
شوری	۳	۱۰۹۲/۵۲**	۶۸/۵۸**	۷۲۸/۹۳**	۲۱۸/۹۹**	۰/۵۷۳**
خطا	۶	۰/۶۶	۰/۱۰	۳/۱۵	۰/۱۶	۰/۰۰۳
ضریب تغییرات		۴/۴۸	۱/۶۱	۷/۳۰	۲/۵۷	۴/۶۱

ns عدم اختلاف معنی دار ،* و **: به ترتیب اختلاف معنی دار در سطح احتمال۵ درصد و یک درصد.

(Kenneth and Marcum, 2008). کاهش رشد در شوری های بالا می‌تواند به دلیل کاهش انرژی مورد نیاز برای رشد و از بین رفتن تورژسانس باشد. کاهش انرژی می تواند نتیجه انحراف مواد فتوسنتزی به سمت انتقال

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-07-13]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1393.3.7.11.4]



شکل۱- اثر تیمار شوری بر میزان رنگ چمن علف گندمی بیابانی. صفت رنگ بر اساس دستورالعمل NTEP ارزیابی گردید و از ۱ تا ۹ امتیاز داده شد، به طوری که عدد ۹ بالاترین رنگ و عدد ۱ کمترین رنگ را نشان داد. میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه از نظر آماری تفاوتی ندارند (LSD= 0.42).

جدول۴- جدول مقایسه میانگین اثر شوری بر میزان وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی گونه علف گندمی بیابانی

شوری (دسی‌زیمنس برمتر)	وزن تر اندام هوایی	وزن خشک اندام هوایی	وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه
			(گرم در گلدان)	
شاهد	۱۷/۴۲^{a}	۱۴/۵۹^{a}	۹۵/۲۴^{a}	۶۳/۱۲^{a}
۴	۱۴/۲۵^{b}	۱۱/۸۴^{b}	۸۷/۰۱^{b}	۳۳/۱۴^{b}
۸	۱۱/۲۸^{c}	۱۰/۶۹^{c}	۷۲/۰۷^{c}	۲۴/۵۴^{bc}
۱۶	۷/۴۱^{d}	۶/۳۴^{d}	۲۹/۵۰^{d}	۱۹/۴۰^{c}
LSD	۰/۲۹	۰/۲۴	۲/۸۲	۱۰/۶۱

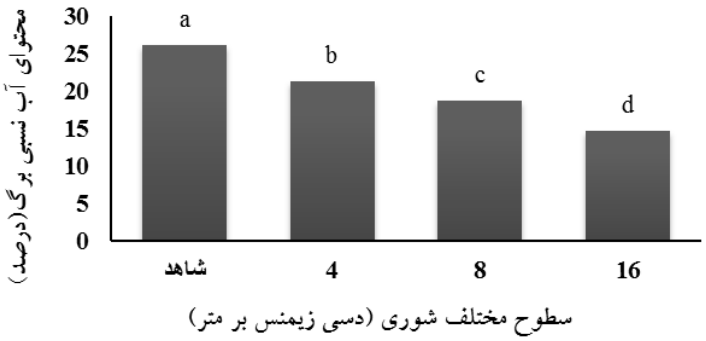
درهر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک باشند تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد آزمون LSD ندارند.

فعال و جذب یون‌ها باشد. در شوری بالا گسترش سلولی می‌تواند در اثر تجمع نمک‌ها در دیواره‌های سلول کاهش یافته و در نتیجه باعث کاهش تورژسانس سلول شده و سر انجام رشد را کاهش دهد (Kamal Uddin *et al*., 2009).

