

بررسی پاسخ‌های گراس‌های بومی و وارداتی در چگونگی اجتناب از خشکی

۲- بخش هوایی

علی تهرانی فر^{۱*} - یحیی سلاح ورزی^۲ - علی گزانچیان^۳ - حسین آرویی^۴

تاریخ دریافت: ۸۶/۶/۲۵

تاریخ پذیرش: ۸۶/۱۲/۱۴

چکیده

کارکردهای فراوان فضای سبز و نقش محوری گیاهان پوششی خصوصا گراس‌های چمنی در این مکان‌ها باعث شده است که به سرعت بر سطح این گیاه زیبا در شهرها افزوده شود. این تحقیق به منظور بررسی پاسخ‌های بخش هوایی و میزان تحمل گراس‌های چمنی بومی و وارداتی در برابر تنش خشکی به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی نامتعادل در سال ۱۳۸۵ به اجرا درآمد. گونه‌های مختلف گراس در سه سطح شامل ۱- *Festuca arundinacea* وارداتی، ۲- *Lolium perenne* وارداتی، ۳- *Festuca arundinacea* بومی و آبیاری در ۶ سطح شامل ۱- تنش متوسط، ۲- تنش شدید، ۳- رشد مجدد از تیمار تنش شدید و به همراه سه گروه از گلدان‌های آبیاری کامل که به عنوان شاهد همزمان با هریک از سه سطح تنش تخریب می‌شدند، تیمارهای این آزمایش را تشکیل می‌دادند. تعداد تکرارها برای سطوح آبیاری کامل ۳ و برای سطوح تنش و رشد مجدد ۴ در نظر گرفته شد. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد با اعمال تنش شدید خشکی در تیمار ۲۵٪ ظرفیت زراعی، وزن خشک گراس‌ها معادل ۲۶/۴ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت. از طرف دیگر کاهش شدید عرض برگ و بالتبع آن کاهش سطح کل و مجموع طول برگها در گراس‌های جنس فستوکا به همراه افزایش عمومی میانگین ضخامت برگ، کاهش تلفات آب به صورت تبخیر و تعرق را شامل شد. پارامتر تغییر کیفیت^۴ و همچنین افت محتوای کلروفیل برگ از وضعیت آبیاری کامل تا تنش شدید خشکی برای توده بومی فستوکا کمترین و برای گونه اصلاح شده لولیوم پرنه بیشترین مقدار را دارا بود. در مدت ۱۴ روز آبیاری و رشد مجدد نیز وزن خشک بخش هوایی، عرض برگ، سطح کل، مجموع طول برگها، کیفیت بصری و محتوای کلروفیل کل برگها به ترتیب برابر ۱۸/۲، ۱۰۳/۳، ۷۴/۴، ۲۸/۸، ۶۴/۱ و ۴۰/۸ درصد افزایش و میانگین ضخامت برگ در این حالت نسبت به شرایط تنش شدید خشکی ۵۳/۲٪ کاهش یافت.

واژه‌های کلیدی: بازیافت، تنش خشکی، فستوکای بومی، کیفیت بصری، محتوای کلروفیل

مقدمه

گراس‌های چمنی است. در واقع بسیاری از چمن‌های مورد استفاده در فضای سبز جهت حفظ کیفیت و رشد مناسب به مقادیر بالایی آب نیاز دارند (۷)، که مسلما رفع این نیاز در مناطق خشک و نیمه خشکی چون ایران خصوصا در ماه‌های گرم سال بسیار مشکل و پرهزینه می‌باشد. در این میان یکی از مهمترین استراتژی‌های مدیریتی جهت کاهش نیاز آبی و تنش‌های رطوبتی، استفاده از گونه‌ها و ارقام مقاوم به خشکی است. امروزه وجود تنوع برای مقاومت به خشکی در ارقام زیادی از گونه‌های *Agrostis palustris*، *Cynodon dactylon*، *Festuca arundinacea* و *Stenotaphrum secundatum* به اثبات رسیده است (۸ و ۱۲). از این نظر ایران خود یکی از غنی ترین

در نواحی که تامین آب برای فضای سبز روز به روز مشکل تر می‌شود، تنش خشکی یکی از مهمترین عوامل محدود کننده رشد در

۱ و ۴ - به ترتیب دانشیار و استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

* - نویسنده مسئول: (Email: tehranifar2000@yahoo.com)

۲- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۳- استادیار مرکز تحقیقات منابع طبیعی خراسان رضوی

4 - ΔTurf quality (ΔTQ)

گیری سطح برگ و ریشه صفاتی همچون ضخامت، مجموع طول و سطح کل برگها محاسبه گردید. در نهایت بخش هوایی گراسها جهت خشک شدن، در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار گرفت.

اندازه گیری محتوای کلروفیل

برگ تازه به میزان ۰/۲۵ گرم را با پیچی کاملا خرد کرده و آنرا در یک‌هاون چینی با ۵ میلی لیتر آب مقطر ساییده تا به صورت توده یکنواختی درآید (عمل ساییدن و له کردن در محیط خنک و در نور کم انجام گرفت). مخلوط حاصل، در یک بالن ژوژه ۲۵ میلی لیتری توسط آب مقطر به حجم رسانیده شد. ۰/۵ میلی لیتر از مخلوط به دست آمده را برداشته و با ۴/۵ میلی لیتر استون ۸۰٪ مخلوط گردید. سپس به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفوژ با سرعت ۳۵۰۰ دور در دقیقه انجام گرفت (۵). بلافاصله محلول روشناور را برداشته و با استفاده از اسپکتروفتومتر مدل CE 2502، میزان جذب نور در طول موجهای ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر قرائت گردید. و نهایتا غلظت کلروفیل با استفاده از روابط زیر بدست آمد (۱۶).

$$Chl_a (\mu g/ml) = (12.5 OD_{663}) - (2.55 OD_{645})$$

$$Chl_b (\mu g/ml) = (18.29 OD_{645}) - (2.58 OD_{663})$$

$$Chl_{(total)} = Chl_a + Chl_b$$

تجزیه آماری داده‌های حاصل از صفات اندازه گیری شده و همچنین مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ توسط نرم افزار SAS (6.12) انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

