

## بررسی آثار تنش خشکی بر شاخص‌های جوانه‌زنی چهار ژنوتیپ گونه مرتعی *Bromus tomentellus*

- ❖ **مجتبی اخوان ارمکی؛** دانشجوی دکتری مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران
- ❖ **حسین آذرنیوند؛** دانشیار منابع طبیعی دانشگاه تهران
- ❖ **محمدحسن عصاره؛** استاد مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور
- ❖ **علی اشرف جعفری؛** دانشیار مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور
- ❖ **علی طویلی؛** دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

### چکیده

تنش‌های محیطی، به‌ویژه تنش خشکی، از مهم‌ترین عوامل کاهش و اختلال در مراحل مختلف رشد و نمو گیاهی، به‌خصوص جوانه‌زنی، در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران است. بدین منظور آزمایشی، به صورت فاکتوریل، در قالب طرحی کاملاً تصادفی، با چهار تکرار در شرایط آزمایشگاه به اجرا درآمد. در این آزمایش از چهار ژنوتیپ گونه مرتعی *Bromus tomentellus* (تهران ۹۲، کردستان ۶۳۰، شهرکرد ۳۴۱۴، و لرستان ۹۵۰۷) و چهار تیمار خشکی (آب مقطر، ۳-، ۶-، و ۹- بار) استفاده شد. در این آزمایش، درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، طول گیاهچه، نسبت طول ریشه‌چه به طول ساقه‌چه، وزن خشک گیاهچه، وزن تر گیاهچه، نسبت وزن خشک به وزن تر گیاهچه، سرعت جوانه‌زنی، و شاخص بنیه بذر اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد با افزایش تنش خشکی، به‌جز نسبت وزن خشک به وزن تر گیاهچه، سایر صفات به‌طور چشمگیری کاهش یافتند. این کاهش در همه صفات مورد ارزیابی در تغییر پتانسیل از ۳- به ۶- بار حداکثر بود. به‌طور کلی، در میان ژنوتیپ‌های مورد آزمایش، ژنوتیپ لرستان (۹۵۰۷) در پتانسیل‌های مورد مطالعه جوانه‌زنی (آب مقطر، ۳-، ۶-، و ۹- بار) مناسبی را نشان داد و از این نظر بر سایر ژنوتیپ‌ها برتری معنی‌داری داشت. از پارامترهای مورد ارزیابی، طول گیاهچه و شاخص بنیه بذر بیشترین واکنش را به تغییر پتانسیل آب نشان دادند. در بین سطوح تنش خشکی، پتانسیل‌های ۶- و ۹- بار بهترین سطوح جهت ارزیابی مقاومت به خشکی بودند.

واژگان کلیدی: تنش خشکی، جوانه‌زنی، ژنوتیپ، *Bromus tomentellus*

## مقدمه

از مهم‌ترین مشکلات مناطق خشک و نیمه‌خشک خشکی و کمبود آب است که بر رشد و نمو گیاهان اثر می‌گذارد. بیش از نیمی از مساحت کشور ایران جزو مناطق خشک جهان به شمار می‌رود؛ مقدار بارندگی در این مناطق حدود ۲۵۰ میلی‌متر یا کمتر از آن است. با توجه به اینکه بخش عظیمی از مراتع ایران در این مناطق قرار دارد، موضوع خشکی و خشک‌سالی حاصل از آن در گیاهان این مناطق اهمیت بسیاری دارد. تنش را در شرایطی در نظر می‌گیرند که گیاه از حالت مطلوب برای رشد بسیار فاصله دارد و این فاصله ممکن است برگشت‌ناپذیر باشد.

گیاهان در برابر تنش‌های محیطی واکنش‌های مختلفی نشان می‌دهند تا آثار نامطلوب آن را کاهش دهند؛ به این مکانیزم تحمل تنش می‌گویند (Ebrahimzadeh, 1990). کمبود آب مورد نیاز گیاه و همچنین کیفیت نامطلوب آن تحت عنوان تنش خشکی و شوری از جمله تنش‌های مهم گیاهان مرتعی است که از رشد مطلوب گیاه جلوگیری می‌کند. از این رو، گیاه، در جهت سازگاری، واکنش‌های مختلفی نشان می‌دهد (Tabaie Aghdaie, 1996). تنش خشکی شرایطی را به وجود می‌آورد که در آن سلول‌ها و بافت‌های گیاهی در وضعیتی قرار می‌گیرند که تورژسانس آن‌ها کامل نیست (Zareh Chahouki, 2000). گیاهان علوفه‌ای عمدتاً در دو خانواده بزرگ گیاهی - علف‌های چمنی و بقولات (گراس‌ها و لگوم‌ها) - قرار می‌گیرند. گراس‌ها از مهم‌ترین گیاهان مرتعی‌اند که به لحاظ تولید علوفه، حفاظت، و جلوگیری از فرسایش خاک اهمیت بسیاری دارند (Moghaddam, 1998). *Bromus* گروه مجزایی از گندمیان است که از لحاظ جغرافیایی گسترش وسیعی دارد و شامل گیاهان یک‌ساله، دوساله، و چندساله با سطح پلئیدی مختلف و تیپ‌های گوناگون است. گیاهان این جنس به آب و هوای سرد و یا مناطقی که در آن‌ها فصل سرد در خلال بخشی از فصل رشد گیاه حاکم است سازگارند.

