دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال نهم، شماره بیست و نه، ۱۳۹۶

اثر پاکلوبوترازول بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی چمن برموداگراس تحت تنش خشکی

اصغر پاکدل[۱]، حمیدرضا میری[۲]، رامین بابادایی سامانی[۳]

تاریخ دریافت: ۹٤/۸/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹٤/۱۰/۳۰

چکیده

چمن به عنوان یکی از مهمترین گیاهان پوششی در طراحی فضای سبز دارای جایگاهی بارزی است. این تحقیق به منظور بررسی اثر کندکننده رشد پاکلوبوترازول بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی چمن برموداگراس تحت تنش خشکی به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی در ۳ تکرار به اجرا در آمد. پاکلوبوترازول در مقادیر صفر، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ میلی‌گرم‌درلیتر و تنش خشکی در ٤ سطح (آبیاری بر اساس، ۱۰۰، ۸۰، ٦۰ و ٤۰ درصد ظرفیت مزرعه) تیمارهای این آزمایش را تشکیل دادند. براساس نتایج بیشترین مقدار پرولین مربوط به آبیاری(٤۰ درصد ظرفیت مزرعه) و تیمار۵۰ و ۷۵ میلی‌گرم‌برلیتر پاکلوبوترازول می‌باشد. چمن‌هایی که در شرایط تنش خشکی متوسط ٦۰ درصد ظرفیت مزرعه قرار داشتند و توسط غلظت ۵۰ میلی‌گرم‌برلیتر پاکلوبوترازول تیمار شدند بیشترین میزان قندهای محلول را دارا بودند. کاربرد غلظت ۷۵ میلی‌گرم‌برلیتر پاکلوبوترازول باعث افزایش میزان کلروفیل در چمن برموداگراس شد. چمن هایی که در شرایط نرمال ۱۰۰ درصد ظرفیت مزرعه آبیاری شدند و توسط غلظت‌های مختلف ۲۵، ۵۰ و ۷۵ میلی‌گرم‌برلیتر پاکلوبوترازول تیمار شدند بیشترین محتوای نسبی آب را دارا بودند. بیشترین نشت یونی در تیمار تنش خشکی شدید ٤۰ درصد ظرفیت مزرعه و عدم کاربرد پاکلوبوترازول مشاهده گردید. در مجموع به منظور کاهش مصرف آب و یا بهبود وضعیت رشد چمن در شرایط کم آبی تیمار پاکلوبوترازول با غلظت ۵۰ میلی‌گرم‌برلیتر توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: پرولین، قندهای محلول، کندکننده رشد، گراس، نشت یونی

پاکدل، ا.، ح.ر. میری و ر. بابادایی سامانی. ۱۳۹٦. اثر پاکلوبوترازول بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی چمن برموداگراس تحت تنش خشکی. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۲۹: ۱۸۲-۱۷٤.

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، واحد ارسنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، ارسنجان، ایران- مسئول مکاتبات. پست الکترونیک:

۲- دانشیار، دانشکده کشاورزی، واحد ارسنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، ارسنجان، ایران

۳- استادیار، دانشکده کشاورزی، واحد استهبان، دانشگاه آزاد اسلامی، استهبان، ایران

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

تأمین آب در شهرهای واقع در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهت نگهداری فضای سبز روز به روز مشکل‌تر می‌شود. بنابراین تنش خشکی یکی از عوامل مهم محدودکننده رشد چمن بوده و بسیاری از گونه‌های چمن مورد استفاده در فضای سبز جهت حفظ کیفیت به میزان بالای آب نیاز دارند (برد، ۱۹۷۳). چمن برموداگراس (*Cynodon dactylon*) جزو چمن‌های گرمسیری می‌باشد. برگ بسیار ظریف تا درشت با استولون، ریزوم و بذر تکثیر می‌یابد. این چمن به گرمای هوا، شوری و خشکی خاک، بیماری‌ها و پاخوری مقاوم است. چمن آفریقایی (برموداگراس) در مناطق گرم و خشک جهان به ویژه در جنوب ایران برای پوشش زمین‌های ورزشی و نیز به عنوان گیاه زینتی کشت و کار می‌شود. تنش خشکی معمولاً سبب کاهش اندازه برگ، کاهش تراکم، رنگ پریدگی، پژمردگی، خشکی برگ‌ها و سرانجام کاهش کیفیت در چمن می‌شود (جیانگ و هوانگ، ۲۰۰۱).

