نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۵، شماره ۲، خرداد – تیر ۱۴۰۰، ص. ۲۳۶-۲۲۷

Journal of Water and Soil
Vol. 35, No. 2, May-June 2021, p. 227-236

مقاله پژوهشی

بررسی تنش خشکی و کمبود آبیاری بر میزان بهره‌وری مصرف آب و عوامل مورفوفیزیولوژیک دو رقم چمن فستوکا

مهرداد عمادی[۱]- مسعود نوشادی[۲*]- علی اصغر قائمی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۰۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۱/۲۶

چکیده

فضاهای سبز از لحاظ زیست محیطی به عنوان شریان‌های حیاتی شهرها محسوب می‌شوند و با توجه به رشد روز افزون شهرنشینی، ایجاد فضای سبز به عنوان مهم‌ترین تعدیل‌کننده زیست محیطی شهرها ضروری می‌باشد. از آنجایی که در چند دهه اخیر کمبود منابع آب یکی از مشکلات پیش روی گسترش فضای سبز به ویژه چمن‌کاری بوده است، لذا استفاده از روش‌های مدیریتی از جمله کم آبیاری از اهمیت زیادی برخوردار است. هدف از این پژوهش بررسی برهمکنش تنش آبی (تامین ۱۰۰٪، ۷۵٪ و۵۰٪ نیاز آبی) بر بهره‌وری مصرف آب و عوامل مورفوفیزیولوژیک دو رقم چمن فستوکا (TALLADEGA و ASTERIX) می‌باشد. بیشترین بهره‌وری آب در آبیاری کامل (۱۰۰٪ نیار آبی) در رقم Asterix بود. عوامل مورفوفیزیولوژیک در ۷۵٪ آبیاری کامل بیشترین مقدار را داشت. تنش متعادل خشکی باعث بسته شدن جزئی روزنه‌ها شد و در نتیجه بهره‌وری آب افزایش یافت، اما تنش شدید باعث بسته شدن کامل روزنه‌ها شد. و بهره‌وری مصرف آب به علت پایین آمدن فتوسنتز و رشد کاهش یافت. خشکی باعث سوختگی برگ‌های چمن شد و همچنین اثر منفی بر میزان رشد شاخساره و تراکم چمن داشت. از آنجایی که تراکم و یکنواختی چمن یکی از معیارهای ارزیابی کیفیت ظاهری چمن است، بنابراین خشکی، کیفیت چمن را کاهش می‌دهد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که کم آبیاری می تواند بدون اینکه باعث کاهش کیفیت سبز فرش گردد، موجب افزایش کارایی مصرف آب شود. با مصرف آب کمتر (تا نصف آبیاری کامل) کیفیت ظاهری چمن به خوبی حفظ خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: بهره‌وری مصرف آب، تنش آبی، فستوکا، کیفیت ظاهری، کمبود آبیاری

مقدمه

فضاهای سبز از لحاظ زیست محیطی به عنوان شریان‌های حیاتی شهرها محسوب می‌شوند و با توجه به رشد روز افزون شهرنشینی، ایجاد فضای سبز به عنوان مهم‌ترین تعدیل‌کننده زیست محیطی شهرها ضروری می‌باشد (۳). فضاهای سبز و چمن ها در دفع مواد سمی حاصل از کاربرد سوخت‌های فسیلی، جلوگیری از فرسایش خاک، تبخیر شدید آب از سطح زمین، تولید اکسیژن، جذب گازهای مضر و در نتیجه در تصفیه هوا و سلامتی انسان در شهرهای بزرگ انسان نقش دارند (۱). در احداث فضای سبز و پارک‌ها، چمن یکی از عناصر لازم و جدا نشدنی طراحی منظر به شمار می‌رود. چمن به علت دارا بودن قدرت پاخوری افزون بر جنبه تفریحی و زینتی، به عنوان بستر فضاهای سبز برای تفرج و بازی و برخی زمین‌های ورزشی نیز اهمیت دارد (۴). در حال حاضر در بیشتر مواقع سال چمن‌ها به صورت روزانه آبیاری می‌شود که لزوما بهترین رژیم آبیاری محسوب نمی گردد.

نگاهی به الگوی مصرف آب در آبیاری فضای سبز مناطق خشک و نیمه خشک نشان می‌دهد که بازده مصرف آب در این بخش بسیار کم می‌باشد و بخش عمده تلفات آب مصرفی در آبیاری فضای سبز این مناطق در هنگام کاربرد آب صورت می‌گیرد. از طرفی مدیریت صحیح آبیاری رمز موفقیت داشتن فضای سرسبز و با کیفیت برتر است زیرا با اعمال مدیریت صحیح می‌توان از بروز تنش‌های آبی ناشی از کمبود آب جلوگیری کرد. از آنجایی که مدیریت نا مناسب آبیاری بیش از هر عامل دیگری در کاهش کمیت و کیفیت فضای سبز نقش دارد می‌توان با بهبود مدیریت آبیاری یا به کارگیری روش

۱، ۲ و ۳- به‌ترتیب دانشجوی دکتری، استاد و دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز
(*- نویسنده مسئول: (Email: noshadi@shirazu.ac.ir
DOI: 10.22067/jsw.2021.67723.1002

های نوین آبیاری اثرهای ناشی از این نقیصه را کاهش داد(۸).

