

پاسخ جمعیت‌های بومی مرغ (*Cynodon dactylon* L.) به تنش خشکی با اندازه‌گیری برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی

سوگند سادات اجتهد، آیت اله رضایی، سید علی حسینی تفرشی

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گرایش بیوتکنولوژی در کشاورزی دانشگاه شاهد تهران

۲- عضو هیئت علمی گروه بیوتکنولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد تهران

۳- عضو هیئت علمی گروه بیوتکنولوژی دانشکده شیمی دانشگاه کاشان

Email: s.ajtahed68@gmail.com

چکیده

این مطالعه به منظور بررسی واکنش چمن‌های مرغ بومی اطراف شهرستان کاشان به تنش خشکی در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با ۳ تیمار (آبیاری هر روزه، خشکی ۵ روزه و خشکی ۱۰ روزه) و چهار تکرار صورت گرفت. بر این اساس هدف پژوهش حاضر معرفی جمعیتی مقاوم به شرایط خشکی با کاربرد احتمالی برای استفاده در فضای سبز با اندازه‌گیری شاخص‌های فیزیولوژیکی تعیین شد. جمعیت‌ها از رویشگاه‌های طبیعی جمع‌آوری و پس از اعمال تیمارهای مختلف، آنالیزها بر روی برگ‌ها صورت گرفت. شاخص‌های فیزیولوژیکی شامل مقدار آب نسبی برگ (RWC)، میزان نشت الکترولیت (EL) و غلظت مالون‌دی‌آلدئید (MDA) تحت تیمارهای آبیاری هر روز، خشکی‌های ۵ و ۱۰ روز مورد بررسی قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که اثر تنش خشکی بر شاخص‌های RWC، EL و MDA معنی‌دار بود و جمعیت‌های A80 و M34 با کمترین کاهش در RWC، کمترین افزایش در EL و MDA به عنوان جمعیت‌های مقاوم و مناسب کشت در منطقه و جمعیت‌های T1 و KH10 با بیشترین کاهش در RWC، بیشترین افزایش در EL و MDA به عنوان جمعیت‌های حساس در نظر گرفته شدند.

کلمات کلیدی: چمن مرغ (*Cynodon dactylon*)، تنش خشکی، محتوای نسبی آب، نشت الکترولیت، مالون‌دی‌آلدئید

۱. مقدمه

چمن به عنوان یکی از مهم‌ترین گیاهان پوششی در ایجاد فضای سبز جدا از کاربرد وسیعی که برای ایجاد سطوح زیبا در منازل، پارک‌ها، مناطق تجاری، مکان‌های تفریحی، فرودگاه‌ها، بزرگ‌راه‌ها و زمین‌های ورزشی دارد، نقش مهمی را در تولید اکسیژن و جذب گازهای مضر و تصفیه هوا، جلوگیری از فرسایش خاک و افزایش پایداری آن ایفا می‌کند [۱]. چمن مرغ با برموداگراس (۳۶=۴x۲n) از چمن‌های فصل گرم می‌باشد که با داشتن تنوع زیاد در رنگ، اندازه برگ، تراکم، سازگاری و قدرت رشد زیاد در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری کشت می‌شود [۱۲].

خشکی و کم‌آبی از جدی‌ترین مشکلات سراسر جهان است که بقای موجودات زنده از جمله گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد و موجب کاهش عملکرد و ایجاد تغییرات مختلفی در سطح فیزیولوژیکی، متابولیکی و سلولی می‌شود [۱۸]. خشکی زمانی رخ می‌دهد که سطح رطوبت خاک و رطوبت نسبی هوا پایین است در حالی که درجه حرارت بالاست [۶].

ارائه مشخص و متمایز و یا ترکیبی از تغییرات مرتبط، ظرفیت گیاه را برای پایداری خود تحت شرایط نامناسب معین می‌کند؛ خشکی بر روی طیف وسیعی از تنظیمات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در گیاه از جمله تغییرات در محتوای نسبی آب برگ (RWC)، نشت الکترولیت (EL)، [۷]، تولید گونه‌های اکسیژن فعال (ROS) و خسارت غشاء اثر گذاشته و در نتیجه قابلیت دوام سلول را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۱۶]. مکانیسم‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاهان در پاسخ به محتوای نسبی آب، منعکس‌کننده فعالیت متابولیک در بافت‌ها و تعادل بین عرضه آب به برگ و میزان تعرق می‌باشد و به عنوان شاخص بسیار معنی‌داری برای تحمل در برابر کم‌آبی می‌باشد [۱۷، ۶، ۹]، همچنین این ویژگی برای تمایز ژنوتیپ‌های حساس و مقاوم به خشکی مورد استفاده قرار می‌گیرد [۹]. Shi و همکاران [۱۸] در مطالعه‌ای گزارش کرد که پس از اعمال تنش خشکی در ۹ واریته برموداگراس میزان آب نسبی برگ و بقاء در تمام