وزن خشک اندام هوایی

نتایج تجزیه واریانس این آزمایش برای صفت وزن خشک بخش هوایی نشان می‌دهد که اثرات اصلی گونه و تنش خشکی به ترتیب در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد معنی دار است، در صورتی که برهمکنش تنش خشکی و گونه‌های گراس بر وزن خشک اندام هوایی معنی دار نبود (جدول ۱). هرچند که از اثرات آشکار تنش خشکی همواره می‌توان به کاهش وزن قسمت هوایی گیاهان اشاره نمود (۴)، ولی از آنجا که در این آزمایش تحت تنش متوسط در وزن خشک گونه‌های اصلاح شده (فستوکا تجاری و لولیوم) و همچنین توده بومی تغییر معنی داری نسبت به شاهد مشاهده نشد، به نظر می‌رسد که تنش خشکی نمی‌تواند تا مرز ۵۰٪ ظرفیت زراعی در رشد گونه‌های مذکور اختلال ایجاد نماید (جدول ۴). بنابراین محدود ساختن آبیاری تا حدی که به گیاه تنش وارد نشود، می‌تواند به عنوان یکی از مهمترین استراتژی‌های مدیریتی برای مقابله با بحران کم آبی در فضای سبز و خصوصا سطوح چمنکاری مطرح باشد.

مراکز ذخایر توارث گیاهی در دنیا به شمار رفته و تیره گرامینه^۱ نیز در ایران با ۳۹۷ گونه از ۱۱۵ جنس تنوع بالایی را شامل می‌شود (۳). گزانجیان و همکاران (۱۴) بیان کردند که بسیاری از گراس‌های بومی موجود در نقاط مختلف کشور از مقاومتی بالا در برابر تنش خشکی برخوردارند. بنابراین به نظر می‌رسد که گراسهای بومی ایران می‌توانند منابع ژنتیکی مناسبی جهت اصلاح و توسعه گراسها تحت شرایط خشکی را فراهم آورند.

گاهی تنش خشکی ممکن است در نزدیکی سطح خاک رخ دهد، در حالی که آب به قدر کافی برای جذب ریشه در اعماق وجود داشته باشد (۸). بنابراین در چنین شرایطی به دلیل عدم محدودیت برای ریشه‌ها تنها واکنش بخش هوایی حایز اهمیت می‌باشد. در این بخش مهمترین پاسخ گراسها به تنش خشکی شامل کاهش تولید، کاهش اندازه برگ، کاهش تراکم، رنگ پریدگی، پژمردگی، خشک شدن برگها، دمای بالای کانوپی و نهایتا کاهش کیفیت می‌باشد (۸ و ۱۸). اما از آنجا که چگونگی بروز این پاسخها در گونه‌ها و ارقام مختلف، متفاوت است، حدس زده می‌شود که در نظر گرفتن چندین پاسخ بخش هوایی احتمالا شاخص مناسب تری را نسبت به یک پاسخ در زمان اعمال تنش خشکی فراهم کند. بنابراین یکی دیگر از اهداف این تحقیق، شناسایی بهترین شاخص‌های بخش هوایی گراسها در پاسخ به تنش خشکی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

جزییات تحقیق حاضر شامل: نوع طرح آزمایشی، استقرار و رشد گراسهای مورد آزمایش، چگونگی اعمال سطوح رطوبتی و همچنین وضعیت رطوبتی خاک مورد استفاده، در مقاله پیشین (بخش زیرزمینی) شرح داده شده است (۱).

نمونه برداری

قبل از تخریب گلدان‌ها، کیفیت چمنها با روش بصری، مطابق برنامه جهانی ارزیابی گراسها^۲ اندازه گیری شد (۲۶). در روش مذکور از اعداد ۱ تا ۹ جهت سنجش کیفیت استفاده می‌شود. عدد ۱ حالتی را نشان می‌دهد که برگ گراسها ۱۰۰٪ خشکیده و پژمرده بوده و یا ۱۰۰٪ خواب و بدون قابلیت رشد مجدد باشد ولی در مقابل عدد ۹ گراسهای کاملا متحمل به خشکی را با ویژگی‌های نظیر برگهای کاملا سبز و شاداب، عدم خواب و قابلیت کامل رشد مجدد از تنش خشکی را نشان می‌دهد، در همین مرحله عرض ۵ عدد برگ که به صورت تصادفی در هر واحد آزمایشی انتخاب می‌شدند، به وسیله کولیس ورنیه اندازه گیری شد. در مرحله بعد بوسیله دستگاه اندازه

1- Poaceae

2- National Turfgrass Evaluation Program (NTEP)

جدول (۱) - میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس ویژگیهای بخش هوایی در سه گونه گراس بومی و وارداتی تحت سطوح مختلف تنش خشکی

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن بخش خشک	عرض برگ	سطح کل برگ	ضخامت برگ	مجموع طول برگ	کیفیت بصری	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل
تغییر	آزادی	بخش هوایی (g/pot)	برگ (mm)	برگ (mm ² /pot)	برگ (mm)	برگ (mm/pot)	(۰-۹)	(μgr/ml)	(μgr/ml)	(μgr/ml)
گونه	۲	۰/۷۹۵ [*]	۱۷/۴۰۸ ^{***}	۳۰۸۹۲۷۵۸ ^{ns}	۰/۰۴۳ ^{**}	۸۲۷۵۶۲۱۰۲ ^{***}	۱/۴۹ ^{***}	۱۳/۷۷ ^{***}	۳/۲۷ ^{***}	۲۹/۶۷ ^{***}
تنش خشکی	۵	۱/۵۲۴ ^{***}	۶/۱۶۵ ^{***}	۱۲۲۲۵۷۲۳۰۴ ^{***}	۰/۰۲۱ [*]	۷۵۲۵۷۶۱۶۱ ^{***}	۲۱/۱۶ ^{***}	۵۸/۳۳ ^{***}	۷/۷۸ ^{***}	۱۰۴/۹۷ ^{***}
گونه * تنش خشکی	۱۰	۰/۰۳۶ ^{ns}	۱/۴۶۲ ^{***}	۱۳۴۶۷۱۱۴۳ ^{**}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۱۷۰۱۰۷۲۵۵ ^{ns}	۱/۰۷ ^{***}	۶/۰۵ ^{***}	۲/۲۵ ^{***}	۱۳/۹۹ ^{***}
خطا	۴۵	۰/۱۷۷	۰/۰۷۸	۳۹۵۵۱۹۴۱	۰/۰۰۶	۹۰۲۲۷۶۸۹	۰/۱۵	۱/۴۷	۰/۳۷	۲/۹۱
C.V.		۱۴/۴۹	۹/۷۴	۱۲/۹۵	۱۳/۸۶	۱۱/۴۲	۵/۹۳	۸/۸۲	۱۵/۳۴	۹/۵۸