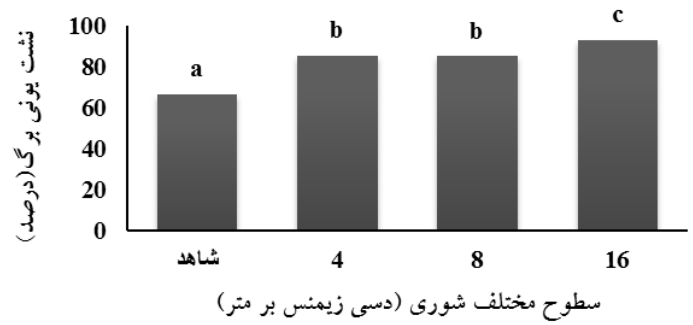
محتوای آب نسبی: اثر تیمار شوری بر میزان محتوای آب نسبی نشان داد که با افزایش سطوح شوری میزان محتوای آب نسبی کاهش یافت. کمترین و بیشترین میزان محتوای آب نسبی به ترتیب در شاهد و در تیمار ۱۶ دسی زیمنس بر متر مشاهده گردید. با افزایش سطوح شوری به ۴، ۸ و ۱۶ دسی زیمنس بر متر محتوای آب نسبی برگها نسبت به شاهد به ترتیب ۱۸، ۲۸ و ۴۳ درصد کاهش نشان داد (شکل ۲). مطالعات متعددی همبستگی منفی بین محتوای آب نسبی و افزایش تنش شوری را نشان می‌دهند (Munns *et al*., 2006). در پژوهشی علت کاهش محتوای آب نسبی با افزایش تنش شوری در دو گونه چمن فصل گرم برموداگراس و زویسیا گراس، کاهش پتانسیل آب برگ و کاهش جذب آب از ریشه‌ها بیان گردید (Marcum and Murdoch, 1990).

نشت یونی: با توجه به نتایج بدست آمده، افزایش تیمار شوری باعث افزایش نشت یونی برگها گردید. اما بین تیمارهای ۴ دسی زیمنس بر متر (۸۵/۳۲) و ۸ دسی زیمنس بر متر (۸۵/۱۶) تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل۳). نفوذ پذیری غشا معیاری از میزان صدمات حاصله از تنش شوری می‌باشد (Lauchli and Grattan, 2007). تنش

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-07-13]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1393.3.7.11.4]



شکل۲- اثر تیمار شوری بر محتوای آب نسبی برگ در چمن علف گندمی بیابانی. میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه از نظر آماری تفاوتی ندارند (LSD= 0.64).



شکل۳-اثر تیمار شوری بر میزان نشت یونی در چمن علف گندمی بیابانی. میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه از نظر آماری تفاوتی ندارند (LSD= 3.33).

شوری به واسطه تولید گونه‌های فعال اکسیژن منجر به تخریب غشاهای سلولی و افزایش تراوش الکترولیت و از دست دادن یون‌ها می‌گردد (Kenneth and Marcum, 2008). از دیگر دلایل تخریب غشا سلولی جایگزینی یون سدیم با کلسیم در غشاء گزارش شده است (Shi and Sheng, 2004).

سدیم و پتاسیم ریشه و اندام هوایی: نتایج جدول مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش شدت شوری میزان پتاسیم و نسبت پتاسیم به سدیم ریشه و اندام هوایی کاهش و میزان سدیم در این اندامها افزایش یافت. درصد کاهش پتاسیم ریشه در سطوح شوری ۴، ۸ و ۱۶ دسی زیمنس بر متر نسبت به شاهد به ترتیب ۵۳، ۵۷ و ۷۳ درصد و درصد کاهش پتاسیم اندام هوایی در تیمارهای شوری ۴، ۸ و ۱۶ دسی زیمنس بر متر نسبت به شاهد به ترتیب ۲۸، ۵۳ و ۶۹ درصد بود. همچنین با افزایش سطوح شوری میزان پتاسیم موجود در اندام هوایی کمتر از ریشه گزارش گردید (جدول ۵). درصد افزایش سدیم اندام هوایی در سطوح شوری ۴، ۸ و ۱۶ دسی زیمنس بر متر نسبت به شاهد به ترتیب ۱۷۲، ۴۰۳ و ۷۳۹ درصد بود. درحالی که افزایش سدیم در ریشه در سطوح شوری ۴، ۸ و ۱۶ دسی زیمنس بر متر نسبت به شاهد به ترتیب ۲۷۵، ۴۴۰ و ۷۹۹ درصد گزارش گردید. در کلیه سطوح شوری میزان سدیم اندام هوایی بیشتر از ریشه و نسبت پتاسیم به سدیم ریشه بیشتر از اندام هوایی بود (جدول ۵).

