دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال دوازدهم، شماره چهل و یکم، ۱۳۹۹

تأثیر سطوح مختلف آبیاری بر شاخص‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی چمن آمیخته "اسپورت"

امین سمیعی[۱]، محسن کافی[۲]، محمدمهدی جوکار[۳]، آرزو شقاقی[٤]

دریافت: ۹۷/۷/۱۲ پذیرش: ۹۸/۲/۱۵

چکیده

یکی از چالش‌های مهم در مدیریت چمن محدودیت منابع آبی است. باتوجه به اینکه ایران جزء مناطق خشک و نیمه خشک دنیا محسوب می‌گردد، توجه و مدیریت نیاز آبی چمن امری ضروری و اجتناب ناپذیر است. لذا در پژوهش پیش رو تأثیر سطوح مختلف آبیاری بر صفات رویشی چمن آمیخته (اسپورت) مطالعه گردید. سطوح مختلف آبیاری مورد بررسی شامل مقدار آب مصرفی ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد ظرفیت مزرعه با دور آبیاری یک روز در میان بود که بعد از استقرار کامل چمن اعمال گردید. صفات مورفولوژی و فیزیولوژی در هفته‌های دوم، چهارم و ششم بعد از اعمال سطوح آبیاری اندازه‌گیری گردیدند. براساس نتایج، کاهش آب مصرفی موجب کاهش رشد طولی، وزن خشک، کیفیت ظاهری، محتوای نسبی آب برگ و میزان فسفر برگ گردید لیکن مقدار نشت یونی برگ‌ها در اثر تنش افزایش یافت. اگرچه مقدار پتاسیم و کلروفیل کل در سطح آبیاری ۷۵ درصد ظرفیت مزرعه بیش از سطح آبیاری ۱۰۰ درصد ظرفیت مزرعه بود. تفاوت معنی‌داری در تمام صفات اندازه‌گیری شده بین دو سطح ۷۵ و ۱۰۰ درصد ظرفیت مزرعه مشاهده نگردید، اما هر دو سطح به طور معنی‌داری بهتر از سطح ۵۰ درصد ظرفیت مزرعه بودند. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که کاهش میزان آب مصرفی در آبیاری تا میزان یک چهارم ظرفیت مزرعه، می تواند ضمن حفظ کیفیت و رشد مطلوب چمن آمیخته در شرایط معمول به میزان قابل توجه‌ای مصرف آب را کاهش و در مصرف آب صرفه جویی نماید.

واژه‌های کلیدی: تنش کم آبی، چمن ورزشی، سطوح مختلف آبیاری، کلروفیل، محتوای نسبی آب برگ، نشت یونی

سمیعی، ا.، م. کافی، م.م. جوکار و آ. شقاقی. ۱۳۹۹. تأثیر سطوح مختلف آبیاری بر شاخص‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی چمن آمیخته "اسپورت". مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ٤۱: ۲۲۹-۲۱۷.

۱- گروه علوم باغبانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۲- گروه علوم باغبانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران- مسئول مکاتبات. mkafi@ut.ac.ir

۳- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، واحد کرمانشاه، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمانشاه، ایران

٤- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

مقدمه

چمن مهمترین گیاه پوششی جهان محسوب می‌شود که دارای چندین جنس، گونه رقم و واریته می‌باشد که هر کدام دارای نیازهای محیطی متفاوت و مورفولوژی مختلفی می‌باشند (کافی و کاویانی، ۱۳۸۲). امروزه استفاده از مخلوط بذرچمن با نام تجاری ورزشی (Sport) که دارای درصد ترکیب بذور گونه و ارقام مختلف چمن می‌باشد، در حال گسترش است. اگرچه چمن اهمیت و نقش به‌سزایی در کیفیت دیداری (بصری) فضای سبز دارد، لیکن از مهمترین مشکلاتی که در توسعه و نگهداری چمن مطرح بوده و هزینه کشت چمن را بالا می‌برد، می‌توان از محدودیت منابع آبی و هزینه زیاد تأمین آب (منجمله هزینه‌های آب بهاء، برق، استهلاک تأسیسات و...) و همچنین هزینه پرسنلی جهت آبیاری مستمر روزانه نام برد (فیلدهک و همکاران، ۱۹۸۳). لذا مهمترین چالش‌های اصلی در کشت و مدیریت چمن، آبیاری و محدودیت منابع آب جهت آبیاری است. براساس پیش بینی سازمان ملل بحران کم آبی به سرعت درحال توسعه بوده و هم‌اکنون چندین کشور به طور جدی با این بحران درگیر و تعدادی دیگر از کشورها از آن جمله ایران تا سال ۲۰۲۵ میلادی به جمع آنها خواهند پیوست (کافی و همکاران، ۱۳۸۹). از آنجایی که توسعه نواحی چمن‌کاری نیاز به تأمین آب کافی دارد و کشورمان هم جزء مناطق خشک و نیمه‌خشک دنیا محسوب می‌گردد، توجه و مدیریت نیاز آبی چمن امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است. هنگامی که منابع آب موجود قادر به تأمین نیاز آبی گیاه نباشند، یا زمانی که خشکی باعث کاهش آب در دسترس شود، محدودیت‌هایی در کشت چمن و آبیاری آن اعمال خواهد شد که به نوبه خود موجب بروز تنش کم‌آبی در چمن‌کاری‌ها می‌گردد (صداقت، ۱۳۸۳).

تحقیقات نشان داده که تنش کم‌آبی موجب اختلال در بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی و نموی انواع چمن‌ها می‌گردد. درگونه‌های آگروپایرون دزرتوروم، پوآ پراتنسیس رقم "باریمپالا" و بروموس اینرمیس، تنش خشکی ضمن کاهش کیفیت چمن، طول ریشه، ارتفاع شاخساره، رشد و ماده خشک حاصل از سربرداری چمن‌ها را کاهش می‌دهد (تاتاری و همکاران، ۱۳۹٤). از سوی دیگر، تنش خشکی موجب افزایش میزان نشت یونی و تجمع پرولین در چمن لولیوم یا رای‌گراس شده و همزمان میزان کلروفیل، محتوای نسبی آب و میزان وزن خشک ریشه و رشد شاخساره را کاهش داده است (حسینی و همکاران، ۱۳۹۵). آدمی پور و همکاران (۱۳۹٦) در پژوهش خویش مشاهده نمودند که با کاهش سطح آبیاری، کیفیت ظاهری، وزن تر و خشک شاخساره و ریشه و مقدار کلروفیل در سبزفرش‌های چایر، چمانواش بلند و آمیخته آن‌ها کاهش می‌یابد. همچنین صادقی و همکاران (۱۳۹۳) در چمن‌های چمانواش بلند و علف گندمی گزارش نمودند که تنش خشکی موجب کاهش معنی‌دار محتوای نسبی آب برگ می‌گردد. تنش خشکی مقدار آب نسبی برگ در چمن فستوکای بلند و اگروستیس را نیز به طور معنی‌داری کاهش و میزان نشت الکترولیتی در گونه‌های مذکور را افزایش می‌دهد (ملااحمد نالوسی و همکاران، ۱۳۹۲). تنش خشکی همچنین موجب کاهش کیفیت از طریق کاهش میزان کلروفیل برگ در چمن‌های مختلف همچون آگروپایرون دزرتوروم، پوآ پراتنسیس رقم "باریمپالا" و بروموس اینرمیس می‌گردد (تاتاری و همکاران، ۱۳۹۲).

