Arshive of SID

بررسی برخی خصوصیات مورفولوژیک سه گونه چمن در شرایط تنش خشکی

۱-مریم تاتاری، استادیار بخش تحقیقات باغبانی، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج
mtatari1@yahoo.com
۲-رضا فتوحی قزوینی، استاد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان
۳-اصغر موسوی، استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی چهارمحال و بختیاری، شهرکرد
۴-نعمت‌اله اعتمادی، استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

دریافت: ۱۳۹۲/۰۸/۲۲
پذیرش: ۱۳۹۳/۰۸/۲۲

چکیده

یکی از چالش‌های اصلی در مدیریت چمن، محدودیت منابع آب جهت آبیاری است.استفاده از گونه‌ها و ارقام مقاوم به خشکی، مهم‌ترین ابزار در کاهش میزان آب مورد استفاده در زمین‌های چمن‌کاری شده است.این پژوهش به‌منظور بررسی برخی پاسخ‌های مورفولوژیک شاخساره و ریشه چمن‌های آگروپایرون دزرتوروم (*Agropyron desertorum* Fischer)، پوآ پراتنسیس (*Poa pratensis* L.) رقم"باریمپالا" و برموس اینرمیس (*Bromus inermis* Leyss) به قطع آبیاری انجام شد. بذرهای چمن در گلدان‌های استوانه‌ایی در فضای آزاد کشت شدند و آبیاری به نحوی انجام شد که آب به آرامی از انتهای زهکش گلدان خارج شود. پس از استقرار کامل گیاهان، آبیاری قطع شد تا بیشتر گیاهان به حدود ۸۰ درصد خشکیدگی برسند. پس از آن آبیاری مجدد انجام شد. با قطع کامل آبیاری به ترتیب چمن‌های برموس اینرمیس، پوآ پراتنسیس و آگروپایرون دزرتوروم به حدود ۸۰ درصد خشکیدگی رسیدند. پس از انجام آبیاری مجدد درصد خشکیدگی ابتدا در آگروپایرون دزرتوروم و سپس در پوآ پراتنسیس کاهش یافت و پس از مدتی مشابه گیاهان شاهد شدند، هر چند آبیاری مجدد اثری روی برموس اینرمیس نداشت و این گونه چمن به خشکیدگی کامل رسید. تنش خشکی ارتفاع رشد و ماده خشک حاصل از سربرداری را کاهش داد. میزان این کاهش در آگروپایرون دزرتوروم کم‌تر از دو گونه دیگر بود. کیفیت چمن نیز در اثر تنش خشکی کاهش یافت، اما کاهش کیفیت در آگروپایرون دزرتوروم کندتر از دو گونه دیگر بود. نتایج بررسی خصوصیات ریشه نشان داد که آگروپایرون دزرتوروم در مقایسه با دو گونه دیگر چمن از طول و وزن خشک ریشه بیشتری برخوردار بود. برموس اینرمیس و پوآ پراتنسیس اختلاف معنی‌داری در این دو صفت نداشتند. طول ریشه در گیاهان با آبیاری مناسب به طور معنی‌داری بیش از گیاهان در معرض تنش خشکی بود. در آگروپایرون دزتوروم و پوآ پراتنسیس نسبت ریشه به شاخساره در گیاهان تحت تنش بیش از گیاهان با آبیاری مناسب بود، درحالی‌که در برموس اینرمیس نسبت ریشه به شاخساره در این دو تیمار اختلاف معنی‌داری را با یکدیگر نشان نداد.

واژگان کلیدی: آگروپایرون دزرتوروم؛ پوآ پراتنسیس؛ برموس اینرمیس؛ شاخساره؛ ریشه.

مقدمه

یکی از مهم‌ترین راهکارهای موجود برای داشتن چمن در مناطق خشک و نیمه خشک استفاده از گونه‌های مقاوم به خشکی است. در مناطقی که محدودیت آب وجود دارد، استفاده از گونه‌ها و ارقام باریک‌برگی که قابلیت اجتناب، تحمل و یا فرار از خشکی را داشته باشند، برای حفظ کیفیت چمن لازم است. کشت باریک‌برگان مقاوم به خشکی می‌تواند اثر معنی‌داری بر کاهش مصرف آب آبیاری داشته باشد [۱۴].

اعتمادی [۱۶] ۷۵ رقم گیاه چمن آفریقایی را از مناطق مختلف ایران جمع‌آوری کرد و پس از یک مطالعه دو ساله گزارش کرد که بین جمعیت‌های مختلف از نظر مقاومت به خشکی، میزان پرولین و طول و قطر ریشه‌ها تفاوت معنی‌داری وجود دارد. مصطفایی [۴۴] گزارش کرد که گونه علف گندمی با وجود داشتن بافت خشن‌تر و رنگ کم‌تر نسبت به چمن چاوداری از پنجه‌زنی بالاتر، رنگ مناسب و بافت مطلوبی برخوردار است و می‌تواند در فضای

www.SID.ir

Arshive of SID

سبز به عنوان چمن مورد استفاده قرار گیرد. ضمن آنکه سطح ۴ سانتیمتر را بهترین ارتفاع چمن‌زنی برای این گونه معرفی کرد. صادقی [۵۵] برخی پاسخ‌های مورفولوژیک پنج رقم چمن کنتاکی‌بلوگراس تحت تنش خشکی را مورد ارزیابی قرار داد و گزارش کرد رقم "ناتاپ"[1] مقاومت بیشتری به تنش خشکی داشت. به گزارش اعتمادی و همکاران [۱۹] بین توده‌های مختلف گیاه چمن مرغ تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد از نظر رنگ و بافت مشاهده شد. تنش خشکی باعث کاهش رنگ، عرض برگ و تراکم چمن شد و میزان کاهش کیفیت بسته به نوع چمن متفاوت بود [۷]. تنش رطوبتی کم نیز بر بزرگ شدن سلول اثرگذار است و در نهایت به کوتاه شدن ارتفاع چمن می‌انجامد [۱۷ و ۳۱].گزانچیان و همکاران [۲۴] بیان کردند که رشد مجدد بعد از تیمار تنش با توانایی هر چه بیشتر جذب آب در اثر آبیاری پس از یک دوره خشکی همبستگی دارد. بنابراین آن‌ها نتیجه گرفتند که سلول‌های برگی پس از اعمال تنش خشکی همچنان ظرفیت خود را در جذب آب و ایجاد آماس حفظ می‌کنند.

به دلیل این‌که ریشه‌ها در تماس مستقیم با خاک بوده و آب را از خاک جذب می‌کنند؛بنابراینبررسی خصوصیات ریشه از جمله صفات مهم در پاسخ گیاه به تنش خشکی است [۴۵]. در زمان بروز تنش، رشد نسبی ریشه افزایش می‌یابد تا سیستم ریشه آب بیش‌تری را از لایه‌های عمیق‌تر خاک استخراج کند [۱۴]. ارتباط معنی‌داری بین افزایش عمق ریشه و کاهش سوختگی برگ در کنتاکی‌بلوگراس تحت تنش خشکی دیده نشده است [۱۵]. گنجعلی [۲۳] بیان کرد که امکان بهبود تحمل به خشکی از طریق تغییر ویژگی‌های مثبت ریشه که دارای تنوع ژنتیکی وسیعی بین ارقام و توده‌های بومی است، می‌تواند امیدبخش باشد. در مطالعه‌ای که بر روی رشد ریشه ژنوتیپ‌های چمن آفریقایی[2] انجام شد، مشخص شد که تعدادی از ژنوتیپ‌های چمن آفریقایی یک پتانسیل رشد ریشه حداقل ۲/۱ متری دارند که عامل اصلی مکانیسم مقاومت به خشکی فوق‌العاده آن‌ها است [۵۷]. به دلیل این‌که مطالعه بر روی ریشه‌ها بسیار مشکل و پرهزینه است، محققانی که روی تنش خشکی در چمن فعالیت دارند، بیشتر تحقیقات خود را روی بخش هوایی نسبت به بخش زیرزمینی متمرکز کرده‌اند؛ ولی با وجود این موضوع، هنوز ریشه‌ها مهم‌ترین بخش برای سازگار کردن گیاهان به کمبود رطوبت خاک هستند که این کار را به وسیله تلاش برای ادامه جذب آب در شرایط تنش خشکی انجام می‌دهند [۲۸]. استفاده از گونه‌ها و ارقام مقاوم به خشکی می‌تواند یک برنامه مدیریتی مفید برای کاهش مصرف آب در چمن باشد [۱۱]. در این راستا خانواده گندم‌سانان در ایران با ۳۹۷ گونه از ۱۱۵ جنس، تنوع ژنتیکی بالایی را شامل می‌شود [۴۶]. پوآ پراتنسیس، آگروپایرون دزرتوروم و بروموس اینرمیس از جمله این گراس‌ها هستند. پوآ پراتنسیس مهم‌ترین گونه جنس پوآ است که به‌عنوان یکی از باریک‌برگان زیبا، مقاوم و پایدار به طور گسترده در سراسر دنیا به‌خصوص در مناطقی با اقلیم سرد مورد استفاده قرار می‌گیرد و دارای قدرت ترمیمی و تکثیر بسیار مناسب است [۶]. ارقام مختلف پوآ پراتنسیس از اجزای مهم تشکیل‌دهنده بذر چمن‌های مخلوط هستند. این گونه چمنی به سایه نیز تا حدودی مقاوم بوده و قدرت پاخوری خوبی دارد [۳۵]. علف گندمی گیاه علفی چند ساله است و حدود ۱۹ گونه از آن در مناطق مختلف ایران گزارش شده است [۸]. گیاهان این جنس به شرایط آب و هوایی خشک و نیم‌خشک مشابه ایران، سازگاری خوبی دارند [۱۲]. آگروپایرون دزرتورم یکی از مهم‌ترین گونه‌های این جنس است که به طور معمول در دامنه‌های کوهستانی البرز و زاگرس می‌روید [۴]. این گونه گیاهی نیاز به نگهداری و آبیاری کمی دارد [۳۷]. بروموس‌ها گروهی از گراس‌ها هستند که از لحاظ جغرافیایی گسترش وسیعی دارند [۵۶]. یکی از مهم‌ترین گونه‌های چند ساله این جنس بروموس اینرمیس است. بروموس اینرمیسبا نام انگلیسی اسموت‌بروم‌گراس[3] بومی اروپا و آسیا بوده و سازگاری خوبی با آب و هوای معتدله دارد. اگر چه ممکن است خاستگاه اولیه آن ایران نباشد؛ اما پراکنش و تنوع بسیار بالایی در ایران دارد [۴۲]. در بعضی مناطق دنیا از جمله مناطق معتدله شمال غربی آمریکا به عنوان چمن فصل سرد مورد استفاده قرار