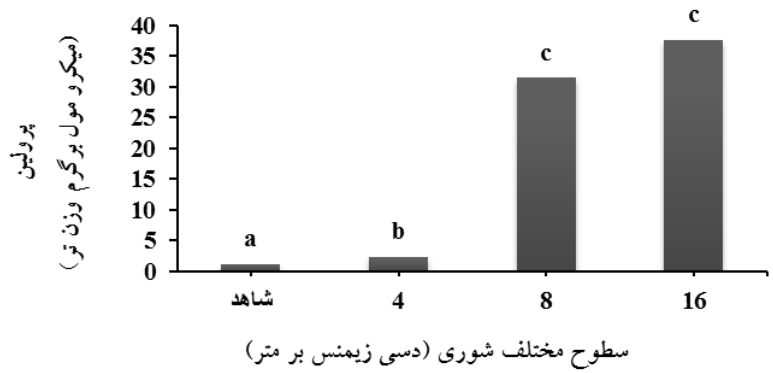
در پژوهشی بر روی چمن‌های برمودا‌گراس،

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-07-13]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1393.3.7.11.4]

جدول ۵- جدول مقایسه میانگین اثر شوری بر میزان سدیم و پتاسیم (میلی گرم بر گرم ماده خشک) اندام هوایی و ریشه و نسبت پتاسیم به سدیم بخش هوایی و ریشه گونه علف گندمی بیابانی

شوری (دسی‌زیمنس برمتر)	سدیم اندام هوایی	پتاسیم اندام هوایی	سدیم ریشه	پتاسیم ریشه	نسبت پتاسیم به سدیم اندام هوایی	نسبت پتاسیم به سدیم ریشه
شاهد	۰/۸۵۱^{d}	۱/۱۱۱^{a}	۰/۵۲۲^{d}	۲/۱۵۳^{a}	۱/۳۱۶^{a}	۴/۱۱۹^{a}
۴	۲/۳۱۷^{c}	۰/۷۹۳^{b}	۱/۹۶۰^{c}	۱/۰۰۱^{b}	۰/۳۵۱^{b}	۰/۵۰۵^{b}
۸	۴/۲۸۳^{b}	۰/۵۲۰^{c}	۲/۸۲۰^{b}	۰/۹۲۱^{c}	۰/۱۲۱^{c}	۰/۳۲۵^{c}
۱۶	۷/۱۴۰^{a}	۰/۳۴۳^{d}	۴/۶۹۵^{a}	۰/۵۶۰^{d}	۰/۰۴۸^{c}	۰/۱۱۷^{d}
LSD	۰/۴۹۱	۰/۱۷۴	۰/۰۴۲	۰/۰۱۱	۰/۱۷۴	۰/۰۲۷

درهر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک باشند تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد آزمون LSD ندارند.



شکل۴- اثر تیمار شوری بر میزان تجمع پرولین در چمن علف گندمی بیابانی. میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه از نظر آماری تفاوتی ندارند (LSD= 1.62).

زویسیاگراس و پاسپالیوم گزارش شد که با افزایش شوری میزان تجمع سدیم در بخش هوایی و ریشه افزایش و میزان پتاسیم کاهش می‌یابد (Chen *et al*., 2009). انتقال سدیم و پتاسیم به درون سلول توسط پرتئینهای مشترک انجام شده و به این دلیل این دو کاتیون برای ورود به سلولها با یکدیگر رقابت می‌کنند. تحت تنش شوری با توجه به غلبه سدیم بر پتاسیم، حتی با وجود ناقلین با تمایل بالا، باز هم در گیاه کمبود پتاسیم اتفاق خواهد افتاد (Schachtman and Liu, 1999). از طرفی تجمع سدیم در ریشه و عدم انتقال آن به بخش‌های هوایی سازوکاری است که در برخی از گیاهان مقاوم به شوری مشاهده می شود (میرمحمد میبدی و قره یاضی، ۱۳۸۱). به طور کلی گزارش شده است که گیاهان متحمل به شوری نسبت به گیاهان حساس به شوری میزان سدیم و کلر کمتری را به بخش هوایی منتقل می‌کنند که این مطلب در گیاهان چمنی از قبیل کنتاکی بلوگراس (Hester *et al*., 2001)، پاسپالوم و برموداگراس (Grieve *et al*., 2004) گزارش شده است. ارتباط نسبت K^{+}/Na^{+} بافتها با تحمل به شوری را بعنوان یکی از قویترین شاخصها برای انتخاب صحیح جهت اصلاح تحمل به شوری بر شمرده‌اند (Dvorak *et al*., 1994). تحمل به شوری به میزان جذب و انتقال یون‌های نمک از ریشه به اندام هوایی بستگی دارد

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-07-13]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1393.3.7.11.4]