استفاده از مواد ضد تعریق، به عنوان راهکاری جهت کاهش تلفات آب از گیاه با کاهش سرعت انتشار بخار آب مطرح شده است (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳٦۸). انتشار بخار آب از برگ ها، موجب افزایش پتانسیل آب برگ در سلول‌های گیاه شده و با حفظ پتانسیل آب رشد گیاه ادامه می‌یابد. پاند و سینق(۱۹۸۱) اعلام کردند که با کاهش رطوبت قابل دسترس در محیط ریشه، فتوسنتز در گیاهان کاهش یافته و در این شرایط خصوصا در گیاهان حساس، رشد ریشه متوقف می‌گردد. سلاح ورزی و همکاران (۱۳۸۸) نیز با تحقیق بر روی گونه‌های بومی چمن گزارش کردند که تحت شرایط نقصان رطوبت خاک، وزن خشک ریشه کاهش می‌یابد. در واقع کمبود آب، تولید و رشد را در گیاهان تحت تاثیر قرار داده و بیش از هر فاکتور محیطی دیگری میتواند در این زمینه مؤثر باشد. پاکلوبوترازول یکی از ترکیبات خانواده تریازول است که سبب ایجاد مقاومت به خشکی، شوری، سرما و گرما می‌شود (رادماکر، ۱۹۹۵). پاکلوبوتراوزل با کاهش توسعه بخش هوایی و کاهش تعرق از سطح پوشش گیاهی میتواند به عنوان ابزار مدیریتی مناسبی جهت نگهداری چمن در شرایط کمبود آب محسوب شود (کواتر و همکاران، ۱۹۸۷؛ برسانی و همکاران،۲۰۰۱). پژوهشگران به اثرات ضد تعرقی پاکلوبوترازول اشاره کرده‌اند که تاثیر آن بر روابط آبی و تغییرات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه ثابت شده است (ناوارو و همکاران، ۲۰۰۷). پاکلوبوترازول، با دخالت در مسیر بیوسنتز جیبرلیک اسید از تولید این هورمون گیاهی ممانعت می‌نماید. همچنین همان‌طور که خشکی باعث افزایش مقدار آبسیزیک اسید می‌شود(بانو و همکاران، ۱۹۹۳) پاکلوبوترازول نیز باعث تحریک تجمع آبسیزیک اسید در برگها می‌گردد (اثاربوما و همکاران، ۱۹۸٦). طبق اظهار تپرسیوال و سلیم البلوشی (۲۰۰۷) در گیاهان تیمار شده با پاکلوبوترازول مقدار اسید امینه پرولین افزایش یافته و پرولین با کاهش پتانسیل اسمزی و حفظ تورژسانس سلولی گیاه را در شرایط تنش خشکی و شوری محافظت می‌کند. با توجه به تحقیق حاضر به منظور تعیین بهترین غلظت پاکلوبوترازول برای افزایش تحمل به خشکی چمن برموداگراس انجام شد.

مواد و روش ها

این آزمایش در خرداد ماه سال ۱۳۹۳ به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با ۳ تکرار در گلخانه‌ای واقع در حومه شیراز به مدت ۵ ماه اجرا گردید. مشخصات شرایط گلخانه مطابق با فصل رشد گیاه (دمای ۲۵-۲۲ درجه سانتی‌گراد به ترتیب برای روز و شب، رطوبت نسبی ٦۰ درصد، طول دوره روشنایی ١٤ ساعت) بود. تنش خشکی در ٤ سطح (شامل: شاهد (آبیاری کامل بر اساس ۱۰۰ درصد ظرفیت مزرعه)، آبیاری بر اساس ۸۰ درصد ظرفیت مزرعه، آبیاری بر اساس ٦۰ درصد ظرفیت مزرعه و آبیاری بر اساس ٤۰ درصد ظرفیت مزرعه و سطوح مختلف پاکلوبوترازول در ٤ سطح (شامل محلول‌پاشی با غلظت‌های صفر، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ میلی‌گرم‌درلیتر) فاکتورهای آزمایشی در این تحقیق بودند. جهت بررسی شاخص‌های مربوط به تاثیر فاکتورهای مورد بررسی بر ویژگی‌های رویشی ابتدا بذرها در سینی کشت که با کوکوپیت پر شده بود کشت گردیدند. پس از سبز شدن بذرها و رسیدن ارتفاع گیاهان به ۲ تا ٤ سانتی‌متر تعداد ۱۰۰ نشاء به جعبه کشت منتقل شد. جعبه‌هایی به طول ٤۸/۵۰ سانتی‌متر و عرض ۲۹/۵۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۲٤/۰ سانتی‌متر، که به این منظور آماده شده بودند در کف آن‌ها گونی قرار داشت و به ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر با خاک لومی شنی مزرعه پر شده بودند. به منظور استقرار بهتر گیاهان انتقال یافته به جعبه‌ها، در هفته اول هر روز گیاهان با آب مقطر آبیاری شدند و از هفته دوم تا استقرار کامل گیاهان در هفته دو بار و هر بار با استفاده از ۲ لیتر آب مقطر آبیاری شدند. تیمار پاکلوبوترازول حدود دو هفته قبل از اعمال تیمارهای مربوط به تنش به کار برده شد. پس از ٤۸ ساعت، به گیاهان محلول غذایی هوگلند اضافه شد. اعمال تیمارهای خشکی پس از ده روز و استقرار کامل گیاهان انجام شد. برای تعیین رطوبت ظرفیت مزرعه یکی

Archive of SID

www.SID.ir

از جعبه‌ها را (در حالت خشک) وزن کرده و سپس آبیاری شد تا به حالت اشباع رسید. سپس سطح آن را با استفاده از کیسه نایلونی پوشانده تا تبخیر صورت نگیرد و بعد به فواصل زمانی هر دو ساعت گلدان را وزن کرده تا زمانی که وزن آن ثابت شد و دیگر کاهش وزنی بین دو اندازه‌گیری متوالی مشاهده نگردید. این وزن را از وزن خشک اولیه کم کرده تا وزن آب لازم برای رسیدن به ظرفیت مزرعه به دست آید. بقیه تیمارها نیز بر این اساس اعمال شد. لازم به توضیح است فاصله آبیاری برای تمامی تیمارها برابر بود و اختلاف بین تیمارها در میزان آب استفاده شده برای آبیاری بود. صفات مورد ارزیابی شامل؛ محتوای پرولین طبق روش بیتز و همکاران (۱۹۷۳)، میزان کربوهیدرات-های محلول طبق روش کوچرت و همکاران (۱۹۷۸)، محتوای نسبی آب طبق روش ریتچی و همکاران (۱۹۹۰)، محتوای کلروفیل برگ طبق روش آرنون (۱۹٤۹) و درصد نشت یونی طبق روش بلوم و ابرکن (۱۹۸۱) بود. تجزیه واریانس با استفاده از نرم افزار SAS 9.1 انجام گرفت و مقایسه میانگین با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ انجام شد.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها مشخص شد، تأثیر تنش خشکی، غلظت‌های مختلف پاکلوبوترازول و اثر متقابل آنها بر محتوای پرولین برگ چمن برمودا‌گراس در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱).

