اثر تنش خشکی بر میزان قندهای محلول و غلظت کلروفیل a و b در جمعیت‌های بومی برموداگراس (*Cynodon dactylon* L.)

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 هئیت علمی گروه بیوتکنولوژی دانشکده شیمی دانشگاه کاشان

Email: s.ajtahed68@gmail.com

چکیده

این مطالعه به منظور بررسی واکنش جمعیت‌های بومی برموداگراس 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 اندازه‌گیری شاخص‌های فیزیولوژیکی قندهای محلول و محتوای کلروفیل تعیین شد. جمعیت‌ها از رویشگاه‌های طبیعی جمع‌آوری و پس از اعمال تیمارهای مختلف، آنالیزها بر روی برگ‌ها صورت گرفت. شاخص‌های فیزیولوژیکی شامل قندهای محلول رامنوز و گلوکز و همچنین محتوای کلروفیل a و b تحت تیمارهای آبیاری هر روز، خشکی‌های ۵ و ۱۰ روز مورد بررسی قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که اثر تنش خشکی بر شاخص‌های قندهای محلول رامنوز و گلوکز، کلروفیل a و b معنی‌دار بود و جمعیت‌های B60 و A80 با بیشترین میزان قندهای محلول و A80 و M34 با کمترین تغییرات در محتوای کلروفیل در تنش خشکی بلند مدت به عنوان جمعیت‌های مقاوم به خشکی با توجه به شاخص‌های اندازه‌گیری شده معرفی شد.

واژگان کلیدی: چمن مرغ (Cynodon dactylon)، تنش خشکی، قندهای محلول، محتوای کلروفیل

۱. مقدمه

با توجه به شیوه زندگی ثابت گیاهان، آن‌ها به طور مداوم در معرض طیف گسترده‌ای از تنش‌های محیطی زنده و غیر زنده قرار می‌گیرند [۲۴، ۲۶]. تنش خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل کاهش بهره‌وری در مناطق خشک و نیمه خشک است [۱۲، ۱۵، ۳]. گیاهان در برابر خشکی بوسیله تغییرات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و متابولیکی در تمام اندام‌های خود پاسخ می دهند [۱۰]. چمن نیز به عنوان مهم‌ترین گیاه پوششی جهان نقش مهمی در کاهش آلودگی محیطی، جلوگیری از فرسایش خاک و افزایش پایداری آن علاوه بر زیباسازی و ایجاد فضایی فرح دارد [۹، ۴] که با توجه به کمبود شدید منابع آب شیرین امکان گسترش فضای سبز در حد استانداردهای جهانی وجود ندارد [۷]. درنتیجه معرفی رقم‌های مناسب چمن برای هر ناحیه به خصوص نواحی خشک و نیمه خشک ضروری است [۱]. برموداگراس یک چمن چند ساله علفی است [۲۳] که از مهم‌ترین باریک برگ‌های نواحی گرمسیری و نیمه گرمسیری بوده و به طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱].

در پاسخ به تنش خشکی، چمن مکانیسم‌های پیچیده‌ای را مثل تغییرات فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی، سلولی و مولکولی برای مقابله با تنش توسعه داده است[۲۵]. دوام فتوسنتز و حفظ غلظت کلروفیل تحت شرایط تنش از جمله شاخص‌های فیزیولوژیکی تحمل به خشکی است [۵]. به طور کلی تأثیر تنش آب بر کلروفیل بسیار متنوع و متغیر است و بستگی به شرایط محیطی و ژنوتیپی گیاه دارد، در بعضی از گونه‌ها تنش آب باعث کاهش و در برخی باعث افزایش محتوای کلروفیل با توجه به میزان تنش و طول مدت آن می‌گردد [۶، ۱۴]. افزایش نسبت کلروفیل a به b در شرایط تنش خشکی به واسطه تغییر در سیستم‌های فتوسنتزی در جهت نسبت کمتر فتوسیستم II به فتوسیستم I می‌باشد [۵]. مطالعات انجام شده توسط اکثریت، افت کلروفیل در گیاهان در مقاومت به کمبود آب در سلول‌های مزوفیل را همراه مقدار کاهش کمتر در مجموعه سلول‌های غلاف را بیان کردند[۱۳]. Zhao و همکاران [۲۹]

گزارش کردند که مقاومت برموداگراس به کمبود آب تا حد زیادی با حفظ متابولیسم‌های مرتبط با فتوسنتز و دفاع آنتی‌اکسیدانی در ارتباط است. همچنین مداح و فرهنگیان‌کاشانی [۱۰] بیان کردند که دوام فتوسنتز و حفظ غلظت کلروفیل تحت شرایط تنش از جمله شاخص‌های فیزیولوژیکی تحمل خشکی است.

