

بررسی اثرهای تنش خشکی بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در جمعیت‌های مختلف دو گونه *Elymus pertenuis* و *Elymus hispidus*

عباس کاظم پور^۱، علی اشرف جعفری^{۲*} و مهرناز ریاست^۳

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد

۲- نویسنده مسئول، دانشیار، گروه بانک ژن، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور پست الکترونیک: aaajafari@rifr-ac.ir

۳- مربی پژوهشی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس

تاریخ پذیرش: ۸۹/۰۷/۲۰

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۱/۲۷

چکیده

جنس *Elymus* از گرامینه‌های مهم مرتعی در ایران می‌باشد که در تولید علوفه و حفاظت از آب و خاک اهمیت زیادی دارد. به دلیل تولید بالا و قابلیت پذیرش عالی توسط دام، ارزش خاصی جهت چرای دام دارد. گونه‌های مهم این جنس در مقابل خشکی واکنش‌های مختلفی از خود نشان می‌دهند. به منظور بررسی اثر خشکی در مرحله جوانه‌زنی گیاهچه در جمعیت‌های مختلف دو گونه *Elymus hispidus* و *Elymus pertenuis* آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار در ژرمیناتور در شرایط استاندارد جوانه‌زنی انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل ۱۴ اکسشن از هر دو گونه و سطوح مختلف پتانسیل اسمزی ناشی از غلظت‌های پلی‌اتیلن‌گلیکول ۶۰۰۰ در ۴ سطح (۰، -۰/۸، -۰/۹، و -۱ مگاپاسکال) بودند. فاکتورهای مورد اندازه‌گیری درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، نسبت طول و وزن تر ریشه‌چه به ساقه‌چه، طول گیاهچه، شاخص بینه بذر، وزن تر گیاهچه، وزن خشک گیاهچه و وزن خشک به تر گیاهچه بودند. نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین میانگین دو گونه بجز وزن تر گیاهچه مشاهده نشد، اما اختلاف بین تیمارهای خشکی، جمعیت‌ها و اثرهای متقابل جمعیت در خشکی برای کلیه صفات از لحاظ آماری معنی‌دار بود. با افزایش تنش خشکی، میانگین کلیه صفات روند کاهشی نشان داد، در حالی که با افزایش تنش نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه افزایش یافت. درصد کاهش طول ساقه‌چه نسبت به ریشه‌چه در اثر تنش خشکی بیشتر بود که نشان‌دهنده حساسیت بیشتر این صفت در مقابل تنش خشکی می‌باشد. بنابراین جمعیت‌های یاسوج، اقلید و بروجن متعلق به گونه *E. hispidus* در بیشتر ویژگیها بیشترین مقاومت را از خود نشان دادند. به هر حال، نتایج تجزیه پروبیت برای تعیین پتانسیل اسمزی کشنده ۵۰ درصد گیاهچه‌ها نشان داد که پتانسیل اسمزی بحرانی LD₅₀ در گونه‌های *E. hispidus* و *E. pertenuis* به ترتیب -۰/۷۲ و -۰/۸۱ مگاپاسکال بود.

واژه‌های کلیدی: *Elymus hispidus*، *Elymus pertenuis*، PEG6000، جوانه‌زنی، بینه بذر، خشکی.

مقدمه

گونه‌های جنس *Elymus* از گیاهان مهم خانواده گندمیان^۱ می‌باشند که براساس فلور ایرانیکا ۲۲ گونه از آن در ایران گزارش شده‌است. این جنس، از گیاهان مهم مرتعی و بسیار خوشخوراک می‌باشند و از مرغوب‌ترین گیاهان مراتع نیمه‌استپی و ارتفاعات در ایران هستند. در گذشته گونه‌های این جنس به علف گندمی^۲ تعلق داشتند، ولی امروزه کلیه گونه‌هایی که در آن فاصله سنبلچه‌ها، از یکدیگر بیش از ۲ میلی‌متر باشند از جنس علف گندمی جدا شده و به‌عنوان گونه‌های جنس *Elymus* به‌شمار می‌آیند (مظفریان، ۱۳۷۵).

یکی از روشهای احیاء و اصلاح مراتع در مناطق نیمه‌استپی و مراتع مرتفع زاگرس و البرز بذرپاشی با گرامینه‌های مرتعی می‌باشد. در بذرپاشی، این گیاهان علاوه بر بالا بودن قوه نامیه بذرها، گیاهچه‌های سبز شده نیز باید دارای توان استقرار بالایی باشد. مقاومت یا حساسیت به تنش خشکی، همانند سایر صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک در جمعیت‌های مختلف متنوع است و منشأ ژنتیکی دارد. از این رو، مطالعه جمعیت‌های مختلف، شناخت راهکارهای فیزیولوژیک و ژنتیکی مقاومت و حساسیت به تنش را فراهم می‌کند. اگرچه مقاومت به خشکی در گونه‌های مرتعی به‌معنای بقای آنها در شرایط تنش تعریف می‌شود اما با وجود این، میزان تولید علوفه آنها نیز از اهمیت زیادی برخوردار است و به همین جهت یکی از راه‌های افزایش تولید علوفه در مراتع استفاده از جمعیت‌های پرمحصول می‌باشد.