[1].Nutop
[2].*Cynodon dactylon*
[3].Smooth bromegrass

www.SID.ir

Arshive of SID

می‌گیرد. این گونه از بافت زبری برخوردار بوده و در مناطقی که به نگهداری کمی نیاز دارند مثل کنار جاده‌ها کشت می‌شود [۵۲]. سطح وسیعی از کشور ما در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان قرار گرفته است. با توجه به این‌که چمن نیز در طراحی فضای سبز پارک‌ها، میدان‌ها، خانه‌ها، اطراف کارخانجات و سازمان‌ها نقش غیرقابل انکاری را ایفا می‌کند و در بیشتر موارد نمی‌توان گیاه دیگری جایگزین آن کرد؛بنابراین یافتن گونه‌ها و ارقامی از چمن که با اقلیم منطقه سازگاری نشان دهند، نیاز آبی کمی داشته و به خشکی مقاوم باشند، هزینه‌های نگهداری آن‌ها پایین بوده و بتوانند در ایجاد فضای سبز پایدار با حفظ کیفیت ظاهری نقش اساسی داشته باشند، ضروری به نظر می‌رسد. از طرفی ابتدایی‌ترین و قابل لمس‌ترین مکانیسم مقابله با نوسانات محیطی، تغییرات مورفولوژی است که در شاخساره و ریشه اتفاق می‌افتد و به صورت اجتناب از خشکی تظاهر می‌یابد؛بنابراین در این آزمایش برخی از خصوصیات مورفولوژی چمن‌های آگروپایرون دزرتوروم، پوآ پراتنسیس و بروموس اینرمیس مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در ایستگاه تحقیقاتی سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهر اصفهان و بخش خاک‌شناسی دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شد. بذر گونه‌های آگروپایرون دزرتوروم، پوآ پراتنسیس رقم "باریمپالا" و بروموس اینرمیس با استفاده از هیپوکلریدسدیم یک درصد ضدعفونی سطحی شده و بلافاصله با آب مقطر شستشو داده شد. کاشت در اسفند ماه ۱۳۸۹ انجام شد. برای کاشت از گلدان‌های استوانه‌ایی شکل به عمق ۶۰ سانتیمتر و قطر ۱۵ سانتیمتر، از خاک سیلتی- رسی- لوم (۱۶/۵ درصد شن، ۴۴ درصد سیلت و ۳۹/۵ درصد رس) به عنوان بستر کاشت و بذرهای چمن با توجه به وزن هزار دانه و درصد خلوص به مقدار ۳۰، ۴۰ و ۵۰ گرم در مترمربع به ترتیب برای بذرهای پوآ پراتنسیس، آگروپایرون دزرتوروم و بروموس اینرمیس استفاده شد. بدین منظور پس از محاسبه مساحت گلدان، بذرها متناسب با سطح مذکور توزین شده و پس از تسطیح خاک گلدان کشت شدند. به‌منظور پوشش بذرها از کود دامی پوسیده الک شده استفاده شد. تا کنون بیشتر مطالعات انجام شده در این زمینه در گلخانه و در شرایط اتاقک‌های رشد صورت گرفته که نمی‌تواند به طور واقعی بازتابی از تنش خشکی در شرایط مزرعه باشد [۵۰]، بنابراین، در این پژوهش گلدان‌ها در شرایط طبیعی رشد یافتند. میانگین ۱۰ ساله خصوصیات اقلیمی منطقه درجدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- میانگین ۱۰ ساله خصوصیات اقلیمی منطقه

ماه	میانگین دما (°C)	میانگین رطوبت نسبی (٪)	طول مدت تابش (hr)	میانگین بارندگی (mm)
اسفند	۱۱/۱۳	۳۶	۲۶۷/۷۱	۱۲/۸۸
فروردین	۱۵/۲۳	۳۲	۲۸۹/۲۵	۲۰/۲۱
اردیبهشت	۲۰/۵۸	۳۱/۵	۳۲۴/۵۳	۱۵/۶۲
خرداد	۲۵/۶۸	۲۸	۳۴۶/۲	۳/۹

در طول مدت جوانه‌زنی و استقرار گیاهان، مبارزه با علف‌های هرز به صورت دستی و به طور مرتب و کودهی با کود کامل کریستالون (۲۰-۲۰-۲۰) به میزان ۱۵/۷ گرم در ۱۰۰ مترمربع به صورت محلول‌پاشی انجام شد. تا زمان استقرار کامل چمن که دو ماه به طول انجامید، آبیاری به طور منظم و تاحدی که آب به آرامی از انتهای زهکش گلدان خارج شود، انجام شد تا از بروز خشکی جلوگیری شود. چمن‌ها برای اولین بار پس از رسیدن به ارتفاع ۷ سانتیمتر کوتاه شدند و پس از آن به طور هفتگی و از ارتفاع ۴ سانتیمتری سرزنی شده و برگ‌های چیده شده از محیط خارج شدند. پس از استقرار کامل گیاهان، آبیاری تا زمانی که بیش از ۸۰ درصد برگ‌ها پژمرده شوند [۱۸]، به طور کامل قطع شده و پس از آن به‌منظور تعیین میزان برگشت‌پذیری چمن، آبیاری مجدد انجام شد. تیمار شاهد نیز بدون اعمال تنش خشکی در نظر گرفته شد. کلیه صفات یک روز قبل از اعمال تنش و نیز در روزهای ۵،

www.SID.ir

Arshive of SID

۱۰، ۱۵ و ۲۰ بعد از قطع کامل آبیاری مورد ارزیابی گرفت. درصد خشکیدگی برگ‌ها هر پنج روز یکبار و در ساعت ۱۱ صبح به صورت مشاهده‌ای تخمین زده شدو به صورت درصد بیان گردید. ارتفاع رشد قبل از هر بار سربرداری اندازه‌گیری شد. بدین‌منظور یک طرف خط‌کش با سطح خاک مماس و با جابجایی خط‌کش، ارتفاع رشد در سه نقطه‌ی تصادفی از گلدان به دست آمد. میانگین این سه نقطه‌ی تصادفی مبین ارتفاع رشد بر حسب سانتیمتر بود. برای اندازه‌گیری ماده خشک حاصل از سربرداری، پس از هر بار سربرداری، چمن‌های چیده شده به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ ^{o}C خشک شدند و وزن خشک آن‌ها محاسبه شد [۴۹].

ویژگی‌های رنگ، تراکم و بافت چمن از طریق ارزیابی‌های چشمی و طبق برنامه ملی ارزیابی چمن[1] صورت گرفت. رتبه ۹، چمن با رنگ سبز تیره، تراکم بالا و بافت مطلوب (مشابه گیاهان در حالت طبیعی و بدون تنش) و رتبه ۱ برای چمن‌های کاملا زرد رنگ و با تراکم پایین و بافت نامطلوب در نظر گرفته شد [۶]. به‌منظور تعیین میزان برگشت‌پذیری گونه‌های چمن مورد بررسی، آبیاری دوباره نیمی از گلدان‌های تحت تنش در زمانی که درصد خشکیدگی هر یک از گونه‌های چمن به حدود ۸۰ درصد رسید، انجام شد. آبیاری تا زمانی که پژمردگی گونه‌های چمن از بین رفته و مشابه گیاهان شاهد شوند، انجام شد. درصد خشکیدگی در روزهای صفر، ۳، ۶، ۹، ۱۲ و ۱۵ پس از آبیاری دوباره ثبت شد. منظور از روز صفر وقتی است که گیاهان به حدود ۸۰ درصد خشکیدگی رسیدند.

در پایان آزمایش با خارج‌سازی ستون خاک درون گلدان و اندازه‌گیری پایین‌ترین عمقی از خاک که ریشه توانسته بود به آن نفوذ کند، طول ریشه بر حسب سانتیمتر محاسبه شد. به این منظور گلدان‌ها به مدت یک ساعت در حوضچه آب قرار گرفتند تا خاک درون آن‌ها خیس بخورد و ستون خاک و ریشه‌ها به راحتی جدا شوند.برای محاسبه میزان رشد ریشه‌ها، در پایان آزمایش پس از خارج کردن گیاهان از گلدان، ریشه‌ها جدا شده و پس از شستشو و جدا کردن بستر کشت، به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ ^{o}C خشک و وزن خشک آن‌ها بر حسب گرم محاسبه شد [۴۹]. برای بررسی خصوصیات شاخساره، آزمایش به صورت کرت‌های دوبار خرد شده در زمان و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار (هر تکرار با چهار گلدان) اجرا شد. عامل اصلی تنش خشکی در دو سطح شاهد و قطع آبیاری، متغیر فرعی نوع چمن در سه سطح و فاکتور فرعی زمان اندازه‌گیری صفات بود. برای ارزیابی درصد خشکیدگی پس از آبیاری دوباره، آزمایش جداگانه‌ایی با سه تکرار(هر تکرار با دو گلدان) اجرا شد. به این منظور نیز آزمایشی به صورت کرت‌های دوبار خرد شده در زمان و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به اجرا درآمد که فاکتور اصلی تنش خشکی در سه سطح شاهد، قطع آبیاری و آبیاری مجدد، فاکتور فرعی نوع چمن در سه سطح و فاکتور فرعی فرعی زمان اندازه‌گیری صفات بود. صفات ریشه به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو عامل نوع چمن در سه سطح و تنش خشکی در دو سطح شاهد و قطع آبیاری بررسی شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD[2] انجام شد. به‌منظور انجام تجزیه‌های آماری از نرم‌افزار SAS استفاده شد.

نتایج

بررسی خصوصیات مورفولوژیک شاخساره

نتایج تجزیه واریانس اثر تنش خشکی و نوع چمن بر صفات اندازه‌گیری شده نشان داد که برهم‌کنش اثرات زمان، نوع چمن و خشکی برای صفات اندازه‌گیری شده در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲).

