مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۱۸ شماره ۱ صفحه‌های ۱۵ تا ۳۲ (۱۳۹۶)

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 خشکی[1]

Investigation of Morphological and Physiological Indices in Bermudagrass (*Cynodon dactylon* [L.] Pers.), Tall Fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) and Their Seed Mixtures under Drought Stress Conditions

نادر آدمی پور*، حسن صالحی، مرتضی خوشخوی[2]

چکیده

سبزفرش‌ها مهم‌ترین گیاهان پوششی در فضای سبز هستند. محدودیت دسترسی به آب، یکی از مهم‌ترین عامل‌های محدود کننده محیطی و تنش خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌هایی است که از رشد گیاهان جلوگیری می‌کند. این تنش با ایجاد نابسامانی در تعادل بین تولید گونه‌های فعال اکسیژن و فعالیت‌های دفاع آنتی‌اکسیدانی گیاه، تنش اکسایشی ایجاد می‌کند. هدف از انجام این پژوهش، بررسی ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک سبزفرش‌های چایر، چمانواش بلند و آمیخته بذری آن‌ها در شرایط کم‌آبی بود. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی با تیمار آبیاری در چهار سطح ۱۰۰٪، ۷۵٪، ۵۰٪ و ۲۵٪ ظرفیت مزرعه روی سبزفرش‌های چایر، چمانواش بلند و آمیخته بذری آن‌ها (۲۰٪ چایر و ۸۰٪ چمانواش بلند) در چهار تکرار انجام شد. نتیجه‌ها نشان داد 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 یافت. مقدار پرولین و آنزیم پراکسیداز سبزفرش‌ها با کاهش سطح‌های آبیاری ظرفیت مزرعه روند افزایشی نشان داد. مقدار فعالیت آنزیم‌های سوپراکسیددیسموتاز، کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز در سبزفرش‌ها ابتدا با کاهش آب از ۱۰۰٪ تا ۵۰٪ ظرفیت مزرعه افزایش و سپس در تیمار ۲۵٪ ظرفیت مزرعه کاهش یافت. سبزفرش چایر در بین سبزفرش‌ها بیشترین کارایی آنتی‌اکسیدانی را نشان داد. با توجه به کمبود منابع آبی کشور، استفاده از آمیخته بذری جنس‌های مختلف سبزفرش و نسبت‌های مختلف برای تحمل شرایط کم‌آبی و حفظ منابع محدود آب پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آنتی اکسیدان، چایر، چمانواش بلند، سبزفرش، ظرفیت مزرعه.

مقدمه

یکی از هدف‌های مهم فضای سبز، ایجاد فضاهای زیبا و دلنشین و ایجاد آرامش روانی است. در این میان یکی از اساسی‌ترین عامل‌های پایداری زندگی طبیعی در شهرنشینی نوین فضای سبز است و سبز فرش‌ها در ایجاد فضای سبز نقش بسزایی دارند (۳). استفاده از سبزفرش‌ها[3] در احداث زمین‌های ورزشی، طراحی فضای سبز و

۱- تاریخ دریافت: ۹۶/۲/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۶/۷/۲۶

۲- به‌ترتیب دانشجوی دکتری و استادان گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: (nader.adamipour@shirazu.ac.ir).

۳- Turfgrasses

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-13]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.1.2.5]

پارک‌ها سبب شده است که در سراسر دنیا توجه ویژه‌ای به کشت و پرورش این گیاهان شود و این درحالی است که در کشور ما با وجود سبزفرش‌کاری زیاد، به کشت و پرورش علمی و استفاده از رقم‌ها و آمیخته‌های بذری[۱] مناسب برای هر منطقه، کمتر توجه شده است. سبزفرش‌ها می‌توانند به‌صورت تک‌کاری[۲]، آمیخته بذری، ترکیب بذری[۳] و یا روبذرکاری[۴] کشت شوند (۳۵). در حالت تک‌کاری تنها یک رقم تجاری، درحالت ترکیب بذری چند رقم از یک گونه و در آمیخته بذری دو یا چند گونه مختلف با یکدیگر آمیخته و کشت می‌شوند. زمانی که از یک رقم تجاری استفاده می‌شود، بیشترین یکنواختی از نظر ظاهر ایجاد می‌شود. ایراد اصلی استفاده از یک نوع سبزفرش این است که امکان دارد در صورت حساسیت به یک آفت یا بیماری در منطقه به‌طور کامل نابود شود (۵). استفاده از یک ترکیب و یا آمیخته بذری مطمئن‌تر است. در این حالت مقاومت یک سبزفرش، جبران ضعف دیگر سبزفرش‌ها را در مواردی مانند بیماری، پاخوری و خشکی می‌کند. بنابراین سبزفرش حتی زمانی که در برابر تنش‌های زیوا یا نازیوا قرار گیرد ظاهر خوبی خواهد داشت (۳۶).

در شهرهای بزرگ کشور، گسترش فضای سبز در حد استانداردهای مطلوب جهانی فراهم نیست، زیرا دشواری‌های مربوط به مدیریت، نگه‌داری و کمبود شدید منابع آب از عامل‌های محدودکننده در گسترش فضای سبز است. به‌دلیل کم‌آبی‌های گذشته، بحث حذف سبزفرش از سطوح سبز مطرح شده است. این در حالی است که در کشوری مانند ایران که یکی از زادگاه‌های سبزفرش و سبزفرش‌کاری است، می‌توان با رعایت نکته‌های فنی، گزینش گونه‌های متحمل به خشکی، مدیریت صحیح سبزفرش و استفاده از آمیخته‌های بذری از فایده‌های این گیاهان سود برد (۳۵). کمبود آب و تنش خشکی در منطقه‌های خشک و نیمه‌خشک از دشواری‌های بزرگ پیش روی صنعت سبزفرش‌کاری است (۲). خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی است که روی مرحله‌های مختلف رشد و نمو گیاه مانند تنژگی، استقرار گیاهچه و تولید محصول، در سرتاسر جهان، اثرگذار است (۱). بیشتر فرایندهای فیزیولوژیکی مانند تنفس، ساخت هورمون، جذب آب و عنصرهای غذایی در گیاهان سبزفرش در زمان تنش خشکی متوقف می‌شود (۳۴،۱،۴). در پژوهشی منوچهری و صالحی (۲۴) کاهش کیفیت ظاهری، سطح برگ، وزن تر و خشک شاخساره و ریشه، محتوای نسبی آب، مقدار کلروفیل، فعالیت آنزیم‌های سوپراکسیددیسموتاز و کاتالاز و افزایش مقدار پرولین سبزفرش چمانواش بلند را در تنش خشکی شدید گزارش نمودند. تنش خشکی سبب کاهش فعالیت آنزیم‌های آسکوربات پراکسیداز، پراکسیداز، سوپراکسیددیسموتاز و کاتالاز، نورساخت، مقدار کلروفیل و افزایش نشت یونی، مقدار پرولین و قندهای محلول در سبزفرش چایر شد (۲۵). شوربختانه در کشور ما بیشتر، آمیخته‌های بذری وارداتی استفاده می‌شوند. بزرگترین ایراد آمیخته‌های بذری این است که مناسب با تمام منطقه‌های کشور ما نیستند و هرساله از کشور یا شرکتی متفاوت با نسبت‌های متفاوت از گونه‌های سبزفرشی، وارد می‌شوند و باعث کاهش عملکرد کاشت و کیفیت آن‌ها می‌شود. پس لازم است برای هر منطقه با اقلیم خاص، آزمایش جداگانه‌ای برای دست‌یابی به بهترین آمیخته سبزفرشی صورت گیرد (۴). در پژوهشی صالحی و صالحی (۳۵) به بررسی نسبت‌های مختلف آمیخته بذری سه جنس سبزفرش چاوی[۵]، چایر[۶] و چمانواش بلند[۷] در آب و هوای شیراز برای تعیین بهترین کیفیت ظاهری آمیخته بذری این سه جنس در ماه‌های سرد سال پرداختند و دریافتند که نسبت آمیخته بذری ۸۰٪ چمانواش بلند و ۲۰٪ چایر بهترین ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک را در شهر شیراز دارد. در همین راستا این پژوهش در ادامه بررسی‌های انجام شده با این پژوهشگران به بررسی ویژگی‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی سبزفرش‌های چایر، چمانواش بلند و آمیخته بذری ۸۰٪ چمانواش بلند و ۲۰٪ چایر در شرایط تنش خشکی پرداخته است.

۱- Seed mixtures ۲- Individual planting ۳- Seed blend ۴- Overseeding

۵- Perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) ۶- Bermudagrass (*Cynodon dactylon* [L.] Pers. California Origin)

۷- Tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb. 'Starlett')

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-13]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.1.2.5]

