مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۲۳ شماره ۱ صفحه های ۸۹ تا ۹۸ (۱۴۰۱)
مقاله پژوهشی

اثر اسپرمیدین بر برخی ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک چمن آفریقایی رشد یافته در تنش خشکی[۱]

Effect of Spermidine on Some Morphophysiological Characteristics of Bermuda_grass (*Cynodon dactylon* L.) Grown under Drought Stress

مریم غافلی، مهرانگیز چهرازی*، محمد محمودی سورستانی[۲]

چکیده

امروزه کمبود آب یک موضوع بحرانی و حیاتی برای بیشتر کشورهای واقع در مناطق خشک و نیمه‌خشک است. با توجه به دشواری استقرار و نگهداری چمن در مناطق خشک و به‌منظور بررسی تأثیر خشکی و اسپرمیدین بر چمن آفریقایی آزمایشی در قالب طرح کرت‌های دوبار خرد شده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. تیمار آبیاری شامل سه سطح ۱۰۰٪ ظرفیت زراعی (بدون تنش)، ۷۵٪ ظرفیت زراعی (تنش خشکی متوسط) و ۵۰٪ ظرفیت زراعی (تنش خشکی شدید) و تیمار اسپرمیدین شامل سه غلظت (۰، ۰/۵ و ۱ میلی مولار) بودند. در مدت تنش، روند تغییر کلروفیل، پرولین، نشت الکترولیت، مالون دی‌آلدهید، آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز و فراسنجه‌های رشدی (وزن تر و خشک بخش هوایی و ریشه) به فواصل زمانی ۱۵ روز مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد تنش خشکی موجب کاهش وزن تر شاخساره و افزایش نشت الکترولیت، میزان پرولین، پراکسیداسیون لیپیدی و فعالیت پراکسیداز گردید. اسپرمیدین مقادیر کلروفیل (b, a و کل) را افزایش و میزان پرولین، پراکسیداسیون لیپیدی و فعالیت پراکسیداز را کاهش داد. به طور کلی، نتیجه‌های به‌دست آمده نشان داد که پیش تیمار با اسپرمیدین می‌تواند باعث کاهش اثرهای مضر تنش آبی و افزایش تحمل چمن آفریقایی به خشکی گردد.

واژه‌های کلیدی: آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، پلی‌آمین، تنش خشکی، ظرفیت زراعی.

مقدمه

در سال‌های اخیر و به‌ویژه در کشورهایی با اقلیم بیابانی و نیمه بیابانی، به‌دلیل کمبود آب، گسترش و ایجاد فضاهای سبز جدید با محدودیت‌های جدی روبه‌رو گردیده است. میزان مصرف آب در چمن‌ها نه تنها در مناطق خشک و نیمه‌خشک، بلکه در مناطق مرطوب و نیمه‌مرطوب نیز در سال‌های اخیر به دلیل کاهش میزان بارندگی و افزایش دمای هوا چالش عمده مدیران فضای سبز بوده است (۲۶). چمن آفریقایی[۳] گیاهی از تیره گندمیان[۴] و یکی از انواع مهم چمن می‌باشد. این چمن به گرمای هوا، شوری، خشکی خاک، بیماری‌ها و پاخوری مقاوم است (۱۷). این چمن در مناطق گرم و خشک جهان به ویژه در جنوب ایران برای پوشش زمین‌های ورزشی و نیز در فضای سبز کشت می‌شود. تنش کم‌آبی هنگامی رخ می‌دهد که میزان کاهش آب گیاه در اثر تبخیر و تعرق بیشتر از جذب آب از خاک باشد و می‌تواند بسیاری از جنبه‌های سوخت و ساز (متابولیسم) و رشد گیاه را زیر تاثیر قرار دهد. کمبود آب با تاثیر بر آماس یاخته‌ای و باز و بسته شدن روزنه‌ها، می‌تواند فرایند فتوسنتز، تنفس و تعرق را تغییر داده و از سوی دیگر با تاثیر بر فرآیندهای آنزیمی که به‌طور مستقیم با پتانسیل آب کنترل می‌شوند، بر رشد

۱- تاریخ دریافت: ۹۷/۴/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۳/۲۴
۲- به‌ترتیب دانش آموخته و دانشیاران گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.
* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: (chehrazi.m@scu.ac.ir).
۳- *Cynodon dactylon* L. ۴- Poaceae

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-19]
[DOR: 20.1001.1.16807154.1401.23.1.15.3]