Huang et al. (1997) استراتژی‌های مقاومت به خشکی را در گراس‌ها توسعه سیستم ریشه در عمق، کاهش تبخیر، و تعرق در برابر خشکی ذکر کردند. Carrow (1996) آثار تنش خشکی را در لوله‌شدن برگ‌ها، کاهش تولید، سرسبزی گیاه، چین‌های برداشت و رنگ برگ‌ها (رنگ آتشی)، و افزایش دمای جامعه گیاهی گراس‌ها مؤثر دانست. Acevedo et al. (1997) مقاومت گیاه سورگوم و ذرت را به تنش آبی مطالعه کردند و تأثیر منفی آن را بر خصوصیات رشد نشان دادند. Jiang & Huang (2001) به کاهش پتانسیل اسمزی گراس‌ها در برابر تنش گرمایی و خشکی اشاره و بیان کردند که سهم عمده این کاهش به سبب افزایش مواد معدنی و آلی بوده است. Kuchaki & Zarif (1996) کتابی با مطالعه درجه حرارت مطلوب جوانه‌زنی و آثار خشکی و شوری بر چند گونه مرتعی نتیجه گرفتند که حداکثر مقدار جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، طول و تعداد ریشه‌چه در تیمار شاهد (آب مقطر) به دست آمده و با کاهش پتانسیل آب مقدار و درصد جوانه‌زنی کاهش یافته است.

به هر حال، تحقیقات نشان می‌دهد که گیاهان، با اتخاذ تمهیداتی، از جمله فرار از خشکی (Jafari, 2000)، افزایش ضخامت کوتیکولی (Seyyed, 1994)، کاهش سطوح برگ (Jabbari, 1999)، ریزش برگ و گوستی شدن (Kuchaki et al., 1997)، بستن روزنه‌ها (Ghasemi Firooz Abadi, 1995)، گسترش سیستم ریشه (Zareh Chahouki, 2000)، تنظیم فشار اسمزی (Moadab Shabestari & Mojtahedi, 1990)، کاهش اندازه سلول (Hekmat Shoar, 1993)، و غیره، سعی در سازگاری با عوامل نامساعد محیطی دارند و طبیعتاً شرایط رشد ایده‌آل نخواهند داشت و عملکرد نیز پایین باقی خواهد ماند.

با توجه به مطالب ذکر شده و نیز عدم شناخت دقیق گونه‌های خشکی‌پسند مرتعی راجع به میزان مقاومت آن‌ها به خشکی، ضروری است که مطالعات گسترده‌تری در این

این پژوهش در مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور در سال ۱۳۸۸ انجام شد. در این آزمایش چهار ژنوتیپ گیاه مرتعی *Bromus tomentellus* به نام‌های تهران (۹۲)، کردستان (۶۳۰)، شهرکرد (۳۴۱۴) و لرستان (۹۵۰۷) با چهار تکرار به کار گرفته شد. برای ارزیابی مقاومت به خشکی در مرحله جوانه‌زنی و ایجاد سطوح مختلف پتانسیل آب از پلی اتیلن گلیکول ۶۰۰۰

زمینه صورت گیرد تا با شناخت بهتری بتوان گونه‌های مقاوم به خشکی را در ایجاد پوشش گیاهی در مرحله جوانه‌زنی شناسایی کرد. هدف از این تحقیق بررسی مقاومت به خشکی در چهار ژنوتیپ گونه‌های مرتعی *Bromus tomentellus* است. دلیل انتخاب این گونه تولید علوفه درخور توجه و خوش خوراکی بالای آن است.

## روش شناسی

جدول ۱. نحوه ایجاد پتانسیل خشکی با استفاده از PEG ۶۰۰۰

مقدار محلول (پتانسیل خشکی)	مقدار محلول	مقدار PEG ۶۰۰۰
۳- بار	۴۰۰ میلی لیتر	۵۵/۲ گرم
۶- بار	۴۰۰ میلی لیتر	۷۵/۶ گرم
۹- بار	۴۰۰ میلی لیتر	۱۰۰/۴ گرم

روزانه توزین شد و به مقدار اختلاف وزن آن‌ها با وزن اولیه در شروع آزمایش آب مقطر اضافه گردید. این عمل برای جلوگیری از تغییر پتانسیل هر محلول در اثر تبخیر آب صورت گرفت (Agrawal, 1991; Emmerich & Hardigree, 1991; Fernandez & Johnson, 1995). سپس، بذره‌های جوانه‌زده هر پتری‌دیش روزانه شمارش و ثبت شد. تعداد تجمعی بذره‌های جوانه‌زده برای محاسبه درصد جوانه‌زنی استفاده گردید و درصد جوانه‌زنی نهایی طبق فرمول زیر استفاده شد (Agrawal, 1991).

$$\text{درصد جوانه‌زنی} = \frac{\text{تعداد بذره‌های جوانه‌زده تا روز آم}}{\text{تعداد کل بذره‌های جوانه‌زده}}$$