از آنجا که تمام ساختارهای درون سلولی در محیط آبی وجود دارد، مقاومت به از دست دادن آب نیز وابسته به توانایی سلول‌ها در جهت حفاظت از سلامت غشاء و جلوگیری از دناتوره شدن پروتیئن‌ها بستگی دارد [۱۶]. افزایش در محتویات قندی محلول سلول نیز بواسطه تجزیه برخی کربوهیدرات‌ها از مکانیسم‌های تعدیل سازی دیگری است که مقاومت را در برابر تنش اسمزی بهبود می‌دهد [۲۸]. از مهم‌ترین اسمولیت‌هایی که در تنظیم اسمزی برای غلبه بر آثار سوء تنش خشکی دخیل هستند می‌توان به پرولین، قندهای محلول و یون‌های غیر آلی مثل پتاسیم اشاره کرد [۸]. اگرچه مدت زمان زیادی است که افزایش قندها در طیف گسترده‌ای از گیاهان رشد یافته در سطوح کم رطوبت و تحت شوری شناخته شده است؛ باید توجه داشت که نرخ و میزان افزایش در محتوای قند به شرایط محیطی، گونه‌ها، و حتی در ژنوتیپ در همان گونه بستگی دارد. [۱۸]. Shi و همکاران [۲۵] گزارش کردند که میزان تجمع قندهای محلول به طور معنی‌داری در برموداگراس مقاوم به خشکی نسبت به واریته‌های دیگر تحت شرایط کمبود آب بالاتر بوده است که منجربه بهبود یافتن مقاومت به خشکی سلول‌ها بوسیله تنظیم اسمزی شده است. نتایج مطالعه دیگری توسط فنایی و همکاران [۸] نیز نشان داد که تنش خشکی سبب افزایش هیدرات‌های کربن محلول در برگ هر دو گونه کلزا و خردل شد. افزایش معنی دار گلوکز، فروکتوز و سوکروز در میوه‌ها تحت تنش آبی در گوجه فرنگی نیز گزارش شد و بیان شد که تنش آبی محتوای قند را در میوه گوجه فرنگی افزایش داد [۲۲].

این تحقیق به منظور بررسی اثر تنش خشکی بر میزان قندهای محلول رامنوز، گلوکز و مقدار کلروفیل a و b در بین جمعیت‌های بومی مرغ انجام شد.

۲. مواد و روش ها

به منظور جمع‌آوری نمونه‌های گیاهی حدود ۸ منطقه از مناطق اطراف کاشان شناسایی شده و نمونه‌های گیاهی از رویشگاه‌های طبیعی آن ها 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 کوددهی شد. سپس گیاهان به روش غیر جنسی تکثیر و در نهایت استولون ها از هر جمعیت جدا شده و در گلدان های 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 سانتی‌متری از منبع نوری) و به صورت هفتگی محلول دهی شدند. در ادامه برای آزمایش نمونه های 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 نمونه گیری انجام شد.

جدول۱: موقعیت جغرافیایی مناطق جمع آوری گیاهان مورد مطالعه

تاریخ جمع آوری	ارتفاع (متر)	مشخصات جغرافیایی		محل جمع آوری	کد جمعیت
اردیبهشت ماه ۱۳۹۳	۱۴۸۲/۸۵	N ۳۳° ۵۲′ ۲۵/۸۸″	E ۵۱° ۲۲′ ۹/۴۹″	کاشان- روستای خنب	*Kh10*
اردیبهشت ماه ۱۳۹۳	۱۷۵۳/۱۶	N ۳۳° ۵٤′ ۲٦/۲۷″	E ۵۱° ۹′ ۲۱/۳۳″	کاشان- روستای مرق	*M34*
فروردین ماه ۱۳۹۳	۹۸۸/۱۵	N ۳۳° ٤۱′ ۲۸/٤٦″	E ۵۲° ۰′ ۲۹/۸۹″	نطنز- بادرود	*B60*
اردیبهشت ماه ۱۳۹۳	۹۵۵/۷۱	N ۳۳° ۵۷′ ٤٦/٦٦″	E ۵۱° ۲۹′ ۱٤/۷۰″	کاشان- مرکز تکثیر شهرداری کاشان	*K1*
اردیبهشت ماه ۱۳۹۳	۱۴۶۰/۷۹	N ۳۳° ۵۵′ ۵۸/۷٤″	E ۵۲° ۰٦′ ۳۵/۳۳″	کاشان- کویر کرشاهی	*K70*
اردیبهشت ماه ۱۳۹۳	۱۷۴۵/۶۹	N ۳٤° ۰۲′ ٦/۲۲″	E″ ۵۱° ۰٤′ ۱/٦۲	کاشان- اردهال	*A48*
فروردین ماه ۱۳۹۳	۱۳۵۶/۰۳	N ۳٤° ۰۲′ ۳۹/۷۸″	E ۵۱° ۱۳′ ۷/۲۸″	کاشان- جوشقان استرک	*J25*
فروردین ماه ۱۳۹۳	۲۲۲۶/۳۹	N ۳۳° ۳۵′ ۹/۵۹″	E ۵۱° ۳۵′ ۲۳/۸۳″	نطنز- ابیانه	*A80*
فروردین ماه ۱۳۹۳	----------	----------	----------	تجاری	*T1*

