نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۱، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۶، ص.۴۰۰-۳۸۹
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 2, Summer 2017, P. 389-400
ISSN: 2008 - 4730

بررسی چگونگی پاسخ‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی چمن بومی جنس آگروپیرون به تنش رطوبتی

مهدی یعقوبی[۱]- مهدی پارسا[۲*] - علی گزانچیان[۳]-حمیدرضا خزاعی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۳/۱۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۱۹

چکیده

از مهم ترین مشکلات در جهت توسعه فضای سبز و چمن کاری، کمبود منابع آبی می‌باشد. این تحقیق به منظور بررسی عملکرد و مقاومت چمن‌های بومی در برابر تنش رطوبتی به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی در سال ۱۳۹۲ در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان به اجرا در آمد. گونه‌های مختلف چمن بومی اگروپیرون شامل *A. elongatum* ،*A. desertorum* ، *A. cristatum* و چمن وارداتی Super sport و ۳ سطح تنش شامل تنش شدید (۴۵ درصد ظرفیت زراعی)، تنش متوسط (۶۵ درصد ظرفیت زراعی) و شاهد (۸۵ درصد ظرفیت زراعی) تیمارهای آزمایش را تشکیل می‌دادند. نتایج آزمایش نشان داد که تحت شرایط تنش رطوبتی گونه بومی *A. elongatum* بیشترین طول برگ، میزان کلروفیل a و b، کلروفیل کل، پرولین و محتوای آب نسبی برگ (RWC) را با ۸۲/۱۲ درصد و کمترین میزان را چمن سوپر اسپورت به خود اختصاص داد. کمترین نشت یونی با ۱۷/۹۱ درصد نیز در گونه *A. elongatum* مشاهده شد. می‌توان گفت گونه‌های چمن بومی مقاومت بیشتری نسبت به چمن وارداتی تحت شرایط خشکی داشتند و بهترین کیفیت ظاهری در ۲ گونه بومی *A. elongatum* و *A. desertorum* تحت تنش ۶۵ درصد ظرفیت زراعی رویت شد.

واژه‌های کلیدی: ظرفیت زراعی، گونه ها، کلروفیل، پرولین، محتوی آب نسبی برگ، کیفیت طاهری

مقدمه

چمن که از دیرباز به عنوان یکی از مهمترین گیاهان پوششی شناخته شده، از اجزای اصلی و جدا نشدنی فضاهای سبز بوده و از عناصر اصلی و جزء لاینفک طراحی فضای سبز به شمار می‌آید (۳۳). از مهم ترین موارد کاربرد چمن می‌توان به ایجاد زمین‌های ورزشی و بازی، فضای سبز پارک ها و مناطق مسکونی، کاشت در بزرگراه‌ها به منظور دفع مواد سمی حاصل از سوخت وسائل نقلیه، افزایش تولید اکسیژن و تهویه هوا و جلوگیری از فرسایش خاک و تبخیر شدید آب از سطح زمین اشاره کرد (۳۰). نکته مهم در مورد چمن این است که این گیاه نیاز به آبیاری زیاد دارد. در واقع مقدار آب قابل دسترس، یک فاکتور عمده محدودکننده توزیع، رشد و بازدهی گونه‌های مختلف چمن می‌باشد. در کشورهایی نظیر ایران که آب و هوای خشک دارند، نیاز به مراقبت زیاد داشته و هزینه نگهداری آن بسیار بالا می‌باشد.

تنش خشکی باعث کاهش فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای، بیوماس، رشد و در نهایت عملکرد گیاه می‌شود (۱، ۷ و ۳۱). کارچر و همکاران نشان دادند در بین ارقام تال فسکیو، رقم Millennium و Rebel Exeda[۲] به ترتیب بهترین و بدترین عملکرد و کیفیت را در مواجه با تنش داشتند (۲۵ و ۲۶). در گیاهان گرامینه، خشکی باعث طویل شدن میانگره‌ها می‌شود (۴۰). در بسیاری از گراس‌های مقاوم به خشکی، کاهش رشد در اندام هوایی و افزایش وزن ریشه در پاسخ به تنش خشکی اتفاق می‌افتد. در پژوهشی دیگر نشان داده شد که چمن چاوداری (*Lolium perenne*) و علف گندمی (*Agropyron desertorum*) و برموس (*Bromus inermis*) مقاومت بالایی نسبت به تنش خشکی دارند (۳۰). در مطالعه باستوک و بایوکتاس تنش آبیاری منجر به کاهش یکنواختی و کاهش درصد پوشش سطح چمن شد (۵). مگنی و همکاران (۲۹) نشان دادند که بافت سبک شنی منجر به افزایش پوشش سطحی چمن و میزان عبور بهتر آب در

۱و ۲ و ۴- به ترتیب دانشجوی دکتری، دانشیار و استاد دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: parsa@um.ac.ir)
۳- دانشیار، بخش جنگل‌ها و مراتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

DOI: 10.22067/jhorts4.v0i0.56268

پروفیل خاک گردید. در مطالعه‌ای توسط سلاح ورزی و همکاران (۳۶) نشان داده شد توده بومی فستوکا هر چند که در شرایط رطوبتی نرمال، کیفیتی پایین‌تر از گونه‌های اصلاح شده دارد، اما در مقابل تنش‌های خشکی به خوبی می‌توانند کیفیت خود را حفظ نمایند. افت کمتر کیفیت ظاهری و شادابی چمن در گونه‌های بومی بنا به نظر بسیاری از محققان می‌تواند ناشی از ایجاد سیستم گسترده ریشه (۲۱) و حفظ بهتر آماس (۴۲)، محتوای نسبی آب برگ (۴۰) و پایداری بهتر غشاء سلول‌ها (۲۲) باشد. داکوستا و هوانگ (۱۱) با مطالعه بنت گراس‌ها، پی بردند که ژنوتیپ‌هایی که فعالیت‌های فیزیولوژیکی مطلوب‌تری را در هنگام تنش خشکی نشان می‌دهند از درجه کیفیت چمن بالاتری برخوردار هستند. وایت و همکاران (۴۳) با بررسی روابط آبی در زوی شیاگراس دریافتند که بعضی ارقام با وجود اینکه مصرف آب بالاتری نسبت به رای گراس چندساله که مصرف آب در آنها پایین است دارند، کیفیت بصری بهتری را نشان نمی‌دهند.

