بررسی اثر تنش خشکی بر شاخص‌های جوانه‌زنی چهار ژنوتیپ گونهٔ مرتعی *Bromus inermis*

مجتبی اخوان ارمکی[۱]*، حسین آذرنیوند[۲]، محمدحسن عصاره[۳]، علی‌اشرف جعفری[۴] و علی طویلی[۵]

تاریخ دریافت: ۸۹/۵/۶ – تاریخ پذیرش: ۹۰/۱/۳۱

چکیده

جوانه‌زنی یکی از مهمترین مراحل رشد است که نیاز اولیه و اساسی برای داشتن تراکم مناسب گیاه در مزرعه محسوب می‌شود. هدف این تحقیق، ارزیابی واکنش ژنوتیپهای مختلف بومی و اصلاح‌شده ژنوتیپ‌های گونهٔ *Bromus inermis* به تنش رطوبتی در مرحلهٔ جوانه‌زنی و تعیین پارامتر و پتانسیل مناسب برای گزینش ارقام متحمل به خشکی بود. تیمارها شامل چهار ژنوتیپ *B. inermis* (البرز ۳۰۳، مازندران ۳۱۵۱، فیروزکوه ۳۹۶۶ و اصفهان ۲۰۰۰۶۰) و چهار سطح پتانسیل آب (صفر، ۳-، ۶- و ۹- بار) به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. بذرها در داخل پتری‌دیش و در ژرمیناتور تحت شرایط کنترل‌شده جوانه زدند. در این پژوهش، ویژگی‌های درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه، نسبت ریشه به ساقه، وزن خشک و تر گیاهچه و شاخص بنیهٔ بذر اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که با افزایش تنش خشکی، به‌جز نسبت وزن خشک به وزن تر گیاهچه سایر صفات به‌طور قابل توجهی کاهش یافتند. این کاهش در تمامی صفات مورد ارزیابی در تغییر پتانسیل از ۳- به ۶- بار حداکثر بود. به‌طور کلی در میان ژنوتیپ‌های مورد آزمایش، ژنوتیپ اصفهان (۲۰۰۰۶۰) در پتانسیل‌های مورد مطالعه جوانه‌زنی مناسبی را نشان داد و از این نظر بر سایر ژنوتیپ‌ها برتری معنی‌داری داشت. از پارامترهای مورد ارزیابی، طول گیاهچه و شاخص بنیهٔ بذر بیشترین واکنش را به تغییر پتانسیل آب نشان دادند. در بین سطوح تنش خشکی، پتانسیل‌های ۶- و ۹- بار بهترین سطوح برای ارزیابی مقاومت به خشکی بودند.

واژه‌های کلیدی: بذر، *Bromus inermis*، تنش خشکی، ژنوتیپ.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشکدهٔ منابع طبیعی دانشگاه تهران

*: نویسندهٔ مسئول: mtakhavan@yahoo.com

۲ و ۵- دانشیار دانشکدهٔ منابع‌طبیعی دانشگاه تهران

۳- استاد مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور

۴- دانشیار مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

عوامل خشکی و مبارزه با آن از مسائلی است که بشر از هزاران سال پیش تاکنون با آن مواجه است، اما اهمیت آن به‌ویژه از اواخر قرن بیستم به‌طور جدی آشکار شده است. یعنی درست، مصادف با زمانی‌که بشر به زمینهای زراعی بیشتری برای تغذیه نیاز مبرم پیدا کرده است. در سرزمین ایران مناطق گسترده‌ای در نقاط مختلف وجود دارد که از نظر طبقه‌بندی می‌توان آنها را در دستهٔ مناطق خشک قرار داد. مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران نیز حدود ۱۰۰ میلیون هکتار برآورد شده است که ۶۴ درصد از سطح کشور را شامل می‌شود (۱۳). خشکی مهمترین عامل محدودکنندهٔ رشد و عملکرد گیاهان بوده که ۴۰ تا ۶۰ درصد اراضی جهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۲ و ۳). مسائل مربوط به خشکی اراضی و مقاومت گیاهان در برابر آن از دیرباز مورد توجه بسیاری از محققان بوده است.

