دو فصلنامه علمی- پژوهشی خشک بوم جلد ۷، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۶
DOI: http://dx.doi.org/10.29252/aridbiom.7.2.43

اثر تنش خشکی بر ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیکی و بیوشیمیایی سه گونه چمن گرمسیری رایج در خشک منظر

۱- هستی میناوی، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان
۲- محمدرضا صالحی سلمی، استادیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان
mrsalehisalmi@gmail.com
۳- مختار حیدری، دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان
۴- اسماعیل خالقی، استادیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه شهید چمران

دریافت: ۱۳۹۵/۰۸/۱۹
پذیرش: ۱۳۹۶/۰۸/۱۶

چکیده

امروزه به دلیل حفاظت از آب به‌عنوان منبعی مهم از یک‌سو و نقش غیرقابل جایگزین فضای سبز از سوی دیگر ما را به سمت پذیرش رویکردی به نام خشک‌منظر سوق می‌دهد. کاشت گیاه مناسب، مسئله‌ای کلیدی در خشک‌منظر به‌حساب می‌آید و عدم درک درست از گزینش گونه‌های گیاهی، خود می‌تواند عامل شکست در اهداف صرفه‌جویی آب باشد. به‌هرحال برای دستیابی به چمن سالم و زیبا باید از گونه‌های مناسب برای هر منطقه استفاده شود، تا جلوه سبز آن پایدار بماند. در این پژوهش گونه‌های پاسپالوم (*Paspalum notatum* Flugge.) و زوی‌شیا (*Zoysia tenuifolia* L.) با گونه برموداگراس (*Cynodon dactylon* L.) که یک چمن رایج در اهواز است، در شرایط تنش خشکی ۵۰٪ ظرفیت مزرعه، در دو زمان مقایسه شدند و در پایان بهترین گونه برای این منطقه معرفی شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. فاکتور اول زمان اندازه‌گیری و فاکتور دوم نوع گونه بود و برای هر تیمار چهار تکرار (بلوک) درنظر گرفته شد. موارد اندازه‌گیری شده شامل: وزن‌تر و خشک روشاخساره، وزن‌تر و خشک‌ریشه، وزن‌تر و خشک ته‌شاخساره، وزن‌تر و خشک کل، میانگین عمق ریشه دهی، میزان کلروفیل a، b و کل، میزان قندهای پنتوز، هگزوز و کل، میزان عناصر کلسیم، پتاسیم و سدیم در دو زمان پس از تابستان و پس از زمستان بود. نتایج پژوهش نشان داد که گونه پاسپالوم نسبت به دو گونه دیگر برتری داشت. این گونه با کاهش رشد شاخساره، که ازنظر مدیریت فضای سبز ویژگی مثبتی می‌باشد و همچنین افزایش رشد ریشه، مقاومت بیشتری به تنش خشکی از خود نشان داد و درنتیجه می‌تواند کارآیی فتوسنتزی بالاتری داشته باشد. از مکانیسم‌های دیگر این گونه افزایش میزان پتاسیم و کلسیم بود، که این دو یون نقش اساسی در تنظیم اسمزی و تحمل به تنش دارند. به‌طورکلی این گونه با داشتن مکانسیم‌های مختلف، سبب حفظ رشد و ثبات کلروفیل در تنش خشکی موجود در فضای سبز شهر اهواز گردید.

واژگان کلیدی: برموداگراس؛ پاسپالوم؛ تنش؛ زوی‌شیا؛ عناصر غذایی؛ کیفیت ظاهری.

مقدمه

چمن‌ها با تولید اکسیژن و جذب گازهای مضر، در تصفیه هوا در شهرهای بزرگ و درنتیجه سلامتی انسان نقش دارند. یک قطعه زمین چمن به ابعاد ۱۵ در ۱۵ متر مقدار نیاز یک خانواده چهار نفری اکسیژن آزاد می‌کند و این در حالی است که گازهای سمی را نیز جذب می‌کند [۳۴]. زیبایی چمن در فضای سبز، در روح و روان انسان تأثیر بسیار زیادی داشته و باعث شادابی و طراوت آن می‌شود. به همین دلیل کاربرد زمین‌پوش‌ها[1] و چمن‌های مصنوعی در فضای سبز جایگزین چمن‌ها نشده‌اند [۴۳]. بر اساس ویژگی‌های هریک از انواع چمن‌ها، می‌توان نوعی چمن را برای شرایط آب و هوایی یک منطقه معرفی نمود [۴۵]. همچنین به دلیل کم‌آبی‌های اخیر در برخی محافل موضوع حذف چمن از فضای سبز مطرح گردیده، درحالی‌که می‌توان با رعایت نکات فنی، گزینش گونه‌های

1- Ground covers

مقاوم به خشکی و مدیریت صحیح از نقش این گیاهان سودمند، بهره برد [۳۰]. امروزه به دلیل افزایش اهمیت ذخیره‌سازی آب و حفاظت از منابع آبی و نقش مهم و غیرقابل جایگزینی گیاهان و فضای سبز موجب طرح رویکرد جدیدی به‌نام خشک‌منظر[1] شده است [۴۱]. کاشت گیاه مناسب در مکان مناسب، مسئله‌ای کلیدی در خشک‌منظر به‌حساب می‌آید و عدم درک درست از گزینش گونه‌های گیاهی، خود می‌تواند عامل شکست یا ناامیدی در اهداف ذخیره‌سازی یا صرفه‌جویی آب باشد [۳۴]. نتایج بررسی پاسخ‌های فیزیولوژیکی چمن‌های آگروپایرون دزرتوروم[2]، پوآ پراتنسیس رقم'باریمپالا' و بروموس اینرمیس[3] در شرایط تنش خشکی مشخص نمود که کیفیت و میزان کلروفیل برگ در این شرایط کاهش می‌یابد. درصد خشکیدگی آگروپایرون دزرتوروم و پوا پراتنسیس پس از آبیاری مجدد کاهش یافته و پس از مدتی، مشابه گیاهان شاهد شدند، اما بروموس اینرمیس به خشکیدگی کامل رسید [۴۳]. در بررسی دیگر، گونه‌های مختلف چمن فصل سرد با یکدیگر مقایسه و مشخص گردید که پوا پرتنسیس[4] با فستوکا[5] دارای بیشترین میزان استقرار و بالاترین سطح کلروفیل و تراکم هستند [۲۱]. همچنین نشان داده شد که چمن لولیوم[6] در مقایسه با فستوکا دارای قدرت پاخوری بالاتری بود [۲۴]. نتایج آزمایش دیگری در زمینه مقایسه بین ارقام جدید فستوکا بلند[7] با پوا پرتنسیس و لولیوم نشان داد فستوکا بلند، رقابت ضعیفی در برابر پوا پرتنسیس و لولیوم دارد [۴۰]. امروزه در بیشتر مناطق معتدله اغلب پوا پرتنسیس به‌صورت ترکیبی از چند رقم مورد کشت قرار می‌گیرد. علت استفاده از پوا پرتنسیس به دلیل ویژگی‌های آناتومی است. همچنین گسترش زیاد ریزوم آن‌که باعث ترمیم سریع می‌شود [۳۴]. نتایج آزمایشی در مورد ارقام جدید فستوکا، برموداگراس[8] با لولیوم که یک چمن رایج در شیراز است، نشان داد رقم جدید فستوکا کیفیت ظاهری برتری نسبت به دو چمن دیگر داشت [۳۵]. در پژوهشی چهار نوع چمن لولیوم، پوا پرتنسیس، فستوکا، برموداگراس و نیز دو نوع چمن اسپورت را مورد بررسی قرار داد و در پایان پوا پرتنسیس و برموداگراس را با بالاترین تراکم پنجه‌ها و رشد ریشه و میزان کلروفیل برای کشت در شیراز پیشنهاد نمودند [۳۳].

در استان خوزستان به دلیل وجود مشکلات مدیریت و نگهداری در گرمای شدید هوا و خشکی، امکان توسعه فضای سبز در حد استانداردهای مطلوب جهانی به‌راحتی وجود ندارد [۱۷]. با توجه به محدودیت آب‌وهوایی و مشکلات موجود در خاک در شهر اهواز (جدول‌های ۱، ۲ و ۳) و نیاز آبی زیاد چمن، در این پژوهش جنبه‌های بیوشیمیایی، مورفوفیزیولوژیک و کیفیت ظاهری سه جنس چمن برموداگراس، پاسپالوم و زوی‌سیا مورد مقایسه قرارگرفت تا بهترین چمن برای فضای سبز شهرستان اهواز معرفی گردد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ در نهالستان سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهر اهواز، با مختصات ۳۱ درجه و ۲۱ دقیقه و ۵۱ ثانیه عرض جغرافیایی و ۴۸ درجه و ۴۲ دقیقه و ۶ ثانیه طول جغرافیایی و با ارتفاع نسبی ۱۷ متر از سطح دریا، انجام شد. بر اساس اطلاعات هواشناسی در مدت آزمایش متوسط دمای سالانه آن $^{\circ}c$ ۲۸/۲، میانگین بیشینه دمای سالانه شهر اهواز $^{\circ}c$ ۴۶/۵ در مردادماه و خنک‌ترین روزهای زمستان حدود $^{\circ}c$ ۱/۲ در دی‌ماه بود (جدول ۱). میزان بارندگی سالانه ۲۱۸ میلی‌متر و بیشینه بارندگی در دی‌ماه بود. بیشترین ساعات آفتابی در تیرماه و کمترین در دی‌ماه بود [۴۶].