ناکافی بودن رطوبت لازم جهت جوانه‌زنی در لایه‌های سطحی خاک و به دنبال آن تنش خشکی در مرحله گیاهچه از عوامل مهم عدم استقرار مطلوب گیاهچه در مراتع خشک می‌باشد. آبیگری و آماس بذر به‌عنوان نخستین قدم برای جوانه‌زنی ضروری می‌باشد و اگرچه مقدار آب جذب شده توسط بذر به طور مطلق زیاد نیست و معمولاً از دو تا سه برابر وزن خشک بذر تجاوز نمی‌کند، اما تأمین مداوم آب برای مرحله بعد از آماس جهت جوانه‌زنی حائز اهمیت است. (Hadas, 1977) پتانسیل آب در محیط را اساسی‌ترین یا مؤثرترین عامل در جذب آب و آماس بذر دانسته و نشان داده‌است که بذر هر گیاه برای جوانه‌زنی نیاز به یک حداقل آبیگری و آماس دارد و برای رسیدن به آن لازم است پتانسیل آب محیط از حد معینی که وی آن را پتانسیل بحرانی نامید تنزل نکند. بررسیهای متعدد نیز نشان می‌دهند که با کاهش پتانسیل، جذب آب به وسیله بذر کاهش یافته و قابلیت جوانه‌زنی پایین می‌آید (Mayer & Mayber, 1989). کابلی و همکاران (۱۳۸۱) در بررسی اثر تنش رطوبتی بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه سه گونه اسپرس (*Onobrychis spp*) با استفاده از محلول پلی‌اتیلن‌گلیکول ۶۰۰۰ دریافتند که بیشترین و کمترین سرعت و درصد جوانه‌زنی مربوط به گونه *O. sintenisii* و *O. melanotricha* بود. اکرم قادری و همکاران (۱۳۸۱) واکنش نه رقم شبدر زیرزمینی (*Trifolium subterraneum*) به تنش خشکی با استفاده از محلول پلی‌اتیلن‌گلیکول ۸۰۰۰ در طول مراحل جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در سطوح خشکی صفر، ۲-، ۴-، ۶-، ۸- بار در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد را مورد مطالعه قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که با افزایش تنش خشکی درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه به طور

1- Poaceae
2-Agrophyron

معنی داری کاهش می یابد و در پتانسیل خشکی ۰/۸- مگاپاسکال جوانه زنی در کلیه ارقام به صفر رسید. بنابراین در آزمایش آنها حساسیت سرعت جوانه زنی به تغییرات تنش خشکی بیشتر از درصد جوانه زنی بود و با افزایش تنش، کاهش طول ساقه چه بیشتر از طول ریشه چه بود. (Moore & Parmar 1986) نشان دادند که در ذرت ساقه چه در فشار اسمزی بالاتر از ۰/۵- مگاپاسکال فاقد رشد بوده، درحالی که طول ریشه چه تا فشار اسمزی ۱- مگاپاسکال نیز ادامه داشت؛ این محققان اظهار نظر کرده اند که سوبستریتهای اسمتیک روی ساقه ذرت نسبت به ریشه اثر بیشتری داشته است.

با توجه به اینکه تنش خشکی از جمله تنش های محیطی مهم در بسیاری از نقاط دنیا و ایران است، این تحقیق با هدف بررسی واکنش جوانه زنی جمعیت های دو گونه

مواد و روشها

این تحقیق در سال ۱۳۸۶ در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. سطوح مختلف خشکی در ۴ سطح براساس (۰، ۰/۸، ۰/۹- و ۱- مگاپاسکال) استفاده گردید. پتانسیل های اسمزی تنش خشکی به وسیله محلول PEG6000 (پلی اتیلن گلیکول) براساس فرمول (Kaufmann & Bury 1973) به شرح جدول ۱ تهیه گردید.

$$\varphi = -(1.18 \times 10^{-2})C - (1.18 \times 10^{-4})C^2 + (2.67 \times 10^{-4})CT + (8.39 \times 10^{-7})C^2T$$

در فرمول بالا

φ = پتانسیل اسمزی (مگاپاسکال)

C = غلظت PEG6000 برحسب گرم در لیتر آب

T = دما برحسب سانتیگراد

جدول ۱- نحوه ایجاد پتانسیل های مختلف اسمزی

مقدار PEG6000	مقدار محلول	نوع محلول (پتانسیل خشکی)
۰	۱۰۰۰ میلی لیتر	شاهد
۲۱۲ گرم	۱۰۰۰ میلی لیتر	-۰/۸
۲۲۲ گرم	۱۰۰۰ میلی لیتر	-۰/۹
۲۳۲ گرم	۱۰۰۰ میلی لیتر	-۱

$$GS = \sum_i^j ni / Di \quad \text{رابطه ۱}$$

در این فرمول:

GS = سرعت جوانه زنی

ni = تعداد بذرهای جوانه زده در روزهای شمارش

Di = تعداد روز پس از شروع آزمایش.

$$VI = \frac{\%Gr.SL}{100} \quad \text{رابطه ۲}$$

VI = شاخص بنیه بذر.

%Gr = درصد جوانه زنی بذر.

SL = طول گیاهچه به میلی متر

پس از جمع آوری داده به روش فاکتوریل تجزیه واریانس شدند و مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن با استفاده از نرم‌افزارهای SAS9 انجام شد. شاخص حساسیت به خشکی SSI با استفاده از فرمول ارائه شده توسط Moure & Fisher (1978) برای کلیه صفات در کلیه جمعیت‌ها از رابطه ۳ محاسبه شد.

$$SSI = \frac{1 - \left(\frac{Y_S}{Y_P}\right)}{1 - \left(\frac{\bar{Y}_S}{\bar{Y}_P}\right)} \quad \text{رابطه ۳}$$

در این فرمول:

Y_S : عملکرد بالقوه هر جمعیت در شرایط تنش؛

Y_P : عملکرد بالقوه هر جمعیت در شرایط بدون تنش؛

\bar{Y}_S : میانگین عملکرد بالقوه کلیه جمعیت در شرایط تنش؛

\bar{Y}_P : میانگین عملکرد بالقوه کلیه جمعیت در شرایط بدون تنش

است.