در پایان هشتمین روز آزمایش در هر پتری‌دیش همه بذره‌های جوانه‌زده ارزیابی و اندازه‌گیری و دو صفت طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه اندازه‌گیری و ثبت شد. سپس، میانگین حاصل از کل بذره‌های جوانه‌زده در هر پتری‌دیش محاسبه و به عنوان نتیجه نهایی در هر پلات آزمایشی ثبت گردید. سرعت جوانه‌زنی نیز بر اساس فرمول زیر محاسبه شد (Ibid).

$$\text{سرعت جوانه‌زنی} = \frac{\text{تعداد بذره‌های جوانه‌زده تا روز آم}}{\text{تعداد روز از شروع آزمایش}}$$

استفاده شد. طبق دستورالعمل Michel & Kaufman (1973)، پتانسیل‌های مختلف آب، که عبارت‌اند از ۳-، ۶-، و ۹- بار، طبق جدول ۱، ایجاد شد. برای ایجاد پتانسیل صفر بار از آب مقطر استفاده شد.

مجموعه پتری‌دیش‌ها و بستر بذر (کاغذ واتمن) در اتوکلاو استریل شد. بیست و پنج بذر به طور تصادفی برای هر پتری‌دیش انتخاب شد و، پس از ضدعفونی به مدت ۳۰ ثانیه، با هیپوکلرید سدیم ۱۰ درصد و شست‌وشو با آب مقطر، داخل پتری‌دیش‌ها منتقل شد. سپس، مقدار ۷ میلی‌لیتر از محلول مربوط به هر کدام از آن‌ها اضافه شد. پتری‌دیش‌ها توزین و وزن اولیه هر کدام ثبت شد و در دمای توصیه شده (۲۰ درجه سانتی‌گراد) و در داخل ژرمیناتور قرار داده شدند. در این آزمایش، درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، طول گیاهچه، نسبت طول ریشه‌چه به طول ساقه‌چه، وزن خشک گیاهچه، وزن تر گیاهچه، نسبت وزن خشک به وزن تر گیاهچه، سرعت جوانه‌زنی، و شاخص بنیه بذر اندازه‌گیری شد. طبق دستورالعمل اتحادیه بین‌المللی تجزیه بذر (ISTA)، دو شمارش بایستی در روزهای پنجم و هشتم انجام می‌شد: نخست همه پتری‌دیش‌ها

همچنین، شاخص بنیه بذر از فرمول زیر محاسبه شد (Ibid).

درصد جوانه‌زنی  $\times$  طول گیاهچه = شاخص بنیه بذر

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرحی کاملاً تصادفی انجام شد و، با توجه به تفاوت تعداد بذرهاى جوانه‌زده در هر پتری‌دیش، برای از بین بردن اثر تعداد در تجزیه و تحلیل داده‌ها تجزیه کوواریانس انجام شد. تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTATC انجام شد. برای مقایسه میانگین داده‌ها نیز از آزمون دانکن استفاده شد.

## نتایج

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان‌دهنده تأثیر معنی‌دار تنش خشکی بر شاخص‌های جوانه‌زنی است. به طور کلی، با افزایش تنش خشکی، نسبت طول ریشه‌چه به طول ساقه‌چه و نسبت وزن خشک به وزن تر گیاهچه افزایش و بقیه صفات روند کاهشى نشان داد و از این نظر تفاوتی معنی‌دار بین سطوح تنش وجود دارد (جدول ۳). نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) اختلاف معنی‌داری را بین شاخص‌های جوانه‌زنی ژنوتیپ‌های مورد آزمایش نشان داد. مقایسه میانگین‌های صفات جوانه‌زنی (جدول ۴) برای ژنوتیپ‌های مختلف نشان می‌دهد که بذهای ژنوتیپ‌های تهران (۹۲) و لرستان (۹۵۰۷) دارای کمیت بهتری برای شاخص‌های جوانه‌زنی‌اند. به طور کلی، در بین ژنوتیپ‌های مورد آزمایش، ژنوتیپ کردستان (۶۳۰)، از نظر صفات جوانه‌زنی، ارزش کمتری داشت و در بیشتر صفات اختلاف معنی‌داری با بقیه ژنوتیپ‌ها دارد.

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که بین دو فاکتور آزمایش (ژنوتیپ در خشکی) اثر متقابل معنی‌داری در سطح ۱ درصد در همه صفات اندازه‌گیری شده وجود دارد، در حالی که از نظر نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه اثر متقابل معنی‌دار در سطح ۵ درصد وجود داشت. البته، این کاهش در بین