لولیوم یا رای گراس (Ray grass) با نام علمی *Lolium perenne* L. یک چمن سردسیری و چندساله بوده که نسبتا پاخوری خوبی دارد و به دلیل، سرعت استقرار و رشد نسبتا خوب آن یک جزء ترکیبی مهم در تولید بذر چمن‌های مخلوط است (۲).

بخش عمده از فضای سبز مناطق جنوب ایران را پوشش چمنی تشکیل می‌دهند که بیشتر سطح آن مربوط به چایر[1] است. از طرفی کمبود منابع آب با کیفیت در نواحی جنوبی ایران بیش از پیش روشن است و یکی از چالش‌های عمده در توسعه گیاهان با پوشش چمنی می‌باشد. در صورت وجود گونه‌های متحمل به شوری، امکان توسعه گونه‌های مختلف چمن با استفاده از منابع آب شور وجود خواهد داشت. در حال حاضر به دلیل اینکه پژوهش‌های اندکی در این زمینه انجام شده است، دامنه تحمل انواع مختلف چمن‌ها به شوری مشخص نیست و در نتیجه با توجه به اهمیت آن از نیازهای ضروری در زمینه گسترش پوشش گیاهی (چمن‌ها) در فضای سبز کشور به ویژه در مناطق جنوبی می‌باشد (۱۴).

منوچهری (۵) با مطالعه بر روی اثرهای برهمکنش تنش‌های شوری و خشکی بر شاخص‌های مورفوفیزیولوژیک چمانواش بلند و چایر تحت سه سطح آبیاری۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد آبیاری کامل و چهار سطح شوری ۰/۵، ۳، ۶ و ۹ دسی‌زیمنس بر متر نشان دادند که کیفیت ظاهری چمن با افزایش شوری و تنش آبی کاهش یافت. همچنین با اعمال خشکی وزن تر و خشک ریشه و همچنین وزن تر ته شاخساره در بین تیمارهای آبیاری ۱۰۰ و ۷۵ درصد تفاوت معنی داری در سطح ۵ ٪ نداشت ولی این پارامترها در تیمار آبیاری ۵۰ درصد به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد.

رضایی و قائمی (۱۰) در پژوهش خود با در نظر گرفتن دو روش آبیاری بارانی و غرقابی و تنش آبی ۵۰٪ ، ۷۵٪ و ۱۰۰٪ نیاز آبیاری بر چمن چمانواش بلند نشان دادند که روش آبیاری سنتی (غرقابی) به مراتب آب بیشتری نسبت به بارانی خودکار برای آبیاری چمن مصرف می‌کند، به گونه‌ای که میزان آب مصرفی در مدت سه ماه در تیمارهای ۱۰۰٪، ۷۵٪ و ۵۰٪ نیاز آبیاری در روش آبیاری سنتی به ترتیب ۲۱۳/۹، ۱۶۰/۴۲ و ۱۰۶/۹۴ میلی‌متر بیشتر از آبیاری بارانی خودکار بود. روش آبیاری برکیفیت ظاهری چمن تأثیر معنی‌داری نداشت ولی با افزایش تنش آبی کیفیت ظاهری، سرعت، وزن تر و خشک شاخساره کاهش یافت. همچنین چمانواش بلند تحت تنش آبی ۷۵٪ نیاز آبیاری کامل با انجام فعالیت‌های پرهیز از خشکی همچون گسترش ریشه، کم آبی را تحمل کرد. به طور کلی می‌توان گفت این نوع چمن تا حدی نسبت به خشکی مقاوم است.

به عبارت دیگر کمبود آب قابل دسترس برای آبیاری یکی از مهم ترین مشکلات روی فضای سبز و چمن کاری خصوصا در مناطق خشک و نیمه خشک مانند ایران می‌باشد. اصولا کم آبیاری از راه کارهای بهینه‌سازی مصرف آب است که طی آن به محصولات زراعی اجازه داده می‌شود مقداری از تنش آبی را در طول فصل رشد تحمل نمایند. هدف اصلی در کم آبیاری افزایش کارایی مصرف آب، کاهش مقدار آبیاری و حذف جزئی از آب آبیاری است که تاثیر معنی‌داری در افزایش عملکرد محصول ندارد.

محققان در پژوهشی به بررسی فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی چایر تحت تنش شوری و خشکی پرداختند و نتیجه گرفتند که تنش‌های خشکی و شوری و بر هم کنش آنها باعث افزایش معنی‌دار نشت الکترولیت و کاهش معنی‌دار محتوای نسبی آب و کلروفیل برگ شد (۶).

در پژوهشی اثر شرایط کم آبیاری بر ویژگی های مورفولوژیک چند رقم چایر Dacca، Fine Dacca و Khabbal بررسی شد. این گیاهان در چهار سطح آبیاری شامل ۱۰۰٪، ۷۵٪، ۶۵٪ و ۵۵٪ آبیاری کامل ارزیابی شدند. به طور کلی کیفیت همه ارقام با افزایش خشکی کاهش یافت ولی رقم Khabbal شرایط خشکی را بهتر از سایر رقم ها تحمل نمود (۱۱).