مواد گیاهی مورد استفاده در این تحقیق بذرهای ۱۴ جمعیت از دو گونه *Elymus hispidus* و *Elymus pertenuis* بود که از گونه *E.hispidus* هشت جمعیت از مراتع شهرستان‌های اقلید، بروجن، فریدون شهر، یاسوج، اسدآباد، ارومیه، گرگان و سقز و از گونه *E.pertenuis* شش جمعیت با منشأ یاسوج، فریدونشهر، شهرکرد، خوانسار، اقلید و بروجن از بانک ژن منابع طبیعی ایران انتخاب گردید. تعداد ۲۰ عدد بذر سالم و یکنواخت از گونه‌های مورد آزمایش برای هر تکرار انتخاب و در داخل پتری‌دیش‌های ضد عفونی شده با ابعاد ۱۰۰×۲۵ میلی متر که در کف آنها کاغذ صافی استریل قرار داشت انتقال داده شدند. در داخل هر پتری‌دیش ۱۵ میلی لیتر از محلول‌هایی که طبق جدول ۱ تهیه شده بود اضافه گردید. سپس درب پتری‌دیش‌ها را مسدود کرده و به مدت دو هفته در شرایط استاندارد جوانه‌زنی در دستگاه ژرمیناتور در دمای 25 ± 1 درجه سانتی‌گراد و روشنایی ۱۶ ساعت و تاریکی ۸ ساعت در روز قرار گرفتند.

شمارش بذرهای جوانه‌زده، از روز سوم به صورت یک روز در میان انجام گردید. پایان شمارش بذرهای جوانه‌زده ۱۴ روز به طول انجامید. در پایان درصد جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه، وزن تر و خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه و نسبت وزن تر به خشک گیاهچه اندازه‌گیری شد. سرعت جوانه‌زنی (رابطه ۱) و شاخص بنیه بذر (رابطه ۲) بر اساس روش Anderson & Abdalbaki (1970) محاسبه گردید.

جمعیت‌ها بودند (جدول ۴). نتایج تجزیه پروبیت برای بررسی پتانسیل اسمزی بحرانی LD₅₀ در گونه‌های *E.hispidus* و *E.pertenuis* به ترتیب ۰/۷۲- و ۰/۸۱- مگاپاسگال بود. به همین ترتیب برای LD₉₀ میانگین گونه‌های *E.hispidus* و *E.pertenuis* به ترتیب ۱/۱۸- و ۱/۱۲- مگاپاسگال بود که نشان‌دهنده مقاومت نسبی گونه *E.hispidus* به تنش خشکی می‌باشد (جدول ۵). بالاترین میانگین سرعت جوانه‌زنی مربوط به پتانسیل صفر (شاهد) با ۳/۱۹ بذر در روز بر مبنای ۲۰ بود که با منفی‌تر شدن پتانسیل اسمزی سرعت جوانه‌زنی بذر نیز کاهش یافت. پایین‌ترین سرعت جوانه‌زنی با ۰/۶۹ جوانه در روز مربوط به پتانسیل ۱- مگاپاسگال بود (جدول ۳). در تجزیه مرکب ۴ تیمار خشکی، جمعیت (یاسوج) *E.hispidus* با ۲/۵۷ جوانه در روز بیشترین و جمعیت‌های (ارومیه) *E.hispidus* و (گرگان) *E.hispidus* کمترین سرعت جوانه‌زنی داشتند. با وجود این، بین میانگین کل گونه‌های *E.hispidus* و *E.pertenuis* از لحاظ سرعت جوانه‌زنی تفاوت معنی‌دار نبود (جدول ۶).

بنابراین با منفی‌تر شدن پتانسیل اسمزی میانگین طول ساقه‌چه و ریشه‌چه و گیاهچه کاهش یافت و پایین‌ترین میانگین طول ساقه‌چه و ریشه‌چه و گیاهچه مربوط به پتانسیل اسمزی ۱- مگاپاسگال به ترتیب برابر با ۰/۵۱، ۱/۶۸ و ۲/۰۲ میلی‌متر بود (جدول ۳). بین میانگین کل دو گونه برای هر دو صفت تفاوت معنی‌دار نبود (جدول ۶). به طوری که روند تغییرات میانگین طول ساقه‌چه و ریشه‌چه در تیمارهای مختلف خشکی در هر دو گونه مشابه و به صورت منحنی معکوس بود. به نحوی که بیشترین طول ساقه‌چه (۳۵/۷ میلی‌متر) و

همچنین از تجزیه پروبیت برای تعیین پتانسیل خشکی با دز کشنده ۵۰ درصد LD₅₀ و ۹۰ درصد LD₉₀ گیاهچه‌ها در هر دو گونه استفاده شد.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرهای خشکی، اثر جمعیت و اثر متقابل جمعیت در خشکی برای کلیه صفات بجز نسبت وزن خشک به تر گیاهچه در سطح یک درصد معنی‌دار بودند (جدول ۲). به طور کلی با افزایش تنش خشکی، میانگین درصد جوانه‌زنی روند کاهشی نشان داد و از این نظر تفاوت بین پتانسیل‌های اسمزی معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین و کمترین درصد جوانه‌زنی به ترتیب مربوط به شاهد و پتانسیل ۱- مگاپاسگال بود (جدول ۳). مقایسه میانگین‌های جمعیت‌ها نشان داد که، جمعیت‌های (اقلید) *E.hispidus* و (یاسوج) *E.hispidus* به ترتیب با ۷۰ و ۷۷ درصد دارای بیشترین درصد جوانه‌زنی در مجموع ۴ سطح خشکی بودند. جمعیت (اقلید) *E.hispidus* در پتانسیل اسمزی ۱- مگاپاسگال نسبت به بقیه جمعیت‌ها مقاومت بیشتری به خشکی داشت (جدول ۴). به طوری که کمترین درصد جوانه‌زنی به ترتیب مربوط به جمعیت‌های (گرگان) *E.hispidus* و (ارومیه) *E.hispidus* بود. با وجود این تفاوت بین میانگین کل گونه‌های *E.hispidus* و *E.pertenuis* از لحاظ درصد جوانه‌زنی معنی‌دار نبود (جدول ۴ و شکل ۱). در بررسی شاخص حساسیت به خشکی، جمعیت‌های (یاسوج) *E.hispidus* و (اقلید) *E.hispidus* به عنوان متحمل‌ترین و (اسدآباد) *E.hispidus*، (ارومیه) *E.hispidus* و (گرگان) *E.hispidus* حساس‌ترین