1- Xeriscape
2- *Agropyron desertorum* L.
3- *Bromus inermis* L.
4- *Poa pratensis* L.
5- *Festuca rubra* L.
6- *Lolium perenne* L.
7- *Festuca arundinacea* L. Schreb.
8- *Cynodon dactylon* L. (Pers.)

جدول ۱- متوسط بارندگی و درجه حرارت ماهانه‌ی اهواز [۴۶]

ویژگی	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
بارندگی (mm)	۲۲/۷	۶/۸	۰/۱	۰	۰	۰/۲	۳/۳	۲۶	۵۹/۵	۴۵/۴	۲۶/۳	۲۷/۷
دما (°C)	۲۳	۲۹/۹	۳۵/۱	۳۷/۴	۳۷/۹	۳۴/۹	۲۹/۷	۲۲/۵	۱۵/۷	۱۲/۸	۱۳/۹	۱۷/۷

جدول ۲- برخی از ویژگی‌های آب مورداستفاده

ویژگی	pH	هدایت الکتریکی (mmoh/cm)	مواد معلق در آب (mg/l)
میزان	۷/۶	۱/۲۳۱ -۲/۵۰۰	۱۱۵

جدول ۳- برخی از ویژگی‌های خاک مورداستفاده

رس (٪)	شن (٪)	سیلت (٪)	بافت خاک	ظرفیت زراعی (٪)	آب سهل‌الوصول (٪)	وزن مخصوص ظاهری
۱۰/۲۹	۸۰/۵۵	۹/۱۶	شنی لومی	۱۷	۰/۱۴۶	۱/۶۵

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. فاکتور اول زمان اندازه‌گیری و فاکتور دوم نوع گونه بود. برای هر تیمار چهار تکرار (بلوک) درنظر گرفته شد. در بهار ۱۳۹۲ مراحل آماده‌سازی بستر کشت انجام و سه نوع چمن برموداگراس، پاسپالوم و زوی‌سیا انتخاب و با تراکم ۳۰۰۰ بذر در هر مترمربع کاشته شد. برای هر چمن چهار کرت (تکرار) در ابعاد ۱×۱ در نظر گرفته شد.

مراقبت‌های لازم در طول رشد شامل آبیاری در فصل بهار به‌طور معمول هر پنج روز یک‌بار، در فصل تابستان هر سه روز یک‌بار، در فصل زمستان هر ۱۵ روز یک‌بار و در اوایل صبح به میزان ۵۰٪ ظرفیت زراعی انجام شد. دفع دستی علف‌های هرز در طول دوره رشد، ترمیم مرزهای بین کرت‌ها به‌طور مرتب در طول دوره رشد بود. درصد رطوبت نمونه خاک با استفاده از آون در دمای ۱۰۵ $^{\circ}c$ تعیین شد.

پس از یک سال از کشت، در پایان تابستان و زمستان ۱۳۹۳، نمونه‌برداری برای بررسی ویژگی‌ها انجام شد. جهت نمونه‌برداری از یک پلات به ابعاد ۵۰×۱۰×۱۰ سانتی‌متر استفاده شد و گل‌ولای ریشه‌ها با فشار آب به‌طور کامل شسته و برای اندازه‌گیری به آزمایشگاه منتقل شد. اندازه‌گیری‌ها شامل وزن تر و خشک روشاخساره (شاخساره بریده‌شده از سطح ۵ سانتی‌متری خاک)، وزن تر و خشک ته‌شاخساره (بخش بین سطح خاک تا ارتفاع ۵ سانتی‌متری)، وزن تر و خشک ریشه، وزن تر و خشک کل، میانگین عمق ریشه‌دهی، استخراج و اندازه‌گیری میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی برگ با قرائت در طول موج‌های ۶۴۶، ۶۶۴ و ۶۷۰ نانومتر به‌وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر [۱۸]، میزان قندهای هپتوز، هگزوز و کل به ترتیب قرائت در طول موج‌های ۴۸۸، ۴۸۰ و ۴۹۰ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر [۴]، اندازه‌گیری عناصر کلسیم با روش تیتراسیون و استفاده از محلول ورسین، پتاسیم و سدیم با شعله‌سنجی. لازم به یادآوری است که برای خشک‌کردن نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون مدل TV30U (کمپانی شهلا)، در دمای ۶۰ $^{\circ}c$ قرار داده شدند. تجزیه آماری تمامی داده‌ها با نرم‌افزار MSTATC انجام‌شده و میانگین ها با آزمون توکی در سطح ۵ ٪ با یکدیگر مقایسه شدند.

نتایج

نتایج بررسی تجزیه واریانس نشان داد که زمان اندازه‌گیری بر ویژگی‌های وزن‌تر و خشک روشاخساره، وزن‌تر و خشک ته‌شاخساره، وزن‌خشک و طول ریشه، وزن‌تر و خشک کل، کلروفیل b و کل، قند کل، کلسیم و

پتاسیم در سطح ۵ درصد معنی‌دار و بر ویژگی‌های وزن‌تر ریشه، میزان کلروفیل a و سدیم در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. بر روی صفات کاروتنوئید و قندهای پنتوز و هگزوز معنی‌دار نشد. نتایج بررسی تجزیه واریانس نشان داد، که اثر گونه روی ویژگی‌های وزن‌تر و خشک روشاخساره، وزن‌تر ته‌شاخساره، وزن خشک ریشه، وزن خشک کل، کاروتنوئید، قند پنتوز، هگزوز و قند کل و سدیم در سطح ۵ درصد معنی‌دار شده و روی ویژگی‌های طول ریشه، وزن خشک ته‌شاخساره، وزن‌تر کل، کلسیم و پتاسیم در سطح ۱درصد و روی صفات وزن‌تر ریشه، کلروفیل a و b معنی‌دار نشد. برهم‌کنش زمان اندازه‌گیری و گونه روی ویژگی‌های وزن تر و خشک روشاخساره، وزن تر ته‌شاخساره، کلروفیل a و b، کلروفیل کل، میزان کاروتنوئید، قندهای پنتوز، هگزوز و قند کل، کلسیم، پتاسیم، و سدیم در سطح ۱ درصد معنی‌دار و بر ویژگی‌های طول ریشه، وزن خشک ته‌شاخساره، وزن تر و خشک ریشه، وزن تر و خشک کل و میزان سدیم در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۴).