ژنوتیپ‌های مختلف متفاوت است، به طوری که در ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی، تا سطح اسمزی ۳- بار اختلاف معنی‌داری با شاهد مشاهده نمی‌شود (جدول ۵). شکل‌های ۱ تا ۱۰ مقایسه فاکتورهای اندازه‌گیری شده در پتانسیل‌های آبی مختلف چهار ژنوتیپ گونه *Bromus tomentellus* را نشان می‌دهد. با مقایسه میانگین جوانه‌زنی تیمارهای مختلف خشکی در هر ژنوتیپ مشخص شد که حداکثر جوانه‌زنی در تیمار خشکی شاهد به وقوع پیوسته که حداکثر میزان جوانه‌زنی برای ژنوتیپ‌های تهران (۹۲) و لرستان (۹۵۰۷) با میانگین ۸۷/۷۵ درصد و کمترین میزان جوانه‌زنی برای ژنوتیپ کردستان (۶۳۰) با میانگین ۶۵/۷۵ درصد بوده است. به طور کلی، با افزایش تنش خشکی درصد جوانه‌زنی کاهش یافت، به طوری که حداقل مقادیر جوانه‌زنی در هر ژنوتیپ در تیمار خشکی ۹- بار مشاهده شد (شکل ۳). با مقایسه میانگین طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در تیمارهای مختلف خشکی برای هر رقم مشخص شد که حداکثر طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در تیمار خشکی شاهد بوده است و با کاهش پتانسیل آب مقدار طول ریشه‌چه و ساقه‌چه کاهش یافت، به گونه‌ای که حداقل مقادیر دو پارامتر مذکور در تیمار خشکی ۹- بار مشاهده شد. بالاترین میزان میانگین طول ریشه‌چه در ژنوتیپ شهرکرد (۳۴۱۴) و طول ساقه‌چه در ژنوتیپ لرستان (۹۵۰۷) و کمترین میزان آن‌ها در ژنوتیپ کردستان (۶۳۰) حاصل گردید (شکل ۲ و ۷). با توجه به میانگین نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه در پتانسیل‌های آبی مختلف در ژنوتیپ‌های کردستان (۶۳۰) و شهرکرد (۳۴۱۴) مشاهده شد که حداکثر این مقدار در تیمار خشکی ۹- بار به دست آمد و با کاهش پتانسیل آب این مقادیر افزایش یافت، به طوری که کمترین مقدار در تیمار شاهد مشاهده شد. در صورتی که در ژنوتیپ‌های تهران (۹۲) و لرستان (۹۵۰۷) خلاف این موضوع مشاهده شد و با افزایش تنش خشکی این مقادیر کاهش یافت.

جدول ۲. تجزیه واریانس صفات جوانه‌زنی ژنوتیپ‌های *Bromus tomentellus* در سطوح تنش خشکی

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد	سرعت	طول	طول	نسبت ریشه‌چه	طول	شاخص	وزن تر	وزن خشک	نسبت وزن خشک به تر گیاهچه
تیمار خشکی	۳	۹۱۷۲***	۳۱۹۵**	۱۳۱۹۱***	۱۴۶۹***	۰/۱۶۷ NS	۵۵۵۸۵***	۶۷۵۴۳***	۰/۰۳۴***	۰/۰۰۰۰۴NS	۰/۰۳۶***
ژنوتیپ	۳	۱۸۰۸***	۶۸۵۱۷***	۹۸۱۳***	۴۴۵۳***	۱/۶۹۰**	۲۰۴۵**	۱۵۴۱***	۰/۰۱۵**	۰/۰۰۱۵**	۰/۰۳۷**
ژنوتیپ در خشکی	۹	۸۷۳۱۵***	۱۵۲۱۱***	۶۸۱۵***	۵۲۵۸***	۰/۵۱۰*	۲۲۱۲***	۲۵۶۱***	۰/۰۰۲***	۰/۰۰۰۲***	۰/۰۱۲**
خطا	۴۸	۶۹۱۱۶	۳۱۱۳۳	۳۰/۰۴	۴۲/۴۰	۰/۲۰۱	۷۳/۵۴	۷۸/۳۸	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۰۳	۰/۰۰۰۰۹
ضرب تغییرات		۱۰/۴۹	۱۹/۵۰	۱۰/۷۰	۱۳/۹۱	۴۲/۴۱	۸۷/۵	۹/۸۱	۸/۶۰	۱۸/۸۱	۱۴/۹۳

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر سطوح خشکی برای صفات مورد سنجش در ژنوتیپ‌های *Bromus tomentellus*

تیمار خشکی	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	طول ساقه‌چه	طول ریشه‌چه	نسب ریشه‌چه به ساقه‌چه	طول گیاهچه	شاخص بنیه بذر	وزن تر گیاهچه	وزن خشک گیاهچه	نسبت وزن خشک به تر گیاهچه
شاهد	۷۵	a۴۳	a۸۱/	a۸۱	a۱	۳۳	۳۷	۰/۲۲	۰/۰۳	c۰/۱۵
بار ۳-۳	۱۵۰	۷۸	b۶۸/	b۶۱	a۰/۹۱	۱۳۰	۱۵۴	۰/۱۵	۰/۰۳	b۰/۲۰
بار ۶-۶	۱۵۰	۷۳	c۳۷/	c۲۰	a۱/۰۸	۳۸	۲۰	۰/۱۲	۰/۰۳	a۰/۲۴
بار ۹-۹	۱۲۵	۴۷	d۱۴/	d۱۲	a۱/۱۵	۲۶	۶۵	۰/۱۲	۰/۰۳	a۰/۲۶

میانگین تیمارهایی که دارای حروف مشابهی هستند بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن ۵ درصد از لحاظ آماری اختلاف معنی داری با همدیگر ندارند.