تنش‌های محیطی، به‌ویژه تنش خشکی یکی از مهمترین عوامل محدودکننده تولیدات گیاهی در دنیا است. گیاهان در مقابل خشکی از طریق تغییرات مورفولوژیک، فیزیولوژیک و متابولیک در تمام اندام‌های خود پاسخ می‌دهند (۲۰). به‌طور کلی گیاهچه‌های جوان به خشکی حساس‌ترند و تفاوت‌های ژنتیکی در مقابله با خشکی ممکن است در گیاهچه آشکار شود و همین امر فرصت مفیدی برای به گزینی و انتخاب است (۱۹). آب اهمیت بسیار زیادی در رشد و نمو گیاهان دارد و بر توزیع و پراکندگی گونه‌های مختلف گیاهان در زمین تاثیر دارد (۸). تنش کمبود آب هنگامی ایجاد می شود که رطوبت موجود در اطراف ریشه کمتر از نیاز آبی گیاه باشد (۶). با توجه به اینکه حساسترین مرحله زندگی یک گیاه، مرحله جوانه‌زنی است و این مرحله، مرحله‌ای است که گیاه هنوز به صورت نهال کوچکی می باشد، با موفقیت گذراندن این دوره نقش مهمی را در مراحل دیگر استقرار گیاه خواهد داشت (۱۳). عوامل فیزیولوژیکی مثل کاهش پتانسیل آب برگ، کنترل روزنه‌ای، تطابق اسمزی از طریق ساختن یا جذب مواد محلول از خاک، حفظ تورژسانس، بهبود مقاومت پرتوپلاسمی (۷ و ۲۲) و عوامل مورفولوژیک مثل تغییر در سطح برگ، حجم تاج پوشش، وزن کل بیوماس و یا وزن تاج پوشش، ارتفاع، قطر، طول میانگره، قطر تنه، سطح مقطع تنه، زاویه انشعاب شاخه با تنه اصلی، زاویه انشعاب برگ با شاخه، رشد افقی و عمودی ریشه، تراکم ریشه در واحد حجم خاک (۵ و ۲۱) می‌توانند بر میزان مقاومت گیاه به تنش خشکی نقش داشته باشند. هدف از انجام این تحقیق بررسی مقاومت به خشکی در چهار ژنوتیپ گونه‌های مرتعی *Br.inermis* است. دلیل انتخاب این گونه تولید علوفه قابل توجه و خوشخوراکی بالای آن است.

مواد و روش‌ها

انتخاب مواد آزمایشی: ژنوتیپ‌های مورد آزمایش عبارتند از: البرز ۳۰۳، مازندران ۳۱۵۱، فیروزکوه ۳۹۶۶ و اصفهان ۲۰۰۰۶۰ بودند. این آزمایش در آزمایشگاه بانک ژن موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع انجام گردید.

مراحل اجرای پروژه: برای ارزیابی مقاومت به خشکی در مرحله جوانه‌زنی و ایجاد سطوح مختلف پتانسیل آب از پلی‌اتیلن گلایکول ۶۰۰۰ استفاده شد. طبق دستورالعمل میچل و کافمن پتانسیل‌های مختلف آب که عبارت بودند از: صفر، ۳-، ۶- و ۹- بار طبق جدول ۱ ایجاد گردید. برای ایجاد پتانسیل صفر بار از آب مقطر استفاده شد (۱۵).

جدول ۱- نحوهٔ ایجاد پتانسیل خشکی با استفاده از PEG 6000

نوع محلول (پتانسیل خشکی)	مقدار محلول	مقدار PEG 6000
۳- بار	۴۰۰ میلی لیتر	۵۵/۲ گرم
۶- بار	۴۰۰ میلی لیتر	۷۵/۶ گرم
۹- بار	۴۰۰ میلی لیتر	۱۰۰/۴ گرم

مجموعه پتری‌دیش‌ها و بستر بذر (کاغذ والتمن) در اتوکلاو استریل گردید. تعداد ۲۰ عدد بذر به طور تصادفی برای هر پتری‌دیش انتخاب و پس از ضدعفونی به مدت ۳۰ ثانیه با هیپوکلریدسدیم ۱۰ درصد و شستشو با آب مقطر، داخل پتریدیش‌ها منتقل شدند. سپس مقدار ۷ میلی لیتر از محلول مربوط به هر کدام از آن‌ها اضافه شد. پتری‌دیش‌ها توزین و وزن اولیه هر کدام ثبت و در دمای توصیه شده ۱±۲۰ درجهٔ سانتی‌گراد و در داخل ژرمیناتور قرار داده شدند.

در این پژوهش، ویژگی‌های درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه، نسبت ریشه به ساقه،

Archive of SID

www.SID.ir

وزن خشک و تر گیاهچه و شاخص بنیهٔ بذر اندازه‌گیری شد.