گیاه اثر منفی می‌گذارد (۱). پژوهش‌های متعددی در زمینه بررسی اثر خشکی بر گونه‌های مختلف چمن صورت گرفته است. در مطالعه‌ای روی چمانواش و فریژ کنتاکی مشخص شد تنش خشکی سبب کاهش کیفیت، محتوای نسبی آب برگ و افزایش نشت الکترولیت این چمن‌ها گردید (۲۲). Fu و همکاران (۹) تحمل به تنش خشکی دو گونه چمن فصل سرد، فریژ کنتاکی و چمانواش، را در سه رژیم رطوبتی خاک شامل آبیاری کامل، خشکی سطحی و خشکی کامل بررسی کردند. در شرایط خشکی کامل، محتوای نسبی آب برگ، کلروفیل و وزن خشک اندام هوایی کاهش پیدا کرد. در پژوهشی، Huang و همکاران (۱۴) با بررسی اثر تنش خشکی بر چمانواش بیان کردند، زمانی که مقدار نسبی آب برگ به حدود ۶۰ درصد رسید به علت بسته شدن روزنه‌ها و آسیب کلروپلاست، میزان فتوسنتز به طور معنی‌داری کاهش یافت. چگاه و همکاران (۴) بیان کردند، انباشت پرولین رابطه مستقیم و مثبتی با افزایش تحمل به خشکی در گیاهان دارد. Lio و همکاران (۱۷) گزارش دادند که افزایش گونه‌های فعال اکسیژن طی تنش خشکی در چمن آفریقایی سبب تخریب و کاهش کلروفیل‌ها، افزایش میزان انباشت مالون‌دی آلدهید و پرولین و تخریب غشا می‌شود. بسیاری از گیاهان برای تحمل در برابر تنش خشکی و شوری ترکیب‌های اسمولیت را می‌سازند. از جمله اسمولیت‌ها می‌توان به پرولین، بتائین و پلی‌آمین‌ها اشاره نمود (۲۱). پلی‌آمین‌ها دسته‌ای از ترکیب‌های طبیعی با وزن مولکولی کم، دارای گروه‌های نیتروژن‌دار خطی و یکی از مهمترین مواد تنظیم‌کننده رشد گیاهی هستند که به تقریب در همه موجودات زنده جانوری و گیاهی یافت می‌شوند و در طیف گسترده‌ای از فرایندهای فیزیولوژیکی مانند تقسیم یاخته‌ای، تشکیل رویان، تمایز آوندی، آغازش ریشه، ریشه‌زایی، تشکیل شاخه، افزایش رشد شاخه، افزایش زیست‌ساخت آنزیم‌ها، انگیزش و تکامل گل، رسیدن میوه، پیری، تنظیم فرآیندهای مختلف نمو، تمایزیابی و رویان‌زایی نقش دارند. میزان رشد گیاهان به‌طور مستقیم به میزان پلی‌آمین‌های یاخته‌ای وابسته است و قطع زیست‌ساخت این مواد باعث کندی یا توقف رشد گیاه می‌شود (۱۹ ، ۱۸). پوتریسین، اسپرمیدین و اسپرمین از مهم‌ترین پلی‌آمین‌های موجود در گیاهان هستند (۱۳ ، ۱۵). گزارش‌های متعددی در مورد نقش پلی‌آمین‌ها در کاهش اثرهای ناشی از تنش وجود دارد. به عنوان مثال، محلول‌پاشی اسپرمیدین روی گیاهچه‌های برنج قرار گرفته در معرض تنش شوری، موجب کاهش آسیب به غشا و افزایش تحمل تنش شوری این گیاه شد (۲۴). Diao و همکاران (۶) گزارش دادند کاربرد اسپرمیدین در گوجه‌فرنگی سبب افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان و افزایش تحمل به تنش سرمازدگی شد. همچنین، Radhakrishnan (۲۳) نیز گزارش دادند که کاربرد اسپرمیدین در خیار باعث افزایش تحمل به تنش شوری و بهبود ویژگی‌های رشدی این گیاه شد. با توجه به اینکه چمن از گیاهان پرتوقع در زمینه نگهداری است و نیازمند آب فراوان است، هدف پژوهش حاضر بررسی اثر اسپرمیدین بر پارامترهای رشد، کلروفیل، پرولین، نشت الکترولیت، مالون دی‌آلدهید و آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز چمن آفریقایی در پاسخ به سطوح مختلف خشکی بود.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در مجتمع گلخانه‌ای دانشگاه شهید چمران اهواز صورت گرفت. در این آزمایش برهمکنش سه سطح اسپرمیدین (صفر، ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار) و سه سطح آبیاری شامل آبیاری معمولی، تنش متوسط (۷۵٪ آبیاری معمولی) و تنش شدید (۵۰٪ آبیاری معمولی) بر رشد و برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی چمن آفریقایی مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش به صورت طرح کرت‌های دوبار خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. بذرهای چمن آفریقایی در ظرف‌های مستطیل شکل به طول، عرض و ژرفای به ترتیب ۵۵، ۳۵ و ۳۰ سانتی‌متر کشت شدند. محیط کشت شامل ماسه، کود حیوانی پوسیده و خاک مزرعه (۱:۱:۱) بود. گلدان‌ها به مدت دو ماه جهت استقرار اولیه گیاهان با آب معمولی آبیاری شدند. طی این مدت سرزنی در ارتفاع پنج سانتی‌متر انجام شد. تیمار اسپرمیدین با محلول‌پاشی برگی ۰/۵ و ۱ میلی مولار و آب مقطر به عنوان شاهد، دو هفته پس از آخرین سرزنی اعمال شد. گیاهان با اسپرمیدین یا آب مقطر، با کاربرد توئین ۸۰ (0.5%,v/v) مطابق با تیمارهای مختلف افشانه شدند. تیمار تنش خشکی یک هفته پس از محلول‌پاشی اعمال شد. ویژگی‌های آمیخته خاکی در جدول ۱ آمده است.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1401.23.1.15.3]

جدول ۱- ویژگی‌های آمیخته خاکی مورد استفاده در پژوهش حاضر.

Table 1. Characteristics of the used soil mixture in the present research.

درصد ماده آلی Organic material (%)	هدایت الکتریکی EC (dS/m)	پی‌اچ pH	درصد نیتروژن کل Nitrogen (%)	وزن مخصوص ظاهری Bulk density (g/cm^3)	درصد رس Clay (%)	درصد سیلت Silt (%)	درصد شن Sand (%)	بافت خاک Soil Texture
1.61	6.85	6.83	0.11	1.14	14.65	36.35	49	لومی

پیش از استقرار کامل گیاه، آبیاری متداول صورت گرفت. به منظور اعمال تیمار آبیاری، در ابتدا درصد رطوبت خاک در حالت ظرفیت مزرعه (F.C.)[۱] و درصد رطوبت خاک در نقطه پژمردگی دایم (P.W.P.)[۲] با استفاده از دستگاه صفحه فشاری تعیین شد. جهت محاسبه میزان رطوبت خاک، روزانه از ژرفای صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک تیمار شاهد، به وسیله لوله استوانه‌ای شکل به قطر حدود سه سانتی‌متر نمونه برداری شد و جهت تعیین میزان رطوبت آن به مدت ۲۴ ساعت در آون در دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس قرار گرفت. هنگامی که درصد رطوبت نزدیک به (ΦPWP) بود تیمار آبیاری اعمال می‌شد و سپس از رابطه (۱) عمق آب مورد نیاز گیاه جهت تیمار شاهد و از فرمول (۲) حجم آب آبیاری بر حسب میلی‌لیتر برای تیمار شاهد، محاسبه گردید (۴):

$$Dn=(FC-P/100)\times Cs\times Zr \qquad (1)$$

Dn عمق آبیاری،P درصد رطوبت خاک که آبیاری انجام می‌گیرد، Cs وزن مخصوص ظاهری و Zr عمق ریشه بر حسب میلی‌متر بود.

$$V=Dn/(1000\times S) \quad (۲)$$

S مساحت جعبه‌ها و V حجم آب در تیمار شاهد بود.