در مقایسه سامانه های آبیاری (زیر سطحی، بارانی و ترکیبی) و اثر آن بر خصوصیات رشد چمن اسپرت مشخص گردید که با کاهش مقدار آب مصرفی طول شاخساره، وزن خشک، کیفیت ظاهری، حجم و وزن خشک ریشه، محتوای نسبی آب برگ و کلروفیل کاهش ولی میزان پرولین افزایش یافت. اکثر صفات در مقادیر آب آبیاری ۱۰۰ و ۷۵ درصد آبیاری کامل تاثیر مشابه داشتند، اما به طور معنی‌داری در سطح ۵ ٪ بهتر از تیمار آبیاری در ۵۰ ٪ آبیاری کامل بودند. همچنین طول ریشه به طور معنی‌داری در آبیاری بارانی بیشتر از دو روش دیگر بود (۱۳).

مطالعات محققان در زمینه بررسی اثرات زه آب بازیافتی زمین های چمن و زمین‌های فوتبال و تنش خشکی بر شاخص‌های رشدی چاوی چند ساله رقم انگلیسی تحت ۴ سطح زهاب (۰، ۲۵، ۵ و ۱۰۰ درصد) و آبیاری بر اساس ۳ سطح ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و دور آبیاری ۲ روز نشان داد که، آبیاری ۵۰ ٪ ظرفیت زراعی در زهاب صفر درصد باعث کاهش ارتفاع، وزن خشک شاخساره، طول ریشه، کلروفیل، محتوای آب نسبی برگ و کیفیت ظاهری و افزایش میزان پرولین شد (۷).

بررسی واکنش ویژگی‌های سیستم ریشه‌ای و عملکرد ۱۲ ژنوتیپ چمان‌واش بلند در شرایط تنش خشکی (بدون تنش، تنش متوسط و شدید) نشان داد که تنش خشکی باعث کاهش عملکرد علوفه خشک شد به نحوی‌که کاهش عملکرد از شاهد به تنش متوسط و شدید به ترتیب ۱۵ ٪ و ۱۳ ٪ بود (۹).

در آزمایشی پژوهشگران رقم چایر را تحت تنش خشکی قرار

1- *Cynodon dactylon* L.(Pers.)

دادند به این نحو که بذر رقم‌های مختلف را در پلات‌های آزمایشی کاشتند، پس از نگهداری‌های اولیه، زمانی که گیاه برای اعمال تنش آماده شد، همه پلات‌ها به مقدار ۵ سانتی‌متر آب دریافت کردند. از زمان شروع تنش به وسیله پردازش تصویر، زمان رسیدن هر پلات به ۷۵ ٪ پوشش مشخص گردید. زمان رسیدن به ۷۵ ٪ پوشش در رقم های مختلف چایر از ۴۵ تا ۵۸ روز متفاوت بود. این اختلاف ۱۳ روزه، کوچکتر از چیزی بود که در آزمایش مشابه برای چمن فصل سرد مشاهده شده بود. این موضوع نشان داد که محدوده مقاومت به خشکی برای گونه‌های مختلف چایر کوچکتر از چمن فصل سرد (مانند چمانواش بلند) می‌باشد. بنابراین مقاومت به خشکی یک ویژگی کلی برای چایر است و تفاوت چندانی بین رقم‌ها وجود ندارد. همچنین قابل ذکر است که اولین نشانه‌های تنش خشکی حتی در ضعیف‌ترین رقم چایر قبل از ۴۵ روز خشکی بروز نکرد (۱۲).

با توجه به اینکه این پژوهش در گلخانه صورت گرفت محدویت های کنترل دما و گرما بی تاثیر در خروجی مدل نبود.

هدف از این پژوهش بررسی برهمکنش تنش آبی (تامین ۱۰۰٪، ۷۵٪ و۵۰٪ نیاز آبی) بر بهره‌وری مصرف آب و عوامل مورفوفیزیولوژیک دو رقم چمن فستوکا (TALLADEGA و ASTERIX) می‌باشد. با توجه به اهمیت فضای سبز و بحران کم آبی، چمن فستوکا به جهت سبزینگی و داشتن ژنوتیپ مقاوم به تنش آبی، مورد بررسی قرار گرفت تا در حد ممکن جایگزین نوع رقم چمن های دیگر در منطقه با شرایط آب و هوایی خشک و مشابه قرار گیرد که بتوان سبز فرش بودن را تا حد ممکن تضمین نمود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در گلخانه به مساحت ۱۲۰ متر مربع واقع در دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز با طول جغرافیایی ´ ۳۲ °۵۲، عرض جغرافیایی ´ ۳۶ °۲۹ ، ارتفاع ۱۸۱۰ متر از سطح آزاد دریا و در گلدان های به ابعاد ۳۰ *۳۰ * ۳۰ سانتی‌متر به منظور بررسی اثر تنش‌های آب در روش آبیاری سنتی بر عوامل مورفوفیزیولوژیک و بهره‌وری آب در دو رقم چمانواش بلند، انجام شد.

طرح تحقیقاتی به صورت طرح کرت‌های خرد شده پایه بلوک های کامل تصادفی با ۳ تکرار و ۳ تیمار ۱۰۰٪ (W_1)، ۷۵٪ (W_2) و ۵۰٪ (W_3) نیاز آبی بود. چمن‌های مورد استفاده در این طرح شامل Festuca Arundinacea Schreb با دو رقم با نام‌های Asterix و Talladega که از انواع چمن‌های سردسیر محسوب می‌شوند و دارای عمق ریشه ۱۵-۲۰ سانتی‌متر است، می‌باشند. در جدول ۱ نمای کلی طرح نشان داده شده است.