خشکی بر میانگین شاخص بنیه بذر در هر دو گونه به صورت منحنی معکوس تبعیت می‌کرد، بطوری‌که با افزایش شدت پتانسیل اسمزی روند تغییرات شاخص بنیه بذر به صورت منحنی تا پتانسیل $-0/8$ - مگاپاسکال با شیب تندی کاهش یافت و بعد از آن کاهش به صورت ملایم بود (شکل ۱). در بررسی شاخص حساسیت به خشکی از لحاظ بنیه بذری، نتایج نشان داد که جمعیت‌های (اقلید) *E. hispidus* و (ارومیه) *E. hispidus* متحمل‌ترین و حساسترین جمعیت‌ها بودند (جدول ۷)

به طوری‌که روند تغییرات وزن تر و خشک گیاهچه مشابه سایر صفات بود و افت شدید وزن گیاهچه تا پتانسیل اسمزی $-0/8$ - مگاپاسکال بود و از $-0/8$ - مگاپاسکال به بعد این افت وزن تر و وزن خشک گیاهچه به صورت ثابتی طی شد (شکل ۱). به هر حال، در مقایسه اثر تیمار خشکی بر روی میانگین نسبت وزن خشک به تر گیاهچه، بیشترین نسبت با $0/13$ در تیمار تنش $-0/8$ - مگاپاسکال بدست‌آمد.

ریشه‌چه ($37/5$ میلی‌متر) در شاهد بدست‌آمد که با نزدیک شدن به پتانسیل $-0/8$ - روند نزولی شدیدتری را نشان دادند و بعد از پتانسیل $-0/8$ - مگاپاسکال روند کاهشی به صورت ثابتی انجام شد (شکل ۱). در مورد طول گیاهچه روند مشابهی همانند صفات مذکور مشاهده شد که در هر دو گونه به صورت منحنی معکوس بود که با افزایش شدت پتانسیل اسمزی میانگین طول گیاهچه تا تیمار $-0/8$ - بشدت کاهش و بقیه مسیر را به صورت ثابت و کاهش ملایم طی نمود (شکل ۱).

به طور کلی بیشترین میانگین شاخص بنیه بذر مربوط به پتانسیل صفر (شاهد) با $66/3$ بود و با منفی‌تر شدن پتانسیل اسمزی شاخص بنیه نیز کاهش یافت. به نحوی‌که پایین‌ترین سرعت جوانه‌زنی با $0/89$ مربوط به پتانسیل ۱- مگاپاسکال بود (جدول ۳). در مقایسه بین میانگین جمعیت‌ها، بیشترین میانگین شاخص بنیه بذر با $31/31$ مربوط به جمعیت (یاسوج) *E. hispidus* و کمترین آن با $4/74$ مربوط به جمعیت (ارومیه) *E. hispidus* بود (جدول ۷). با این حال، تفاوت بین میانگین کل دو گونه معنی‌دار نبود. اما تأثیر تیمار

جدول ۲- مقادیر درجه آزادی و میانگین مربعات صفات اندازه‌گیری شده در جمعیت‌های جنس *Elymus*

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	طول ساقه‌چه (mm)	طول ریشه‌چه (mm)	طول گیاهچه (mm)	نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه	شاخص بنیه بذر	وزن خشک گیاهچه (mg)	وزن تر گیاهچه (mg)	نسبت وزن خشک به تر گیاهچه
تیمار خشکی	۳	۲۹۷۱۴ **	۴۸ **	۱۱۱۸۱ **	۱۱۱۸۱ **	۴۶۴۳۴ **	۱۸/۱۷ **	۴۰۴۵۸ **	۱۲۹۴۴۶۴ **	۱۱۵۴ **	۲۸/۸ **
جمعیت	۱۳	۴۱۳۵ **	۵/۱ **	۳۱۸ **	۳۱۸ **	۱۰۱۶ **	۵/۲۷ **	۹۵۵ **	۲۵۲۶ **	۱۹ **	۰/۹۲ ns
جمعیت در خشکی	۳۹	۶۵۵ **	۰/۵۹ **	۱۰۲ **	۱۰۲ **	۳۹۸ **	۲/۸۱ **	۴۷۸ **	۱۸۳۵ **	۱۳ **	۰/۸۲ ns
خطا	۱۱۲	۱۶۴	۰/۱۶	۲۰/۱	۲۹/۲	۷۹/۱	۱/۱۸۷	۷۶/۷	۲۵۳	۱/۶	۰/۷۹
ضریب تغییرات	-	۲۵	۲۴	۴۲	۴۰	۳۸	۴۷	۴۴	۵۱	۴۲	۴۰

** = معنی‌دار در سطح ۱ درصد

جدول ۳- مقایسه میانگین ۴ تیمار تنش خشکی و ۲ گونه برای صفات اندازه‌گیری شده

نام فاکتور	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	طول ساقه‌چه (mm)	طول ریشه‌چه (mm)	طول گیاهچه (mm)	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه	شاخص بنیه بذر	وزن تر گیاهچه (mg)	وزن خشک گیاهچه (mg)	وزن خشک به تر گیاهچه
الف- بین سطوح خشکی										
شاهد	۸۷/۱۴ a	۳/۱۹ a	۳۵/۷ a	۳۷/۵ a	۷۳/۲۰ a	۱/۱۵ b	۶۶/۳ a	۱۱۴/۴ a	۱۰/۸ a	۰/۱۰ b
-۰/۸ Mp	۵۴/۷۶ b	۱/۷۲ b	۴/۳۹ b	۷/۹۴ b	۱۱/۸۹ b	۲/۶۵ a	۸/۳۷ b	۵/۷۱ b	۰/۷۳ b	۰/۱۳ a
-۰/۹ Mp	۴۱/۴۳ c	۱/۲۶ c	۲/۰۳ c	۶/۳۰ b	۷/۷۴ c	۳/۱۹ a	۴/۴۶ c	۳/۷۴ b	۰/۴۱ bc	۰/۱۱ b
-۱/۰ Mp	۲۴/۲۹ d	۰/۶۹ d	۰/۵۱ c	۱/۶۸ c	۲/۰۲ d	۳/۱۹ a	۰/۸۹ c	۰/۸۶ b	۰/۰۹ c	۰/۱۰ b
ب- بین گونه‌ها										
<i>Elymus hispidus</i>	48.6 a	1.60 a	10.09 a	13.17 a	22.96 a	2.28 a	18.89 a	100.3 b	2.72 a	0.11 a
<i>Elymus pertenuis</i>	56.3 a	1.86 a	11.43 a	13.60 a	24.72 a	2.18 a	21.52 a	126.2 a	3.44 a	0.11 a

میانگین تیمارهایی که دارای حروف مشابهی هستند براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن ۵٪ از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با همدیگر ندارند.