اندازه‌گیری قندهای محلول: به این منظور از روش فنل- اسیدسولفوریک Kochert [۱۹] استفاده شد. در این روش برگ‌ها خشک شده و ۰/۱ گرم از ماده خشک توزین شد و به آن ۱۰ میلی لیتر اتانول ۷۰ درصد اضافه شد و به مدت یک هفته در یخچال نگهداری شد تا قندهای محلول آن جدا شود. پس از یک هفته از محلول رویی نمونه‌ها، یک میلی لیتر برداشته شد و حجم آن‌ها به وسیله آب مقطر به ۲ میلی لیتر رسانده شد. در ادامه پس از اضافه کردن یک میلی لیتر فنل ۵ درصد و ۵ میلی لیتر اسید سولفوریک غلیظ (۸۰ درصد) میزان جذب بوسیله دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج‌های ۴۸۰ (رامنوز[1])، ۴۸۵ (گلوکز[2]) نانومتر اندازه‌گیری شد و مقدار قند نمونه، بر مبنای میکروگرم بر گرم وزن‌تر نمونه تعیین شد. مقدار قندها در هر نمونه با استفاده از معادله‌ی منحنی استاندارد حاصل از جذب در طول موج‌های مربوطه ، اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری رنگیزه‌های فتوسنتزی: برای اندازه‌گیری رنگیزه‌ها ۰/۲ گرم برگ‌تر وزن شد و در ۵ میلی لیتر استون ۸۰ درصد سابیده شد. محتوای هاون با دور ۱۰۰۰۰ به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شد و به محلول رویی ۱۰ میلی لیتر دیگر استون ۸۰ درصد اضافه شد و به حجم ۱۵ میلی لیتر رسانده و در ادامه ۳ میلی لیتر در کووت ریخته شد و میزان جذب با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج‌های ۶۶۳/۲، ۶۴۶/۸ نانومتر خوانده شد. میزان جذب رنگیزه‌های فتوسنتزی در طول موج‌های خوانده شده به کمک معادلات Lichtenthaler & Welburn [۲۰] بر اساس میلی گرم بر گرم وزن‌تر محاسبه شد.

$$C_a=12.21A_{663}-2.81A_{646}$$
$$C_b=20.13A_{646}-5.03A_{663}$$

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 نرم افزارهای Exel و SPSS (Version ۱۹) و ANOVA دو طرفه انجام شد. میانگین داده‌های حاصل با کمک آزمون دانکن در سطح $p<۰,۰۵$ گروه‌بندی و مقایسه شدند. نمودارها با استفاده از نرم افزار Graph pad prism رسم شدند.

۳. نتایج و بحث

مطالعات پیشین نشان داده است که با وجود مقاومت مرغ به خشکی، بین انواع ژنوتیپ ها و نمونه های آن تفاوت وجود دارد [۱۵]. تجزیه واریانس داده ها در جدول ۲ نشان داد که سطوح خشکی، اثر جمعیت ها و اثر متقابل خشکی×جمعیت بر روی جمعیت‌های چمن مرغ در خصوص قندهای محلول گلوکز، رامنوز و کلروفیل a و b اثر معنی‌داری در سطح ۱٪ داشت.

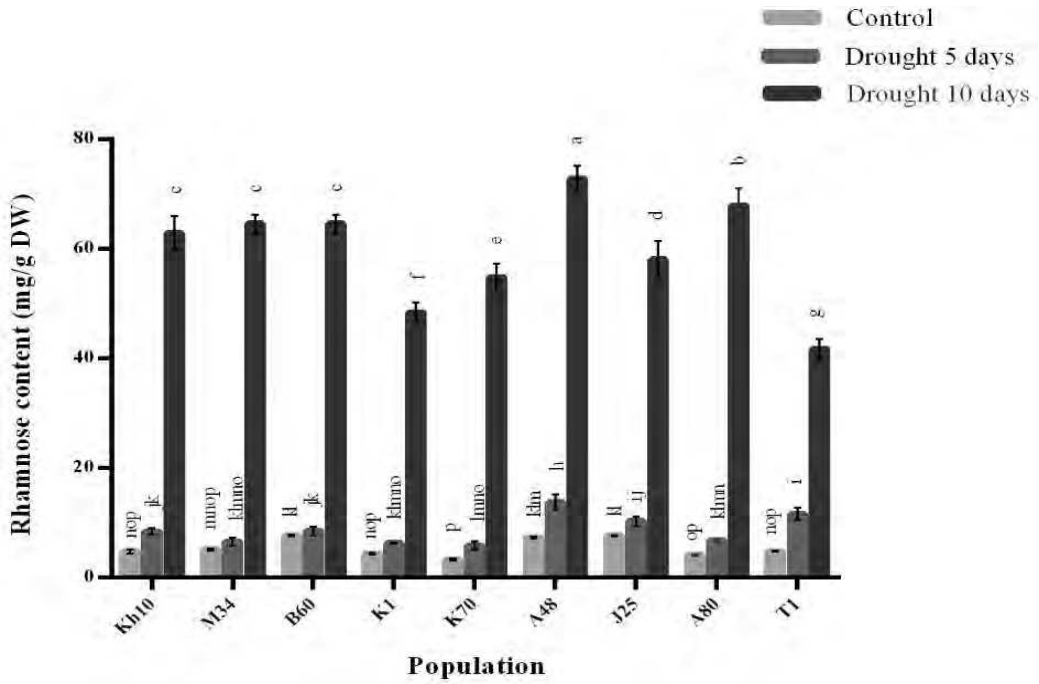
جدول۲: نتایج تجزیه واریانس اثر خشکی، جمعیت و تلاقی خشکی و جمعیت بر قندهای گلوکز، رامنوز و مقدار کلروفیل a و b