[1].National Turfgrass Evaluation Program (NTEP)

[2].Least Significant Difference Test

www.SID.ir

Arshive of SID

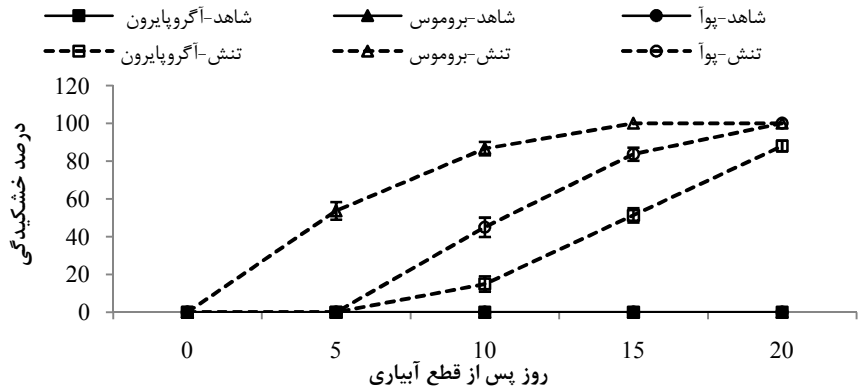
جدول ۲- تجزیه واریانس اثر تنش خشکی و نوع چمن بر صفات اندازه‌گیری شده

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		درصد خشکیدگی	ارتفاع رشد	ماده خشک حاصل از سربرداری	کیفیت ظاهری
بلوک	۲	۰/۰۴^{ns}	۴/۰۱^{ns}	۰/۲۷^{ns}	۰/۱۶^{ns}
خشکی	۱	۵۷۶/۳۳**	۱۰۱/۱۲**	۱۴/۴۶**	۳۴۴/۸۴**
خطای خشکی	۲	۰/۰۰۱	۰/۶۳	۰/۰۱	۰/۰۵
نوع چمن	۲	۱۸/۶۲**	۹/۴۰**	۱/۸۱**	۲۵/۲۸**
خشکی × نوع چمن	۲	۱۸/۶۲**	۸/۵۰**	۰/۵۰^{ns}	۱۹/۱۱**
خطای نوع چمن	۸	۰/۰۱	۰/۹۴	۰/۱۳	۰/۰۸
زمان	۴	۶۷/۱۳**	۲۳/۷۵**	۲/۲۹**	۴۴/۶۸**
زمان × نوع چمن	۸	۴/۴۱**	۳/۳۹**	۰/۱۱^{ns}	۲/۱۴**
زمان × خشکی	۴	۶۷/۱۳**	۱۷/۵۲**	۱/۵۶**	۳۸/۷۴**
زمان × نوع چمن ×خشکی	۸	۴/۴۱**	۴/۶۲**	۰/۲۷**	۱/۹۷**
خطای باقیمانده	۴۸	۰/۰۱	۰/۳۹	۰/۰۸	۰/۱۲
کل	۸۹	-	-	-	-
C.V (%)		۵/۴۶	۱۰/۹۷	۱۸/۰۷	۵/۵۳

**، * و n.s به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱٪، ۵٪ و عدم وجود اختلاف معنی‌دار

درصد خشکیدگی

در هر سه گونه با انجام آبیاری هیچ‌گونه خشکیدگی دیده نشد. خشکیدگی در برموس اینرمیس تحت تنش، نسبت به دو گونه دیگر تحت تنش، با سرعت بیشتری اتفاق افتاد؛ به طوری‌که درصد خشکیدگی در روز ۱۰ بعد از تنش، به حدود ۸۵ درصد رسید. این گونه گیاهی در روز ۱۵ بعد از تنش دچار خشکیدگی کامل شد. پوآ پراتنسیس و آگروپایرون دزرتوروم تا ۵ روز بعد از بودن در معرض تنش خشکی، هیچ‌گونه خشکیدگی را نشان ندادند. پس از آن پوآ پراتنسیس با سرعت بیشتر و آگروپایرون دزرتوروم با سرعت کم‌تری شروع به خشکیدگی کردند. پوآ پراتنسیس در روز ۱۵ بعد از تنش به حدود ۸۰ درصد خشکیدگی رسید و در آخرین نمونه‌برداری به طور کامل خشک شد. این در حالی بود که آگروپایرون دزرتوروم پس از گذشت ۲۰ روز از تنش به ۸۸ درصد خشکیدگی رسید (شکل ۱).



شکل ۱- برهمکنش اثر تنش خشکی، نوع چمن و زمان نمونه‌برداری بر درصد خشکیدگی

با توجه به این‌که برموس اینرمیس و پوآ پراتنسیس به‌ترتیب در روزهای ۱۵ و ۲۰ بعد از تنش به خشکیدگی کامل رسیدند، برای سایر صفات مورفولوژی در برموس اینرمیس برای روزهای ۱۵ و ۲۰ بعد از تنش و نیز برای سایر صفات مورفولوژی در پوآ پراتنسیس برای روز ۲۰ بعد از تنش عدد صفر منظور شد.

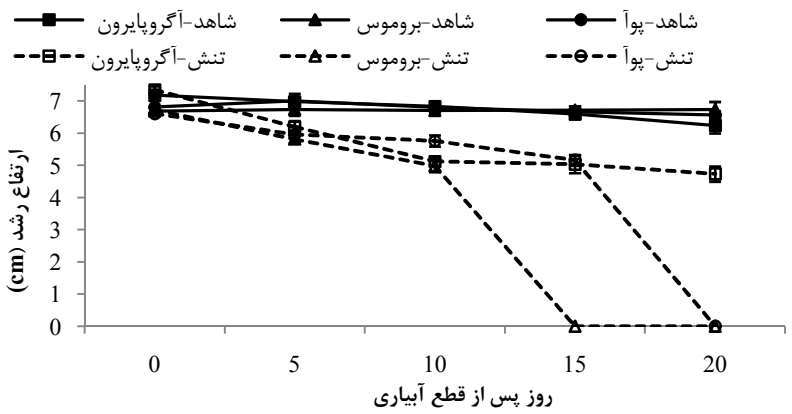
ارتفاع رشد

در هر سه گونه چمن ارتفاع رشد در گیاهان تحت تنش کم‌تر از گیاهان با آبیاری مناسب بود. در گیاهان آگروپایرون دزرتوروم تحت تنش، ارتفاع رشد تا ۱۰ روز بعد از تنش با سرعت کاهش یافت و سپس به ثبات رسید. اختلاف معنی‌داری بین روزهای ۱۰، ۱۵ و ۲۰ دیده نشد.

www.SID.ir

Arshive of SID

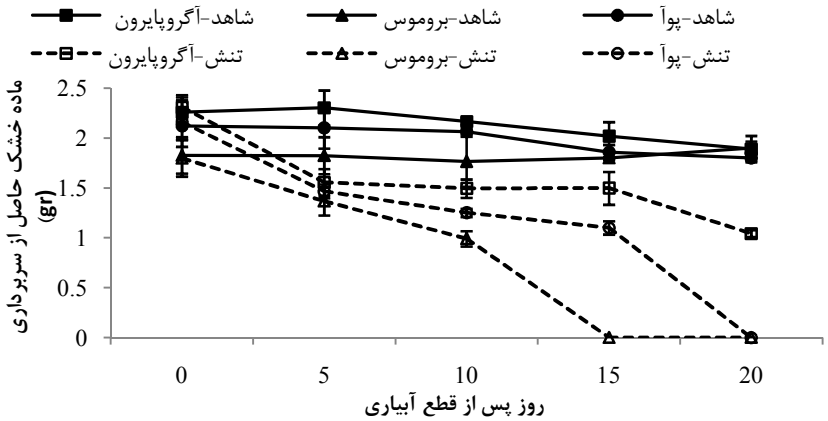
در گیاهان تحت تنش پوآ پراتنسیس ارتفاع رشد تا روز ۵ بعد از تنش کاهش یافت، از روز ۵ تا ۱۰ ثابت بود و پس از آن دوباره روند کاهشی را نشان داد و در روز ۱۵ به میانگین ۵/۱۶ سانتیمتر رسید. پوآ پراتنسیس در روز ۲۰ به خشکیدگی کامل رسید. در همه نمونه‌برداری‌ها بروموس اینرمیس تحت تنش، کاهش ارتفاع رشد را نشان داد (شکل ۲).



شکل ۲- برهمکنش اثر تنش خشکی، نوع چمن و زمان نمونه‌برداری بر ارتفاع رشد

ماده خشک حاصل از سربرداری

ماده خشک در گیاهانی که در معرض تنش بودند، کم‌تر از گیاهان شاهد بود. ماده خشک حاصل از سربرداری در نمونه‌های بروموس اینرمیس که به خوبی آبیاری شده بودند، در هر سه زمان نمونه‌گیری یکسان بود و تغییر معنی‌داری را نشان نداد؛ اما در گیاهان شاهد پوآ پراتنسیس و آگروپایرون دزرتوروم ماده خشک حاصل از سربرداری در نمونه‌گیری آخر کاهش پیدا کرد. در گیاهان در معرض تنش بیشترین کاهش ماده خشک را بروموس اینرمیس نشان داد، به طوری‌که در روز ۱۰ بعد از تنش به ۰/۹ گرم رسید. در پوآ پراتنسیس تا روز ۵ بعد از تنش ماده خشک با سرعت بیشتری کاهش یافت و پس از آن روند کاهشی ماده خشک کاهش پیدا کرد. در آگروپایرون دزرتوروم همانند پوآ پراتنسیس از زمان اعمال تنش تا ۵ روز بعد از تنش،ماده خشک به سرعت کاهش یافت و تا ۱۰ روز پس از آن تغییر معنی‌داری حاصل نشد. از روز ۱۵ تا ۲۰ بعد از اعمال خشکی نیز ماده خشک با شیب نسبتا تندی کاهش یافت و به ۱/۰۴ گرم رسید. به طور کلی کم‌ترین کاهش ماده خشک را آگروپایرون دزرتوروم نشان داد (شکل ۳).