نتایج حاصل از پژوهش سادات احمدی و همکاران (۲) نشان داد تنش خشکی موجب کاهش شاخص رنگ و افزایش نشت الکترولیتی و درصد خشکیدگی برگ شد که در مجموع علف گندمی مقاومت بیشتری نسبت به خشکی دارد. فاو و همکاران (۱۵) بررسی کردند که تنش خشکی می‌تواند باعث ناکارا شدن غشاء سلولی در برگ‌ها شود و به دنبال آن افزایش نفوذپذیری غشاء برای الکترولیت‌ها را سبب گردد. گراس‌هایی که بتوانند تحت شرایط تنش خشکی پایداری غشاء خود را حفظ کنند از نظر محتوای کلروفیل و میزان فتوسنتز و محتوای نسبی آب و پرولین نیز نتایج بهتری را نشان می‌دهند. گونه آگروپیرون بومی به دلیل توسعه و پایداری سیستم ریشه‌ای در زمان وقوع تنش (به منظور جذب بهتر آب)، بالا نگه داشتن میزان محتوی آب برگ (از طریق کاهش عرض برگ)، تجمع بیشتر پرولین و جلوگیری از تخریب غشاء سلولی از بالاترین تحمل به تنش خشکی برخوردار بود (۸ و ۴۰). کارو و دانکن (۱۰) نیز در بررسی ارقام مقاوم تال فسکیو که بین ۱۲ اکوتیپ این چمن انجام شد، متوجه شدند که رقم Rebel II و رقم Arid نسبت به رقم Kentucky 31 مقاومت بیشتر و بهتر به شرایط کمبود اب وجود دارد که ناشی از سازگاری‌های متنوع فیزیولوژیکی مانند حفظ محتوای آب نسبی در حد بالا و پایداری غشاء سلولی و کاهش نشت الکترولیتی می‌باشد. فو و همکاران (۱۵) پی بردند که تنش خشکی باعث ناپایداری غشاء سلولی در برگ‌ها شده و به دنبال آن افزایش نفوذپذیری برای خروج یون‌ها صورت می‌گیرد که هر چه میزان خشکی بیشتر باشد به همان نسبت نیز نشت الکترولیت افزایش می‌یابد. وایت و همکاران (۴۳) افزایش فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز و ذخیره سازی کربوهیدرات‌ها را در زوی شیاگراس در تنش خشکی گزارش کردند.

از آنجا که نمی‌توان در کنار توسعه فضای سبز از مزایا و فواید پوشش سبز چمن چشم پوشی نمود برای تحقق این هدف، استفاده بهینه از منابع گیاهی و آبی ضروری می‌باشد که در این بین راهکار شناسایی و استفاده از گونه‌های مقاوم به خشکی، بهتر و کم هزینه‌تر می‌باشد، چرا که در صورت معرفی وجایگزینی چنین گونه‌هایی که نیاز آبی پایینی داشته و زیبایی بصری قابل قبولی نیز داشته باشند، مطمئنا با منابع آبی موجود می‌توان سطح فضای سبز بیشتری را آبیاری نمود که هدف از انجام این طرح یافتن گونه‌های بومی و مقاوم به تنش رطوبتی است.

مواد و روش‌ها

سه گونه چمن بومی *Agropyrun desertorum*، *Agropyrun elongatum* و *Agropyrun cristatum* همراه با چمن وارداتی Super sport (لولیوم پرنه رقم پانتر[1]،۳۰ درصد، لولیوم پرنه رقم پاراگون[2]،۴۰ درصد، فستوکا رقم روبرا بارل[3]، ۵درصد، فستوکا روبرا رقم رورنت[4]، ۵درصد، پوآ پراتنسیس رقم فول مون[5]، ۲۰درصد) جهت بررسی‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی به صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملا تصادفی در چهار تکرار (۴ گلدان) در گلخانه مورد مطالعه قرار گرفتند. برای این منظور گیاهان به صورت نشایی در لوله‌های P.V.C با قطر ۹ سانتی متر و ارتفاع ۶۰ سانتیمتر به عنوان گلدان و در مخلوط خاکی با ترکیب ۷۰ درصد خاک مزرعه، ۲۰ درصد پیت ماوس و ۱۰ درصد ماسه کشت شدند. پس از استقرار کامل گیاهان پس از ۴۵ روز تیمارهای رطوبتی با سه سطح ۸۵ درصد ظرفیت زراعی (سطح شاهد)، ۶۵ درصد ظرفیت زراعی و ۴۵ درصد ظرفیت زراعی بر روی گیاهان اعمال شد. نحوه آبیاری گلدان‌ها به گونه‌ای بود که پس از مشخص شدن میزان آب مورد نیاز برای رساندن گلدان‌ها به ظرفیت زراعی، میزان آب مورد نیاز برای رساندن گلدان‌ها به این میزان محاسبه و به صورت روزانه گلدان‌ها توزین و ابیاری صورت می‌گرفت (۳۶). برای این منظور هر گلدان با ۷۴۰۰ گرم خاک پر شد. با توجه به اینکه درصد رطوبت وزنی خاک مورد آزمایش در حالت ظرفیت زراعی ۱۸/۲ درصد بود، مقدار آب نگهداری شده برای هر یک از سطوح ظرفیت زراعی تعیین گردید. بنابراین بوسیله توزین روزانه تمامی گلدان ها در ساعت ۱۰ صبح، وضعیت رطوبتی آن ها مشخص گردید. بدین ترتیب نقصان رطوبتی خاک با اضافه نمودن آب به درصدهای ظرفیت زراعی مد نظر رسید (۲۷). سرزنی چمن ها هر ۲ هفته یکبار و از ارتفاع ۶ سانتی متری انجام شد. پس از اعمال تنش رطوبتی ۵ برگ جوان و کامل توسعه یافته برای اندازه‌گیری طول و عرض برگ انتخاب شدند، که این

1 - *Lolium prenne* “Panther”
2 - *Lolium prenne* “Paragon”
3 - *Festuca rubra* “Bareal”
4 - *Festuca rubra* “Reverent”
5 - *Poa pratensis* “Full moon”

اندازه‌گیری توسط خط کش و کولیس ورنیه انجام گردید. کیفیت چمن‌ها با روش بصری، مطابق برنامه جهانی ارزیابی گراس‌ها (روشNTEP) اندازه‌گیری شد، در این روش از اعداد ۱ تا ۹ جهت سنجش کیفیت استفاده که عدد ۱ نشان دهنده رنگ زرد یا قهوه ای و عدد ۹ نشان دهنده رنگ سبز تیره می‌باشد (۴۱).

میزان آب نسبی برگ RWC همزمان با چین برداری و از روش بارس و ویترلی (۱۹۶۲) (۳۴) از فرمول زیر بدست آمد:

$$RWC= (Fw-Dw)/(Tw-Dw) *۱۰۰$$

Fw=وزن تر Dw=وزن خشک Tw=وزن آماس یافته

نشت الکترولیت بر اساس روش بلوم و ابرکن (۸) و با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد.