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		گلوکز	رامنوز	کلروفیل a	کلروفیل b
خشکی	۲	۶۱۳۰۰**	۳۳۱۰۰**	25882**	25882**
جمعیت	۸	۶۰۴/۷**	۱۷۵**	۹۱۴/۸**	۹۱۴/۸**
خشکی×جمعیت	۱۶	۵۶۰/۷**	۱۲۶**	751/4**	751/4**
خطا	۸۱	۵/۷۰۱**	۲/۲۹۰**	۴/۵۰۱**	۴/۵۰۱**
کل	۱۰۷				

**: معنی دار در سطح احتمال ۱٪

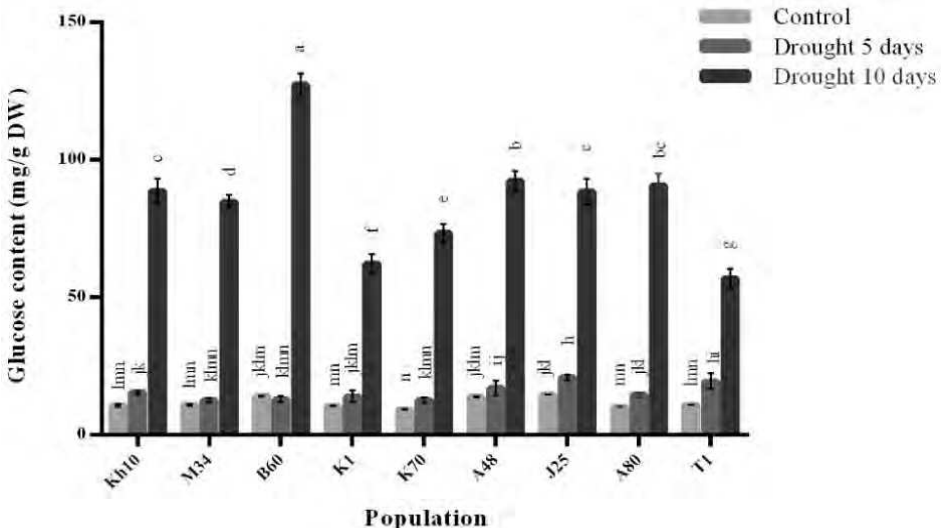
[1] Rhamnose
[2] Glucose

مطالعات جهانی بیان ژن نشان داده است که سطح بیان ژن‌های کد کننده آنزیم‌های سیتوپلاسمی و واکوئلی در مسیرهای منتهی به گلوکز، فروکتوز و فروکتان تحت تنش خشکی بیشتر شد [۲۱]. بنابراین تجمع قندهای محلول به نظر شاخص مفیدی برای میزان مقاومت به خشکی در بسیاری از گیاهان عالی است [۲۸]. بر اساس نتایج مقایسه میانگین شکل ۱ اثر تنش خشکی×جمعیت بر میزان قند رامنوز، پس از اعمال تنش خشکی افزایش یافت که این افزایش در اثر متقابل جمعیت‌های M34، B60 و K1 در تنش ۵ روز معنی‌دار نبود. بیشترین افزایش در تنش خشکی ۵ روز برای جمعیت‌های T1 و A48 با میزان افزایش رامنوز ۶/۷۸ و ۶/۴۸ و کمترین افزایش برای جمعیت‌های B60 و M34 با افزایش رامنوز ۰/۸۲۵۳۰۲ و ۱/۴۱۵۶۶۲ در مقایسه با شاهد مشاهده شد. پس از تنش ۱۰ روز بیشترین افزایش در دو جمعیت A48 و A80 با مقدار افزایش ۶۵/۴۶۶۸۶ و ۶۳/۷۵۶۰۲ مشاهده شد و جمعیت T1 با مقدار افزایش ۳۶/۸۹۱۵۷ کمترین افزایش را داشت.