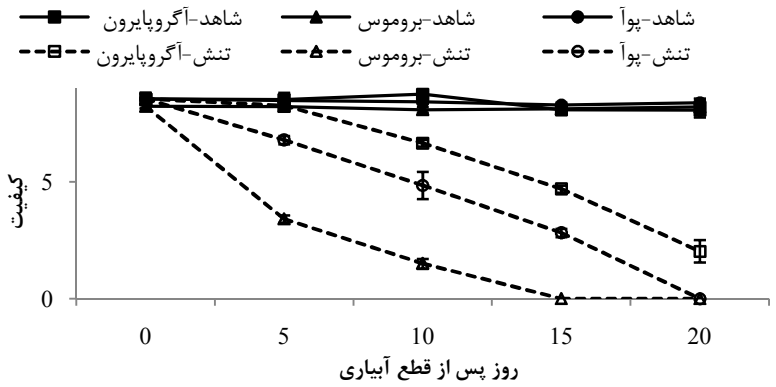
شکل ۳- برهمکنش اثر تنش خشکی، نوع چمن و زمان نمونه‌برداری بر ماده خشک حاصل از سربرداری

www.SID.ir

Arshive of SID

کیفیت چمن

کیفیت هر سه گونه چمن در گیاهان با آبیاری مناسب یکسان بود و اختلاف معنی‌داری در زمان‌های نمونه‌برداری دیده نشد. در تیمار تنش خشکی کیفیت چمن در هر سه گونه کاهش پیدا کرد. کم‌ترین و بیش‌ترین میزان کاهش کیفیت را به ترتیب آگروپایرون دزرتوروم و بروموس اینرمیس به خود اختصاص دادند. در بروموس اینرمیس در ابتدا کیفیت چمن با شیب نسبتا تندی کاهش یافت. از روز ۵ تا ۱۰ بعد از اعمال تنش کاهش کیفیت با سرعت کم‌تری کاهش یافت و در روز ۱۰ بعد از تنش، مقیاس کیفیت چمن به ۱/۵ رسید. در پوآ پراتنسیس کیفیت چمن در همه نمونه‌برداری‌ها با شیب تقریبا یکسانی کاهش یافت و ۱۵ روز پس از قطع آبیاری به مقیاس ۲/۸۲ رسید. در آگروپایرون دزرتوروم گیاهان در معرض تنش تا روز ۵، اختلاف معنی‌داری با گیاهان شاهد نداشتند. پس از آن کیفیت چمن کاهش پیدا کرد و در پایان به مقیاس ۲/۰۳ رسید (شکل ۴).



شکل ۴- برهمکنش اثر تنش خشکی، نوع چمن و زمان نمونه‌برداری بر کیفیت چمن

درصد خشکیدگی پس از آبیاری دوباره

نتایج تجزیه واریانس اثر تنش خشکی و نوع چمن بر درصد خشکیدگی پس از آبیاری دوباره نشان داد که برهم‌کنش اثرات سه گانه زمان، نوع چمن و خشکی بر این صفت در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳).

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر تنش خشکی و نوع چمن بر درصد خشکیدگی پس از آبیاری دوباره

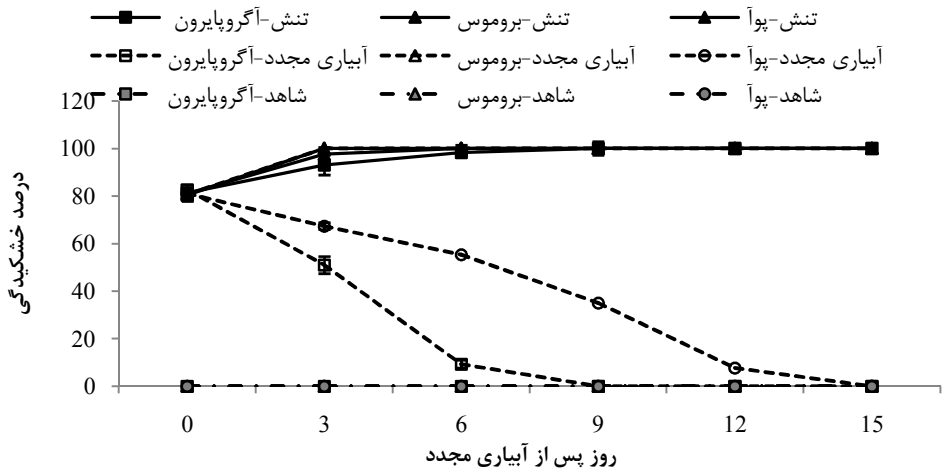
منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات
		درصد خشکیدگی پس از آبیاری مجدد
بلوک	۲	۰/۸۵^{ns}
خشکی	۲	۱۲۵۵۴۷/۳۷**
خطای خشکی	۴	۵/۳۰
نوع چمن	۲	۸۹۷۶/۹۸**
خشکی × نوع چمن	۴	۸۵۹۹/۲۶**
خطای نوع چمن	۱۲	۳/۹۶
زمان	۵	۶۳۵/۷۰**
زمان × نوع چمن	۱۰	۵۹۲/۶۹**
زمان × خشکی	۱۰	۱۶۹۰/۳۹**
زمان × نوع چمن × خشکی	۲۰	۵۹۵/۶۴**
بلوک × زمان	۱۰	۱۰/۳۶**
خطای باقیمانده	۸۰	۳/۷۸
کل	۱۶۱	-
C.V (%)		۵/۰۱

**، * و $^{n.s}$ به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱٪، ۵٪ و عدم وجود اختلاف معنی‌دار

www.SID.ir

Arshive of SID

به‌منظور تعیین میزان برگشت‌پذیری گون‌های چمن مورد بررسی، آبیاری مجدد نیمی از گلدان‌ها در زمانی که درصد خشکیدگی هر یک از گونه‌های چمن به حدود ۸۰ درصد رسید، انجام شد (شکل ۵). آبیاری مجدد منجر به برگشت‌پذیری چمن بروموس اینرمیس نشد و در پایان بروموس اینرمیس به طور کامل خشک شد. درصد خشکیدگی پوآ پراتنسیس پس از آبیاری مجدد روند کاهشی را در پیش گرفت. به طوری که درصد خشکیدگی پس از گذشت ۶ روز از آبیاری مجدد به ۵۵/۳۳ درصد رسید. پس از آن درصد خشکیدگی با سرعت بیشتری کاهش یافت و ۱۵ روز پس از آبیاری مجدد، میزان پژمردگی مشابه گیاهان شاهد شد. آگروپایرون دزرتوروم به سرعت به آبیاری مجدد واکنش نشان داد و درصد خشکیدگی با شیب تندی کاهش یافت. به طوری که ۹ روز پس از آبیاری مجدد مشابه گیاهان شاهد با آبیاری مناسب شد و توان بازیابی را در این مدت کم از خود نشان داد.



شکل ۵- برهمکنش اثر تنش خشکی، نوع چمن و زمان نمونه‌برداری بر درصد خشکیدگی پس از آبیاری مجدد

بررسی خصوصیات مورفولوژیک ریشه

طول ریشه

نتایج تجزیه واریانس اثر تنش خشکی و نوع چمن بر صفات ریشه نشان داد که نوع چمن بر صفات اندازه‌گیری شده در سطح یک درصد اثر معنی‌داری داشت. خشکی بر طول ریشه و نسبت ریشه به شاخساره معنی‌دار بود. برهم‌کنش نوع چمن و خشکی نیز تنها بر نسبت ریشه به شاخساره در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۴).

جدول ۴- تجزیه واریانس اثر تنش خشکی و نوع چمن بر صفات اندازه‌گیری شده

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		طول ریشه	وزن خشک ریشه	نسبت ریشه به شاخساره
بلوک	۲	۱۳/۱۹$^{n.s}$	۱/۵۰$^{n.s}$	۰/۰۰۴^{ns}
نوع چمن	۲	۷۲۸۶/۱۰**	۳۵/۳۷**	۰/۰۹**
خشکی	۱	۲۱۱/۵۶*	۰/۰۷$^{n.s}$	۰/۰۳*
خشکی× نوع چمن	۲	۷۲/۹۳$^{n.s}$	۰/۱۴$^{n.s}$	۰/۰۵*
خطای آزمایش	۱۰	۳۴/۲۵	۱/۰۴	۰/۱۱
کل	۱۷	-	-	-
C.V (%)		۱۷/۷۹	۲۰/۱۵	۲۸/۹۶

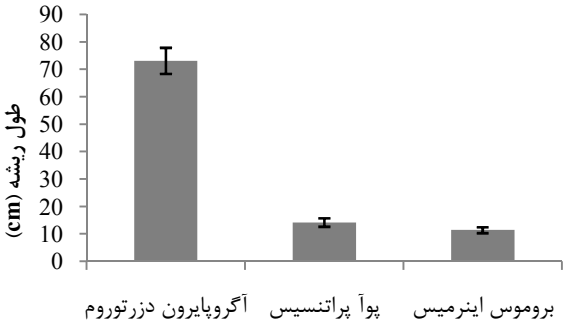
**، * و $^{n.s}$به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱٪، ۵٪ و عدم وجود اختلاف معنی‌دار

نتایج به دست آمده نشان داد که آگروپایرون دزرتوروم در مقایسه با دو گونه دیگر چمن از طول ریشه بسیار بلندتری برخوردار است. بروموس اینرمیس و پوآ پراتنسیس کم‌ترین طول ریشه را داشته و اختلاف

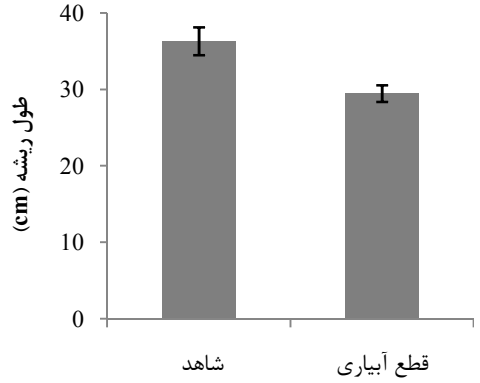
www.SID.ir

Arshive of SID

معنی‌داری بین این دو گونه چمن دیده نشد (شکل ۶). صرف نظر از گونه چمن، طول ریشه به طور معنی‌داری در گیاهان با آبیاری مناسب بیش از گیاهان در معرض تنش خشکی بود (شکل ۷).