هدایت الکتریکی اولیه (Ci) و هدایت الکتریکی ثانویه(Cs) $EL = (Ci/Cs) \times ۱۰۰$

میزان غلظت کلروفیل با استفاده از روش هیل و همکاران (۱۹) و با استفاده از روابط زیر اندازه‌گیری شد:

$$Chl\ a\ (\mu g/ml) = (۱۲/۵\times ۶۶۳) - (۲/۵۵\times ۶۴۵)$$

$$Chl\ b\ (\mu g/ml) = (۱۸/۲۹\times ۶۴۵) - (۲/۵۸\times ۶۶۳)$$

$$Chl\ (total) = Chl\ a + Chl\ b$$

Chl= کلروفیل

۶۴۵= میزان جذب نور در طول موج ۶۴۵ نانومتر

۶۶۳=میزان جذب نور در طول موج ۶۶۳ نانومتر

اندازه‌گیری میزان پرولین برگ‌ها از روش بیتس و همکاران (۶) با اندکی تغییرات استفاده شد. به این ترتیب که نمونه تازه با استفاده از نیتروژن مایع خرد شده و با سولفوسالیسیلیک اسید ۳ درصد هموژن می‌گردد. مخلوط حاصل در دمای اتاق نگهداری شده تا به رنگ زرد متمایل به قهوه‌ای درآید. پس از گذراندن مخلوط حاصل از کاغذ صافی به آن اسید استیک و معرف اسیدی ناین هیدرین ۲ اضافه شده و به مدت یک ساعت در حمام آب گرم با دمای ۱۰۰ درجه سانتیگراد قرار داده می‌شود، به منظور توقف واکنش، لوله‌ها در مخلوط آب و یخ قرار داده شده و ۴ میلی لیتر تولوئن به هر کدام از آنها اضافه می‌گردد. به منظور جداسازی اسیدآمینه پرولین، ورتکس انجام می‌شود. پس از آن فاز قرمز رنگ حاوی اسید آمینه پرولین که به صورت جداگانه‌ای در بالا قرار گرفته، جدا شده و جذب مایع رنگی حاوی پرولین در طول موج ۵۲۰ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری می‌شود. در نهایت غلظت واقعی پرولین هر نمونه با استفاده از نمونه‌های استاندارد تهیه شده از پرولین خالص با وزن مولکولی ۱۱۵/۵ محاسبه می‌شود (۳۸). تجزیه آماری اطلاعات به وسیله نرم افزار JMP8 انجام و نمودارها و اشکال توسط نرم افزار EXCEL 2010 رسم شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات مورد بررسی شامل اثرات خشکی، گونه و اثر متقابل خشکی و گونه در جدول ۱ آورده شده است. اثر گونه بر همه صفات مورد بررسی در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. اثر تنش رطوبتی نیز بر همه صفات مورد بررسی به غیر از کلروفیل b در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل گونه و تنش رطوبتی بر همه صفات مورد بررسی به غیر از عرض برگ معنی‌دار بود (جدول ۱).

طول برگ

اثر گونه بر طول برگ معنی‌دار بود بطوری که بیشترین طول شاخساره از گونه *A. elongatum* (۵۱/۸ سانتیمتر) حاصل شد. تنش رطوبتی باعث کاهش طول برگ شد بطوری که کمترین طول برگ از تنش رطوبتی ۴۵ درصد ظرفیت زراعی حاصل شد (جدول ۲). بیشترین (۴۹/۹ سانتی متر) طول شاخساره تحت شرایط تنش رطوبتی از گونه *A. elongatum* و تنش ۶۵ درصد ظرفیت زراعی و کمترین (۱۳/۶ سانتی متر) طول شاخساره از چمن سوپر اسپورت و تنش رطوبتی ۴۵ درصد ظرفیت زراعی حاصل شد (جدول ۳). رشد سلول مهم ترین فرآیندی است که تحت تاثیر تنش رطوبتی قرار می‌گیرد. اولین علامت کمبود آب، کاهش فشار تورژسانس است که منجر به کاهش رشد و نمو گیاه و برگ از طریق کاهش تقسیم و طویل شدن سلول‌ها می‌گردد. لیمیر و چاپمن (۲۷) بیان داشتند که میزان طویل شدن برگ‌ها یکی از مهم ترین ویژگی‌های مورفولوژیکی گراس هاست که تحت تاثیر ژنتیک و شرایط محیطی است. از طرف دیگر تنش خشکی طول ناحیه رشد و همچنین توسعه سلولی را به شدت محدود می‌کند (۳) که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت داشت.

عرض برگ

بیشترین (۰۵/۲ میلی متر) و کمترین (۷۴/۱ میلی متر) عرض برگ به ترتیب از گونه‌های *A. elongatum* و چمن سوپر اسپورت حاصل شد. میزان عرض برگ تحت شرایط تنش‌های خشکی کاهش یافت بطوری که کمترین عرض برگ (۷۴/۱ میلی متر) از تیمار ۴۵درصد ظرفیت زراعی بدست آمد (جدول ۲). اثر متقابل گونه و تنش رطوبتی بر عرض برگ معنی‌دار نشد (جدول ۳). تحقیقات گزانچیان و همکاران (۱۶) نیز نشان می‌دهد اولین پاسخ مورفولوژیکی به خشکی لوله‌ای شدن و کاهش سطح برگ است. جانز و لازنبی (۲۴) نیز بیان کردن دلیل برتری تال فسکیو نسبت به رایگراس در برابر تنش خشکی پیچش برگ‌ها است. این پاسخ گیاه به تنش خشکی از طریق مکانیسم اجتناب، باعث کاهش هدررفت آب برگ‌ها شده و از افت بیشتر کیفیت گیاه در صورت تداوم تنش خشکی جلوگیری می‌کند.

زانگ و همکاران (۴۴) گزارش کردند که تحت شرایط تنش خشکی در گیاهان متحمل، سنتز آبسزیک اسید در ریشه افزایش یافته و به برگ‌ها جهت لوله‌ای شدن برگ منتقل می‌شود.

جدول ۱- تجزیه واریانس تنش رطوبتی بر صفات مورد بررسی گونه های چمن اگروپیرون و چمن سوپر اسپورت.