وارپته‌ها تا حد زیادی کاهش یافت و این کاهش در رقم مقاوم نسبت به رقم حساس کمتر بوده است. غشاء سلولی نیز یکی از اولین هدف‌های تنش‌های گیاهی است و به طور کلی پذیرفته شده است که حفاظت از یکپارچگی و ثبات تحت شرایط تنش آبی جزء مؤلفه‌های اصلی مقاومت به خشکی در گیاهان است [۸ و ۵]. در اثر آسیب پذیری غشای سیتوپلاسمی محتویات سلول به بیرون تراوش کرده که مقدار این خسارت را می‌توان با اندازه‌گیری مقدار نشت یونی تعیین نمود. بدین ترتیب هرچه مایع غلیظ‌تر باشد نشانه آن است که سلول‌های بیشتری تخریب شده و آن رقم مقاومت کمتری به خشکی دارد [۲]. Hu و همکاران [۱۴] در مطالعه‌ای بر روی ژنوتیپ‌های برموداگراس هیبرید و رایج اظهار داشتند که سطح EL در تمام رقم‌های برموداگراس مورد مطالعه در تنش خشکی افزایش داشته است اما میزان افزایش در ژنوتیپ‌ها متفاوت بوده است و افزایش مشاهده شده در رقم مقاوم نسبت به رقم حساس کمتر بوده است. تولید گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) نیز رویدادی اولیه از پاسخ دفاعی گیاه به تنش آبی است و همچنین به عنوان یک پیام رسان ثانویه یک واکنش دفاعی پی در پی در گیاه را راه‌اندازی می‌کند [۷]. تولید بیش از حد ROS می‌تواند باعث تنش اکسیداتیو و اختلال جدی عملکردهای طبیعی سلول‌ها شود [۱۹]. از اثرات بارز رادیکال‌های آزاد اکسیژن، تخریب غشاءهای سلولی است. با توجه به اینکه ترکیب مالون دی‌آلدئید تحت تأثیر تخریب و پراکسیده شدن غشاء سلولی آزاد می‌شود، بررسی غلظت مالون دی‌آلدئید بافت گیاهی می‌تواند بیانگر میزان تخریب غشاء سلولی باشد [۳]. Shi و همکاران [۱۸] نیز میزان غلظت MDA را در ژنوتیپ مقاوم نسبت به رقم حساس برموداگراس تحت تنش خشکی، کمتر گزارش کرده‌اند. این تحقیق به منظور بررسی پاسخ جمعیت‌های بومی چمن مرغ به تنش خشکی و مقایسه شاخص‌های فیزیولوژیکی EL، RWC و MDA در پاسخ به تنش در بین جمعیت‌های مورد مطالعه انجام شد.

۲. مواد و روش‌ها

به منظور جمع‌آوری نمونه‌های گیاهی حدود ۸ منطقه از مناطق اطراف کاشان شناسایی شده و نمونه‌های گیاهی از رویشگاه‌های طبیعی آن‌ها در فصل بهار سال ۱۳۹۳ انجام گرفت. پس از جمع‌آوری نمونه‌ها، هر جمعیت در گلدان کشت شد و به مدت سه ماه در گلخانه نگهداری شد و به طور مرتب آبیاری و با محلول هوگلند کود دهی شد. سپس گیاهان به روش غیر جنسی تکثیر و در نهایت استولون‌ها از هر جمعیت جدا شده و در گلدان‌های حاوی بستر کوکوپیت و پرلیت به نسبت مساوی کشت شد و به مدت سه ماه در فیتوترون در شرایط ثابت نگهداری شد (دمای ۳۰ درجه و فاصله ۲۰ سانتی متری از منبع نوری) و به صورت هفتگی محلول دهی شدند. در ادامه برای آزمایش نمونه‌های همسان انتخاب شده و در مرحله بعد تیمار خشکی اعمال شد. برای هر جمعیت سه تیمار شاهد (آبیاری هر روزه)، تیمار خشکی ۵ روزه و تیمار خشکی ۱۰ روزه انجام شد و نمونه‌گیری انجام شد.