در زمان کاهش آب در دسترس، چمن می‌تواند به گونه‌ای مدیریت شود که کیفیت آن حفظ شود. از جمله اقداماتی که جهت حفظ کیفیت چمن در طول دوره‌هایی که آب قابل دسترس محدود می‌باشد می‌توان به مواردی همچون کاهش آبیاری چمن به میزان کمتر از آنچه که در تبخیر و تعرق ارزیابی شده، اشاره نمود. اگرچه عموماً چمن‌های فصل گرم نسبت به چمن‌های فصل سرد تحمل بیشتری به کاهش آبیاری دارند (آرنون، ۱۹۷۵)، لیکن برخی چمن‌های فصل سرد همچون فستوکای بلند نیز مشاهده می‌گردد که به دلیل خصوصیات فیزیولوژیکی و سیستم ریشه‌ای عمیق و گسترده از مقاومت به خشکی بالاتری نسبت به چمن‌های فصل سرد متداول در فضای سبز از قبیل لولیوم پرنه یا پوآ پراتنسیس برخوردار است (کیان و همکاران، ۱۹۹۷). یکی دیگر از روش‌های مطرح شده، افزایش تعداد دفعات آبیاری در زمان محدودیت منابع آبی می‌باشد. این امر در صورتی که همراه با کاهش میزان آبیاری باشد، ضمن حفظ کیفیت چمن میزان مصرف آب را نیز کاهش می‌دهد. پاند و سینق (۱۹۸۱) نیز استفاده از مقدار آب مصرفی با مقادیر کمتر لیکن تناوب بیشتر را برای حفظ کیفیت ظاهری برخی از باریک برگ‌ها، زمانی که مقدار کل آب بکار رفته محدود شده باشد توصیه نموده‌اند. تحقیق کارستن و مک آدام (۲۰۰۱) نشان داد که می‌توان کیفیت چمن‌های تال فسکیو و همچنین چچم دائمی را با کاهش فواصل آبیاری ولی با مقدار آب کمتری حفظ نمود. اگرچه گزارش‌های مختلفی پیرامون اثر نامطلوب تنش کم آبی بر روی باریک برگان به‌خصوص انواع چمن‌ها گزارش شده است و در دوره‌های محدودیت منابع آبی، تنش خشکی عامل

اصلی محدود کننده کیفیت، ماندگاری و تولید چمن است، لیکن مدیریت مناسب و درک پاسخ‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی چمن در شرایط محدودیت آبی نقش مهمی در به حداقل رساندن مشکلات چمن‌کاری در نواحی خشک و نیمه خشک می‌تواند داشته باشد. لذا در آزمایش پیش رو تأثیر سطوح مختلف آبیاری بر کیفیت ظاهری و برخی از صفات کمی و کیفی چمن آمیخته ورزشی متداول در فضای سبز ایران مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در طی ماه‌های بهار و تابستان در دانشکده علوم باغبانی و فضای سبز پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، واقع در استان البرز، شهر کرج به انجام رسید. کرج بر روی آبرفت‌های کوهپایه‌ای جنوبی البرز مرکزی واقع شده است. از شمال به کوهستان های البرز مرکزی، از شرق به تهران و شمیرانات از غرب به قزوین و از جنوب به ساوه محدود می‌گردد. در طول جغرافیایی ۵۱ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ٤٨ دقیقه شمالی واقع شده و ارتفاع آن از سطح دریا برابر ۱۳۲۰ متر می‌باشد. پژوهش حاضر در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه سطح مقدار آب مصرفی و در سه تکرار اجرا شد که در مجموع ۹ کرت ٤ متر مربعی حاصل و برای آبیاری کرت‌ها از روش آبیاری بارانی استفاده گردید. بدین منظور از آبپاش‌های هانتر (آی ۱۰) با شعاع پاشش ۲ متر، فشار کاری ۲ اتمسفر و دبی ۱ متر مکعب در ساعت استفاده شد. به گونه‌ای که در هر یک از پلات‌ها، ٤ عدد آبپاش در زوایای ۹۰ درجه نصب گردید. بعد از اتمام مراحل آب رسانی اقدام به کشت بذر ورزشی، مخلوطی از چمن *Poa pratensis* رقم Conni به میزان ۲۵ درصد، چمن *Lolium perenne* رقم Stefani به میزان ۲۰ درصد، چمن *Lolium perenne* رقم Dickens به میزان ۲۰ درصد و چمن *Lolium perenne* رقم Esquire به میزان ۳۵ درصد تولید شده توسط شرکت آگرو جمهوری چک (AGRO CS, Rikov, Czech Republic) به میزان ۳۵ گرم در متر مربع شد. پس از بذر پاشی یک لایه کود حیوانی الک شده روی سطح زمین پاشیده و سپس غلتک زنی انجام شد. جهت جلوگیری از خسارت وارده و کاهش خطای آزمایش تا شروع سبز شدن کامل چمن و استقرار کامل از اعمال تیمار آبیاری جلوگیری شد و پس از آن میزان و دور آبیاری بر اساس تیمارهای آبیاری ادامه یافت. فاکتور میزان آب مصرفی، در سه سطح ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد ظرفیت مزرعه و با فاصله آبیاری یک روز در میان ثابت در نظر گرفته شد. برای تعیین حجم آب مصرفی در هر بار آبیاری از فرمول زیر استفاده گردید.

حجم آب لازم برای یک پلات = (رطوبت حجمی حد ظرفیت زراعی ـ رطوبت حجمی خاک) × عمق توسعه ریشه × مساحت هرپلات

ابتدا مقدار رطوبت وزنی خاک در نقطه ظرفیت مزرعه (به کمک دستگاه پرشر پلیت) و چگالی خاک تعیین شد. رطوبت وزنی خاک مورد نظر در نقطه ظرفیت مزرعه ۱۷/۳۳ و چگالی خاک ۱/٤۹ به دست آمد. سپس رطوبت حجمی نقطه ظرفیت مزرعه از حاصل ضرب دو عدد رطوبت وزنی در نقطه ظرفیت مزرعه و چگالی خاک محاسبه گردید. رطوبت حجمی خاک قبل از هر آبیاری به طور تصادفی از سه نقطه در پلات‌های کامل آبیاری (ظرفیت زراعی) توسط دستگاه رطوبت سنج دلتا-تی تعیین گردید. مساحت هر پلات و عمق توسعه ریشه‌ها به ترتیب ٤ مترمربع و ۱۵ سانتی متر در نظر گرفته شد. آبیاری پس از محاسبه مقدار آب مصرفی از طریق فرمول و با استفاده از کنتورهای حجمی نصب شده به دقت اعمال می‌گردید. برخی خصوصیات آب و خاک زمین مورد مطالعه به شرح جداول ۱ و ۲ بود.

جدول ۱- خصوصیات آب مورد استفاده جهت آبیاری در آزمایش

واکنش (pH)	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	بی کربنات (میلی‌گرم بر لیتر)	کلسیم (میلی‌گرم بر لیتر)	پتاسیم(میلی‌گرم بر کیلوگرم)	فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	نیتروژن کل (درصد)
۷/۳	۰/۹	۷/۵	١٦٥	۱/٥٤	۲/۹٤	۰/۰۳۳

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده جهت استقرار چمن در آزمایش

بافت خاک	واکنش (pH)	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	نیتروژن کل (درصد)	رس (درصد)	شن (درصد)	سیلت (درصد)
شنی-سلیتی	۸	۱/۵۱	۱۳۰	۷/۵	۰/۰۱۳	۱۵	۷۳	۱۲

تمام صفات مورد مطالعه به غیر از عناصر غذایی سه بار و با فاصله زمانی ١٤ روزه نمونه‌برداری و اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری دو عنصر غذایی پتاسیم و فسفر، نمونه‌های برگ چمن در واحد آزمایشی جمع آوری و سپس به عنوان یک نمونه جامع در طول زمان آزمایش مورد ارزیابی قرار گرفت. وزن خشک اندام هوایی و ریشه با خشک کردن نمونه‌ها در آون ۷۵ درجه سانتی گراد به مدت ٤٨ ساعت اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری ارتفاع شاخساره، قبل از سربرداری با استفاده از یک خط و کاغذ ارتفاع کانوپی از فاصله بین سطح خاک تا صفحه کاغذ در نظر گرفته شد (احمدی و سی و سه مرده، ۱۳۸۳). کیفیت ظاهری چمن بر اساس مبنای راهنمایی ارزیابی (روح‌الهی و کافی، ۱۳۸۹) تعیین شد. بر این اساس، کیفیت ۹ بهترین و ۱ بدترین تشخیص و عدد ٦ و بالاتر از آن قابل قبول و عدد ۹ برای چمن ایده آل و مناسب در نظر گرفته می‌شود. محتوای نسبی آب برگ بر اساس فرمول زیر محاسبه گردید (حیدری و رضاپور، ۲۰۱۱).