جدول ۴. مقایسه میانگین صفات مربوط به جوانه‌زنی در ژنوتیپ‌های *Bromus tomentellus*

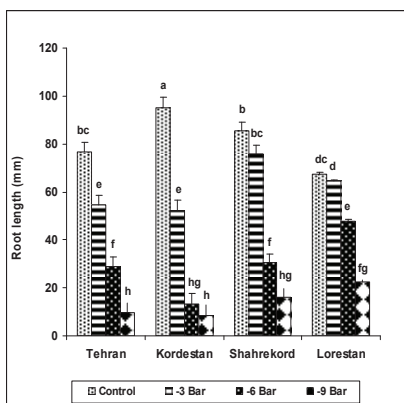
وزن خشک گیاهچه به‌تر	وزن خشک گیاهچه	وزن تر گیاهچه	شاخص بنيه	طول گياه	نسب ريشه‌چه به ساقه‌چه	طول ريزه	طول شيره	طول لوله	سرء جوا	درء جوا	نام
۰/۲۴	۰/۰۳	۱۱۴	۳۹	۱۸۰	۰/۷۲	۳۵	۴۵	۲۴	۷۵	a۸۷	Tehran (۹۲)
a	b۰	c۰	b۹۲	b۹۶	c۰/۷۲	b۴۲/	b۵۴/	a۳۵	۷۵	a۸۷	
۰/۲۴	۰/۰۴	۱۱۹	۹۹	۱۱۳	a۱/۴۴	۱۹	۹۴	۷۱	۷۵	a۳۵	Kordestan (۶۳۰)
a	a۰	a۰	c۷۶	c۸۳	a۱/۴۴	b۴۲/	d۴۰/	ab۳۱	۷۵	c۶۵	
۰/۲۳	۰/۰۴	۱۱۶	۷۱	۱۰۲	۱/۱۵	۰۴	۹۸	۹۷	۷۵	b۷۵	Shahrekoord (۳۴۱۴)
a	b۰	b۰	b۹۰	b۱۰۲	ab	a۵۲/	c۴۹/	c۱۹	۷۵	b۷۵	
۰/۱۴	۰/۰۲	۱۱۲	۱۶	۱۰۳	۰/۸۴	۶۶	۳۶	۱۰۶	۷۵	a۸۷	Lorestan (۹۵۰۷)
b	c۰	d۰	a۱۰۰	a۱۱۰	cb	a۵۰/	a۵۹/	b۲۸	۷۵	a۸۷	

میانگین تیمارهایی که دارای حروف مشابهی هستند بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن، ۵ درصد از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با همدیگر ندارند.

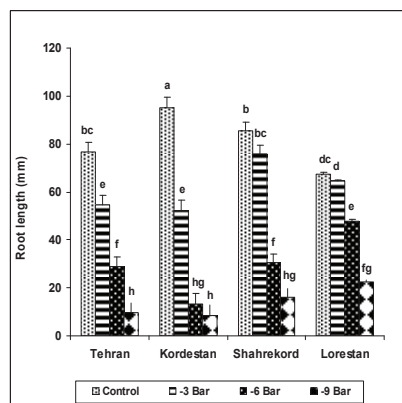
جدول ۵. میانگین درصد جوانه‌زنی در چهار ژنوتیپ *Bromus tomentellus* در سطوح مختلف پتانسیل آب

تجزیه مرکب	مشا بئر			
	بئر-۹	بئر-۶	بئر-۳	بئر-۰
۸۷/۷۵	۵۵ c	۹۷ a	۹۹ a	Tehran (۹۲)
a			۱۰۰ a	
۱۵/۷۵	۳۰ d	۳۳ d	۱۰۰ a	Kordestan (۱۳۰)
c			۱۰۰ a	
۷۵/۷۵	۴۱ d	۱۹ b	۹۶ a	Shahrekoord (۳۴۱۴)
b			۹۷ a	
۸۷/۷۵	۲۷ b	۹۱ a	۹۵ a	Lorestan (۹۵۰۷)
a			۹۸ a	

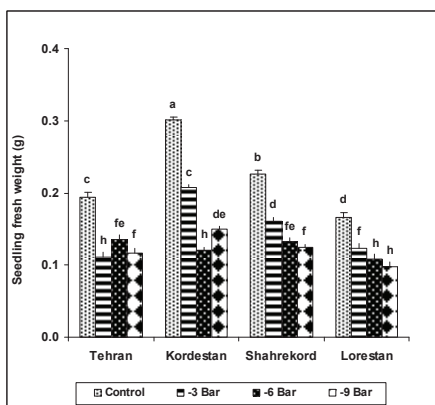
میانگین تیمارهایی که دارای حروف مشابهی هستند بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با همدیگر ندارند.