*** و ** به ترتیب نشانگر معنی دار بودن در سطوح ۵، ۱ و ۰/۱ درصد می باشد

و در نتیجه آن محتوای نسبی آب برگ به شکل بهتری حفظ می شود. نتایج مشابه دیگر توسط جانز و لازنبی (۱۹) گزارش شده است. این افراد دلیل برتری تال فسکیو نسبت به رایگراس در برابر تنش خشکی را به پیچاندن برگهای آن نسبت دادند.

مسلمای یکی از دلایل کاهش کیفیت چمنها در زمان وقوع تنش شدید خشکی، همین پیچ خوردگی^۱ و تاب خوردگی^۲ برگه است. اما نکته مهم اینکه این پاسخ گیاه به تنش خشکی می تواند ضمن زنده نگهداشتن گراس از طریق مکانیسم اجتناب و کاهش تلفات آب، از افت بیشتر کیفیت در اثر تداوم خشکی جلوگیری کند. چنانکه در این آزمایش گونه لولیوم پرنه بدون هیچ پاسخی در زمینه کاهش عرض برگ به سرعت به سمت زوال و خشکیدگی پیش رفت. بنابراین پیچش برگ را می توان یک سازگاری مهم برای مقاومت در برابر تنش خشکی دانست.

سطح کل برگ

تجزیه آماری داده های حاصل از صفت سطح کل برگها نشان داد که اثر سطوح خشکی و همچنین اثرات متقابل گونه و سطوح خشکی برای این صفت در سطح احتمال ۱٪ معنی دار است (جدول ۱). پاسخ گونه های مورد مطالعه به تنش خشکی برای تغییر سطح برگ نشان داد که اساسا در زمان تنش متوسط به علت عدم انجام پیچش یا مکانیسم خاص دفاعی، تغییر چندانی در گراسهای مورد آزمایش رخ نداد، اما به محض شروع تنش شدید در تیمار ۲۵٪ ظرفیت زراعی، سطح برگ در رقم تجاری فستوکا، گونه لولیوم پرنه و توده بومی فستوکا به ترتیب ۶/۲۲، ۵/۶۱ و ۳/۵۰ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت (جدول ۴). در واقع کاهش سطح تعرق (برگ) می تواند از اولین پاسخ های مورفولوژیک در برابر تنش خشکی

بدین معنی که با کاهش مقادیر آبیاری ضمن حفظ کیفیت بتوان از تولید (وزن بخش هوایی) چمن نیز کاست. زیرا در مورد گراسهای چمنی موجود در فضای سبز تنها تولید مطلوب نیست بلکه هزینه های زیادی را در زمینه نگهداری فضای سبز نیز به وجود می آورد. اما به هر جهت کاهش در زیست توده قسمت هوایی در شدت های بیشتر تنش، اجتناب ناپذیر است. در این آزمایش نیز تحت شرایط تنش شدید خشکی وزن خشک اندام هوایی به مقدار ۴/۲۶٪ نسبت به شاهد کاهش یافت (جدول ۳). در واقع در اکثر گراس ها کاهش بخش هوایی یک سازوکار مناسب جهت سازگاری با شرایط تنش شدید خشکی می باشد (۴ و ۱۵). اصولا نقصان تولید در گراسها در اثر تنش خشکی به کاهش در فتوسنتز، فشار آماس، رشد سلولی (۲۲) و کاهش سطح یا لوله ای شدن برگ (۱۵) و همچنین تولید و افزایش رادیکالهای آزاد اکسیژن (۱۸) نسبت داده می شود.

عرض برگ

اثرات اصلی و متقابل گونه و سطوح تنش خشکی برای صفت عرض برگ در سطح احتمال ۱٪ بسیار معنی دار بودند (جدول ۱). در تحقیق حاضر، عرض برگ در رقم تجاری و توده بومی فستوکا تحت تنش شدید خشکی به ترتیب ۷۰/۷٪ و ۶۵/۵٪ نسبت به شاهد کاهش یافت. در حالیکه در تمام طول آزمایش برای گونه لولیوم پرنه هیچ گونه تغییر معنی داری در مقادیر این صفت رخ نداد (جدول ۴). کاهش شدید و معنی دار عرض برگ در توده بومی و رقم تجاری فستوکا که به صورت واضح در اثر لوله ای شدن و پیچش برگها تحت شرایط تنش شدید خشکی بوجود آمده است، و بدون تغییر ماندن آن در گونه لولیوم پرنه، چگونگی پاسخ این گراسها به تنش خشکی را مشخص می کند (جدول ۴). گزانچیان و همکاران (۱۵) نیز اولین پاسخ مورفولوژیک گونه *Elymus elongatum* به خشکی را لوله ای شدن و کاهش عرض برگ دانستند. در نتیجه تحقیقات آنها مشخص شد که در سطوح رطوبتی پایین تر میزان لوله ای شدن برگها افزایش

1- Rolling

2 - Folding

خصوصاً در گراسه‌های مقاوم باشد (۱۳ و ۱۷). از طرف دیگر چنانکه گفته شد گونه لولیوم پرنه سازگاری خاصی در کاهش سطح برگ از طریق پیچاندن یا تاباندن برگها نشان نمی‌دهد، ولی از آنجا که سطح کل برگ علاوه بر عرض، به مجموع طول برگها نیز بستگی دارد، بنابراین باید کاهش سطح برگی که در زمان تنش شدید در این گونه مشاهده می‌شود را تماماً مربوط به کاهش طول برگ آن در طی زمان اعمال خشکی دانست (جدول ۴). به صورت کلی، کاهش سطح برگ تحت تنش خشکی در گیاهان متحمل، سبب حفظ و نگهداری بیشتر آب برگ در برابر تنش‌های شدید (۱۹) و همچنین کاهش خسارت تابش نوری به سطح برگ می‌شود (۱۰) که این نیز به نوبه خود کاهش تنش‌های اکسیداتیو در گیاه را به دنبال خواهد داشت (۲۳).