جدول ۱- خلاصه نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفت محتوای پرولین

منابع تغییر	درجه آزادی	میزان پرولین	میزان قند های محلول	محتوای کلروفیل	محتوای نسبی آب	میزان نشت یونی
تنش خشکی (A)	۳	٦۰/۱۳**	۵۹۰٦/۲۸**	٤٦۵/٤٤**	۱۱۸۵٦/۷۵**	۸۰/٤۲**
پاکلوبوترازول (B)	۳	۳٦/٤۳**	۲۰۱۹/۷۲**	٦۲/۸۰**	۲۹۳/۳۲**	۲۸/۲۵**
A×B	۹	۲۷/۹۸**	۳۱٤/۲٤**	٤/۸٦**	٦۳/۵۰**	۱/۲۲**
خطای آزمایش	۳۲	۱۰/٤۱	۲۱/۲۹	۲/۰۸	٤/۳۱	۰/٦۸
ضریب تغییرات (٪)	-	۱/٦۲	٤/۲۹	۵/۸۲	۳/۰٦	۱۰/۰٦

ns، ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال یک درصد

اثر متقابل تنش خشکی و غلظت‌های نشان داد، چمن‌هایی که در شرایط تنش خشکی شدید (٤۰ درصد ظرفیت مزرعه) قرار داشتند و توسط غلظت ۵۰ و ۷۵ میلی گرم در لیتر پاکلوبوترازول تیمار شدند بیشترین میزان پرولین را دارا بودند. چمن‌هایی که در شرایط نرمال (۱۰۰ درصد ظرفیت مزرعه) قرار داشتند و توسط غلظت‌های مختلف پاکلوبوترازول تیمار شدند کمترین میزان پرولین را دارا بودند.

جدول ۲- تأثیر تنش خشکی و غلظت‌های مختلف پاکلوبوترازول بر محتوای پرولین(میلی‌گرم‌وزن‌تر) چمن برمودا‌گرا

		پاکلوبوترازول			
تنش خشکی	صفر	۲۵میلی‌گرم‌در لیتر	۵۰میلی‌گرم‌در لیتر	۷۵میلی‌گرم‌در لیتر	میانگین
(٪) FC ٤۰	۹۲.٦۷ef	۱۱٦.۰۱c	۱۳۰.۸۲b	۱۳٦.۵٦b	۱۱۹.۵۱B
(٪) FC ٦۰	۱۰۳.۹۳d	۱۲۲.۵۲c	۱٤٦.۵۹a	۱۵٤.۱۲a	۱۳۱.۷۹A
(٪) FC ۸۰	۸۲.۱۲h	۹۲.٦۵efg	۹۷.۷۱de	۱۰۳.٦۳d	۹٤.۵۳C
(٪) FC۱۰۰	۸۰.٦٦h	۸٦.۰۱gh	۸۷.۵۷gh	۷۹.۹۳h	۸۳.۵٤D
میانگین	۹۰.۳٤C	۱۰٤.۳۰B	۱۱۵.٦۷A	۱۱۹.۰٦A	

در هر ستون و ردیف میانگین‌های دارای حرف مشابه تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Archive of SID

www.SID.ir

بر اساس نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها مشخص شد که تأثیر تنش خشکی، غلظت‌های مختلف پاکلوبوترازول و اثر متقابل آن‌ها بر محتوای قندهای محلول در برگ چمن برموداگراس در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است (جدول ۱). بیشترین میزان قندهای محلول مربوط به چمن‌هایی بود که در شرایط تنش خشکی متوسط (٦٠ درصد ظرفیت مزرعه) قرار داشتند و توسط پاکلوبوترازول با غلظت ۵۰ میلی گرم در لیتر تیمار شدند. همچنین میزان قند در چمن‌هایی که در شرایط مشابه تنش خشکی قرار داشتند (٦٠ درصد ظرفیت مزرعه) و توسط پاکلوبوترازول با غلظت ۷۵ میلی‌گرم‌درلیتر تیمار شدند تفاوت معنی‌داری با تیمار فوق نداشتند و در یک گروه آماری قرار گرفتند. با افزایش شدت تنش خشکی (٤٠ درصد ظرفیت مزرعه) و کاربرد غلظت‌های مختلف پاکلوبوترازول از میزان قندهای محلول کاسته شد. این نتایج در مورد چمن‌هایی که در شرایط تنش خشکی ملایم (۸۰ درصد ظرفیت مزرعه) و شرایط نرمال (۱۰۰ درصد ظرفیت مزرعه) قرار داشتند و با سطوح مختلف پاکلوبوترازول تیمار شدند نیز مشاهده گردید (جدول ۳).