مواد و روش‌ها

این پژوهش به صورت گلدانی در گلخانه پژوهشی بخش علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح به‌طور کامل تصادفی انجام گرفت که شامل تیمار کم‌آبیاری در چهار سطح (۱۰۰٪، ۷۵٪، ۵۰٪ و ۲۵٪ ظرفیت مزرعه) روی سبز فرش‌های چایر، چمانواش بلند و آمیخته بذری (۲۰٪ چایر و ۸۰٪ چمانواش بلند) بود. گلدان‌های پلاستیکی (قطر و طول به‌ترتیب ۱۹ و ۲۵ سانتی‌متر، بدون زهکش) پس از گندزدایی، با ۴ کیلوگرم خاک زراعی که ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن در آزمایشگاه خاکشناسی بخش علوم خاک دانشگاه شیراز تعیین شد، پر شدند (جدول ۱). برای برابر شدن تعداد بوته‌های سبزفرش‌ها در هر گلدان مقدار بذر مورد نیاز بر حسب هزار دانه محاسبه شد. به این صورت که ابتدا ۷ گرم از بذر چایر برای یک مترمربع شمارش شد. سپس برای تعیین مقدار مورد نیاز بذر چمانواش بلند به تعداد بذر چایر در یک مترمربع، بذر آن جدا و وزن شد. به این ترتیب ۴۷ گرم بذر برای چمانواش بلند در یک مترمربع محاسبه شد. سپس مقدار بذر مورد نیاز برای گلدان‌ها به قطر ۱۹ سانتی‌متر به‌ترتیب برای چایر ۰/۲۵ گرم، چمانواش بلند ۱/۶۶ گرم و آمیخته بذری ۸۰٪ چمانواش بلند و ۲۰٪ چایر به‌ترتیب ۱/۳۳ گرم و ۰/۰۵ گرم استفاده شد. بذرها با تنژگی اولیه برابر با ۹۸٪ وزن و در گلدان‌ها کشت شدند. گلدان‌های کشت شده به‌مدت یک ماه در شرایط کنترل‌شده در دمای کمینه و بیشینه به‌ترتیب ۲۵ و ۳۱ درجه سلسیوس و شرایط ۱۶ ساعت روشنایی همراه با رطوبت نسبی ۳۵٪ در گلخانه نگه‌داری شدند. مراقبت‌های زراعی (مانند مبارزه با علف‌های هرز) در دوره رشد گیاه انجام شد. در طول آزمایش از آب مقطر (برای جلوگیری از انباشت شوری) برای آبیاری گلدان‌ها استفاده شد و زمانی که ارتفاع شاخساره به ۸ سانتی‌متر رسید گیاهان سرزنی شدند. تیمارهای آبیاری بدین‌گونه اعمال شد که روزانه گلدان‌ها از راه وزن کردن به ظرفیت مزرعه مورد نظر رسانده شدند. پس از گذشت دو ماه از کشت بذرها، گیاهان برای تعیین شاخص‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی به آزمایشگاه منتقل شدند.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک استفاده شده در آزمایش.

Table 1. Some physical and chemical properties of the soil used in this experiment.

شن Sand (%)	لوم Loam (%)	رس Clay (%)	بافت Texture	pH	EC (dS m^{-1})	ظرفیت مزرعه FC	نقطه پژمردگی دائم PWP
۲۷	۳۸	۳۵	لومی-رسی Loam-Clay	۷/۸	۰/۴۸	٪۲۹	٪۱۹

کیفیت ظاهری

ارزیابی کیفیت ظاهری به‌گونه‌ای بود که افراد غیرمتخصص در سبزفرش با توجه به رنگ، زیبایی و یکنواختی، نظر خود را با دادن نمره‌ای بین صفر تا ۹ به گلدان‌های هر تیمار در برگه نظرخواهی بیان می‌کردند. به‌گونه‌ای که نمره صفر به بدترین و نمره ۹ به بهترین سبزفرش داده شد.

وزن تر و خشک شاخساره[۱] و ریشه

پس از پایان آزمایش، گیاهان با دقت از گلدان‌ها بیرون آورده شدند و خاک اطراف ریشه شسته شد. سپس به آزمایشگاه انتقال داده شدند و پس از جداکردن شاخساره از ریشه‌ها، وزن تر هر یک با ترازو (مدل BL150S ساخت آلمان) ثبت شد. سپس شاخساره و ریشه در پاکت‌های جداگانه به‌مدت ۴۸ ساعت در آون (مدل Memert 854 ساخت آلمان) در دمای ۷۰ درجه سلسیوس خشک و سپس وزن آن‌ها یادداشت شد.

۱- Shoot

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-13]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.1.2.5]

مقدار کلروفیل

یک گرم برگ در هاون به همراه ۵ میلی‌لیتر استون ۸۰٪ له شد. سپس آمیخته حاصل در استوانه مدرج ریخته و حجم آن با استون ۸۰٪ به ۱۰ میلی‌لیتر رسانده و به‌مدت ۱۰ دقیقه در ۸ هزار دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. سپس با جداکردن ناخالصی‌ها، مایع زلال دارای کلروفیل برای بار دوم به حجم ۱۰ میلی‌لیتر رسانده شد. مقدار جذب نمونه‌ها با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (Spectronic 20D ساخت ژاپن) در طول موج ۶۶۳ و ۶۴۵ نانومتر خوانده شد و بر اساس فرمول زیر مقدار کلروفیل بر حسب میلی‌گرم در گرم وزن تر به‌دست آمد (۳۳).

$$\text{Chlorophyll (mg g}^{-1}\text{ FW)} = [20.2(A)+8.02(B)\times V/(W\times 1000)]$$

که در آن، A: مقدار جذب در طول موج ۶۴۵ نانومتر، B: مقدار جذب در طول موج ۶۶۳ نانومتر، V: حجم پایانی عصاره و استون و W: وزن تازه برگ است.

مقدار پرولین

برای اندازه‌گیری مقدار پرولین از روش بیتز و همکاران (۷) استفاده شد. ابتدا نیم گرم برگ از هر نمونه در ۱۰ میلی‌لیتر محلول آبی سولفوسالیسیلیک اسید ۳٪ به‌مدت ۴۸ ساعت قرار داده شد. سپس آمیخته حاصل از کاغذ صافی عبور داده شد. در مرحله بعد ۲ میلی‌لیتر از این محلول با ۲ میلی‌لیتر معرف ناین هیدرین آمیخته و ۲ میلی‌لیتر استیک اسید به هر لوله افزوده شد. سپس نمونه‌ها به‌مدت یک ساعت در حمام بن‌ماری در دمای ۱۰۰ درجه سلسیوس قرار داده و بی‌درنگ پس از خارج کردن از حمام به‌مدت ۵ دقیقه روی یخ قرار داده شدند. پس از این مرحله به هر لوله آزمایش ۴ میلی‌لیتر تولوئن افزوده و نمونه‌ها به مدت ۱۵ تا ۲۰ ثانیه به هم زده شد تا به‌طور کامل یکنواخت شوند. از فاز رویی برای تعیین مقدار پرولین با توجه به منحنی استاندارد پرولین در دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۲۰ نانومتر استفاده شد. برای محاسبه مقدار پرولین از رابطه زیر استفاده شد.

$$\text{Proline } (\mu\text{M g}^{-1}\text{ FW}) = \frac{M\times T\times W}{115.5}\times 1000$$

که در آن: M = عدد خوانده شده با دستگاه اسپکتروفتومتر، T= حجم تولوئن مورد استفاده و W= وزن نمونه برگی است.

استخراج عصاره برای اندازه‌گیری فعالیت آنزیم‌ها

نیم گرم برگ تازه با کمک نیتروژن مایع در هاون چینی له شد و پس از آن به بافت له شده، یک میلی‌لیتر بافر فسفات ۵۰ میلی‌مولار حاوی EDTA ۰/۵ مولار و پلی وینیل پلی پیرولیدون (PVPP) دو درصد افزوده و در دمای ۴ درجه سلسیوس به‌مدت ۲۰ دقیقه با دور rpm ۱۴۰۰۰ سانتریفیوژ شد. سپس محلول رویی برای اندازه‌گیری فعالیت آنزیم‌های سوپراکسیددیسموتاز، پراکسیداز، کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز استفاده شد (۲۷).

فعالیت آنزیم پراکسیداز

برای اندازه‌گیری مقدار فعالیت این آنزیم، ابتدا ۳۳ میکرولیتر از عصاره استخراج با یک میلی‌لیتر از محلول پراکسیداز که شامل ۱۳ میلی‌مولار گوایکول، ۵ میلی‌مولار پراکسیدهیدروژن (H_2O_2) و۵۰ میلی‌مولار بافر فسفات‌پتاسیم (pH ۷) است آمیخته شده و به‌مدت یک دقیقه با فاصله‌های ۱۰ ثانیه در طول موج nm ۴۷۰ جذب آن خوانده شد. برای ساختن ۱۰۰ میلی‌لیتر بافر فسفات‌پتاسیم، ۳۹ میلی‌لیتر فسفات‌پتاسیم مونوبازیک ۵۰ میلی‌مولار با ۶۱ میلی‌لیتر فسفات‌پتاسیم دی‌بازیک ۵۰ میلی‌مولار آمیخته شد (۱۱).

فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز

برای اندازه‌گیری فعالیت این آنزیم ۵۰ میکرولیتر از عصاره استخراج با یک میلی‌لیتر محلول اندازه‌گیری آسکوربات پراکسیداز که شامل ۵۰ میلی‌مولار بافر فسفات‌پتاسیم (pH ۷)، ۰/۱ میلی‌مولار EDTA (Ethylene

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-13]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.1.2.5]

Diamine Tetraacetic Acid)، ۰/۵ میلی‌مولار آسکوربیک اسید و ۰/۱۵ میلی‌مولار پراکسید هیدروژن بود، آمیخته شد. پس از گذشت یک دقیقه جذب آن در طول موج ۲۹۰nm با دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل Biowave II، ساخت انگلستان) خوانده شد (۲۷).

فعالیت آنزیم کاتالاز

برای اندازه‌گیری فعالیت این آنزیم از روش دهیندزا و همکاران (۱۳) استفاده شد. بر اساس این روش ۵۰ میکرولیتر از عصاره استخراج با یک میلی‌لیتر محلول اندازه‌گیری کاتالاز که شامل ۵۰ میلی‌مولار بافر فسفات پتاسیم (pH ۷) و ۱۵ میلی‌مولار پراکسید هیدروژن بود، آمیخته شد. پس از گذشت یک دقیقه جذب آن در طول‌موج ۲۴۰nm با دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل Biowave II، ساخت انگلستان) خوانده شد.

فعالیت آنزیم سوپراکسیددیسموتاز

برای اندازه‌گیری فعالیت این آنزیم از روش بیچامپ و فریداویچ (۸) استفاده شد. بر اساس این روش ۵۰ میکرولیتر از عصاره استخراج با یک میلی‌لیتر محلول اندازه‌گیری سوپراکسیددیسموتاز که شامل ۵۰ میلی‌مولار بافر فسفات‌پتاسیم (pH ۷/۸)، ۷۵ میکرومولار NBT (Nitro Blue Tetrazolium)، ۱۳ میلی‌مولار ال-متیونین، ۰/۱ میلی‌مولار EDTA و ۲ میکرومولار ریبوفلاوین بود، آمیخته شد. آمیخته عصاره استخراج و محلول اندازه‌گیری سوپراکسیددیسموتاز به مدت ۱۵ دقیقه در اتاقک نور برای انجام واکنش قرار گرفت. سپس آمیخته حاصل در دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل Biowave II، ساخت انگلستان) قرار داده و مقدار جذب نوری آن در طول موج ۵۶۰nm خوانده شد.