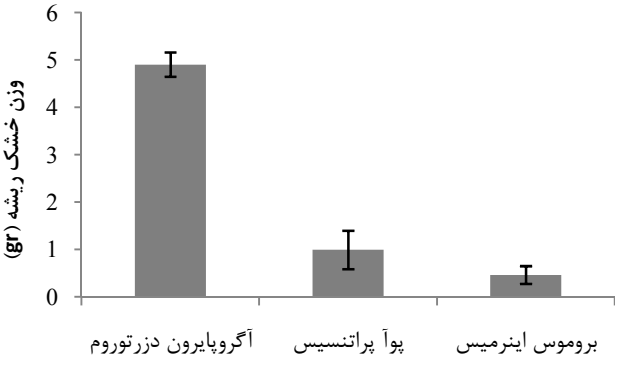
شکل ۶- اثر گونه چمن بر طول ریشه



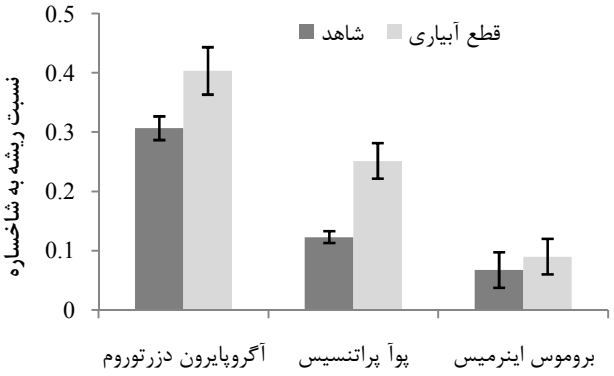
شکل ۷- اثر تنش خشکی بر طول ریشه

وزن خشک ریشه

وزن خشک ریشه در آگروپایرون دزرتوروم بسیار بیش‌تر از دو گونه دیگر بود. کم‌ترین وزن خشک ریشه متعلق به بروموس اینرمیس بود، هر چند اختلاف معنی‌داری بین این گونه در مقایسه با چمن پوآ پراتنسیس دیده نشد (شکل ۸). افزایش نسبت ریشه به شاخساره در شرایط قطع آبیاری در گونه‌های آگروپایرون دزرتوروم و پوآ پراتنسیس دیده شد؛ اما در بروموس اینرمیس اختلاف معنی داری بین گیاهان آبیاری نشده و تیمار شاهد در این صفت دیده نشد (شکل ۹).



شکل ۸- اثر گونه چمن بر وزن خشک ریشه



شکل ۹- اثر گونه چمن بر نسبت ریشه به شاخساره

بحث و نتیجه‌گیری

با طولانی‌تر شدن قطع آبیاری درصد خشکیدگی در هر سه گونه افزایش پیدا کرد. لیو و همکاران [۳۹] نیز نشان دادند که خشکیدگی برگ با طولانی شدن تیمار هم‌زمان خشکی و گرما در پنج رقم چمن کنتاکی‌بلوگراس افزایش یافت. آن‌ها دوره تنش خشکی را مهم‌ترین عامل تاثیرگذار بر افزایش مقدار این صفت دانستند. آگروپایرون دزرتوروم آخرین گونه‌ای بود که دچار خشکیدگی شد. در پژوهش احمدی [۱] و مصطفایی [۴۴] نیز آگروپایرون دزرتوروم بعد از سایر گونه‌های چمن مورد بررسی، به خشکیدگی کامل رسید. در این پژوهش گونه‌های مختلف چمن تحت تنش خشکی اختلاف معنی‌داری را در درصد خشکیدگی نشان دادند. اعتمادی و همکاران [۱۸] نیز پس از بررسی ۱۵ جمعیت از گیاه چمنی مرغ، گزارش کردند که بین درصد خشکیدگی جمعیت‌های مختلف چمن تفاوت معنی‌دار وجود دارد. برای ارزیابی مقاومت به

www.SID.ir

Arshive of SID

خشکی در چمن‌ها خشکیدگی برگ‌ها یک شاخص مناسب است [۱۱]؛ زیرا در همه گونه‌های گیاهی با گذشت زمان درصد خشکیدگی افزایش می‌یابد. مقاومت به خشکی با سوختگی کم‌تر برگ و عمق و تراکم بیشتر ریشه‌ها همراه است [۱۰] که در مورد آگروپایرون دزرتوروم صدق می‌کند.

در گیاهان تحت تنش آگروپایرون دزرتوروم در ابتدا کاهش و سپس ثبات ارتفاع رشد دیده شد. به نظر می‌رسد گیاه برای سازگاری بیشتر با خشکی، در روزهای اولیه قطع آبیاری ارتفاع اندام تعرق کننده خود را تا حد امکان کاهش می‌دهد و این مکانیسم را تا ۱۰ روز پس از قطع آبیاری ادامه می‌دهد. احمدی [۱] نیز ارتفاع رشد تعدادی از گونه‌های چمن فصل سرد و گرم را مورد مقایسه قرار داد و گزارش کرد که پایین‌ترین نرخ کاهش رشد متعلق به آگروپایرون دزرتوروم بود.

تنش خشکی رشد طولی را در هر سه گونه چمن مورد مطالعه کاهش داد؛ ولی زمان و شدت کاهش در گونه‌های مختلف چمنی متفاوت بود. کاهش رشد برگ در اثر تنش خشکی قبلاً نیز تایید شده است [۲۰]. صرف‌نظر از گونه‌ی گیاهی، ارتفاع رشد با طولانی شدن تنش خشکی کاهش می‌یابد [۳]. رشد طولی تال فسکیو تحت تنش خشکی سطحی و خشکی کامل خاک در مقایسه با سطح شاهد به شکل معنی‌داری کاهش یافت و مقدار این کاهش در خشکی کامل بیشتر بود و به توقف رشد منجر شد [۲۲]. نتایج این آزمایش نیز نشان داد که پس از قطع آبیاری ارتفاع رشد در هر سه گونه گیاهی اختلاف معنی‌داری با سطوح شاهد پیدا کرد. این اختلاف ۵ روز پس از قطع آبیاری آشکار شد. یکی از اثرهای تنش خشکی، محدود کردن میزان توسعه برگ و کاهش میزان رشد برگ‌ها است. این کاهش به دلیل کم شدن میزان تقسیم سلولی و یا کاهش طویل شدن سلول‌ها و یا هر دوی آنها است که می‌تواند تجمع ماده خشک و عملکرد گیاه را تحت تاثیر قرار دهد [۱۶]. رشد طولی سلول در گیاه از فرآیندهای حساس به تنش خشکی است و قبل از اینکه فتوسنتز یا روزنه‌ها تحت تاثیر قرار گیرند، کاهش می‌یابد [۲۵]. به نظر می‌رسد در هر سه گونه چمن مورد مطالعه نیز تنش خشکی بر تقسیم و یا طویل شدن سلول‌ها اثر داشته و ارتفاع رشد را کاهش داده است. تنش رطوبتی بر بزرگ شدن سلول اثرگذار است و به کوتاه شدن ارتفاع چمن منجر می‌شود [۱۷]. طبق گزارش بورل و همکاران [۹] بیشترین تغییر در سطح برگ تحت تاثیر تنش‌های محیطی مربوط به تغییرات طولی برگ می‌شود و تغییر در میزان عرض برگ سهم کم‌تری از تغییرات برگ را به خود اختصاص می‌دهد.

در گیاهان شاهد پوآ پراتنسیس و آگروپایرون دزرتوروم بر خلاف بروموس اینرمیس، ماده خشک حاصل از سربرداری در نمونه‌گیری آخر کاهش پیدا کرد. به نظر می‌رسد حتی در شرایط با آبیاری مناسب نیز با افزایش چمن‌زنی میزان ماده خشک ذخیره شده در برگ‌ها کاهش پیدا می‌کند. این موضوع می‌تواند با افزایش نسبت ریشه به شاخساره این دو گونه در شرایط طولانی شدن قطع آبیاری نیز مربوط باشد. از جمله تاثیر فیزیولوژیکی خشکی روی گیاهان، کاهش رشد رویشی به‌ویژه رشد شاخساره است. کاهش بخش هوایی در باریک‌برگان یک مکانیسم مناسب و سازگار کننده در زمان وقوع تنش‌های شدید رطوبتی است. تنش شدید، توسعه سلولی را در ناحیه رشد به شدت محدود می‌سازد [۵۴]. با توجه به مصرف بالای آب در چمن با طولانی شدن خشکی، کاهش ماده خشک حاصل از سربرداری در گونه‌های چمن مورد مطالعه مشاهده شد. نتایج تحقیقاتی نشان داد که رژیم‌های آبیاری خود به تنهایی عامل کاهش طویل شدن سلول‌ها و درنتیجه کاهش ارتفاع و مواد خشک حاصل از سربرداری است که این تایید کننده نتایج این بخش از تحقیق است [۳۲]. مصطفایی [۴۴] در تحقیقی که بر روی سه گونه چمن انجام داد گزارش کرد که با طولانی شدن تنش خشکی میزان رشد اندام هوایی، رنگ و عرض برگ کاهش یافت. در تحقیق ایشان نیز کاهش رشد اندام هوایی در بروموس اینرمیس زودتر از دو گونه دیگر اتفاق افتاد. در بررسی مقاومت به خشکی پنج رقم چمن پوآ پراتنسیس مشخص شد با طولانی شدن خشکی وزن تر و خشک بخش هوایی کاهش یافت [۵۵]. آبیاری در فواصل طولانی باعث کاهش رشد و کاهش مواد خشک حاصل از سربرداری چمن می‌شود [۲۱]. نتایج پژوهش دیگری نشان داد که خشکی سطحی خاک اثری روی تولید مواد خشک شاخساره در

www.SID.ir

Arshive of SID

کنتاکی‌بلوگراس نداشت، اما باعث کاهش ۱۹ درصدی مواد خشک در تال فسکیو شد [۲۲]. به گزارش تورکان و همکاران [۵۹] تیمار خشکی باعث کاهش وزن خشک شاخساره رقم حساس به خشکی لوبیا نسبت به رقم مقاوم شد. با توجه به این‌که در زمان بروز تنش خشکی برای جلوگیری از هدرروی آب از طریق تعرق، روزنه‌ها بسته می‌شوند، میزان دی‌اکسید کربن در دسترس گیاه برای انجام فتوسنتز نیز کاهش می‌یابد. با کاهش فتوسنتز میزان ساخت کربوهیدرات‌ها نیز کاهش یافته و به تبع آن وزن خشک اندام هوایی نیز کم می‌شود. این کاهش در ارقام حساس به خشکی با شدت بیشتری تظاهر می‌یابد.