جدول ۳- تأثیر تنش خشکی و غلظت‌های مختلف پاکلوبوترازول بر محتوای قندهای محلول (میلی‌گرم‌برگرم وزن خشک) چمن برموداگراس

	پاکلوبوترازول				
تنش خشکی	صفر	۲۵میلی‌گرم‌در لیتر	۵۰میلی‌گرم‌در لیتر	۷۵میلی‌گرم‌در لیتر	میانگین
FC ٤٠ (٪)	٦.٣٧bcd	٦.٤٧abc	٦.٦١a	٦.٦٠a	٦.٥١A
FC ٦٠ (٪)	٦.٢٠def	٦.٣٧bcd	٦.٣٤cd	٦.٥٥ab	٦.٣٧B
FC ٨٠ (٪)	٦.١٢efg	٦.٢٣de	٦.١٢efg	٦.١٢efg	٦.١٥C
FC١٠٠ (٪)	٦.٠٣fg	٥.٩٩g	٦.٠٩fg	٥.٩٤g	٦.٠١D
میانگین	٦.١٨B	٦.٢٧A	٦.٢٩A	٦.٣٧A	--

در هر ستون و ردیف میانگین‌های دارای حرف مشابه تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

بر اساس نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها مشخص شد، تأثیر تنش خشکی، غلظت‌های مختلف پاکلوبوترازول و اثر متقابل آنها بر محتوای کلروفیل برگ چمن برموداگراس در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است (جدول ۱). بیشترین میزان کلروفیل برگ در چمن‌هایی مشاهده شد که در شرایط تنش خشکی ملایم (۸۰ درصد ظرفیت مزرعه) قرار داشتند و توسط غلظت ۷۵ میلی‌گرم‌درلیتر پاکلوبوترازول تیمار شدند. همچنین چمن‌هایی که در شرایط مشابه تنش خشکی قرار داشتند (۸۰ درصد ظرفیت مزرعه) و توسط غلظت ۲۵ و ۵۰ میلی‌گرم‌درلیتر پاکلوبوترازول تیمار شدند با تیمار فوق تفاوت معنی‌داری نداشتند. در شرایط تنش خشکی متوسط (٦٠ درصد ظرفیت مزرعه) و کاربرد ۷۵ میلی گرم در لیتر پاکلوبوترازول میزان کلروفیل برابر با ۳۱/۸۳ میلی‌گرم‌برگرم وزن‌تر بود که در گروه آماری تیمارهای فوق قرار گرفت و تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. کمترین میزان کلروفیل در چمن‌هایی مشاهده شد که در شرایط تنش خشکی شدید (٤٠ درصد ظرفیت مزرعه) قرار داشتند و توسط پاکلوبوترازول تیمار نشدند (جدول ٤).

جدول ٤- تأثیر تنش خشکی و غلظت‌های مختلف پاکلوبوترازول بر محتوای کلروفیل چمن برموداگراس

	پاکلوبوترازول				
تنش خشکی	صفر	۲۵میلی‌گرم‌در لیتر	۵۰میلی‌گرم‌در لیتر	۷۵میلی‌گرم‌در لیتر	میانگین
FC ٤٠ (٪)	١٦.٦٨g	١٦.٣٦g	٢٠.٤٥e	٢٠.٧٩e	١٨.٥٧D
FC ٦٠ (٪)	٢٤.٣٣c	٣٠.٣٩ab	٣٠.١٥ab	٣١.٨٣a	٢٩.١٧B
FC ٨٠ (٪)	٢٨.٦٤b	٣١.٥٨a	٣١.١٣ab	٣٢.٧٨a	٣١.٠٣A
FC١٠٠ (٪)	١٧.٥٥fg	١٩.٣٦ef	٢١.٢٩de	٢٣.٣٢cd	٢٠.٣٨C
میانگین	٢١.٨٠D	٢٤.٤٢C	٢٥.٧٥B	٢٧.١٨A	

در هر ستون و ردیف میانگین‌های دارای حرف مشابه تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند

Archive of SID

www.SID.ir

براساس نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها، تأثیر تنش خشکی، غلظت‌های مختلف پاکلوبوترازول و اثر متقابل آنها بر محتوای نسبی آب چمن برموداگراس در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. بر اساس نتایج به دست آمده از برهمکنش تنش خشکی و غلظت‌های مختلف پاکلوبوترازول مشخص گردید، چمن‌هایی که در شرایط نرمال (۱۰۰ درصد ظرفیت مزرعه) آبیاری شدند و توسط غلظت‌های مختلف پاکلوبوترازول تیمار شدند بیشترین محتوای نسبی آب را دارا بودند. همچنین اعمال تنش خشکی ملایم (۸۰ درصد ظرفیت مزرعه) و کاربرد غلظت‌های ۵۰ و ۷۵ میلی‌گرم‌درلیتر پاکلوبوترازول تفاوت معنی‌داری با تیمار فوق نداشتند و در یک گروه آماری قرار گرفتند. در سایر تیمارها محتوای آب نسبی کاهش یافت. به طوری که کمترین محتوای نسبی آب مربوط به چمن‌هایی بود که در شرایط تنش خشکی شدید (۴۰ درصد ظرفیت مزرعه) قرار داشتند و توسط پاکلوبوترازول تیمار نشدند. در شرایط مشابه و کاربرد پاکلوبوترازول وضعیت چمن-ها از نظر محتوای آب نسبی بهتر بود (جدول ۵).