محتوای نسبی آب برگ = { (وزن تر برگ – وزن خشک برگ) / (وزن آماس برگ – وزن خشک برگ) } × ۱۰۰

برای تعیین میزان کلروفیل برگ از روش (فری و هوانگ، ۲۰۰٤) استفاده گردید. پس از هموژن نمودن ۰/۵ گرم برگ تازه در ۵ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد و صاف نمودن آن، به ۱ میلی‌لیتر از عصاره حاصل ۹ میلی لیتر استون ۸۰ درصد اضافه شد و میزان جذب محلول حاصل با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج‌های ٦٦٣ نانومتر برای کلروفیل ای و ٦٤٥ نانومتر برای کلروفیل بی تعیین سپس کلروفیل کل محاسبه گردید.

جهت تعیین پایداری غشاء سلول‌های برگی از شاخص نشت الکترولیت‌ها استفاده شد (آرنون، ۱۹۸۵). در این روش قطعات برگی با اندازه ۲ سانتی‌متر تهیه شد. این قطعات پس از شست و شو همراه با ۳۰ میلی لیتر آب در لوله‌های آزمایش قرار گرفتند. سپس لوله‌های آزمایش به مدت ۱۷ تا ۱۸ ساعت به وسیله شیکر تکان داده شدند. در این مرحله مقدار هدایت الکتریکی اولیه نمونه‌های آزمایشی توسط دستگاه هدایت الکتریکی متر اندازه‌گیری شد. سپس لوله‌های آزمایش به اتوکلاو با دمای ۱۲۱ درجه سانتی گراد به مدت ۱۵ دقیقه انتقال داده شدند. بدین طریق اندازه‌گیری هدایت الکتریکی ثانویه انجام گرفت. در نهایت مقادیر نشت یونی از طریق معادله "مقدار نشت یونی = (هدایت الکتریکی اولیه / هدایت الکتریکی ثانویه) × ۱۰۰" محاسبه گردید.

برای اندازه‌گیری دو عنصر پتاسیم و فسفر، در ابتدا نمونه‌های برگی به مدت ٤٨ ساعت در دمای۷۲ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و سپس نمونه‌های خشک شده آسیاب شدند تا نمونه‌های یکنواختی بدست آید. برای اندازه‌گیری عناصر بعد از تهیه عصاره به روش خاکستر خشک و عصاره حاصل از آن، پتاسیم با استفاده از دستگاه فلیم فتومتری و همچنین فسفر با روش کالیمتری و دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شدند (اینز و همکاران، ۱۹۹۵).

نتایج و بحث

ماده خشک

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سطوح مقدار آب مصرفی و زمان سپری شده از اعمال تنش بر تغییرات وزن خشک در سطح ۱ درصد معنی‌دار است (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر سطوح مقدار آب مصرفی بر تغییرات ماده خشک نشان داد که بیشترین و کمترین میانگین وزن خشک به ترتیب به دو سطح مقدار آب مصرفی ۱۰۰ و ۵۰ درصد ظرفیت مزرعه اختصاص دارد که از لحاظ آماری تفاوت معنی‌دار است. همچنین سطح مقدار آب مصرفی ۷۵ درصد ظرفیت مزرعه از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با مقدار آب مصرفی ۱۰۰ درصد ظرفیت مزرعه ندارد. کاهش معنی‌دار وزن خشک در سطح مقدار آب مصرفی ۵۰ درصد می‌تواند به این علت باشد که اعمال کاهش رطوبت زیاد خاک باعث کاهش اندازه یا توقف رشد برگ و کاهش سطح فتوسنتز کننده گیاه می‌شود (تایز و زایگر، ۱۹۹۸). یک از اثرات آشکار تنش خشکی، کاهش وزن خشک بخش هوایی گراس‌ها می‌باشد (فلدهاک و همکاران، ۱۹۸۳). در واقع در بیشتر گراس‌ها پاسخ مذکور، به عنوان یک سازوکار مناسب با شرایط تنش شدید گزارش شده است (کایسر،۱۹۸۷). اصولاً

نقصان تولید و کاهش بخش هوایی در گراس‌ها در اثر تنش، به کاهش فتوسنتز، فشار آماس و رشد سلولی نسبت داده می‌شود (پسرکلی، ۲۰۰۷). در پژوهش انجام شده توسط مارکوم (۱۹۹۸) نیز در تیمار خشکی کامل رشد شاخساره کنتاکی بلوگراس به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد. در تحقیقی دیگر کارستن و مک‌آدام (۲۰۰۱) اثر خشکی را بر روی اندام هوایی و ذخیره کربوهیدرات‌ها در سه گونه گیاهی رای‌گراس، تال‌فسکو و شبدر سفید مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها نتیجه گرفتند که وزن خشک برگ در سطح مختلف تنش نسبت به شاهد در همه گونه‌ها کاهش معنی‌داری پیدا می‌کند، ولی تفاوتی میان گونه‌ها وجود ندارد. حسینی و همکاران (۱۳۹۵) نیز به طور مشابه‌ای دریافتند که تنش خشکی موجب کاهش میزان وزن خشک ریشه و رشد شاخساره در چمن‌های لولیوم می‌گردد. همچنین آدمی پور و همکاران (۱۳۹۶) در سبزفرش‌های چایر، چمانواش بلند و آمیخته آنها مشاهده نمودند که با کاهش میزان آبیاری، وزن تر و خشک شاخساره و ریشه کاهش یافت. به طور مشابه‌ای تنش خشکی ارتفاع رشد و ماده خشک حاصل از سربرداری چمن‌های آگروپایرون دزرتوروم، پوآ پراتنسیس رقم "باریمپالا" و بروموس اینرمیس را کاهش داد (تاتاری و همکاران، ۱۳۹٤). مقایسه میانگین زمان تنش نشان می‌دهد که با گذشت زمان از وزن خشک حاصل از سربرداری کاسته می‌شود اگرچه بین دو زمان تنش (هفته دوم و چهارم بعد از اعمال تیمار) تفاوت معنی‌دار نیست. کاهش وزن خشک را می‌توان به فیزیولوژی گونه‌های فصل سرد نسبت داد. به گونه‌ای که با فرا رسیدن دوره‌های گرما رشد شاخساره در این چمن‌ها کاهش می‌یابد (هوانگ و همکاران، ۱۹۹۸).

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات رشدی چمن آمیخته ورزشی در اثر سطوح مختلف آبیاری

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن خشک (گرم)	ارتفاع (سانتیمتر)	کیفیت ظاهری	محتوای آب نسبی برگ (درصد)	نشت یونی (درصد)	کلروفیل کل (میلی‌گرم بر گرم)
بلوک	۲	۳/۱۸	۱/۰٤	۰/٤٥	۲۹۱/۲	٤٤/٤	۰/۲٤۱
آبیاری	۲	۱۲/٦٦ **	۱/٦٦ **	۱۷/٤**	۱٦۸۸**	۷۷۱/٤ **	۰/۱٦۱ **
زمان	۲	۳۰/۹۱ **	۱۳/۰٤**	٥/۷۷**	٦۱۲*	۱۰٦۹ **	۰/۷٥۱**
آبیاری × زمان	٤	۱/۷٤ ns	۰/۷۰۰ns	۰/۷۹ ns	٤۲/۸۳ ns	۲۰/۳۹ ns	۰/۰۲۱ns
خطای آزمایشی	۸	۰/٦۹	۰/۱۲	۰/۱۳	۸۱/۸۳	۲۳/۲۹	۰/۰۰۹
ضریب تغییرات(درصد)	–	۲۳/٤۳	٦/۰۳	٥/۷	۱۲/۷۳	۱٥/٥٦	۱٥/٥

ns،* و** به ترتیب نشان دهنده عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

جدول ٤- تأثیر سطوح مختلف آبیاری در طی تنش بر برخی صفات رویشی چمن آمیخته ورزشی.