واکاوی آماری

واکاوی آماری داده‌ها با استفاده از روش GLM نرم افزار SAS (9.2) انجام و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح ۵٪ استفاده شد.

نتایج و بحث

وزن تر و خشک شاخساره

نتیجه حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که با کاهش در میزان درصد ظرفیت مزرعه، وزن تر و خشک شاخساره روند کاهشی نشان داد. بیشترین وزن تر و خشک شاخساره مربوط به تیمار ۱۰۰٪ ظرفیت مزرعه و کمترین آن مربوط به تیمار ۲۵٪ ظرفیت مزرعه بود (شکل ۱ و ۴).

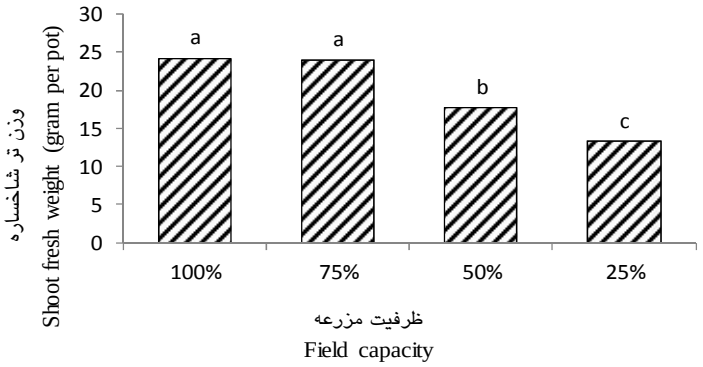

Fig. 1. Mean comparison of effect of deficit irrigation on shoot fresh weight of bermudagrass, tall fescue and their seed mixtures. Means with same letter, are not significantly different at the 5% probability level using LSD test.

شکل ۱- مقایسه میانگین اثرکم آبیاری بر وزن تر شاخساره سبزفرش‌های چایر، چمانواش بلند و آمیخته بذری آن‌ها. میانگین هایی که حرف‌های مشترک دارند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی داری ندارند.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-13]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.1.2.5]

اثر برهمکنش ظرفیت مزرعه و سبزفرش اختلاف معنی‌داری در وزن تر و خشک شاخساره نشان داد و بیشترین وزن تر و خشک شاخساره در ٪۱۰۰ ظرفیت مزرعه و در سبزفرش چمانواش بلند و کمترین آن در ٪۲۵ ظرفیت مزرعه و در سبزفرش چایر مشاهده شد (شکل‌های ۳ و ۶). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها اختلاف معنی‌داری را بین سه سبز فرش نشان داد و به‌ترتیب از بیشتر به کمتر مربوط به سبزفرش‌های چمانواش بلند، آمیخته بذری و چایر بود (شکل‌های ۲ و۴).

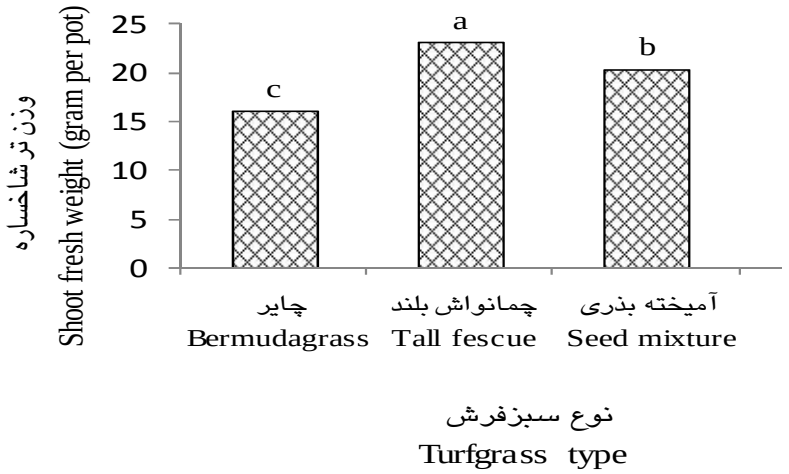

Fig. 2. Mean comparison of turfgrasses type of bermudagrass, tall fescue and their seed mixtures on shoot fresh weight. Means with same letter, are not significantly different at the 5% probability level using LSD test.

شکل ۲- مقایسه میانگین نوع سبزفرش‌های چایر، چمانواش بلند و آمیخته بذری آن‌ها بر وزن تر شاخساره. میانگین هایی که حرف‌های مشترک دارند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال ٪۵ تفاوت معنی داری ندارند.

یکی از اولین نشانه‌های کمبود آب، کاهش فشار آماس و در نتیجه آن، کاهش رشد و نمو یاخته به‌ویژه در ساقه و برگ‌ها است. بزرگ شدن یاخته، به فشار آماس یاخته‌ای بالاتر از یک آستانه بحرانی به‌گونه‌ای که دیواره یاخته‌ای قابل گسترش باشد، وابسته است. برای بیشتر گیاهان این آستانه بحرانی حدود ۱۵ تا ٪۵۰ فشار آماس در شرایط غیر تنش است (۳۳). بنابراین در زمان خشکی زمانی که پتانسیل‌های آب کم باشد، بزرگ شدن یاخته محدود می‌شود و رشد می‌تواند به‌مقدار زیاد کاهش یابد. با کاهش رشد یاخته، اندازه اندام محدود می‌شود و به‌همین دلیل است که اولین اثر محسوس کم‌آبی روی گیاهان را می‌توان از اندازه کوچک‌تر برگ‌ها یا ارتفاع گیاهان تشخیص داد. به‌دنبال کاهش سطح برگ، جذب نور کم می‌شود و ظرفیت کل نورساختی گیاه کاهش می‌یابد و بدیهی است که با محدود شدن فراورده‌های نورساختی در شرایط کمبود آب، رشد گیاه و در پایان عملکرد آن کاهش می‌یابد (۲۰). در پژوهش‌هایی همسو با نتیجه‌های این پژوهش، ریاض و همکاران (۳۱) روی چند رقم چایر، فو و هوانگ (۱۶) در سبزفرش‌های چمانواش بلند و فریژ کنتاکی[۱] و پسرکلی و کوپک (۲۸) در اروای خزنده[۲]، فریژ ساقه خشن[۳] و چاوی چند ساله کاهش وزن تر و خشک شاخساره را در شرایط کم‌آبی گزارش کردند.

۱- Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.)
۲- Creeping bentgrass (*Agrostis palustris* L.)
۳- Roughstalk bluegrass (*Poa trivialis* L.)

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-13]
[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.1.2.5]

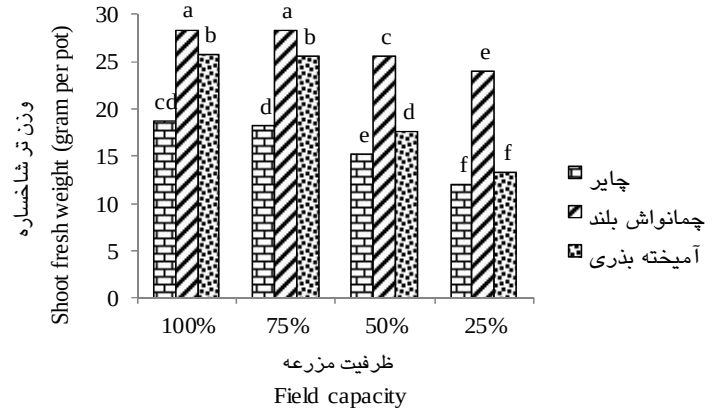

Fig. 3. Mean comparison of deficit irrigation and turfgrass type interaction on shoot fresh weight. Means with same letter, are not significantly different at the 5% probability level using LSD test.

شکل ۳- مقایسه میانگین برهمکنش کم آبیاری و نوع سبزفرش بر وزن تر شاخساره. میانگین هایی که حرف‌های مشترک دارند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی داری ندارند.

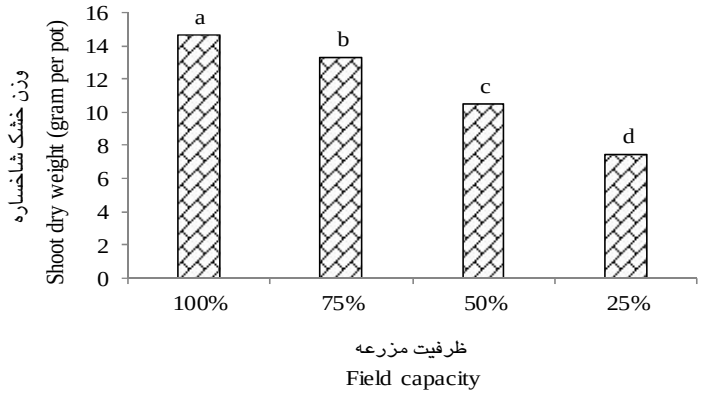

Fig. 4. Mean comparison of effect of deficit irrigation on shoot dry weight of bermudagrass, tall fescue and their seed mixtures. Means with same letter, are not significantly different at the 5% probability level using LSD test.

شکل ۴- مقایسه میانگین اثرکم آبیاری بر وزن خشک شاخساره سبزفرش‌های چایر، چمانواش بلند و آمیخته بذری آن‌ها. میانگین هایی که حرف‌های مشترک دارند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی داری ندارند.