جدول ۵- تأثیر تنش خشکی و غلظت‌های مختلف پاکلوبوترازول بر محتوای آب نسبی چمن برموداگرس

	پاکلوبوترازول				
تنش خشکی	صفر	۲۵میلی‌گرم‌در لیتر	۵۰میلی‌گرم‌در لیتر	۷۵میلی‌گرم‌در لیتر	میانگین
FC ۴۰ (٪)	۱۴.۶۱a	۱۰.۶۸bc	۹.۸۴cd	۹.۹۴cd	۱۱.۲۷A
FC ۶۰ (٪)	۱۱.۴۱b	۸.۳۳ef	۸.۱۰ef	۹.۴۴cde	۹.۳۲B
FC ۸۰ (٪)	۸.۷۸de	۵.۵۲hi	۵.۷۱ghi	۶.۵۴gh	۶.۶۴C
FC۱۰۰ (٪)	۷.۰۶fg	۴.۹۸i	۵.۰۱i	۵.۱۷hi	۵.۵۵D
میانگین	۱۰.۴۶A	۷.۳۸B	۷.۱۶B	۷.۷۷B	–

در هر ستون و ردیف میانگین‌های دارای حرف مشابه تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند

بر اساس نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها مشخص شد، تأثیر تنش خشکی، غلظت‌های مختلف پاکلوبوترازول و اثر متقابل آنها بر درصد نشت یونی چمن برموداگراس در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است (جدول ۱). بر اساس نتایج به دست آمده از مقایسه میانگین اثر متقابل تنش خشکی و غلظت‌های مختلف پاکلوبوترازول مشخص گردید، چمن‌هایی که در شرایط تنش خشکی شدید (۴۰ درصد ظرفیت مزرعه) قرار داشتند و توسط پاکلوبوترازول تیمار نشدند بیشترین درصد نشت یونی را دارا بودند. در همین شرایط و کاربرد پاکلوبوترازول درصد نشت یونی از برگ چمن‌های برموداگراس تا حدودی کاسته شد. با تخفیف در اعمال تنش خشکی و کاربرد غلظت‌های مختلف پاکلوبوترازول از میزان نشت یونی کاسته شد. به طوری که کمترین درصد نشت یونی مربوط به چمن‌هایی بود که در شرایط نرمال (۱۰۰ درصد ظرفیت مزرعه) قرار داشتند و توسط پاکلوبوترازول با غلظت ۲۵ یا ۵۰ میلی‌گرم در لیتر تیمار شدند (جدول ۶).

جدول ۶- تأثیر تنش خشکی و غلظت‌های مختلف پاکلوبوترازول بر درصد نشت یونی چمن برموداگراس

	پاکلوبوترازول				
تنش خشکی	صفر	۲۵میلی‌گرم‌در لیتر	۵۰میلی‌گرم‌در لیتر	۷۵میلی‌گرم‌در لیتر	میانگین
FC ۴۰ (٪)	۲۰.۱۷h	۲۱.۶۸h	۲۹.۶۱g	۲۸.۵۸g	۲۵.۰۱D
FC ۶۰ (٪)	۴۸.۶۴f	۶۰.۸۸e	۷۰.۶۵d	۷۲.۸۶d	۶۳.۲۶C
FC ۸۰ (٪)	۸۳.۵۷c	۹۰.۲۵b	۹۱.۶۴ab	۹۱.۳۰ab	۸۹.۱۹B
FC۱۰۰ (٪)	۹۱.۷۵ab	۹۴.۸۱a	۹۴.۳۲a	۹۲.۷۰ab	۹۳.۳۹A
میانگین	۶۱.۰۳C	۶۶.۹۰B	۷۱.۵۵A	۷۱.۳۶A	–

در هر ستون و ردیف میانگین‌های دارای حرف مشابه تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند

Archive of SID

www.SID.ir

تجمع پرولین در تنش اسمزی توسط جنوس و همکاران (۲۰۰۸)، گیل و توتجا (۲۰۱۰) و فرخنده و همکاران (۲۰۱۲) نیز گزارش شده است. گیاهان تمایل دارند که با فرآیندی به نام تنظیم اسمزی به تنش کم آبی غلبه پیدا کنند و پتانسیل اسمزی سلولی خود را با تجمع مواد محلول کاهش دهند. در پاسخ به تنش خشکی فرآیندهای متابولیکی خاصی صورت می‌گیرد که غلظت مواد محلول خالص را در سلول افزایش می‌دهند و در نتیجه باعث حرکت آب به سلول‌های برگ و در نتیجه افزایش فشار تورگر می‌شوند. تعداد زیادی از ترکیبات سنتز می‌شوند که نقش کلیدی را در حفظ تعادل اسمزی، حفاظت غشاء و ماکرومولکول‌ها دارند. این ترکیبات محلول‌های سازگار نامیده می‌شوند که یکی از مهمترین آنها پرولین است (ماهاجان و توتجا، ۲۰۰۵). پاکلوبوترازول می‌تواند باعث افزایش مقاومت به تنش خشکی شده و تنش اکسیداتیو حاصل از عوامل نامساعد محیطی را تخفیف دهد. در این آزمایش مشخص شد چمن‌هایی که در شرایط تنش خشکی متوسط (۶۰ درصد ظرفیت مزرعه) و تنش خشکی ملایم (۸۰ درصد ظرفیت مزرعه) قرار داشتند و توسط غلظت‌های مختلف پاکلوبوترازول تیمار شدند، محتوای پرولین کمتری نسبت به چمن‌هایی که توسط پاکلوبوترازول تیمار نشده بودند داشتند که می‌تواند به علت افزایش محتوای آبی گیاه به وسیله پاکلوبوترازول باشد.