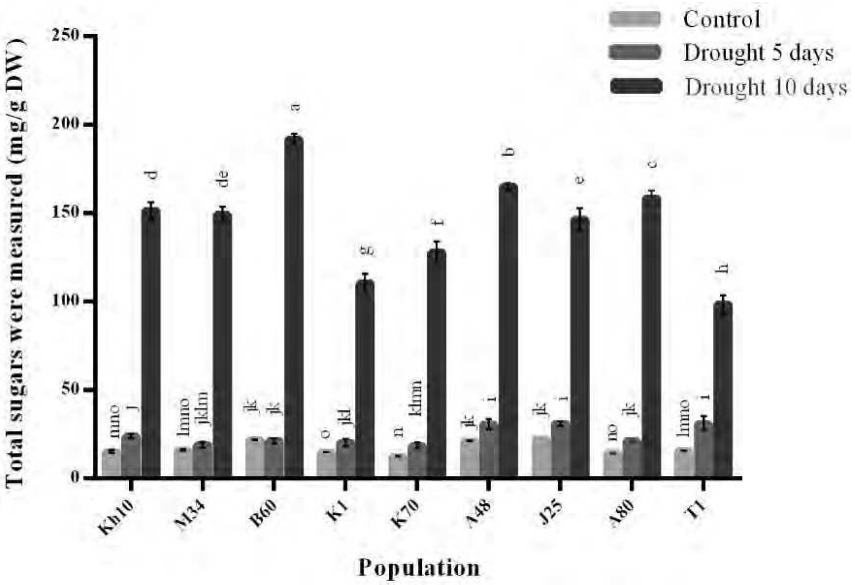
شکل ۱: مقایسه میانگین اثر خشکی×جمعیت بر میزان قند محلول رامنوز که براساس آزمون دانکن صورت گرفته است. حروف غیر مشابه نشان دهنده وجودتفاوت معنی دار بین میانگین هادرسطح احتمال$p<0.05$ می باشد.

بر اساس نتایج مقایسه میانگین شکل ۲ در تمام جمعیت‌ها پس از اعمال تنش خشکی جز اثر متقابل تنش ۵ روز×جمعیت B60، میزان گلوکز افزایش یافت. افزایش تنها در اثر متقابل جمعیت‌های Kh10، J25، K70 و A80 در تنش ۵ روز معنی‌دار بود. پس از اعمال تنش ۵ روز بیشترین میزان افزایش گلوکز در جمعیت T1 با مقدار افزایش ۸/۵۵۷۰۴۸ و کمترین میزان گلوکز برای جمعیت B69 با ۱/۱۲۵۸۴ کاهش در گلوکز مشاهده شد که این کاهش معنی‌دار نبود. پس از اعمال تنش ۱۰ روز، اثر متقابل تنش در جمعیت برای تمام جمعیت‌ها افزایش چشمگیری داشت و بیشترین افزایش گلوکز در جمعیت‌های B60 و A80 با مقدار افزایش ۱۱۳/۲۴۳۳ و ۸۰/۵۷۰۴۷ و کمترین افزایش برای جمعیت T1 با میزان افزایش ۴۶/۰۰۶۷۱ مشاهده شد. جمعیت‌های دیگر در بین دو بازه ذکر شده قرار گرفتند.



شکل ۲: مقایسه میانگین اثر خشکی×جمعیت بر میزان قند محلول گلوکز که براساس آزمون دانکن صورت گرفته است. حروف غیر مشابه نشان دهنده وجودتفاوت معنی دار بین میانگین هادرسطح احتمال$p<0.05$ می باشد.

بر اساس نتایج مقایسه میانگین شکل ۳ در تمام جمعیت‌ها پس از اعمال تنش خشکی جز اثر متقابل تنش ۵ روز×جمعیت B60، مجموع قندهای رامنوز و گلوکز اندازه‌گیری شده افزایش یافت. بیشترین افزایش پس از تنش خشکی ۵ روز در اثر متقابل جمعیت T1 در خشکی با مقدار افزایش ۱۵/۳۴ و پس از تیمار خشکی ۱۰ روز بیشترین افزایش در دو جمعیت B60 و A80 با میزان افزایش ۱۷۰/۱۲ و ۱۴۴/۳۲ و کمترین افزایش در اثر متقابل خشکی ۱۰ روز×جمعیت T1 با مقدار ۸۲/۸۹ مشاهده شد. بر این اساس دو جمعیت B60 و A80 با توجه به این شاخص نسبت به تنش خشکی بلند مدت نسبت به سایر جمعیت‌ها مقاومتر و جمعیت T1 به خشکی طولانی مدت حساس می باشد.



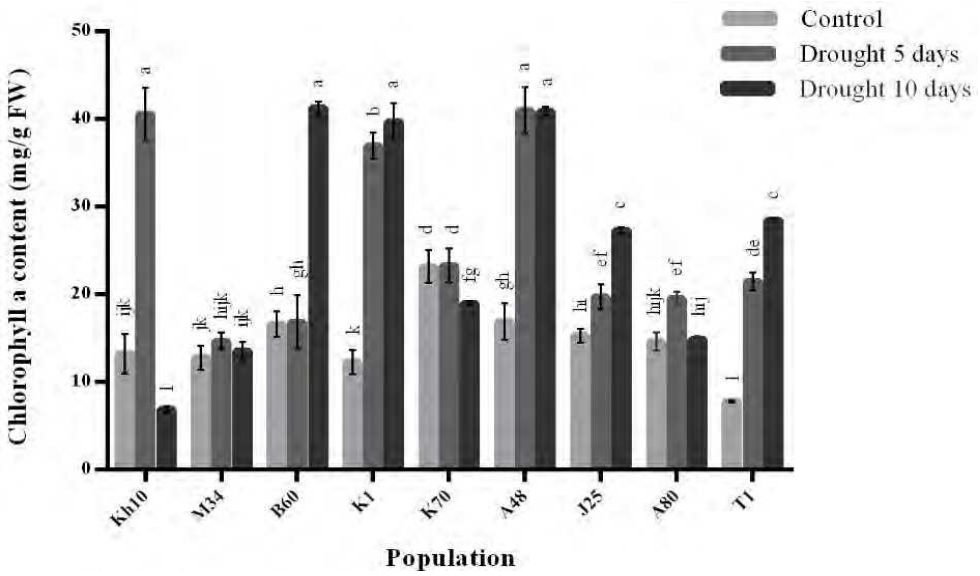
شکل ۳: مقایسه میانگین اثر خشکی×جمعیت بر مجموع قندهای اندازه‌گیری شده که براساس آزمون دانکن صورت گرفته است. حروف غیر مشابه نشان دهنده وجودتفاوت معنی دار بین میانگین هادرسطح احتمال$p<0.05$ می باشد.