جدول ۴- میانگین درصد جوانه‌زنی و شاخص حساسیت به خشکی SSI درصد جوانه‌زنی در ۱۴ جمعیت در دو گونه

Elymus pertenuis و *Elymus hispidus* در سطوح مختلف پتانسیل آب

نام گونه	منشأ بذر	تیمار شاهد	-۰/۸ Mp	-۰/۹ Mp	-۱ Mp	تجزیه مرکب	حساسیت به خشکی
<i>E.hispidus</i>	اقلید	۸۶/۷ ab	۶۰/۰ abc	۶۰/۰ ab	۷۶/۷ a	۷۰/۸ ab	۰/۴۳ d
	بروجن	۹۰/۰ ab	۸۰/۰ a	۴۶/۷ b	۴۰/۰ bc	۶۴/۲ bc	۰/۷۱ cd
	فریدن	۹۰/۰ ab	۶۳/۳ abc	۵۳/۰ ab	۳۳/۳ bcd	۶۰/۰ bcd	۰/۸۲ bc
	یاسوج	۹۳/۳ ab	۹۰/۰ a	۷۶/۳ a	۴۶/۷ b	۷۶/۷ a	۰/۴۲ d
	اسدآباد	۷۶/۷ bc	۲۰/۰ de	۳/۳ c	۰۰/۰ e	۲۵/۰ f	۱/۶۶ a
	سقز	۹۶/۷ ab	۶۳/۳ abc	۶۰/۰ ab	۰۰/۰ e	۵۵/۰ cde	۱/۰۶ bc
	ارومیه	۶۶/۷ c	۰/۰ e	۰/۰ c	۱۳/۳ de	۲۰/۰ f	۱/۷۲ a
	گرگان	۶۰/۰ c	۰/۰ e	۶/۷ c	۳/۳ e	۱۷/۵ f	۱/۷۰ a
<i>E.pertenuis</i>	یاسوج	۹۳/۳ ab	۸۰/۰ a	۴۰/۰ b	۳۳/۳ bcd	۶۱/۷ bc	۰/۸۴ bc
	فریدونشهر	۸۶/۷ ab	۳۶/۷ cb	۵۳/۳ ab	۱۳/۳ de	۴۷/۵ e	۱/۱۱ b
	شهرکرد	۹۳/۳ ab	۶۶/۷ ab	۳۶/۷ b	۲۰/۰ cde	۵۴/۲ cde	۱/۰۴ bc
	خونسار	۹۳/۳ ab	۴۰/۰ bcd	۵۰/۰ b	۱۳/۳ de	۴۹/۲ de	۱/۱۶ b
	اقلید	۹۳/۳ ab	۹۳/۳ a	۵۰/۰ b	۲۶/۷ bcd	۶۴/۲ bc	۰/۷۷ bcd
	بروجن	۱۰۰/۰ a	۸۰/۰ a	۴۳/۳ b	۲۰/۰ cde	۶۰/۸ bc	۰/۹۷ bc
میانگین	<i>E.hispidus</i>	۸۲/۵۰ B	۴۷/۰۸ A	۳۸/۳۳ A	۲۶/۶۷ A	۴۸/۶ A	۱/۰۷ A
میانگین	<i>E.pertenuis</i>	۹۳/۳۳ A	۶۵/۰۰ A	۴۵/۵۶ A	۲۱/۱۱ A	۵۶/۳ A	۰/۹۸ A

میانگین گونه‌هایی که دارای حروف بزرگ مشابه هستند براساس آزمون دانکن ۰.۵٪ از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با همدیگر ندارند.

میانگین جمعیت‌هایی که دارای حروف کوچک مشابه هستند براساس آزمون دانکن ۰.۵٪ از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با همدیگر ندارند.

جدول ۵- نتایج تجزیه پروبیت به منظور تعیین پتانسیل اسمری بحرانی (*Letal Dose*) برای جوانه‌زنی ۵۰ و ۹۰ درصد بذرها

در دو گونه *Elymus pertenuis* و *Elymus hispidus*

نام گونه	LD ₅₀	LD ₉₀
<i>Elymus hispidus</i>	-۰/۷۲	-۱/۱۸
<i>Elymus pertenuis</i>	-۰/۸۱	-۱/۱۲

جدول ۶- میانگین سرعت جوانه‌زنی و شاخص حساسیت به خشکی SSI برای سرعت جوانه‌زنی در ۱۴ جمعیت در دو گونه *Elymus hispidus* و *Elymus pertenuis* در سطوح مختلف پتانسیل آب