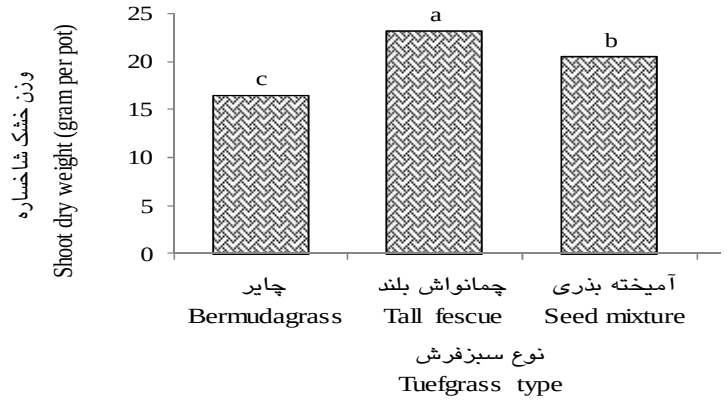

Fig. 5. Mean comparison of turfgrasses type of bermudagrass, tall fescue and their seed mixtures on shoot dry weight. Means with same letter, are not significantly different at the 5% probability level using LSD test.

شکل ۵- مقایسه میانگین نوع سبزفرش‌های چایر، چمانواش بلند و آمیخته بذری آن‌ها بر وزن خشک شاخساره. میانگین‌هایی که حرف‌های مشترک دارند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی داری ندارند.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-13]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.1.2.5]

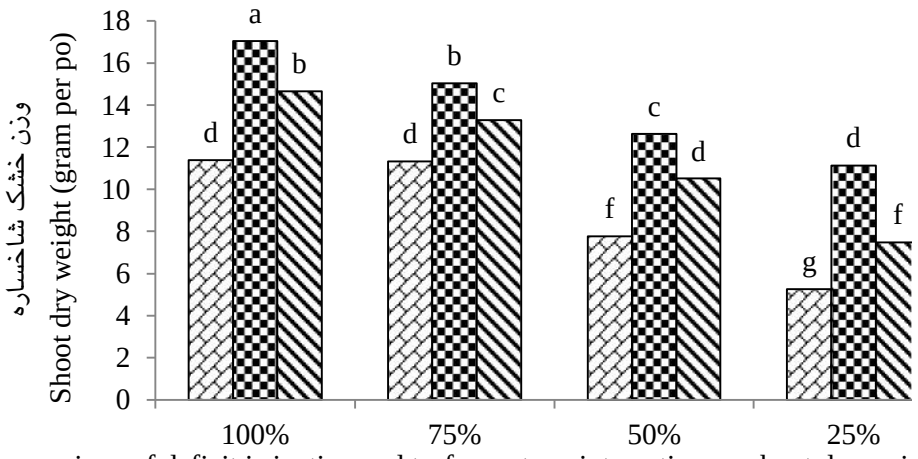

Fig. 6. Mean comparison of deficit irrigation and turfgrass type interaction on shoot dry weight. Means with same letter, are not significantly different at the 5% probability level using LSD test.

شکل ۶- مقایسه میانگین برهمکنش کم آبیاری و نوع سبزفرش بر وزن خشک شاخساره. میانگین هایی که حرف‌های مشترک دارند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی داری ندارند.

وزن تر و خشک ریشه

نتیجه‌های حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که با کاهش درصد ظرفیت مزرعه وزن تر و خشک ریشه کاهش یافت به‌گونه‌ای که بیشترین وزن تر و خشک ریشه مربوط به تیمار ۱۰۰٪ ظرفیت مزرعه و کمترین وزن تر و خشک ریشه مربوط به تیمار ۲۵٪ ظرفیت مزرعه بود (شکل‌های ۷ و ۱۰). با توجه به نتیجه‌ها بیشترین و کمترین وزن تر و خشک ریشه به‌ترتیب مربوط به سبز فرش‌های آمیخته بذری و چایر بود (شکل‌های ۸ و ۱۱).

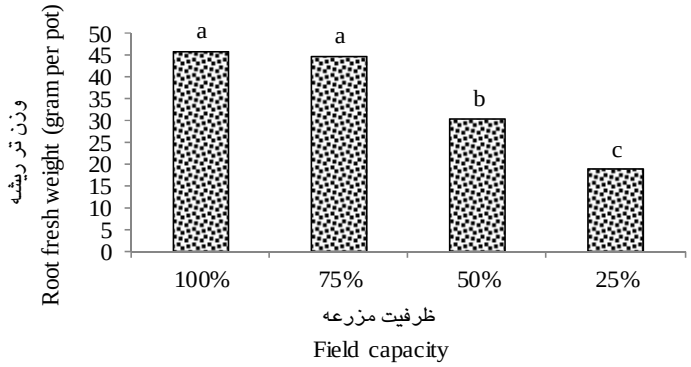

Fig. 7. Mean comparison of effect of deficit irrigation on root fresh weight of bermudagrass, tall fescue and their seed mixtures. Means with same letter, are not significantly different at the 5% probability level using LSD test.

شکل ۷- مقایسه میانگین اثرکم آبیاری بر وزن تر ریشه سبزفرش‌های چایر، چمانواش بلند و آمیخته بذری آن‌ها. میانگین‌هایی که حرف‌های مشترک دارند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی داری ندارند.

برهمکنش ظرفیت مزرعه و سبزفرش اختلاف معنی‌داری در وزن تر و خشک ریشه نشان داد و بیشترین وزن تر و خشک ریشه در ۱۰۰ ٪ ظرفیت مزرعه و در سبزفرش آمیخته بذری و کمترین آن در ۲۵٪ ظرفیت مزرعه و در سبزفرش چمانواش بلند مشاهده شد (شکل‌های ۹ و ۱۲). تنش خشکی شدید طول و حجم کل ریشه را کاهش و مرگ ریشه را افزایش می‌دهد. زمانی که کمبود آب ایجاد می‌شود گسترش ریشه در سراسر لایه خاک ممکن است تغییر کند. خشک شدن خاک سطحی رشد ریشه را در لایه سطحی خاک کاهش می‌دهد، اما نسبت ریشه‌های ژرف‌تر را در لایه پایین‌تر خاک که آب کافی وجود دارد، افزایش می‌دهد. این پدیده در برخی گونه‌های سبز فرش

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-13]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.1.2.5]

شامل پاسپالوم ساحلی ، زویشیاگراس۲، بوفالوگراس۳، چمانواش بلند و فریژ کنتاکی مشاهده شده است (۱۸، ۲۲، ۲۳). همسو با نتیجه‌های این پژوهش سلاح ورزی و همکاران (۳۷) با بررسی واکنش دو سبز فرش چمانواش بلند و چاوی در تنش خشکی به این نتیجه رسیدند که با افزایش شدت خشکی وزن خشک ریشه کاهش می‌یابد و همچنین بیان داشتند که مقاومت به خشکی چمانواش بلند بیشتر از چاوی است. در پژوهشی دیگر، ریاض و همکاران (۳۱) روی چند رقم از سبز فرش چایر زیر شرایط کم‌آبی دریافتند که کم‌آبی سبب کاهش طول و وزن تر ریشه شده است.

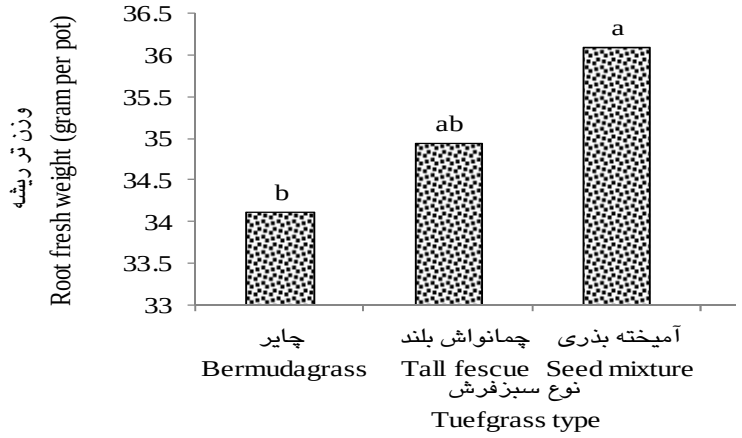

Fig. 8. Mean comparison of turfgrasses type of bermudagrass, tall fescue and their seed mixtures on root fresh weight. Means with same letter, are not significantly different at the 5% probability level using LSD test.

شکل ۸- مقایسه میانگین نوع سبزفرش‌های چایر، چمانواش بلند و آمیخته بذری آن‌ها بر وزن تر ریشه. میانگین هایی که حرف‌های مشترک دارند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی داری ندارند.

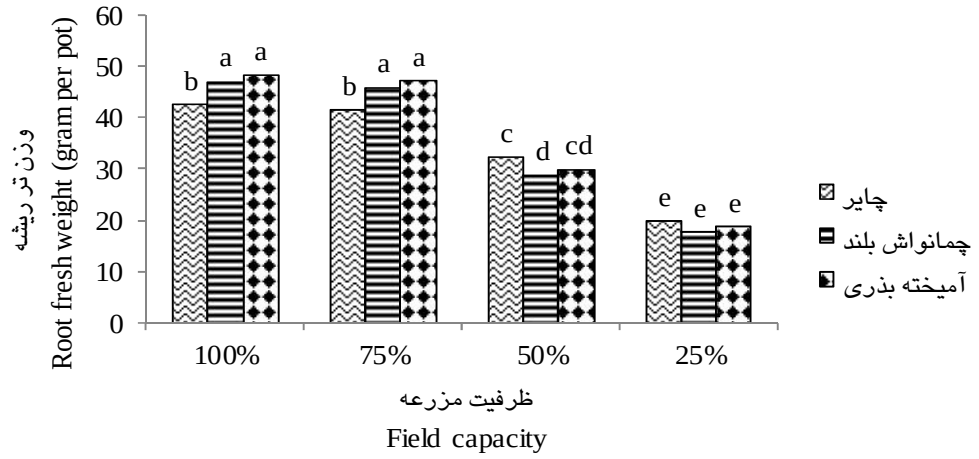

Fig. 9. Mean comparison of deficit irrigation and turfgrass type interaction on root fresh weight. Means with same letter, are not significantly different at the 5% probability level using LSD test.