افزایش میزان قندهای محلول تحت شرایط شوری، خشکی، غرقابی و سرما گزارش شده است [۱۱]. Shi و همکاران [۲۵] در مطالعه‌ای بر روی نه واریته از چمن برموداگراس نشان دادند که محتوای قندهای محلول تا حد زیادی در همه‌ی واریته‌ها پس از تیمار خشکی القاء شده و میزان تجمع قندهای محلول به طور معنی‌داری در چمن مقاوم به خشکی نسبت به واریته‌های دیگر تحت

شرایط کمبود آب بالاتر بود که منجربه بهبود مقاومت به خشکی سلول‌ها بوسیله تنظیم اسمزی شده است. همچنین نتایج فنایی و همکاران [۸]، Nahar and Gretzmacher [۲۲] افزایش هیدرات‌های کربن محلول را پس از اعمال تنش خشکی گزارش کردند. در مطالعه‌ای نیز افزایش گلوکز، مانوز و رامنوز پس از تنش خشکی گزارش شد [۱۱]. بر این اساس نتایج پژوه حاضر با نتایج مطالعات ذکر شده همخوانی داشت و صحت آنها را نیز تایید می‌کند.

با توجه به میزان و طول مدت تنش و همچنین شرایط محیطی و ژتوتیپی گیاه، خشکی تأثیری بسیار متنوع بر محتوای کلروفیل دارد و در برخی گونه‌ها موجب افزایش و در بعضی کاهش محتوای کلروفیل را موجب می‌شود. [۶، ۱۴]. با توجه به نتایج مقایسه میانگین شکل ۴، اثر متقابل تنش خشکی ۵ روز در جمعیت، محتوای کلروفیل a در تمام جمعیت‌ها در مقایسه با شاهد افزایش داشت که افزایش در جمعیت‌های M34، B60 و K70 معنی‌دار نبود. بیشترین افزایش پس از اعمال تنش ۵ روز

در مقایسه با شاهد برای جمعیت Kh10 با ۲۷/۳۲۲۰۵ و کمترین افزایش برای K70 با مقدار افزایش ۰/۱۵۴۴۴۸ مشاهده شد. پس از اعمال تنش ۱۰ روز اثر متقابل تنش در جمعیت نیز در مقایسه با کنترل متغییر بود و در دو جمعیت Kh10 و K70 محتوای کلروفیل a کاهش معنی‌داری نشان داد و در سایر جمعیت‌ها افزایش مشاهده شد که بیشترین افزایش در جمعیت K1 با مقدار افزایش ۲۷/۴۳۰۳۶ و کمترین افزایش در دو جمعیت A80 و M34 مشاهده شد.



شکل۴: مقایسه میانگین اثر خشکی×جمعیت بر میزان کلروفیل a که براساس آزمون دانکن صورت گرفته است. حروف غیر مشابه نشان دهنده وجودتفاوت معنی دار بین میانگین ها درسطح احتمال $p<0.05$ می باشد.