جدول ۶- جدول مقایسه میانگین اثر شوری بر فعالیت آنزیمهای آنتی اکسیدانت در بررسی تحمل به شوری گونه علف گندمی بیابانی

شوری (دسی‌زیمنی برمتر)	آنزیم کاتالاز (واحد بر گرم وزن تر)	آنزیم پراکسیداز (واحد بر گرم وزن تر)	آنزیم آسکوربات پراکسیداز (واحد بر گرم وزن تر)
شاهد	۷/۴۴^{d}	۷/۳۸^{d}	۰/۶۷^{c}
۴	۱۶/۰۷^{c}	۱۱/۵۶^{c}	۱/۲۹^{b}
۸	۳۱/۵۵^{b}	۱۶/۶۱^{b}	۱/۴۱^{b}
۱۶	۴۲/۳۱^{a}	۲۷/۱۸^{a}	۱/۷۱^{a}
LSD	۳/۵۵	۰/۸۰۶	۰/۱۱۷

درهر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک باشند تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد آزمون LSD ندارند.

و گیاهانی که دارای قابلیت دفع کنندگی یون‌های سدیم و کلر باشند مقدار بیشتری از این عناصر را در بافت ریشه ذخیره می‌کنند (Melgar *et al*., 2008).

پرولین: بر اساس نتایج بدست آمده با افزایش تیمار شوری تجمع پرولین در برگ‌ها افزایش یافت. میزان پرولین تولیدی در سطوح شوری ۴، ۸ و ۱۶ دسی زیمنس بر متر به ترتیب ۱/۹۵، ۲۶/۶۳ و ۳۱/۸۳ برابر شاهد بود (شکل ۴). افزایش میزان پرولین در گیاهان تحت شوری توسط پژوهشگران زیادی نشان داده شده است (Ashraf and Ali, 2008) که با نتایج این پژوهش همسو می‌باشد. همچنین اثر شوری بر ۶ گونه چمن نشان داد که در همه گونه‌ها با افزایش شوری میزان تجمع پرولین برگ بیشتر شد (Kamal Uddin *et al*., 2012). در پژوهشی دیگر بر روی چمن‌های فستوکا پابلند، کنتاکی بلوگراس، آلکالی گراس و سالت گراس با افزایش شوری تجمع پرولین افزایش یافت. از طرفی میزان تجمع پرولین در چمن آلکالی گراس درتیمار شوری ۹/۴ دسی زیمنس بر متر ۲۲۲ درصد بیشتر از دیگر گونه‌ها بود (Alshamary, 2012). پرولین اسید آمینه کلیدی است که در هنگام تنش شوری، به جهت تنظیم اسمزی، حفظ ساختار پروتئین‌ها و از بین بردن رادیکال‌های آزاد در گیاه مقدار آن به بالاترین مقدار می‌رسد و از اثرات مخرب تنش بر گیاه می‌کاهد (میر محمد میبدی و قره یاضی، ۱۳۸۱). با بر هم خوردن توازن یونی و کاهش برخی یونها بویژه یون پتاسیم بر اثر شوری، حفظ پتانسیل اسمزی سلول از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد. افزایش میزان پرولین از این مرحله به بعد به عنوان مکانیسم مقاومت به شوری وارد عمل می شود البته برخی گزارشات نیز تولید پرولین را ناشی از آسیب فیزیولوژیک دانسته‌اند و بر این باورند که افزایش پرولین نتوانسته است خسارات ناشی از تنش را کاهش دهد (Alshammary *et al*., 2004).

فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت: با توجه به جدول (۶) فعالیت کلیه آنزیمهای مورد بررسی با افزایش سطوح شوری افزایش یافت. به گونه‌ای که کمترین فعالیت آنزیمی متعلق به شاهد و بیشترین فعالیت متعلق به تیمار ۱۶ دسی زیمنس بر متر بود. از طرفی بین سطوح شوری ۴ و ۸ دسی زیمنس بر متر تفاوت معنی‌داری در فعالیت آنزیم آسکوربات پر اکسیداز مشاهده نشد. درصد افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز و پر اکسیداز در سطوح شوری ۴، ۸ و ۱۶ دسی زیمنس بر متر نسبت به شاهد به ترتیب ۱۱۵، ۳۲۴، ۴۶۸ درصد و ۵۶، ۱۲۵، ۲۶۸ درصد گزارش گردید (جدول ۶). همچنین با افزایش سطوح شوری به ۴، ۸ و ۱۶ دسی زیمنس بر متر میزان فعالیت آنزیم آسکوربات پر اکسیداز نسبت به شاهد به ترتیب ۹۲، ۱۱۰ و ۱۵۵ درصد افزایش نشان داد.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-07-13]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1393.3.7.11.4]