ابتدا ۳ سانتی‌متر شن (برای ایجاد شرایط زهکشی) مناسب در کف گلدان قرار داده شد و سپس بر روی آن ۲۴ سانتی‌متر خاک ریخته شد و فشرده گردید تا به دانسیته اولیه خود رسید. در دهم اردیبهشت ماه دو نوع بذر چمن به صورت دستی روی گلدان‌ها پاشیده شد (هر گلدان ۱۰ گرم بذر) و سپس در هر گلدان روی بذرها ۱۰۰ گرم کود حیوانی پوسیده و سرند شده ریخته شد و توسط سیستم سنتی (دستی) با شیلنگ آبیاری شد. در اوایل کاشت به دلیل استفاده بیشتر از آب و همچنین استقرار چمن‌ها، آبیاری به صورت دستی انجام شد به این صورت که به مدت یک هفته هر روز دو الی سه بار آبیاری و پس از سبز شدن بذرها (۱۰ روز پس از کشت)، روزانه یکبار آبیاری و تا جوانه‌زنی کامل بذرها (۲۰ روز پس از کشت) دور آبیاری بین ۷ الی ۱۵ روز بود و بعد از آن تنش‌های آبی صورت گرفت. اولین سرزنی چمن بعد از استقرار کامل چمن‌ها (۳۰ روز بعد از کاشت) صورت گرفت و همچنین به منظور جبران کمبود مواد غذایی خاک بعد از دو ماه (تیر ماه) ۶ گرم در متر مربع کود اوره (به هر گلدان ۰/۵۴گرم) داده شد. شروع دوره تنش دو ماه بعد از کاشت (۱۰ تیرماه ماه) و طول دوره تنش ۴۵ روز بود.

جدول ۱- نمای کلی طرح

Table 1- Overview of the design

تکرار Replications	تیمارهای آبیاری Irrigation treatments		
	W2(75 %)	W3(50 %)	W1(100 %)
1	Asterix Talladega	Talladega Asterix	Talladega Asterix
2	Asterix Talladega	Asterix Talladega	Talladega Asterix
3	Talladega Asterix	Asterix Talladega	Talladega Asterix

برای تعیین نیاز آبی یک گلدان جداگانه در بین گلدان‌های دیگر قرارداده شد و رطوبت آن به FC رسید. هر یک روز در میان با توجه به آب از دست داده شده توسط این گلدان نسبت به وزن اولیه (FC)، همان مقدار آب با ۲۰ درصد اضافه تر به عنوان نیاز آبشویی به

گلدان‌ها داده شد.

اندازه‌گیری‌ها

-اندازه‌گیری خصوصیات فیزیولوژیکی

کیفیت ظاهری

ارزیابی کیفیت ظاهری به این نحو انجام شد که افراد غیر متخصص در چمن، رنگ، تراکم، پوشش‌دهی و میزان علف هرز و شادابی چمن مورد نظر خود را با دادن شماره بین صفر تا ۹ بیان کردند. صفر به معنای بدترین و عدد ۹ به معنای بهترین کیفیت بود.

محتوای آب نسبی برگ

محتوای نسبی آب برگ ها بر اساس رابطه (۱) (Barrs&Weatherley, 1961) محاسبه شد:

$$RWC = \frac{(FW-DW)}{(SW-DW)} * 100 \quad (۱)$$

در این رابطه FW وزن تر برگ است. پس از اندازه‌گیری وزن تر، نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در ۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر به مدت ۴ ساعت در دمای اتاق خیسانده شدند و پس از آن بلافاصله نمونه‌ها با دستمال کاغذی خشک و وزن برگ‌ها دوباره محاسبه شد (SW). سپس نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سلسیوس خشک شده و وزن خشک آن‌ها (DW) محاسبه شد.

اندازه‌گیری ویژگی‌های مورفولوژیک

وزن تر و خشک رو شاخساره

هر هفت روز چمن‌زنی انجام شد. ارتفاع چمن توسط چمن‌زنی تنظیم و به ۵ سانتی‌متر کاهش پیدا می‌کرد. برای تعیین وزن تر رو شاخساره مقدار چمن برداشته شده در پاکت‌های مخصوص قرار داده شد و وزن تر آن‌ها اندازه‌گیری گردید و سپس به مدت ۴۸ ساعت در آون با حرارت ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و وزن خشک آن‌ها تعیین گردید.

وزن تر و خشک ته شاخساره

برای اندازه‌گیری وزن تر و خشک ته شاخساره بعد از آخرین چمن زنی، یک حلقه مربع شکل با ابعاد ۱۰*۱۰ سانتی‌متری به طور تصادفی در هر کرت قرار داده شد و در آن محدوده قسمت هوایی چمن به طور کامل جدا گردید و وزن تر آنها اندازه‌گیری شد و سپس در آون (در حرارت ۷۰ درجه سلسیوس) به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شد و وزن خشک آن‌ها تعیین گردید.