طرح آزمایشی و تجزیهٔ داده‌ها: آزمایش در قالب طرح اسپلیت پلات بر اساس طرح پایهٔ بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS تجزیه و تحلیل شدند. میانگین داده‌ها با استفاده از روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج

۱- تأثیر پتانسیل اسمزی بر درصد جوانه‌زنی: در اثر پتانسیل اسمزی محیط بر درصد جوانه‌زنی، اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد میان ارقام مشاهده شد (جدول ۲)، به‌طوری‌که بالاترین میانگین درصد جوانه‌زنی با ۸۸ درصد به ژنوتیپ (اصفهان ۲۰۰۰۶۰) و پایین‌ترین درصد جوانه‌زنی با ۵۴ درصد به ژنوتیپ (مازندران ۳۱۵۱) مربوط بود (جدول ۴).

۲- تأثیر پتانسیل اسمزی بر سرعت جوانه‌زنی: نتایج تجزیهٔ واریانس نشان‌دهندهٔ تأثیر معنی‌دار تنش خشکی بر سرعت جوانه‌زنی است (جدول ۲). با افزایش تنش خشکی، سرعت جوانه‌زنی در ژنوتیپ‌ها به طور چشمگیری کاهش یافته است (جدول ۳). مقایسه میانگین سرعت جوانه‌زنی برای ژنوتیپ‌های مختلف نشان می‌دهد که بذور ژنوتیپ (اصفهان ۲۰۰۰۶۰) دارای کمیّت بهتری برای شاخص سرعت جوانه‌زنی هستند. به‌طور کلی در بین ژنوتیپ‌های مورد آزمایش، ژنوتیپ (فیروزکوه ۳۹۶۶) از نظر سرعت جوانه‌زنی، ارزش کمتری داشته و اختلاف معنی‌داری با بقیه ژنوتیپ‌ها دارد (جدول ۴).

۳- میانگین طول کل گیاهچه: نتایج تجزیهٔ واریانس نشان‌دهنده تاثیر معنی‌دار (در سطح ۵ درصد) تنش خشکی بر طول گیاهچه بود (جدول ۲). با افزایش تحمل به خشکی در گیاهان طول گیاهچه در اکوتیپ‌ها کاهش یافته است. مقایسهٔ میانگین طول گیاهچه نشان می‌دهد که بذور ژنوتیپ (اصفهان ۲۰۰۰۶۰) دارای کمیّت بهتری هستند (جدول ۴).

۴- میانگین نسبت وزن خشک به تر گیاهچه: نتایج تجزیهٔ واریانس نشان‌دهندهٔ تأثیر معنی‌دار (در سطح یک درصد) تنش خشکی بر نسبت وزن خشک به تر گیاهچه می‌باشد (جدول ۲). به‌طور کلی با افزایش فشار اسمزی، نسبت وزن خشک به تر گیاهچه در ژنوتیپ‌های مورد آزمایش افزایش چشمگیری پیدا کرد، همانطوری‌که ملاحظه می‌شود، میانگین نسبت وزن خشک به تر گیاهچه در تیمار شاهد با شاخص ۰/۱۲ گرم به شاخص ۰/۲۳ گرم در تیمار ۹- بار افزایش یافته است (جدول ۳). مقایسهٔ نسبت وزن خشک به تر گیاهچه برای ژنوتیپ‌های مختلف نشان می‌دهد که ژنوتیپ (مازندران ۳۱۵۱) بالاترین میزان را دارد (جدول ۴).

۵- تأثیر پتانسیل اسمزی بر شاخص بنیه بذر: در اثر پتانسیل اسمزی محیط بر شاخص بنیهٔ بذر، اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد میان ارقام مشاهده شد (جدول ۲)، به‌طوری‌که بالاترین میانگین شاخص بنیه بذر با مقدار ۱۰۱/۳۱ به ژنوتیپ (اصفهان ۲۰۰۰۶۰) و پایین‌ترین شاخص بنیهٔ بذر با مقدار ۵۸/۳۰ به ژنوتیپ (مازندران ۳۱۵۱) مربوط بود (جدول ۴).