افزایش میزان فعالیت آنزیم‌های آسکوربات پراکسیداز، کاتالاز و پراکسیداز در گیاهان تحت تنش شوری توسط پژوهشگران زیادی نشان داده شده است (Sairam and Tyagi, 2004; Sreenivasulu *et al.*, 2000) که با نتایج این پژوهش همسو می‌باشد. در مطالعه‌ای بر چمن برموداگراس (Hu *et al.*, 2012) و کنتاکی بلوگراس (Xu *et al.*, 2013)افزایش شوری فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، آسکوربات پراکسیداز و سوپراکسیددسیموتاز را به صورت معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش داد. همچنین در پژوهشی روی آفتابگردان و گلرنگ مشاهده شد که در سطح شوری ۱۰/۸ دسی زیمنس بر متر فعالیت آنزیم کاتالاز و پراکسیداز افزایش یافت (Jabeen and Ahmad, 2013). تحت تنشهای محیطی از جمله شوری گیاهان از طریق سنتز آنزیمهایی از قبیل سوپراکسیددسموتاز (SOD) اقدام به جمع آوری رادیکالهای آزاد تولید شده در اندامکهای کلروپلاست و میتوکندری می‌نمایند. سپس پراکسید هیدروژن توسط آنزیم‌هایی مانند آسکوربات پراکسیداز و کاتالاز جمع آوری می‌گردد (Sairam and Tyagi, 2004).

نتیجه گیری کلی:

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که با افزایش شوری رنگ، وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه، محتوای آب نسبی برگها و میزان پتاسیم موجود در اندام هوایی و ریشه کاهش یافت. همچنین شوری باعث افزایش سدیم اندام هوایی و ریشه، نشت یونی برگها، پرولین و فعالیت آنزیم ها گردید. باتوجه به کاهش کیفیت ظاهری (رنگ)، محتوای آب نسبی برگها و همچنین افزایش نشت یونی دیواره سلولی به نظر نمی‌رسد افزایش تولید پرولین و فعالیت آنزیمهای آنتی اکسیدانی توانسته باشند خسارات ناشی از تنش‌های شوری و اکسیداتیو را در این گونه چمنی کاهش داده باشند. انتقال کمتر سدیم به بخش هوایی و تجمع بیشتر آن در ریشه و کاهش کمتر وزن ریشه نسبت به اندام هوایی تحت تنش شوری از مکانیسمهای گیاهان متحمل به شوری می‌باشند. بنابراین با افزایش سطوح شوری، در گونه علف گندمی با توجه به بیشتر بودن یون سدیم در ریشه و کاهش بیشتر وزن خشک ریشه نسبت به اندام هوایی هیچ یک از مکانیسمهای مقاومت به شوری ذکر شده در بالا مشاهده نشد. تمامی شاخصهای اندازه گیری شده در این آزمایش از همان شوری ۴ دسی زیمنس بر متر تفاوت معنی‌داری را با شاهد نشان داد. به نظر می‌رسد آستانه تحمل به شوری گونه علف گندمی بیابانی کمتر از ۴ دسی زیمنس بر متر بوده که برآورد دقیق تر آن نیاز به بررسیهای بیشتر در سطوح شوری مختلف کمتر از ۴ دسی زیمنس بر متر دارد.

منابع:

احمدی، ص.، بصیری، م و اعتمادی، ن. (۱۳۹۱) مقایسه تحمل به خشکی پنج گونه، رقم و جمعیت چمن برای استفاده در فضای سبز علوم و فنون باغبانی ایران ۴: ۴۰۴-۳۹۱.

خالقی، ا. و رامین ع. ا. (۱۳۸۴) بررسی اثرات شوری بر شاخص‌های رشد و نمو چمن‌های *Lolium perenne L, Festuca arundinazea* و *Cynodon dactylon*. علوم فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۹: ۵۷-۶۸.

روح الهی، ا.، کافی، م. صیاد امین، پ. و ارغوانی، م. (۱۳۸۷) اثرات سطوح شوری بر جوانه‌زنی و رشد اولیه سه جنس چمن پوآ، سینودون و لولیوم. پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی ۸۱: ۱۵۳-۱۴۷.