با توجه به نتایج مقایسه میانگین میزان کلروفیل b (شکل ۵) اثر متقابل تنش ۵ روز×جمعیت برای تمام جمعیت‌ها جز جمعیت K70 در مقایسه با شاهد افزایش داشت و بالاترین افزایش در مقایسه با شاهد در جمعیت Kh10 با مقدار افزایش ۷/۴۲۲۸۰۸ و کمترین افزایش در جمعیت B60 با ۰/۶۴۲۸ افزایش نسبت به کنترل خود، مشاهده شد که افزایش مشاهده شده در B60 معنی‌دار نبود. پس از اعمال تنش خشکی ۱۰ روز نیز در اثر متقابل تنش در جمعیت برای تمام جمعیت‌ها بجز Kh10 و K70 افزایش مشاهده شد. جمعیت‌های Kh10 و K70 به میزان ۱/۸۳۹۰۶ و ۱/۶۶۳۰۴ در مقایسه با شاهد کاهش در کلروفیل b داشتند. همچنین بیشترین افزایش در جمعیت‌های B60، A48 و K1 به ترتیب با مقدار افزایش ۶/۶۷۱۸۲۳، ۶/۶۰۵۱۰۳ و ۶/۴۲۰۸۸۳ نسبت به شاهد و در A80 کمترین میزان افزایش نسبت به شاهد مشاهده شد. تایز و زایگر [۲] نیز اظهار داشتند که غلظت کلروفیل در واحد سطح تحت تنش ملایم همراه با کاهش سطح برگ، افزایش می‌یابد. همچنین در مطالعه‌ای غلظت کلروفیل در پنج گیاه مرتعی تحت تنش خشکی متفاوت بود و برای ژنوتیپ‌های آکروپیرون و برموس ۵۸۷ و یونجه ۴۴ افزایش غلظت کلروفیل و در چاودار عمدتا کاهش و برای اسپرس تقریبا ثابت یا تا حدی افزایش مشاهده شده است همچنین برای یونجه ۴۵ نیز ابتدا کاهش و با افزایش سطح تنش در مقایسه با شاهد تقریبا میزان کلروفیل ثابت بوده است [۱۰]. به طور کلی کاهش یا عدم تغییر سطح کلروفیل در طول تنش خشکی بسته به

طول خشکی و شدت آن در بسیاری از گونه‌ها مشاهده شده است [۱۷]. همچنین به گفته‌ی تاتاری و همکاران[۲۷] کاهش اندک محتوای کلروفیل نشان دهنده‌ی توانایی حفظ ظرفیت فتوسنتز بوسیله حفظ رنگدانه‌های فتوسنتزی می‌باشد و از طرفی کاهش کلروفیل در طول تنش خشکی می‌تواند با اکسیداسیون نوری بوسیله تنش اکسیداتیو مرتبط باشد. به طور کلی با توجه به نتایج ذکر شده دو جمعیت A80 و M34 با کمترین تغییرات در میزان کلروفیل، احتمالا بیشتر از دیگر جمعیت‌ها ظرفیت فتوسنتزی را با حفظ رنگدانه‌های فتوسنتزی نگه داشتند و دارای پتانسیل بالاتری هستند. کاهش مشاهده شده در میزان کلروفیل a و b در جمعیت K70 به طور واضح مشخص نمی‌باشد اما ممکن است این تضاد به دلیل تفاوت در ژنوتیپ یا شرایط آزمایشی خاص ایجاد شده برای این جمعیت و همچنین میزان سنتز پرولین باشد.

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 جمعیت T1 به عنوان جمعیت حساس به خشکی معرفی می‌شود.

۴.پیشنهادات

جهت تکمیل یافته‌های پژوهش حاضر، انجام مطالعات دیگری به عنوان پیشنهاد مطرح میشوند: ۱. اندازه گیری شاخص‌های فیزیولوژیکی و ژن‌های مربوط به خشکی در شرایط طبیعی و کنترل نشده بر روی جمعیت‌های 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 می دانند از سرکار خانم مهندس اجتهد، 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، ظهراب؛ 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. تایز، ل.؛ زایگر، ا. (۱۳۸۰). «**فیزیولوژی گیاهی**». ترجمه محمد کافی، اسکندر زند، بهنام کامکار، حمیدرضا شریفی، مرتضی گلدانی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. جلد ۲، ص ۳۷۹.

۳. جمشیدی، نعیم؛ شیرانی‌راد، امیرحسین؛ تخت‌چین، فاطمه؛ ناظری، پریسا؛ غفاری، مهدی. (۱۳۹۱). **"ارزیابی ارقام کلزا در شرایط تنش خشکی"**. مجله علمی-پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. جلد ۶. شماره ۳(۲۳)، صص ۳۳۸-۳۲۳.

۴. خداشناس رودسری، مریم؛ اخوت، سیدمحمود؛ میرابوالفتحی، منصوره؛ کافی، محسن. (۱۳۸۹). **"مطالعه بیماری‌زایی جدایه های سه گونه پیتیوم بر روی چمن در استان تهران"**. نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۴(۱)، صص ۲۸-۲۰.

۵. درویش‌بلوچی، مرجان؛ پاک‌نژاد، فرزاد؛ کاشانی، علی؛ اردکانی، محمدرضا؛ درویش بلوچی، مهتاب. (۱۳۸۹). **"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. ۴۱(۳). صص. ۵۴۳-۵۳۱.

۶. دلخوش، بابک؛ شیرانی‌راد، امیرحسین؛ نورمحمدی، قربان؛ درویش، فرخ. (۱۳۸۵). **"تاثیر تنش خشکی بر عملکرد و مقدار کلروفیل ارقام کلزا"** مجله علمی-پژوهشی علوم کشاورزی. سال دوازدهم (۲). صص. ۳۶۷-۳۵۹.

۷. روح‌الهی، ایمان؛ کافی، محسن؛ صیادامین، پگاه؛ ارغوانی، مسعود. (۱۳۸۷، زمستان). **"اثرات سطح شوری بر جوانه‌زنی و**

رشد اولیه سه جنس چمن پوآ، سینودون و لولیوم". پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. شماره ۸۱، صص ۱۵۳-۱۴۷.