سپس به ترتیب حجم آبیاری در تیمارهای ۷۵ و ۵۰ درصد آبیاری نیز محاسبه و اعمال گردید. پیش از اعمال تیمارها (زمان صفر) و ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ روز پس از اعمال تیمار تنش خشکی نمونه‌برداری جهت تعیین تغییرهای کلروفیل، پرولین و نشت الکترولیت انجام شد. برای محاسبه وزن تر و خشک ریشه و بخش هوایی، در فواصل زمانی ۳۰ روز از هر ظرف با کوادرات ۱۰×۱۰ سانتی‌متر به طور تصادفی نمونه‌برداری شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون در دمای ۷۵ درجه سلسیوس قرار گرفت.

میزان پرولین به روش Bates و همکاران (۲) اندازه‌گیری شد. نشت الکترولیت با روش Zhao و همکاران (۳۲) اندازه‌گیری شد. میزان کلروفیل در برگ بر اساس روش پیشنهادی Lichtenthaler (۱۶) اندازه‌گیری شد. برای اندازه گیری میزان مالون دی‌آلدهید از روش Heath و همکاران (۱۰) استفاده شد. فعالیت آنزیم کاتالاز به روشBeers و همکاران (۳) سنجیده شد. فعالیت آنزیم پراکسیداز به روش Hemeda و همکاران (۱۱) سنجیده شد.

تجزیه آماری داده ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) انجام شد. همچنین به منظور مقایسه میانگین داده‌ها از روش‌های آزمون چند دامنه ای دانکن ($P<۰/۰۵$) استفاده گردید.

نتایج و بحث

وزن تر و خشک شاخساره و ریشه

با توجه به نتیجه‌های تجزیه واریانس، مدت زمان تنش اثر معنی‌داری در سطح یک درصد بر ویژگی‌های رشدی وزن تر بخش هوایی و وزن خشک بخش هوایی و ریشه داشت. بیشترین وزن تر شاخساره در تیمار شاهد و کمترین وزن تر شاخساره در تیمار ۵۰ درصد آبیاری مشاهده شد که بین آنها اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود داشت، اما تیمار ۷۵ درصد

۱- Field Capacity
۲- Permanent Wilting Point

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1401.23.1.15.3]

آبیاری اختلاف معنی‌داری با تیمار ۵۰ درصد آبیاری نداشت (جدول ۵). با گذشت زمان، وزن تر شاخساره افزایش یافت به طوری‌که کمترین مقدار آن در آغاز تنش و بیشترین مقدار آن ۶۰ روز پس از تنش به‌دست آمد (جدول ۲). وزن تر ریشه اختلاف معنی‌داری نداشت. گذشت زمان به طور معنی داری (در سطح ۱ درصد) بر وزن خشک شاخساره تاثیر گذاشت به گونه‌ای که وزن خشک شاخساره بیشترین مقدار را ۶۰ روز پس از شروع تنش خشکی داشت که اختلاف معنی‌داری با ۳۰ روز پس از تنش نداشت. کمترین مقدار وزن خشک شاخساره در آغاز تنش خشکی (زمان صفر) مشاهده شد (جدول ۵). آب یکی از نیازهای اساسی گیاه برای انجام عمل فتوسنتز و تولید ماده خشک می‌باشد. با توجه به نتیجه‌های جدول ۲، از آغاز تنش تا یک ماه پس از تنش مقدار وزن خشک ریشه افزایش و از ۳۰ تا ۶۰ روز پس از تنش کاهش یافت. زمان آغاز تنش با انتهای تنش (روز ۶۰) اختلاف معنی‌داری نداشت. بیان شده است در گیاهانی که با کمبود آب مواجه می‌شوند، کاهش فتوسنتز و تولید ماده خشک امری اجتناب ناپذیر است (۱). افزون بر این، خشکی باعث از دست رفتن محتوای آب بافت‌ها و کاهش فشار آماس یاخته‌ای شده که به دنبال آن توسعه و تقسیم یاخته‌ای را مهار کرده و رشد و ذخیره ماده خشک گیاه را کاهش می‌دهد.

جدول ۲- اثر مدت تنش بر برخی ویژگی‌های رشدی چمن آفریقایی زیر تیمارهای تنش خشکی و اسپرمیدین.

Table 2. Effect of stress duration on some growth traits of *Cynodon dactylon* under drought stress and spermidine treatments.

زمان (روز) Time (day)	وزن تر بخش هوایی Shoot fresh weight (g)	وزن خشک بخش هوایی Shoot dry weight (g)	وزن خشک ریشه Root dry weight (g)
0	17.65 b	0.82 b	4.75 b
30	24.05 a	1.17 a	6.57 ab
60	27.63 a	0.92 b	7.99 a

حرف‌های غیرمشترک در هر ستون حاکی از وجود تفاوت معنی‌دار آماری در سطح احتمال ۵ درصد است.

Non-similar letters in each column indicate a statistically significant difference at 5% probability level.