۶- نسبت میانگین طول ریشه‌چه به طول ساقه‌چه: نتایج تجزیه واریانس نشان دهنده تاثیر معنی‌دار (در سطح ۵ درصد) تنش خشکی بر نسبت میانگین طول ریشه چه به طول ساقه‌چه می باشد (جدول۲). به‌طور کلی با افزایش فشار اسمزی، نسبت میانگین طول ریشه‌چه به طول ساقه‌چه در ژنوتیپ‌های مورد آزمایش افزایش پیدا کرد. همانطوری که ملاحظه می‌شود، نسبت میانگین طول ریشه‌چه به طول ساقه‌چه در تیمار شاهد با شاخص ۱/۰۱ میلی‌متر به شاخص ۱/۱۵ میلی‌متر در تیمار ۹- بار افزایش یافته است (جدول ۳). نسبت میانگین طول ریشه‌چه به طول ساقه‌چه برای ژنوتیپ‌های مختلف نشان می‌دهد که ژنوتیپ (مازندران ۳۱۵۱) بالاترین مقدار را دارد (جدول ۴).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- خلاصه تجزیهٔ واریانس صفات جوانه‌زنی ژنوتیپ‌های *B. inermis* در سطوح تنش خشکی

منابع تغییر	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	طول ساقه چه	طول ریشه چه	نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه	طول گیاهچه	شاخص بنیه بذر	وزن تر گیاهچه	وزن خشک گیاهچه	نسبت وزن خشک به تر گیاهچه
تیمار خشکی	۳	۶۲۳۴**	۱۸۲۳**	۹۸۲۴**	۹۳۰۹**	۰/۱۰۶۳ ns	۳۸۰۸۱**	۴۴۸۴۰**	۰/۰۳۶۹**	۰/۰۰۰۳ns	۰/۰۳۷۷**
ژنوتیپ	۳	۴۴۹۳**	۱۴۹۲**	۳۷۶*	۱۲۲/۶ ns	۰/۳۲۵۹*	۸۹۵*	۷۶۹۳**	۰/۰۱۴۸**	۰/۰۰۱۰**	۰/۰۴۵۸**
ژنوتیپ در خشکی	۹	۵۵۸**	۹۹/۶**	۱۷۷ ns	۴۲۱/۷**	۰/۲۸۱۶**	۸۷۷/۴**	۱۰۳۲**	۰/۰۰۱۶*	۰/۰۰۰۱**	۰/۰۰۸۱**
خطا	۴۸	۱۲۲/۷	۲۷/۸۸	۱۱۰/۷	۸۸/۲۹	۰/۱۰۰	۲۹۳/۳	۲۴۸/۶	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۱۹
ضریب تغییرات		۱۶/۰۷	۱۹/۷۲	۲۰/۰۹	۱۸/۴۹	۳۰/۶۶	۱۶/۵۹	۱۹/۸۷	۱۶/۳۱	۱۶/۶۷	۲۶/۳۹

****: معنی‌دار در سطح یک درصد *: معنی‌دار در سطح ۵ درصد ns: غیر معنی‌دار**

جدول ۳- مقایسهٔ ویژگی‌های جوانه‌زنی در سطوح خشکی ژنوتیپ‌های *B. inermis*

تیمار خشکی	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	طول ساقه‌چه	طول ریشه‌چه	نسب ریشه‌چه به ساقه چه	طول گیاهچه	شاخص بنیه بذر	وزن تر گیاهچه	وزن‌خشک گیاهچه	وزن خشک به تر گیاهچه
شاهد	۸۹ a	۳۷/۲۷ a	۷۷/۵۳ a	۷۸/۲۹ a	۱/۰۱ a	۱۵۵/۸۱ a	۱۴۰/۰۵ a	۰/۲۲ a	۰/۰۳ a	۰/۱۲ c
۳- بار	۷۹/۷۵ b	۳۳/۳۹ b	۶۶/۰۱ b	۶۱/۶۹ b	۱/۰۱ a	۱۲۷/۷۱ b	۱۰۳/۴۰ b	۰/۱۷ b	۰/۰۲ a	۰/۱۴ c
۶- بار	۶۳ c	۲۲/۷۲ c	۴۴/۵۴ c	۳۹/۹۳ c	۰/۹۷ a	۸۴/۴۷ c	۵۳/۴۴ c	۰/۱۳ c	۰/۰۲ a	۰/۱۹ b
۹- بار	۴۴ d	۱۳/۶۸ d	۲۱/۳۶ d	۲۳/۳۶ d	۱/۱۵ a	۴۴/۷۱ d	۲۰/۴۱ d	۰/۱۲ c	۰/۰۳ a	۰/۲۳ a

میانگین تیمارهایی که حروف مشابهی دارند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن ۵ درصد از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با همدیگر ندارند.