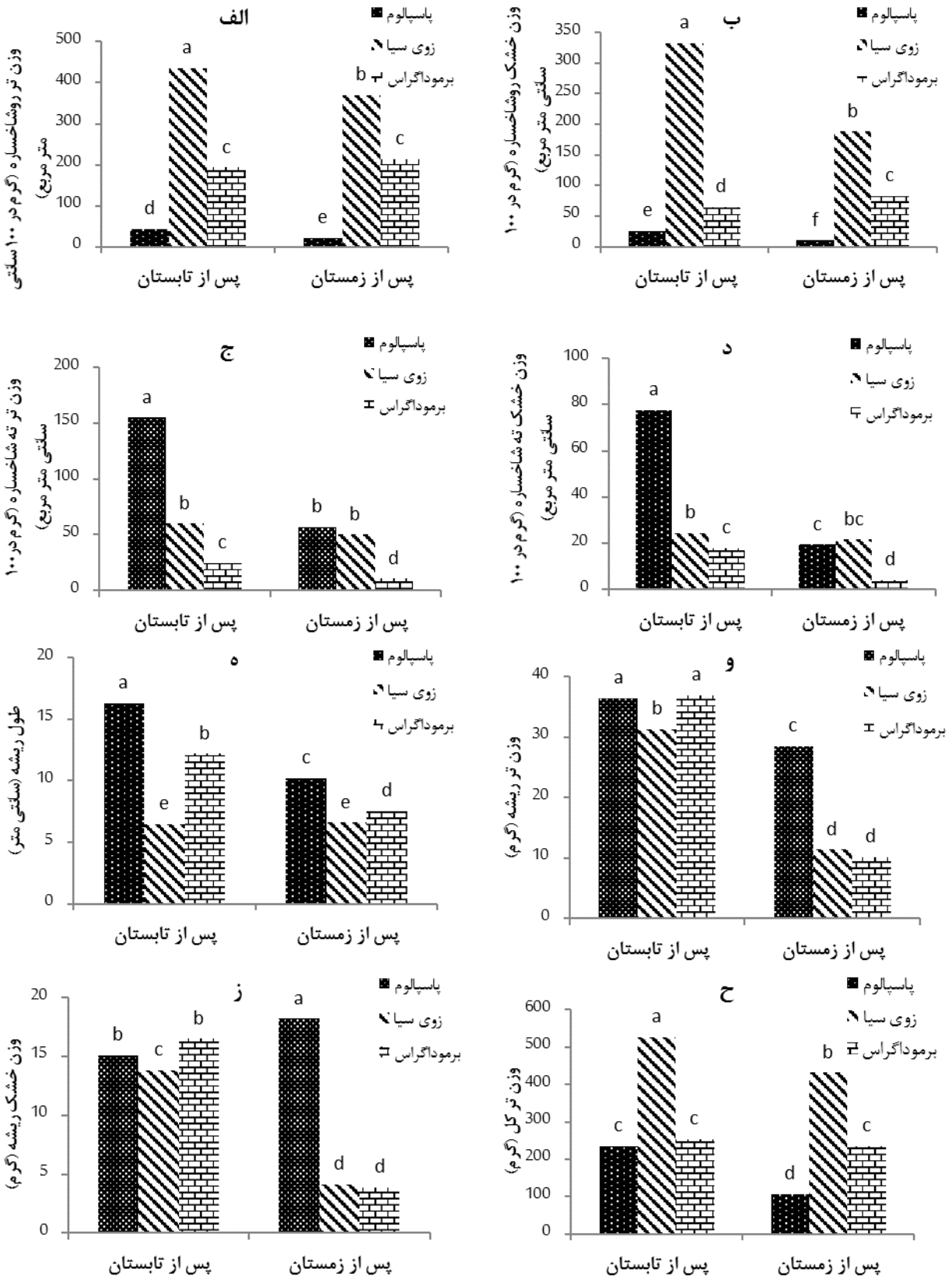
نتایج بررسی اثر برهم‌کنش زمان اندازه‌گیری و گونه‌های چمن نشان داد که بیشترین میزان وزن تر روشاخساره مربوط به گونه زوی‌سیا پس از تابستان (۴۶۳/۲۵گرم در مترمربع) و کمترین مربوط به گونه پاسپالوم پس از زمستان (۲۱ گرم در مترمربع) بود. بیشترین وزن تر روشاخساره تولیدی مربوط به گونه زوی‌سیا بود (شکل ۱ الف). بررسی وزن خشک روشاخساره نیز نتایج مشابهی با ویژگی وزن تر روشاخساره داشت. بدین‌گونه که بیشترین میزان وزن خشک روشاخساره مربوط به گونه زوی‌سیا پس از تابستان (۳۳۲ گرم در ۱۰۰ سانتی‌متر مربع) و کمترین مربوط به گونه پاسپالوم پس از زمستان (۱۰/۴ گرم در ۱۰۰ سانتی‌متر مربع) بود (شکل ۱ ب).

بررسی وزن تر و خشک ته‌شاخساره نشان داد که اثر برهم‌کنش زمان اندازه‌گیری و گونه‌های چمن بر این دو ویژگی معنی‌دار بود. بیشترین وزن تر و خشک مربوط به گونه پاسپالوم پس از تابستان بود (به ترتیب ۱۵۵ و ۷۷/۸ گرم در ۱۰۰ سانتی‌متر مربع). کمترین وزن تر و خشک ته‌شاخساره مربوط به گونه برموداگراس پس از زمستان (به ترتیب ۱۰/۷ و ۴/۱ گرم در ۱۰۰ سانتی‌متر مربع) بود (شکل ۱ ج و د).

بررسی ویژگی طول ریشه نشان داد که در بین گونه‌ها بیشترین رشد ریشه به ترتیب مربوط به پاسپالوم، برموداگراس و زوی‌سیا بود. همچنین نتایج زمان اندازه‌گیری نشان داد که رشد ریشه پس از تابستان بیشتر بود. نتایج برهم‌کنش زمان اندازه‌گیری و گونه‌های چمن بر ویژگی طول ریشه نشان داد که بیشترین طول ریشه مربوط به گونه پاسپالوم پس از تابستان (۱۶/۳ سانتیمتر) و کمترین مربوط به گونه زوی‌سیا پس از تابستان (۶/۵ سانتیمتر) بود، که تفاوت معنی‌داری ازنظر آماری با طول ریشه گونه زوی‌سیا پس از زمستان نداشت (شکل ۱ ه).

بررسی وزن تر ریشه نشان داد که بیشترین وزن تر مربوط به گونه برموداگراس در اندازه‌گیری پس از تابستان بود (۳۷ گرم در ۱۰۰ سانتیمتر مربع)، با این وجود تفاوت معنی‌داری ازنظر آماری با گونه پاسپالوم در همان زمان اندازه‌گیری نداشت. کمترین وزن تر ریشه نیز مربوط به گونه برموداگراس پس از زمستان بود (۱۰/۲ گرم ۱۰۰ سانتیمتر مربع) ولی ازنظر آماری تفاوت معنی‌داری با گونه زوی‌سیا پس از زمستان نداشت (شکل ۱ و). نتایج وزن خشک ریشه نشان داد که اثر برهم‌کنش زمان اندازه‌گیری و گونه‌های چمن بر این ویژگی معنی‌دار بود. بیشترین وزن‌تر مربوط به گونه پاسپالوم پس از زمستان بود (۱۸/۲ گرم در ۱۰۰ سانتیمتر مربع). کمترین وزن خشک مربوط به گونه برموداگراس پس از زمستان بود (۳/۹ گرم در ۱۰۰ سانتی‌متر مربع)، با این وجود اختلاف معنی‌داری با وزن خشک ریشه برموداگراس پس از زمستان نداشت (شکل ۱ ز).

بررسی وزن تر و خشک کل نشان داد که اثر برهم‌کنش زمان اندازه‌گیری و گونه‌های چمن بر این دو ویژگی معنی‌دار بود. بیشترین وزن‌تر و خشک مربوط به گونه زوی‌سیا پس از تابستان بود (به ترتیب ۵۲۷/۳ و ۳۷۰/۳ گرم در ۱۰۰ سانتیمتر مربع). کمترین وزن‌تر و خشک کل مربوط به گونه پاسپالوم پس از زمستان بود (به ترتیب ۱۰۶/۵ و ۴۸/۱ گرم در ۱۰۰ سانتیمتر مربع). مقایسه بین گونه‌ها نشان داد که بیشترین وزن کل مربوط به گونه پاسپالوم بود (شکل ۱ ح و شکل ۲ الف).