ارزیابی کیفیت چمن‌ها معمولا بر پایه تخمین صفات مختلف کیفی نظیر رنگ، تراکم و بافت صورت می‌گیرد [۴۳]. خشکی با اثر منفی بر میزان رشد شاخساره سبب کاهش تراکم و عرض برگ‌ها می‌شود. با توجه به این‌که عرض برگ نمایان‌گر بافت چمن است و بافت چمن نیز یکی از مولفه‌های کیفیت چمن است بنابراین خشکی، کیفیت چمن را کاهش می‌دهد. از طرف دیگر کاهش محتوای کلروفیل که از اثرات تنش خشکی است، روی رنگ چمن که یکی از دیگر نمادهای کیفیت است، اثرگذار است. این عوامل در کنار افزایش سوختگی برگ‌ها و کاهش تراکم چمن سبب کاهش کیفیت چمن می‌شوند. برای چمنی مثل پوآ پراتنسیس که از طریق ریزوم و به صورت رونده توسعه می‌یابد، هر چه جوانه‌های رویشی در سطح زمین بیشتر باشد، به دلیل ایجاد نقاط رشدی و امکان گستردگی بیشتر، چمنی توسعه یافته‌تر و متراکم‌تر به وجود می‌آورد. با این وجود تنش خشکی منجر به کاهش تراکم و کیفیت پوآ پراتنسیس نیز شد. بییان و جیانگ [۷] گزارش کردند کیفیت کنتاکی‌بلوگراس در طی پنج روزی که در معرض تنش خشکی بودند، تا حد زیادی کاهش پیدا کرد که با ارزیابی انجام شده روی پوآ پراتنسیس در این آزمایش مشابهت دارد. همان‌طور که گفته شد برموس اینرمیس در شرایط قطع آبیاری کم‌ترین کیفیت چمن را نشان داد. مصطفایی [۴۴] نیز پس از بررسی چند گونه چمنی کم‌ترین کیفیت چمن را برای برموس اینرمیس اعلام کرد. به گفته بییان و جیانگ [۷] تنش خشکی باعث کاهش کیفیت چمن می‌شود و میزان کاهش کیفیت بسته به نوع چمن متفاوت است. به گزارش احمدی [۱] و مصطفایی [۴۴] آگروپایرون دزرتوروم در شرایط تنش، دیرتر از سایر گونه‌ها شاخص‌های کیفیتی خود را کاهش داد که با نتایج این تحقیق تطابق دارد. عدم کاهش کیفیت و عدم افزایش پژمردگی برگ در روز ۵ پس از قطع آبیاری مقاومت بالاتر این چمن را در مقابل خشکی نسبت به دو گونه دیگر چمن نشان داد.

در بین سه گونه چمن مورد مطالعه، آگروپایرون دزرتوروم و پوآ پراتنسیس قابلیت برگشت‌پذیری پس از دوره خشکی طولانی را نشان دادند. به گزارش احمدی [۱] و مصطفایی [۴۴] نیز سرعت بازگشت‌پذیری در آگروپایرون دزرتوروم بیشتر از سایر گونه‌ها بود. مقاومت به خشکی با رشد بیشتر ریشه و جذب بیشتر آب توسط ریشه از لایه‌های عمیق‌تر خاک و ترمیم سریع پس از آبیاری دوباره در ارتباط است[۳۰]. لیپیدهای اشباع نشده در غشا و تشکیل مواد سازگار محلول مهم‌ترین عوامل در مقابل آسیب تنش است. آب‌دهی مجدد پس از یک دوره طولانی آب از دست دهی، می‌تواند باعث از بین رفتن استحکام غشا و نشتی محلول‌ها شود. در طی آب‌دهی مجدد در گیاهان حساس به تنش، آب در سطح غشا جانشین قند می‌شود که منتهی به نشتی غشا خواهد شد [۴۱]. به نظر می‌رسد آبیاری مجدد در برموس اینرمیس باعث افزایش هر چه بیشتر نشت یونی شده و افزایش نفوذپذیری غشا مرگ سلول را به دنبال داشت. بدیهی است خشکی طولانی موجب خسارت به ریشه می‌شود و این در بین گونه‌ها و ارقام متفاوت است. نتایج تحقیقی نشان داد که ۱۴ روز عدم آبیاری در تال فسکیو منجر به تخریب سلول‌های ریشه، نشت الکترولیت‌ها و عدم برگشت‌پذیری شد [۲۸].

چمن‌های مقاوم به خشکی ضمن تجربه تنش، زنده می‌مانند. در بسیاری از موارد این باریک‌برگان به خواب رفته و برگ‌های خود را از دست می‌دهند، اما طوقه زنده مانده و رشد گیاه پس از ریزش باران و ایجاد شرایط مناسب رشد، به وضع عادی خود برمی‌گردد. به طور کلی باریک‌برگانی بهترین سازگاری را در مقاومت به دوره‌های طولانی بی‌آبی و خشکی دارند که سیستم ریشه‌ایی عمیق،

www.SID.ir

Arshive of SID

توانایی فیزیولوژیکی تعدیل اسمزی تنش و توانایی برگشت به وضع عادی و گسترش مجدد بعد از رفع تنش را داشته باشند. تجمع مواد محلول و تعدیل اسمزی برای حفظ کارایی مریستم در طول دوره خشکی و بازگشت به حالت اولیه پس از آب‌دهی مجدد ضروری است. پس از جذب مجدد آب در مرحله بازیابی، قندهای تجمع یافته در نقش مهم‌ترین منابع انرژی جهت بازگشت به حالت اولیه رشد عمل می‌کنند [۵۳].

پوآ پراتنسیس قادر است در شرایط خشکی مدتی را زنده مانده و زمانی که شرایط رطوبتی مساعد شد از گره ریزوم‌های زیرزمینی و یا تاج‌های پیر و قدیمی‌اش شاخه جدید تولید کرده و ظرف مدت کوتاهی پوشش کافی ایجاد نماید [۱۳]. روند خشک شدن آگروپایرون دزرتوروم کندتر از دو گیاه قبلی بود و پس از آبیاری مجدد نیز با گذشت ۹ روز و با سرعت بیشتری نسبت به پوآ پراتنسیس به حالت اولیه برگشت. این گونه چمن پس از گذراندن دوره خشکی قادر است شروع به پنجه‌زنی کرده و در مدت کوتاهی با ایجاد پوشش جدید جای خالی گیاهان خشک شده را پر کند.به نظر می رسد بروموس اینرمیس ذخایر هیدروکربنی کافی را در بافت‌های خود ندارد تا پس از آبیاری مجدد با پنجه‌زنی و ایجاد پوشش جدید گسترش یابد [۵۲].

تنوع ژنتیکی وسیعی بین ارقام و توده‌های بومی در تحمل به تنش خشکی وجود دارد. مکانیسم‌های مهمی که چمن‌ها را در افزایش جذب آب و جلوگیری از تنش توانا می‌سازد، شامل سیستم ریشه عمیق یا گسترده و نسبت کم‌تر بخش هوایی به ریشه است. چمن‌ها از نظر خصوصیات ریشه‌دهی به صورت ژنتیکی متفاوت هستند [۲۳]. نتایج این پژوهش نشان داد آگروپایرون دزرتوروم که از توده‌های بومی و متحمل به خشکی باریک‌برگ است، از طول ریشه بیشتری برخوردار است.نتایج پژوهش جوردن و همکاران [۳۴] در زمینه مدیریت پوشش سبز چمن بنت گراس بیان‌گر این بود که آبیاری با فواصل طولانی طول ریشه بالاتری را نسبت به آبیاری هر روز یا دو روز یک‌بار به همراه داشت که با نتایج حاصل از این تحقیق (شکل ۷) هم‌سو نیست. به گزارش اعتمادی [۱۶] گیاهان حساس و متحمل واکنش‌های کاملاً متفاوتی را نسبت به تنش خشکی نشان می‌دهند. به طوری‌که گیاهان مقاوم به خشکی با اتخاذ خصوصیات مورفولوژیکی خاصی نظیر گسترش ریشه تا اعماق بیشتری از خاک قادر هستند تا در شرایط تنش خشکی مقدار آب بیشتری را در بافت‌هایشان ذخیره کنند. تفاوت در عمق ریشه‌دهی، مقدار و زمان آب قابل استفاده برای گیاه را تغییر می‌دهد. به نظر می‌رسد عمق بیشتر ریشه در آگروپایرون دزرتوروم نسبت به دو گونه دیگر چمن، آب قابل استفاده بیشتری را برای مدت طولانی‌تر در اختیار این گیاه قرار داد. اعتمادی [۱۶] نیز نشان داد که طول ریشه‌ها همبستگی معنی‌داری با مقاومت به خشکی جمعیت‌های چمن مورد مطالعه داشت. این یافته، در مورد آگروپایرون دزرتوروم صدق داشت، اما با وجودی که پوآ پراتنسیس نسبت به بروموس اینرمیس مقاومت بیشتری به خشکی نشان داد، ولی از طول ریشه بیشتری برخوردار نبود و این دو گونه اختلاف معنی‌داری در طول ریشه با یکدیگر نشان ندادند. در پژوهشی که توسط احمدی [۱] انجام شد، مشخص شد بالاترین عمق نفوذ ریشه به علف گندمی تعلق داشت. خشکی خاک باعث توسعه ریشه‌های مویین شده و گیاه در این شرایط برای جذب حداکثر آب تلاش می‌کند. مکانیسم چنین پاسخی ناشناخته است، اما احتمال می‌رود با تولید تنظیم‌کننده‌های رشد در گیاه مرتبط باشد [۲۸].