جدول ۱: موقعیت جغرافیایی مناطق جمع‌آوری گیاهان مورد مطالعه

کد جمعیت	محل جمع‌آوری	مشخصات جغرافیایی	ارتفاع (متر)	تاریخ جمع‌آوری
<i>Kh10</i>	کاشان - روستای خنب	E ۵۱° ۲۲' ۹/۴۹"	N ۳۳° ۵۲' ۲۵/۸۸"	اردیبهشت ماه ۱۳۹۳
<i>M34</i>	کاشان - روستای مرق	E ۵۱° ۹' ۲۱/۳۳"	N ۳۳° ۵۴' ۲۶/۲۷"	اردیبهشت ماه ۱۳۹۳
<i>B60</i>	نطنز - یادبود	E ۵۲° ۰' ۲۹/۸۹"	N ۳۳° ۴۱' ۲۸/۴۶"	فروردین ماه ۱۳۹۳
<i>K1</i>	کاشان - مرکز تکثیر شهرداری کاشان	E ۵۱° ۲۹' ۱۴/۷۰"	N ۳۳° ۵۷' ۴۶/۶۶"	اردیبهشت ماه ۱۳۹۳
<i>K70</i>	کاشان - کویر کرشاهی	E ۵۲° ۰۶' ۲۵/۳۳"	N ۳۳° ۵۵' ۵۸/۷۴"	اردیبهشت ماه ۱۳۹۳
<i>A48</i>	کاشان - اردهال	E ۵۱° ۰۴' ۱/۶۲"	N ۳۴° ۰۲' ۶/۲۲"	اردیبهشت ماه ۱۳۹۳
<i>J25</i>	کاشان - جوشقان استرک	E ۵۱° ۱۳' ۷/۲۸"	N ۳۴° ۰۲' ۳۹/۷۸"	فروردین ماه ۱۳۹۳
<i>A80</i>	نطنز - ایبانه	E ۵۱° ۳۵' ۲۳/۸۳"	N ۳۳° ۳۵' ۹/۵۹"	فروردین ماه ۱۳۹۳
<i>T1</i>	تجاری	-----	-----	فروردین ماه ۱۳۹۳

اندازه گیری ظرفیت نسبی آب برگ (RWC)

برای تعیین میزان نسبی آب برگ، سه پارامتر وزن تر (FW)^۱، وزن آماس (TW)^۲ و وزن خشک (DW)^۳ اندازه گیری شد. بدین منظور، از هر جمعیت برگ‌ها جدا شده و به سرعت وزن شد (وزن تر). در مرحله بعد نمونه‌های برگ‌گی در لوله آزمایش حاوی آب مقطر قرار داده شد و پس از ۲۴ ساعت برگ‌ها دوباره توزین شد (وزن آماس). در مرحله سوم نمونه‌های برگ‌گی در آون با دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شد و نمونه‌ها خشک شده و یک بار دیگر توزین شد (وزن خشک). در نهایت درصد محتوای آب نسبی با استفاده از فرمول $(FW-DW)/(TW-DW) \times 100$ محاسبه شد.

اندازه گیری نشت الکتrolیت (EL)^۴

به این منظور، ۰/۱ گرم از برگ‌های هر گیاه در ۱۵ سی‌سی آب مقطر استریل به مدت ۶ ساعت روی شیکر قرار داده شد و سپس میزان هدایت الکتریکی (C_i) محلول حاوی برگ بوسیله هدایت سنج اندازه گیری شد. در ادامه، بافت برگ توسط اتوکلاو له شده و هدایت الکتریکی (C_{max}) یک بار دیگر اندازه گیری می‌شود. میزان EL از طریق فرمول $(C_i/C_{max}) \times 100$ محاسبه شد.

اندازه گیری غلظت مالون دی‌آلدئید (MDA)^۵

برای اندازه گیری میزان پراکسیده لیپیدها و اندازه گیری غلظت MDA، ۰/۱ گرم برگ توزین شد و به آن ۳ میلی‌لیتر تری‌کلرواستیک اسید ۰/۱ درصد اضافه شد و برگ‌ها در هاون ساییده شد و عصاره‌ی حاصل با استفاده از سانتریفیوژ (Eppendorf 5415R)، سانتریفیوژ گردید؛ سپس ۵۰۰ میکرولیتر از محلول رویی سانتریفیوژ شده به ۵۰۰ میکرولیتر تیوباربیتوریک اسید ۰/۵ درصد اضافه شد. این مخلوط به مدت ۳۰ دقیقه در حمام آب گرم در دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و بلافاصله در یخ سرد شد. ماده صورتی رنگ مالون دی‌آلدئید تیوباربیتوریک اسید (MDA-TBA) تولید شده در طول موج ۵۳۲ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه گیری شد و جذب سایر رنگیزه‌های غیر اختصاصی در طول موج ۶۰۰ نانومتر تعیین و از این مقدار کم شد [۲۱].

$$MDA (mM) = (A_{532} - A_{600})/155$$

این پژوهش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با ۳ تیمار (آبیاری هر روزه، خشکی ۵ روزه و خشکی ۱۰ روزه) با چهار تکرار صورت گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها با کمک نرم‌افزارهای Exel و SPSS (Version ۱۹) و ANOVA دو طرفه انجام شد. میانگین داده‌های حاصل با کمک آزمون دانکن در سطح $p < 0,05$ گروه‌بندی و مقایسه شدند. نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Graph pad prism رسم شدند.

۳. نتایج و بحث

مطالعات پیشین نشان داده است که با وجود مقاومت مرغ به خشکی، بین انواع ژنوتیپ‌ها و نمونه‌های آن تفاوت وجود دارد [۱۲]. تجزیه واریانس داده‌ها در جدول ۱ نشان داد که سطوح خشکی، اثر جمعیت‌ها و اثر متقابل خشکی×جمعیت بر روی جمعیت‌های چمن برموداگراس در خصوص RWC، EL و MDA اثر معنی‌داری در سطح ۱٪ داشته است.