نام گونه	منشأ بذر	تیمار شاهد	-۰/۸	-۰/۹	-۱	تجزیه مرکب	حساسیت به خشکی
<i>E. hispidus</i>	اقلید	۳/۴۲	۲/۰۸	۱/۷۴	۲/۱۹	۲/۳۶	۰/۶۶
	بروجن	۳/۴۹	۲/۶۶	۱/۳۸	۱/۱۱	۲/۱۶	۰/۸۱
	فریدن	۳/۵۱	۱/۹۰	۱/۶۱	۰/۹۲	۱/۹۹	۰/۹۲
	یاسوج	۳/۵۰	۲/۹۲	۲/۳۸	۱/۴۶	۲/۵۷	۰/۵۷
	اسدآباد	۲/۳۸	۰/۴۸	۰/۰۸	۰/۰۰	۰/۷۴	۱/۴۹
	سقر	۳/۶۵	۲/۱۶	۱/۹۰	۰/۰۰	۱/۹۳	۱/۰۱
	ارومیه	۱/۹۲	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۳۳	۰/۵۶	۱/۵۲
	گرگان	۱/۷۴	۰/۰۰	۰/۱۸	۰/۰۸	۰/۵۰	۱/۵۱
<i>E. pertenuis</i>	یاسوج	۳/۳۳	۲/۵۹	۱/۱۳	۰/۹۱	۱/۹۹	۰/۸۷
	فریدونشهر	۳/۰۲	۱/۱۳	۱/۶۹	۰/۳۷	۱/۵۵	۱/۰۵
	شهرکرد	۳/۷۲	۲/۰۵	۱/۱۲	۰/۵۷	۱/۸۷	۱/۰۸
	خونسار	۳/۶۴	۱/۲۵	۱/۳۷	۰/۴۲	۱/۶۷	۱/۱۵
	اقلید	۳/۳۷	۲/۴۱	۱/۶۰	۰/۷۲	۲/۰۲	۱/۸۶
	بروجن	۳/۹۴	۲/۴۷	۱/۳۹	۰/۵۳	۲/۰۸	۱/۰۲
میانگین کل	<i>E. hispidus</i>	۲/۹۵	۱/۵۳	۱/۱۶	۰/۷۶	۱/۶۰	۱/۰۶
میانگین کل	<i>E. pertenuis</i>	۳/۵۰	۱/۹۸	۱/۳۸	۰/۵۹	۱/۸۶	۱/۰۰

میانگین جمعیت‌هایی که دارای حروف کوچک مشابه هستند براساس آزمون دانکن ۵٪ از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با همدیگر ندارند.

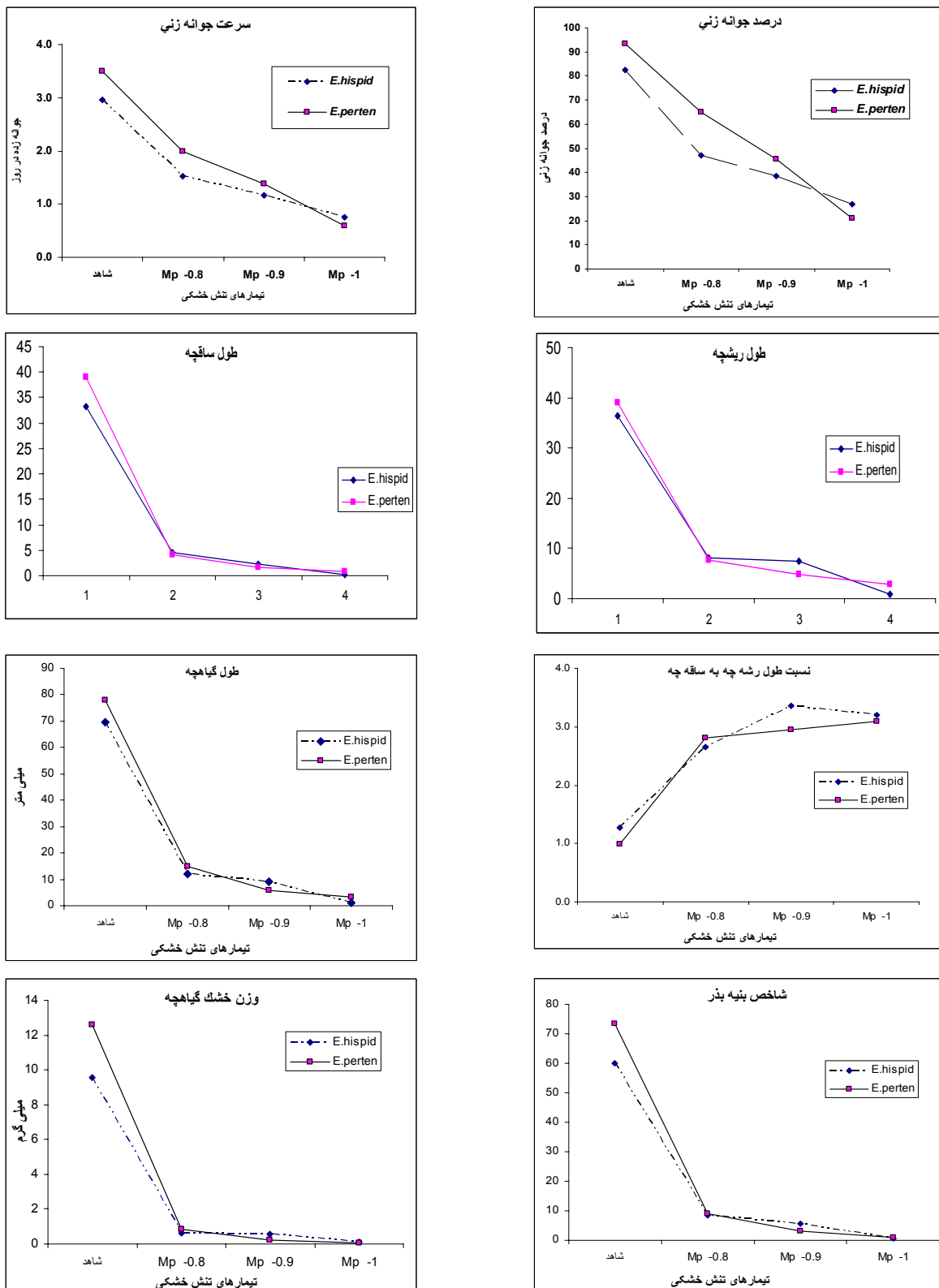
میانگین گونه‌هایی که دارای حروف بزرگ مشابه هستند براساس آزمون دانکن ۵٪ از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با همدیگر ندارند.