میانگین ضخامت برگ

اثرات اصلی گونه و سطوح خشکی بر میانگین ضخامت برگها به ترتیب در سطوح ۱ و ۵ درصد معنی دار بود، در صورتی که بین میانگین اثرات متقابل گونه و تنش خشکی تفاوت‌های معنی داری وجود نداشت (جدول ۱). در این آزمایش به نظر می‌رسد، توده بومی فستوکا که بومی مناطق خشک و نیمه خشک ایران است اصولاً نسبت به سایر گراسه‌ها، از کوتیکولی ضخیمتر در تمامی طول آزمایش خصوصاً در تنش شدید خشکی برخوردار است (جدول ۲). بنابراین احتمالاً تعرق کوتیکولی در این گونه نسبت به گراسه‌های دیگر مورد آزمایش در حد پایین تری انجام می‌گیرد. کافی و همکاران (۲) بیان کردند هر چند که احتمالاً مقدار این تعرق بسیار ناچیز است، اما همین مقدار خصوصاً تحت شرایط تنش‌های شدید خشکی بسیار مهم و سرنوشت ساز می‌باشد. بنابراین شاید همین کوتیکول و در نتیجه برگهای ضخیمتر در توده بومی فستوکا می‌تواند از طریق کاهش تلفات آب، بخشی از توانایی اجتناب از خشکی آن را شامل شود. اما در بین سطوح تنش خشکی، تیمار ۲۵٪ ظرفیت زراعی با ۲۰٪ افزایش نسبت به شاهد و میانگین ۰/۶۶ میلیمتر بیشترین ضخامت برگ را دارا بود و سایر سطوح رطوبتی از این نظر اختلاف معنی داری را نشان ندادند (جدول ۳). بیرد (۷) بیان داشت که تولید برگهای ضخیمتر در گراسه‌ها می‌تواند یک پاسخ عمومی و تکاملی تحت تنش‌های شدید

خشکی باشد.

مجموع طول برگها

نتایج تجزیه واریانس این آزمایش نشان می‌دهد که گونه و سطوح تنش خشکی تاثیر بسیار معنی داری بر مجموع طول برگها دارند (جدول ۱). رقم تجاری و توده بومی فستوکا بدون تفاوت معنی دار، بیشترین و گونه لولیوم پرنه با میانگین ۷۶۶۵۱ میلی متر، کمترین مقادیر مجموع طول برگها را به خود اختصاص دادند (جدول ۲). در بین سطوح رطوبتی اعمال شده تیمار ۲۵٪ ظرفیت زراعی با ۱۵/۳٪ کاهش نسبت به شاهد به صورت کاملاً معنی داری پایین ترین طول برگها را نشان داد (جدول ۳). لی میر و چاپمن (۲۰) بیان کردند که میزان طولی شدن برگها یکی از مهمترین ویژگیهای ریخت زایی در گراسه‌هاست که شدیداً تحت تاثیر ژنتیک و شرایط محیطی می‌باشد. مایکلانا و بویر (۲۱) نیز نشان دادند که میزان طولی شدن برگ گراسه‌ها حتی زمانی که آماس سلولی حفظ شده باشد نیز به خشکی شدید حساس است. در واقع به علت اینکه ویژگی‌های تغییر شکل پذیری سلولها در قسمت تحتانی و پایه ای برگ در گراسه‌ها تحت تنش شدید خشکی تغییر می‌یابد، لذا قابلیت کشش پذیری و طولی شدن دیواره سلولی نیز به شدت کاهش پیدا می‌کند (۶). از طرف دیگر تنش شدید خشکی طول ناحیه رشد و همچنین توسعه سلولی در این ناحیه را نیز به شدت محدود می‌سازد (۹). لذا مجموع این عوامل است که رشد طولی برگ در گراسه‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

کیفیت بصری

در تحقیق حاضر اثرات اصلی و متقابل گونه و سطوح رطوبتی برای کیفیت بصری چمنها در سطح احتمال ۱٪ بسیار معنی دار است (جدول ۱). نکته مهم در این آزمایش اینکه در تنش متوسط علی‌رغم اینکه محتوای رطوبتی خاک به ۵۰٪ ظرفیت زراعی کاهش یافت، ولی هیچگونه افت معنی داری در کیفیت بصری چمنها مشاهده نگردید (جدول ۴).

جدول (۲) - مقایسه میانگین گونه‌ها برای بخش هوایی گراسه‌های بومی و وارداتی

کلروفیل کل	کلروفیل b	کلروفیل a	کیفیت بصری (+-۹)	مجموع طول برگ (mm/pot)	ضخامت برگ (mm)	عرض برگ (mm)	سطح کل برگ (mm ² /pot)	وزن خشک بخش هوایی (g/pot)	سطح
۱۹/۰۱ a	۴/۳۵ a	۱۴/۶۵ a	۶/۸۸a	۸۳۴۸۳ a	۰/۵۷ b	۲/۸۷ b	۴۹۲۹۱ a	۳/۰۲ a	فستوکا تجاری
۱۷/۷۴ b	۴/۱۰ a	۱۳/۶۴ b	۶/۳۹b	۷۶۶۵۱ b	۰/۵۳ b	۱/۹۶ c	۴۷۱۷۰ a	۲/۶۸ b	لولیوم
۱۶/۶۳ c	۳/۵۸ b	۱۳/۰۵ b	۶/۴۴ b	۸۹۱۹۰ a	۰/۶۲ a	۳/۷۸ a	۴۹۱۲۵ a	۳/۰۱ a	فستوکا بومی

میانگین هایی که در هر ستون دارای حروف مشترکی می باشند، مطابق آزمون چند دامنه ای دانکن ($p < 0/05$) اختلاف معنی داری ندارند.