جدول ۴- مقایسهٔ ویژگی‌های جوانه‌زنی ژنوتیپ‌های *B. inermis*

نام	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه زنی	طول ساقه‌چه	طول ریشه‌چه	نسب ریشه‌چه به ساقه‌چه	طول گیاهچه	شاخص بنیه بذر	وزن تر گیاهچه	وزن‌خشک گیاهچه	وزن خشک به تر گیاهچه
Alborz (303)	۵۵/۷۵ c	۲۱/۹۳ c	۴۸/۱۵ b	۴۹/۷۳ a	۱/۱۱ ab	۹۷/۸۸ b	۶۲/۷۷ b	۰/۱۵ bc	۰/۰۲ c	۰/۱۹ b
Mazandaran (3151)	۵۴ c	۱۶/۰۳ d	۴۸/۹۹ b	۴۷/۶۳ a	۱/۲۰ a	۹۶/۶۳ b	۵۸/۳۰ b	۰/۱۶ b	۰/۰۳ a	۰/۲۳ a
Firozkuh (3966)	۷۸ b	۱۳/۳۹ b	۵۳/۶۱ ab	۵۱/۸۴ a	۰/۹۳ b	۱۰۵/۵۴ ab	۹۴/۹۲ a	۰/۱۳ c	۰/۰۱ d	۰/۱۱ c
Esfahan (200060)	۸۸ a	۳۷/۷۱ a	۵۸/۶۸ a	۵۴/۰۸ a	۰/۹۰ b	۱۱۲/۷۵ a	۱۰۱/۳۱ a	۰/۲۰ a	۰/۰۳ b	۰/۱۴ c

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

جدول ۵- میانگین درصد جوانه‌زنی در چهار ژنوتیپ *B. inermis* در سطوح مختلف پتانسیل آب

منشاء بذر	صفر	۳- بار	۶- بار	۹- بار
Alborz (303)	۸۸ab	۶۶c	۴۶d	۲۳e
Mazandaran (3151)	۷۶cb	۶۵c	۴۶d	۲۹de
Firozkuh (3966)	۹۸a	۹۹a	۷۵cb	۴۰d
Esfahan (200060)	۹۴a	۸۹ab	۸۵ab	۸۴ab

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

بحث و نتیجه‌گیری

متأسفانه در رابطه با گونهٔ مورد بررسی تحقیقات چشمگیری در دسترس نیست، با توجه به آزمایش‌هایی که بر روی برخی گیاهان انجام شده است، مشخص گردیده است که با افزایش تنش خشکی درصد جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، طول‌ریشه چه و نسبت این دو کاهش یافته است (۱ و ۲۳)، در مطالعه‌ای که سونگ و پارک[1] (۱۹۹۰) بر روی گون انجام دادند، مشخص شد که در تیمار بدون PEG حداکثر جوانه‌زنی و طول ساقه‌چه به‌دست آمد و با کاهش پتانسیل آب، جوانه‌زنی و طول ساقه‌چه کاهش یافتند. در مطالعهٔ دیگری که توسط پارمر و مور[2] انجام شد، مشاهده شد که درصد جوانه‌زنی بذور ذرت با افزایش فشار اسمزی کاهش یافته است. کوچکی و همکاران (۱۹۹۵) کاهش مقدار جوانه‌زنی، طول ساقه چه و طول و تعداد ریشه‌چه را با کاهش پتانسیل آب مورد تأیید قرار دادند. مک‌گینز در مطالعه‌ای که بر روی اثر تنش آب بر روی جوانه زنی علف های چمنی انجام داده بود، گزارش کرد که با افزایش تنش آب، جوانه‌زنی علف‌های چمنی