محتوای کلروفیل

با توجه به نتیجه‌های جدول تجزیه واریانس، اثر ساده زمان و اسپرمیدین از نظر آماری بر میزان کلروفیل a، b و کل تأثیر معنی‌داری داشت. بر اساس نتیجه‌های این جدول، تنش خشکی و همچنین برهمکنش تنش خشکی و اسپرمیدین در طول زمان بر میزان کلروفیل تأثیر آماری نشان نداد. روند تغییر کلروفیل طی دوره تنش متغیر بود. همان گونه که در جدول ۳ نشان داده شده است، بیشترین مقدار کلروفیل (b, a و کل)، در آغاز تنش و کمترین مقدار آن ۱۵ روز پس از تنش مشاهده شد که به نظر می‌رسد تنش خشکی انتقال الکترون فتوسنتزی و مقدار کلروفیل را کاهش داده باشد. به عبارتی، کاهش معنی‌دار کلروفیل در این پژوهش به دلیل کاهش فاکتورهای لازم جهت ساخت کلروفیل و تخریب ساختمان آن می‌باشد. بدین معنی که تجزیه کلروفیل در شرایط خشکی افزایش می‌یابد (۱). از سویی دیگر، تیمار اسپرمیدین با افزایش غلظت، مقادیر کلروفیل را افزایش داد. بیشترین مقدار کلروفیل در تیمار ۱ میلی‌مولار اسپرمیدین و کمترین مقدار آن در تیمار شاهد مشاهده شد که بین آن‌ها در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت. تیمار ۰/۵ میلی مولار اسپرمیدین با شاهد تفاوت معنی داری نشان نداد (جدول ۳). Lio و همکاران (۱۷) نیز گزارش دادند که افزایش گونه‌های فعال اکسیژن طی تنش خشکی در چمن آفریقایی سبب تخریب و کاهش کلروفیل‌ها می‌شود. در واقع، کاربرد پلی‌آمین‌ها موجب حفظ پایداری غشاهای کلروپلاست و مانع تجزیه کلروفیل می‌شوند. پلی آمین‌ها با اتصال یونی به غشای تیلاکوئید سبب حفظ غشا شده و به این ترتیب پلی‌آمین‌ها به طور غیرمستقیم در حفظ فتوسنتز دخالت دارند. کاهش در محتوای کلروفیل برگ‌های گندم در تنش خشکی مشاهده شد که با تیمار اسپرمیدین اثرهای تنش کاهش یافت (۷). همچنین به گزارش Diao و همکاران (۶) کاربرد خارجی اسپرمیدین باعث القای داخلی سیتوکینین شده که باعث تحریک تولید و افزایش کلروفیل در گوجه‌فرنگی گردید و به طور قابل توجهی محتوای رنگدانه‌های فتوسنتزی را افزایش داد. نتیجه‌های پژوهش حاضر نیز در رابطه با میزان تغییرهای کلروفیل در اثر تنش آبی و تیمار اسپرمیدین با دیگر پژوهش های بیان شده همخوانی داشت. افزایش محتوای کلروفیل گیاه در شرایط خشکی در پاسخ به

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1401.23.1.15.3]

اسپرمیدین خارجی را می‌توان به انگیزش آنتی اکسیدانی مرتبط دانست که گیاه را در برابر آسیب حفظ می‌کند. در مطالعه حاضر تیمار با اسپرمیدین تحت تنش باعث افزایش محتوای کلروفیل شده است.

جدول ۳- اثر مدت تنش بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی چمن آفریقایی زیر تیمارهای تنش خشکی و اسپرمیدین.

Table 3. Effect of stress duration on some physiological traits of *Cynodon dactylon* under drought stress and spermidine treatments.

زمان (روز) Time (day)	نشت الکترولیت Electrolyte leakage (%)	کلروفیل a chlorophyll a (mg/gFW)	کلروفیل b chlorophyll b (mg/gFW)	کلروفیل کل Total chlorophyll (mg/gFW)	پرولین Proline (mg/gFW)	کاتالاز Catalase (Units mg^{-1} protein)	پراکسیداز Peroxidase (Units mg^{-1} protein)
0	8.33 b	1.985 a	0.759 a	2.743 a	118.34 a	0.74 a	18.53 b
15	12.96 a	1.054 d	0.366 b	1.420 d	68.98 c	0.72 a	34.46 a
30	10.90 ab	1.698 b	0.682 a	2.380 b	98.81 ab	0.31 c	16.6 b
45	5.36 c	1.703 b	0.820 a	2.523 ab	79.04 bc	0.49 b	32.06 a
60	11.11 ab	1.324 c	0.657 a	1.982 c	69.13 c	0.14 d	18.63 b

حرف‌های غیرمشترک در هر ستون حاکی از وجود تفاوت معنی‌دار آماری در سطح احتمال ۵ درصد است.

Non-similar letters in each column indicate a statistically significant difference at 5% probability level.

جدول ۴- اثر تنش خشکی بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی چمن آفریقایی زیر تیمارهای تنش خشکی و اسپرمیدین.

Table 4. Effect of drought stress on some physiological traits of *Cynodon dactylon* under drought stress and spermidine treatments.

ظرفیت زراعی (٪) Field capacity (%)	وزن تر بخش هوایی Shoot fresh weight (gr)	نشت الکترولیت Electrolyte leakage (%)	پرولین Proline (mg/gFW)	مالون‌دی‌آلدهید Malondialdehyde (mg/gFW)	پراکسیداز Peroxidase (Units mg^{-1} protein)
100	26.42 a	7.56 b	61.09 b	153.383 b	24.06 ab
75	22.04 b	9.91 a	91.10 a	233.261 ab	20.76 b
50	20.87 b	11.73 a	108.40 a	289.023 a	27.34 a

حرف‌های غیرمشترک در هر ستون حاکی از وجود تفاوت معنی‌دار آماری در سطح احتمال ۵ درصد است.

Non-similar letters in each column indicate a statistically significant difference at 5% probability level.

نشت الکترولیت

با توجه به نتیجه‌های جدول تجزیه واریانس، تنها اثر ساده زمان و تنش خشکی بر نشت الکترولیت معنی‌دار شد و تفاوت آماری در سطح ۱ درصد را نشان داد. نتیجه‌های مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴) بیانگر افزایش نشت الکترولیت در اثر کاهش عرضه آب می‌باشد. بیشترین میزان نشت الکترولیت در تنش خشکی شدید (تیمار ۵۰ درصد آبیاری) و کمترین میزان آن در تیمار شاهد به‌دست آمد. بیشترین میزان نشت الکترولیت ۱۵ روز پس از تنش و کمترین میزان آن ۴۵ روز پس از تنش مشاهده شد (جدول ۳). به نظر می‌رسد که پایداری غشای یاخته‌ای در تنش‌ها با ساخت پروتئین‌های شوک گرمایی و ویژگی‌های سیستم فتوسنتزی، از جمله آنزیم‌های کلیدی و غشاهای تیلاکوئید مرتبط می‌باشد (۵). نتیجه‌های پژوهش حاضر نشان داد که افزایش شدت و مدت زمان تنش خشکی باعث ایجاد اختلال شدید در فعالیت‌های زیستی غشای یاخته‌ای، کاهش سیالیت آن و غیرفعال‌سازی یا کاهش سرعت پمپ شدن یون‌های غشایی می‌شود، بنابراین میزان نشت یون‌ها افزوده گردید که با نتیجه‌های به‌دست آمده توسط دمین و همکاران (۵) همخوانی داشت. برهمکنش پلی‌آمین‌ها با فسفولیپیدهای غشایی ممکن است از راه عمل کردن به عنوان جمع‌کننده رادیکال های آزاد و افزایش فعالیت سیستم آنتی اکسیدانی موجب پایداری

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1401.23.1.15.3]

غشاها در شرایط تنش شود (۲۸). بنابراین، در پژوهش حاضر کاربرد اسپرمیدین موجب کاهش رادیکالهای آزاد و درنتیجه کاهش نشت الکترولیت طی دوره تنش گردید.