جدول (۳) - مقایسه میانگین سطوح تنش خشکی برای بخش هوایی گراسهای بومی و وارداتی

کلروفیل کل	کلروفیل b	کلروفیل a	کیفیت بصری (+۰-۹)	مجموع طول برگ (mm/pot)	ضخامت برگ (mm)	سطح کل برگ (mm ² /pot)	عرض برگ (mm)	وزن خشک بخش هوایی (g/pot)	سطح
۱۹/۸۸ a	۴/۸۱ a	۱۵/۰۷ a	۷/۴۳ a	۸۰۶۱۶ c	۰/۵۵ b	۴۹۸۰۵ b	۳/۲۹ b	۳/۰۲ ab	شاهد
۱۹/۶۱ a	۴/۳۳ a	۱۵/۲۷ a	۷/۱۸ a	۸۴۳۸۴ bc	۰/۵۶ b	۵۲۸۹۸ ab	۲/۸۸ c	۳/۰۸ ab	تنش متوسط ۵۰FC
۱۹/۷۳ a	۴/۳۵ a	۱۵/۳۷ a	۷/۴۶ a	۸۲۳۴۷ bc	۰/۵۵ b	۵۳۲۶۲ ab	۳/۳۹ ab	۳/۱۳ a	شاهد
۱۲/۱۹ c	۲/۶۶ c	۹/۵۲ c	۳/۹۹ c	۶۹۷۰۲ d	۰/۶۶ a	۲۹۰۳۹ c	۱/۵۱ d	۲/۳۰ c	تنش شدید ۲۵FC
۱۹/۶۴ a	۴/۸۶ a	۱۴/۷۸ a	۷/۴۸ a	۹۳۶۱۰ a	۰/۵۵ b	۵۸۷۳۷ a	۳/۵۵ a	۳/۳۶ a	شاهد
۱۷/۱۷ b	۳/۵۴ b	۱۲/۶۳ b	۶/۵۵ b	۸۹۸۰۳ ab	۰/۵۶ b	۵۰۶۶۳ b	۳/۰۲ c	۲/۷۲ b	رشد مجدد Rec

میانگین هایی که در هر ستون دارای حروف مشترکی می باشند، مطابق آزمون چند دامنه ای دانکن ($p < 0.05$) اختلاف معنی داری ندارند.

تنش (آبیاری کامل)، به طور متوسط معادل ۲۵٪، محتوای کلروفیل بیشتری در مقایسه با توده بومی دارا بودند (جدول ۴). هر چند که این گراس (توده بومی) حتی در زمان آبیاری کامل نیز با افزایش سطح برگ، جبران کمبود کلروفیل خود را کرده و رشد مناسبی نشان می دهد. اما در زمان تنش شدید در توده بومی فستوکا، نسبت به دو گراس دیگر افت کمتری در مقایسه با شاهد از نظر محتوای کلروفیل دیده می شود. در واقع علیرغم اینکه مقادیر مربوط به کلروفیل a, b و کل در توده بومی فستوکا پایین تر است، ولی در طول آزمایش و پس از اعمال تنش شدید رطوبتی، تنها ۱۲/۱٪ در آن کاهش رخ می دهد، در حالی که تحت همین شرایط محتوای کلروفیل توده بومی نسبت به فستوکای تجاری و لولیوم پرنه به ترتیب ۱۶/۹ و ۶۰/۳ درصد بیشتر است (جدول ۴). این محتوای کلروفیل بالاتر در زمان اعمال تیمار شدید خشکی سبب کارایی فتوسنتزی بیشتر در توده بومی فستوکا شده و لذا می تواند به خوبی با افزایش رشد ریشه در چنین شرایطی زمینه را برای جذب مطلوب تر آب از خاک و در نتیجه اجتناب از خشکی را فراهم کند. وانگ و هوانگ (۲۷) مقدار کلروفیل برگ را به عنوان یک معیار بسیار مفید جهت ارزیابی وضعیت فیزیولوژیک گیاه مورد توجه قرار دادند. در این زمینه ژیانگ و هوانگ (۱۸) نیز محتوای کلروفیل در گیاهان زنده را یک فاکتور مهم جهت تعیین ظرفیت فتوسنتزی می دانند. اما از طرف دیگر چنانکه رودریگوئز و میلر (۲۴) همبستگی بالایی را بین محتوای کلروفیل برگ و کیفیت بصری چمن سنت آگوستین گزارش کردند ($r=0.74$). شاید بتوان از این طریق (اندازه گیری محتوای کلروفیل) به سرعت کیفیت بصری چمنها را در زمان تنش های خشکی مشخص نمود. به عنوان مثال در این آزمایش در توده بومی تحت شرایط تنش خشکی مقادیر هر دو صفت مذکور نسبت به گراسهای تجاری بالاتر است. ولی به راحتی می توان از محتوای کلروفیل، برای کمی کردن این برتری کیفی استفاده نمود.