شکل ۹- مقایسه میانگین برهمکنش کم آبیاری و نوع سبزفرش بر وزن تر ریشه. میانگین هایی که حرف‌های مشترک دارند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی داری ندارند.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-13]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.1.2.5]

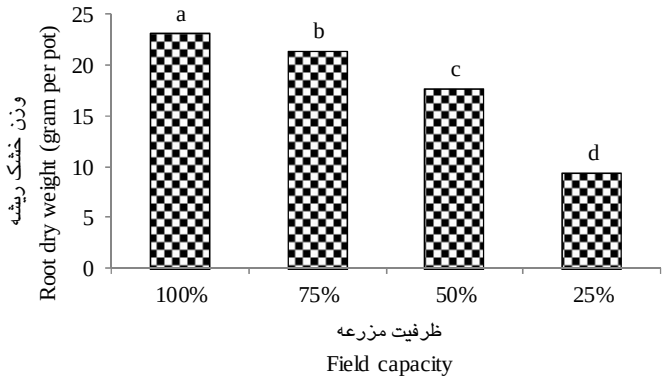

Fig. 10. Mean comparison of effect of deficit irrigation on root dry weight of bermudagrass, tall fescue and their seed mixtures. Means with same letter, are not significantly different at the 5% probability level using LSD test.

شکل ۱۰- مقایسه میانگین اثرکم آبیاری بر وزن خشک ریشه سبزفرش‌های چایر، چمانواش بلند و آمیخته بذری آن‌ها. میانگین هایی که حرف‌های مشترک دارند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی داری ندارند.

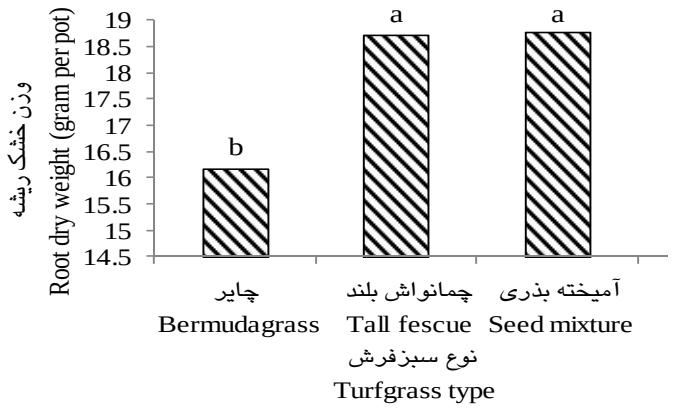

Fig. 11. Mean comparison of turfgrasses type of bermudagrass, tall fescue and their seed mixtures on root dry weight. Means with same letter, are not significantly different at the 5% probability level using LSD test.

شکل ۱۱- مقایسه میانگین نوع سبزفرش‌های چایر، چمانواش بلند و آمیخته بذری آن‌ها بر وزن خشک ریشه. میانگین هایی که حرف‌های مشترک دارند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی داری ندارند.

کیفیت ظاهری

نتیجه‌های حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که با کاهش در مقدار درصد ظرفیت مزرعه، کیفیت ظاهری سبزفرش‌ها کاهش یافت. بهترین کیفیت ظاهری مربوط به تیمار ۱۰۰٪ ظرفیت مزرعه و بدترین کیفیت مربوط به تیمار ۲۵٪ ظرفیت مزرعه بود (جدول ۲). اثر برهمکنش ظرفیت مزرعه و سبزفرش اختلاف معنی‌داری در کیفیت ظاهری سبزفرش‌ها نشان داد و بهترین کیفیت ظاهری در ۱۰۰٪ و ۷۵٪ ظرفیت مزرعه و در سبزفرش‌های چایر، چمانواش بلند و آمیخته بذری و بدترین کیفیت در ۲۵ ٪ ظرفیت مزرعه و در سبزفرش چایر مشاهده شد (جدول ۲). نتیجه‌های کیفیت ظاهری اختلاف معنی‌داری را بین هر سه سبز فرش نشان داد و به‌ترتیب از بهترین به بدترین مربوط به سبز فرش‌های آمیخته بذری، چمانواش بلند و چایر بود (جدول ۲). سلاح ورزی و همکاران (۳۷) علت کاهش کیفیت ظاهری در تنش خشکی را از دست رفتن آب بافت و یاخته‌های گیاهی، کمبود جذب ماده‌های غذایی و همچنین بسته شدن روزنه‌ها، کاهش جذب دی اکسید کربن و ضعف گیاه دانستند.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-13]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.1.2.5]

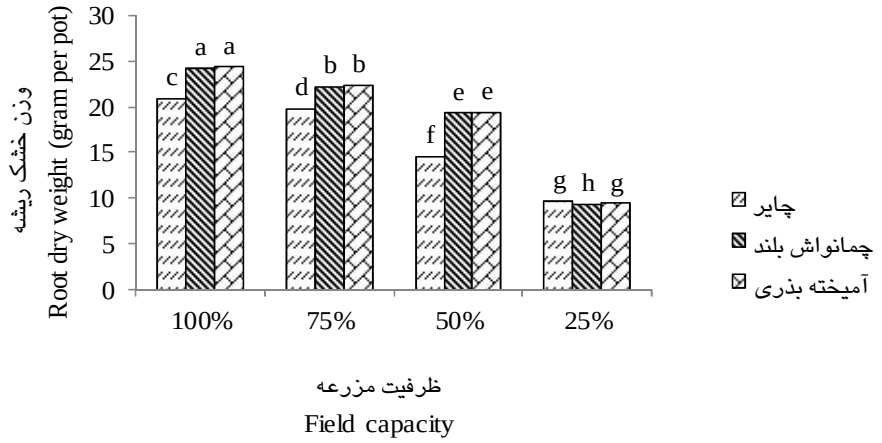

Fig. 12. Mean comparison of deficit irrigation and turfgrass type interaction on root dry weight. Means with same letter, are not significantly different at the 5% probability level using LSD test.

شکل ۱۲- مقایسه میانگین برهمکنش کم آبیاری و نوع سبزفرش بر وزن خشک ریشه. میانگین هایی که حرف‌های مشترک دارند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی داری ندارند.

مقدار کلروفیل

نتیجه‌های حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که با کاهش سطح آبیاری مقدار کلروفیل روند کاهشی نشان داد. بیشترین مقدار کلروفیل مربوط به تیمار ۱۰۰٪ ظرفیت مزرعه و کمترین مقدار کلروفیل مربوط به تیمار ۲۵٪ ظرفیت مزرعه بود (جدول ۲). به‌ترتیب بیشترین مقدار کلروفیل در سبز فرش‌های چمانواش بلند، آمیخته بذری و چایر دیده شد (جدول ۲). اثر برهمکنش ظرفیت مزرعه و سبزفرش اختلاف معنی‌داری در مقدار کلروفیل نشان داد و بیشترین مقدار کلروفیل در ۱۰۰٪ ظرفیت مزرعه و در سبزفرش چمانواش بلند و کمترین آن در ۲۵٪ ظرفیت مزرعه و در سبزفرش چایر مشاهده شد (جدول ۲). زارکو-تجادا و همکاران (۴۱) بیان داشتند که مقدار کلروفیل برگ از جمله ویژگی‌های فیزیولوژیک مهم است که در تنش، تغییر می‌یابد. آنها کلروفیل برگ را یکی از مهمترین شاخص‌های نشان دهنده فشارهای محیطی وارد بر گیاه دانستند و اشاره کردند که مقدار کلروفیل در گیاهان زیر تنش کاهش می یابد و سبب کاهش کل جذب نور توسط گیاه می شود. تایز و زایگر (۳۹) بیان کردند که به احتمال در شرایط تنش ملایم با کاهش سطح برگ، غلظت کلروفیل در واحد سطح برگ افزایش می یابد. هر چه تلفات آب و انقباض یاخته‌ها بیشتر شود غلظت محلول یاخته افزایش می یابد، همچنین در شروع تنش آب، جلوگیری از رشد یاخته منجر به کاهش نمو برگ‌ها می‌شود اما تنش شدید سبب توقف کلروفیل سازی می گردد. کایزر (۲۱) بیان کرد زمانی که محتوای نسبی آب به زیر ۳۰٪ برسد، ظرفیت نورساختی کاهش می‌یابد و منجر به مرگ یاخته و آسیب به غشای کلروپلاست می‌شود. اثر انگیزشی خشکی بر کاهش الکترون ناقل در نورساخت و کاهش در مقدار کلروفیل توسط موران و همکاران (۲۶) و زویلی و همکاران (۴۲) گزارش شده است. از دست دادن کلروفیل گیاه در تنش شدید می تواند در ارتباط با اکسایش نوری و در نتیجه آن تنش اکسایشی باشد (۲۸). در پژوهشی فو و هوانگ (۱۶) بیان کردند که مقدار کلروفیل در سبزفرش چمانواش بلند و فریژ کنتاکی زیر تنش ملایم کاهش نمی‌یابد، ولی در تنش شدید کاهش می‌یابد. در پژوهش حاضر مقدار کلروفیل در سبزفرش چمانواش بلند بیشتر از سبزفرش چایر بود که به‌احتمال به‌دلیل ویژگی ژنتیکی چمانواش بلند است که نسبت به سبزفرش چایر مقدار کلروفیل بیشتری دارد. جیانگ و هوانگ (۱۹) به‌طور کلی اثر تنش آب بر کلروفیل را بسیار گوناگون دانستند و بیان کردند که بسته به شرایط محیطی و نژادگان گیاه، در بعضی از گونه‌ها تنش آب سبب کاهش و در برخی سبب افزایش مقدار کلروفیل می‌شود.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-13]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.1.2.5]

جدول ۲- اثر سطوح مختلف ظرفیت مزرعه، نوع سبزفرش و برهمکنش آن‌ها بر کیفیت ظاهری، مقدار کلروفیل، مقدار پرولین و فعالیت آنزیم سوپراکسیددیسموتاز.

Table 2. Effect of different levels of field capacity and turfgrass type and their interaction on visual quality, chlorophyll content, proline content and superoxide dismutase enzyme activity.