Table 1- ANOVA of drought stress on studied traits of crested *Agropyron spp* and Super sport turfgrass

		میانگین مربعات MS								
منابع تغییر Source of variance	درجه آزادی Df	پرولین Proline	محتوای نسبی آب برگ RWC	نشت یونی Electron leakage	کلروفیل کل Total Chlorophyll	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل a Chlorophyll a	کیفیت کلی Visual quality	عرض برگ Leaf width	طول برگ Leaf length
گونه Species	3	7.28**	865.61**	1014.76**	24.87**	3.05**	12.86**	1.07**	0.16**	2.91**
خشکی Drought stress	2	9.62**	923.05**	981.61**	16.05**	0.53 ns	11.59**	3.69**	0.27**	14.76**
گونه × خشکی Drought × Species	6	0.20*	389.62**	427.50**	13.94**	1.07*	7/70**	1.65**	0.01 ns	1.55**
خطا Error	24	0.06	5.28	5.31	0.86	0.43	0.48	0.19	0.01	0.12

ns، * و ** به ترتیب عدم معنی داری، معنی داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns, * and **: not significant and significant at 5 and 1% probability level, respectively

جدول ۲- اثر گونه و تنش رطوبتی بر صفات مورد مطالعه

Table 2- The effect of specie and drought stress on studied traits

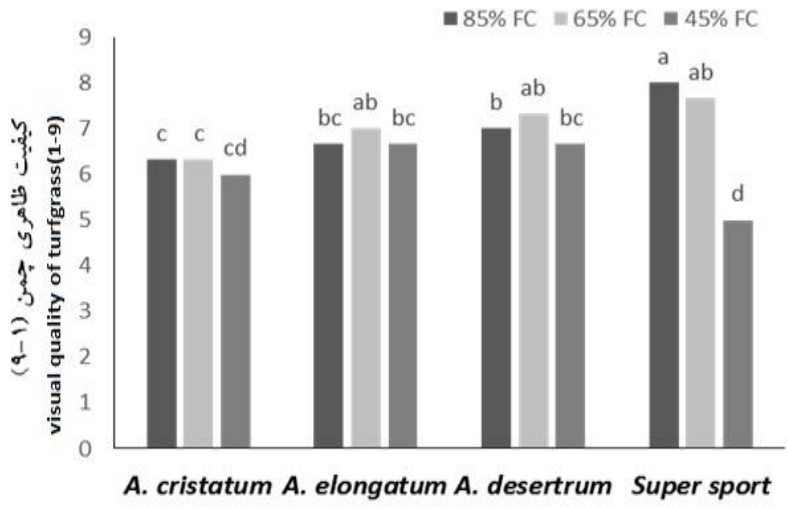
	پرولین Proline	محتوای نسبی آب برگ RWC	نشت یونی ion leakage	کلروفیل کل Total Chlorophyll	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل a Chlorophyll a	کیفیت ظاهری چمن Visual quality	عرض برگ Leaf width (mm)	طول برگ Leaf length (mm)
گونه Species									
A. cristatum	4/b55	76/95b	23/71b	21/58c	6/62c	14/96b	6/22b	1/91b	7/76b
A. elongatum	5/30a	81/67a	18/84c	24/29a	7/96a	16/32a	6/77a	2/05a	8/51a
A. desertorum	4/71b	80/61a	20/11c	22/72b	7/37ab	15/35b	7/00a	1/97ab	8/22a
Super sport	3/17c	60/55c	41/72a	20/39d	6/94bc	13/44c	6/88a	1/74c	7/20c
تنش رطوبتی (Drought stress)									
85% FC	3/77c	82/09a	18/21c	22/83a	7/20a	15/63a	7/00a	2/01a	8/49a
65% FC	4/08b	77/59b	24/11b	22/99a	7/44a	15/54a	7/08a	2/00a	8/46a
45% FC	5/45a	65/16c	35/97a	20/91b	7/02a	13/88b	6/08b	1/74b	6/65b

اعدادی که در هر ستون و برای هر عامل دارای حداقل یک حرف مشابه هستند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر تفاوت معنی داری ندارند

Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.05) based on LSD test

کیفیت ظاهری چمن

نتایج این پژوهش نشان داد که گونه *A. desertorum* در بین گونه‌های مورد مطالعه دارای بیشترین کیفیت ظاهری چمن (۰۰/۷) بود. تنش رطوبتی کیفیت ظاهری چمن را کاهش داد بطوری که کمترین (۰۸/۶) مقدار آن در تنش رطوبتی ۴۵ درصد ظرفیت زراعی مشاهده شد (جدول ۲). تحت شرایط تنش رطوبتی ۴۵ درصد ظرفیت زراعی، بهترین کیفیت ظاهری چمن (۶۶/۶) از گونه‌های *A. elongatum* و *A. desertorum* بدست آمد (شکل ۱). نتایج تاتاری و همکاران (۳۹) و سادات احمدی و همکاران (۲) بر روی گیاه علف گندمی و بیان و جیانگ (۳۲) بر روی گیاه پوآ پراتنسیس نشان داد که تنش خشکی باعث کاهش کیفیت ظاهری چمن و افزایش درصد برگ‌های زرد شده می‌شود که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد. همچنین سادات احمدی و همکاران (۲) گزارش کردند که تیمار تنش خشکی موجب کاهش شاخص رنگ، کاهش کیفیت ظاهری در گیاه لولیوم پرنه شد.



شکل ۱- تاثیر تنش رطوبتی بر کیفیت ظاهری چمن

Figure 1- The effect of drought stress on visual quality of turfgrass

کلروفیل a، b و کل

بیشترین مقادیر کلروفیل a و کل از *A. elongatum* بدست آمد و اثر گونه بر میزان کلروفیل b معنی دار نشد. تنش رطوبتی باعث کاهش میزان کلروفیل a، b و کل شد بطوریکه کمترین مقادیر آن از تیمار ۴۵ درصد ظرفیت زراعی بدست آمد (جدول ۲). تحت شرایط تنش رطوبتی، بیشترین مقادیر کلروفیل a، b و کل از گونه *A. elongatum* و تنش رطوبتی۶۵ درصد ظرفیت زراعی بدست آمد (جدول ۳). بطور کلی، مقدار کلروفیل به عنوان یک معیار مناسب برای ارزیابی وضعیت فیزیولوژیک گیاه است. ترکیبات دارای اکسیژن فعال در زمان خشکی در سلول تولید شده که سبب تخریب سیستم فتوسنتزی و در نهایت تجزیه کلروفیل می‌شوند (۳۸). علاوه براین، در گیاهان تحت تنش خشکی، میزان آنزیم تخریب کننده کلروفیل افزایش (کلروفیلاز) پیدا می‌کند که منجر به تجزیه کلروفیل می‌شود که این تغییر در محتوای کلروفیل برگ به عنوان فاکتور مهم در تعیین ظرفیت فتوسنتزی گیاه محسوب می‌شود. (۲۲). در تحقیق سلاح ورزی و همکاران (۳۵) و تاتاری و همکاران (۳۹) نیز این کاهش کلروفیل در تنش خشکی دیده شده است که با نتایج این پژوهش مطابقت داشت.