تیمار		وزن خشک (گرم)	ارتفاع (سانتیمتر)	کیفیت ظاهری	محتوای آب نسبی برگ (درصد)	نشت یونی (درصد)	کلروفیل کل (میلی‌گرم بر گرم)
	سطح ۱	٤/٤۹a	٦/۱a	۷/٥a	۸٥/٥٤a	۲۳a	۰/٦٥۸a
سطح آبیاری	سطح ۲	۳/۹a	٥/۸a	٦/۸a	۷۲/۲٥a	۲۹/٤۲a	۰/۷۳٦a
	سطح ۳	۲/۲b	٥/۲b	٤/۸b	٥٥/۳٤b	٤۱/٥۱b	۰/٤۷٦b
	زمان ۱	٥/۳۱a	۷/۱a	۷/۳a	۷۸/۷۲a	۱۹/۸۳a	۰/۳۰۷b
زمان تنش	زمان ۲	۳/٦٦a	٥/۲b	٥/۸b	٦۲/۳۲b	٤۱/٦۱b	۰/٦۸۸a
	زمان ۳	۱/٦٦b	٥b	٦/۱b	۷۲/۰۸a	۳۱/٥٥ab	۰/۸۷٤a

در هر ستون میانگین‌های که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند در سطح ۵ درصد با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن اختلاف معنی‌دار ندارند.

کیفیت ظاهر

نتایج ٦ هفته مطالعه و ارزیابی مشاهدات در بازه‌های زمانی ٤ روزه نشان می‌دهد، کاهش کیفیت ظاهری چمن با کاهش مقدار آب مصرفی همسو است به گونه‌ای که بیشترین و کمترین ارزش کیفی به ترتیب به سطوح مقادیر آب مصرفی ۱۰۰ و ۵۰ درصد ظرفیت مزرعه اختصاص دارد.این درحالی است که از لحاظ آماری بین دو سطح مقدار آب مصرفی ۱۰۰ و ۷۵ درصد ظرفیت مزرعه تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد. کم آبی 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 کم آبی، کیفیت چمن را کاهش می‌دهد. از عوامل دیگر کاهش کیفیت ظاهری چمن، کاهش محتوای کلروفیل است که از اثرات کمبود آب در دسترس است. از اینرو زوال کلروفیل روی رنگ چمن که یکی دیگر از نمادهای کیفیت است، اثر گذار است. این عوامل در کنار افزایش سوختگی برگ‌ها و کاهش تراکم چمن سبب کاهش کیفیت چمن می‌گردند. نتایج جدول ٤ نشان می‌دهد که دو سطح مقدار آب مصرفی۱۰۰ و ۷۵ درصد ظرفیت مزرعه با تناوب آبیاری یک روز در میان برای حفظ قابل قبول کیفیت ظاهری چمن ورزشی مناسب می‌باشد. کویرو (۲۰۰٦) در مطالعه‌ای بر روی چمن ورزشی مشاهده نمود که وقتی چمن با شرایط ۸۰ درصد پتانسیل تبخیر و تعرق آبیاری شوند، خصوصیات کیفی کاهش ناچیزی را نشان دادند. در تحقیقی دیگر مارکوم (۱۹۹۸) تعیین کردند که ۲۷ درصد کاهش در پتانسیل تبخیر و تعرق با سه بار در هفته آبیاری چمن کنتاکی بلوگراس (*Poa pratensis*)، تنها درصد ۱۰ کاهش در کیفیت ایجاد کرد. پاسخ مشابهی در گونه چمانواش بلند (فستوکا آراندیناسه) مشاهده گردید. چمانواش بلند با آبیاری در ۵۰ درصد ET تخمینی هر دو روز یک بار در هفته‌های تابستان در کلرادو کیفیت آن در حد بالا حفظ شده است، یک بار در هفته آبیاری در سطح مشابه باعث کیفیت نامطلوب گردید (کارستن و مک آدام، ۲۰۰۱). همچنین آدمی پور و همکاران (۱۳۹٦) مشاهده نمودند که با کاهش میزان آبیاری، کیفیت ظاهری در سبزفرش‌های چایر، چمانواش بلند و آمیخته آنها کاهش می‌یابد. در چمن‌های آگروپایرون دزرتوروم، پوآ پراتنسیس رقم "باریمپالا" و بروموس اینرمیس نیز تنش خشکی کیفیت چمن‌ها را کاهش داد (تاتاری و همکاران، ۱۳۹۲ و ۱۳۹٤). بررسی مقایسه میانگین اثر زمان تنش بر کیفیت ظاهری چمن نشان می‌دهد که بیشترین ارزش کیفی چمن در زمان اول تنش (هفته دوم بعد از اعمال تیمارها) مشاهده می‌شود که با گذشت زمان و افزایش دما کاهش کیفیت چمن اتفاق می افتد به گونه‌ای که بیشترین کاهش در زمان دوم تنش (هفته چهارم بعد از اعمال تیمار) مشاهده می‌شود. محققان دیگر هم گزارش کرده‌اند که افزایش دما منجر به کاهش کیفیت چمن می‌گردد (کافی و کاویانی، ۱۳۸۲).

ارتفاع

اثر سطوح مختلف آبیاری و زمان اندازه‌گیری بر ارتفاع چمن در سطح ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد (جدول۳). با بررسی مقایسه میانگین تاثیر سطوح مختلف آبیاری بر تغییرات ارتفاع مشخص می‌شود که با کاهش مقدار آب مصرفی، کاهش رشد طولی اتفاق می‌افتد اگرچه بین دو سطح مقدار آب مصرفی ۱۰۰ و ۷۵ درصد ظرفیت مزرعه تفاوت معنی‌دار نیست (جدول٤). به نظر می‌رسد کاهش میزان رشد رویشی یکی از اولین پاسخ‌های مورفولوژیکی در برابر تنش کمبود آب باشد. تحقیقات زیادی در زمینه اثر خشکی بر رشد گیاهان انجام شده که همگی اثرات تخریبی تنش خشکی را بر بسیاری از فرآیندهای رشدی را تأیید می‌کند. در واقع حفظ فشار آماس سبب بازماندن روزنه‌ها، فشار آماس جهت رشد کاملاً اثبات شده است (امیراد و همکاران، ۲۰۰۳). لذا طبیعی است که تحت شرایط کمبود آب، فرآیندهای گیاه کند و در نتیجه شاخص‌های رشدی کاهش پیدا کند. تحقیقات کافی و کاویانی (۱۳۸۲) نشان داد که ژریم‌های آبیاری خود به تنهایی عامل کاهش سلول‌ها و در نتیجه کاهش ارتفاع هستند. تنش خشکی ضمن کاهش طول ریشه، ارتفاع شاخساره و رشد گونه‌های آگروپایرون دزرتوروم، پوآ پراتنسیس رقم "باریمپالا" و بروموس اینرمیس کاهش می‌دهد (تاتاری و همکاران، ۱۳۹٤). در ارتباط با زمان‌های اندازه‌گیری، بررسی مقایسه میانگین نشان می‌دهد که بیشترین کاهش رشد طولی در هفته چهارم بعد از اعمال تیمارها (مرحله دوم تنش) حاصل شده است. به نظر می‌رسد که در این بازه زمانی به علت افزایش دمای بیشتر و در پی آن افزایش تبخیر و تعرق بیشتر و همچنین تنفس گیاه، ارتفاع چمن بیش از دو زمان دیگر تحت تأثیر مقادیر آبیاری قرار گرفته است به گونه‌ای که در این بازه زمانی سیر نزولی مشاهده می‌شود. ویژگی‌های تغییرپذیری سلول‌ها در قسمت تحتانی و پایه‌ای برگ در گراس‌ها تحت کمبود آب تغییر می‌یابد، لذا قابلیت کشش پذیری و طویل شدن دیواره سلولی نیز کاهش پیدا می‌کند (حدیدی، ۱۹۹۹).