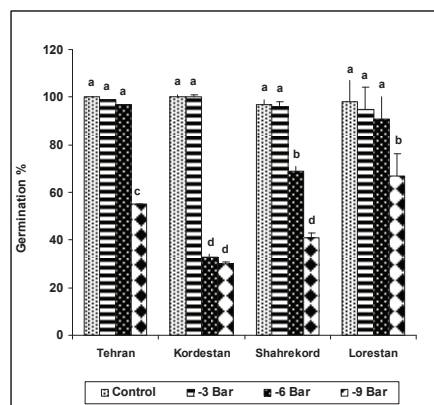
شکل ۲. مقایسه طول ریشه چه (میلی متر) چهار ژنوتیپ *Bromus tomentellus* در شرایط تنش خشکی



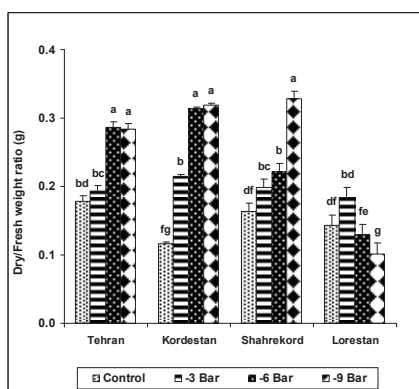
شکل ۱. مقایسه وزن خشک گیاهچه (گرم) چهار ژنوتیپ *Bromus tomentellus* در شرایط تنش خشکی



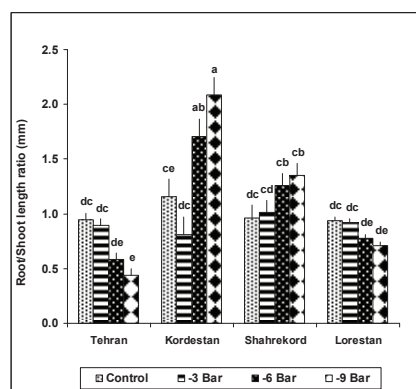
شکل ۴. مقایسه وزن تر گیاهچه (گرم) چهار ژنوتیپ *Bromus tomentellus* در شرایط تنش خشکی



شکل ۳. مقایسه درصد جوانه زنی چهار ژنوتیپ *Bromus tomentellus* در شرایط تنش خشکی

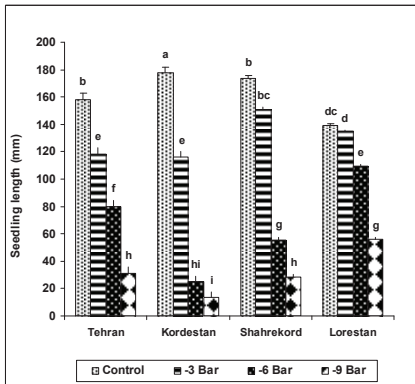


شکل ۶. مقایسه نسبت وزن خشک به وزن تر گیاهچه (گرم) چهار ژنوتیپ *Bromus tomentellus* در شرایط تنش خشکی

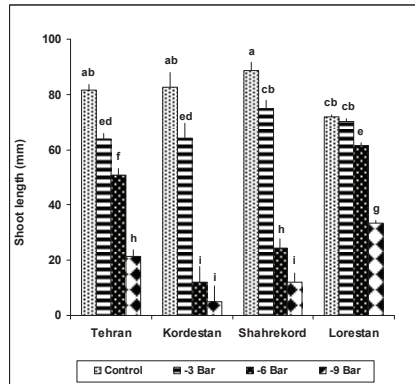


شکل ۵. مقایسه نسبت طول ریشه چه به طول ساقه چه (میلی متر) چهار ژنوتیپ *Bromus tomentellus* در شرایط تنش خشکی

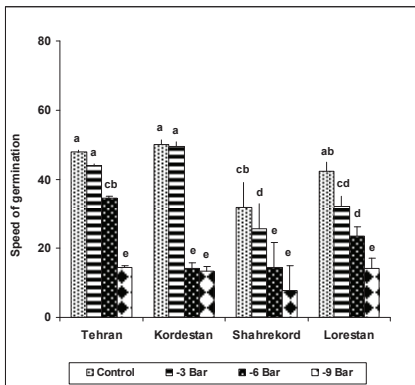




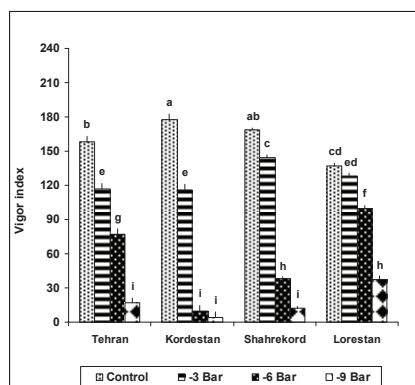
شکل ۸. مقایسه طول گیاهچه (میلی‌متر) چهار ژنوتیپ *Bromus tomentellus* در شرایط تنش خشکی



شکل ۷. مقایسه طول ساقچه (میلی‌متر) چهار ژنوتیپ *Bromus tomentellus* در شرایط تنش خشکی



شکل ۱۰. مقایسه سرعت جوانه‌زنی چهار ژنوتیپ *Bromus tomentellus* در شرایط تنش خشکی



شکل ۹. مقایسه شاخص بنیه بذر (VI) چهار ژنوتیپ *Bromus tomentellus* در شرایط تنش خشکی

\*حروف متفاوت در روی ستون‌ها بیانگر معنی‌دار بودن تفاوت میانگین‌ها در سطح ۵ درصد است