گزارش‌هایی مبنی بر افزایش طول ریشه در شرایط تنش خشکی وجود دارد. به طور مثال نتایج پژوهشی نشان داد که در زمان بروز تنش، رشد نسبی ریشه افزایش می‌یابد تا سیستم ریشه آب بیشتری را از لایه های عمیق‌تر خاک استخراج کند [۴۱]. افزایش جذب آب در اثر افزایش اندازه و عمق ریشه یکی از مهم‌ترین مکانیسم‌های مطلوب تحمل به خشکی برای چمن‌هاست. این امر به چمن اجازه استفاده از منابع آب در دسترس خاک را می‌دهد و مدت زمان نیاز به آبیاری تکمیلی را طولانی می‌کند [۵۱]. با اندازه‌گیری رطوبت حجمی خاک در اعماق مختلف مشخص شد که در شرایط تنش خشکی رطوبت در لایه‌های سطحی خاک به سرعت کاهش می‌یابد [۴۷]. در صورتی‌که از محتوای رطوبتی خاک در اعماق پایین‌تر به کندی کاسته می‌شود. بنابراین بیش‌ترین طول ریشه در شرایط تنش خشکی حاصل می‌شود که با نتایج

www.SID.ir

Arshive of SID

این پژوهش در تضاد است (شکل ۷).

در شرایط تنش خشکی ریشه بلندتر می‌تواند آب را از اعماق پایین‌تری جذب کرده و دسترسی بیشتری به منابع آب داشته باشد. کاهش طول ریشه در شرایط خشکی می‌تواند در اثر کاهش سرعت تقسیم و طویل شدن سلولی باشد [۵]. از جمله دلایل کاهش رشد ریشه در اثر تنش اسمزی می‌توان به تولید مواد محلول سازگار از قبیل پرولین و گلایسین-بتائین در گیاهان اشاره کرد. این مواد که برای افزایش مقاومت به تنش اسمزی ساخته می‌شوند، دارای کربن بالایی هستند. به همین دلیل به طور غیر مستقیم کاهش رشد ریشه را سبب می‌شوند [۵۸]. کارچر و همکارن نشان دادند که ریشه‌دهی عمیق منتهی به افزایش تحمل به خشکی در ارقام مختلف تال فسکیو شد [۳۶]. ارقام مقاوم به خشکی تال‌فسکیو سیستم ریشه عمیق‌تری نسبت به ارقام حساس داشتند [۲۶]. مقاومت بالای ارقام تال‌فسکیو به خشکی در مقایسه با ارقام با مقاومت کم‌تر، به طول کلی ریشه‌ها و تراکم آن‌ها نسبت داده شده است [۱۰]. با توجه به نتایج تحقیقات فوق به نظر می‌رسد یکی از علل اصلی مقاومت بالای آگروپایرون دزرتوروم به خشکی خاک، طول بیشتر ریشه‌ها در این گونه است.

با وجودی که طول ریشه در گیاهان شاهد بیش از گیاهان تحت تنش بود (شکل ۷)، ولی وزن خشک ریشه در این دو تیمار اختلاف معنی داری با یکدیگر نداشتند (جدول ۴). با توجه به بیشتر بودن طول ریشه در گیاهان شاهد به نظر می‌رسد وزن خشک ریشه در گیاهان در معرض تنش مقداری افزایش داشته که توانسته وزن خشک خود را در حد گیاهان شاهد حفظ کرده و اختلاف معنی‌داری را با آنها نشان ندهد. افزایش وزن ریشه در باریک‌برگان تحت شرایط خشکی را به عنوان یکی از مهم‌ترین مکانیسم‌های سازگاری جهت بهبود کارایی جذب آب مطرح شده است [۲۹]. در مدت تنش خشکی تخصیص کربن به ریشه‌ها نسبت به شاخساره افزایش یافته و به حیات ریشه در خشکی کمک می‌کند [۲۷]. یافته‌های جیانگ و هوآنگ [۳۳] موید این مطلب است که تنش خشکی وزن خشک ریشه را در چمن آبی کاهش می‌دهد. در صورتی که چمن‌های مورد بررسی در این پژوهش پاسخی مبنی بر تغییر وزن ریشه در برابر خشکی نشان ندادند. به گزارش مصطفایی [۴۴] وزن تر و خشک ریشه، عمق نفوذ ریشه و عمق موثر تراکم ریشه در برومـوس اینرمیس کم‌تر و در آگروپایرون دزرتوروم بیش‌تر بود که با یافته‌های این تحقیق هم‌خوانی داشت.

در مطالعات مربوط به ریشه گفته می‌شود اندازه‌گیری نسبت بخش زیرزمینی به شاخساره و یا نسبت شاخساره به بخش زیرزمینی برای دریافتن چگونگی پاسخ گیاهان به تنش خشکی معیار مناسب‌تری است [۴۸]. تنش خشکی نسبت ریشه به شاخساره را به عدد یک نزدیک خواهد کرد [۵۱]. افزایش نسبت ریشه به شاخساره توسط لی و همکاران [۳۸] گزارش شده است. در شرایط تنش نرخ فتوسنتز کاهش یافته و در نتیجه کربن کافی تولید نخواهد شد. همچنین کاهش سطح برگ که از مکانیسم‌های مقابله با خشکی است منجر به کاهش رشد اندام هوایی و افزایش نسبت ریشه به شاخساره می‌شود [۴۰]. بالاتر بودن نسبت ریشه به شاخساره در گیاهان مقاوم به خشکی قبلا نیز گزارش شده است [۲].

برتری شاخص‌های مورفولوژیک در آگروپایرون دزرتوروم باعث شد که اثرهای حاصل از تنش خشکی با تاخیر بیشتری در آن نمایان شود. به طوری‌که این گونه گیاهی در مقایسه با دو گونه دیگر با سرعت کم‌تری کیفیت خود را از دست داد و دیرتر به خشکیدگی رسید. سرعت برگشت‌پذیری پس از آبیاری مجدد نیز در این گونه بیشتر از سایر گونه‌ها بود.چمن‌هایی که در حال حاضر در ایران کشت می‌شوند، به طور عمده از ارقام خارجی بوده که دارای نیاز آبی بالایی هستند. با توجه به این‌که ایران از مناطق بومی بعضی از گیاهان باریک‌برگ است و برخی از این گونه‌های باریک‌برگ مثل آگروپایرون دزرتوروم دارای مکانیسم‌های مقاومت به خشکی هستند، بنابراین استفاده از این گونه غیر متداول در مخلوط‌های چمنیکه برای احداث فضای سبز به کار می‌رود می‌تواند به میزان قابل توجهی از خسارت خشکیدگی چمن در مناطق خشک و نیمه خشک جلوگیری کند.

www.SID.ir

Arshive of SID

References

[1].Ahmadi, S. (2010). Comparison and evaluation of drought resistant in five species, cultivars and populations of turf grass for landscape. Master's thesis, Faculty of Natural Recourses, Esfahan University of Technology (in Farsi).

[2].Alshammary, S.F., Qian, Y.L., &Wallner, S. J. (2004). Growth response of four turfgrass species to salinity. *Agricultural Water Management*, 66, 97-111.

[3].Aronson, L.J., Gold, A.J., & Hull, R.J. (1987). Cool season turfgrass responses to drought stress. *Crop Science*, 27, 1261-1266.

[4].Ashraf Jafari, A., SeyedMohamadi, A.R., Abdi, N., &MadahArefi, H. (2009). Study on performance and production of forage in 31 genotype of white grass (*Agropyron desertorum*) with drought resistant scales. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 15, 114-128 (in Farsi).

[5].Bahrami, H., Razmjoo, J., & OstadiJafari, A. (2012). Effect of drought stress on germination and seedling growth of sesame cultivars (*Sesamum indicum* L.). *International Journal of Agricultural Science*, 2, 423-428.

[6].Beard, J.B. (1973). Turfgrass: Science and Culture. New Jersey: Prentice- Hall Inc.

[7].Bian, S., & 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.

[8].Bor, N.L. (1970). Gramineae. In: Rechinger, K.H. (ed.). Flora Iranica. Graz: AkademischeDruck- und Verlagsanstalt.

[9]. Borrell, A.K., Hummer, G.L., & Douglas, A.C.L. (2000). Does maintaining green leaf area in sorghum improve yield under drought. I. Leaf growth and senescence. *Crop Science*, 40, 1026-1037.

[10].Carrow, R.N. (1996). Drought avoidance characteristics of diverse tall fescue cultivars. *Crop Science*, 36, 371-377.

[11].Carrow, R.N., & Duncan, R.R. (2003). Improving drought resistance and persistence in turf-type tall fescue. *Crop Science*, 43, 978-984.

[12].Cerpo, D.G. (2000). Man made stress in the grazing resource of the Mediterranean region. Proceeding of the Nineteenth EUCARPIA Fodder Crops and Amenity Grasses, October 1-4, Terceira Island, Azores, Portugal.

[13].Christians, N. (2004). Fundamentals of Turfgrass Management.New jersey: John Wiley and Sons Inc.

[14].Dat, J., Vandenabeele, S., Vranova, E., Van Montagu, M., Inze, D., & Van Breusegem, F. (2000). Dual action of the active oxygen species during plant stress responses. *Cellular and Molecular Life Science*, 57, 779-795.

[15].Ebdon, J.S., & Kopp, K.L. (2004). Relationships between water use efficiency, carbon isotope discrimination, and turf performance in genotypes of Kentucky bluegrass during drought. *Crop Science*, 44, 1754-1762.

[16].Etemadi, N. (2006). Study on genetic diversity of drought resistant and visual characteristics of bermudagrass populations (*Cynodon dactylon* L.). Ph. D. Thesis, Faculty of Horticulture, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran (in Farsi).

[17].Etemadi, N., & Fouladi, H. (2010). Turf management in temperate zones. Esfahan University of Technology: Publication of Jahad Daneshgahi (in Farsi).

[18].Etemadi, N., Khalighi, A., Razmjoo, K.H., Lessani, H., & Zamani, Z. (2005). Drought resistance of selected bermudagrass (*Cynodon dactylon* L.) accessions. *International Journal of Agriculture and Biology*, 7, 612-615.

[19].Etemadi, N., Razmjoo, K. H., Khalighi, A., Zamani, Z., & Lesani, H. (2007). Comparison of different methods of color and texture measurement in bermudagrass populations (*Cynodon dactylon* L. Pers.). *Journal of Sciences and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 4, 161-169 (in Farsi).