محتوای نسبی آب برگ

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد که اثر سطوح مختلف آبیاری بر تغییرات آب محتوای نسبی در سطح ۱ درصد معنی‌دار است. همچنین اثر زمان تنش در سطح ۵ درصد معنی‌دار گردید. مقایسه میانگین اثر سطوح مقدار آب مصرفی بر تغییرات آب محتوای نسبی برگ نشان می‌دهد با کاهش مقدار آب مصرفی از ۱۰۰ به ۵۰ درصد ظرفیت مزرعه، کاهش معنی‌داری را بین نمونه‌ها ایجاد کرده است. به عبارت دیگر کاهش رطوبت قابل دسترس در محدوده مذکور تأثیر معنی‌داری بر محتوای رطوبت نسبی برگ داشته است. باتوجه به اینکه محتوای نسبی آب در برگیرنده میزان آب موجود در برگ می باشد، کاهش رطوبت خاک باعث کاهش محتوای نسبی آب برگ شده است. سلاح ورزی و همکاران (۱۳۸۷) عنوان نمودند هر اندازه نقصان آب خاک با پیشرفت تنش خشکی افزایش یابد، اصولاً از محتوای آب نسبی برگ گراس‌ها کاسته می‌شود. یافته‌های لیو و همکاران (۲۰۰۸) نیز نشان می‌دهد کاهش شدید محتوای آب نسبی برگ تحت تنش‌های شدید رخ می‌دهد و مرگ سلولی را سبب می شود. در چمن لولیوم نیز گزارش شده که تنش خشکی موجب کاهش محتوای نسبی آب برگ و شاخساره می‌گردد (حسینی و همکاران، ۱۳۹۵). در برگ چمن‌های علف گندمی و چمانواش نیز گزارش شده که تنش خشکی موجب کاهش معنی‌دار محتوای نسبی آب برگ می‌گردد (صادقی و همکاران، ۱۳۹۳). ملااحمد نالوسی و همکاران (۱۳۹۲) در پژوهش خویش بر روی گونه‌های دیگر چمن همچون اگروستیس و فستوکای بلند دریافتند تنش خشکی مقدار آب نسبی برگ را به طور معنی داری کاهش می‌دهد. همان طور که از مقایسه میانگین زمان‌های تنش مشخص است، کاهش معنی‌دار آب محتوای نسبی برگ در هفته چهارم بعد از اعمال تیمارها (مرحله دوم تنش) رخ داده است. با عطف به این مطلب که کاهش آب محتوای نسبی برگ در اثر کاهش مقدار آبیاری، دارای رابطه مستقیمی با محتوای رطوبتی خاک می‌باشد (صلاح ورزی و همکاران، ۱۳۸۷)، به نظر می‌رسد که دمای هوای بیشتر در این بازه زمانی سبب کاهش سریع تر رطوبت خاک گشته و بدین ترتیب باعث کاهش معنی‌دار محتوای آب نسبی برگ چمن نسبت به دو بازه زمانی دیگر شده است. کاهش رشد و فعالیت ریشه و افزایش میزان تبخیر و تعرق از جامعه گیاهی از عوامل موثر در کاهش محتوای نسبی آب برگ شناخته شده‌اند (زمانی خانپور،۱۳۷۰).

کلروفیل

نتایج واریانس حاصل از داده‌ها نشان می دهد که اثر سطوح مختلف آبیاری بر تغییرات کلروفیل معنی‌دار نیست. با بررسی مقایسه میانگین مشاهده می‌شود که با کاهش مقدار آب مصرفی از ۱۰۰ به ۷۵ درصد ظرفیت مزرعه بر میزان کلروفیل برگ افزوده می‌شود به‌گونه‌ای که بیشترین مقدار کلروفیل برگ در سطح مقدار آب مصرفی ۷۵ درصد ظرفیت مزرعه مشاهده می‌شود. ولی کاهش ۵۰ درصدی مقدار آب مصرفی منجر به کاهش میزان کلروفیل گشته است. قابل ذکر است که گزارش‌ها در مورد تأثیر تنش خشکی بر میزان کلروفیل برگ متفاوت است. افزایش، کاهش و یا عدم تغییر میزان کلروفیل برگ تحت شرایط تنش خشکی با توجه به نوع گیاه، مرحله رشد، طول دوره تنش و شدت تنش خشکی متفاوت است (فری و بولتر، ۱۹۸۹). بارس و ویترلی (۱۹۶۲) نیز گزارش کردند در شرایط تنش ملایم خشکی، افزایش در عدد کلروفیل‌متر مشاهده می‌شود در حالی که با افزایش شدت تنش، از شدت رنگ سبز برگ‌ها کاسته شده و عدد کلروفیل‌متر نیز کاهش می‌یابد. در سبزفرش‌های چایر و چمانواش بلند نیز گزارش شده که با کاهش سطح آبیاری، مقدار کلروفیل کاهش می‌یابد (آدمی پور و همکاران، ۱۳۹۶). حسینی و همکاران (۱۳۹۵) نیز گزارش نمودند که تنش خشکی موجب کاهش میزان کلروفیل در چمن لولیوم یا رای‌گراس می‌گردد. زمان نمونه‌برداری و نحوه اعمال تنش در پاسخ گیاه و نیز در میزان قرائت دستگاه کلروفیل متر بسیار مهم است. تنش جزئی خشکی احتمالاً با کاهش رشد و تیره‌تر شدن رنگ در بهبود کیفیت رنگ چمن موثر است. با این حال تنش بیش از حد ممکن است موجب تخریب کلروفیل، کاهش کلروفیل و در نتیجه کاهش کیفیت و رنگ چمن گردد. کاهش غلظت کلروفیل در شرایط تنش خشکی به افزایش فعالیت آنزیم کلروفیلاز نسبت داده شده است (کیان و اینجیلک، ۱۹۹۰؛ میخائیلوویک و همکاران، ۱۹۹۷). هرچند برخی از محققین علاوه بر تأثیر کلروفیلاز در تجزیه کلروفیل، پراکسیداز و ترکیبات فنلی را نیز در این رابطه دخیل دانسته‌اند (گیبیولت و همکاران، ۱۹۸۵). بررسی مقایسه میانگین زمان تنش در این پژوهش نشان می‌دهد که با گذشت زمان بر میزان کلروفیل برگ افزوده می‌شود که می‌توان علت این امر را به کم شدن تورژسانس برگ، کاهش رشد و اندازه سلول‌ها نسبت داد. بنابراین در طی بروز کم آبی به دلیل وجود سلول‌های بیشتر در واحد وزن برگ، میزان کلروفیل نیز افزایش می‌یابد. در کم آبی‌های شدید با وجود افزایش وزن مخصوص برگ، تخریب کلروفیل نیز افزایش می‌یابد که به

تلفات کلروفیل منجر می‌شود (امامی، ۱۳۷۵؛ آنتولین و همکاران، ۱۹۹۵).

نشت یونی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد که درصد نشت الکترولیت‌ها از سلول‌های برگ با کاهش مقدار آب مصرفی افزایش می‌یابد، به گونه‌ای که بین بالاترین و کمترین مقدار آب مصرفی در سطح ۱ درصد تفاوت معنی‌دار است. همانگونه که در جدول ٤ مشخص است، کمترین و بیشترین میانگین نشت الکترولیت‌ها به ترتیب به سطوح مقدار آب مصرفی ۱۰۰ و ۵۰ درصد ظرفیت مزرعه اختصاص دارد. همچنین بین دو سطح مقدار آب مصرفی ۱۰۰ و ۷۵ تفاوت معنی‌دار نیست. از جمله شاخص‌های فیزیولوژیکی مهم در ارزیابی تنش خشکی، نشت یونی است. افزایش نشت یونی نشان‌دهنده‌ی بروز آسیب غشایی است (نایوتیال و همکاران، ۲۰۰۲). مشخص شده که مولفه اصلی در تحمل به از دست‌دهی آب در باریک برگان، ثبات غشای سلولی است و افزایش نشت یونی نشان دهنده بروز آسیب غشایی است. زیرا افزایش نفوذپذیری غشا تراوش الکترولیت‌ها از سلول را به دنبال دارد (هوانگ و فو، ۲۰۰۱). در پژوهشی، کافی و کاویانی (۲۰۰۳) اندازه‌گیری درجات مختلف نشت الکترولیت‌ها را یک شاخص مفید از شدت تنش در گراس‌ها دانستند. آن‌ها در مطالعه خود اعلام نمودند که تنش خشکی می‌تواند باعث ناکارآمدی غشاء سلولی در برگ گراس‌ها شده و به دنبال آن افزایش نفوذپذیری غشاء برای الکترولیت‌ها را موجب گردد. در پژوهش دیگری لبوسکی و همکاران (۱۹۹۸) دریافتند بیشترین میزان نشت‌یونی از غشاء سلول‌های برگی در بیشترین سطح خشکی اتفاق می‌افتد. حسینی و همکاران (۱۳۹۵) نیز گزارش نمودند که تنش خشکی موجب افزایش میزان نشت یونی در چمن لولیوم یا رای‌گراس می‌گردد. ملااحمد نالوسی و همکاران (۱۳۹۲) در پژوهش خویش بر روی چمن اگروستیس و فستوکای بلند دریافتند تنش خشکی مقدار نشت الکترولیتی را به طور معنی داری افزایش می‌دهد. همان طور که در جدول ٤ مشاهده می‌گردد، بیشترین مقدار درصد نشت الکترولیت در مرحله دوم تنش (هفته چهارم بعد از اعمال تیمار) مشاهده می‌شود که علت این موضوع می‌تواند افزایش دمای هوا در این بازه زمانی باشد. افزایش نشت یونی توسط (نایوتیال و همکاران، ۲۰۰۲) برای پنج رقم چمن پوآ پراتنسیس تحت تنش هم زمان گرما و خشکی نیز گزارش شد.