بهره‌وری آب

برای تعیین بهره‌وری آب در هر ماه، از وزن تر کل شاخساره در هر گلدان بعد از اعمال تنش آبی (مجموع مقادیر بیومس تولیدی (روشاخساره) در هر بار چمن‌زنی بعلاوه مقدار ته شاخساره در پایان هر ماه) استفاده شد. با توجه به سطوح مختلف آبیاری و آب بکار رفته و وزن تر کل شاخساره بدست آمده در هر کرت، شاخص بهره‌وری آب طبق رابطه (۲) تعیین شد.

$$W_p=F_W/W_u \quad (۲)$$

در این رابطه F_W و W_U به ترتیب وزن تر شاخساره (kg) و حجم آب مصرفی (m^3) می‌باشد.

اندازه‌گیری سرعت رشد چمن

قبل از هر چمن‌زنی، ارتفاع چمن از محل طوقه تا انتهای برگ در سه نقطه از هر کرت توسط خط کش اندازه‌گیری شد و میانگین اندازه گیری‌ها به عنوان ارتفاع برای هر تیمار در نظر گرفته شد و سرعت رشد چمن رابطه (۳) محاسبه گردید:

$$LR = \frac{L}{P} \quad (۳)$$

که در آن P,L,LR به ترتیب سرعت رشد چمن (سانتی‌متر بر روز)، میزان رشد ارتفاعی چمن (سانتی‌متر)، مدت زمانی رشد ارتفاعی چمن (روز) می‌باشد.

خصوصیات خاک

برای تعیین مشخصات خاک، نمونه خاک دست نخورده از مزرعه تحقیقاتی به عمق ۳۰-۰ و ۶۰- ۳۰ سانتی‌متر گرفته شد و به آزمایشگاه منتقل و جرم مخصوص ظاهری، درصد رس، شن و سیلت و همچنین بافت خاک تعیین شد (جدول ۲). مقادیر FC و PWP این خاک به ترتیب برابر ۲۹/۷ و ۱۴/۷ درصد بود.

مشخصات آب مورد استفاده جهت آبیاری

ویژگی‌های آب مورد استفاده در این تحقیق در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۲- مشخصات خاک

Table 2- Soil characteristics

مقدار Amount	مشخصات خاک Soil characteristics
36.54	درصد شن Sand Percentage
35.64	درصد سیلت Silt Percentage
27.82	درصد رس Clay Percentage
1.29	جرم مخصوص ظاهری $(g\ cm^{-3})$ Bulk density
0.297	ظرفیت زراعی (g/g) Field capacity((FC)

جدول ۳- ویژگی‌های شیمیایی آب آبیاری

Table 3- Chemical properties of irrigation water

EC	pH	K	Na	Mg	CL	Ca	$S\ O_4$	HCO_3
$(dS\ m^{-1})$						$meq\ L^{-1}$		
0.55	7	0.05	1.2	2.1	2.1	1.15	1	1.5

نتایج و بحث

تجزیه و تحلیل داده‌ها حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار آماری sas9.4 انجام شد و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه دانکن در سطح ۵ درصد استفاده شد و میانگین‌های حاصل با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شد. نتایج و تحلیل داده‌ها تحت تنش آبی در دو نوع جنس مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۴).

اثر خشکی و جنس بر بهره‌وری مصرف آب

بهره‌وری مصرف آب دو رقم فستوکا تحت تنش آبی در روش آبیاری سنتی اندازه‌گیری شد. جدول ۴ نتایج مقایسه میانگین بهره‌وری مصرف آب چمن فستوکا را تحت تنش آبی در روش آبیاری سنتی در یک دوره (۳۰ روزه) متوالی نشان می‌دهد. بهره‌وری آب در هر دو نوع چمن و در تیمارهای مختلف آبیاری تغییر معنی‌داری در سطح ۹۵ ٪ نداشت. بنابراین کاهش مقدار آب آبیاری تاثیر روی بهره‌وری آب نداشته است و می‌توان از تیمار ۵۰ ٪ آبیاری کامل (W3) استفاده کرد. به عبارت دیگر کم آبیاری می‌تواند بدون این که باعث کاهش مقدار چمن گردد، موجب افزایش کارآیی مصرف آب شود (Pessarakli, 2007).

برهمکنش خشکی و جنس بر کیفیت ظاهری

کیفیت ظاهری دو نوع چمن فستوکا در ده روز اول و دوم تیر ماه (دوره تنش آب) تعیین شد. نتایج نشان داد که اثر تنش آبی و بر هم کنش تنش آبی و نوع چمن بر کیفیت ظاهری چمن در سطح ۹۵٪ اختلاف معنی‌دار نداشت. البته در ده روز دوم مرداد کیفیت ظاهری نسبت به نیمه اول مطلوب تر بود. بنابراین افزایش مقدار آب آبیاری اثری برکیفیت ظاهری چمن ندارد و با مصرف آب کمتر (تا نصف آبیاری کامل) کیفیت ظاهری چمن به خوبی حفظ خواهد شد.