بنابراین شاید بتوان از این نتیجه برای اعمال برخی از استراتژی های مدیریتی در کاهش مقادیر آبیاری گراسهای چمنی موجود در فضای سبز نیز استفاده نمود. اما گزارشات فراوانی مبنی بر کاهش کیفیت چمنها در اثر تنش های شدید خشکی وجود دارد (۱۱، ۱۲، ۱۷ و ۱۸). در این آزمایش نیز تحت تنش شدید رطوبتی کیفیت چمنها در رقم تجاری فستوکا، لولیوم پرنه و توده بومی فستوکا به ترتیب برابر ۵۲/۴، ۵۸/۹ و ۲۷/۷ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت (جدول ۴). بنابراین می توان چنین نتیجه گرفت، هر چند که کیفیت ابتدایی توده بومی فستوکا در شرایط آبیاری کامل زیاد مطلوب نمی باشد، اما با پیشرفت تنش خشکی به دلیل ظهور صفات برتر این گونه در اجتناب از خشکی، افت کمتری در کیفیت بصری آن قابل مشاهده خواهد بود. در واقع مقدار تغییر کیفیت از وضعیت ظرفیت زراعی تا تنش شدید خشکی برای این گراس حداقل می باشد. بنابراین در یک فضای سبز اگر کمبود آب و خشکی مسأله ساز نباشد، استفاده از گونه های تجاری و اصلاح شده ای نظیر لولیوم پرنه می تواند گزینه ای مناسب محسوب شود، ولی در صورت وقوع تنش خشکی و نقصان رطوبت خاک کیفیت بصری در این گراس شدیداً افت خواهد کرد. اما در مقابل گراسهایی نظیر توده بومی فستوکا هر چند که در شرایط رطوبتی نرمال، کیفیتی پایین تر از گونه های اصلاح شده نشان می دهند، اما در مقابل تنش های خشکی به خوبی می توانند کیفیت خود را حفظ نمایند. نتیجه تحقیقات فرای و باتلر (۱۱) نیز نشان داده است که هارد فسکیو در زمان نقصان و کاهش آب آبیاری کیفیت بهتری نسبت به کنتاکی بلوگراس دارد، ولی به طور معمول در سطوح فضای سبز از هارد فسکیو استفاده نمی شود. زیرا تحت شرایط معمول (آب زیاد) کیفیت آن قابل مقایسه با کنتاکی بلوگراس نیست.

محتوای کلروفیل برگ

نتایج جدول تجزیه واریانس این آزمایش مشخص می کند که گونه، سطوح تنش خشکی و همچنین برهمکنش گونه و تنش خشکی تاثیر معنی داری بر محتوای کلروفیل a, b و کل برگها دارند (جدول ۱). در تحقیق حاضر گونه های اصلاح شده و تجاری در شرایط بدون

جدول (۴)- اثرات متقابل سطوح مختلف تنش خشکی بر ویژگیهای بخش هوایی در سه گونه گراس بومی و وارداتی

گونه ها	توده بومی فستوکا				لوئیوم برته				فستوکا تجاری			
	رشد مجدد	تنش شدید	تنش متوسط	تنش متوسط	رشد مجدد	تنش شدید	تنش متوسط	تنش متوسط	رشد مجدد	تنش شدید	تنش متوسط	تنش متوسط
سطح رطوبتی	آبیاری مجدد	FC	شاهد	%۲۵	آبیاری مجدد	FC	شاهد	%۲۵	آبیاری مجدد	FC	شاهد	%۵۰
وزن خشک برگها (g/pot)	۲/۹۷	۳/۴۱	۳/۲۵	۲/۴۲	۳/۱۹	۲/۹۶	۲/۸۵	۲/۸۶	۲/۷۸	۲/۴۴	۳/۱۶	۳/۳۲
عرض برگ (mm)	±۰/۱۱	±۰/۳۰	±۰/۱۸	±۰/۱۹	±۰/۱۱	±۰/۲۵	±۰/۱۷	±۰/۲۳	±۰/۱۹	±۰/۱۵	±۰/۱۱	±۰/۱۷
سطح کل برگها (mm ² /pot)	۴/۰۶	۴/۸۹	۴/۶۱	۴/۴۶	۱/۹۸	۱/۹۱	۱/۹۸	۱/۹۴	۳/۰۲	۱/۰۵	۳/۵۹	۲/۹۲
ضخامت برگ (mm)	±۰/۱۹	±۰/۰۶	±۰/۱۱	±۰/۱۲	±۰/۰۴	±۰/۰۳	±۰/۱۱	±۰/۰۹	±۰/۲۸	±۰/۰۴	±۰/۱۲	±۰/۱۱
مجموع طول برگها (mm)	۵۴۶۸۹	۶۱۵۵۷	۲۷۵۴۳	۵۵۴۶۷	۴۵۷۰۱	۳۸۶۹۸	۴۴۹۹۴	۵۰۴۹۰	۵۱۵۹۷	۲۰۸۷۵	۵۴۳۰۳	۶۱۷۷۰
کیفیت یسری (۰-۹)	±۲۸۷۸	±۱۵۳۴	±۱۳۸۲	±۴۶۲۷	±۹۰۵	±۱۷۸۷	±۲۱۴۵	±۲۱۴۵	±۲۹۵۱	±۱۶۴۷	±۵۷۵۸	±۵۳۳۴
کلروفیل a برگ (µg/ml)	۰/۶۰	۰/۵۸	۰/۵۸	۰/۶۱	۰/۵۲	۰/۵۷	۰/۵۲	۰/۵۱	۰/۵۶	۰/۶۶	۰/۵۵	۰/۵۵
کلروفیل b برگ (µg/ml)	±۰/۰۵	±۰/۰۴	±۰/۰۶	±۰/۰۳	±۰/۰۱	±۰/۰۴	±۰/۰۳	±۰/۰۳	±۰/۰۱	±۰/۰۴	±۰/۰۶	±۰/۰۳
کلروفیل کل برگ (µg/ml)	۹۸۶۶۳	۹۸۷۷۳	۷۲۶۳۰	۹۲۴۰۳	۷۸۸۴۹	۶۳۳۷۷	۷۱۷۶۴	۷۳۸۷۸	۹۱۸۹۸	۷۳۰۹۷	۷۴۴۶۱	۹۴۶۵۶
مجموع طول برگها (mm/pot)	±۱۵۲۳	±۹۸۱	±۷۰۳۵	±۴۶۲۷	±۴۲۵۷	±۳۸۱۸	±۹۱۲۶	±۳۴۲۹	±۳۳۱۱	±۴۰۸۶	±۵۹۴۶	±۴۸۷۱
کیفیت یسری (۰-۹)	۶/۶۶	۶/۸۸	۴/۹۱	۶/۷۷	۶/۳۷	۷/۴۴	۷/۱۲	۷/۱۲	۶/۵۸	۸/۱۱	۳/۸۳	۷/۵
کلروفیل a برگ (µg/ml)	±۰/۱۸	±۰/۰۵	±۰/۱۴	±۰/۱۰	±۰/۲۶	±۰/۲۵	±۰/۱۹	±۰/۲۳	±۰/۰۴	±۰/۰۵	±۰/۰۵	±۰/۰۵
کلروفیل b برگ (µg/ml)	۱۳/۳۸	۱۲/۹۰	۱۳/۲۳	۱۴/۳۱	۱۳/۱۸	۱۵/۸۸	۱۵/۲۲	۱۵/۳	۱۳/۶۲	۱۵/۵۵	۱۰/۲۲	۱۶/۴۹
کلروفیل کل برگ (µg/ml)	±۰/۳۴	±۱/۰	±۰/۴۰	±۰/۳۳	±۰/۴۲	±۰/۴۸	±۰/۲۵	±۰/۶۴	±۰/۱۹	±۰/۷۳	±۰/۷۰	±۰/۱۱
کلروفیل کل برگ (µg/ml)	۲/۹۳	۳/۷۷	۳/۴۷	۳/۹۵	۳/۹۹	۴/۷۸	۴/۸۲	۴/۵۱	۳/۶۹	۶/۰۳	۴/۷۵	۴/۵۲
کلروفیل کل برگ (µg/ml)	±۰/۲۹	±۰/۱۷	±۰/۲۶	±۰/۲۱	±۰/۲۸	±۰/۲۷	±۰/۲۶	±۰/۲۹	±۰/۳۹	±۰/۲۲	±۰/۲۷	±۰/۲۱
کلروفیل کل برگ (µg/ml)	۱۶/۳۱	۱۶/۶۷	۱۴/۷۵	۱۶/۷۱	۱۷/۸۸	۲۰/۶۶	۱۹/۵۵	۲۰/۵۰	۱۷/۳۲	۲۱/۵۹	۱۲/۶۱	۲۱/۰۱
کلروفیل کل برگ (µg/ml)	±۰/۶۲	±۰/۸۹	±۰/۶۶	±۰/۳۷	±۰/۸۷	±۰/۶۹	±۰/۴۷	±۰/۳۱	±۰/۵۹	±۰/۸۳	±۰/۵۳	±۰/۱۴