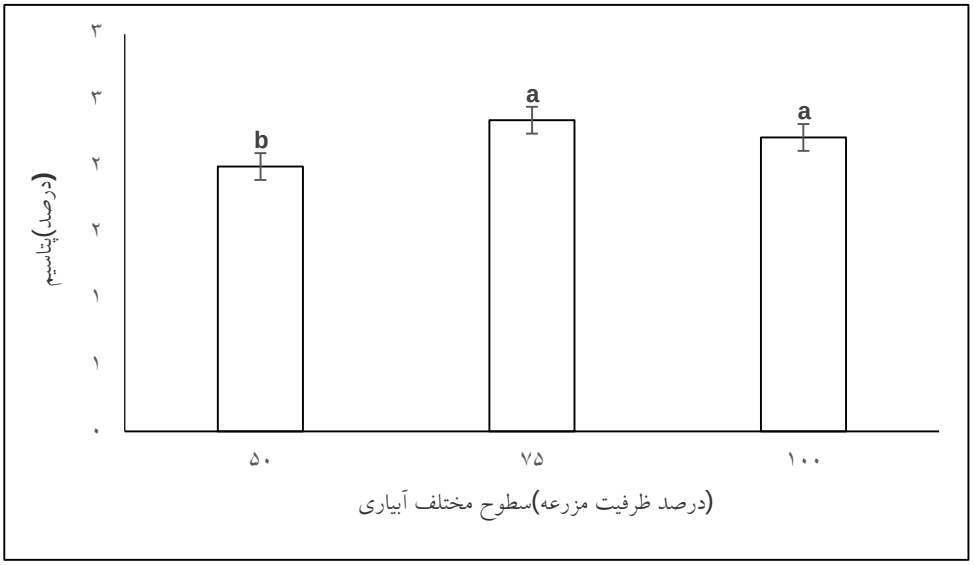
پتاسیم

نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که اثر سطوح مقدار آب مصرفی و زمان اندازه‌گیری بر میزان پتاسیم و فسفر برگ چمن ورزشی در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار است (جدول ۵). با اعمال سطوح مختلف آبیاری مشخص شد که بیشترین جذب مقادیر پتاسیم در سطح مقدار آب مصرفی ۷۵ درصد ظرفیت مزرعه و کمترین جذب مقادیر پتاسیم در سطح مقدار آب مصرفی۵۰ درصد ظرفیت مزرعه رخ داده است، اگرچه بین دو سطح مقدار آب مصرفی ۷۵ و ۱۰۰ درصد ظرفیت مزرعه تفاوت معنی‌دار نیست. مقدار کافی رطوبت در ناحیه ریشه عامل مهمی برای استفاده کارآمد از عناصر غذایی موجود به شمار می‌آید (مارسچنر، ۱۹۹۵). اگرچه برخی از این سیستم‌های انتقالی عناصر، نظیر انتشار به مقدار رطوبت کمتری جهت جذب عناصر غذایی نیازمند بوده در این راستا، با کاهش رطوبت تا آستانه بحرانی، نیز روند جذب عناصر غذایی توسط ریشه ادامه می یابد. ولی برخی دیگر از سیستم‌ها، ازجمله جریان توده‌ای وابستگی زیادی به مقدار رطوبت دارند. در صورت کاهش رطوبت، عناصری که بوسیله این جریان انتقال می‌یابند، روند جذب منفی خواهند داشت (زعیم زاده و اعلایی، ۱۳۹۲). کاهش پتاسیم در این شرایط در ارتباط با کاهش آب خاک است که منجر به کاهش جریان این عنصر به همراه برخی دیگر از عناصر از خاک به گیاه شده و جذب آن‌ها کاسته شده است. کاهش جذب پتاسیم در اثر کاهش محتوای رطوبت خاک در مطالعاتی همچون مارسچنر (۱۹۹۵) نیز گزارش شده است. میزان جذب پتاسیم در شرایط رطوبت کافی بیشتر از زمانی است که خاک خشک می‌باشد. در خاکی که همیشه مرطوب باشد تثبیت پتاسیم به میزان کم صورت می‌گیرد ولی میزان آبشویی پتاسیم به عنوان عامل محدود کننده در جذب عمل می‌کند (کریستینز، ۲۰۰٤). به نظر می‌رسد که جذب بیشتر در سطح مقدار آب مصرفی ۷۵ درصد ظرفیت مزرعه به سبب آبشویی کمتر نسبت به سطح ۱۰۰ درصد ظرفیت مزرعه باشد.

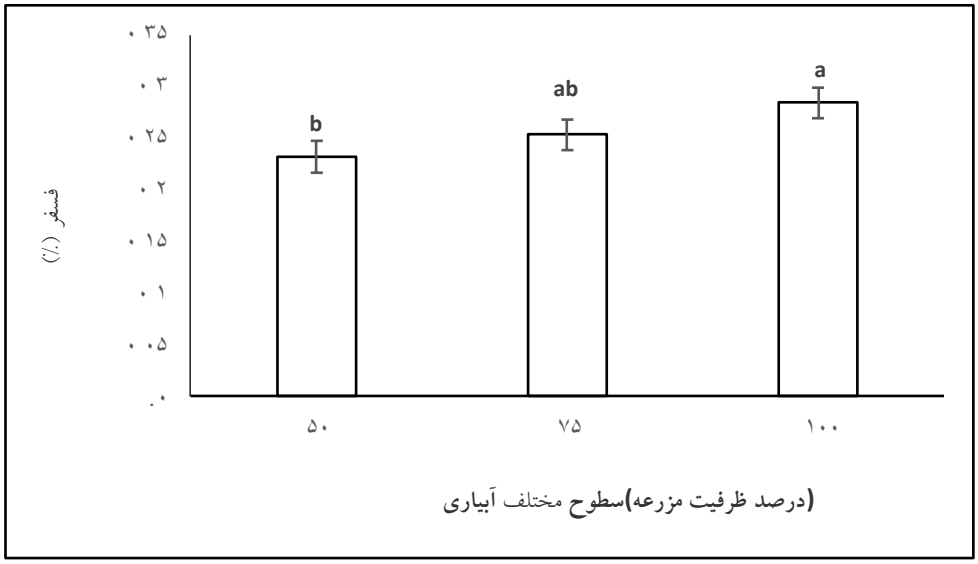
جدول ۵- تجزیه واریانس عنصرهای غذایی پتاسیم و فسفر در برگ چمن آمیخته ورزشی تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری

منابع تغییرات	درجه آزادی	پتاسیم	فسفر
بلوک	۲	۰/۰۰۱۰	۰/۰۰۲۲
آبیاری	۲	۰/۰۹۵۸ *	۰/۰۰۲۰۲ *
خطای آزمایشی	٤	۰/۰۰۰۷٤	۰/۰۰۰۲۳
ضریب تغییرات (درصد)	–	۳/۹٤	٦/۰۳

*: نشان دهنده معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۵ درصد می باشد.