¹ Fresh Weight

² Turgid Weight

³ Dry Weight

⁴ Electrolyte Leakage

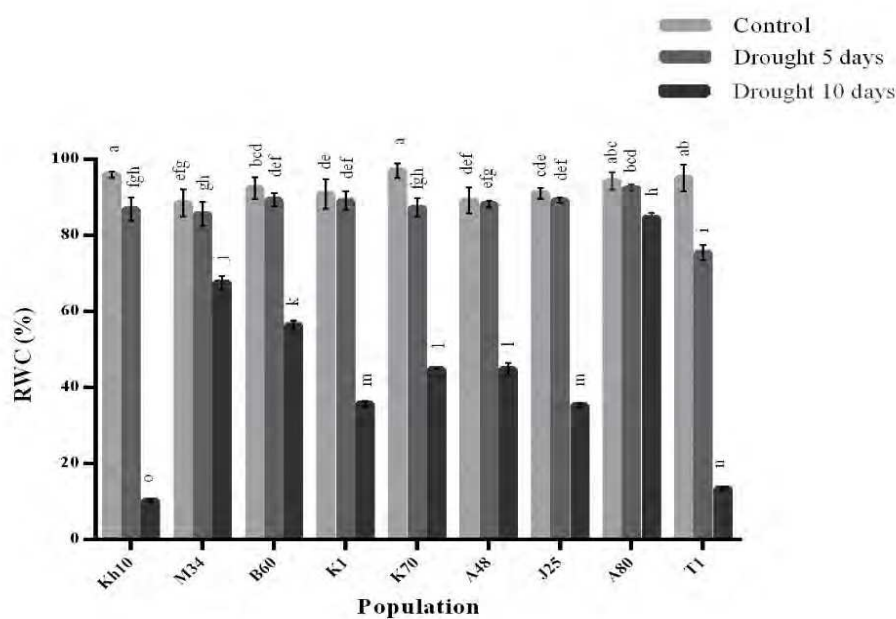
⁵ Malondialdehyde

جدول ۱: نتایج تجزیه واریانس اثر خشکی، جمعیت و تلاقی خشکی و جمعیت بر شاخص های فیزیولوژیکی محتوای نسبی آب، نشت الکترولیت، مالون دی آلدئید

میانگین مربعات				
منابع تغییرات	درجه آزادی	محتوای نسبی آب برگ (RWC)	نشت الکترولیت (EL)	مالون دی آلدئید (MDA)
خشکی	۲	۲۵۸۸۲ **	۱۴۸۲۵**	۵/۷۱۶e-۰۰۶**
جمعیت	۸	۹۱۴/۸**	۱۴۱۱**	۳/۸۹۶e-۰۰۷**
خشکی×جمعیت	۱۶	۷۵۱/۴**	۹۴۷/۷**	۳/۱۷۳e-۰۰۷**
خطا	۸۱	۴/۵۰۱**	۱/۵۸۱**	۳/۰۷۶e-۰۰۹**
کل	۱۰۷			

** معنی دار در سطح احتمال ۱٪

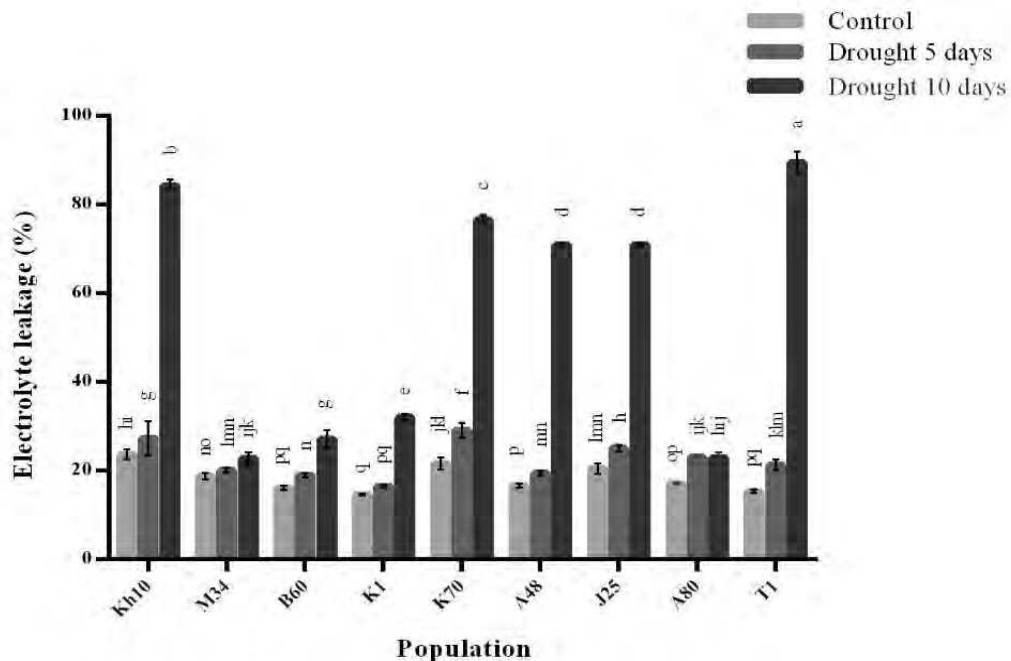
با توجه به اینکه RWC منعکس کننده فعالیت متابولیک در بافت ها و تعادل میان عرضه آب به برگ و تعرق می باشد، در نتیجه شاخص بسیار معنی داری برای تحمل در مقابل خشکی می باشد [۷، ۹]. بر اساس نتایج مقایسه میانگین (شکل ۱) پس از اعمال تنش خشکی ۵ روز در تمام جمعیت ها کاهش RWC مشاهده شده است که این کاهش جز در سه جمعیت Kh10، K70 و T1 در سایر جمعیت ها از لحاظ آماری معنی دار نبود. بیشترین کاهش در اثر متقابل تنش ۵ روز×جمعیت، در مقایسه با شاهد خود، در سه جمعیت T1، K70 و Kh10 به ترتیب با ۱۹/۶۶٪، ۹/۷۴٪ و ۹/۰۸٪ کاهش، مشاهده شده است و کمترین کاهش در جمعیت A80 با ۱/۷۲٪ کاهش مشاهده شده است. پس از اعمال تنش ۱۰ روز، بیشترین کاهش در دو جمعیت Kh10 و T1 به ترتیب با ۸۹/۳۰٪ و ۸۵/۷۵٪ کاهش و کمترین کاهش نیز در دو جمعیت A80 و M34 به ترتیب با ۱۰/۲۰٪ و ۲۳/۶۰٪ کاهش در مقایسه با شاهد های خود مشاهده شده است.