سبزفرش Turfgrass	ظرفیت مزرعه Field capacity (%) ٪۱۰۰	٪۷۵	٪۵۰	٪۲۵	میانگین Mean
	کیفیت ظاهری Visual quality				
چایر Bermuda grass	9.00 a†	9.00 a	3.50 b	0.50 d	5.50 C
چمانواش بلند Tall fescue	9.00 a	9.00 a	4.00 b	1.50 c	5.75 AB
آمیخته بذری Seed mixture	9.00 a	8.75 a	4.00 b	2.25 c	6.00 A
میانگین Mean	9.00 A	8.75 A	3.83 B	1.41 C	
	مقدار کلروفیل Chlorophyll content (mg g^{-1} FW)				
چایر Bermuda grass	1.70 d	1.67 e	1.36 h	0.88 k	1.4 C
چمانواش بلند Tall fescue	1.97 a	1.94 b	1.65 f	1.19 i	1.69 A
آمیخته بذری Seed mixture	1.93 b	1.90 c	1.60 g	1.15 j	1.65 B
میانگین Mean	1.87 A	1.84 B	1.54 C	1.07 D	
	مقدار پرولین Proline content (µmol g^{-1} FW)				
چایر Bermuda grass	4.78 d	6.26 c	13.69 b	23.75 a*	12.12 A
چمانواش بلند Tall fescue	4.88 d	6.36 c	13.80 b	23.86 a	12.23 A
آمیخته بذری Seed mixture	4.93 d	6.43 c	13.85 b	23.38 a	12.15 A
میانگین Mean	4.86 D	6.35 C	13.78 B	23.66 A	
	آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز Superoxide dismutase enzyme (U g^{-1} FW)				
چایر Bermuda grass	146.00 cd	158.50 c	276.00 a	126.00 ef	176.62 A
چمانواش بلند Tall fescue	116.00 g	128.50 de	246.00 b	96.00 h	146.62 B
آمیخته بذری Seed mixture	120.00 fg	132.50 de	250.00 b	100.00 h	150.62 C
میانگین Mean	127.33 C	139.83 B	257.33 A	107.33 D	

† Means followed by the same letters ± S.D. (small letters for interactions and capital letters for means) are not significantly different at 5% level of probability using LSD test.

† میانگین‌هایی که در یک حرف (حرف‌های کوچک مربوط به برهمکنش‌ها و حرف‌های بزرگ مربوط به میانگین‌ها) مشترک می‌باشند از نظر آماری در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD تفاوت معنی داری ندارند.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-13]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.1.2.5]

مقدار پرولین

با کاهش سطح آبیاری مقدار پرولین افزایش یافت. به‌گونه‌ای که کمترین مقدار پرولین در تیمار ۱۰۰٪ ظرفیت مزرعه و بیشترین مقدار پرولین در ۲۵٪ ظرفیت مزرعه دیده شد (جدول ۲). اختلاف معنی‌داری بین سبزفرش‌ها مشاهده نشد (جدول ۲). اثر برهمکنش ظرفیت مزرعه و سبزفرش اختلاف معنی‌داری در مقدار پرولین نشان داد و بیشترین مقدار پرولین در ۲۵٪ ظرفیت مزرعه و در سبزفرش چمانواش بلند و کمترین آن در ۱۰۰٪ ظرفیت مزرعه و در سبزفرش چایر مشاهده شد (جدول ۲). گیاهان در هنگام تنش خشکی با تغییرهایی که در برخی از ویژگی‌های فیزیولوژیک خود ایجاد می کنند، به تنش‌های مختلف پاسخ می‌دهند. انباشت ماده‌های محلول در پاسخ به خشکی راهی برای حفظ آماس است (۴۵). به‌نظر می‌رسد که تجمع پرولین آزاد در گیاهان عالی، واکنش عمومی به تنش است. البته مقدارهایی از چند اسید آمینه دیگر نیز زیر تنش خشکی و شوری افزایش می‌یابد، اما درجه این تغییرها قابل مقایسه با انباشت پرولین نیست (۱۸). در پژوهش اعتمادی و همکاران (۱۴) روی مقاومت به خشکی ۱۵ رقم چایر، دیده شد که افزایش شدت تنش سبب افزایش غلظت پرولین شده است. همچنین بیان شد که رقم 88-Khl مقاوم‌ترین رقم در بین رقم‌ها و غلظت پرولین در آن از تمام رقم‌ها بیشتر بود. در پژوهشی باندورسکا و جو-ویاک (۶) مقایسه‌ای بین سبزفرش‌های چاوی و چمانواش قرمز[1]در مقدار تحمل به خشکی انجام دادند و مشاهده کردند که مقدار پرولین در سبز فرش چمانواش قرمز بیشتر از چاوی بود.

آنزیم سوپراکسید دیسموتاز

با کاهش سطح آبیاری مقدار فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز افزایش یافت و سپس روند کاهشی را نشان داد و بیشترین مقدار فعالیت این آنزیم در ۵۰٪ ظرفیت مزرعه و کمترین مقدار فعالیت در ۲۵٪ ظرفیت مزرعه دیده شد (جدول ۲). بین سبزفرش‌ها اختلاف معنی‌داری در مقدار فعالیت این آنزیم مشاهده و بیشترین و کمترین مقدار این آنزیم به‌ترتیب در سبزفرش چایر و آمیخته بذری دیده شد (جدول ۲). بیشترین فعالیت این آنزیم در ۵۰٪ ظرفیت مزرعه و در سبزفرش چایر و کمترین آن در ۲۵٪ ظرفیت مزرعه و در سبزفرش چمانواش بلند مشاهده شد (جدول ۲). فویر و همکاران (۱۵) بیان کردند که تنش‌های زیوا و نازیوا سبب افزایش تمرکز رادیکال‌های آزاد اکسیژن مانند سوپراکسید، پراکسید هیدروژن و هیدروکسیل در گیاه و ایجاد آسیب به یاخته‌های گیاهی می‌شوند و دلیل تولید این رادیکال‌های آزاد اکسیژن در تنش خشکی را قطع سیستم انتقال الکترون دانستند. کوکسی و همکاران (۲۳) گزارش نمودند که گیاهان برای رویارویی با زیان ناشی از رادیکال‌های آزاد اکسیژن به یک سیستم دفاعی آنتی‌اکسیدانی مجهز شده‌اند که به گیاه کمک می‌کند در شرایط تنش به رشد خود ادامه دهد. برگمن و همکاران (۹) نشان دادند که آنزیم‌های آنتی اکسیدانی کاتالاز، سوپراکسید دیسموتاز و آسکوربات پراکسیداز بیشترین سهم را برای مقاومت گیاهان به تنش خشکی در اثر حذف رادیکال‌های آزاد اکسیژن دارند. شائو و همکاران (۳۸) گزارش نمودند که در اثر کاربرد تنش خشکی، مقدار تولید سه آنزیم کاتالاز، سوپر اکسید دیسموتاز و پراکسیداز در رقم‌های مقاوم گندم[2] به‌طور معنی‌داری بیشتر از رقم‌های حساس به خشکی بوده است. بیان و جیانگ (۱۰) به بررسی انباشت گونه‌های فعال اکسیژن و فعالیت آنتی‌اکسیدان‌ها و الگوی بیان ژن آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان در سبزفرش فریژکنتاکی در تنش خشکی پرداختند و مشاهده کردند که تنش خشکی سبب افزایش فعالیت آسکوربات پراکسیداز و کاتالاز و کاهش سوپراکسید دیسموتاز شد و بیان کردند که آنزیم‌های آنتی اکسیدان و بیان ژن آن‌ها ممکن است متفاوت باشد و یا با همکاری هم در سیستم دفاعی ریشه و برگ سبز فرش فریژکنتاکی شرکت کنند. در پژوهشی لیو و همکاران (۳۴) به بررسی فیزیولوژیک و مورفولوژیک پنج رقم از سبز فرش فریژ کنتاکی زیر تنش خشکی و گرمایی پرداختند و مشاهده کردند که تنش خشکی و گرمایی به‌طور

۱- *Festuca rubra* L.

۲- Wheat

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-13]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.1.2.5]

همزمان سبب کاهش آنزیم سوپراکسید دیسموتاز در تمامی رقم‌ها می‌شود و بیان کردند که افزایش فعالیت این آنزیم نمی تواند سبب مهار تنش شود و فقط انباشت رادیکال‌های آزاد را به تأخیر می‌اندازد.

فعالیت آنزیم کاتالاز

نتیجه‌های حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که با کاهش ظرفیت مزرعه، مقدار فعالیت آنزیم کاتالاز افزایش یافت و سپس روند کاهشی را نشان داد همچنین، بیشترین مقدار فعالیت این آنزیم در ۵۰٪ ظرفیت مزرعه و کمترین مقدار فعالیت در ۲۵٪ ظرفیت مزرعه دیده شد (جدول ۳). بین سبزفرش‌ها اختلاف معنی‌داری در مقدار فعالیت این آنزیم مشاهده و بیشترین و کمترین مقدار این آنزیم به‌ترتیب در سبزفرش چمانواش بلند و آمیخته بذری دیده شد (جدول ۳). بیشترین فعالیت این آنزیم در ۵۰٪ ظرفیت مزرعه و در سبزفرش چمانواش بلند و کمترین آن در ۲۵٪ ظرفیت مزرعه و در سبزفرش آمیخته بذری مشاهده شد (جدول ۳). کاتالاز یکی از بیشترین نرخ‌های تبدیل را در بین دیگر آنزیم‌ها دارد. یک مولکول کاتالاز می‌تواند در هر دقیقه به‌تقریب ۶ میلیون مولکول پراکسید هیدروژن را به آب و اکسیژن تبدیل کند (۲۳). وانگ و همکاران (۴۰) دریافتند که با کاربرد تنش خشکی روی گیاه ذرت[۱] فعالیت کاتالاز کاهش می‌یابد. داکوستا و هوانگ (۱۲) در واکنش سه گونه اروا[۲] به تنش خشکی کاهش کلی آنتی‌اکسیدان‌ها از جمله کاتالاز را گزارش کردند و دریافتند که گونه *Agrostis canina* L. مقاوم‌ترین گونه به خشکی بود. بیان شده است که در خشکی ملایم فعالیت آنزیم کاتالاز افزایش نمی‌یابد اما در خشکی طولانی مدت فعالیت آن محدود می‌شود. در پژوهشی فو و هوانگ (۱۶) اثر تنش خشکی بر دو سبزفرش فصل سرد را بررسی نمودند و به این نتیجه رسیدند که خشکی شدید سبب کاهش در فعالیت آنزیم کاتالاز می‌شود.