نشت یونی

اثر گونه بر نشت یونی معنی‌دار بود بطوریکه کمترین (۸۴/۱۸ درصد) و بیشترین (۷۲/۴۱ درصد) مقادیر آن به ترتیب از گونه‌های *A. elongatum* و چمن سوپر اسپورت بدست آمد (جدول ۲). تنش رطوبتی باعث افزایش نشت یونی شد بطوریکه بیشترین مقدار آن از شدیدترین تیمار تنش (۴۵ درصد ظرفیت زراعی) بدست آمد (جدول ۲). کمترین نشت یونی (۹۱/۱۷ درصد) از گونه *A. elongatum* و تنش رطوبتی ۶۵ درصد ظرفیت زراعی بدست آمد (شکل ۲). افزایش نشت الکترولیت با پیشرفت تنش توسط تاتاری و همکاران (۳۹) در گیاه *Agropyron desertorum* گزارش شده است. عامل اصلی در تحمل به هدر رفت آب است و افزایش نشت یونی نشان دهنده بروز

آسیب غشایی است (۹) البته گیاهان مقاوم به خشکی ثبات غشای سلولی بیشتری نسبت به گیاهان حساس دارند (۲۳). افزایش در نشت یونی با افزایش تنش خشکی در تحقیقات گو و همکاران (۱۹)، لیو و همکارن (۲۸) و فرشادفر و جوادی نیا (۱۳) به ترتیب در چمن پوا و نخود نیز گزارش شده است که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت داشت.

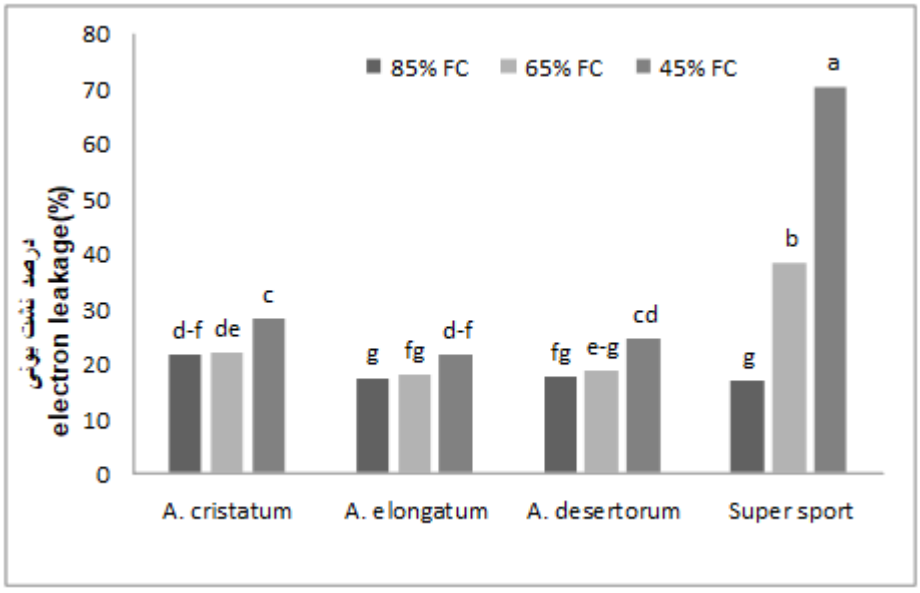
جدول ۳- اثر متقابل تنش رطوبتی ×گونه های اگروپیرون و چمن سوپر اسپورت بر صفات مورد بررسی

Table 3- Interaction effect of drought stress ×*Agropyron spp.* and Super sport turfgrass on studied traits

گونه Species	خشکی Drought	کلروفیل کل Total Chlorophyll	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل a Chlorophyll a	عرض برگ Leaf width	طول برگ Leaf length
A. cristatum	85% FC	20/91g	6/41de	14/50c	2/04a	8/25c
	65% FC	22/45c-g	6/75c-e	15/70ab	1/99a	8/84bc
	45% FC	21/37fg	6/70c-e	14/67bc	1/70a	6/21f
A. elongatum	85% FC	23/69a-d	7/40a-d	16/28a	2/06a	8/44c
	65% FC	24/83a	8/42a	16/40a	2/12a	9/49a
	45% FC	24/34ab	8/07ab	16/27a	1/97a	7/60d
A. desertorum	85% FC	22/83b-f	7/18b-d	15/65a-c	2/05a	8/63c
	65% FC	23/05b-e	7/51a-d	15/54a-c	2/07a	9/38ab
	45% FC	22/30d-g	7/43a-d	14/87bc	1/81a	6/65ef
Super sport	85% FC	23/89a-c	7/81a-c	16/08a	1/88a	8/65c
	65% FC	21/64e-g	7/11b-d	14/52c	1/81a	6/84e
	45% FC	15/64h	5/91e	9/73d	1/49a	6/13f

اعدادی که در هر ستون و برای هر عامل دارای حداقل یک حرف مشابه هستند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر تفاوت معنی داری ندارند

Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.05)



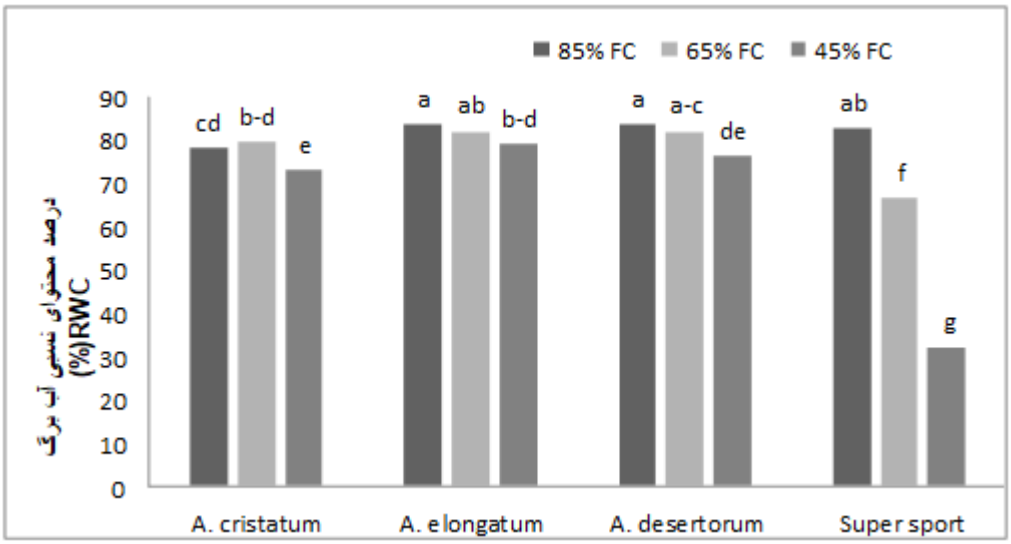
شکل ۲- تاثیر تنش رطوبتی بر نشت یونی گونه های اگروپیرون و چمن سوپر اسپورت

Figure 2- The effect of drought stress on electron leakage of *Agropyron spp.* and Super sport turfgrass

محتوای نسبی آب برگ (RWC)