تجمع قندهای محلول طی تنش خشکی در آفتابگردان گزارش شده است (اراکی و همکاران، ۲۰۱۲). مرادشاهی و همکاران (۲۰۰۴) علت افزایش قندها در شرایط کمبود آب در گیاه کلزا را تحرک بیشتر ذخایر پلی‌ساکاریدی دانستند. طی تنش خشکی در گیاه گندم مقدار تجمع قندها با تیمار پاکلوبوترازول افزایش یافت (امینا و هنان، ۲۰۱۱). این گزارشات با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. به نظر می‌رسد کاربرد پاکلوبوترازول در این تحقیق از طریق افزایش قندها سبب افزایش سازگاری گیاه به شرایط تنش شده است. از آنجایی که پاکلوبوترازول باعث تعدیل در کاهش مقدار رنگریزه‌های فتوسنتزی در شرایط تنش خشکی می‌شود، بنابراین افزایش مقدار قندها در تیمار توام تنش خشکی و پاکلوبوترازول را می‌توان به نقش پاکلوبوترازول در تعدیل کاهش مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی نسبت داد زیرا رادیکال‌های آزاد تولید شده در طی تنش باعث تجزیه رنگریزه‌های فتوسنتزی و در نتیجه کاهش رنگیزه می‌گردد (سیرامو همکاران، ۱۹۹۸). تنش خشکی همچنین با افزایش برخی از تنظیم کننده‌های رشد نظیر اتیلن و اسید آبسیزیک، فعالیت کلروفیلاز را تحریک و باعث تجزیه کلروفیل می‌گردد (درایکویکز، ۱۹۹٤) بنابراین کاهش مقدار کلروفیل مشاهده شده در این تحقیق احتمالا می‌تواند به دلیل کاهش سنتز کلروفیل و افزایش تجزیه آن باشد. در این پژوهش افزایش میزان کلروفیل با به کار بردن پاکلوبوترازول مشاهده شد. افزایش غلظت کلروفیل در برگ‌های گیاهان تیمار شده با پاکلوبوترازول ممکن است به افزایش غلظت کلروفیل در هر کلروپلاست، افزایش تعداد کلروپلاست در هر سلول برگ و افزایش تعداد سلول در واحد سطح برگ مربوط باشد (کیشورکومارو همکاران، ۲۰۰٦). همچنین مشاهده شده است که پاکلوبوترازول باعث افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی در گیاهان تحت تیمار تنش خشکی (امینا و هنان، ۲۰۱۱) و تیمار سرمایی (پینهرو و فلتچر، ۱۹۹٤) شده است. در این پژوهش نیز پاکلوبوترازول مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی را به طور قابل توجهی در برگ چمن برموداگراس تحت تیمار توام پاکلوبوترازول و خشکی نسبت به گیاهان تحت همان مقدار تنش خشکی افزایش داد.

محتوای نسبی آب برگ یکی از ویژگی‌های مؤثر در تداوم رشد چمن تحت شرایط تنش خشکی می‌باشد و مقدار بالاتر آن می‌تواند عامل استقرار رشد در شرایط تنش خشکی باشد (کوامار و سینق، ۱۹۹۸). چنانچه محتوای نسبی آب برگ بالا باشد گیاه تورم سلولی خود را حفظ کرده و رشد آن تداوم می‌یابد (رائو و مندهام، ۱۹۹۱). با توجه به وجود همبستگی بالا بین توان جذب آب و محتوای نسبی آب برگ در گیاه، به دنبال بروز خشکی و کاهش توان جذب آب، محتوای نسبی آب برگ کاهش می‌یابد (پسیام‌اسلام و همکاران، ۲۰۰۰). گزارش شده است که محتوای نسبی آب برگ بالاتر تحت تنش کمبود آب، نتیجه تنظیم اسمزی بیشتر یا تفاوت در ارتجاع پذیری دیواره سلولی است (ایریگوئن و همکاران، ۱۹۹۲). کاهش آب آبیاری به ۸۰ درصد آب قابل استفاده در گیاه آنیسون (***Pimpinella anisum*** L.) تأثیری بر محتوای نسبی آب نداشت، ولی در کمتر از ۸۰ درصد آب قابل استفاده کاهش معنی‌داری در محتوای به دست آمد (زهتاب‌سلماسی، ۲۰۰۱). این گزارشات با نتایج این آزمایش همخوانی دارد.

اینز و وان مونتاگو (۱۹۹۵) گزارش کردند مقادیر نشت یونی از یاخته‌های برگی در سطوح رطوبتی پایین بیشتر اتفاق می‌افتد. همچنین برد (۱۹۷۳) اعلام کرد گاهی کاهش ۱۰ درصد محتوای آب (از ۸۰ درصد به ۷۰ درصد) باعث مرگ سلول‌ها

Archive of SID

www.SID.ir

می‌شود. هر چند که گونه‌ها و ارقام گراس‌های چمنی نسبت به کاهش آب، سطوح تحمل متفاوتی دارند، اما هیچ‌یک نمی‌توانند در شرایط تنش خشکی طولانی مدت، زنده بمانند و با کاهش میزان آبیاری نشت یونی در گراس‌ها افزایش می‌یابد (هوانگ و فو، ۲۰۰۱). اندازه‌گیری درجات مختلف نشت الکترولیت را یک شاخص خوب از شدت تنش در گراس‌ها دانستند و در راستای کاهش هزینه‌ها و کاهش مصرف آب شیرین در دسترس جهت آبیاری، استفاده از تنظیم کننده‌های رشد (PGR) به یکی از مهمترین راهکارهای مدیریت چمن تبدیل شده است.