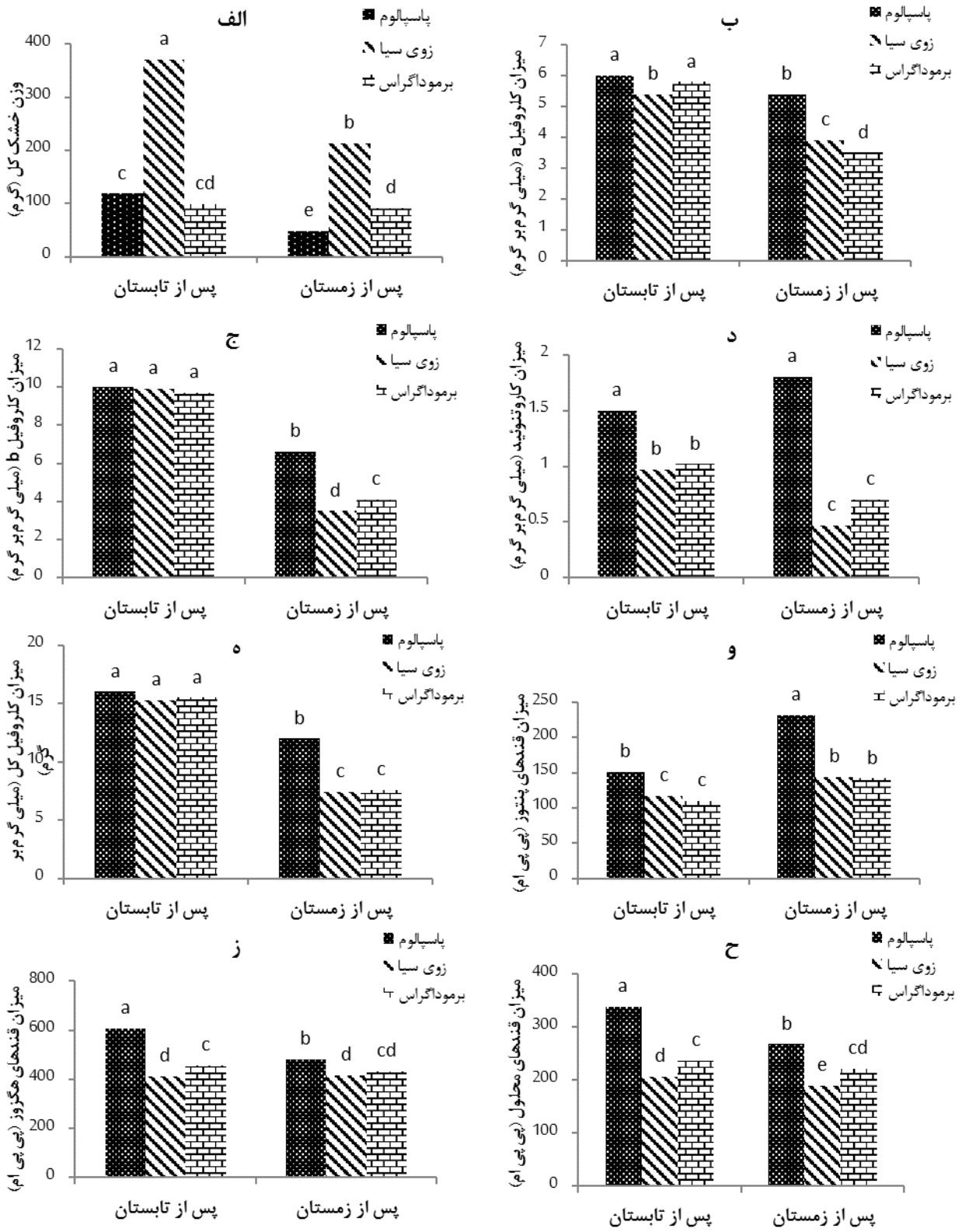
شکل ۱- برهم‌کنش زمان اندازه‌گیری و نوع گونه بر ویژگی‌های وزن‌تر روشاخساره (الف)، وزن خشک روشاخساره (ب)، وزن تر ته‌شاخساره (ج)، وزن خشک ته‌شاخساره (د)، طول ریشه (ه)، وزن تر ریشه (و)، وزن خشک ریشه (ز) و وزن تر کل (ح).
(در هر نمودار، ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشابه در سطح ۵٪ آزمون توکی اختلاف معنی‌داری ندارند)

نتایج بررسی اثر برهم‌کنش زمان اندازه‌گیری و گونه‌های چمن نشان داد که بیشترین میزان کلروفیل a مربوط به گونه پاسپالوم پس از تابستان (۶ میلی‌گرم بر گرم) بود، ولی اختلاف معنی‌داری با میزان کلروفیل a گونه برموداگراس پس از تابستان نداشت. کمترین میزان نیز مربوط به گونه برموداگراس در (۳/۵ میلی‌گرم برگرم) بود (شکل ۲ ب). نتایج بررسی اثر برهم‌کنش زمان اندازه‌گیری و گونه‌های چمن نشان داد که بیشترین میزان کلروفیل b مربوط به گونه پاسپالوم در تابستان (۱۰/۰۱ میلی‌گرم بر گرم) بود، ولی اختلاف معنی‌داری با دو گونه دیگر در زمان مشابه اندازه‌گیری نداشت. کمترین میزان کلروفیل b نیز مربوط به گونه زوی‌سیا پس از زمستان (۳/۵ میلی‌گرم بر گرم) بود (شکل ۲ ج). بررسی کلروفیل کل نشان داد که بیشترین میزان مربوط به گونه پاسپالوم در زمان اندازه‌گیری پس از تابستان بود (۱۶ میلی‌گرم بر گرم) بود، با این وجود اختلاف معنی‌داری ازنظر آماری با گونه برموداگراس و زوی‌سیا در همان زمان اندازه‌گیری نداشت. کمترین میزان کلروفیل کل نیز مربوط به گونه زوی‌سیا پس از زمستان بود (۱۰/۲ گرم ۱۰۰ سانتیمتر مربع) ولی ازنظر آماری تفاوت معنی‌داری با میزان کلروفیل گونه زوی‌سیا پس از زمستان نداشت (شکل ۲ د).

بررسی میزان کاروتنوئید نشان داد در بین گونه‌ها، پاسپالوم از میزان کاروتنوئید بیشتری برخوردار بود. همچنین بررسی برهمکنش زمان اندازه‌گیری و نوع گونه نشان داد که بیشترین میزان کاروتنوئید مربوط به گونه پاسپالوم پس از زمستان (۱/۸ میلی‌گرم بر گرم) بود، ولی اختلاف معنی‌داری با میزان کاروتنوئید همین‌گونه پس از تابستان نداشت. همچنین کمترین میزان کاروتنوئید مربوط به گونه زوی‌سیا پس از زمستان (۰/۴۷ میلی‌گرم بر گرم) بود، با این‌وجود اختلاف معنی‌داری با میزان کاروتنوئید گونه برموداگراس پس از زمستان نداشت (شکل ۲ ه).

بررسی قندهای پنتوز و هگزوز نشان داد که اثر برهم‌کنش زمان اندازه‌گیری و گونه‌های چمن بر این دو ویژگی معنی‌دار بود. بیشترین میزان قندهای پنتوز مربوط به گونه پاسپالوم پس از زمستان (۲۳۲ پی‌پی‌ام) بود و بیشترین میزان قندهای هگزوز مربوط به گونه پاسپالوم پس از تابستان بود (۶۰۶ پی‌پی‌ام). کمترین میزان قندهای پنتوز مربوط به گونه برموداگراس پس از تابستان (۱۱۰ پی‌پی‌ام) بود، هرچند اختلاف معنی‌داری با گونه زوی‌سیا پس از تابستان نداشت. همچنین کمترین میزان قندهای هگزوز مربوط به گونه زوی‌سیا پس از تابستان (۴۱۳ پی‌پی‌ام) بود، بااین‌وجود اختلاف معنی‌داری با میزان قندهای هگزوز زوی‌سیا و برموداگراس پس از زمستان نداشت. مقایسه میانگین دو زمان اندازه‌گیری نشان داد که اختلاف معنی‌داری در ویژگی میزان قندهای پنتوز و هگزوز نداشتند. همچنین مقایسه میانگین بین گونه‌ها نشان داد که بیشترین میزان قندهای پنتوز (شکل ۲ و) و هگزوز (شکل ۲ ز) مربوط به گونه پاسپالوم بود. بررسی میزان قند کل نشان داد که در بین گونه‌ها بیشترین میزان به ترتیب مربوط به پاسپالوم، برموداگراس و زوی‌سیا بود. نتایج برهم‌کنش زمان اندازه‌گیری و گونه‌های چمن بر میزان قندهای محلول نشان داد که بیشترین میزان مربوط به گونه پاسپالوم پس از تابستان (۳۳۹ پی‌پی‌ام) و کمترین مربوط به گونه زوی‌سیا پس از زمستان (۱۸۹ پی‌پی‌ام) بود (شکل ۲ ح).

همچنین نتایج برهم‌کنش زمان اندازه‌گیری و گونه‌ها نشان داد که بیشترین میزان کلسیم مربوط به گونه پاسپالوم پس از تابستان (۲۱۱/۲ پی‌پی‌ام) بود و کمترین میزان کلسیم مربوط به برموداگراس پس از زمستان (۱۶/۲ پی‌پی‌ام) بود. بررسی میزان پتاسیم نشان داد که بیشترین میزان پتاسیم مربوط به گونه پاسپالوم پس از زمستان (۴۹/۴ پی‌پی‌ام) بود، ولی اختلاف معنی‌داری با میزان پتاسیم برموداگراس پس از زمستان نداشت. کمترین میزان پتاسیم مربوط به برموداگراس پس از تابستان (۷/۸ پی‌پی‌ام) بود، بااین‌وجود اختلاف معنی‌داری با گونه زوی‌سیا پس از زمستان نداشت. همچنین بررسی میزان سدیم نشان داد که بیشترین میزان مربوط به گونه برموداگراس پس از تابستان (۴۲/۲ پی‌پی‌ام) بود. کمترین میزان سدیم مربوط به برموداگراس پس از زمستان (۴/۹ پی‌پی‌ام) بود، بااین‌وجود اختلاف معنی‌داری با گونه زوی‌سیا پس از زمستان نداشت (شکل ۳ الف، ب و ج).