۸. فنایی، حمیدرضا، گلوی، محمد؛ کافی، محمد؛ قنبری‌بنجار، احمد؛ شیرانی‌راد، امیرحسین. (۱۳۹۰). "**اثر تنش خشکی و مقادیر مختلف پتاسیم بر تجمع اسمولیت‌ها و کلروفیل دو گونه کلزا و خردل هندی**". مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک. سال ۱۵(۵۷). صص. ۱۵۶-۱۴۱.

۹. محمدی‌فارسانی، طیبه؛ اعتمادی، نعمت‌اله؛ سیدطباطبایی، بدرالدین‌ابراهیم (۱۳۸۷). "**ارزیابی تنوع ژنتیکی نمونه‌های گیاه چمنی مرغ (*Cynodon dactylon*) با استفاده از صفات ریخت‌شناسی و نشانگرهای مولکولی ISSR**". مجله علوم و فنون باغبانی ایران. ۹(۲)، صص ۹۶-۸۳.

۱۰. مداح، سیده‌مهدخت؛ فرهنگیان‌کاشانی، ساسان. (۱۳۹۰). "**بررسی میزان رشد و غلظت کلروفیل پنج گیاه مرتعی در شرایط تنش خشکی**". فصلنامه علمی-پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. سال سوم(۱۱). صص. ۱۰۲-۸۹.

۱۱. میرزایی، ملیحه؛ معینی، احمد؛ قناتی، فائزه. (۱۳۹۲). "**اثر تنش خشکی بر میزان پرولین و قندهای محلول گیاهچه‌های کلزا (*Brassica napus*)**". مجله زیست شناسی ایران. جلد ۲۶(۱). صص. ۹۸-۹۰.

12. Akram, N. A., Shahbaz, M., Ashraf, M. (2008). Nutrient acquisition in differentially adapted populations of Cynodon dactylon (L.) Pers. and Cenchrus ciliaris L. under drought stress. Pakistan Journal of Botany, 40(4): 1433-1440.
13. 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.
14. Arjenaki, F. G., Jabbari, R., Morshedi, A. (2012). Evaluation of drought stress on relative water content, chlorophyll content and mineral elements of wheat (Triticum aestivum L.) varieties. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 4(11): 726-729.
15. 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.
16. Hare, P. D., Cress, W. A., Van Staden, J. (1998). Dissecting the roles of osmolyte accumulation during stress. Plant, Cell & Environment, 21(6): 535-553.
17. 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.
18. Kameli, A. and Löselt, D. M. (1993). Carbohydrates and water status in wheat plants under water stress. New Phytologist, 125(3): 609-614.
19. Kochert G. (1978). “Carbohydrate determination by the phenol-sulfuric acid method. In: Helebust, J.A., Craigie J.S. (ed.): Handbook of physiological Methods-physiological and biochemical methods”. Cambridge University press, London. PP. 96-97.
20. Lichtenthaler H.K. and Welburn W.R. (1994). “Determination of total carotenoids and chlorophyils a and b of leaf extracts in different solvents”. Biochemical Society Transactions 11:591–592.
21. Méndez, A. M., Castillo, D., Del Pozo, A., Matus, I., Morcuende, R. (2011). Differences in stem soluble carbohydrate contents among recombinant chromosome substitution lines (RCSLs) of barley under drought in a Mediterranean-type environment. Agronomy Research, 9(2): 433-438.
22. Nahar, K. and Gretzmacher, R. (2002). Effect of water stress on nutrient uptake, yield and quality of tomato (Lycopersicon esculentum Mill.) under subtropical conditions. Bodenkultur, 53(1): 45-51.
23. Omezine, A. and Harzalleh, F. S. (2011). Resumption and growth of Cynodon dactylon rhizome fragments. Pakistan journal of weed science research. 17(3): 215-227.
24. Rejeb, I. B., Pastor, V., Mauch-Mani, B. (2014). Plant Responses to Simultaneous Biotic and Abiotic Stress: Molecular Mechanisms, Plants 3(4):458-475.
25. 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.
26. Suzuki, N., Rivero, R. M., Shulaev, V., Belumvald, E., Mittler, R. (2014). Abiotic and biotic stress combinations. New Phytologist, 203(1): 32-43.
27. Tatari, M., Ghazvini, R. F., ETEMADI, N., AHADI, A. M., MOUSAVI, A. (2012). Analysis of antioxidant enzymes activity, lipid peroxidation and proline content of Agropyron desertorum under drought stress. South Western Journal of Horticulture, Biology and Environment, 3(1): 9-24.
28. Xiao, X., Xu, X., Yang, F. (2008). Adaptive Responses to Progressive Drought Stress in Two

Populus cathayana Populations. Silva Fennika 42(5): 705-719.
29. Zhao, Y., Du, H., Wang, Z., Huang, B. (2011). Identification of proteins associated with water-deficit tolerance in C_4 perennial grass species, cynodon dactylon×Cynodon transvaalensis and cynodon dactylon. Physiologia plantarum 141(1): 40-55.