اعداد جدول به صورت (میانگین ± SE) گزارش شده اند.

رشد مجدد پس از سپری شدن خشکی

هوانگ و همکاران (۱۷) نیز در مورد ارقام تال فسکیو نشان دادند که شاخص سطح برگ پس از انجام رشد مجدد افزایش می‌یابد، ولی هرگز به سطح اولیه آن در قبل از تنش نمی‌رسد. اما در این آزمایش حداقل برای صفات؛ وزن خشک بخش هوایی، عرض برگ، سطح کل و مجموع طول برگها در تمامی گراسها، رشد مجدد به گونه ای انجام گرفت که بین مقادیر این صفات پس از بازیافت با مقادیر اولیه شان در قبل از تنش تفاوت معنی داری وجود نداشت و تنها در کیفیت بصری و محتوای کلروفیل برگ برای رقم تجاری فستوکا بود که این فاصله جبران نگردید. این نتایج با نتایجی که وانگ و هوانگ (۲۷) گرفتند مطابقت دارد. آنها این مسئله را نشانه یک خسارت دائمی به اجسام فتوسنتز کننده (کلروفیلها) در برگهای موجود دانستند. اما در توده بومی فستوکا به دلیل ثبات نسبی محتوای کلروفیل کل برگ در زمان اعمال تنش خشکی، تنها با یک افزایش جزئی به هنگام آبیاری مجدد، بازیافت آن به صورت کامل انجام می‌پذیرد.

بازیافت صفات مورفولوژیک بخش هوایی (وزن خشک، سطح کل، مجموع طول برگها، عرض برگ)، کیفیت بصری و محتوای کلروفیل برگها، در تمامی گراسها پس از ۱۴ روز آبیاری مجدد، به خوبی انجام شد. هرچند که رقم تجاری فستوکا با ۴۷/۸٪ و گونه لولپوم پرنه با ۵۶/۵٪ افزایش در رشد مجدد بخش هوایی (وزن خشک) نسبت به گیاهان شاهد، در مقایسه با ۲۳۴٪ افزایش رشد توده بومی در این بخش، بسیار ضعیفتر عمل می‌کنند (جدول ۴). گزانچیان و همکاران (۱۴) یکی از نکات قابل توجه در مورد گراسهای بومی ایران را افزایش وزن خشک بخش هوایی در اثر آبیاری مجدد دانستند. در واقع برای چمنهای چند ساله مهمترین استراتژی این نیست که رشد یا تولید خود را در طی مدت تنش حفظ کنند، بلکه توانایی برای بقا و بازیافت سریع از شرایط تنش پس از رفع نقصان آبیاری یا بارندگی به عنوان مهمترین استراتژی مطرح است (۲۷).