شکل ۲- برهم‌کنش زمان اندازه‌گیری و نوع گونه بر ویژگی‌های وزن خشک کل (الف)، میزان کلروفیل a (ب)، میزان کلروفیل b (ج)، میزان کاروتنوئید (د)، کلروفیل کل (ه)، قندهای پنتوز (و)، قندهای هگزوز (ز) و قندهای محلول (ح).

(در هر نمودار، ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشابه در سطح ۵٪ آزمون توکی اختلاف معنی‌داری ندارند)

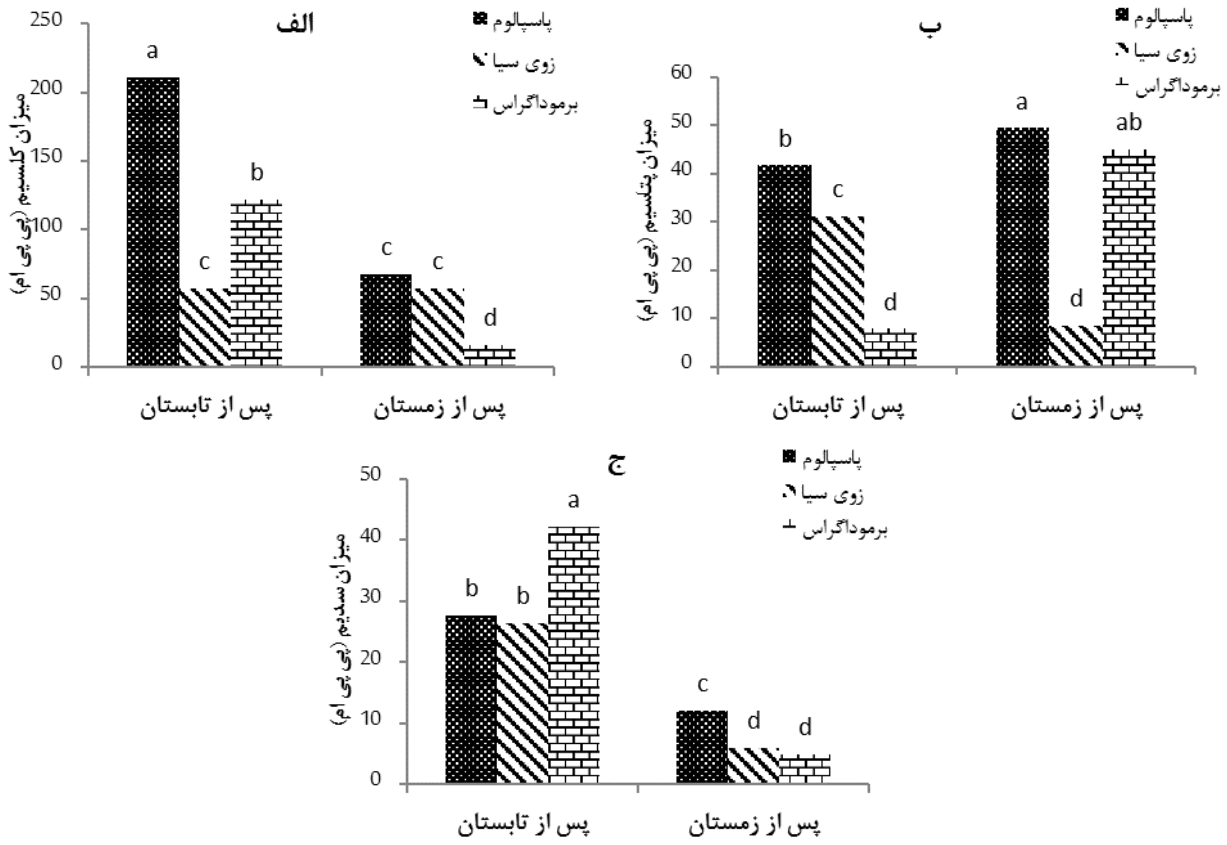
جدول ۴- تجزیه واریانس ویژگی‌های مورد بررسی ۳ گونه چمن گرمسیری در دو زمان اندازه‌گیری

		میانگین مربعات							
منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن‌تر رو شاخساره	وزن خشک رو شاخساره	طول ریشه	وزن‌تر ته شاخساره	وزن خشک ته شاخساره	وزن‌تر ریشه	وزن خشک‌ریشه	وزن‌تر کل	وزن خشک کل
بلوک	۳	۶۵۸۸۵/۵*	۱۶۹۶۴**	۳/۷^{ns}	۷۵۴۲/۵*	۱۸۰۵/۴^{ns}	۸۳۷/۶^{ns}	۴۷۳/۲^{ns}	۱۲۴۱۳۲/۶*	۳۴۰۴۵/۴*
زمان	۱	۵۸۹۰/۶*	۱۳۴۳۶*	۷۶/۳*	۹۹۶۳/۳*	۳۷۴۹/۷*	۴/۷**	۷۵۸/۷*	۴۳۳۵۰*	۴۱۸۹۹/۴*
گونه	۲	۲۹۷۱۵۸/۶*	۱۲۹۰۵۷/۳*	۹۰/۴۶**	۱۵۸۳۷/۱*	۲۹۴۴/۳**	۱۰۰۱^{ns}	۱۴۴/۱*	۴۴۹۴۷۶/۴**	۱۷۶۰۷۸/۵*
زمان* گونه	۲	۶۵۹۳/۲**	۱۴۸۵۱/۳**	۲۱/۹۴*	۵۰۰۹/۶**	۱۷۱۸/۸۹*	۱۳۲۱/۵*	۳۲۱/۷*	۱۲۸۷۰/۱*	۲۱۵۷۵/۷*
خطای کل	۱۵	۱۱۸۹۳۲/۹	۲۶۳۷۲/۷	۱۱/۷۴	۳۷۹۹/۵	۱۰۶۱/۵	۴۴۷/۷	۱۸۵/۷	۱۰۱۴۲۰/۳	۳۴۵۴۸/۳
ضریب تغییرات (درصد)		۱۳/۰۳	۱۳/۸۲	۳/۴۵	۱۰/۳۳	۱۱/۷۹	۱۰/۲۵	۱۰/۲۸	۱۰/۶۸	۱۱/۷۴

ادامه جدول ۴- تجزیه واریانس ویژگی‌های مورد بررسی ۳ گونه چمن گرمسیری در دو زمان اندازه‌گیری

		میانگین مربعات							
منابع تغییرات	درجه آزادی	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کاروتنوئیدها	پنتوز	هگزوز	قند کل	کلسیم	پتاسیم	سدیم
بلوک	۳	۱/۸^{ns}	۱۷/۳^{ns}	۱۳/۳*	۰/۲^{ns}	۲۲۰۹/۷^{ns}	۲۶۲۳۸/۸^{ns}	۱۰۰۰۳۷/۲^{ns}	۴۵۷۷/۸^{ns}	۸۷/۸^{ns}	۶/۳۹^{ns}
زمان	۱	۹**	۱۱۴/۶*	۶۰/۳*	۷^{ns}	۲۰۴۸۴/۳^{ns}	۲۵۵۵۸/۴^{ns}	۷۲۷۳/۸*	۳۸۹۰۳۶/۴*	۳۲۵/۶*	۳۵۹۵/۶**
گونه	۲	۱/۹^{ns}	۲۴/۵۷^{ns}	۱۲/۳^{ns}	۱/۹*	۴۵۶۶/۱*	۳۸۳۳۴/۷۶*	۲۳۴۳۴/۹*	۱۲۷۷۳۳/۴**	۱۴۳/۱**	۱۰۶/۹*
زمان * گونه	۲	۱۱/۴**	۱۶**	۲۸/۴۱**	۱۴/۸۹**	۵۹۸۵/۶**	۶۷۴۱/۹**	۱۹۵۷/۴**	۱۰۱۷۳۹/۷**	۱۸۱۲/۵**	۲۵۹/۶**
خطای کل	۱۵	۰/۷۱	۱۳/۱	۱۴/۳	۰/۷۳	۲۱۱۳/۳	۳۳۵۰۹/۴	۳۸۴۶/۱	۴۱۵۶/۵	۹۶/۰۸	۳۶/۱
ضریب تغییرات (درصد)		۱/۲۶	۵/۶۸	۲/۹	۴/۶	۴/۶	۳/۹	۲/۵۴	۳/۶۶	۳/۱۹	۳

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.