جدول ۷- میانگین شاخص بنیه بذر و شاخص حساسیت به خشکی SSI برای شاخص بنیه بذر در ۱۴ جمعیت در دو گونه *Elymus hispidus* و *Elymus pertenuis* در سطوح مختلف پتانسیل آب

نام گونه	منشأ بذر	تیمار	-۰/۸	-۰/۹	-۱	تجزیه مرکب	حساسیت به خشکی
<i>E.hispidus</i>	اقلید	۷۶/۶۷	۷۳/۹۰	۸/۹۳	۵/۴۳	۲۶/۲۳	۰/۹۴
	بروجن	۷۷/۹۳	۱۳/۸۷	۱۰/۱۰	۰/۰	۲۵/۴۸	۰/۹۶
	فریدن	۷۵/۴۰	۱۱/۰۰	۵/۷۰	۰/۸۰	۲۳/۲۳	۰/۹۸
	ياسوج	۱۰۰/۱۳	۱۳/۴۷	۱۱/۶۳	۰/۰۰	۳۱/۳۱	۰/۹۸
	اسدآباد	۲۵/۹۰	۱/۵۳	۰/۰۰	۰/۰۰	۶/۸۶	۱/۰۶
	سقر	۹۰/۲۳	۱۲/۵۷	۷/۴۷	۰/۰۰	۲۷/۵۷	۱/۰۰
	ارومیه	۱۸/۹۷	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۴/۷۴	۱/۰۷
	گرگان	۲۲/۲۳	۰/۰۰	۰/۵۷	۰/۰۰	۵/۷۰	۱/۰۶
<i>E.pertenuis</i>	ياسوج	۶۷/۰۰	۱۱/۴۰	۲/۵۰	۴/۴۳	۲۱/۳۳	۰/۹۸
	فریدونشهر	۶۴/۴۳	۰/۰۰	۲/۸۷	۰/۰۰	۱۲/۳۳	۱/۰۵
	شهرکرد	۸۷/۴۰	۸/۷۳	۲/۴۰	۰/۸۳	۲۴/۸۴	۱/۰۳
	خونسار	۷۸/۰۷	۴/۸۳	۴/۱۳	۱/۰۰	۲۲/۰۱	۱/۰۱
	اقلید	۶۷/۸۳	۸/۰۰	۴/۷۷	۰/۰۰	۲۰/۱۵	۱/۰۱
	بروجن	۹۴/۶۳	۱۷/۸۷	۱/۳۳	۰/۰۰	۲۸/۴۶	۱/۰۰
میانگین کل <i>E.hispidus</i>		۶۰/۹۳	۸/۲۹	۵/۵۵	۰/۷۸	۱۸/۸۹	۱/۰۱
میانگین کل <i>E.pertenuis</i>		۷۳/۵۶	۸/۴۷	۳/۰۰	۱/۰۴	۲۱/۵۲	۱/۰۱

میانگین گونه‌هایی که دارای حروف بزرگ مشابه هستند براساس آزمون دانکن ۵٪ از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با همدیگر ندارند.

میانگین جمعیت‌هایی که دارای حروف کوچک مشابه هستند براساس آزمون دانکن ۵٪ از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با همدیگر ندارند.



شکل ۱- مقایسه میانگین ۴ تیمار تنش خشکی در دو گونه *E.pertenuis* و *E.hispidus*

برای صفات اندازه گیری شده

بحث

با افزایش تنش خشکی، میانگین کلیه صفات بجز نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه روند کاهشی نشان داد و از این نظر تفاوت بین پتانسیل‌های اسمزی معنی‌دار بود (جدول ۲). به طوری که بیشترین و کمترین میانگین صفات به ترتیب مربوط به شاهد و پتانسیل ۱- مگاپاسکال بود. این نتیجه‌گیری با گزارش‌های منتشر شده در مورد گیاهان زراعی و غیرزراعی مطابقت دارد (حیدری شریف آباد و افشار، ۱۳۸۲؛ کافی و همکاران، ۱۳۸۴؛ اکرم قادری و همکاران، ۱۳۸۱؛ حسینی و همکاران، ۱۳۸۵؛ کابلی و صادقی، ۱۳۸۱).

در مقایسه بین میانگین دو گونه، تفاوت معنی‌داری بجز وزن تر گیاهچه مشاهده نشد. با وجود این، نتایج تجزیه پروبیت نشان‌دهنده مقاومت نسبی گونه *E. hispidus* به خشکی برای شاخص LD₉₀ بود (جدول ۵).

بالاترین میانگین سرعت جوانه‌زنی مربوط به پتانسیل صفر (شاهد) با ۳/۱۹ بذر در روز بر مبنای ۲۰ بود که با منفی‌تر شدن پتانسیل اسمزی سرعت جوانه‌زنی نیز کاهش یافت. پایین‌ترین سرعت جوانه‌زنی با ۰/۶۹ بذر در روز مربوط به پتانسیل ۱- مگاپاسکال بود (جدول ۳). آزمایش‌های انجام شده توسط آذرینوند و جوادی (۱۳۸۲) در دو گونه مرتعی *Agropyron desertorum* و *Agropyron cristatum* با این نتایج مطابقت دارد. بنابراین نتایج آنها در پنج سطح خشکی (۰، ۰/۳، ۰/۶، ۰/۹، ۱/۲- مگاپاسکال) نشان داد که با افزایش تنش خشکی سرعت جوانه‌زنی در پتانسیل کاهش معنی‌دار یافت. به نحوی که حداکثر درصد جوانه‌زنی، در پتانسیل آبی ۰/۳- مگاپاسکال با میانگین ۶۶/۸ درصد بود.

بنا به نتایج بدست‌آمده وزن تر گیاهچه بشدت تحت تأثیر خشکی قرار گرفته و کاهش چشمگیری با افزایش تنش نشان داد. علت این امر ناشی از وجود مولکول‌های بزرگ پلی‌اتیلن‌گلایکول است که جذب آب را توسط ریشه کاهش می‌دهند و سبب خشک شدن گیاه می‌گردد. که این امر احتمالاً به علت بسته شدن مسیر حرکت آب در گیاه می‌باشد (Lowlor, 1970).