شکل ۱: مقایسه میانگین اثر خشکی×جمعیت بر میزان محتوای نسبی آب (RWC) که براساس آزمون دانکن صورت گرفته است. حروف غیر مشابه نشان دهنده وجود تفاوت معنی دار بین میانگین ها در سطح احتمال $p < 0.05$ می باشد.

Zhou و همکاران [۲۲]، Shi و همکاران [۱۸]، Du و همکاران [۱۱] و Zhang و همکاران [۲۳] نیز نتایج مشابهی را در مورد این شاخص با مطالعه بر روی ژنوتیپ‌های برموداگراس بدست آوردند و بیان کردند که با تنش خشکی میزان RWC کاهش یافته اما مقدار کاهش مشاهده شده برای ژنوتیپ‌های مقاوم کمتر از ژنوتیپ‌های حساس بوده است. بر این اساس صحت نتایج بدست آمده تایید می‌شود و دو جمعیت A80 و M34 را با کمترین کاهش در RWC به عنوان جمعیت‌های مقاوم به خشکی و دو جمعیت T1 و Kh10 را جمعیت‌های حساس به خشکی می‌توان معرفی کرد.

پایداری غشاء سلولی به عنوان شاخص میزان سازگاری به تنش خشکی در شرایط کمبود آب در نظر گرفته می‌شود [۵]. بر اساس نتایج مقایسه میانگین شکل ۲ بین اثر متقابل خشکی ۵ روز×جمعیت و خشکی ۱۰ روز×جمعیت بر میزان EL اختلاف معنی‌داری وجود دارد. در سطح خشکی ۵ و ۱۰ روز، EL در مقایسه با شاهد افزایش داشته است بیشترین افزایش در خشکی ۵ روز در جمعیت T1 با ۶/۰۰٪ افزایش درصدی و کمترین افزایش در جمعیت M34 با افزایش ۱/۳۴٪ درصدی مشاهده شد. در خشکی ۱۰ روز نیز بیشترین افزایش در اثر متقابل خشکی ۱۰×جمعیت به ترتیب با افزایش ۷۴/۲۱ و ۶۰/۷۰٪ درصدی در جمعیت‌های T1 و Kh10 و کمترین افزایش در جمعیت M34 و A80 به ترتیب با افزایش ۳/۹۷ و ۵/۹۶٪ درصد مشاهده شد.