پرولین

اثر ساده زمان و تنش خشکی در سطح آماری ۱ درصد و غلظت اسپرمیدین مورد استفاده در سطح آماری ۵ درصد موجب ایجاد تفاوت معنی‌داری در میزان پرولین چمن آفریقایی شد. این در حالی بود که اثرهای متقابل تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند. با شدت یافتن تنش خشکی برمیزان پرولین افزوده شد و بیشترین میزان پرولین در تنش خشکی شدید و کمترین میزان آن در تیمار بدون تنش مشاهده شد. (جدول ۴). اسپرمیدین موجب کاهش میزان پرولین گردید و بیشترین میزان پرولین در تیمار شاهد و کمترین میزان آن در تیمار ۱ میلی مولار اسپرمیدین به‌دست آمد (جدول ۵). طی دوره تنش میزان پرولین روند متغیری داشت و بیشترین میزان آن در آغاز تنش و کمترین میزان آن انتهای دوره تنش مشاهده شد (جدول ۳). گیاه در معرض تنش خشکی اقدام به تولید اسمولیت‌هایی مانند پرولین می‌کند. پرولین به عنوان یک ماده محلول سبب کاهش پتانسیل اسمزی، حفظ آماس یاخته‌ای، حفاظت و پایداری سامانه‌های غشایی، جلوگیری از تجزیه پروتئین و در نهایت کاهش اثرگذاری منفی تنش می‌شود. در نتیجه، در شرایط تنش از هدررفت آب بیشتر از یاخته‌ها جلوگیری کرده و از آسیب‌های ناشی از رادیکال‌های آزاد می‌کاهد (۲۲). در پژوهش حاضر تیمار اسپرمیدین موجب کاهش پرولین شد و از آنجایی که این تیمار موجب افزایش کلروفیل گردید و پرولین و کلروفیل از پیش ماده مشترک ساخته می‌شوند (۷)، به احتمال، اسپرمیدین از این راه بر میزان پرولین تاثیر داشته است.

جدول۵- اثر اسپرمیدین بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی چمن آفریقایی تحت تیمارهای تنش خشکی.

Table 5. Effect of Spermidine on some physiological traits of *Cynodon dactylon* under drought stress.

اسپیرمیدین (میلی‌مولار) Spermidine (mM)	کلروفیل a Chlorophyll a (mg/gFW)	کلروفیل b Chlorophyll b (mg/gFW)	کلروفیل کل Total Chlorophyll (mg/gFW)	پرولین Proline (mg/gFW)	پراکسیداز Peroxidase (Units mg^{-1} protein)
0	1.502 b	0.597 b	2.099 b	100.93 a	24.11 ab
0.5	1.503 b	0.643 b	2.146 b	80.87 b	26.69 a
1	1.653 a	0.730 a	2.383 a	78.78 b	21.37 b

حرف‌های غیرمشترک در هر ستون حاکی از وجود تفاوت معنی‌دار آماری در سطح احتمال ۵ درصد است.

Non-similar letters in each column indicate a statistically significant difference at 5% probability level.

مالون دی‌آلدهید

با توجه به نتیجه‌های جدول ۲، اثر ساده زمان، تنش خشکی و اسپرمیدین و همچنین برهمکنش زمان در اسپرمیدین، تنش خشکی در اسپرمیدین و برهمکنش سه‌گانه زمان در تنش خشکی در اسپرمیدین بر میزان مالون دی‌آلدهید چمن آفریقایی تاثیر معنی‌دار آماری در سطح احتمال ۱ درصد داشت. با توجه به جدول ۴، بیشترین میزان مالون دی‌آلدهید (شاخص پراکسیده شدن لیپیدی) در تنش شدید (آبیاری ۵۰ درصد) بدون کاربرد اسپرمیدین، ۳۰ روز پس از تنش خشکی و کمترین مقدار آن در تیمار بدون تنش (آبیاری ۱۰۰ درصد) و با کاربرد اسپرمیدین ۱ میلی مولار، ۱۵ روز پس از تنش خشکی مشاهده شد. کمبود آب شبیه سایر شرایط نامساعد محیطی، تنش اکسیداتیو ایجاد می‌کند و از راه بسته شدن روزنه و در نتیجه کمبود CO_2، باعث مهار فتوسنتز شده و منجر به تشکیل گونه‌های اکسیژن فعال (ROS) در کلروپلاست می‌شود که باعث آسیب به غشا در اثر پراکسیداسیون لیپیدی می‌گردد (۲۰). در شرایط خشکی، رادیکال‌های سوپراکسید باعث پراکسیداسیون لیپیدی می‌شود و می‌توانند باعث پراکسیداسیون و استری‌شدن لیپیدهای غشاء شده که طی آن موجودات زنده سطح متوسطی از خشکی را تحمل می‌کنند (۱۲) بر پایه داده های به‌دست آمده افزایش ناچیز MDA در خشکی متوسط نشان دهنده یک حفاظت بهتر از غشاهای یاخته‌ای در مقابل آسیب اکسیداتیو می باشد. بنظر می‌رسد که اسپرمیدین، با پاکسازی رادیکال های آزاد، از اکسیداسیون چربی‌ها جلوگیری نموده و مانع افزایش مالون دی‌آلدهید می شود. کاهش آسیب

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1401.23.1.15.3]

غشاء یاخته‌ای در پاسخ به تیمار هورمونی در گیاهان تنش دیده می‌تواند نمایانگر مسئله القاء سیستم دفاع آنتی اکسیدانی بوسیله اسپرمیدین، با از بین بردن رادیکال های آزاد به طور مستقیم و یا توسط آنزیم های آنتی اکسیدان باشد، که خسارت ناشی از این گونه‌های فعال را کاهش داده و در نتیجه پراکسیداسیون لیپیدی غشاء کاهش یافته است. Verma و همکاران (۲۹) گزارش دادند که پوترسین هنگامی که به دانهال های *Brassica juncea* تیمار شده با کلراید سدیم اضافه شد موجب کاهش H_2O_2 و پراکسیداسیون لیپید شد که بر اثرهای مثبت پلی‌آمین‌های برون زاد دلالت دارد که ممکن است مربوط به ویژگی‌های آنتی اکسیدانی آنها باشد.