شکل ۳- برهم‌کنش زمان اندازه‌گیری و نوع گونه بر ویژگی‌های میزان کلسیم (الف)، میزان پتاسیم (ب) و میزان سدیم (ج)
(در هر نمودار، ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشابه در سطح ۵٪ آزمون توکی اختلاف معنی‌داری ندارند)

بحث

بررسی داده‌های مربوط به درجه حرارت و بارندگی (جدول ۱)، کیفیت آب آبیاری (جدول ۲) و خاک (جدول ۳) نشان داد که در شرایط آب و هوایی اهواز، گیاهان موردبررسی در این آزمایش در فصل تابستان با تنش‌های دمای بالا و خشکی و در فصل زمستان با تنش دمای پایین مواجه هستند. همچنین با توجه به کیفیت آب آبیاری در تمامی فصول رشدی، این گیاهان تحت تنش شوری قرار دارند، هرچند به‌نظر می‌رسد شدت نور بالا بر گونه‌های موردبررسی تأثیر معنی‌داری نداشته باشد، به علت اینکه چمن‌های فصل گرم به‌علت سیستم فتوسنتزی چهار کربنه (C_4) نقطه اشباع نوری بالاتری دارند [۳۴]. اگرچه برخی از گونه‌های گیاهی با دریافت نور مستقیم خورشید به نقطه اشباع می‌رسند و شدت خیلی بالای نور باعث سفید شدن کلروفیل و کند شدن فتوسنتز می‌شوند، اما چمن‌های فصل گرم دارای مکانیسم‌های محافظتی در برابر شدت نور زیاد مانند کوتیکول ضخیم برگ یا برگ‌های کرک‌دار جهت انعکاس نور هستند [۳۴].

اگرچه میزان کلروفیل b و کل برگ هر سه گونه در تابستان تفاوت معنی‌داری نداشت، ولی با توجه به وجود تفاوت معنی‌دار در میزان کلروفیل در تابستان نسبت به زمستان به نظر می‌رسد بخشی از تفاوت در وزن خشک گونه‌ها می‌تواند با کارایی فتوشیمیایی رنگدانه‌های فتوسنتزی در تابستان مرتبط باشد، زیرا میزان کاروتنوئیدها نیز در گونه‌های زویسیا و برموداگراس با گونه پاسپالوم تفاوت معنی‌داری داشت، که احتمالاً نشان‌دهنده اثر متفاوت شدت نور زیاد بر رنگدانه‌های فتوسنتزی در گونه‌های مختلف چمن می‌باشد. تحمل به گرمای تابستان از ویژگی‌های بارز در انتخاب چمن معرفی شده است [۳۴]. وجود تفاوت معنی‌دار در کلروفیل a، b، کل و رنگدانه‌های کاروتنوئیدی در برگ هر سه گونه در زمستان نیز نشان‌دهنده تفاوت در کارایی رنگدانه‌های این گونه‌ها در دمای پایین می‌باشد که منجر به بروز تفاوت معنی‌دار در وزن خشک ریشه و شاخساره در زمستان گردیده است. به احتمال به دلیل وزن خشک ریشه بیشتر، گونه پاسپالوم در اول فصل رشد، شرایط مناسب‌تری برای شروع رشد دارد. [۳، ۶ و ۲۹]. همچنین نتایج بررسی ویژگی‌های مورفولوژی نشان داد، هر سه گونه در فصل بهار و تابستان نسبت به فصل پاییز و زمستان رشد رویشی بهتری داشتند. دامنه دمایی بهینه فتوسنتز در چمن‌های فصل گرم $30^{\circ}c$ تا $35^{\circ}c$ است. با توجه به جدول آب و هوایی شهر اهواز این دما بیشتر در فصول بهار و تابستان وجود دارد که درنتیجه باعث افزایش رشد رویشی در این بازه زمانی می‌گردد. در گونه‌های فصل گرم، دمای بالا عامل محدودکننده رشد نیست. نتایج یک آزمایش در محیط کنترل‌شده نشان داد بافت‌های برگ برموداگراس دمای بیش از $60^{\circ}c$ را حدود ۶۰۰ دقیقه تحمل کردند [۴۴]. در تحقیق حاضر، وجود تفاوت معنی‌دار در طول و وزن خشک ریشه نشان‌دهنده اثر تنش خشکی بر گونه‌های مورد بررسی بود. به نظر می‌رسد یکی از مکانیسم‌های تحمل به خشکی افزایش حجم و طول ریشه در فصل بهار و تابستان بوده است. این ویژگی در گونه پاسپالوم بارزتر است. در شرایط کمبود آب، توزیع ریشه در سراسر خاک تغییر می‌کند. با کاهش رطوبت سطح خاک، رشد ریشه در لایه سطحی خاک کاهش یافته، اما گسترش ریشه‌ها در عمق‌های پایین‌تر خاک که آب کافی وجود دارد، افزایش می‌یابد. در مطالعات قبلی این تغییر رشد ریشه در برخی گونه‌ها مانند پاسپالوم و برموداگراس گزارش شده است [۱۱، ۱۲ و ۱۳]. هم‌چنین رشد طولی بیشتر ریشه در پاسپالوم (شکل ۱ ه) و تجمع کمتر یون سدیم (شکل ۳ ج) و تجمع بیشتر یون کلسیم (شکل ۳ الف) در ریشه این‌گونه نسبت به برموداگراس احتمالاً نشان‌دهنده پتانسیل ژنتیکی موجود در این گونه برای کنترل دریافت یون‌ها توسط سلول‌های ریشه است. همچنین این احتمال وجود دارد تنش اسمزی یا سمیت یون‌ها از طریق ممانعت از تقسیم سلولی باعث جلوگیری از رشد طولی ریشه در گونه‌های برموداگراس و زویسیا گردیده است. اهمیت پتانسیل ژنتیکی در کنترل دریافت یون‌ها در شرایط تنش شوری در پاسپالوم گزارش‌شده است [۹].

نبود تفاوت معنی‌دار در میزان کلروفیل b و کل در برگ هر سه گونه در تابستان و تفاوت معنی‌دار در میزان کلروفیل و کاروتنوئیدها در برگ هر سه گونه در زمستان، نشان‌دهنده اثر متفاوت دمای پایین زمستان بر شدت

فتوسنتز هر سه گونه است. گزارش‌شده تنش سرما در گیاهان سبب پیری زودرس، شکسته شدن کلروپلاست‌ها و تجزیه کلروفیل در اثر افزایش فعالیت آنزیم کلروفیلاز می‌گردد [۳۹]. ضمن آنکه کاهش میزان کلروفیل برگ در اثر تنش سرما، باعث کاهش کارآیی فتوسنتز می‌شود و گیاهانی که در شرایط تنش، کلروفیل خود را در سطح بالایی حفظ می‌کنند، کارآیی فتوسنتزی بالاتری دارند [۲۶]. با کاهش دما، محتوای کلروفیل کل در بافت سبز کاهش می‌یابد [۲۷]. هم‌چنین وجود مقدار بیشتر کاروتنوئیدها در گونه پاسپالوم نسبت به گونه دیگر در زمستان و تابستان احتمالاً نشان‌دهنده ظرفیت این گونه در دریافت شدت نور کم در زمستان و مقابله با تنفس نوری در تابستان است. اگرچه کلروفیل‌ها و کاروتنوئیدها مهم‌ترین رنگیزهای دریافت‌کننده نور در گیاهان هستند [۳۸] ولی دخالت کاروتنوئیدها به‌عنوان رنگدانه کمکی در افزایش توانایی دریافت نور یا مقابله با تنش اکسیداسیونی در شدت نور زیاد در تابستان تأیید شده است [۱۴].