میرمحمدی میبدی، ع. م. و قره یاضی، ب. (۱۳۸۱) جنبه های فیزیولوژیک وبه نژادی تنش شوری گیاهان. مرکزنشردانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان.

Alshammary, S. F. (2012) Effect of salinity on water relations of four turfgrasses. African Journal of Agricultural Research 7: 5498-5505.

Alshammary, S. F., Qian, Y. L. and Wallner, S. J.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-07-13]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1393.3.7.11.4]

Distribution, Functional Ecology of Plants 203: 683-694.

Hester, M. W., Mendelssohn, I. A. and Mckee, K. L. (2001) Species and population variation to salinity stress in *Panicum hemitomon*, *Spartina patens*, and *Spartina alterniflora*: morphological and physiological constraints. Environmental and Experimental Botany 46: 277–297.

Hu, L., Huang, Z., Liu, S. and Fu, J. (2012) Growth response and gene expression in antioxidant-related enzymes in two Bermudagrass genotypes differing in salt tolerance. Journal of the American Society for Horticultural Science 137: 134-143.

Jabeen, N. and Ahmad, R. (2013) The activity of antioxidant enzymes in response to salt stress in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) and sunflower (*Helianthus annuus* L.) seedlings raised from seed treated with chitosan. Journal of the Science of Food and Agriculture 93: 1699-1705.

Kamal Uddin, M. d., Juraimi, A. SH., Ismail, M. R., Othman, R. and Abdul Rahim, A. (2009) Growth response of eight tropical turfgrass species to salinity. African Journal of Biotechnology 8: 5799-5806.

Kamal Uddin, M. d., Juraimi, A. SH., Ismail, M. R., Alamgir Hossain, M. d., Othman, R. and Rahim, A. (2012) Physiological and growth responses of six turfgrass species relative to salinity tolerance. The Scientific World Journal 10: 24-38.

Kenneth, B. and Marcum, K. B. (2008) Relative salinity tolerance of turfgrass species and cultivars. In: Hand Book of Turfgrass Management and Physiology (ed. Pessarakli, M.) Pp. 389-390. CRC press.

Koski, J., Qian, Y., Hughes, H. G., Christensen, D. K. and Reid, S. (1999) Alternative grasses for western U.S. Lawns. Agronomy Journal 91: 137.145.

Lauchli, A. and Grattan, S. R. (2007) Plant growth and development under salinity stress. In: Advance in Molecular Breeding Toward Drought and Salt Tolerant Crops (eds. Matthew, A. and Hasegawa, M.) Pp. 25-26. Springer.

Lutts, S., Kinet, J. M. and Bouharmont, J. (1995) Changes in plant response to NaCl during development of rice (*Oryza sativa* L.) varieties differing in salinity resistance. Journal of Experimental Botany 46: 1843 – 1852.

Man, D., Boa, Y. X., Han, B. and Zhang, X. (2011) Drought tolerance associated with proline and hormone metabolism in two tall fescue cultivars. HortScience, 7: 1027–1032.

Marcum, K. B. and Murdoch, C. L. (1990) Growth responses, ion relations, and osmotic adaptations of eleven C4 turfgrasses to salinity. Agronmy Journal 82:892–896.

(2004) Growth response of four turfgrass species to salinity. Agricultural Water Management 66: 97-111.

Ashraf, M. and Ali, Q. (2008) Relative membrane permeability and activities of some antioxidant enzymes as the key determinants of salt tolerance in canola (*Brassica napus* L.). Environmental and Experimental Botany, 63: 266–273.

Bates, L. S., Woldren, R. P. and Teare, I. D. (1973) Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant Soil 39: 205-207.

Blokhina, O., Virolainen, E. and Fagestedt, K. V. (2003) Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: a review. Annals of Botany 91:179-194.

Bonson, S. A., Meyer, W. A. and Murphy, J. A. (2000) Classification of Kentucky bluegrass genotypes grown as spaced plants. HortScience 35: 910-913.

Chen, J., Yan, J., Qian, Y., Jiang, Y. and Zhang, T. (2009) Growth responses and ion regulation of four warm season turfgrasses to long-term salinity stress. Scientia Horticulturae 122: 620–625.

Cherki, G. H., Foursy, A. and Fares, K. (2002) Effects of salt stress on growth inorganic ions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet cultivars. Environmental and Experimental Botany 47: 39-50.