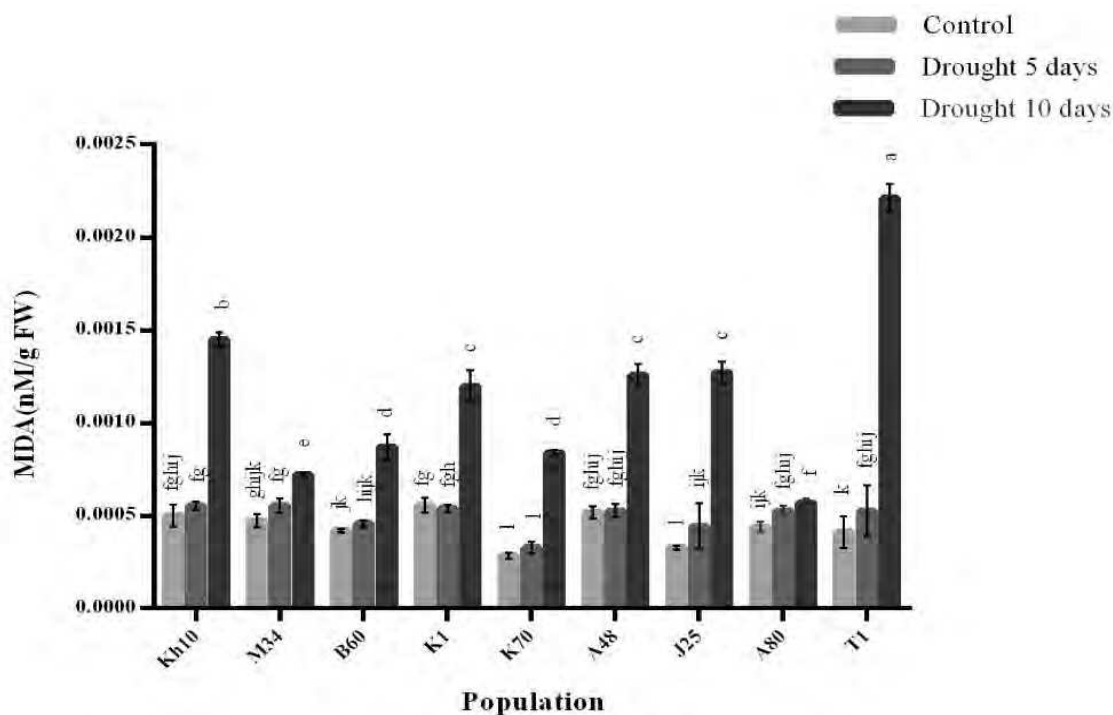


شکل ۳-۲: مقایسه میانگین اثر خشکی×جمعیت بر میزان نشت الکترولیت (EL) که براساس آزمون دانکن صورت گرفته است. حروف غیر مشابه نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح احتمال $p < 0.05$ می‌باشد.

Zhou و همکاران [۲۲]، Shi و همکاران [۱۸]، Hu و همکاران [۱۴] نیز نتایج مشابهی را در مورد این شاخص گزارش کردند و بیان کردند که با تنش خشکی میزان EL افزایش یافته که میزان این افزایش در رقم‌های مقاوم کمتر از ارقام حساس بوده. Du و همکاران [۱۱] نیز با مطالعه بر روی دو گونه چمن برموداگراس و کنتاکی بلو گراس، برموداگراس را تحت تنش خشکی با افزایش EL کمتر و در نتیجه مقاوم‌تر بیان کردند. بر این اساس نتایج پژوهش حاضر با مطالعات ذکر شده مطابقت داشته و پس از اعمال تنش ۵ و ۱۰ روز دو جمعیت T1 و خنب Kh10 با بیشترین میزان نشت الکترولیت به عنوان جمعیت‌های حساس و دو جمعیت M34 و A80 با کمترین افزایش در نشت الکترولیت نسبت به شرایط کنترل پس از اعمال تنش را می‌توان به عنوان جمعیت‌های مقاوم به خشکی با توجه به این شاخص معرفی کرد و به طور کلی نتایج بدست آمده صحت مطالعات آن‌ها را تایید می‌کند.

پراکسیداسیون لیپیدهای غشایی آلدئیدهایی مثل مالون دی آلدئید (MDA) را تولید می‌کند [۴]. میزان مالون دی آلدئید بوسیله خشکی افزایش می‌یابد و MDA نشان دهنده ی وسعت پراکسیداسیون لیپید در غشاء سلولی تحت شرایط تنش می‌باشد [۷]. بر اساس نتایج مقایسه میانگین شکل ۳ بین اثر متقابل خشکی ۵ روز×جمعیت و خشکی ۱۰ روز×جمعیت بر MDA در تمام جمعیت‌ها

جز A80 اختلاف معنی داری مشاهده شده است. با توجه به شکل ۳ اثر تنش خشکی×جمعیت بر میزان غلظت MDA، پس از اعمال تنش ۵ روز در مقایسه با شرایط کنترل جز در دو جمعیت J25 و T1 با ۰/۰۰۰۱۱۴۵ و ۰/۰۰۰۱۱۱۵ افزایش، در سایر جمعیت‌ها تغییرات معنی داری از لحاظ آماری مشاهده نشد. در تنش خشکی ۱۰ روز اثر متقابل خشکی ۱۰ روز×جمعیت برای تمام جمعیت‌ها افزایش یافت اما میزان افزایش در بین جمعیت‌ها متفاوت بود به طوری که بیشترین افزایش در جمعیت T1 با میزان ۰/۰۰۰۱۷۹۹ افزایش نسبت به شرایط آبیاری هر روزه و کمترین افزایش مالون دی‌آلدئید، برای دو جمعیت A80 و M34 به ترتیب با ۰/۰۰۰۱۲۹ و ۰/۰۰۰۲۴۷ در مقایسه با شرایط آبیاری هر روزه مشاهده شده است. و جمعیت‌های دیگر با توجه به میزان افزایش مالون دی‌آلدئید در بین این دو بازه قرار گرفته‌اند.