جدول ۶- برهمکنش تیمار تنش خشکی، اسپرمیدین و مدت تنش بر میزان مالون دی‌آلدهید.

Table 6. Interaction effect of drought stress, spermidine and duration of stress on malondialdehyde.

ظرفیت زراعی Field capacity (%)	اسپرمیدین Spermidine (mM)	زمان Time (day)				
		0	15	30	45	60
100	0	438.709 e	193.556 t	220.00 r	118.279 b	172.041 v
	0.5	339.781 i	94.621 e	118.279 b	101.078 d	73.112 i
	1	154.839 y	51.610 m	113.012 c	53.761 l	58.061 k
75	0	395.699 f	470.969 c	369.890 h	167.740 w	270.969 n
	0.5	307.529 k	162.368 x	286.020 m	133.331 z	124.730 a
	1	262.368 o	119.350 b	251.611 p	90.320 g	86.020 h
50	0	836.559 a	455.914 d	692.471 b	210.630 s	238.709 q
	0.5	393.549 g	318.279 j	303.228 l	94.621 e	176.341 u
	1	92.471 f	64.518 j	193.549 t	92.471 f	172.041 v

حرف‌های غیرمشترک در هر ستون حاکی از وجود تفاوت معنی‌دار آماری در سطح احتمال ۵ درصد است.

Non-similar letters in each column indicate a statistically significant difference at 5% probability level.

آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز

نتیجه‌ها نشان داد که اثر ساده زمان در سطح ۱ درصد و برهمکنش زمان در تنش خشکی در اسپرمیدین در سطح آماری ۵ درصد بر آنزیم کاتالاز تاثیر معنی‌داری داشت. طی مدت تنش روند متغیری در فعالیت آنزیم کاتالاز مشاهده شد. در ۱۵ روز ابتدای دوره تنش فعالیت این آنزیم به‌تقریب ثابت بود و تغییر معنی‌داری مشاهده نشد. در فاصله زمانی ۱۵ تا ۳۰ و ۴۵ تا ۶۰ روز پس از تنش فعالیت آنزیم کاتالاز به طور معنی‌داری کاهش یافت و از زمان ۳۰ تا ۴۵ روز پس از تنش فعالیت این آنزیم افزایش یافت. بیشترین مقدار فعالیت آنزیم کاتالاز ۱۵ روز پس از تنش مشاهده شد که با آغاز تنش تفاوت معنی‌داری نداشت. کمترین فعالیت آنزیم کاتالاز در انتهای دوره تنش (۶۰ روز پس از تنش) مشاهده شد (جدول ۳).

تنها اثر ساده زمان، تنش خشکی و اسپرمیدین از نظر آماری بر آنزیم پراکسیداز تأثیر معنی‌داری داشت. تنش خشکی شدید موجب افزایش فعالیت آنزیم پراکسیداز شد. بیشترین فعالیت این آنزیم در تیمار ۵۰ درصد آبیاری و کمترین میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز در تنش خشکی متوسط (تیمار ۷۵ درصد آبیاری) مشاهده شد. (جدول ۴). فعالیت پراکسیداز تحت تأثیر اسپرمیدین آهنگ متغیری داشت؛ به طوریکه بیشترین فعالیت این آنزیم در تیمار اسپرمیدین ۰/۵ میلی مولار به‌دست آمد. کمترین فعالیت آن در تیمار ۱ میلی مولار اسپرمیدین مشاهده شد. بین تیمار شاهد با دو تیمار ۰/۵ و ۱ میلی مولار

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1401.23.1.15.3]

اختلاف معنی دار مشاهده نشد. (جدول ۵). فعالیت پراکسیداز طی مدت تنش روند افزایشی - کاهشی متناوب داشت. بیشترین فعالیت آنزیم پراکسیداز ۱۵ روز پس از تنش مشاهده شد که با زمان ۴۵ روز پس از تنش اختلاف معنی دار نداشت. کمترین فعالیت این آنزیم ۳۰ روز پس از تنش بود که با آغاز تنش و انتهای تنش اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۳).