1- Song & Park

2- Parmer & More

Archive of SID

www.SID.ir

کاهش یافته است. رحیمیان و همکاران (۱۹۹۱) در بررسی اثر درجهٔ حرارت و پتانسیل‌های شوری و خشکی در ارقام مختلف گندم نتیجه گرفتند که کاهش پتانسیل آب موجب کاهش درصدجوانه زنی، طول ساقه‌چه، طول و تعداد ریشه‌چه شده است. نتایج این تحقیق نیز روند کاهش درصد جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه را همانند مطالعه بالا نشان می‌دهد. به‌طوری‌که کمترین مقادیر جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه در تیمار خشکی ۹- مگاپاسکال و حداکثر این مقادیر اغلب در تیمار شاهد ایجاد گردیده است. با توجه به مطالب ذکر شده دلیل وقوع این امر را می‌توان نتیجهٔ افزایش غلظت محلول پلی‌اتیلن گلیکول و همچنین افزایش فشار و پتانسیل اسمزی محیط کشت دانست که منجر به کاهش جذب آب توسط بذور شده و همچنین مانع از ادامه فعالیت‌های طبیعی گیاهچه می‌گردد. سندگل (۱۹۹۲) با اعمال تنش خشکی به ۹ ژنوتیپ نخود در ۵ سطح خشکی به این نتیجه رسید که صفاتی از قبیل ارتفاع گیاه، طول و تعداد شاخه‌های جانبی، تعداد برگ، تعداد گل و غلاف در طول دوره رشد گیاه تماما در مراحل اولیه اعمال تنش بین ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری از خود نشان دادند. برتری سطح بدون تنش در طول فصل رشد همواره برقرار بود.

در پایان آنچه که اهمیت دارد توجه به این موضوع است که تحقیق حاضر در شرایط آزمایشگاهی انجام شد و نتایج حاصل از آن بیشتر در شرایط آزمایشگاهی قابل استناد است. برای آگاهی از چگونگی عکس‌العمل آنها به تنش خشکی در مرحله جوانه‌زنی در عرصه‌های طبیعی، لازم است که همانند آزمایش فوق در شرایط طبیعی و در مناطق مختلف انجام شود تا با نتایج به‌دست آمده بتوان مقاوم‌ترین گونه را در این مرحله معرفی کرد.

منابع

1. 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, 122 p. (In Persian)
2. Boyer, J. S. 1982. Plant productivity and environmental stresses. Science, 218: 448-449.
3. Bray, E.A. 1997. Plant response to water deficit. Trends in plant science, 2: 48-54.
5. Javadi, M., 2003. Drought stress effect of three range species from Salsola genus in germination stage. MSC. Thesis of natural resource faculty of Tehran university, 146 p. (In Persian)
6. Jongdee, B., S. Fukai & M. Cooper, 2002. Field Crops Research, 79, 153.
7. Jones. H.M. & N.C. Turner, 1980. Osmotic adjustment in expanding and fully expanded leaves of sunflower in response to water deficits. Aust. J. Plant Physiol, 7:181-192.
8. Kuchaki, E., Soltani, A., Azizi, M., 1995. Plant physiology, Mashhad university press, 472p. (In Persian)
10. Lomiss, R.S., 1983. Crop manipulation for efficient use of water, A review. In: Taylor H.M., jadan W.R. and Sinclair, T. R.(Eds) limitation of efficient water use in crop production. AST.SSSA, Madison, WL.pp. 345-374.
13. Peymanifar, B., 1996. Study of some bio ecology characteristics in arid and semi arid regions. The second symposium on desertification and various methods of desertification. Research institute of Forests and Rangelands, 44, 93-99. (In Persian)
14. Rahimian Aashhadi, H., A. Bagheri, A. Paryab, 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, 29, 12- 18. (In Persian)
15. Salardini, A. A., 1985. Soil and plant relationships. Tehran university press, 317 p. (In Persian)
16. Sanadgol, A., 1992. Shrub plants in salt lands, Magazine number 93, Research institute of Forests and Rangelands, 40, 73-77. (In Persian)
17. Seong, R.C., Y. Park & J.Y. Chol, 1990. Effects of temperature, Polyethylen glycol and Sulphuric acid treatments on germination of Chinese milkvetch. Korean Journal of Crop Science, (35) 248-253.
19. Taiz, L. & E. Zeiger, 1991. Plant physiology. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc, 246 p.
20. Tavili, A., 2009. Study of drought stress in three rangeland species, *Agropyron cristatum*, *Agropyron desertorum*, *Stipa barbata*. Range management MSC. Thesis, Natural Resource Faculty of Tehran University, 128 p. (In Persian)
21. Thomas, M.T. & T. Gausling, 2000. Morphological and physiological responses of oak (*Quercus petraea* and *Q. robur*) to moderate drought. Ann. For. Sci. 57: 325-333.
22. Turner, N.C., 1979. Drought resistance and adaptation to water deficits in crop plants. In Stress– Physiology in crop plants. Edited by H. Mussell and R.C.Staples. New york. Ghon wiley and Sons, 49, 112- 118.
23. Zare Chahouki, M. A., 2000. Drought stress in plants. MSC seminar of range management, Tehran University, 136 p. (In Persian)

Archive of SID

www.SID.ir