نتایج نشان‌دهنده نبود تفاوت معنی‌دار در میزان قندهای پنتوز و هگزوز در دو زمان اندازه‌گیری بود. همچنین مقایسه کربوهیدرات‌ها در گونه‌های موردبررسی در تحقیق حاضر نشان داد، بیشترین میزان قندهای محلول و هگزوزها مربوط به گونه پاسپالوم بود که در تابستان به‌طور معنی‌داری بیشتر از زمستان بود. کربوهیدرات‌ها منبع انرژی متابولیک یا اسکلت کربنه برای تولید سایر ترکیبات آلی هستند و برای رشد مجدد ریشه و شاخساره پس از بی‌برگ شدن یا چمن‌زنی اهمیت دارند. هم‌چنین کربوهیدرات غیر ساختمانی شامل نشاسته، فروکتوز، ساکارز و گلوکز که در شرایط تنش منابع اولیه تولید انرژی برای گیاهان هستند به‌عنوان معیار سنجش تحمل تنش نیز مطرح هستند [۱۴]. در گیاهان چهار کربنه به دلیل جدا بودن مکانی محل انجام فعالیت‌های فتوسنتزی، مکانیسم فتوسنتز پیچیده‌تر از گیاهان سه کربنه (C_3) است. این امر موجب افزایش کارایی فتوسنتز در شرایط دمای بالا می‌گردد [۳۱]، ولی احتمالاً دمای پایین زمستان موجب کاهش پتانسیل فتوسنتزی در برموداگراس گردیده است. گزارش شده در شرایط نامناسب محیطی مانند شدت نور کم، گیاهان چهارکربنه نیازمند وجود هماهنگی بیشتر بین سلول‌های مزوفیل و سلول‌های غلاف آوندی برای افزایش کارایی فتوسنتز هستند که اغلب بیشینه فعالیت، در هر قسمت همزمان با قسمت دیگر نیست. این موضوع می‌تواند با تفاوت وزن خشک گونه برموداگراس در تابستان و زمستان و وجود تفاوت این گونه با گونه‌های دیگر مرتبط باشد. بایستی دقت داشت اثر شرایط محیطی نامناسب می‌تواند روی طول میان‌گره و قطر سه گونه اثر داشته و کیفیت چمن را تحت تأثیر قرار دهد [۱۰ و ۳۱]. اثر سایه بر کیفیت چمن از طریق تغییر میانگره مورد تأیید قرار گرفته است [۱]. در تحقیق حاضر وجود تفاوت در میزان کربوهیدرات‌های محلول مانند پنتوزها و هگزوزها در تابستان و زمستان، احتمالاً نشان‌دهنده تفاوت اثر شرایط محیطی بر کارآیی فتوسنتزی این گونه‌ها بوده است. اثر نور بر ایجاد تغییر در کربوهیدرات‌های برگ چمن نیز مورد تأیید قرار گرفته است [۲].

نتایج نشان داد که بین گونه‌های موردمطالعه گونه پاسپالوم بیشترین میزان کلسیم و پتاسیم را داشت و گونه برموداگراس میزان سدیم بیشتری داشت. سدیم یکی از یون‌های کلیدی است که در تنش شوری نقش اساسی دارد. اثرات ویژه تنش شوری بر متابولیسم گیاهان به خصوص بر برگ‌های حساس، با تجمع یون سدیم یا با کاهش یون‌های کلسیم و پتاسیم در ارتباط است [۲۵]. افزایش غلظت سدیم اندام هوایی با افزایش کلرید سدیم نیز گزارش‌شده است [۱۶، ۲۳ و ۳۶]. همچنین گزارش شده است تجمع کمتر یون سدیم در اندام هوایی گیاه می‌تواند در تحمل شوری نقش داشته باشد [۱۶]. میزان پتاسیم در تحمل به شوری گیاهان نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است [۲۸]. به‌علت خاصیت آنتاگونیستی سدیم و پتاسیم با افزایش شوری میزان پتاسیم ریشه کاهش می‌یابد [۲۰]. با افزایش شوری، ژنوتیپ حساس در مقایسه با ژنوتیپ متحمل تجمع غلظت سدیم بیشتر و کاهش غلظت پتاسیم شدیدتری است [۱۹] که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. با افزایش سطح شوری، میزان جذب پتاسیم به علت بازدارندگی سدیم بر پتاسیم و درنتیجه افزایش سدیم در گیاه جو مختل می‌شود [۲۲ و ۲۳].

همچنین کاهش پتاسیم را به تجمع یون‌های سمی (سدیم و کلر) نسبت داده‌اند [۱۶].

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد در سه گونه چمن مورد استفاده در آزمایش حاضر، به دلیل وجود سیستم فتوسنتزی چهار کربنه، این گونه‌های چمن در بهار و تابستان رشد خوبی داشته و میزان کربوهیدرات‌های بیشتری در خود ذخیره می‌کنند. با این‌وجود به‌دلیل اعمال تنش خشکی (۵۰٪ ظرفیت مزرعه) گونه پاسپالوموم نسبت به دو گونه دیگر برتری داشت. این گونه با کاهش رشد شاخساره، که از نظر مدیریت فضای سبز ویژگی مثبتی می‌باشد، همچنین افزایش رشد ریشه مقاومت بیشتری به تنش خشکی از خود نشان دهد و درنتیجه کارآیی فتوسنتزی بالاتری داشته باشد. از مکانیسم‌های دیگر این گونه افزایش میزان پتاسیم و کلسیم بود، که این دو یون نقش اساسی در تنظیم اسمزی و تحمل به تنش دارند. به‌طورکلی، این گونه با داشتن مکانیسم های مختلف، باعث حفظ رشد و ثبات کلروفیل در تنش‌های متنوع موجود در فضای سبز اهواز گردید.

پیشنهادات

با توجه به ایده جایگزینی گیاهان پوششی، پیشنهاد می‌شود گونه پاسپالوم و سایر گیاهان پوششی رایج در شرایط آب و هوایی شهرستان اهواز ازنظر نیاز آبی و مقاومت به سایر تنش‌ها مقایسه شوند. همچنین تمایل مردمی جهت انتخاب بهترین نوع پوشش سبز نیز بررسی گردد.

سپاسگزاری

از معاونت محترم پژوهشی و مدیریت امور پژوهشی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، به خاطر حمایت مالی از این تحقیق، تقدیر و تشکر می‌شود.

References

[1]. Aldahir, C.F. (2015). Utilization of Bermudagrass 'TifGrand' for Sports Turf: Wear Tolerance, Shade Response, and Quality Improvement. MSc. Thesis. Auburn University. USA. 159 p.

[2]. Bunnell, B.T., McCarty, L.B., & Bridges Jr, W.C. (2005). Evaluation of three Bermuda grass cultivars and Meyer Japanese zoysia grass grown in shade. *International Turfgrass Society Journal*, 10: 826-833.

[3]. Christians, N. (2004). Fundamentals of turfgrass management (2nd ed). John Wiley & Sons. Hoboken, NJ. 398p.

[4]. Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebers, P.A., & Ith, F.S. (1956). Calorimetric method for determination of sugars and related substances. *Annual Chemistry*, 28, 350-356.

[5]. Flexas, J., & Medrano, H. (2008). Drought-inhibition of photosynthesis in C_3-plants: Stomatal and nonstomatal limitation revisited. *Annals of Botany*, 183: 183-189.

[6]. Gibeault, V.A., Cockerham, S., Leonard, M., & Autio, R. (1992). Bermuda grass and zoysia grass winter color. Proc. UCR Turf grass Landscape Management Res. Conference and Field Day, University of California, Riverside, CA.

[7]. Guerfel, M., Baccouri, O., Boujnah, D., Cha, W., & Zarrouk, M. (2008). Impacts of water stress on gas exchange, water elations, chlorophyll content and leaf structure in the two main Tunisian olive (*Olea europaea* L.) cultivars. *Scientia Horticulturae*, 119: 257-263.

[8]. Heidari-Sharifabadi, H., & Mirzaie, N. (2006). Salinity-induced growth and some metabolic changes in three Salsola spices. *Journal of Arid Environments*, 67: 715-720.

[9]. Hernandez, J.A., & Almansa, M.S. (2002). Short-term effect of salt stress on antioxidant systems and leaf water relations of Pea leaves. *Physiologia Plantarum*, 115: 251-257.

[10]. Horton, J.L., & Neufeld, H.S. (1998). Photosynthetic responses of *Microstegium vimineum* (Trin) A. Camus, a shade-tolerant, C_4 grass, to variable light environments. *Oecologia*, 114: 11-19.

[11]. Huang, B. (1999). Water relation and root activities of *Buchloe dactyloides* and *Zoysia japonica* in response to localized soil drying. *Plant and Soil*, 208: 179-186.

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

[13]. Huang, B., Duncan, R.R., & Carrow, R.N. (1997) Drought resistance mechanisms of seven warm-season turfgrass under surface soil drying. *Crop Science*, 37: 1863-1869.

[14]. Hull, R.J. (1992). Energy relations and carbohydrate partitioning in turfgrasses. p. 175–205. In D.V. Waddington et al. (eds.), Turfgrass. Madison, WI.

[15]. Keles, Y., & Oncel, I. (2004). Growth and solute composition on two wheat species experiencing combined influence of stress conditions. *Russian Journal of Plant Physiology*, 51: 203-208.

[16]. Lacerda, C.F., Cambraria, J., Olive, M.A., Ruiz, H.A., & Prisco, J.T. (2003). Solute accumulation and distribution during shoot and leaf development in two sorghum genotype under salt stress. *Environmental and Experimental Botany*, 49: 107-120.

[17]. Lak, S., Naderi, A., Syadat, S.A., Ainehband, A., & Normohamadi, G. (2008). Effects of water deficit on yield and nitrogen efficiency of corn hybrids grown at different levels of nitrogen and plant 704. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 4: 153-170. (in Farsi).