برهمکنش خشکی و جنس بر محتوای آب نسبی برگ (RWC)

محتوای آب نسبی برگ در طی دوره تنش (یک ماهه) به صورت هفتگی اندازه‌گیری شد. نتایج مقایسه میانگین محتوای آب نسبی برگ (RWC) تحت تنش آبی در دو نوع چمن فستوکا نشان داد که اثر بر هم کنش تنش آبی در رقم چمن آستریکس بر روی محتوای آب نسبی برگ در سطح ۹۵٪ معنی‌دار بوده است (جدول ۴). در هر دو نوع چمن آستریکس و تالادگا با افزایش تنش آبی تا ۷۵ ٪ آبیاری کامل باعث افزایش RWC معنی‌دار شده است ولی افزایش تنش آبی تا ۵۰ ٪ آبیاری کامل تاثیر معنی‌داری نسبت به ۷۵ ٪ آبیاری کامل داشته است. اعمال تنش آبی شدید (۵۰٪ نیاز آبی)، محتوای آب نسبی برگ را تحت تاثیر قرار داده و باعث کاهش معنی‌دار محتوای آب نسبی برگ نسبت به آبیاری کامل (w_1) شده است. بهترین محتوای آب نسبی برگ در ۷۵٪ آبیاری کامل (w_2) مشاهده شد. محتوای آب نسبی برگ شاخص مناسبی از وضعیت آب برگ‌ها می باشد و کاهش آن در برگ‌ها باعث پژمردگی و کاهش طراوت و کیفیت ظاهری چمن می‌شود. محتوای آب نسبی برگ در صورت پیشرفت تنش خشکی کاهش یافته و سبب تغییرهایی در غشای

سلولی و در نتیجه افزایش نشت الکترولیتی از سلول می‌شود. البته با توجه به اینکه تنش خشکی باعث کاهش کیفیت ظاهری چمن نشده است و کاهش محتوای آب نسبی برگ تاثیری روی کیفیت ظاهری چمن نگذاشته است.

جدول ٤- برهمکنش میانگین اثر تنش خشکی و رقم چمن فستوکا

Table 4- Interaction between mean effect of dryness stress and Festoka grass variety

تیمار های آبیاری Irrigation treatments	نوع چمن Variety of grass		
	ASTERIX	TALLADEGA	میانگین
	محتوای آب نسبی برگ (درصد) (RWC)		
	Relative leaf water content(Percentage)		
100% (W1)	55.25 b	53.25 b	54.25 A
75% (W2)	68.16 a	60.5 b	64.33 A
50% (W3)	45.85 ab	44.23 ab	45.04 A
	بهره وری آب		
	Water productivity		
100% (W1)	5.5 a	4.34 a	4.94 A
75% (W2)	5.34 a	4.53 ab	4.93 A
50% (W3)	5.94 a	4.95 ab	5.44 A
	کیفیت ظاهری ۱۰ روز اول		
	Appearance quality of the first 10 days		
100% (W1)	6 a	5.66 a	5.83 A
75% (W2)	6.1 a	5.85 a	5.97 A
50% (W3)	6.33 a	6.1 a	6.2 A
	کیفیت ظاهری ۱۰ روز دوم		
	Appearance quality of the second 10 days		
100% (W1)	7 a	7 a	7 A
75% (W2)	8 a	8 a	8 A
50% (W3)	6 a	6 a	6 a
	سرعت رشد ۱۰ روز اول (سانتی متر بر روز)		
	Growth rate of the first 10 days (cm/day)		
100% (W1)	0.83 a	0.63 b	0.73 A
75% (W2)	1.16 a	0.93 b	1.04 A
50% (W3)	0.74 a	0.5 b	0.62 A
	سرعت رشد ۱۰ روز دوم (سانتی متر بر روز)		
	Growth rate of the 10 second days (cm/day)		
100% (W1)	0.86a	0.65a	0.75A
75% (W2)	1.46bc	0.95bc	1.2B
50% (W3)	0.84b	0.5c	0.67A
	سرعت رشد ۱۰ روز سوم (سانتی متر بر روز)		
	Growth rate of the third 10 days (cm/day)		
100% (W1)	0.8a	0.7a	0.75A
75% (W2)	0.9bc	0.66a	0.78A
50% (W3)	0.56a	0.4a	0.48A

*میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک می‌باشند از لحاظ آماری، طبق آزمون دانکن در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means that have same letter are not statistically significant at 5% level of probability according to Duncan test.

جدول ۵- میزان آب آبیاری هر گلدان

Table 5- Irrigation rate of each flowerpot

ماه Month	W3(50 %)	W2(75 %) (لیتر) (L)	W1(100 %)
اردیبهشت May	30	30	30
خرداد June	35	35	35
تیر July	17.5	26	35
جمع Summation	82.5	91	100