گیاهان برای مقابله با تنش خشکی مکانیزم‌های آنزیمی مانند پراکسیداز، آسکوربات پراکسیداز، کاتالاز و سوپراکسید دیسموتاز را به وجود آورده‌اند. این آنزیم‌ها شاخص‌های ارزیابی تحمل به خشکی در گیاهان محسوب می‌شوند (۸). کاتالاز از مهمترین آنزیم‌های جمع‌آوری کننده پراکسید هیدروژن به شمار می آید. کاتالاز پراکسید هیدروژن را با تسریع تجزیه آن به آب و اکسیژن، حذف می‌کند. پراکسیدازها از جمله آنزیم‌هایی به شمار می‌روند که نقش بسیار مهمی در پاسخ به تنش‌های غیرزیستی مانند خشکی دارند. در پژوهشی افزایش، کاهش و عدم تغییر در فعالیت پراکسیداز در پاسخ به تنش خشکی نشان داده شده است (۳۱). در پژوهشی مشخص شد که فعالیت دو آنزیم پراکسیداز و کاتالاز در گیاه خیار زیر تاثیر تنش خشکی افزایش یافت. در پژوهشی، Sharma و همکاران (۲۷) گزارش کردند با اعمال تنش ملایم خشکی بر گیاه برنج فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز، کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز افزایش یافت. همچنین، پژوهشگران دیگر گزارش مشابهی منتشر کرده‌اند که اثر تنش خشکی بر فعالیت آنزیم‌های ضداکسیداتیو مانند پراکسیداز، سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز در گیاه گندم منجر به افزایش آنزیم‌های مذکور شده است (۳۱). در پژوهشی دیگر، Egret و همکاران (۸) مشاهده کردند که در پیاز کوهی (*Allium schoenoprasum*) ۹ روز پس از قطع آبیاری فعالیت آنزیم پراکسیداز افزایش یافت. در پژوهش حاضر نیز اعمال تنش خشکی باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و کاتالاز شد. برخی دانشمندان معتقدند که پراکسیداز در فرآیندهای متابولیکی مانند کاتابولیسم هورمون، دفاع در برابر عوامل بیماری‌زا، اکسیداسیون فنول، ایجاد پیوند با پروتئین‌های ساختاری یاخته و پلی‌ساکاریدهای یاخته‌ای نقش دارد (۲۷). نقش پلی‌آمین‌ها در کاهش آسیب‌های اکسیداتیو ناشی از تنش‌های متعدد گزارش شده است. برای مثال، Yiu و همکاران (۳۰) گزارش کردند که پوتریسین برون‌زاد، تخریب اکسیداتیو القا شده در گیاه پیازچه (*Allium fistulosum*) را از راه افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گیاه کاهش می‌دهد. همچنین، گزارش های Diao و همکاران (۶) و Radhakrishnan (۲۳) نشان داد که کاربرد اسپرمیدین به ترتیب در گوجه‌فرنگی و خیار اثرهای مخرب تنش را خنثی نموده و با کاهش رادیکال‌های آزاد باعث تحمل گیاه در برابر تنش گردیده و همچنین فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان را افزایش داد.

نتیجه‌گیری

کاهش رطوبت خاک موجب کاهش رشد و کاهش میزان کلروفیل برگ می‌شود. از سوی دیگر میزان پرولین و نشت الکترولیت، پراکسیداسیون لیپیدی و فعالیت پراکسیداز در شرایط تنش خشکی افزایش می‌یابد. بستن روزنه ها و انباشت متابولیت‌هایی چون پرولین (جهت تنظیم اسمزی) مکانیسم‌های عمده‌ای هستند که چمن آفریقایی برای مقابله با شرایط کم آبی به خدمت می‌گیرد. تیمار اسپرمیدین قبل از تنش خشکی، می‌تواند اثرهای مضر تنش را کاهش دهد. این احتمال وجود دارد که پلی‌آمین‌های اندوخته شده می‌توانند در مکانیسم دفاعی گیاه علیه اثرهای تنش خشکی دخیل باشند. مشاهده‌های ما نشان می‌دهد که این اثر ممکن است ناشی از کاهش شدت تنش اکسیداتیو در شرایط کمبود آب باشد. تحمل گیاه به کمبود آب در ارتباط با کم بودن نشت الکترولیت و بالا بودن کلروفیل است. به طور کلی نتیجه‌ها نشان می‌دهد که پیش‌تیمار با اسپرمیدین با ایجاد تغییر در ویژگی‌های رشدی، بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی می‌تواند مقاومت چمن آفریقایی به خشکی را بهبود بخشد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز، جهت حمایت مالی از این پژوهش در قالب پایان‌نامه کارشناسی ارشد و همچنین از گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی برای همکاری در انجام آزمایش‌های مربوط، سپاسگزاری می‌شود.

منابع

References

1. Bajji, M., S. Lutts and J.M. Kinet. 2001. Water deficit effects on solute contribution to osmotic adjustment as a function of leaf ageing in three durum wheat (*Triticum durum* Desf.) under arid condition. Plant Sci. 160: 669-681.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1401.23.1.15.3]