شکل ۱- اثر سطوح مختلف آبیاری بر تغییرات پتاسیم در برگ چمن آمیخته ورزشی. (ستون‌هایی که حداقل داری یک حرف مشترک هستند در سطح ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن اختلاف معنی‌دار ندارند.)



شکل ۲- اثر سطوح مختلف آبیاری بر تغییرات فسفر برگ در چمن آمیخته ورزشی. (ستون‌هایی که حداقل داری یک حرف مشترک هستند در سطح ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن اختلاف معنی‌دار ندارند)

فسفر

نتایج نشان داد که با کاهش مقدار آب مصرفی، مقدار فسفر برگ کاهش می‌یابد؛ به گونه‌ای که بیشترین و کمترین مقادیر به ترتیب در سطح مقدار آب مصرفی ۱۰۰ درصد ظرفیت مزرعه و ۵۰ درصد ظرفیت مزرعه مشاهده می‌شود که این مقدار اختلاف از لحاظ آماری معنی‌دار است. با کاهش آب قابل دسترس، قابلیت دسترسی به عناصر غذائی و جذب آن‌ها نیز از گیاه کاهش می‌یابد. از این رو یکی از مشکلات گیاه در شرایط کاهش آب، کمبود عناصر غذائی می‌باشد. البته خاک‌های مختلف به علت توانایی متفاوتی که از نظر تثبیت فسفر دارند، از این نظر متفاوتند (باکون و همکاران، ۱۹۹۷). در شرایط کمبود آب، سرعت انتشار فسفر از خاک به سطح ریشه نسبت به سایر عناصر غذایی کاهش بیشتری یافته، چرا که یون فسفات به ذرات رس چسبیده و کمتر در دسترس ریشه قرار می‌گیرد (کریمی، ۲۰۱٤). عنصر فسفر به دلیل تحرک کم در خاک، عمدتاً از طریق پخشیدگی به ریشه‌ها می‌رسد و وجود آب برای پخشیده شدن یون‌ها ضروری می‌باشد. از اینرو به هر میزان که محتوای رطوبت خاک بیشتر باشد، شدت پخشیدگی این عنصر افزایش می‌یابد. نتایج به دست آمده در مورد گونه‌ای از ذرت نیز نشان از کاهش میزان فسفر در نتیجه تنش خشکی است (احمدی و سی و سه مرده، ۲۰۰٤؛ لبوسکی و همکاران، ۱۹۹۸).

نتیجه گیری

کم آبیاری برای دوره‌ای معین یا کل دورهٔ رشد گیاه و زمانی که محدودیت آب آبیاری وجود دارد صورت می‌گیرد. در این برنامه ریزی کاهش محصول دور از انتظار نیست و کاهش نسبی عملکرد در تیمارهای مختلف آبیاری می‌تواند از طریق صرفه‌جویی در مصرف آب جبران شود و حداکثر بهره وری آب را به همراه داشته باشد. بر اساس نتایج مطالعه پیش رو، وزن خشک، ارتفاع، آب محتوای نسبی برگ، نشت یونی در سطح مقدار آب مصرفی ۱۰۰ درصد ظرفیت مزرعه و کلروفیل و پتاسیم برگ در سطح مقدار آب مصرفی۷۵ درصد ظرفیت مزرعه در وضعیت بهتری حاصل گردید. بر اساس نتایج این مطالعه، بین تمام صفات اندازه‌گیری شده بین دو سطح مقدار آب مصرفی۱۰۰ و ۷۵ درصد ظرفیت تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد. این نتایج بیانگر آن است که کاهش مقدار آب مصرفی به اندازه ۲۵ درصد ظرفیت مزرعه و آبیاری با دور ثابت یک روز در میان، می‌تواند برای حفظ ارزش کیفی قابل قبول چمن ورزشی مناسب باشد باتوجه به اینکه از مهمترین چالش‌های مدیریتی چمن در زمان‌های محدودیت منابع آبی حفظ کیفیت ظاهری قابل قبول چمن است.

منابع

احمدی، ع و ع. سی و سه مرده. ۱۳۸۳. اثر تنش خشکی برکربوهیدراتهای محلول، کلروفیل و پرولین در چهار رقم گندم سازگار با شرایط متفاوت اقلیمی ایران. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۵، شماره ۳ :۷٦۳-۷۵۳.

آدمی پور، ن.، ح. صالحی، م. خوشخوی. ۱۳۹٦. بررسی شاخصهای مورفولوژیک و فیزیولوژیک سبزفرشهای چایر (*Cynodon dactylon* [L.] Pers. California Origin)، چمانواش بلند (*Festuca arundinacea* Schreb.) و آمیخته بذری آنها در شرایط تنش بلند خشکی. مجله علوم و فنون باغبانی ایران. جلد ۱۸، شماره ۱: ۱۵-۳۲.

امامی، آ. ۱۳۷۵. روشهای تجزیه شیمیایی گیاه. وزارت جهاد کشاورزی، موسسه تحقیقات خاک و آب. نشریه جلد ۱، شماره۹۸۲.

تاتاری م.، ر. فتوحی قزوینی، ا. موسوی و ن. اعتمادی. ۱۳۹٤. بررسی برخی خصوصیات مورفولوژیک سه گونه چمن در شرایط تنش خشکی. دو فصلنامه علمی -پژوهشی خشک بوم. جلد ۵، شماره ۲: ۱۱-۲۷.

تاتاری م.، ر. فتوحی قزوینی، ن. اعتمادی، ع.م. احدی و ا. موسوی. ۱۳۹۲. بررسی برخی پاسخ های فیزیولوژیکی سه نوع چمن در شرایط تنش خشکی. مجله پژوهش های تولید گیاهی. جلد ۲۰، شماره۱: ٦۳-۸۷.

حسینی، س.م.، م. کافی و م. ارغوانی. ۱۳۹۵. تأثیر اسید سالیسیلیک بر ویژگیهای فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی چمن لولیوم (*Lolium perenne* cv. Numan) تحت تنش خشکی. علوم باغبانی ایران. جلد ۷٤، شماره۲: ۱٦۷-۱۷٦.

روح اللهی، ا و م، کافی. ۱۳۸۹. ارزیابی دو روش اندازه گیری اندام زیرزمینی چمن پوآ (*Poa pratensis cv.Barimpala*) تحت تاثیر تنظیم کننده های رشد و تیمارهای آبیاری. مجله علوم باغبانی. جلد ۲٤، شماره ۲: ۲۲-۱۲.

زعیم زاده، ع. ۱۳۹۲. مطالعه پاسخ های موروفولوژیکی و فیزیولوژیکی چمن پوآ (*Poa pratensis cv. Barimpala*) تحت تنش خشکی و تیمار اسید سالیسیلیک. پایانامه کارشناسی ارشد. دانشگاه زنجان. ۹۸ صفحه.

زمانی خانپور، ف. ۱۳۷۰. کاشت چمن. انتشارات سازمان پارک ها و فضای سبز تهران. ۲۸۷ صفحه.

سلاح ورزی، ی.، ع، تهرانی فر و ع، گزانچیان. ۱۳۸۷. بررسی تغییرهای فیزیومورفولوژیک سبزفرش های بومی و خارجی، در تنش خشکی و آبیاری دوباره. مجله علوم و فنون باغبانی ایران. جلد ۹، شماره ۳: ۲۰٤-۱۹۳.

صادقی، ا.، ن. اعتمادی، م. شمس و ف. نیازمند. ۱۳۹۳. اثر تنش خشکی بر خصوصیات مرفولوژیک و فیزیولوژیک چمن بومی علف گندمی بیابانی (*Festuca arundinaceae* Schreb.)و چمانواش بلند (*Agropyron desertorum*). نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی). جلد۲۸، شماره ٤: ٥٤٤-٥٥٣.

صداقت، م. ۱۳۸۳. منابع و مسائل آب ایران. انتشارات دانشگاه پیام نور. ۱٤۹ صفحه.

کافی، م و ش. کاویانی. ۱۳۸۲. مدیریت و احداث چمن. انتشارات شقایق روستا. ۲۳۲ صفحه.