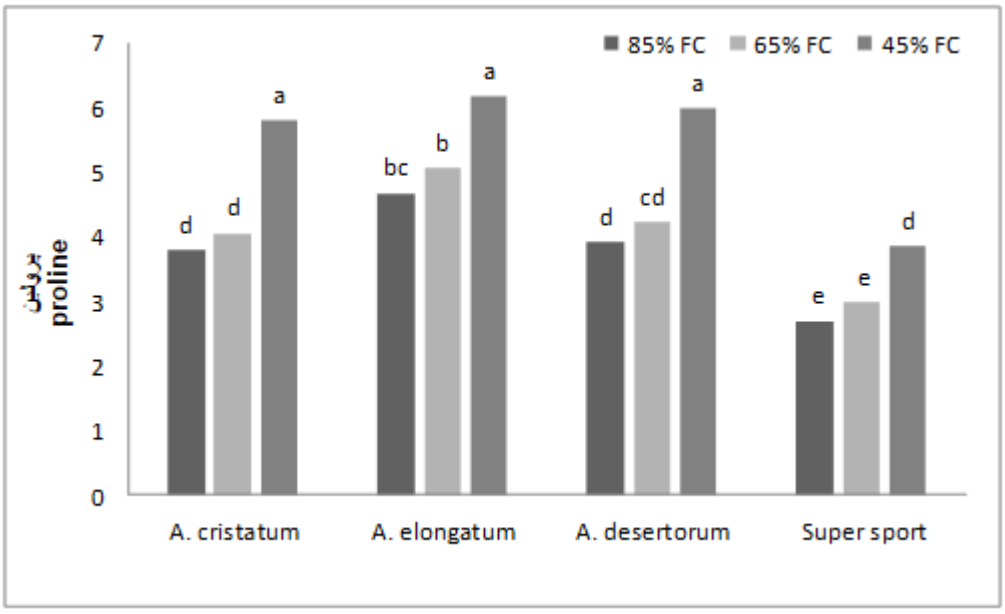
نتایج این آزمایش نشان داد که بیشترین مقدار RWC (۶۷/۸۱ درصد) در بین گونه‌های مورد بررسی از گونه *A. elongatum* حاصل شد (جدول ۲). میزان RWC تحت شرایط تنش رطوبتی کاهش یافت بطوریکه کمترین مقدار آن از تنش رطوبتی شدید (۱۶/۶۵ درصد) بدست آمد (جدول ۲). بیشترین میزان RWC تحت شرایط تنش

رطوبتی (۱۲/۸۲ درصد) از گونه *A. elongatum* و تنش رطوبتی ۶۵ درصد ظرفیت زراعی بدست آمد (شکل ۳). در گونه‌های مختلف گراس‌ها تفاوت آشکاری در میزان هدایت روزنه‌ای و فتوسنتز در پتانسیل‌های متفاوت اب دیده می‌شود (۴۴). با توجه به بالا بودن سطح تعرق در گراس‌ها (۲۱) در چمن‌هایی که هدایت روزنه‌ای کاهش می‌یابد و میزان تبخیر بسیار کم می‌شود محتوای نسبی آب در هنگام تنش به خوبی حفظ شده و کارایی مصرف آب افزایش یافته و تداوم پایداری چمن در این شرایط زیاد می‌شود (۳۷). ژیانگ و هوانگ (۲۳) در مطالعه بر روی گراس‌ها به این نتیجه رسیدند که با کاهش RWC، کیفیت چمن نیز کاهش قابل توجهی را نشان می‌دهد.



شکل ۳- تاثیر تنش رطوبتی بر محتوای نسبی آب برگ گونه های اگروپیرون و چمن سوپر اسپورت

Figure 3- The effect of drought stress on RWC of *Agropyron spp.* and Super sport turfgrass



شکل ٤- تاثیر تنش رطوبتی بر محتوای پرولین برگ گونه های اگروپیرون و چمن سوپر اسپورت

Figure 4- The effect of drought stress on leaf proline content of *Agropyron spp.* and Super sport turfgrass.

پرولین

بیشترین و کمترین میزان پرولین در گونه *A. elongatum* و چمن سوپر اسپورت بدست آمد. میزان پرولین تحت شرایط تنش رطوبتی افزایش یافت بطوریکه بیشترین مقدار آن از تنش رطوبتی ۴۵ درصد ظرفیت زراعی حاصل شد (جدول ۲). تحت شرایط تنش رطوبتی، بیشترین میزان پرولین از گونه *A. elongatum* و تنش رطوبتی ۴۵ درصد ظرفیت زراعی بدست آمد (شکل ۴). تجمع پرولین تحت شرایط تنش خشکی در گراس‌های چمنی مختلف گزارش شده است (۱۲، ۱۷و۱۸) که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد. نتایج پژوهش تاتاری و همکاران (۳۹) نشان داد که غلظت پرولین در گیاه *Agropyron desertorum* با پیشرفت تنش خشکی پس از قطع آبیاری بطور معنی داری نسبت به گیاهان شاهد افزایش پیدا کرد. در زویشیا گراس تجمع پرولین، پلی امین، ترهالوز و افزایش فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز و افزایش ذخیره سازی کربوهیدرات‌ها از جمله ساز و کارهای تحمل به خشکی است (۳۲). از طرفی می توان گفت تجمع پرولین و افزایش مقاومت به خشکی رابطه مستقیم دارند و در گونه‌های مقاوم تجمع پرولین بیشتر اتفاق می‌افتد (۳۴). تجمع پرولین در شرایط تنش خشکی به علت فعال سازی آنزیم های بیوسنتزی پرولین، کاهش اکسیداسیون و کاهش استفاده از پرولین در سنتز پروتئین ها می باشد (۴۳).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که تنش رطوبتی تاثیر چندانی بر مقادیر صفات رشدی و فیزیولوژیکی مورد مطالعه گونه‌های بومی نداشت ولی باعث کاهش کیفیت معنی‌دار چمن سوپر اسپورت وارداتی شد. علاوه بر این چمن‌های بومی کیفیت خوبی را از جنبه بصری در شرایط تنش رطوبتی به خود اختصاص دادند. از اینرو و با توجه به نتایج بدست آمده از این آزمایش می‌توان به جای کشت ارقام وارداتی که مقاومت کم به خشکی و هزینه نگهداری بالایی دارند از چمن‌های بومی با مقاومت بیشتر و کم هزینه‌تر استفاده کرد. از میان سه گونه مورد بررسی گونه *A. desertorum* و *A. elongatum* از این حیث نسبت به گونه *A. cristatum* برتری داشتند و تحت تنش ۶۵ درصد ظرفیت زراعی از کیفیت ظاهری خوبی برخوردار بودند.