منابع

- ۱- سلاح ورزی ی، تهرانی فر ع، گزانچیان ع و آرویی ح. ۱۳۸۷. بررسی پاسخهای گراسهای بومی و وارداتی در چگونگی اجتناب از خشکی ۱- بخش زیرزمینی. مجله علوم و صنایع کشاورزی. ۲۲: ۱-۱۲.
- ۲- کافی م، لاهوتی م، زند ا، شریفی ح. ر. و گلدانی م. ۱۳۷۸. فیزیولوژی گیاهی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- ۳- مظفریان و. ۱۳۸۱. گنجینه ذخایر توارثی گیاهان ایران. ماهنامه پیام. انجمن ژنتیک ایران. شماره ۶.
- 4- Amiard V., Bertrand A.M., Billard J.P., Huault C., Keller F., and Prudhomme M.P. 2003. Fructans, but not the sucrosyl-galactosides, Raffinose and loliose, are affected by drought stress in perennial ryegrass. *Journal Plant Physiology*. 132:2218-2229.
- 5- Arnon D.S. 1940. Copper enzyme in isolated chloroplast polyphenol oxidase in *Beta vulgaris*. *Journal Plant Physiology*. 24:1-15.
- 6- 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. *Journal of Experimental Botany*, 317:2075-2085.
- 7- Beard J.B. (1973). *Turfgrass: Science and Culture*, Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffee, NJ.
- 8- Carrow R.N. 1996. Drought resistance aspects of turfgrass in the southeast: Root-Shoot responses. *Crop Science*, 36:687-694.
- 9- Durand J.L., Onillon B., Schnyder H., Rademacher I. 1995. Drought effects on cellular and spatial parameters of leaf growth in tall fescue. *Journal of Experimental Botany*, 46:1147-1155.
- 10- Erusha K.S., Shearman R.c., Rioradan T.P., and Wit L.A. 2002. Kentucky Bluegrass cultivar root and top growth responses when grown in hydroponics. *Crop Science*, 42:848-852.
- 11- Fry J.D., and Bulter J.D. 1989. Response of tall and hard fescue to deficit irrigation. *Crop Science*. 29:1536-1541.
- 12- Fu J., Fry J., and Huang B. 2004. Minimum water requirements of four turfgrasses in the transition zone. *HortScience*, 39:1740-1744.
- 13- Garcia M.G., Busso C.A., Polci P., Garcia L.N., and Echenique V. 2002. Water relation and leaf growth rate of three *Agropyron* genotypes under water stress. *BioCell*, 26:309-317.
- 14- Gazanchian A., Khosh Kholgh Sima N.A., Malboobi M.A., and Majidi Heravan E. 2006. Relationships between emergence and soil water content for perennial cool-season grasses native to Iran. *Crop Science*. 46:544-553.
- 15- Gazanchian A., Hajheidari M., Khosh Kholgh Sima N.A, and Salkadeh G.H. 2007. Proteom response of *Elymus elongatum* to sever water stress and recovery. *Journal of Experimental Botany*, 58:291-300.
- 16- Hill J., Verheggen F., Roelvink P., Fernssen H., Vankammen A., and Zabel K. 1985. Bleomycin resistance: A new dominant selectable marker for plant cell transformation. *Plant Molecular Biology*, 7:171-176.
- 17- Huang B., Fry J.D., and Wang B. 1998. Water relations and canopy characteristics of tall fescue cultivars during and after drought stress. *HortScience*, 33:837-840.
- 18- Jiang Y., and Huang B. 2001. Drought and heat stress injury to two cool-season turfgrass in relation to antioxidant

- metabolism and lipid peroxidation. *Crop Science*, 41:436-442.
- 19- 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.
- 20- Lemaire G., and Chapman D. 1996. Tissue flows in grazed plant communities. P. 3-36. In J. Hodgson and A.W. Lilius (ed.). *The ecology and management of grazing system*. CAB Int., UK.
- 21- Michelana V.A., and Boyer J.S. 1982. Complete turgor maintenance at low water potentials in the elongation zone of maize leaves. *Journal Plant Physiology*, 69:1145-1149.
- 22- Pande H., and Singh J.S. 1981. Comparative biomass and water status of four range grasses growth under two soil water conditions. *Journal of Range Management*. 34:480-484.
- 23- Richards R.A. 1996. Defining selection criteria to improve yield under drought. *Plant Growth Regulators*, 20:157-166.
- 24- Rodriguez J.R., and Miller G.L. 2000. Using chlorophyll meter to determine the chlorophyll concentration, nitrogen concentration, and visual quality of St. Augustine grass. *HortScience*. 35:751-754.
- 25- SAS Institute. 1992. *Fundamentals of the SAS system*. V. 6.12 SAS Inst., Cary, NC.
- 26- Turgeon A.J. 1999. *Turfgrass management*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- 27- Wang Z., and Huang B. 2004. Physiological recovery of Kentucky bluegrass from simultaneous drought and heat stress. *Crop Science*, 44:1729-1736.

Archive of SID

Drought resistance mechanisms of native and commercial turfgrasses under drought stress: II. Shoot responses

A. Tehranifar^{1*} - Y. Selahvarzi² - A. Gazanchian³ - H. Arooei⁴

Abstract

Many uses of landscape and important roll of ground covers aspect turfgrasses caused extensive of this plant in the cities. This study focuses on shoot responses and tolerance of native and commercial turf grasses under drought stress in a factorial experiment based on unbalanced completely random design on the year 2006. The species that we used in this experiment included (i) commercial tall fescue (*Festuca arundinacea*) (ii) commercial perennial ryegrass (*Lolium perenne*) (iii) native tall fescue population (*Festuca arundinacea*). The drought stress levels included (i) 50%FC (ii) 25% FC (iii) recovery from drought stress and 3 groups of pots that was always in the field capacity condition. The results of this study showed that dry weight decreased 26.4% in 25% FC traits in compare with control traits under severe drought stress. Decreased in leaf wide, leaf total area, leaf total length and increase in leaf diameter caused decrease in evapotranspiration under drought stress in *festuca* genus. Parameter of quality change (Δ_{TQ}) and decrease in total chlorophyll content was minimum in native tall fescue and maximum in commercial ryegrass, from perfect irrigation to sever drought stress. Shoot dry weight, leaf width, total leaf area and total leaf length, visual quality and leaf total chlorophyll content increased 18.2%, 103.3%, 74.4%, 28.8%, 64.1%, 40.8% respectively, and mean leaf diameter decreased 53.2% in compare with sever drought stress condition after 14 days rewatering.

Key words: Recovery, Drought stress, Native fescue, Visual quality, Chlorophyll content

1,4 - Associate Professor and Assistant Professor, Department of Horticulture Science, Ferdowsi University of Mashhad
(* - Corresponding author Email: tehvaniifar2000@yahoo.com)

2 - Former Graduate Student of Horticulture Science, Ferdowsi University of Mashhad

3 - Assistant Professor of Natural Resources Research Center of Khorassan