فعالیت آنزیم پراکسیداز

نتیجه‌های حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که با کاهش ظرفیت مزرعه مقدار فعالیت آنزیم پراکسیداز روند افزایشی را نشان داد و بیشترین مقدار فعالیت این آنزیم در ۲۵٪ ظرفیت مزرعه و کمترین مقدار فعالیت آن در ۱۰۰٪ ظرفیت مزرعه دیده شد (جدول ۳). بین سبزفرش‌ها اختلاف معنی‌داری در مقدار فعالیت این آنزیم مشاهده و بیشترین و کمترین مقدار این آنزیم به‌ترتیب در سبزفرش چایر و آمیخته بذری دیده شد (جدول ۳). بیشترین فعالیت این آنزیم در ۲۵٪ ظرفیت مزرعه و در سبزفرش چایر و کمترین آن در ۱۰۰٪ ظرفیت مزرعه و در سبزفرش آمیخته بذری مشاهده شد (جدول ۳). آنتی‌اکسیدان‌ها به جز نقش آنتی‌اکسیدانی خود، نقش‌های دیگری نیز در شرایط بهنجار در گیاهان بازی می‌کنند. برای مثال پراکسیداز، که یکی از آنتی‌اکسیدان‌های کارا در سیستم دفاعی بیشتر گیاهان در رویارویی با تنش‌های نازیوا است، در فرایند کشیده شدن یاخته و در نتیجه رشد گیاهان نیز سهیم است (۲۶). این آنتی‌اکسیدان شکل‌های گوناگونی دارد و مسئول حذف پراکسید هیدروژن از سیستم‌های زیست‌شناسی می‌باشد (۲۱). پراکسیداز توالی نوکلئوتیدی و نقش فیزیولوژیک متفاوتی نسبت به سایر آنتی‌اکسیدان‌های شناخته شده دارد. این آنزیم با تجزیه ایندول‌تری‌استیک اسید، داشتن نقش کارا در تولید لیگنین و مصرف پراکسید هیدروژن سبب مقاومت گیاهان در برابر بسیاری از تنش‌های زیوا و نازیوا می‌شود (۴۱). وانگ و همکاران (۴۰) گزارش کردند که پس از کاربرد تنش خشکی در گیاه ذرت، فعالیت آنتی‌اکسیدانی پراکسیداز کاهش یافت و این کاهش در بین دورگه‌ها، تفاوت معنی‌دار داشت. در پژوهشی روی تحمل به خشکی سه رقم سبز فرش اروا مشاهده شد که تنش خشکی طولانی مدت، سبب کاهش فعالیت آنتی اکسیدان‌ها از جمله پراکسیداز شد و رقم Greenwich مقاومت بالایی به خشکی نشان داد (۱۴). تنش کم‌آبی در گیاه جو[۳]، موجب افزایش فعالیت آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز و پراکسیداز شد و مشخص شد در بین آنزیم‌های ارزیابی شده، آنزیم پراکسیداز می‌تواند به‌عنوان مهم‌ترین آنزیم برای افزایش تحمل گیاه جو در برابر تنش اکسایشی ناشی از کم‌آبی

۱- *Zea mays* L. ۲- *Agrostis* spp. ۳- *Hordeum vulgare* L.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-13]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.1.2.5]

عمل کند (۲). صالحی و همکاران (۳۶) افزایش فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، پراکسیداز و آسکوربات پراکسیداز را در ۴۲ جمعیت از چمانواش بلند را در شرایط تنش خشکی گزارش نمودند.

جدول ۳- اثر سطحهای مختلف ظرفیت مزرعه، نوع سبزفرش و برهمکنش آن‌ها بر فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، پراکسیداز و آسکوربات پراکسیداز.

Table 3. Effect of different levels of field capacity and turfgrass type and their interaction on activity of catalase, peroxidase and ascorbate peroxidase enzymes.

سبزفرش Turfgrass	ظرفیت مزرعه Field capacity (%) ٪۱۰۰	٪۷۵	٪۵۰	٪۲۵	میانگین Mean
فعالیت آنزیم کاتالاز Catalase activity (U g^{-1} FW)					
چایر Bermuda grass	37.72 cd†	40.69 b	46.95 a	37.42 cd	40.70 AB
چمانواش بلند Tall fescue	37.98 cd	40.95 b	47.20 a	36.76 cd	40.95 A
آمیخته بذری Seed mixture	36.61 d	39.58 bc	45.83 a	36.30 d	39.58 B
میانگین Mean	37.44 C	40.41 B	46.66 A	37.13 C	
فعالیت آنزیم پراکسیداز Peroxidase activity (U g^{-1} FW)					
چایر Bermuda grass	75.92 fg	78.27 f	102.10 cd	119.92 a	94.05 A
چمانواش بلند Tall fescue	69.38 ghi	71.72 fgh	95.56 de	113.38 ab	87.51 B
آمیخته بذری Seed mixture	61.93 i	64.28 hi	88.12 e	105.94 bc	80.07 C
میانگین Mean	69.07 C	71.42 C	95.26 B	113.08 A	
فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز Ascorbate peroxidase activity (U g^{-1} FW)					
چایر Bermuda grass	957.50 de	967.50 c	1248.21 a	942.14 g	1028.83 A
چمانواش بلند Tall fescue	951.07 bef	961.07 cd	1241.78 ab	935.71 gh	1022.41 B
آمیخته بذری Seed mixture	949.64 f	959.64d	1240.35 b	934.28 h	1020.98 B
میانگین Mean	952.73 C	962.73B	1243.45 A	937.38 D	

† Data followed by the same letters ± S.D. (small letters for interactions and capital letters for means) are not significantly different at 5% level of probability using LSD test.

† عددهایی که در یک حرف (حرف‌های کوچک مربوط به برهمکنش‌ها و حرف‌های بزرگ مربوط به میانگین‌ها) مشترک می‌باشند از نظر آماری در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD تفاوت معنی داری ندارند.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-13]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.1.2.5]

فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز

نتیجه‌های حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که با کاهش ظرفیت مزرعه مقدار فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز روند افزایشی و سپس کاهشی را نشان داد و بیشترین مقدار فعالیت این آنزیم در ۵۰٪ ظرفیت مزرعه و کمترین مقدار فعالیت آن در ۲۵٪ ظرفیت مزرعه دیده شد (جدول ۳). بین سبزفرش‌ها اختلاف معنی‌داری در مقدار فعالیت این آنزیم مشاهده و بیشترین و کمترین مقدار این آنزیم به‌ترتیب در سبزفرش چایر و آمیخته بذری دیده شد (جدول ۳). بیشترین فعالیت این آنزیم در ۵۰٪ ظرفیت مزرعه و در سبزفرش چایر و کمترین آن در ۲۵٪ ظرفیت مزرعه و در سبزفرش آمیخته بذری مشاهده شد (جدول ۳). بعضی از پژوهشگران گمان می‌کنند که آسکوربات پراکسیداز با حذف مولکول‌های پراکسید هیدروژن در محافظت از گیاهان عالی و جلبک‌ها در برابر تنش‌های زیوا و نازیوا به گیاه کمک می‌کند (۲۰). بسیاری از پژوهشگران نیز آسکوربات پراکسیداز را کاراتر از کاتالاز و پراکسیداز در حذف رادیکال‌های آزاد اکسیژن می‌دانند (۴۱). وانگ و همکاران (۴۰) گزارش کردند که پس از کاربرد تنش خشکی کم، فعالیت آنتی اکسیدان آسکوربات پراکسیداز افزایش، ولی پس از کاربرد تنش خشکی متوسط و زیاد، مقدار فعالیت آن در گیاه ذرت کاهش یافت. لو و همکاران (۳۵) افزایش آنزیم آسکوربات پراکسیداز را زیر تنش خشکی در سبزفرش سه‌گان چایر گزارش کردند. در پژوهشی کیان و فری (۲۹) کاربرد پیش تیمار خشکی روی دو گونه سبزفرش اروای خزنده و چمانواش بلند سبب افزایش مقدار فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز، سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز نسبت به گیاهان شاهد و به دنبال آن افزایش تحمل به خشکی در این گیاهان شد.

نتیجه گیری

در این آزمایش بیشترین فعالیت آنتی اکسیدانی در سبزفرش چایر دیده شد، که نشان دهنده کارایی بیشتر سیستم دفاعی آنتی‌اکسیدانی سبزفرش چایر نسبت به سبزفرش‌های دیگر در این آزمایش است. در نتیجه، استفاده از سبزفرش چایر در آمیخته با دیگر سبزفرش‌ها برای سبزفرش‌کاری از راه افزایش سامانه آنتی‌اکسیدانی مقاومت به کم آبی را افزایش می‌دهد و سبب افزایش ماندگاری و حفظ سبزینگی سبزفرش می‌شود. با توجه به کمبود منابع آبی کشور استفاده از آمیخته بذری جنس‌های مختلف سبزفرش و نسبت‌های مختلف برای تحمل شرایط کم آبی و حفظ منابع محدود آب پیشنهاد می‌شود.

منابع References

۱. امیری نسب، ک.، م. قاسم نژاد، ه. زکی زاده و م.ح. بیگلویی. ۱۳۹۳. اثر پیش تیمار خشکی روی فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی و کاهش خسارت تنش خشکی دو گونه سبزفرش، بنت گراس خزنده (*Agrostis stolonifera* cv. Palustris) و فستوکای پابلند(*Festuca arundinacea* cv. Greystone). مجله علوم باغبانی ایران، ۴۴۰-۴۲۹: ۴۵.

۲. امینی، ز.، ر. حداد، و ف. مرادی، ۱۳۷۸. بررسی اثر تنش کم آبی بر نحوه فعالیت آنزیمهای ضد اکسنده در مراحل رشد (*Hordeum vulgare* L.) زایشی گیاه جو. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۶۵-۷۴: ۴۸.