منابع

1- Abdul Jaleel, C., Manivannan, P., Wahid, A., Farooq, M., Somasundaram, R., and Panneerselvam, R. 2009. Drought stress in plants: a review on morphological characteristics and pigments composition. International Journal of Agriculture and Biology, 11:100-105.
2- Ahmadi S.S., Basiri M., and Etemadi N. 2013. Comparison of Drought Resistance of Five Species, Cultivars and Populations of Lawn for Using in Landscape. Iranian Journal of Horticultural Science and Technology, 13 (4): 391-404. (in Persian with English abstract)
3- Bacon M.A., Thompson D.S., and Davies W.J. 1997. Can cell wall peroxidase activity explain the leaf growth response of Lolium temulentum L. during drought stress. Journal of Experimental Botany, 317:2075-2085.
4- Barrs H.D., and Weaterley P.E. 1962. A re-examination of the relative turgidity techniques for the estimating water deficit in leaves. Australian journal of biological sciences, 15: 413-428.
5- Bastug R., and Buyuktas D. 2003.The effects of different irrigation levels applied in golf courses on some quality characteristics of turf grass. Irrigation Science .22.87-93.
6- Bates L.S., Waldren R.P., and Teare L.D. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant and Soil, 39:205-207.
7- Bhatt R.M., and SrinivasaRao N. K. 2005. Influence of pod load response of okra to water stress. Indian Journal Plant Physiology, 10: 54-59.
8- Bian S., and Jiang Y. 2009. Reactive oxygen species, antioxidant enzyme activities and gene expression patterns in leaves and roots of Kentucky bluegrass in response to drought stress and recovery. Scientia Horticulture. 120: 264-270.
9- Blum A., and Ebercon A. 1981. Cell membrane stability as a measure of drought and heat tolerance in wheat. Crop Science. 21: 43-47.
10- Carrow R.N., and Duncan R.R. 2003. Improving drought resistance and persistence in turf-type tall fescue. Crop Science. 43:978-984.
11- Dacosta M., and Huang B. 2005.Deficiet irrigation effects on water use characteristics of Bentgrass species. Crop science. 46: 1779-1786.
12- Farkhondeh R., Nabizadeh E., and Jalilnezhad N. 2012. Effect of salinity stress on proline content, membrane stability and water relations in two sugar beet cultivars. International Journal of Agriculture Science. 2: 385-392.
13- Farshadfar A., and Javadinia J. 2011. Evaluation of chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes for drought tolerance.

Seed and Plant Improvement Journal, 24: 517:537.
14- Fu J., and Huang B. 2001. Involvement of antioxidants and lipid peroxidation in the adaptation of two cool-season grasses to localized drought stress. Environment and Experimental Botany. 45: 105-114.
15- Fu J., Fry J., and Huang B. 2004. Minimum water requirements of four turfgrasses in the transition zone. Horticulture Science. 39:1740-1744.
16- Gazanchian A., Hajheidari M., Khosh Kholgh Sima N.A., and Salkadeh G.H. 2007. Proteome response of Elymuselongatum to sever water stress and recovery. Journal of Experimental Botany, 58:291-300.
17- Gill S.S., and Tuteja N. 2010. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. Plant Physiology and Biochemistry. 48: 909-930.
18- Gunes A., Pilbeam D.J., Inal A., and Coban S. 2008. Influence of silicon on sunflower cultivars under drought stress, I: Growth, antioxidant mechanisms, and lipid peroxidation. Communication Soil Science and Plant Analysis. 39: 1885-1903.
19- Guo Z., Ou W., Lu S., and Zhong Q. 2006. Differential responses of antioxidative system to chilling and drought in four rice cultivars differing in sensitivity. Plant Physiology andBiochemistry. 44: 828-836.
20- Hill J., Verheggen F., Roelvink P., Fernssen H., Vankammen A., and Zabel K. 1985. Bleomcin resistance: A new dominant selectable marker for plant cell transformation. Plant Molecular Biology, 7:171-176.
21- Huang B., Duncan R.R., and Carrow R.N. 1997. Drought-resistance mechanisms of seven warm-season turfgrasses under surface soil drying: II. Root aspects. Crop Science. 37:1863- 1869.
22- Jiang Y., and Huang B. 2001. Drought and heat stress injury to two cool-season turfgrasses in relation to antioxidant metabolism and lipid peroxidation. Crop Science. 41: 436-442.
23- Jinrong L., Xiaorong X. Jianxiong D., Jixiong S., and Xiaomin B. 2008. Effects of simultaneous drought and heat stress on Kentucky bluegrass. Scientica Horticulture. 115: 190-195.
24- Johns G.G., and Lazenby A. 1973. Defoliation, leaf area index, and the water use four temperate pasture species under irrigated and dryland conditions. Australian Journal of Agricultural Research, 24:783-795.
25- Karcher D., Richardson M., and Landreth J. 2007. Drought Tolerance of tall fescue and bluegrass cultivars. Arkansas Agriculture Experiment Standard Research Ser. 557:17-20.
26- Karcher D., Richardson1 M., and Landreth J. 2008. Drought Tolerance of Tall Fescue and Bluegrass Cultivars 2nd Year Data. Arkansas Agriculture Experiment Standard Research Ser. 568:25-28.
27- Lemaire G., and Chapman D. 1996. Tissue flows in grazed plant communities. P. 3-36. In Hodgson, J. and Llius, A.W. (Ed.). The ecology and management of grazing system. CAB Int., UK.
28- Liu J., Xie X., Du J., Sun J., and Bai X. 2008. Effects of simultaneous drought and heat stress on Kentucky bluegrass. Scientica Horticulture. 115: 190-195.
29- Magni S., Voltrrani M., and Miele S. 2003. Soccer pitches performance as affected by construction method sand type and turf grass mixture. 1st International Conference on Turf Grass Management and Science for Sport Fields.
30- Mostafaie A. 2011. Evolution quality and drought resistance of two Iranian turfgarsess. Horticulture thesis of post graduated (MSc), University of Tehran.
31- Ommen O. E., Donnelly A., Vanhoutvin S., Vanoijen M., and Manderscheid R. 1999. Chlorophyll content of spring wheat flag leaves grown under elevated CO2 concentration and other environmental stress within `ESPACE-Wheat` project. European Journal of Agronomy. 10:197-203.
32- Qian Y.L., and Fry J. d. 1996. Irrigation frequency affects zoysiagrass rooting and plant water status. HortScience 31:234-237.
33- Sakr W. R. 2009.Respose of paspalum turfgrass grown in sandy soil to trinexapac-ethyl and irrigation water salinity. Journal of horticulture Science and Ornamental Plants, 1:15-26.
34- Saneoka H., Moghaieb R.E.A., Premachandra G.S., and Fujita K. 2004. Nitrogen nutrition and water stress effects on cell membrane stability and leaf water relations in *Agrostis palustris* Huds. Environment Experimental Botany.52:131-138.
35- Selahvarzi Y., Tehranifar A., Gazanchian A., and Arooei H. 2009. Drought resistance mechanisms of native and commercial turfgrasses under drought stress: I. Root responses. Journal of horticulture science, 22(2): 1-12. (in Persian with English abstract)
36- Selahvarzi Y., Tehranifar A., Gazanchian A., and Arooei H. 2009. Drought resistance mechanisms of native and commercial turfgrasses under drought stress: II. Shoot responses. Journal of Horticultural Sciences, 23(1) 1-9. (in Persian with English abstract)
37- Shearman R.C. 2006. Fifty years of splendor in the Grass. Crop Science.46:2218-2229.
38- Smirnoff, N. 1993. The role of active oxygen in the response of plants to water deficit and desiccation. New Phytologist, 125: 27–58.
39- Tatari M., Fotouhi Ghazvini R., Etemadi N., Ahmadi A.M., and Musavi A. 2013. Study of some physiological responses in three species of turfgrass in drought stress conditions. Journal of plant production, 20(1): 63-86. (in Persian with English abstract)
40- Thomas H; and James A.R. 1993. Freezing tolerance and solute changes in contrasting genotypes of *Lolium*