کافی، م.، ج، نباتی.، ع، معصومی.، ع، کمندی.، م، صالحی و ا، برزویی. ۱۳۸۹. فیزیولوژی تنش های محیطی در گیاهان. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۱۷۵ صفحه.

ملااحمد نالوسی، ا.، ع. حاتم زاده، م. قاسم نژاد و م.ح. بیگلوی. ۱۳۹۲. اثر محلول پاشی سدیم نیتروپروساید بر مقاومت به خشکی چمن اگروستیس و فستوکای بلند. مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ١٤، شماره ٤: ٤٢٧-٤٣٨.

Amiard, V., A.M. Bertrand, J.P. Billard, C. Huault, F. Keller and M.P. Prudhomme. 2003. Fructans, but not the sucrosyl-galactosides, raffinose and loliose, are affected by drought stress in perennial ryegrass. Plant Physiol. 132: 2218-2229.

Antolin, M.C., J. Yoller and M. Sanchez-Diaz. 1995. Effects of temporary drought on nitrate-fed and nitrogen-fixing alfalfa plants. Plant Sci. 107(2): 159-165.

Arnon, I. 1975. Physiological principles of dryland crop production. Physiological Aspects of Dryland Farming. pp:102-123.

Bacon, M.A., D.S. Thompson and W.J. Davies. 1997. Can cell wall peroxidase activity explain the leaf growth response of *Lolium temulentum* L. during drought. J. Exp. Bot. 48(12): 2075-2085.

Barrs, H.D. and P.E. Weaterley. 1962. A re-examination of the relative turgidity techniques for the estimating water deficit in leaves. Aust. J. Biol. Sci. 15: 413-428.

Christians, N. 2004. Fundamentals of turfgrass management. John Wiley and Sons, Inc. New Jersey, USA. pp: 163-166.

Feldhake, C.M., R.E. Danielson and J.D. Butler. 1983. Turfgrass evapotranspiration. I. Factors influencing rate in urban environments. Agron. J. 75(5): 824-830.

Fry, J. and B. Huang. 2004. Applied turfgrass science and physiology. John Wiley and Sons Inc., New Jersey, USA. 320p.

Fry, J.D. and J.D. Butler. 1989. Responses of tall and hard fescue to deficit irrigation. Crop Sci. 29(6): 1536-1541.

Gibeault, V.A., J.L. Meyer and V.B. Youngner. 1985. Irrigation of turfgrass below replacement of evapotranspiration as a means of water conservation: weed invasion in three cool season turfgrasses [*Euphorbia maculata*, *Oxalis corniculata*, *Digitaria ischaemum*]. In fifth International Turfgrass Research Conference, Avignon, France. pp:23-42.

Hadidi, N.A. 1999. Germination and Early Growth of Two Common Bean Cultivars as Affected by Water Stress and Seed Size. Int. Ref. Res. J. 3:28-34.

Heidari, M. and A. Rezapor. 2011. Effects of water stress on yield and sulfur, chlorophyll and nutrient concentrations in *Nigella sativa*. J. Crop Product. Prod. 1(1): 81-90.

Huang, B. and J. Fu. 2001. Growth and physiological responses of tall fescue to surface soil drying. Int. Turfgrass Soc. Res. J. 9: 291-296.

Huang, B., X. Liu and J.D. Fry. 1998. Effects of high temperature and poor soil aeration on root growth and viability of creeping bentgrass. Crop Sci. 38(6): 1618-1622.

Inze, D. and M. Van Montagu. 1995. Oxidative stress in plants. Curr. Opi. Biotechnol. 6(2): 153-158.

Kaiser, W. M. 1987. Effects of water deficit on photosynthetic capacity. Physiol. Plan. 71(1): 142-149.

Karimi, M. 2014. The Importance of Potassium in Raising Soil Fertility. Qua. J. Agri. Engin. Nat. Res. Engin. 12(44): 33-39.

Karsten, H.D. and J.W. Mac Adam. 2001. Effect of drought on growth, carbohydrates, and soil water use by perennial ryegrass, tall fescue, and white clover. Crop Sci. 41(1): 156-166.

Koyro, H.W. 2006. Effect of salinity on growth, photosynthesis, water relations and solute composition of the potential cash crop halophyte *Plantago coronopus* L. Environ. Exp. Bot. 56(2): 136-146.

Laboski, C.A.M., R.H. Dowdy, R.R. Allmaras and J.A. Lamb. 1998. Soil strength and water content influences on corn root distribution in a sandy soil. Plant Soil. 203(2): 239-247.

Liu, J., X. Xie, J. Du, J. Sun and X. Bai. 2008. Effects of simultaneous drought and heat stress on Kentucky bluegrass. Sci. Hort. 115(2): 190-195.

Marcum, K.B. 1998. Cell membrane thermo stability and whole-plant heat tolerance of Kentucky bluegrass. Crop Sci. 38(5): 1214-1218.

Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press Ltd., London, England. 862p.

Mikhailovic, N., M. Lazarevic, Z. Dzeletovic, M. Vuckovic and M. Durdevic. 1997. Chlorophyllase activity in wheat *Triticum aestivum* L. leaves during drought and its dependence on the nitrogen ion form applied. Plant Sci. 129(2): 141-146.

Nautiyal, P.C., N.R. Rachaputi and Y.C. Joshi. 2002. Moisture-deficit-induced changes in leaf-water content, leaf carbon exchange rate and biomass production in groundnut cultivars differing in specific leaf area. Field Crop. Res. 74(1): 67-79.

Pande, H. and J.S. Singh. 1981. Comparative biomass and water status of four range grasses growth under two soil water conditions. J. Range Man. 34:480-484.

Pessarakli, M. 2007. Handbook of turfgrass management and physiology. CRC Press. Botton Raccoon, USA, pp: 45-67.

Qian, Y.L. and M.C. Engelke. 1999. Performance of five turfgrasses under linear gradient irrigation. HortSci. 34(5): 893-896.

Qian, Y.L., J.D. Fry and W.S. Upham. Rooting and drought avoidance of warm-season turfgrasses and tall fescue in Kansas. Crop Sci. 37(3): 905-910.

Taiz, L. and E. Zeiger. 1998. Plant Physiology. Sinauer Association, Sunderland, MA, USA. 654p.

Effect of different irrigation levels on morphological and physiological features of SPORT grass-seed mixture

A. Samiei[1], M. Kafi[2], M.M. Jowkar[3], A. Shaghaghy[4]

Recieved: 2018-10-4 Accepted: 2019-5-5

Abstract

Water resource management is one of the major challenges in lawn management. Considering the fact that Iran is located in a dry and semiarid area, lawn water demand and resource management is very crucial. Therefore, in the present study, the effect of irrigation levels on some growth traits of turf sport mixture was studied. Irrigation treatments consisted of 50, 75 and 100 % of field capacity with one-day interval watering frequency which were applied when the plants were stablished. Morphological and physiological traits were measured at weeks two, four and six after applied levels of irrigation. Results showed that as the amount of watering decreased, turf longitudinal growth, dry matter, visual quality, relative water content and leaf phosphor content declined. This was while cell electrolyte leakage increased. However, at 75 % of field capacity irrigation level, leaf total chlorophyll and potassium content was more than 100% of field capacity irrigated plants. Based on the obtained results, there was no significant difference between two levels of 100 and 75% of field capacity irrigation levels for all measured traits. This was while both irrigation levels were significantly better than 50% of field capacity. Generally, the results indicated that reducing irrigation by one-fourth of field capacity maintains the quality and quality of “Sport” mixture grass in normal conditions and at the same time, greatly reduces the amount of consumed water for irrigation.

Keywords: Chlorophyll content, drought stress, electrolyte leakage, irrigation level, relative water content, sport turf

1- Department of Horticulture and Landscape, College of Agriculture and Natural Resources, Tehran University, Karaj, Iran
2- Department of Horticulture and Landscape, College of Agriculture and Natural Resources, Tehran University, Karaj, Iran
3- Department of Horticulture, College of Agriculture, Kermanshah Branch, Islamic Azad University, Kermanshah, Iran
4- Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran