

بررسی خصوصیات مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاهچه چهار ژنوتیپ گونه *Bromus inermis* در شرایط تنش خشکی در دو محیط آزمایشگاه و گلخانه

مجتبی اخوان ارمکی^{۱*}، حسین آذرینوند^۲، محمد حسن عصاره^۳، علی اشرف جعفری^۴ و علی طویلی^۵

*- نویسنده مسئول، دانشجوی دکتری علوم مرتع، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

پست الکترونیک: mtakhavan@yahoo.com

۲- استاد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

۳- استاد، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور

۴- دانشیار، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور

۵- دانشیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

تاریخ پذیرش: ۹۰/۰۷/۱۶

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۲/۰۹

چکیده

خشکی تأثیر زیادی بر خصوصیات فیزیولوژیکی و مرفولوژیکی گیاهان می‌گذارد. تنش خشکی رابطه مستقیمی با خصوصیات جوانه‌زنی از جمله درصد جوانه‌زنی، طول گیاهچه، نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه، وزن گیاهچه، نسبت وزن خشک به وزن تر گیاهچه و شاخص بنیه بذر دارد. در این تحقیق تأثیر تنش خشکی بر این خصوصیات در چهار ژنوتیپ از گونه *Bromus inermis* شامل ژنوتیپ‌های (البرز ۳۰۳، مازندران ۳۱۵۱، فیروزکوه ۳۹۶۶ و اصفهان ۲۰۰۶۰) در محیط آزمایشگاه و گلخانه مورد بررسی قرار گرفت. در مطالعات گلخانه‌ای علاوه بر این خصوصیات سه مشخصه فیزیولوژیکی از جمله میزان کلروفیل، قند و پرولین نیز اندازه‌گیری شدند. تیمارهای خشکی شامل چهار سطح پتانسیل اسمزی (۰، -۰/۳، -۰/۶ و -۰/۹) مگاپاسکال در آزمایشگاه و چهار سطح پتانسیل اسمزی (FC، FC/۲۵، FC/۵۰ و FC/۷۵) در گلخانه بودند که به ترتیب توسط محلول پلی‌اتیلن‌گلیکول ۶۰۰۰ در آزمایشگاه و روش وزنی در گلخانه اعمال شدند. نتایج نشان داد که ژنوتیپ اصفهان (۲۰۰۶۰) در مقایسه با دو ژنوتیپ دیگر از نظر صفت درصد جوانه‌زنی در دو شرایط برتری دارد. همچنین افزایش تنش خشکی در محیط گلخانه موجب افزایش میزان قند و پرولین شده و کاهش کلروفیل را به همراه داشت.

واژه‌های کلیدی: فیزیولوژیکی، مرفولوژیکی، *Bromus inermis*، پرولین.

مقدمه

زودهنگامی در فصل بهار دارد و دارای کیفیت خوبی برای علوفه دام است (آذرینوند، ۱۳۸۷). در سالهای اخیر افزایش فشار چرا و بهره‌برداری بی‌رویه از مراتع و به طبع آن فرسایش خاک، موجب کاهش تراکم این گونه شده است.

گونه *Br.inermis* از گونه‌های مهم گراس چندساله است. این گونه به طور طبیعی در مراتع کوهستانی زاگرس و البرز در غرب و شمال ایران می‌روید. این گیاه رشد

مواد و روشها

این مطالعه در مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور در دو شرایط آزمایشگاه و گلخانه انجام شده است. ژنوتیپهای مورد آزمایش از گونه *Br.inermis* شامل البرز (۳۰۳)، مازندران (۳۱۵۱)، فیروزکوه (۳۹۶۶) و اصفهان (۲۰۰۶۰) بودند. بذر این ژنوتیپها از بخش بانک ژن در مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور تهیه گردید. آزمایش در قالب طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. دادهها با استفاده از نرم افزار SAS تجزیه و تحلیل شدند. میانگین دادهها با استفاده از روش آزمون چنددامنه‌ای دانکن مورد مقایسه قرار گرفتند.

۱- آزمایشگاه

تیمار تنش خشکی به مدت ۱۵ روز با افزودن ۷ میلی لیتر محلول پلی اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ به پتری دیشهای حاوی بذرها در محیط ژرمیناتور اعمال گردید. از هر ژنوتیپ ۱۰۰ بذر خالص جدا کرده و توسط کاربوکسین تیرام (ویتاواکس) به مدت ۵ دقیقه ضدعفونی شدند، سپس توسط آب مقطر بذرها کاملاً آبکشی شد. از هر ژنوتیپ ۴ تکرار ۲۵ تایی از بذره‌های سترون‌سازی شده در پتری دیشهایی با دو عدد کاغذ صافی واتمن قرار داده شد، برای جلوگیری از عبور هوا به داخل پتری دیش با پارافیلیم درب پتری دیشها بسته شد و بعد پتری دیشها به محیط ژرمیناتور با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، با ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انتقال داده شدند. نمونه‌ها به مدت ۱۵ روز در ژرمیناتور نگهداری شده و بعد عامل‌های مورد نظر اندازه‌گیری شدند.

بنابراین کشت دوباره وارسته‌های مقاوم این گونه از راه‌های اقتصادی برای بهبود شرایط مراتع این مناطق می‌باشد. تنش آبی از مهمترین عواملی است که فیزیولوژی و توسعه گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Boyer, 2007). در میان تنشهای غیرزنده، تنش خشکی از پیچیده‌ترین و گسترده‌ترین انواع در مقیاس جهانی می‌باشد (Pennisi, 2008). یکی از راه‌حلهای اقتصادی و پایدار برای افزایش تولید محصول در مناطق خشک و نیمه‌خشک ارتقا ژنتیکی است (Blum, 2008; Stanhill, 1997). خشکی از دلایل مهم برای کاهش بیش از ۵۰٪ محصولات در جهان است (Wang et al., 2003). پاسخ‌های گیاهان به تنش خشکی متعدد و بی‌شمار می‌باشند. گفته می‌شود که تنش خشکی به فرایندهای فیزیولوژیکی و متابولیکی زیادی در گیاهان صدمه وارد می‌نماید (Levitt, 2009). این موضوع منجر به کاهش رشد، کاهش محتویات رنگدانه کلروفیل و آب و تغییراتی در پارامترهای فلورسانس می‌شود (Lima et al., 2002; Colom & Vazzana, 2003; Souza et al., 2004; Zlater & Yordanov, 2004; Nayyar & Li et al., 2006; Ekmekci et al., 2005; Gupta, 2006 و Yang et al., 2006). همچنین درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و کلئوپتیل با کاهش پتانسیل آب کاهش پیدا می‌کنند (آذرنیوند و جوادی، ۱۳۸۲؛ جوادی، ۱۳۸۲). گراسها با توسعه ارگانهای زیرزمینی، تمایل به داشتن ساز و کارهای سازگار برای تحمل خشکی، آتش‌سوزی و گیاهخواری دارند و موجب حفاظت بیشتر خاک نسبت به بوته‌های چوبی و گونه‌های درختی می‌شوند (Imevbore, 2003).

هدف از این تحقیق معرفی پاسخ‌های مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی چهار ژنوتیپ از گونه *Br.inermis* به تنش خشکی در شرایط ژرمیناتور و گلخانه می‌باشد.

۲- گلخانه

در ابتدا از هر ژنوتیپ ۴ تکرار ۱۰ تایی بذر در عمق ۳ سانتی متری خاک در داخل هر گلدان کاشته شد. گلدان‌ها پلاستیکی، به قطر ۲۰ سانتی متر و ارتفاع ۱۵ سانتی متر دارای ۸ عدد سوراخ جهت زهکشی بودند. به منظور تسهیل خروج آب مقداری شن درشت به قطر ۱۰ تا ۱۵ میلی متر در ته گلدان‌ها قرار داده شد. به منظور خروج مواد اضافی از قبیل سنگ، کلوخه و ... خاک سرند گردید. الک کردن به این منظور صورت گرفت که مقدار خاک خالص مساوی در داخل تمام گلدان‌ها قرار بگیرد. ترکیب خاک گلدان‌ها شامل یک چهارم کود پوسیده گیاهی، یک چهارم ماسه و یک دوم خاک رس بود. هنگامی که بذرها کاشته شدند، به ارتفاع یک سانتی متر خاک الک شده نرم و بدون کلوخ روی آنها ریخته شد. تنش گلدانی به روش وزنی اعمال شد، در این روش ظرفیت مزرعه (FC) بدست آمد و نسبت به آن تیمارهای FC ۲۵٪، FC ۵۰٪ و FC ۷۵٪ اعمال گردید. تنش هفته‌ای دو بار اعمال شد. بعد از مدت یک ماه از هر گلدان ۴ عدد گیاهچه را خارج نموده و خصوصیات مورد نظر اندازه‌گیری شدند.

اندازه‌گیری خصوصیات فیزیولوژیکی در گلخانه

برای اندازه‌گیری کلروفیل از دستگاه کلروفیل سنج^۱ استفاده گردید. برای این منظور از برگ سبز گیاه در زمانی که در شرایط تنش قرار داشت، استفاده گردید. پهنک سبز را بین دو تیغه دستگاه قرار داده، عدد ثبت شده در صفحه دستگاه میزان کلروفیل گیاه را در شرایط تنش خشکی نشان داد. برای دقت بیشتر در اندازه‌گیریها از هر گلدان ۴ تکرار به طور تصادفی اندازه‌گیری شد. محتوای قند

گیاهان تحت تنش خشکی و گیاهان شاهد با استفاده از روش آنترون (۱۹۹۲) با دستگاه اسپکتروفوتومتر در طول موج ۶۲۵ نانومتر از نمونه‌های برگ خشک شده بر حسب میکروگرم بر گرم ماده خشک اندازه‌گیری شد. غلظت پرولین نمونه‌ها نیز با استفاده از روش Bates et al., (1973) بر حسب میکروگرم بر گرم ماده خشک با استفاده از منحنی استاندارد با دستگاه اسپکتروفوتومتر در طول موج ۵۲۰ نانومتر اندازه‌گیری شد.

نتایج

۱- درصد جوانه‌زنی:

نتایج تجزیه واریانس نشان‌دهنده تأثیر معنی‌دار (در سطح ۱٪) تنش خشکی بر شاخص درصد جوانه‌زنی در آزمایشگاه و گلخانه می‌باشد (جدول ۱ و ۴). با افزایش تنش خشکی درصد جوانه‌زنی در ژنوتیپ‌ها به‌طور چشمگیری کاهش پیدا می‌کند، به‌طوری‌که درصد جوانه‌زنی از ۸۹٪ در تیمار شاهد به ۴۴٪ در تیمار ۹- بار در آزمایشگاه و از ۸۳/۶۶٪ در تیمار شاهد به ۴۲٪ در تیمار FC/۷۵ در گلخانه رسید. مشاهده می‌شود که ژنوتیپ اصفهان (۲۰۰۰۶۰) در دو شرایط کمیت بهتری داشته و ژنوتیپ مازندران (۳۱۵۱) عملکرد ضعیفی داشته است. در کل شاخص درصد جوانه‌زنی در تیمارهای شاهد بیشترین میزان و در تیمارهای ۹- بار و FC/۷۵ کمترین مقدار را داشته است.

۲- طول گیاهچه و نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه:

تنش خشکی تأثیر معنی‌داری بر شاخص طول گیاهچه و نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه در آزمایشگاه و گلخانه دارد (جدول ۱ و ۴). با افزایش تنش خشکی شاخص طول گیاهچه کاهش پیدا کرده و شاخص نسبت طول

1- Chlorophyll meter

گذاشته است (جدول ۱ و ۴). با افزایش تنش خشکی در آزمایشگاه میزان وزن خشک گیاهچه تغییر محسوسی نداشته است. در گلخانه مقدار وزن خشک گیاهچه از تیمار شاهد تا تیمار FC/۷۵ کاهش چشمگیری داشته است. نتایج تجزیه واریانس نشان دهنده تأثیر معنی دار (در سطح ۱٪) تنش خشکی بر شاخص نسبت وزن خشک به وزن تر گیاهچه می باشد. با افزایش تنش خشکی این شاخص در آزمایشگاه و گلخانه افزایش یافته است. ژنوتیپ مازندران (۳۱۵۱) در آزمایشگاه و ژنوتیپ البرز (۳۰۳) در گلخانه از نظر شاخص نسبت وزن خشک به وزن تر گیاهچه کمیت بالاتری را نشان داده اند.

۵- محتوای پرولین، قند و کلروفیل:

نتایج تجزیه واریانس گویای این مطلب می باشد که تنش خشکی تأثیر معنی داری (در سطح ۱٪) بر هر سه شاخص میزان پرولین، قند و کلروفیل داشته است (جدول ۴). با افزایش تنش خشکی در گلخانه میزان کلروفیل از تیمار شاهد تا FC/۷۵ کاهش یافته است (جدول ۵). ژنوتیپ فیروزکوه (۳۹۶۶) از نظر میزان کلروفیل کمیت بالاتری نسبت به دیگر ژنوتیپها داشته است. میزان پرولین و قند نیز با افزایش تنش خشکی افزایش چشمگیری داشته اند. ژنوتیپ فیروزکوه (۳۹۶۶) بالاترین کمیت را از نظر مقدار پرولین و ژنوتیپ اصفهان (۲۰۰۰۶۰) بالاترین میزان را از نظر محتوای قند داشته است (جدول ۶).

ریشه چه به ساقه چه افزایش یافته است (جدول ۲ و ۵). مقایسه میانگین داده ها نشان می دهد که از نظر نسبت طول ریشه چه به ساقه چه ژنوتیپ مازندران (۳۱۵۱) در آزمایشگاه و ژنوتیپ البرز (۳۰۳) در گلخانه کمیت بالاتری داشته است و از نظر طول گیاهچه ژنوتیپ اصفهان (۲۰۰۰۶۰) در آزمایشگاه و ژنوتیپ مازندران (۳۱۵۱) در گلخانه عملکرد بهتری داشته اند.

۳- شاخص بنیه بذر:

با افزایش تنش خشکی شاخص بنیه بذر در تمام ژنوتیپها کاهش چشمگیری پیدا کرده است، نتایج تجزیه واریانس نشان دهنده تأثیر معنی دار (در سطح ۱٪) تنش خشکی بر شاخص بنیه بذر در شرایط آزمایشگاه و گلخانه می باشد (جدول ۱ و ۴). به طوری که مقدار این شاخص از مقدار ۱۴۰/۰۵ در تیمار شاهد به ۲۰/۴۱ در تیمار ۹- بار در آزمایشگاه و از مقدار ۶۱۶ در تیمار FC به ۱۰۴ در تیمار FC/۷۵ در گلخانه رسیده است. مقایسه میانگین داده ها نشان می دهد که ژنوتیپ اصفهان (۲۰۰۰۶۰) در آزمایشگاه و گلخانه بالاترین شاخص بنیه بذر را داشته است (جدول ۳ و ۶).

۴- وزن خشک و نسبت وزن خشک به وزن تر گیاهچه:

جدول تجزیه واریانس نشان می دهد تنش خشکی تأثیر معنی داری (در سطح ۱٪) بر دو شاخص وزن خشک و نسبت وزن خشک به وزن تر گیاهچه در دو شرایط

مقادیر درجه آزادی و میانگین مربعات صفات اندازه‌گیری شده در *Bromus inermis* در محیط آزمایشگاه

سرعت جوانه‌زنی	طول ساقه‌چه	طول ریشه‌چه	نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه	طول گیاهچه	شاخص بنيه بذر	وزن تر گیاهچه	وزن خشک گیاهچه	نسبت وزن خشک به تر گیاهچه
۱۸۲۳**	۹۸۲۴**	۹۳۰۹**	۰/۱۰۶۳ ^{ns}	۳۸۰۸۱**	۴۴۸۴۰**	۰/۰۳۶۹**	۰/۰۰۰۰۳ ^{ns}	۰/۰۳۷۷**
۱۴۹۲**	۳۷۶*	۱۲۲/۶ ^{ns}	۰/۳۲۵۹*	۸۹۵*	۷۶۹۳**	۰/۰۱۴۸**	۰/۰۰۱۰**	۰/۰۴۵۸**
۹۹/۶**	۱۷۷ ^{ns}	۴۲۱/۷**	۰/۲۸۱۶**	۸۷۷/۴**	۱۰۳۲**	۰/۰۰۱۶*	۰/۰۰۰۱**	۰/۰۰۸۱**
۲۷/۸۸	۱۱۰/۷	۸۸/۲۹	۰/۱۰۰	۲۹۳/۳	۲۴۸/۶	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۱۹
۱۹/۷۲	۲۰/۰۹	۱۸/۴۹	۳۰/۶۶	۱۶/۵۹	۱۹/۸۷	۱۶/۳۱	۱۶/۶۷	۲۶/۳۹

۵ درصد ns: غیرمعنی دار

پسه میانگین چهار تیمار تنش خشکی برای صفات اندازه‌گیری شده در *Bromus inermis* در محیط آزمایشگاه

طول ساقه‌چه	طول ریشه‌چه	نسب ریشه‌چه به ساقه‌چه	طول گیاهچه	شاخص بنيه بذر	وزن تر گیاهچه	وزن خشک گیاهچه	وزن خشک به تر گیاهچه
a۷۷/۵۳	a۷۸/۲۹	a۱/۰۱	a۱۵۵/۸۱	a۱۴۰/۰۵	a۰/۲۲	a۰/۰۳	c۰/۱۲
b۶۶/۰۱	b۶۱/۶۹	a۱/۰۱	b۱۲۷/۷۱	b۱۰۳/۴۰	b۰/۱۷	a۰/۰۲	c۰/۱۴
c۴۴/۵۴	c۳۹/۹۳	a۰/۹۷	c۸۴/۴۷	c۵۳/۴۴	c۰/۱۳	a۰/۰۲	b۰/۱۹
d۲۱/۳۶	d۲۳/۳۶	a۱/۱۵	d۴۴/۷۱	d۲۰/۴۱	c۰/۱۲	a۰/۰۳	a۰/۲۳

س آزمون چنددامنه‌ای دانکن ۵ درصد از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با همدیگر ندارند.

۳- مقایسه میانگین صفات مربوط به جوانه‌زنی در ژنوتیپ‌های *Bromus inermis* در محیط آزمایشگاه

وزن خشک	وزن خشک	وزن	شاخص	طول	نسب ریشه‌چه	طول	طول	برعت
به تر گیاهچه	گیاهچه	تر گیاهچه	بنیه بذر	گیاهچه	به ساقه‌چه	ریشه‌چه	ساقه‌چه	انه‌زنی
b۰/۱۹	c۰/۰۲	bc۰/۱۵	b۶۲/۷۷	b۹۷/۸۸	ab۱/۱۱	a۴۹/۷۳	b۴۸/۱۵	c۲۱/۹
a۰/۲۳	a۰/۰۳	b۰/۱۶	b۵۸/۳۰	b۹۶/۶۳	a۱/۲۰	a۴۷/۶۳	b۴۸/۹۹	d۱۶/۰
c۰/۱۱	d۰/۰۱	c۰/۱۳	a۹۴/۹۲	ab۱۰۵/۵۴	b۰/۹۳	a۵۱/۸۴	ab۵۳/۶۱	b۱۳/۰
c۰/۱۴	b۰/۰۳	a۰/۲۰	a۱۰۱/۳۱	a۱۱۲/۷۵	b۰/۹۰	a۵۴/۰۸	a۵۸/۶۸	a۳۷/۰

ن آزمون چنددامنه‌ای دانکن ۵ درصد از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با همدیگر ندارند.

و میانگین مربعات صفات اندازه‌گیری شده در چهار ژنوتیپ گونه *Bromus inermis* در شرایط تنش خشکی در محیط گلخانه

میزان قند	میزان	میزان	شاخص	وزن	وزن	وزن تر	نسبت	شاخص بنیه	طول	طول
پرولین	کلروفیل	پنجه‌زنی	خشک به	خشک	تر گیاهچه	ریشه‌چه به	ساقه‌چه	بذر	گیاهچه	ساقه‌چه
۰/۰۳**	۰/۰۸**	۳۴۶۸**	۳۸/۳۹**	۰/۰۷**	۳۵/۵۳**	۶۳۶**	۰/۱۷**	۸۲۴۱۷۷**	۵۸۵۷۸۵**	۳۰۰۰۳۷**
۰/۲۲**	۰/۰۵**	۱۲۴**	۹/۱۸**	۰/۰۲**	۷/۷۳**	۳۱/۴۹*	۰/۱۹**	۴۸۳۸۳**	۱۲۷۳۴**	۲۶۲۱۵**
۰/۰۰۲**	۰/۰۰۰۷ ^{ns}	۴۳/۶۳**	۰/۶۶ ^{ns}	۰/۰۱**	۲/۹۸**	۱۱/۱۲ ^{ns}	۰/۰۲*	۶۷۸۴*	۹۹۳۰**	۶۲۰۷**
۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۱	۱۵/۴۱	۰/۹۶	۰/۰۰۴	۰/۳۰	۷/۵۳	۰/۰۱۴	۳۱۷۶	۱۹۵۳	۹۲۲
۵/۴۵	۲/۵۱	۱۲/۸۹	۳۲/۵۵	۲۳/۶۶	۲۶/۸۸	۳۴/۵۵	۱۹/۶۹	۱۶/۳۳	۹/۴۵	۱۰/۱۰

۵ درصد ns: غیرمعنی‌دار

شرس طوح خشکی برای صفات مورد سنجش در چهار ژنوتیپ گونه *Bromus inermis* در شرایط تنش خشکی در محیط گلخانه

میزان قند	میزان پرولین	میزان کلروفیل	شاخص پنجه زنی	وزن خشک به تر گیاهچه	وزن خشک گیاهچه	وزن تر گیاهچه	نسبت ریشه چه به ساقه چه	شاخص بنیه بذر	طول گیاهچه	طول ساقه چه
d۰/۲۸	d۱/۴۵	a۴۳/۰۵	a۴/۹۳	b۰/۲۶	a۳/۹۳	a۱۵/۵۴	b۰/۵۵	a۶۱۶	a۶۹۲	a۴۳۶
c۰/۳۳	c۱/۵۴	b۳۹/۸۸	b۳/۵۶	b۰/۲۳	b۲/۵۳	b۱۰/۵۸	b۰/۴۹	b۴۳۶	b۵۴۸	b۳۶۶
b۰/۳۶	b۱/۵۸	c۲۸/۳۷	c۲/۰۶	b۰/۲۸	c۱/۰۷	c۳/۸۷	a۰/۶۶	c۲۲۳	c۳۶۶	c۲۶۶
a۰/۴۳	a۱/۷۰	d۱۰/۴۹	c۱/۵۰	a۰/۳۸	d۰/۶۶	d۱/۷۸	a۰/۷۲	d۱۰۴	d۲۶۱	d۱۰۴

س آزمون چنددامنه‌ای دانکن ۵ درصد از لحاظ آماری اختلاف معنی داری با همدیگر ندارند.

۶- مقایسه میانگین صفات مربوط به جوانه زنی در ژنوتیپ‌های *Bromus inermis* در محیط گلخانه

میزان قند	میزان پرولین	میزان کلروفیل	شاخص پنجه زنی	وزن خشک به تر گیاهچه	وزن خشک گیاهچه	وزن تر گیاهچه	نسبت ریشه چه به ساقه چه	شاخص بنیه بذر	طول گیاهچه	طول ساقه چه
a۰/۴۹	b۱/۶۱	b۲۶/۶۰	a۴/۱۲	a۰/۳۴	a۳/۰۵	a۹/۱۹	a۰/۷۱	b۲۹۴	b۴۵۹	c۲۶۶
b۰/۲۱	d۱/۴۷	a۳۰/۱۷	b۲/۵۶	c۰/۲۴	c۱/۴۸	b۶/۶۰	c۰/۴۵	b۳۰۱	a۵۰۸	a۳۵۸
b۰/۲۰	a۱/۶۶	a۳۲/۶۴	b۲/۸۷	cb۰/۲۸	bc۱/۷۰	b۶/۸۶	b۰/۶۱	a۳۸۳	b۴۵۴	b۲۹۱
a۰/۵۰	c۱/۵۳	a۳۲/۳۷	b۲/۵	ab۰/۳	b۱/۹۶	a۹/۱۱	ab۰/۶۴	a۴۰۱	b۴۴۶	bc۲۸۵

س آزمون چنددامنه‌ای دانکن ۵ درصد از لحاظ آماری اختلاف معنی داری با همدیگر ندارند.

بحث

غلظت‌های مختلف اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد دارد (Heydari rikan *et al.*, 2007). البته در این تحقیق نیز مطابق نتایج دیگر محققان میزان پرولین و قند در ژنوتیپ‌های گونه *Br.inermis* با افزایش تنش خشکی افزایش یافته است.

منابع مورد استفاده

- آذرنیوند، ح. و جوادی، م.ر.، ۱۳۸۳. بررسی تنش خشکی بر روی دو گونه مرتعی از جنس *Agropyron* (*Agropyron desertorum* & *Agropyron cristatum*) مجله بیابان، جلد ۸، شماره ۲.
- آذرنیوند، ح.، ۱۳۸۶. اصلاح مرتع. انتشارات دانشگاه تهران، ۳۵۴ صفحه.
- Bates, L.S., Waldren, R.P. and Teare, I.D., 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant and Soil*, 39: 205-207.
- Barson, F.A., Miller, R.F. and Mcqueen, J.S., 2008. Geographic distribution and factors affection. The distribution of salt desert shrubs in the United State, *Journal of range management*, 20: 287-296.
- Behero, R.K., Mishra, P.C. and Choadhury, N.K., 2002. High irradiance and water stress induce alteration in pigment composition and chloroplast activities of primary wheat leave. *Journal of Plant physiology*, 159: 967-973.
- Blum, A., 2008. *Plant breeding for stress environment*. CRC Press, Boca Raton.
- Bohnert, H.J., Nelson, D.E. and Jenson, R.G., 1995. Adaptations to environmental stresses. *Plant Cell*, 7:1099-11011.
- Boyer, J., 2007. *Plant productivity and environment*. Science 218: 443-448.
- Colom, M.R. and Vazzana, C., 2003. Photosynthesis and PSII functionality of drought-resistant and drought sensitive weeping lovegrass plants. *Environmental Experimental Botany*, 49: 135-144.
- Ekmekçi, Y., Bohms, A., Thomson, J.A. and Mundree, S.G., 2005. Photochemical and antioxidant responses in the leaves of *Xerophyta viscosa* Baker and *Digitaria sanguinalis* L. under water deficit. *Zeitschrift für Naturforschung*, 60: 435-443.
- Flaxas, J., Escalona, J.M. and Medrano, H., 1999. Water stress induces different levels of photosynthesis and

ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی ارقامی هستند که شاخصهای جوانه‌زنی در آنها کاهش معنی‌داری را در مقابل تنش کمبود آب نشان نمی‌دهند. در این مطالعه ژنوتیپ اصفهان (۲۰۰۰۶۰) در شرایط گلخانه و آزمایشگاه مقاومت خوبی را در برابر تنش خشکی از خود نشان داده است. ژنوتیپ مازندران (۳۱۵۱) کمترین مقاومت را در برابر تنش خشکی نشان داده است، بنابراین می‌توان عنوان کرد در مناطقی که احتمال کمبود آب وجود دارد، بهتر است از این ژنوتیپ استفاده نگردد و از ارقام متحمل‌تر به تنش خشکی مانند ژنوتیپ اصفهان (۲۰۰۰۶۰) استفاده شود.

نتایج نشان داده است که تنش خشکی دارای تأثیر منفی بر خصوصیات جوانه‌زنی است، نتایجی که از تحقیقات دیگر محققان بدست آمده است (Kaul & Shankar, 2007) و (Kim *et al.*, 1994) این موضوع را تأیید می‌کند که افزایش تنش خشکی موجب کاهش رشد اندام‌های گیاهی می‌شود، زیرا افزایش چسبندگی نمک‌ها پتانسیل اسمزی محلول خاک را بالا می‌برد، بنابراین میزان انرژی که گیاه صرف جذب آب از خاک می‌نماید، بالا می‌رود، این حالت منجر به افزایش تنفس و کاهش عملکرد گیاه می‌گردد (Brason *et al.*, 2008). تحقیقات حکایت از این دارد که افزایش تنش خشکی باعث کاهش محتوای کلروفیل می‌گردد (Behero *et al.*, 2002). محققان بیان داشته‌اند که افزایش سطح خشکی در گیاه میزان کلروفیل در برگ‌ها را کاهش داده و موجب کاهش فتوسنتز در گیاه می‌شود (Flaxas *et al.*, 1999)، (2002، 2004). میزان قندهای محلول و پرولین ریشه‌چه و ساقه‌چه چهار رقم جو در شرایط خشکی و شوری در

- responses and oxidative stress in two clones of *Coffea canephora* under water deficit conditions. *Environmental and Experimental Botany*, 47: 239–247.
- Lu, C. and Zhang, J., 1999. Effects of water stress on photosystem II photochemistry and its thermostability in wheat plants. *Journal of Experimental Botany*, 50: 1199–1206.
 - Nayyar, H. and Gupta, D., 2006. Differential sensitivity of C3 and C4 plants to water deficit stress: association with oxidative stress and antioxidants. *Environmental and Experimental Botany*, 58: 106–113.
 - Pennisi, E., 2008. The blue revolution, drop-by-drop, gene by gene. *Science*. Doi: 10. 1126, *Science*, 320: 5873.171.
 - Stanhill, G., 1997. Smarter irrigation: an Israeli perspective. In: Potion DD (ed) *Irrigation 1997*. Proceeding of Irrigation Association Conference, Shepparton.
 - Tanksley, SD. and McCouch, SR., 1997. Seed banks and molecular maps: unlocking genetic potential from the wild. *Science*, 277:1066. Doi:10.1126/science.277.5329.1063.
 - Wang, W., Vinocur, B. and Altman, A., 2003. Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance. *Planta*, 218(1): 1–14.
 - Yang, X., Chen, X., Ge, Q., Li, B., Tong, Y., Zhang, A., Li, Z., Kuang, T. and Lu, C., 2006. Tolerance of photosynthesis to photoinhibition, high temperature and drought stress in flag leaves of wheat: a comparison between a hybridization line and its parents grown under field conditions. *Plant Science*, 171: 389–397.
 - Zlatev, Z.S. and Yordanov, I.T., 2004. Effects of soil drought on photosynthesis and chlorophyll fluorescence. *Bulgarian Journal of Plant Physiology*, 30: 318.
 - electron transport rate regulation in grapevines. *Plant, cell and environment*, 22: 39–48.
 - Flaxas, J. and Medrano, H., 2002. Drought-inhibition of photosynthesis in C3 plants: Stomatal and non-stomatal limitation revisited. *Annals of Botany*, 89: 183–189.
 - Flaxas, J., Josefina, B., Josep, C., Jose, M.E., Jeroni, G., Javier, G., EL-Kaderi, L., Sara, F.M., Maria, T.M., Miquel, R., Diego, R., Bartolom, S. and Hipolito, M., 2004. Understanding down-regulation of photosynthesis under water stress: future prospects and searching for. *Physiological tools for irrigation management*, *Ann. appl. Biol.*, 144: 273–283.
 - Heydari rikan, M., Heydari. R. and Jameie, R., 2007. Evaluation of resistance for drought and salinity in four barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars in germination stage. *Pajouhesh & Sazandegi magazine*, Number 74.
 - Imevbore, A.M., 2003. Desertification and desiccation as a threat to the conservation and utilization of biodiversity. *United Nations Convention to Combat Desertification*. <http://www.unccd.int/knowledge/INCDinfoSeg/parti.php>.
 - Kaul, A. and Shankar, V., 2007. Ecology of seed germination of chenopod shrub *Haloxylon salicornicum*. *Tropical ecology*, 29:110–115.
 - Kim, K.S., Yoo, Y.K. and Lee, G.Y., 1994. Comparative salt tolerance study in Korean grasses. *Journal of the Korean Society for Horticultural Science* 32: 17–133.
 - Levitt, J.W., 2009. Radiation salt and other stresses. In: *Responses of plants to environmental stresses*. Vol II, 2nd ed. New York: Academic Press, p. 607.
 - Li, R., Guo, P., Michael, B. and Stefania, G., 2006. Evaluation of chlorophyll content and fluorescence parameters as indicators of drought tolerance in barley. *Agriculture in Sciences in China*, 5:751–757.
 - Lima, A.L.S., DaMatta, F.M., Pinheiro, H.A., Totola, M.R. and Loureiro, M.E., 2002. Photochemical

Physiological and morphological characteristics in seedlings of four *Bromus inermis* ecotypes under drought stress in germinator and greenhouse condition

Akhavan Armaki, M.^{1*}, Azarnivand, H.², Assareh, M.H.³, Jafari, A.A.⁴ and Tavili, A.⁵

1*- Corresponding Author, PhD Student in Range Management, Faculty of Natural Resources, Tehran University, Karaj, Iran, Email: mtakhavan@yahoo.com

2- Professor, Faculty of Natural Resources, Tehran University, Karaj, Iran.

3- Professor, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran.

4- Associate Professor, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran.

5- Associate Professor, Faculty of Natural Resources, Tehran University, Karaj, Iran.

Received: 28.02.2011 Accepted: 08.10.2011

Abstract

Drought has a major influence on morphological and physiological characteristics of plant species. Drought stress has a direct relationship with germination characteristics including germination percentage, seedling length (mm/plant), root to shoot ratio, seedling weight (g), ratio of dry weight to fresh weight of seedlings (g.dfw^{-1}) and seed vigor index (V). In this research, effects of drought stress on these characteristics were examined in four genotypes of *Bromus inermis* (Alborz 303, Mazandaran 3151, Firozkuh 3966 and Esfahan 200060) under laboratory and greenhouse condition. In greenhouse experiment, three physiological traits including chlorophyll, carbohydrates and proline contents were measured. Drought treatments included four levels of osmotic potential (0, -0.3, -0.6 and -0.9 MPa) in germinator and four levels of osmotic potential (FC, 25% FC, 50% FC and 75% FC) in greenhouse, made by Poly-Ethylene-Glycol (PEG 6000) solution in laboratory and weighting method in greenhouses, respectively. Results showed that Esfahan (200060) genotype was better than two other genotypes in terms of germination percentage under two conditions. Increasing drought stress increased proline and carbohydrate and decreased the chlorophyll content.

Key words: physiological, morphological, *Bromus inermis*, proline.