برهمکنش خشکی و جنس بر سرعت رشد برگ

سرعت رشد برگ در طی دوره تنش (یک ماهه) به صورت سه دوره ده روزه (مرداد ماه) اندازه‌گیری شد. نتایج مربوط به مقایسه میانگین‌ها نشان داد که اثر بر هم کنش تنش آبی و دو رقم چمن بر روی سرعت رشد برگ در طول ده روز اول معنی‌دار نبود در ده روز دوم در هر دو چمن آستریکس و تالادگا تاثیر تنش آبی معنی‌دار بود و سرعت رشد در تیمارهای آبیاری ۷۵ و ۵۰ درصد آبیاری کامل تفاوت معنی‌داری با آبیاری کامل داشت. در ده سوم تاثیر تنش آبی در چمن آستریکس معنی‌دار بود ولی این تاثیر در چمن تالادگا معنی‌دار نگردید. به طور کلی سرعت رشد در هر سه دهه در تنش خشکی ۷۵٪ (w_2) حداکثر بود که بیانگر بالا بودن فتوسنتز گیاه در این تنش می‌باشد. البته تفاوت سرعت رشد در ۵۰ ٪ و ۷۵ ٪ با آبیاری کامل به استثنا چمن آستریکس در دهه سوم معنی‌دار نبود و در نتیجه می‌توان از تنش ۵۰٪ آبیاری کامل استفاده کرد.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که کم آبیاری می‌تواند بدون اینکه باعث کاهش کیفیت سبز فرش گردد، موجب افزایش کارایی مصرف آب شود. با مصرف آب کمتر (نصف آبیاری کامل) کیفیت ظاهری چمن به خوبی حفظ خواهد شد. محتوای آب نسبی برگ در صورت پیشرفت تنش خشکی کاهش یافت و سبب تغییرهایی در غشای سلولی و در نتیجه افزایش نشت الکترولیتی از سلول می‌شود. البته با توجه به اینکه تنش خشکی باعث کاهش کیفیت ظاهری چمن نشده است، کاهش محتوای آب نسبی برگ تاثیری روی کیفیت ظاهری چمن نگذاشته است. به طور کلی سرعت رشد در هر سه دهه در تنش خشکی ۷۵٪ (w_2) حداکثر بود که بیانگر بالا بودن فتوسنتز گیاه در این تنش می‌باشد.

منابع

1- Ademi pour N., and Salehi H. 2011. Investigation of the interaction of irrigation cycle and bright on the morphological and physiological indices of green cover chayer and high chamanvash and their seeds mixture. master of science dissertation. Agricultural College. University of Shiraz. (In Persian with English abstract)

2- Amiri Nasab K., Ghasemnezhad M., Zakizadeh H., and Biglouei M.H. 2013. The Aplication of drought pre-conditioning is a method to increase deficit irrigation tolerance in two turfgrass species, tall fescue (*Festuca arundinacea*) and creeping bentgrass (*Agrostis stolonifera*). Plant Physiology and Biochemistry, 47(2): 132-138. (In Persian with English abstract)

3- Domiri Ganji H., Babai S., Mataji A., and Rashidi F. 2010. Evaluation of green space changes in Tehran Region 2 using aerial photographs and satellite data. Magazine of Natural Resources Science and Technology 5(2): 13-24. (In Persian with English abstract)

4- Hedayat Nejad R., and Kafi M. 2008. Effect of bed heating and irrigation methods (sprinkler, Subsurface drop) on the quantitative and qualitative characteristics of sports grass. Master of Science dissertation. Horticulture and plant protection college. University of Karaj.

5- Manochehri R. 2012. The interaction effects of salinity steress and water shortage on morph physiological indices of tall chamanvash and chayer. master of science dissertation. Agricultural College. University of Shiraz. (In Persian with English abstract)

6- Manuchehri R., and Salehi H. 2014. Physiological and biochemical changes of common bermudagrass (*Cynodon dactylon* [L.] Pers.) under combined salinity and deficit irrigation stresses. South African Journal of Botany 92: 83-88.

7- Nuri K., and Kafi M. 2015. Study of the effects of recycled water drain fields grass and football and dryness stress on grass growth indices of *Lolium perenne* L.CV. (Grassland). Master of Science dissertation. Horticulture and

Green Space college. University of Karaj. (In Persian with English abstract)
8- Parvanak Brujeni K. 2014. Modern irrigation methods step for optimum management of green space irrigation. Islamic azad university,unit Rey city, Department of agrology.
9- Pir Njmedin F., Majidi M.M., and Keyani R. 2013. Reaction of root system characteristics and fanction of genotypes tall festuca (*Festuca arundinacea*) in conditions of moisture stress, Plant process and function, Volume 2, 3.2(5): 41-48. (In Persian with English abstract)
10- Rezaie Myandashti A., and Ghaemi A.A. 2015. The effect of different water stresses on water productivity and morphphysiological factors of tall chamanvash under automatic (pop-up) Sprinkler and traditional surface irrigation systems. master of science dissertation. Agricultural college. University of Shiraz. (In Persian with English abstract)
11- Riaz A., Younis A., Hameed M., and Kiran S. 2010. Morphological and biochemical responses of turf grasses to water deficit conditions. Pakistan Journal of Botany 42(5): 3441-3448.
12- Richardson M., Karcher D., and Mccalla J. 2010. Drought toleranceof 15 Bermudagrass cultivars. Arkansas Turfgrass Report, Arkansas Agricultural Experiment Research Service 579: 112-115.
13- Samei Zafarghandi A., and Kafi M. 2015. Comparison of irrigation systems (Subsurface, sprinkler, combinational) and its effect on the growth characteristics of sports grass. master of science dissertation. Horticulture and Green Space college. University of Karaj. (In Persian with English abstract)
14- Veysipour A., Majidi M.M., and Mirluhi A.F. 2013. Investigatio of physiological characteristics in response to dryness stress in several variety sainfoin agricultural (*Onobrychis viciifolia*). Journal of Genetic Scientific-Research and Reformation of Rangeland and Forest Plants of Iran, 21(2): 87-102. (In Persian with English abstract)