طول شدن هیپوکتیل شده است. در مطالعه تأثیر پتانسیل اسمزی روی کلیه مؤلفه‌ها تفاوت معنی‌داری میان شاهد و تیمار ۳-بار وجود نداشت، اگرچه بیشترین کاهش در تیمار ۹-بار مشاهده شد، در این پتانسیل هیچ کدام از صفات مورد بررسی به صفر نرسید. ژنوتیپ‌های متحمل به تنش ارقامی هستند که، با وجود داشتن میانگین‌های بالا برای شاخص‌های جوانه‌زنی با افزایش سطح خشکی، کاهش معنی‌داری نیز برای این صفات نداشته باشند. بنابراین، همان طوری که ملاحظه می‌شود، ژنوتیپ‌های تهران (۹۲) و لرستان (۹۵۰۷) در سطوح خشکی، ارقام متحمل‌تری به شمار می‌آیند. در مورد بذرهاى کردستان (۶۳۰) و شهرکرد (۳۴۱۴)، همان طوری که نتایج آزمایش نشان داد، با افزایش

### بحث و نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که تنش خشکی بر اغلب مؤلفه‌های رشد اثر منفی داشت، به طوری که متوسط جوانه‌زنی از ۹۸/۷۵ و ۹۷/۵۰ درصد در پتانسیل‌های صفر و ۳-بار به ۴۸/۲۵ درصد در پتانسیل ۹-بار رسید. در تنش شدید (۹-بار) طول گیاهچه کاهش چشمگیری نشان داد و مقدار آن از ۱۶۲ سانتی‌متر در تیمار شاهد به ۳/۲ سانتی‌متر در تیمار ۹-بار رسید. بیشترین مقدار طول ریشه‌چه با مقدار ۸/۱ سانتی‌متر در تیمار شاهد و کمترین آن با ۱/۴ سانتی‌متر در تیمار ۹-بار ایجاد شد. طول ساقچه‌چه نیز در سطوح بالای تنش خشکی کاهش زیادی نسبت به تیمار شاهد داشت؛ در این مورد می‌توان گفت که پلی‌اتیلن گلیکول مانع



و طول ریشه‌چه را در برابر تنش خشکی، همانند مطالعات بالا، نشان می‌دهد؛ به طوری که کمترین مقدار جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، و طول ریشه‌چه در تیمار ۹- بار و حداکثر این مقادیر در تیمار شاهد ایجاد شده است. با توجه به مطالب ذکر شده، علت وقوع این امر را می‌توان افزایش غلظت محلول پلی‌اتیلن گلایکول و همچنین افزایش فشار و پتانسیل اسمزی محیط کشت دانست که به کاهش جذب آب توسط بذرها منجر شده و همچنین مانع ادامه فعالیت‌های طبیعی گیاهچه می‌شود. طی تحقیقاتی که در زمینه مقاومت گیاهان در برابر تنش خشکی انجام شده نتایج مختلفی به دست آمده است، به طوری که برخی از گیاهان در مرحله جوانه‌زنی در برابر تنش خشکی مقاومت کمی از خود نشان می‌دهند و به آن حساس‌اند، اما در مراحل دیگر رشد از خود مقاومت بیشتری نشان می‌دهند. همچنین، برخی دیگر از گیاهان وجود دارند که، نسبت به نتیجه ذکر شده در بالا، واکنش معکوسی نشان داده‌اند. بنابراین، در مرحله جوانه‌زنی، صرف مقاومت به خشکی نمی‌تواند بیانگر مقاومت گیاه در مراحل دیگر رشد باشد. ولی، به طور کلی، گیاهانی که دارای مقاومت و رشد بیشتر ریشه‌چه و ساقه‌چه در این مرحله باشند در مرحله گیاهچه و مراحل دیگر نیز مقاومت بیشتری به خشکی نشان خواهند داد. گفتنی است با به‌دست‌دادن چنین تحقیقاتی می‌توان گونه‌های مقاوم به خشکی را در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور معرفی کرد و از آن‌ها برای ایجاد پوشش گیاهی مرتعی مقاوم به خشکی در مراتع نام‌برده شده استفاده کرد.

تنش خشکی، میانگین درصد جوانه‌زنی کاهش معنی‌داری نشان می‌دهد. بنابراین، می‌توان گفت در شرایطی که احتمال تنش خشکی در مراحل جوانه‌زنی وجود دارد، بهتر است از این بذرها استفاده نشود، به دلیل اینکه این ارقام معمولاً به تنش خشکی حساس‌اند.

متأسفانه، راجع به گونه مورد بررسی تحقیقات چشمگیری در دسترس نیست. با توجه به آزمایش‌هایی که روی برخی گیاهان انجام شده، مشخص گردیده که با افزایش تنش خشکی درصد جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه، و نسبت این دو کاهش یافته است (Seong & Bagheri Kamal, 1996). در مطالعه‌ای که Park روی گونه‌هایی از جنس گون انجام دادند، مشخص شد که در تیمار بدون PEG حداکثر جوانه‌زنی و طول ساقه‌چه به دست آمد و با کاهش پتانسیل آب جوانه‌زنی و طول ساقه‌چه کاهش یافت. در مطالعه دیگری که Parmer & More (1968) انجام دادند، درصد جوانه‌زنی بذره‌های ذرت با افزایش فشار اسمزی کاهش یافت. Rahimian Aashhadi (1991) نیز در بررسی اثر درجه حرارت و پتانسیل‌های خشکی و شوری در ارقام مختلف گندم نتیجه گرفتند که کاهش پتانسیل آب موجب کاهش درصد جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، و طول و تعداد ریشه‌چه شد. Tavili (1997) نیز، طی مطالعات خود، بیان می‌کند که گونه *Agropyron cristatum* با اختلاف نسبت به گونه *Agropyron desertorum* در مرحله استقرار مقاومت بیشتری به خشکی نشان می‌دهد، ولی به لحاظ آماری این اختلاف معنی‌دار نیست. نتایج حاصل از این تحقیق نیز روند کاهش درصد جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه،