perenne L. Acclimated to cold and drought. Annual Botany. 72: 249-254.
41- Turgeon A.J. 1999. Turfgrass management. Prentice-Hall, Inc. Englewood cliffs, New Jersey.
42- Volaire F; Thomas H., and Lelievere F. 1998. Survival and Recover of perennial forage Grasses under prolong Mediterranean Drought. New Phytologist. 140:439-449.
43- White R.H., Bruneau A.U., and Cowett T.J. 2001. Drought resistance of diverse tall fescue cultivars. Installation Turfgrass Society and Research Journal. 7:607-613.
44- Zhang Y.B., Liu A.R., and Zhang X.P. 2009. Comparison of adaptability of thirteen cultivars of cold-season turfgrass in spring and summer in Bengbu. Pratacultural Science, 4:350- 355.

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 2, Summer 2017, P. 389-400
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۱، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۶، ص.۴۰۰-۳۸۹
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Evolution of Morphological and Physiological Response of *Agropyron* spp. toDrought Stress

M. Yaghoobi[1] –M. Parsa[2*]-A. Gazanchian[3]- H.R. khazaee[4]

Received: 31-05-2016
Accepted: 08-01-2017

Introduction: Lack of water resources is one of the most problems ofincreasing urban green spaces. Over the last threedecades, turfgrass and lawn researches have put significant effort into developing and evaluating turf species that have good drought resistance. As water conservation becomes an important issue, considerable interest is increasing in identifying grasses that require less water. Plants with good drought resistance are those that are able to survive stress by means of drought avoidance, drought tolerance at leaf water potentials, or both. The efficient use of water is made possible by understanding the effects of irrigation water on crop development and yield. Drought affects the visual quality, growth rate and evapotranspiration. Researchers reported that turfgrass subjected to drought conditions for short periods could sustain a fairly good appearance by irrigation about half of its consumptive use whenever soil moisture level falls to near permanent wilting point. Drought stress caused decrease in RWC and visual quality of many grass cultivars. In drought conditions resistance grass showed increase in proline content on their leaves. Therefore the use of native grasses with high-strength instead of grass imported with low-resistance is one way to increase green space and reduce costs. The purpose of this study was comparednative grasses with commercial grass cultivars.

Materials and Methods: This study was to evaluate the yield and resistance of native grasses to drought stress in 2014. This experiment was conducted in Khorasan Agricultural Research Center. Native*Agropyron* grass species included*Agropyronelangatum*, *A. desertrum*, *A. cristatum* and commercial cultivarwassuper sport and third level of stress, including severe stress (45% FC), moderate stress (65% FC) and control (85% field capacity) were experimental treatments. Plants were cultured in PVC containers measuring 9 cm in diameter and 60 cm deep under greenhouse condition. Soil was mixture of 70% loam soil, 20% pit mass and 10% sand. Greenhouse air temperature was maintained between 22 and 28 centigrade degree. All plants were maintained under well watered conditions for 45 days before drought stress. This experiment was designed in factorial experiment based on completely random with fourreplicates. After the stress treatment parameters such as length and width of leaves, chlorophyll a, chlorophyll b and total chlorophyll content, visual quality, electrolyte leakage, RWC and proline content of leaves were measured. Length and width of leaves were measured with ruler. Proline content, RWC percent, chlorophyll a, chlorophyll b and total chlorophyll content of leaf, visual quality and leaf electrolyte leakage weremeasured with standard protocols. Analysis of the data by statistical software JMP 8 and graphs with Excel 2010 was drawn.

Results and Discussion: Result of the experiment showed that those native species have different response to soil moisture stress conditions. The highest and lowest lengths of leaf were observed under45% field capacity in *A. elangatum* and super sport grass, respectively. The results showed that width of leaves of *A. elangatum* increase and then decrease in super sport. Under drought stress conditions *A. desertrum* has best visual quality with 6.07 score. Highest chlorophyll a and total chlorophyll were observed in *A. elangatum*. The lowest electrolyte leakage under drought stress was obtained from *A. elangatum* with 17.91 percent. RWC content in the native *A. elangatum* increased to 82.12 compared with super sport (control). *A. elangatum* under drought stress showed highest proline content and commercial cultivar (super sport) indicated lowest proline content at 45% field capacity irrigation. Selahvarzi and et al. (2009) found that visual quality of tall fescue decrease in drought stress. In drought stress, RWC percent decrease in grass species. Proline content was increasedupondrought stress in*Loliumperene*cool season grass. Many studies on native cultivar indicated that native turfgrass cultivar have more resistance to drought stress compared with exotic turfgrass cultivars.

Conclusions: According to the results, we said native grass species under drought stress conditions have better quality compared with imported grass cultivar such as Super sport. Visual quality in native grass was suitable for use in urban landscape, that visual quality show little change in drought stress and leaves were fresh in this conditions. The best visual quality of two native species *A. elongatum* and *A. desertrum* was observed

1, 2 and 4- Ph.D student, Associate Professor and Professor of College of Agriculture, Ferdosi University of Mashhad (*- Corresponding Author Email: parsa@um.ac.ir)
3- Associate Prohessor, Forests and Rangelands Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research And Education Center, AREEO, Mashhad, Iran

under 65% field capacity. Nativegrass cultivars were more resistance than imported grass cultivars. This study showed that native grass such as*A. elongatum* and *A. desertrum*has low cost to use and these turfgrass need to lower water irrigation than commercial grass Super sport. Then two species can be introduced as low-input cultivars.

Keywords: Drought stress, Electron leakage, Native grass, Imported grass, Proline