Journal of Water and Soil
Vol. 35, No. 2, May-June 2021, p. 227-236

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۵، شماره ۲، خرداد – تیر ۱۴۰۰، ص. ۲۳۶-۲۲۷

Investigation of the Effect Dryness Stress and Deficit Irrigation on Water Use Efficiency and Morphophysiological Factors in Two Festuca Grass Varieties

M. Emadi[1]- M. Noshadi[2*]- A.A. Ghaemi[3]

Received: 29-12-2020
Accepted: 14-02-2021

Introduction: According to expantion of urbanization, it is necessary to create green space as the most important environmental factor in moderate cities. However in recent decades, shortage of water resources is one of the problems facing the expansion of green space especially grass type. Therefore, the application of management methods such as deficit irrigation is very important. Development of green space requires sufficient water supply and according to the climatic conditions of our country, finding alternative methods and resources for effective irrigation and utilizing all available capacities is one of the main goals of municipalities and water organizations.

Materials and Methods: This research was performed in a greenhouse with an area of 120 square meters located in the college of Agriculture of Shiraz university with longitude $52^{0}32^{'}$, latitude $29^{0}36^{'}$,1810 height above sea level, and in flower pots with dimensions of 30 * 30*30 in order to investigate the effect of water stress in the traditional irrigation method on morpho-physiological factors and water productivity in two variety long grass. The research was in the form of split plots based on a random full canton with three replication and three levels (%100 per) (w_1), (%75 per) (w_2), (%50 per)(w_3) of water requirement. The grass used in this design is Festuca, arundinacea Schreb with two variety named Asterix and Talladega which are considered as cold grasses and has a root depth of 15-20 cm. The first 3 cm of sand (to create drain conditions) was placed in the bottom of the flower pot, and then 24 cm of soil was poured on it and compacted until it reached the required density. On April 10, two variety of grass seeds were poured manually on the pots (10 grams of seeds per pot). Then, 100 gr of rotten and screened animal dung was poured on the seeds in each flower pot and irrigated with a hose by a traditional (manual) system. Early cultivation was done manually due to the application of more water and the establishment of grass. In this way, every day for a week, two to three times irrigation and after the seeds germinate (10 days after cultivation), once-daily irrigation and until the seeds germinate completely (20 days after cultivation), the irrigation period was once between 7 until 15 days, and then water stress was imposed. The first grass mowing was done after the grass was completely established (30 days after cultivation). Also, in order to compensate for the shortage of nutrients in the soil after two months (July) 6 gr /m^2 of urea fertilizer (0.54 gr/ m^2 to each flower pot) was applied. The onset of stress was two months after cultivation (July 10), and the duration of stress was 45 days. To determine the water requirement a separate flowerpot among the other flowerpots was located, and provide the moisture to FC level. Every other day, the water lost by this flower pot compared to the initial weight (FC), the same amount of water was given to the flowerpots with 20% more as for the leaching requirement.

Results and Discussion: Analysis of experimental data was performed by SAS 9.4 statistical software, and Duncan's multiple range experiments at 5% level were used to compare the means, at the level of 5% probability. Results and data analysis was investigated under water stress in two varieties.

Dryness stress and water use efficiency: Water productivity in both varieties of grass and in different irrigation treatments did not change significantly at 95%. So decline in the amount of irrigation water has not affected water productivity.

Interaction of dryness and grass quality: The results showed that water stress and the interaction of water stress and grass variety on the appearance quality of grass were not significantly different at 95% and in the second ten days of August, the appearance quality was more desirable than in the first half.

Interaction of dryness and relative leaf water content of leaf: The relative water content of the leaf was weekly measured during the stress period. The results of comparing the mean relative water content (RWC) of leaf under water stress in two types of Festuca grass showed that the effect of water stress interaction was

1, 2 and 3- Ph.D. Student, Professor and Associate Professor of Water Engineering Department, College of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, respectively.
(*- Corresponding Author Email: noshadi@shirazu.ac.ir)
DOI: 10.22067/jsw.2021.67723.1002

significant in Asterix grass variety on the relative water content of leaf at 95% level. The relative water content of the leaves is a good index of the water situation of the leaves, and its reduction in the leaves causes wilting and reduces the freshness and appearance quality of the grass and reducing the relative water content of the leaf has not affected the appearance quality of the grass.

Interaction of dryness and leaf growth rate: The leaf growth rate was measured during the stress period (monthly) in three ten-day periods (August). The results of comparing the means showed that the effect of water stress interaction and two variety of grasses on leaf growth rate was not significant during the first ten days. In the second ten days, the effect of water stress was significant in both Asterix and Talladega grass and growth rate in irrigation treatments of 75 and 50% (percentage) of full irrigation was significantly different from full irrigation.

Conclusion: The results of this study showed that deficit irrigation could increase water use efficiency without reducing the quality of green cover. With less water consumption (half full irrigation), the appearance quality of the grass will be well maintained. The relative water content of the leaf decreased as dryness stress progresses and causing changes in the cell membrane and thus increasing electrolyte permeation from the cell. Considering that dryness stress has not reduced the appearance quality of the grass, reducing the relative water content of the leaf has not affected the appearance quality of the grass. Generally, the growth rate in all three decades was maximum in dryness stress 75% (percentage), which indicates the high photosynthesis of the plant in this stress.

Keywords: Appearance quality, Irrigation deficit, Festuca, Water productivity, Water stress