[18]. Lichtenthaler, H.K., & Wellburn, A.R. (1985). Determination of Total Carotenoids and Chlorophylls A and B of Leaf in Different Solvents. *Biochemical Society Transactions*, 11: 591-592.

[19]. Meneguzzo, S., Navariizzo, F., & Izzo, R. (2000). NaCl effects on water relations and accumulation of mineral nutrients in shoots, roots and cell sap of wheat seedling. *Plant Physiology*, 156: 711-716.

[20]. Mirmohamadi Meibodi, S.A.M., & Ghareyazi, B. (2002). Phisiological and Breeding Aspects of Salinity Stress in Crops. Isfahan University of Technology Press. Isfahan.

[21]. Misiha, A. (1991). Effect of cool season turf grasses seed mixtures on lawn characteristics. Bulletin of Faculty of Agriculture, 42: 401-414.

[22]. Munns, R., & Termaat, A. (1986). Whole plant responses to salinity. *Plant Physiology*, 13: 143-160.

[23]. Munns, R., Hare, R.A., James, R.A., & Rebetzke, G.J. (2000). Genetic variation for improving the salt tolerance of durum wheat. *Australian Journal of Agricultural Research*, 51: 69-74.

[24]. Newell, A.J., Crossley, F.E.M., & Jones, A.C. (1996). Selection of grass species, cultivars and mixtures for lawn tennis courts. Journal Sports Turfgrass Research Institute, 72: 42-60.

[25]. Pakniat, H., Kazemipour, A., & Mohamadi, G.A. (2003). Variation in salt tolerance of cultivated (*Hordeum vulgare* L.) and wild (*H. spontanum* C. Koch) barley genotypes from Iran. *Iran Agricultural Research*, 22: 45-62. (in Farsi).

[26]. Penuelas, J., & Filella, I. (1998). Visible and near-infrared reflectance techniques for diagnosing plant physiological status. *Trends in Plant Science*, 3: 151-156.

[27]. Rahbarian, R., Khavari-nejad, R., Ganjeali, A., Bagheri A.R., & Najafi, F. (2011). Drought stress effects on photosynthesis, chlorophyll fluorescence and water relations in tolerant and susceptible chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes. *Acta Biologica Cracoviensia*, 53: 47-56.

[28]. Rascio, A., Russo, M., Mazzucco, L., Plantain, C., Nicastro, G., & Fonz, N.D. (2001). Enhanced osmo tolerance of wheat selected for potassium accumulation. *Plant Science*, 160: 441-448.

[29]. Roche, M.B., Loch, D.S., Jonothan, D.L., Penbernthy, C., Durant, R., & Troughton, A.D. (2009). Factors contributing to wear tolerance of bermudagrass (*Cynodon dactylon* (L.) Pers., C. *dactylon x transvaalensis* burtt-davy) on a sand-based profile under simulated sports field conditions. *International Turfgrass Society Research Journal*, 11: 449-459.

[30]. Roohollahi, I., Kafi, M., & Naderi, R. (2010). Drought reaction and rooting characteristics in response to plant growth regulators on *Poa pratensis* cv. Barimpala. *International Journal of Food, Agriculture and Environment*, 8: 285-288.

[31]. Sage, R.F., & Mc Kown, A.D. (2006). Is C_4 photosynthesis less phenotypically plastic

than C_3 photosynthesis? *Journal of Experimental Botany*, 57: 303-317.
[32]. Salehi, H., & Khosh-Khui, M. (2004). Turfgrass monoculture, cool-cool, and cool-warm season seed mixture establishment and growth responses. *HortScience*, 39:1732-1735.
[33]. Salehi, M., Salehi, H., Niazi, A., & Ghobadi, C. (2014). Convergence of goals: Phylogenetical, morphological, and physiological characterization of tolerance to drought stress in tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.). *Molecular Biotechnology*, 56: 248–257.
[34]. Salehi, M.R. (2016). Turfgrass. jdmpress. 188p. (in Farsi).
[35]. Salehi, M.R., & Salehi, H. (2013). Comparison of tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) and common bermudagrass (*Cynodon dactylon* [L.] Pers.) turfgrasses and their seed mixtures. *Advances in Horticultural Science*, 27: 81-87.
[36]. Santa Maria, G.E., & Epsetin, E. (2001). Potassium sodium selectivity in wheat and amphiploid cross wheat xlophopym elongation. *Plant Science*, 160: 523-534.
[37]. Santos, C.V. (2004). Regulation of chlorophyll biosynthesis and degradation by salt stress in sunflower leaves. Scientia Horticulture, 103, 93-99.
[38]. Scheer, H. (2004). Chlorophlls and cartenoids. *Encyclopedia of Biological Chemistry*, 1: 430-433.
[39]. Sheng, M., tang, M., Chen, H., Yang, B., Zang, F., & Huang, Y. (2008). Influence of Arbuscular mycorrhizal on photosynthesis and water status of maize plants under salt stress. *Mycorrhiza*, 18: 287- 296.
[40]. Skirde, W. (1989). Verhalten neuer sorten von rohrschwingel, *Festuca arundinacea*, in reinsaat und mischungen. *Zeitschrift fur vegetations technic*, 4:135-140.
[41]. Sovocool, A., Morgan, M., & Bennett, D. (2006). An in-depth investigation of xeriscape as a water conservation mesure. *Journal (American Water Works Association)*, 98: 82-93.
[42]. Taiz, L., & Zeiger, E. (2002). Plant Physiology. Sinecure Associates Inc. 690p.
[43]. Tatari, M., Fotouhi Ghazvini, R., Etemadi, N., Ahadi, A.M., & Mousavi, A. (2013). Study of some physiological responses in three species of turfgrass in drought stress conditions. *Journal of Plant Production*, 20: 63-88. (in Farsi)
[44]. Wallner, S.J., Becwar, M.R., & Butler, J.D. (1982). Measurement of turfgrass heat tolerance *in vitro*. *American Society of Horticultural Science*, 107: 603-613.
[45]. Zadehbagheri, M., Salehi Salmi, M.R., Hedayat, S. (2016). The Physiological, Morphological and BioChemical Comparison of the famous turfgrass with Tall Fescue (*Festuca arundinacea* Schreb). *Journal of Crop Production and Processing*, 5: 15-25. (in Farsi)
[46] http://www.irimo.ir/far/

Investigation on morpho-physiological and biochemical characteristics of three common turfgrasses in xeriscaping

1- H. Minavi, MSc. Student, Department of Horticulture Science, Ramin University of Agriculture and Natural Resources, Khoozestan, Iran
2- M.R. Salehi Salmi, Assistant Professor, Department of Horticulture Science, Ramin University of Agriculture and Natural Resources, Khoozestan, Iran
mrsalehisalmi@gmail.com
3- M. Heidari, Associate Professor, Department of Horticulture Science, Ramin University of Agriculture and Natural Resources, Khoozestan, Iran
4-E. Khaleghi, Assistant Professor, Department of Horticulture Science, Chamran University, Khoozestan, Iran

Received: 09 Nov 2016
Accepted: 07 Nov 2017

Abstract

Lawns have become a central part of urban and suburban landscapes in Iran and are expanding along with urbanization. Turfgrass provides many environmental benefits, including reducing soil erosion, water runoff and leaching, contributing to carbon sequestration, moderating temperature, reducing noise, glare, and visual pollution. By selecting the appropriate plants and efficient irrigation systems, a balance can be achieved to fit aesthetic needs as well as reduce resource use. Benefits of xeriscaping include cost savings through lower water bills and a reduction in the labor needed to maintain your landscape. In this investigation zoysiagrass (*Zoysia tenuifolia* L.) and paspalum (*Paspalum notatum* Flugge.) were compared with bermudagrass (*Cynodon dactylon* L.), the common turfgrass in Ahwaz. The experiment was conducted as factorial in a random complete block design with the time of assessment as the main factor and turfgrass type as the sub-factor. Each treatment had four replicates. Turfgrasses were compared by measuring rooting depth, verdure wet and dry weight, root wet and dry weight, clipping wet and dry weight, chlorophyll content, solute carbohydrates, sodium content, potassium content and calcium content. Paspalum was the best species turfgrass for xeriscape under climatic conditions of Ahwaz city. The species tolerated more drought stress through enhancement root growth and reduction of its shoot growth, a positive point for landscape managment. So, it had more photosynthesis efficiency. Another mechanism of drought tolerance in this species was increasing K^+ and Ca^{2+} concentrations, which are of essential role in osmotic adjustment. In general, paspalum by having different mechanisms can keep up growth and photosynthesis in drought condition at ahwaz landscape.

Keywords: *Cynodon*; Nutrient elements; *Paspalum*; Visual quality; *Zoysia*.