نتیجه گیری

با توجه به اینکه پاکلوبوترازول توانایی کنترل بسیاری از مکانیسم‌های گیاهی، همچون رشد و کنترل تنش‌های محیطی را دارد. می‌توان با استفاده از این ماده به بخشی از محدودیت‌های موجود در فضای سبز خاتمه داده و بدون استفاده از مصرف بیشتر آب، و با هزینه کمتر به میزان بیشتری از بهره‌برداری دست پیدا کنیم (احمدزاده و رستمی، ۱۳۹۱). در روش‌های مختلف کاربرد پاکلوبوترازول تأثیر و نحوه انتقال آن متفاوت است این ماده می‌تواند به صورت تزریق در گیاه، الحاق در خاک، محلول‌پاشی، خیساندن بذر، استفاده در آبیاری و ترکیب با کود مورد استفاده قرار گیرد. پاکلوبوترازول به طور عمده از راه ریشه جذب، به کمک آوند چوبی به سمت بالا منتقل و در آنجا تجزیه و مصرف می‌شود (پاتریک و همکاران، ۲۰۰۵). این ماده همچون دیگر تریازول ها، از را ممانعت از بیوسنتز جیبرلیک اسید، رشد رویشی را کاهش می دهد. بدین صورت از اکسیداسیون آلدهید جیبرلیک اسید که ترکیب پایه تولید جیبرلیک اسید است، جلوگیری می‌کند. این ترکیب همچنین سبب تغییر در توازن هورمون‌های ابسزیک اسید، سیتوکنین و اتیلن می‌گردد. پاکلوبوترازول با کاهش در میزان اتیلن از پیری، ریزش در بسیاری از عوارض ممانعت بعمل می‌آورد. این ماده با افزایش تولید ابسزیک اسید و سیتوکنین، بترتیب مقاومت به سرما و افزایش میزان کلروفیل در گیاه را سبب می‌شود. افزایش در میزان کارتنوئید که تأخیر در پیری و حفاظت از تخریب غشا را سبب می‌شود، با تیمار پاکلوبوترازول حاصل می‌شود(جعفری و همکاران، ۱۳۸۵).

با توجه به مشخص شدن تأثیر مثبت کاربرد پاکلوبوترازول پیشنهاد می‌شود آزمایش‌های دیگری در این زمینه در رابطه با نحوه کاربرد آن (به صورت محلول‌پاشی و یا کاربرد خاکی)، زمان مصرف آن و کاربرد آن بر روی دیگر ارقام چمن صورت گیرد تا در آینده نزدیک شاهد سوق یافتن جامعه به طرف این محصولات باشیم.

منابع

سرمدنیا، غ. ح. و ع. کوچکی. ۱۳٦۸. جنبه‌های فیزیولوژیکی زراعت دیم. (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۳۰۲ ص.

سلاح ورزی، ی.، ع. تهرانی‌فر، ع. گزانچیان و ح. آرویی. ۱۳۸۸. بررسی پاسخ گراسهای بومی و وارداتی در چگونگی اجتناب از تنش خشکی. مجله علوم و فنون باغبانی ایران. جلد ۹: ۲۰٤-۱۹۳.

Amina, A. A. and H. L. Hanan. 2011. Differential effects of paclobutrazol on water stress alleviation through electrolyte leakage, phytohormones, reduced glutathione and lipid peroxidation in some wheat genotypes *(Triticuma estivum L.)* grown in vitro. Romanian Biotechnological Letters. 6: 6710-6721.

Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplast. Polyphenol oxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiol. 24: 1-15.

Asare-Boamah, N. K., G. Hofstra, R. A. Fletcherand E. B. Dumbroff. 1986. Triadimefon protect bean plants from water stress through its effect on abscisic acid. Plant. Cell Physiol. 27:383-390.

Bano, A., K. Dorffling, D. Bettinand H. Hahn. 1993. Abscisic acid and cytokinins as possible root- to-shoot signals in xylem sap of rice plants in drying soil. Aust. J. Plant Physiol. 20: 109-115.

Bates, I. S., R. P. Waldern and I. D. Teare. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant Soil. 39: 205-207.

Beard, J.B. 1973.Turfgrass: Science and Culture, Prentice-Hall, Inc., Englewood.

Blum, A. and A. Ebercon. 1981. Cell membrane stability as a measure of drought and heat tolerance in wheat. Crop Sci. 21:43-47.

Borsani, O., V. Valpuestan and M. Botella. 2001. Evidence for a role of salicylic acid in the oxidative damage generated by NaCl and osmotic stress in *Arabidopsis* seedlings. Plant Physiol. 126: 1024-1030.

Draikewicz, M. 1994. Chlorophylase occurrence functions, mechanism of action, effect of extra and internal factor. Photosynthetica 30: 321-327.