شکل ۳-۳: مقایسه میانگین اثر خشکی×جمعیت بر میزان مالون دی‌آلدئید (MDA) که براساس آزمون دانکن صورت گرفته است. حروف غیر مشابه نشان دهنده وجود تفاوت معنی دار بین میانگین‌ها در سطح احتمال $p < 0.05$ می‌باشد.

Shi و همکاران نتایج مشابهی را برای غلظت MDA چمن برموداگراس در تنش خشکی گزارش کردند و بیان داشتند که پس از اعمال تنش خشکی غلظت MDA افزایش یافته که میزان این افزایش برای رقم‌های مقاوم کمتر از رقم‌های حساس بوده است. نتایج پژوهش حاضر نیز افزایش غلظت MDA را در تنش خشکی نشان داد و جمعیت T1 و Kh10 با بالاترین میزان محتوای MDA و در نتیجه بالاترین پراکسیداسیون غشاء را می‌توان به عنوان جمعیت‌های حساس و دو جمعیت A80 و M34 با کمترین میزان MDA و در نتیجه کمترین میزان پراکسیداسیون غشاء را به عنوان جمعیت‌های مقاوم در نظر گرفت. همچنین نتایج مطالعات Jiang and Zhou [۱۵]، Dacosta and Huang [۱۰]، Fu and Huang [۱۳] و Xu and Zhou [۲۰] بر روی رقم‌های مختلف چمن، افزایش غلظت MDA را در تنش خشکی و همچنین افزایش کمتر آن را در رقم‌های مقاوم تایید کردند و بر این اساس صحت نتایج بدست آمده در پژوهش حاضر نیز تأیید می‌شود.

به طور کلی با توجه به نتایج بدست آمده چنین استنباط می‌شود که اثر تیمار خشکی بر صفات اندازه‌گیری شده معنی‌دار بوده و با توجه به نتایج دو جمعیت A80 و M34 به عنوان جمعیت‌های مقاوم به خشکی و جمعیت‌های T1 و Kh10 به عنوان جمعیت‌های حساس به خشکی معرفی می‌شود و جمعیت‌های A80 و M34 برای کشت در منطقه مناسب هستند.

۴. پیشنهادات:

جهت تکمیل یافته‌های پژوهش حاضر، انجام مطالعات دیگری به عنوان پیشنهاد مطرح میشوند: ۱. اندازه‌گیری شاخص‌های فیزیولوژیکی و ژن‌های مربوط به خشکی در شرایط طبیعی و کنترل نشده بر روی برموداگراس. ۲. جمع‌آوری جمعیت‌های مختلف برموداگراس از شرایط اقلیمی متفاوت و بررسی آن‌ها با توجه به شرایط اقلیمی هر منطقه به منظور معرفی سایر جمعیت‌های بومی مناسب هر اقلیم. ۳. اندازه‌گیری سایر شاخص‌های فیزیولوژیکی مرتبط با تنش خشکی در برموداگراس.

۵. سپاسگزاری:

کشت گیاهان در فیتوترون مرکز تکثیر فضای سبز و آنالیزها در آزمایشگاه بیوتکنولوژی دانشگاه کاشان انجام شده است. نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از سرکار خانم مهندس اجتهاد، جناب آقای مهندس باقی و جناب آقای مهندس صابر برای همکاری و همیاری صمیمانه در انجام این پروژه تشکر و قدردانی نمایند.