[20].Feldhake, C.M., Danielson, R.E., & Butler, J.D. (1984). Turfgrass evapotranspiration. II. Responses to deficit irrigation. *Agronomy Journal*, 76, 85-89.

www.SID.ir

Arshive of SID

[21].Fry, J., & Huang, B. (2004). Applied Turfgrass Science and Physiology. Hoboken, NJ: John Wiley and Sons Inc.

[22]. Fu, J., & Huang, B. (2001). Involvement of antioxidants and lipid peroxidation in the adaptation of two cool-season grasses to localized drought stress.*Environmental and Experimental Botany*, 45, 105-114.

[23].Ganjaali, A. (2006). Study on physiomorphologic aspects of Drought resistant in pea genotypes (*Cicer arientinum* L.). Ph. D. Thesis, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad (in Farsi).

[24].Gazanchian, A., Hajheidari, M., KhoshKholghSima, N.A., & Salkadeh, G.H. (2007). Proteome response of *Elymus elongatum* to severe water stress and recovery. *Journal of Experimental Botany*, 58, 291-300.

[25].Hsiao, T.C., & Xu, L.K. (2000). Sensitivity of growth of roots versus leaves to water stress: biophysical analysis and relation to water transport. *Journal of Experimental Botany*, 51, 1595-1616.

[26].Huang, B., & Gao, H. (1999). Gas exchange and water relation of diverse tall fescue cultivars in response to drought stress. *Horticultural Science*, 34, 490-499.

[27].Huang, B., & Fu, J. (2000). Photosynthesis, respiration and carbon allocation in two cool-season perennial grasses in response to surface soil drying. *Plant and Soil*, 227, 17-26.

[28].Huang, B., & Fry, J.D. (1998). Root anatomical, physiological, and morphological responses to drought stress for tall fescue cultivars. *Crop Science*, 38, 1017-1022

[29]. Huang, B., Duncan, R.R.,&Carrow, R.N. (1997a). Drought resistance mechanisms of seven warm season Turfgrasses under surface soil drying II. Root aspect. *Crop Science*, 37, 1863-1869.

[30]. Huang, B., Duncan, R.R., & Carrow, R.N. (1997b). Root spatial distribution and activity on four turfgrass species in response to localized drought stress. *International Turfgrass Society*, 8, 681-684.

[31]. Jazayeri, M. (2005). Response of oat cultivars to drought stress. Master's thesis, Faculty of Natural Recourses, Esfahan University of Technology (in Farsi).

[32].Jiang, H., & Fry, J. (1998). Drought responses of perennial ryegrass treated with plant growth regulators. *Horticultural Science*, 33, 270-273.

[33]. Jiang, Y., & Huang, B. (2000). Effects of drought or heat stress alone and in combination on Kentucky bluegrass. *Crop Science*, 40, 1358-1362.

[34]. Jordan, J., White, R., Vietor, D., Hale, T., Thomas, J., & Engelke, M. (2003). Effect of irrigation frequency on turf quality, shoot density and root length density of five bentgrass cultivars. *Crop Science*, 43, 282-287.

[35].Kafi, M., & Kaviani, S.H. (2003). Management of establishment and maintenance of turf grass. Tehran: Publication of Shaghayegh Rousta Institute (in Farsi).

[36].Karcher, D.E., Richardson, M.D., Hignight, K., & Rush, D. (2008). Drought tolerance of tall fescue varieties selected for high root: shoot ratios. *Crop Science*, 48, 771-777.

[37].Koski, A.J., Qian, Y., Hughes, H.G., Christensen, D.K., Reid, S., Cuany, R.L., & Wilhelm, S.J. (1999). Alternative grasses for western U.S. *Lawns Agronomy*, 91, 137-150.

[38].Lee, G., Carrow, R.N., & Duncan, R.R. (2005). Criteria for assessing salinity tolerance of the halophytic turfgrasses *Seashore paspalum*. *Crop Science*, 45, 251-258.

[39].Liu, J., Xie, X., Du, J., Sun, J., & Bai, X. (2008). Effects of simultaneous drought and heat stress on Kentucky blue grass. *Scientia Horticulture*, 115, 190-195.

[40].Loomis, R.S. (1971). Agricultural productivity. *Annual Review of Plant Physiology*, 22, 431-468.

[41].Mahajan, S., & Tuteja, N. (2005). Cold, salinity and drought stresses: An overview. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 444, 139-158.

[42].Mohammadi, R., KhayamNekouei, M., Majidi, M.M., & Mirlouhi, A. (2012). Heritability of performance and production traits in Bermuda grass genotypes (*Bromus inermis*). *Iranian Journal of Field Crop Science*, 42, 183-189 (in Farsi).

[43]. Morris, K.N. (2002). A guide to NTEP turfgrass rating.A publication of the National

www.SID.ir

Arshive of SID

Turfgrass Evaluation Program. *NETP*, 11, 30-39.

[44].Mostafaei, A. (2012). Evaluation of quantity and drought stress in two native turf grasses in Iran. Master's thesis, College of Aburaihan, University of Tehran (in Farsi).

[45].Mostafavi, K., Sadeghi Give, H., Dadresan, M., & Zarabi, M. (2011). Effects of drought stress on germination indices of corn hybrids (*Zea mays* L.). *International Journal of Agricultural Science*, 1, 10-18.

[46]. Mozafarian, V. (1997). Names of Iranian Plants. Tehran: Publication of FarhangMoaser (in Farsi).

[47]. Qian, Y.L., & Fry, J.D. (1996). Irrigation frequency affects zoysiagrass rooting and plant water status. *Horticultural Science*, 31, 234-237.

[48].Qian, Y.L., Fry, J.D., & Upham, W.S. (1997). Rooting and drought avoidance of warm-season turfgrasses and tall fescue in Kansas.*Crop Science*, 37, 905-910.

[49].Qian, Y.L., Engelke, M.C., & Foster, M.J.V. (2000). Salinity effects on zoysigrass cultivars and experimental lines. *Crop Science*, 40, 488-492.

[50].Reddy, A.R., Chaitanya, K.V., Jutur, P.P., & Sumithra, K. (2004). Differential antioxidative responses to water stress among five mulberry (*Morus alba* L.) cultivars. *Environmental and Experimental Botany*, 52, 33-42.

[51].Richardson, M.D., Karcher, D.E., Hignight, K., & Rush, D. (2008). Drought tolerance and rooting capacity of Kentucky bluegrass cultivars. *Crop Science*, 48, 2429-2436.

[52]. Riordon, T.P., & Horst, G.L. (1991). Cool Season Turfgrasses for Nebraska. University of Nebraska: Lincoln Extension.

[53]. Rouhollahi, A. (2008). Study on effects of plant growth regulators and irrigation treatments on number mowing and response to drought stress in turf grass. Master's thesis, Faculty of Horticulture, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran (in Farsi).

[54].Rouhollahi, A., Kafi, M., Sayad Amin, P., & Arghavani, M. (2009). Effects of salinity levels on juvenility and initial growth in three genuses of poa, cynodon and lolium.*Scientific and Research Quarterly in Agronomy and Horticulture*, 81, 153-147 (in Farsi).

[55].Sadeghi, L. (2011). Study on drought resistant in some cultivars of *Poapratensis* L. Master's thesis, College of Aburaihan, University of Tehran (in Farsi).

[56].Sanderson, M.A., Skinner, R.H., & Elwinger, G.F. (2002). Seedling development and field performance of prairiegrass, grazing bromegrass, and orchadgrass.*Crop Science*, 42, 224-230.

[57].Sifers, S.I., & Beard, J.B. (1991). Comparative inter and interspecific differentials in genetic potential for root growth of bermudagrass (*Cynodon spp*.) genotypes. *Texas Turfgrass Research*, 4882, 7-8.

[58].Taiz, L., & Zeiger, E. (2002). Plant Physiology. Sunderland: Sinauer Assoc. Inc. Publ.

[59].Turkan, I., Bor, M., Ozdemir, F., & Koca, H. (2005). Differential responses of lipid peroxidation and antioxidants in the leaves of drought-tolerant *P. acutifolius* Gray and drought-sensitive *P. vulgaris* L. subjected to polyethylene glycol mediated water stress. *Plant Science*, 168, 223-231.

www.SID.ir

Arshive of SID

Study of some morphological characteristics in three turf grass species under drought stress conditions

1- M. Tatari, Ph.D. graduate, Guilan University mtatari1@yahoo.com
2- R. FotouhiGhazvini, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan
3- A. Mousavi, Agriculture and Natural Recourses Research Center of Shahrekord
4- N. Etemadi, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agricultural Sciences, Isfahan University of Technology

Received: 13 Nov 2013
Accepted: 13 Nov 2014

Abstract

Restriction of water resources is one of the main challenges in turf management and the most important tool in reducing of the water requirement in turf land is using drought resistant species. This study was carried out to evaluate some morphological responses of *Agropyrondesertorum*, *Poapratensis*cv. Barimpala and *Bromusinermis* subjected to withholding irrigation. Turf grass seeds were cultured in cylindrical pots in outdoor conditions. Plants were irrigated daily until drainage occurred. After establishment of plants, irrigation was withheld until leaf wilting of the most plants reached to 80%, and then re-watered. After irrigation withholding, leaf wilting of *B. inermis*, *P. pratensis* and *A. desertorum* reached to 80% respectively. Leaf wilting of *A. desertorum* and *P. pratensis* decreased during re-watering and finally became similar to control plants; whereas *B. inermis* was completely wilted. Height growth and shoot dry matters were decreased due to drought stress, that this decrease in *A. desertorum* was less than two other species. Turf quality under drought conditions declined but decreased quality in *A. desertorum*occurred later. Results of root characteristics shown that *A. desertorum* had higher root length and root dry weight than other species. *B. inermis*, *P. pratensis* had not significant difference in two traits. Root length in control plants significantly was higher than plants under drought stress. In *A. desertorum* and *P. pratensis* root to shoot ratio in grass subjected to drought stress was higher than control grass while the root to shoot ratio in *B. inermis* did not show significant difference between these treatments.

Keywords: *Agropyrondesertorum*; *Poapratensis*; *Bromusinermis*; Shoot; Root.

www.SID.ir