Archive of SID

www.SID.ir

Farkhondeh, R., E. Nabizadeh and N. Jalilnezhad. 2012. Effect of salinity stress on proline content, membrane stability and water relations in two sugar beet cultivars. Int. J. Agric. Sci. 2: 385-392.
Gill, S.S. and N. Tuteja. 2010. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. Plant Physiol. Biochem. 48: 909-930.
Gunes, A., D. J. Pilbeam, A. Inal andS. Coban. 2008. Influence of silicon on sunflower cultivars under drought stress, I: Growth, antioxidant mechanisms, and lipid peroxidation. Commun. Soil Sci. Plant Anal.39: 1885-1903.
Huang, B. and J. Fu. 2001. Growth and physiological responses of tall fescue to surface soil drying. Intl. Turf grass Soc. Res. J. 9:291-296.
Inze, D. and M. Van Montagu. 1995. Oxidative stress in plants. Curr. Opin. Biotechnology. 6:153-158.
Irrigoyen, J.H., D. W. Emerich and M. Sanchez Diaz. 1992. Water stress induced changes in concentration of proline and total soluble sugars in modulated alfalfa *(Medicago sativa)* lant. Physiol. Pant. 84: 55-60.
Jiang, Y. and B. Huang. 2001. Drought and heat stress injury to two cool-season turf grass in relation to antioxidantmetabolism and lipid peroxidation. Crop Sci. 41: 436-442.
Kishore kumar, A., C. Abdul Jaleel, P. Manivannan, B. Sankar, R. Sridharan, R. Somasundaramand R. Panneerselvam. 2006. Differential effects of hexaconazole and paclobutrazol on the foliage characteristics of Chinese potato *(Solenostemonrotundifolius)*. Acta Biol. Szegediensis. 50: 127-129.
Kochert, G. 1978. Carbohydrate determination by the phenol sulfuric acid method In: Helebust J.A. and Craig, J.S. (ed.): Hand Book of Physiological Method: 56-97.
Kumar, A. and D. P. Singh. 1998. Use of physiological indices as screening technique for drought tolerance in oil seed Brassica species. Ann. Bot. 81: 413-420.
Mahajan, S. and N. Tuteja. 2005. Cold, salinity and drought stresses: An overview. Arch. Biochem. Biophys. 444: 139-158.
Moradshahi, A. B., S. Eskandari and B. Choldebani. 2004. Some physiological response of canola *(Brassica rapus L.)* to water deficit stress under laboratory condition. Iranian J. Sci. Technol. 28: 43-50.
Navarro, A., J. Sanchez-Blanco and S. Banon. 2007. Influence of paclobutrazol on water consumption and plant preformation of Arbutus unedo seedlings. Sci. Horti. 111: 133-139.
Oraki, H., F. Parhizkarkhajani and M. Aghaalikhana. 2012. Effect of water deficit stress on proline contents, soluble sugars, chlorophyll and grain yield of sunflower *(Helianthus annuus L.)* hybrids. Afric. J. Biotechnol. 25: 164-168.
Ouattar, S., R. J. Jones, R. K. Crookston and M. Kajeiou. 1987. Effect of drought on water relation of developing maize kernels. Crop Sci. 27: 730-735.
Pande, H. and J. S. Singh. 1981. Comparative biomass and water status of four range grasses growth under two soil water conditions. J. Range Manage. 34: 480-484.
Paseban-Islam, B., M. R. Shakiba, M. R. Neyshabouri, M. Moghaddamand M. R. Ahmadi. 2000. Evaluation of physiological indices as screening technique for drought resistance in oilseed rape. Proc. Pakestan. Acad. Sci. 37: 2. 143-152.
Percival, G.C.and A. M. SalimAlBalushi. 2007. Paclobutrazol-induced Drought Tolerance in Containerized English and Evergreen Oak. Arbo& Urban Forestry. 33 (6): 397–409.
Pinhero, R. and R. Fletcher. 1994. Paclobutrazol and ancymidol protect corn seedlings from high and low temperature stresses. Plant Growth Regul. 15: 47–53.
Rademacher, W. 1995. Growth retardants: biochemical features and application sin horticulture. Acta Hortic. 394: 57–73.
Rao, M.S.S. and N. J. Mendham. 1991. Soil-plant-water relations of oilseed rape *(Brassica napus* and *B.campestris)*. Agric. Sci. Cam. J. 117: 197-205.
Ritchie, S.W., H. I. Nyvgenand A. S. Halady. 1990. Leaf water content and gas exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. Crop Sci. 30: 105-111.
Sairam, R.K., P.S. Deshmukh and D.C. Saxena. 1998. Role of antioxidant systems in wheat genotype tolerance to water stress. Biol. Plant. 41: 387-394.
Zehtab-Salmasi, S., A. Javanshir, R. Omidbigi, H. Alyari and K. Ghassemi-Golezani. 2001. Effects of water supply and sowing date on performance and essential oil production of anise *(Pimpinella anisum* L.). Acta Agronomy Hungary. 49: 75-81.

Archive of SID

www.SID.ir

The effect of paclobutrazol on physiological characteristics of Bermuda grass under drought stress

A. Pakdel[1], H.R. Miri[2], R. Babdaei Samani[3]

Recived: 2015-11-1 Accepetd: 2016-1-20

Abstract

Grass is considered as one of the most important covering plants in designing green spaces. We aimed to assess the growth retarding effects of Paclobutrazol on several physiological characteristics of Bermuda grass under dry stress in the form of a randomized factorial design study with three repetitions. The treatments in this study were paclobutrazol at concentrations of 0, 25, 50, and 75 mg/l and drought stress at four levels (irrigation based on 100, 80, 60, and 40% of the field's capacity). We found that grass under severe drought stress conditions (40% FC) and were treated with concentrations of 50 and 75 mg/l Paclobutrazol had the highest amount of proline. Grass under moderate drought stress (60% FC) and was treated with Paclobutrazol 50 mg/l had the highest amount of soluble carbohydrates. When using 75 mg/l Paclobutrazol resulted in increased chlorophyll in Bermuda grass. Grass that was irrigated under normal conditions (100% FC) and was treated with different concentrations of paclobutrazol had the highest relative water content. The highest ion leakage was seen in grass under severe drought stress (40% FC) and 0 mg Paclobutrazol. In conclusion, we suggest the use of 50 mg/l Paclobutrazol in order to reduced water consumption or enhancing the growth of grass under drought stress.

Keywords: Grass, ion leakage, irrigation cycle, paclobutrazol, proline, soluble carbohydrates

1- Graduated Students, College of Agriculture, Arsanjan Branch, Islamic azad University, Arsanjan, Iran
2- Associate Professor, College of Agriculture, Arsanjan Branch, Islamic azad University, Arsanjan, Iran
3- Assistant Professor, College of Agriculture, Estahban Branch, Islamic azad University, Estahban, Iran

Archive of SID

www.SID.ir