مراجع

۱. اداوی، ظهرا؛ رزمجو، خورشید؛ مبلی، مصطفی، "مطالعه سازگاری ده رقم چمن آفریقایی (*Cynodon sp.*) در شرایط آب و هوایی اصفهان"، مجله علوم و فنون باغبانی ایران. ۱۳۸۴، ۶(۱)، صفحات ۱۴-۱.
۲. درویش‌بلوچی، مرجان؛ پاک‌نژاد، فرزاد؛ کاشانی، علی؛ اردکانی، محمدرضا؛ درویش‌بلوچی، مهتاب. "بررسی تأثیر تنش خشکی و تغذیه برگی برخی از عناصر کم مصرف بر پارامترهای فلورسانس کلروفیل، محتوای کلروفیل، RWC، پایداری غشاء و عملکرد دانه ذرت (SC704)". مجله علوم گیاهان زراعی ایران. ۱۳۸۹، ۴۱(۳). صفحات ۵۴۳-۵۳۱.
۳. فرهودی، روزبه. "بررسی تأثیر تنش شوری بر رشد رویشی، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت و غلظت مالون‌دی‌آلدئید برگ ارقام کلزا". نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. جلد ۹ (۱)، ۱۳۹۰، صفحات ۱۳۰-۱۲۳.
۴. ملک‌احمدی، فاطمه؛ منوچهری کلانتری، خسرو؛ ترکزاده، مسعود. "اثر تنش غرقابی بر القاء تنش اکسیداتیو و غلظت عناصر در گیاهان فلفل (*Capsicum annum L.*)". مجله زیست‌شناسی ایران. ۱۳۸۴، ۱۸(۲). صفحات ۱۱۹-۱۱۰.
5. Ahmadizadeh, M., (2013). Physiological and Agro-Morphological Response to Drought Stress. Middle-East Journal of Scientific Research, 13(8): 998-1009.
6. Akinci, S. and Lösel, D. M. (2006). Plant Water-Stress Response Mechanisms, Water Stress, Prof. Ismail Md. Mofizur Rahman (Ed.), ISBN: 978-953-307-963-9, InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/water-stress/plant-water-stress-response-mechanisms>
7. Anjum, S. A., Xie, X., Wang, L., Saleem, M. F., Man, Ch., Lei, W. (2011). Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. African Journal of Agricultural Research, 6(9): 2026-2032.
8. Bajji, M., Kinet, J., Lutts, S. The use of the electrolyte leakage method for assessing cell membrane stability as a water stress tolerance test in durum wheat. Plant Growth Regulation, 36(1): 61-70.
9. Canavar, O., Gotz, K. P., Ellmer, F., Chmielewski, F. M., Kaynak, M. Ali. (2014). Determination of the relationship between water use efficiency, carbon isotope discrimination and proline in sunflower genotypes under drought stress. Australian Journal of Crop Science, 8(2): 232-242.
10. DaCosta, M. and Huang, B. (2007). Changes in antioxidant enzyme activities and lipid peroxidation for bentgrass species in response to drought stress. Journal of the American Society for Horticultural Science, 132(3): 319-326.
11. Du, H., Wang, Z., Yu, W., Huang, B. (2012). Metabolic responses of hybrid bermudagrass to short-term and long-term drought stress. Journal of the American Society for Horticultural Science, 137(6): 411-420.
12. Etemadi, N., Khalighi, A., Razmjoo, Kh., Lessani, H. Zamani, Z. (2005). Drought resistance of selected Bermudagrass {*Cynodon dactylon* (L.) Pers.} accessions. International Journal of Agriculture & Biology 7(4):612-615.
13. Fu, J., and Huang, B. (2001). Involvement of antioxidants and lipid peroxidation in the adaptation of two cool-season grasses to localized drought stress. Environmental and Experimental Botany, 45(2):

- 105-114.
14. Hu, L., Wang, Z., Du, H., Huang, B. (2010). Differential accumulation of dehydrins in response to water stress for hybrid and common Bermudagrass genotypes differing in drought tolerance. *Plant physiology*, 167(2):103-109.
 15. Jiang, Y. and Huang, B. (2001). Drought and heat stress injury to two cool-season turfgrasses in relation to antioxidant metabolism and lipid peroxidation. *Crop science*, 41(2): 436-442.
 16. Lata, C., Yadav, A., Prasad M. (2011). Role of Plant Transcription Factors in Abiotic Stress Tolerance, *Abiotic Stress Response in Plants - Physiological, Biochemical and Genetic Perspectives*, Prof. Arun Shanker (Ed.), ISBN: 978-953-307-672-0, InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/abiotic-stress-response-in-plants-physiological-biochemical-and-geneticperspectives/role-of-plant-transcription-factors-in-abiotic-stress-tolerance>
 17. Lugojan, C. and Ciulca, S. (2011). Evaluation of relative water content in winter wheat. *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology*, 15(2): 173-177.
 18. Shi, H., Wang, Y., Cheng, Zh., Ye, T., Chan, Zh. (2012). Analysis of natural variation in Bermudagrass (*Cynodon dactylon*) reveals physiological responses underlying drought tolerance. *PLOS ONE*, 7(12): e53422.
 19. Xiao, X., Xu, X., Yang, F. (2008). Adaptive Responses to Progressive Drought Stress in Two *Populus cathayana* Populations. *Silva Fennica* 42(5): 705-719.
 20. Xu, Z. Z., Zhou, G. Sh. (2006). Combined effects of water stress and high temperature on photosynthesis, nitrogen metabolism and lipid peroxidation of a perennial grass *Leymus chinensis*. *Planta*, 224(5): 1080-1090.
 21. Yan, B., Dai, Q., Liu, X., Huang, S., Wang, Z. (1996). Flooding –induce membrane damage, lipid oxidation and activated oxygen generation in corn leaves. *Plant and soil*, 179(2): 261-268.
 22. Zhong, D., Du, H., Wang, Zh., Huang, B. (2011). Genotypic variation in fatty acid composition and unsaturation levels in bermudagrass associated with leaf dehydration tolerance. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 136(1): 35-40.
 23. Zhou, P., An, Y., Wang, Z., Du, H., Huang, B. (2014). Characterization of Gene Expression Associated with Drought Avoidance and Tolerance Traits in a Perennial Grass Species. *PLOS One* 9(8): e103611.