۳. اعتمادی، ن.، و ح. کلاه ریز،۱۳۷۹ . کاربرد های سبزفرش در فضای سبز. دومین همایش سراسری آزمایشی، پژوهشی فضای سبز ایران، ۹۴ ص.

۴. زاده‌باقری، م.، م.ر. صالحی سلمی و س. هدایت. ۱۳۹۴. مقایسه فیزیولوژیکی، مورفولوژیکی و بیوشیمیایی چمن اسپورت مورد کشت در فضای سبز شهرستان شیراز با چمانواش بلند به منظور جایگزینی آن. نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، ۲۴-۱۵: ۱۸.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-13]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.1.2.5]

۵. نادری، د. و م. کافی. ۱۳۸۴. چمن‌ها، کاشت و نگهداری برای داشتن فرشی زیبا. انتشارات ندای ضحی، ۱۷۱ ص.

6. Bandurska, H. and W. Jozwiak. 2010. A comparison of the effects of drought on proline accumulation and peroxidases activity in lea ves of *Festuca rubra* L. and *Lolium perenne* L. Physiol. Plant. 79:111-116.
7. Bates, L.S., R.P. Waldern and I.D. Teave. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant Soil. 39:205-107.
8. Beauchamp, C. and I. Fridovich. 1971. Superoxide dismutase: improved assays and an assay predictable to acrylamide gels. Anal. Biochem. 44:276-287.
9. Bergmann, H., B. Lippmann, V. Leinhos, S. Tiroke and B. Machelett. 1999. Activation of stress resistance in plants and consequences for product quality. J. Appl. Bot. Food Qual. 73:153-161.
10. Bian, S., and Y. Jiang. 2009. Reactive oxygen species, antioxidant enzyme activities and gene expression patterns in leaves and roots of Kentucky bluegrass in response to drought stress and recovery. Sci. Hort. 120: 264-270.
11. Chance, B. and A.C. Maehly. 1995. Assay of catalase and peroxidase. pp: 764-765. In: S.P. Culowic and N.O. Kaplan (Eds.). Methods in Enzymology. Vol. 2. Academic Press. Inc. New York. 814 p.
12. DaCosta, M. and B. Huang. 2007. Changes in antioxidant enzyme activities and lipid peroxidation for bentgrass species in response to drought stress. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 132:319-326.
13. Dhindsa, R.S., P. Plumb-Dhindsa and T.A. Thorpe. 1981. Leaf senescence: correlated with increased levels of membrane permeability and lipid peroxidation, and decreased levels of superoxide dismutase and catalase. Environ. Exp. Bot. 32:93-101.
14. Etemadi, N., A. Khalighi, K. H. Razmjoo, H. Lessani and Z. Zamani. 2005. Drought resistance of selected bermudagrass (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.} aaccessions. Int. J. Agr. Biol. 4:612-615.
15. Foyer, C.H., P. Descourvieres and K.J. Kunert. 1994. Protection against oxygen radicals: an important defense mechanism studied in transgenic plants. Plant. Cell. Environ. 17:507-523.
16. Fu, J. and B. Huang. 2001. Involvement of antioxidants and lipid peroxidation in the adaptation of two cool-season grasses to localized drought stress. Environ. Exp. Bot. 45:105-114.
17. Huang, B. and H. Gao. 1999. Physiological responses of diverse tall fescue cultivars to drought stress. HortScience, 34:897-901.
18. Huang, B., R.R. Duncan and N. Carrow. 1997. Drought-resistance mechanism of seven warm-season turfgrasses under surface soil drying: II. Root aspects. Crop Sci. 37:1863-1869.
19. Jiang, Y. and B. Huang. 2001. Drought and heat stress injury to two cool-season turfgrasses in relation to antioxidant metabolism and lipid peroxidation. Crop Sci. 41:436-442.
20. Jung, S. 2004. Variation in antioxidant metabolism of young and mature leaves of *Arabidopsis thaliana* subjected to drought. Plant Sci. 166:459-466.
21. Kaiser, W. M. 1987. Effects of water deficit on photosynthetic capacity. J. Plant Physiol. 71:142-149.
22. Kato, M. and S. Shimizu. 1985. Chlorophyll metabolism in higher plants. VI. Involvement of peroxidase in chlorophyll degradation. Plant Cell Physiol. 26:1291-1301.
23. Kocsy, G., M. Brunner, A. Ruegsegger, P. Stamp and C. Brunold. 1996. Glutathione synthesis in maize genotypes with different sensitivities to chilling. Planta, 198:365-370.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-13]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.1.2.5]

24. Manuchehri, R. and H. Salehi. 2014. Physiological and biochemical changes of common bermudagrass (*Cynodon dactylon* [L.] Pers.) under combined salinity and deficit irrigation stresses. S. Afr. J. Bot. 92:83-88.
25. Manuchehri, R. and H. Salehi. 2015. Morphophysiological and biochemical changes in tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) under combined salinity and deficit irrigation stresses. Desert, 20: 29-38.
26. Moran, J.F., M. Becana, I. Iturbe-Ormaetxe, S. Frechilla, R.V. Klucas and P. Aparicio-Tejo. 1994. Drought induces oxidative stress in pea plants. Planta, 194:346-352.
27. Nakano, Y. and K. Asada. 1981. Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate-specific peroxidase in spinach chloroplasts. Plant Cell Physiol. 22:867-880.
28. Pessarakli, M. and D.M. Kopec. 2008. Comparing growth responses of selected cool-season turfgrasses under salinity and drought stresses. Acta Hort. 783:169-174.
29. Qian, Y. and J.D. Fry. 1997. Water relation and drought tolerance of four turfgrasses. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 122:129-33.
30. Rai, V.K., G. Singh, P.S. Thakur and S. Banyal. 1983. Protein and amino acid relationship during water stress in relation to drought resistance. Plant Physiol. Biochem. 10:161-167.
31. Riaz, A., A. Younis, M. Hameed, and S. Kiran. 2010. Morphological and biochemical responses of turfgrasses to water deficit conditions. Pak. J. Bot. 42:3441-3448.
32. Roohollahi, I., M. Kafi and R. Naderi. 2010. Drought reaction and rooting characteristics in response to plant growth regulators on *Poa pratensis* cv. Barimpala. Int. J. Food Agr. Environ. 8:285-288.
33. Saini, R.S., K.D. Sharme, O.P. Dhankhar and R.A. Kaushik. 2001. Laboratory manual of analytical techniques in horticulture. Agrobios, 10:49-50.
34. Salehi, H. and M. Khosh-Khui. 2004. Turfgrass monoculture, cool-cool, and cool-warm season seed mixture establishment and growth responses. HortScience, 39:1732-1735.
35. Salehi, M.R. and H. Salehi. 2013. Comparison of tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) and common bermudagrass (*Cynodon dactylon* [L.] Pers.) turfgrasses and their seed mixtures. Adv. Hort. Sci. 27: 81-87.
36. Salehi, M.R., H. Salehi, A. Niazi and C. Ghobadi. 2014. Convergence of goals: phylogenetical, morphological, and physiological characterization of tolerance to drought stress in tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.). Mol. Biotec. 56:248-257.
37. Selahvarzi, Y.A., A. Tehtanifar, A. Gazanchian and H. Arouei. 2008. Drought resistance mechanisms of native and commercial turfgrasses under drought stress. Sci. Hort. 22:1-12.
38. Shao, H.B., Z.S. Liang, M.A. Shao and B.C. Wang. 2005. Changes of some physiological and biochemical indices for soil water deficits among 10 wheat genotypes at seedling stage. Colloids Surf. B: Biointerfaces, 42:107-113.
39. Taiz, L. and E. Zeiger. 1998. Plant Physiology. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, MA. 690 p.
40. Wang, M., D. Li and L. Gu. 2002. The response to water stress of the antioxidant system in maize seedling roots with different drought resistance. Acta Bot. Boreali-Occident. Sin. 22:285-290.
41. Zarco-Tejada, P.J., J.R. Miller, G.H. Mohammad, T.L. Noland and P.H. Sampson. 2000. Chlorophyll fluorescence effects on vegetation apparent reflectance. Remo. Sens. Environ. 74:596-608.
42. Zuily, F.Y., A. Vazquez, A. Tello and J. Vieira da Silva. 1990. Effect of water deficit on cell permeability and on chloroplast integrity. Bull. de la Soc. Bot. de France Act. Bot. 137:115-123.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-13]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.1.2.5]

Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 18 (1): 15-32 (2017)

Investigation of Morphological and Physiological Indices in Bermudagrass (*Cynodon dactylon* [L.] Pers.), Tall Fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) and Their Seed Mixtures under Drought Stress

N. Adamipour*, H. Salehi and M. Khosh-Khui[1]

Water availability is one of the most limiting environmental factors on plant growth. Drought stress is one of the main stresses that inhibit the growth of plants due to mainly disturbance of the balance between production of reactive oxygen species and antioxidant defense morphological and physiological response of bermudagrass, tall fescue turfgrasses and their seed mixture under drought stress condition. This study was conducted in a completely randomized factorial design by different irrigation levels (100, 75, 50 and 25% of field capacity) on bermudagrass, tall fescue and their seed mixture (bermudagrass %20 and tall fescue %80). Each treatment had four replicates. Results showed that decreasing in field capacity reduced visual quality, fresh and dry weights of shoot and root, chlorophyll content in bermudagrass, tall fescue of turfgrasses and their seed mixture. Decreasing in field capacity increased proline content and peroxidase enzyme in turfgrasses. Ascorbate peroxidase, superoxide dismutase and catalase enzymes activities significantly increased with decreasing in field capacity from %100 to %50 then, declined in %25 FC treatment in turfgrasses. The highest activity of antioxidants was observed in bermudagrass. Due to the lack of sufficient available water resources in Iran, using turfgrass seed mixtures comprising different genotypes and rates can be recommended.

Key Words: Antioxidant, Bermuda grass, Field capacity, Tall fescue, Turfgrass.

1. Ph.D. Student and Professors of Department of Horticulture Science, College of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran.
*Corresponding author, Email: (nader.adamipour@shirazu.ac.ir).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-13]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.1.2.5]