## References

- [1]. Acevedo, E., Ferers, E. Heciao, T. & Henderson, D. W. (1979). Diurnal growth trends water potential and osmotic adjustment of maize and sorghum leaves in the field, *plant physiol*, 64:476-480.
- [2]. Agrawal, R. L. (1991). *Seed technology*. Oxford & IBH.Pulishing 658pp.
- Bagheri Kamal, M., (1996). Study of effective physiological traits for evaluating of wheat Species that are resistant to drought stress, MSC thesis of agriculture faculty, Azadi Eslami university of Karaj.
- [3]. Carrow, R. N. (1996). Drought Avoidance Characteristics of Diverse Tall Fescue Cultivars, *Crop Sci*. 36:371-377.
- [4]. Ebrahimzadeh, H. (1990). *Plant physiology*, Volume 1, Tehran university press.
- [5]. Emmerich, W. E. & Hardegree. S.P.(1991). Seed germination in polyethylene glycol solution. Effect of filter paper exclusion and water vapor loss. *Crop Sci*. 31:454-458.
- [6]. Fernandez, G. & Johnson. M.(1995). Seed vigor testing in lentil, bean and chickpea. *Seed Sci. & Technol*. 23:617-627.
- [7]. Ghasemi Firooz Abadi, S. R. (1995). Study of drought and Salt resistance for two range species *Aeluropus litoralis* and *Puccinella distance*, MSC. Project of range management, Natural resource faculty of Tehran university.
- [8]. Hekmat Shoar, H. (1993). *Plant physiology in bad condition*, Tabriz university press.
- [9]. Huang, B. Duncan, R. R., & Carrow. R. N. (1997). Drought resistance mechanisms of seven warm season turfgrasses under surface soil drying, Shoot response, *Crop Sci*. 37:1858-1863.
- [10]. Hung, B. & Gao, H. (2000). Root physiological Characteristics associated with drought resistance in tall fescue cultivars, *Crop Sci*. 40:196-203.
- [11]. Jabbari, F. (1999). Plant reaction to drought stress, MSC. Seminar of range management.
- [12]. Jafari, M. (2000). *Salt soils in natural resources*, Tehran university press.
- [13]. Jiang, Y., & Huang, B. (2001). Osmotic adjustment and root growth associated with droght preconditioning enhanced heat tolerance in Kentocky bluegrass, *Crop Sci*. 41: 1168-1173.
- [14]. Kuchaki, E., Zarif ketabi, H. (1996). Germination temperature and effects of salt and drought in some range species, *Desert management*, No. 1.
- [15]. Kuchaki, E., Soltani, A., Azizi, M. (1997). *Plant Ecophysiology*, Mashhad university press.
- [16]. Michel, B. E. & Kaufman, M. R. (1973). The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. *Plant Physio*. 51:914-916.
- [17]. Moadab Shabestari, Mojtahedi, M. (1990). *Agricultural Plants physiology*, university press.
- [18]. Moghaddam, M. (1998). *Range and range management*, Tehran university press, 470 pages.
- [19]. Parmer, M. T. & More. R. P. (1968). Carbowax 6000, Maintol, Sodiumchloride for simulating drought condition in germination studies of corn (*Zea mays*) of strong and weak vigor. *Agron. J*. P.192-195.
- [20]. Rahimian Aashhadi, H., Bagheri, A., Paryab, A. (1991). The effect of various degree of PEG

- and NaCl with temperature to germination of wheat, Science and Agriculture Technology magazine, No 1, Agriculture faculty of Ferdousi.
- [21]. Seong, R. C., Park, Y., Chol, J. Y. (1990). Effects of temperature, Polyethylen glycol and Sulphuric acid treatments on germination of Chinese milkvetch. Korean journal of crop science. (35) 248-253.
- [22]. Seyyed, S. H. (1994). The effect of drought stress in physiological and agricultural aspects of wheat, MSC project of agriculture, Tehran university.
- [23]. Tabaie Aghdaie, S. R. (1996). Study of environmental stresses resistance of range grasses, Pajouhesh and Sazandegi (40,41,42): 41-45
- [24]. Tavili, A. (1997). Study of drought stress in three rangeland species, *Agropyron cristatum*, *Agropyron desertorum*, *Stipa barbata*, Range management MSC. Thesis, Natural resource faculty of Tehran university.
- [25]. Zareh Chahouki, M. A. (2000). Drought stress in plants. NSC seminar of range management, Tehran university.