Daniel, G. O., Loren, S. T. J. and Jensen, K. B. (2001) Crested Wheatgrass (*Agropyron cristatum*) and *Agropyron desertorum* accessions. Canadian Journal Plant Science 70: 707-716.

Dvorak, J., Noaman, M. Goyal, M. S. and Gorham, J. (1994) Enhancement of the salt tolerance of *Triticum turgidum* L. by the Kna1 locus transferred from the *Triticum aestivum* L. chromosome 4D by homoeologous recombination. Theoretical and Applied Genetics 87:872-877.

Dudeck, A. E. and Peacock, C. H. (1985) Effects of salinity on *Seashore paspalum* turfgrasses. Agronomy Journal 77: 47-50.

Gorham, J. (1996) Mechanisms of salt tolerant halophytes. In: Halophytes and Biosaline Agriculture (eds. Choukr Allah, R., Malcolm, C. Y. and Hamdy, A.) Pp. 31-53. CRC press.

Grieve, C. M., Poss, J. A., Grattan, S. R., Suarez, D. L., Benes, S. E. and Robinson, P. H. (2004) Evaluation of salt-tolerant forages for sequential water reuse systems: II. plant – ion relations. Agricultural Water Management 70: 121–135.

Hameed, M. and Ashraf, M. (2008) Physiological and biochemical adaptations of *Cynodon dactylon* (L.) Pers from the Salt Range (Pakistan) to salinity stress. Flora - Morphology,

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-07-13]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1393.3.7.11.4]

Physiology and Plant Molecular Bioogy l44: 357–384.

Sairam, R. K., Veerabhadra, K. and Srivastava, G. C. (2002) Differential response of wheat genotypes to long term salinity stress in relation to oxidative stress, antioxidant activity and osmolyte concentration. Plant Science 163: 1037-1064.

Sairam, R. and Tyagi, A. (2004) Physiology and molecular biology of salinity stress tolerance in plants. Current science 86: 407-421.

Schachtman, D. P. and Liu, W. (1999) Molecular pieces to the interaction between potassium and sodium uptake in plants. Trends Plant Science, 4: 281-287.

Shi, D. and Sheng, Y. (2004) Effect of various salts alkaline mixed stress conditions on sunflower seedling and analysis of their stress factors. Environmental and Experimental Botany 54: 8-21.

Sreenivasulu, N., Grimm, B., Wobus, U. and Weschke, W. (2000) Differential response of antioxidant compounds to salinity stress in salt tolerant and salt-sensitive seedlings of foxtail millet (*Setaria italic).* Physiologia Plantarum 109: 435-442.

Turgon, A. S. (1991) Turfgrass management. Prentic- Hall, USA

Xu, R., Yamada, M. and Fujiyama, H. (2013) Lipid peroxidation and antioxidative enzymes of two turfgrass species under salinity stress. Pedosphere 23: 213-222.

Marcum, K. B. and Pessarakli, M. (2010) Salinity Tolerance of Ryegrass turf cultivars. HortScience 45: 1882-1884.

Melgar, J. C., Syvertsen, J. P. and Martinez, V. (2008) Leaf gas exchange, water relations, nutrient content and growth in citrus and olive seedlings under salinity. Biologia Plantarum 52: 385-390.

Munns, R., James, R. A. and Lauchli, A. (2006) Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. Journal of Experimental Botany 57: 1025-1043.

Pessarakli, M., Kopec, D. and Gilbert, J. (2005) Competitive growth responses of three cool-season turfgrasses to salinity and drought stress. In: International Conference on Turfgrass Science and Management for Sports Fields. Beijing. China.

Qian, Y. L., Engelke, M. C. and Foster, M. J. V. (2000) Salinity effects on Zoysiagrass cultivars and experimental lines. Crop Science 40: 488–492.

Qian, T. L., Wilheim, S. J. and Marcum, K. B. (2001) Compartive Response of two Kentaky bluegrass cultivars to salinity stresses. Crop Science 41: 1895-1900.

Qian, Y. L., Fu, J. M., Klett, J. and Newman, S. E. (2005) Effects of long-term recycled wastewater irrigation on visual quality and ion content of ponderosa pine. Journal of Environmental Horticulture 23: 185–189.

Rhodes, D. and Hanson, A. D. (1993) Quaternary ammonium and tertiary sulfonium compounds in higher plants. Annual Review of Plant

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-07-13]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1393.3.7.11.4]