2. Bates, L.S., R.P. Waldren and I.D. Treare. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant Soil, 39: 205-207.
3. Beers, R.S. and I. Sizer. 1952. A spectrophotometric method for measuring the breakdown of hydrogen by catalase. J. Biochem. 195: 133-140.
4. Chegah, S. M Chehrazi, M Albaji. 2013. Effects of drought stress on growth and development Frankenia plant (*Frankenia Leavis*). Bulg. J. Agric. Sci. 19 (4), 659-665
5. Demin, I.N., A.N. Deryabin, M.S. Sinkevich and T.I. Trunova. 2008. Insertion of Cyanobacterial des A gene coding for Δ12-acyl-lipid desaturase increases potato plant resistance to oxidative stress induced by hypothermia. Russ. J. Plant Physiol. 55: 710-720.
6. Diao, Q., Y. Song and H. Qi. 2015. Exogenous spermidine enhances chilling tolerance of tomato seedlings via involvement in polyamines metabolism and physiological parameter levels. Acta Physiol. Plant. 37: 230-2 45.
7. Duan, H.G., Sh. Yuan, W.J. Liu, D.H. Xi, D.H. Qing, H.G. Liang and H.H. Lin. 2006. Effects of Exogenous Spermidine on Photosystem II of Wheat Seedlings under Water Stress. J. Integr. Plant Biol. 48 (8): 920-927.
8. Egret, M. and M. Tevini. 2002. Influence of drought on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress in leaves of chives (*Allium schoenoprasum*). Environ. Exp. Bot. 48: 43-49.
9. 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.
10. Heath, R. L. and L. Parker. 1968. Photoperoxidation in isolated chloroplast: I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. Arch. Biochem. Biophys. 125: 189-198.
11. Hemeda, H. M. and B.T. Klein. 1990. Effect of naturally occurring antioxidants on proxidase activity of vegetable extracts. J. Food Sci. 55(1): 184-186.
12. Hoekstra, F.A., E.A. Golovina and J. Buitink. 2001. Mechanisms of plant desiccation tolerance. Trends Plant Sci. 6(9): 431- 438.
13. Hussein, M.M., H. Nadia, M. El-Geready and M. Elesuki. 2006. Role of puterscine in resistance to salinity of pea plants (*Pisum sativm*). J. Appl. Sci. Res. 2(9): 598-604.
14. Huang, B. and H. Gao. 2008. Physiological responses of diverse tall fescue cultivars to drought stresses. HortScience, 34 (5): 897-901.
15. Kuznetsov, V.K. and N.I. Shevyakovaf. 2007. Polyamiens and stress tolerance of plants. Plant Stress, 1(1): 50-71.
16. Lichtenthaler, H.K. 1987. Chlorophylls and cartenoides: Pigments of photosynthetic bio-membranes. In: Methods in Enzymol. Colowick, S.P. and Kaplan, N.O. (Eds). Academic Press. New York, 48: 350-382.
17. Liu, X. and Z. Chan. 2015. Application of potassium polyacrylate increases soil water status and improves growth of bermudagrass under drought stress condition. Sci. Hort. 197: 705-711.
18. Mahros, K.M., M.B. El-Saady M.H. Mahgoub M.H. Afaf and M.I. El-Sayed. 2011. Effect of putrescine and uniconazole treatments on flower characters and photosynthetic pigments of *Chrysanthemum indicum* L. Plant. J. Am. Sci. 7(3): 399-408.
19. Mahgoub, M.H., N.G. Abd El Aziz and M.A. Mazhar. 2011. Response of *Dahlia pinnata* L. plant to foliar spray with putrescine and thiamine on growth, flowering and photosynthetic pigments. Am-Eur J. Agricult Environ. Sci. 10(5): 769-775.
20. Mascher, R., E. Nagy B. Lippmann, S. Hornlein, S. Fischer, W. Scheiding, A. Neagoe and H. Bergmann. 2005. Improvement of tolerance to paraquat and drought in barley (*Hordeum vulgare* L.) by exogenous 2-aminoethanol: effects on superoxide dismutase activity and chloroplast ultrastructure. Plant Sci. 168: 691-698.
21. Nasibi, F., KH. Manouchehri Kalantari and N. Fazelian. 2012. The effects of spermidin and methylene blue pretreatment on some physiological responses of *Matricaria recutita* plants to salt stress. Proc. Funct. Plant, 2: 61-71. (In Persian)
22. Pessaraki, M. 2008. Hand Book of Turfgrass Management and Physiology. CRC Press, Boca Raton, Florida.
23. Radhakrishnan, R. and I.J. Lee. 2013. Regulation of salicylic acid, jasmonic acid and fatty acids in cucumber (*Cucumis sativus* L.) by spermidine promotes plant growth against salt stress. Acta Physiol. Plant. 35: 3315-3322.
24. Roy, K., K. Niyogi, D.N. SenGupta and B. Goush. 2005. Spermidine treatment to riceseedlings recovers salinity stress-induceddamage of plasma membrane and PM-bound H^+-ATPase in salt- tolerant and salt sensitive rice cultivars. Plant Sci. 168: 583-591.
25. Sairam, R.K., K.V. Rao and G.C. Srivastava. 2002. Differential response of wheat genotypes to long term salinity stress in relation to oxidative stress, antioxidant activity and osmolyte concentration. Plant Sci. 163: 1037-1046.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1401.23.1.15.3]

26. Salahvarzi, Y., A. Tehranifar and A. Gazanchian. 2009. Physiomorphological changes under drought stress and rewatering in endemic and exotic turfgresses. Iran. J. Hort. Sci. Technol. 9: 193-204. (In Persian)
27. Sharma, P. and R. S. Dubey. 2005. Drought induces oxidative stress and enhances the activities of antioxidant enzymes in growing rice seedlings. Plant Growth Regul. 46: 209-221.
28. Tang, C. F., Y.G. Liu, G.M. Zeng, X. Li, W. Xu and C.F. Li. 2005.Spermidine on antioxidant system responses of *Typha latifolia L.* under Cd^{2+} stress. J. Integr. Plant Biol. 47: 428-434.
29. Verma, S. and S.N. Mishra. 2005. Putrescine alleviation of growth in salt stressed *Brassica juncea* by inducing antioxidative defense system. J. Plant Physiol. 162: 669-677.
30. Yiu, J., L. D. Juang, D. Fang, W. Liu and J. Wu. 2009. Exogenous putrescine reduces flooding induced oxidative damage by increasing the antioxidant properties of Welsh onion. Sci. Hort. 120: 306-14.
31. Zhang, G., J. Tanakamaru S. Morita. 2006. Influence of water logging on some antioxidative enzymatic activites of two barley genotypes differing in anoxia tolerance. Acta Physiol. Plant. 29: 171-176.
32. Zhao, Y., D. Aspinall and L.G. Paleg. 1992. Protection of membrane integrity in *Medicago sativa* L. by glycine betaine against the effects of freezing. J. Plant Physiol. 140:541-543.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1401.23.1.15.3]

Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 23 (1): 89-98 (2022)
Research article

Effect of Spermidine on Some Morphophysiological Characteristics of Bermudagrass (*Cynodon dactylon* L.) Grown under Drought Stress

M. Ghafeli, M. Chehrazi*, M. Mahmoudi Sourestani[1]

Today, water scarcity is a critical issue for most countries in arid and semi-arid regions. Due to the difficulty of establishing and maintaining grass in arid areas and in order to investigate the effects of drought and spermidine on *Cynodon dactylon* L., an experiment was conducted with a double-split plot design based on randomized complete blocks. Treatments included three levels of irrigation: 100% field capacity (without stress), 75% field capacity (moderate drought stress) and 50% field capacity (severe drought stress) and spermidine in three concentrations of 0, 0.5 and 1 mM. During the stress period, the trend of changing the contents of chlorophyll, proline, electrolyte leakage, malondialdehyde, catalase and peroxidase enzymes and growth parameters (fresh and dry weight of shoot and root) was examined at 15-day intervals. The results showed that drought stress decreased shoot fresh weight and increased electrolyte leakage, proline content, lipid peroxidation and peroxidase activity. Spermidine increased chlorophyll content (a, b and total) and decreased contents of proline, lipid peroxidation and peroxidase activity. In general, the results showed that spermidine pre-treatment can alleviate the negative effects of drought stress and increase tolerance of *Cynodon dactylon* L. to drought stress.

Keywords: Spermidine, African lawn, Antioxidant enzymes, Drought stress.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1401.23.1.15.3]

1. Former M.Sc. Student and Associate Professor, Department of Horticultural Science, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz. Iran, respectively.
*Corresponding author, Email: (chehrazi.m@scu.ac.ir).