طول ساقه‌چه نیز در تنش شدت خشکی از خود واکنش نشان داده و کاهش شدیدی نسبت به تیمار شاهد داشته است. کاهش شدید طول ساقه‌چه را می‌توان به تأثیر منفی پلی‌اتیلن‌گلایکول که مانع طویل شدن هیپوکوتیل شده ربط داد. صدرآبادی (۱۳۸۶) در بررسی اثر تنش کمبود آب ناشی از پلی‌اتیلن‌گلیکول (PEG) بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های ۷ گونه یونجه، مشاهده نمود که افزایش پتانسیل آب باعث کاهش صفات درصد جوانه‌زنی و طول ریشه‌چه و هیپوکوتیل گردید.

به نظر می‌رسد که در هر دو گونه جنس *Elymus* در شرایط کم‌آبی، رشد ریشه‌ها کمتر از رشد اندامهای هوایی تحت تأثیر قرار می‌گیرد. علت کاهش رشد طولی ساقه و ریشه (ساقه‌چه و ریشه‌چه) در اثر تنش خشکی ممکن است مربوط به تحت تأثیر قرار گرفتن سلولهای مرستمی ریشه‌چه و ساقه‌چه و اختلال در فرایند تقسیم و طویل شدن سلولی باشد. به نظر می‌رسد طویل شدن سلول بیشتر از تقسیم سلولی تحت تأثیر تنش خشکی قرار می‌گیرد، زیرا شرایط کم‌آبی و پتانسیل منفی محیط بر روی جذب آب سلول‌ها تأثیر گذاشته و در نتیجه فشار تورژسانس لازم جهت بزرگ شدن سلول‌ها کاهش یافته و توقف و کند شدن رشد را سریع می‌کند. ظریف کتابی و کوچکی (۱۳۷۹) در مطالعه‌ای تحت عنوان تعیین درجه

مراتع استان شامل زمینهایی با میزان بارندگیهای متفاوت است، بنابراین برای اصلاح مراتع و کاشت گونه‌های با ارزش این جنس نیاز به شناخت میزان تحمل این گونه به سطوح مختلف خشکی می‌باشد.

منابع مورد استفاده

- اکرم قادری، ف.، گالشی، س.، فرزانه، س. و کرنژادی، ع.، ۱۳۸۱. اثرات تنش خشکی بر جوانه‌زنی و رشد گیاه چه ۹ رقم شبدر زیرزمینی. هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، کرج، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر.
- جوادی، م. و آذرینوند، ح.، ۱۳۸۲. بررسی اثر تنش خشکی بر روی جوانه‌زنی دو گونه مرتعی از جنس آگروپایرون. نشریه بیابان، شماره ۸، ص ۲۰۵-۱۹۲.
- حسینی ح. و رضوانی مقدم، پ.، ۱۳۸۵. اثر تنش خشکی و شوری بر جوانه‌زنی اسفرزه (*Plantago ovata*). مجله پژوهشهای زراعی ایران، شماره ۴، ص ۲۲-۱۵.
- حیدری شریف آباد، ح. و دری، م.، ۱۳۸۲. نباتات علوفه‌ای (گندمیان). جلد اول، انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، صفحه ۳۱۱.
- صدرآبادی، ر.، ۱۳۶۸. اثر تنش کمبود آب بر رشد و تثبیت ازت در تعدادی گونه‌ها و توده‌های یونجه. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان.
- فرخی، آ.، گالشی، س.، عبدل زاده، ا. و زینلی، ا.، ۱۳۸۳. بررسی تحمل به خشکی ژنوتیپ‌های سویا (*Glycine max L.*) در مرحله جوانه‌زنی، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، شماره ۱۱، ص ۱۳۷-۱۵۰.
- قادری، ف.، ۱۳۸۱. اثرات تنش خشکی بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه ۹ رقم شبدر زیرزمینی. هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، کرج.
- کابلی، م. و صادقی، م.، ۱۳۸۱. اثر تنش رطوبتی بر جوانه‌زنی سه گونه اسپرس. مجله پژوهش و سازندگی، شماره ۱۵، ص ۱۸-۲۱.
- کافی، م.، نظامی، ا.، حسینی، ح. و معصومی، ع.، ۱۳۸۴. اثرات فیزیولوژیک تنش خشکی ناشی از پلی‌اتیلن‌گلیکول بر

حرارت مطلوب جوانه‌زنی و بررسی اثرهای تنش شوری و خشکی بر روی چند گونه مرتعی، نتیجه گرفتند که حداکثر مقدار جوانه‌زنی، طول کلئوپتیل، طول و تعداد ریشه‌چه در تیمار شاهد (آب مقطر) بدست‌آمده و با کاهش پتانسیل آب، مقدار و درصد جوانه‌زنی کاهش یافته است.

با افزایش تنش نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه افزایش یافت. قادری (۱۳۸۱) واکنش ۹ رقم شبدر زیرزمینی به تنش خشکی با استفاده از محلول پلی‌اتیلن‌گلیکول ۸۰۰۰ در طول مراحل جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در سطوح خشکی (۰، -۲، -۴، -۶، -۸ بار) در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد را مورد مطالعه قرار داده و به این نتیجه رسید که طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه با افزایش تنش خشکی به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد که در این آزمایش درصد کاهش طول ساقه‌چه بیشتر از طول ریشه‌چه بود.

بطورکلی، نتایج این تحقیق نشان داد که با افزایش تنش خشکی کلیه صفات کاهش یافتند، در حالی‌که با افزایش تنش نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه افزایش یافت. درصد کاهش طول ساقه‌چه نسبت به ریشه‌چه در اثر تنش خشکی بیشتر بود که نشان‌دهنده حساسیت بیشتر این صفت در مقابل تنش خشکی می‌باشد و می‌توان از آن به‌عنوان معیاری برای مقاومت به خشکی استفاده کرد. جمعیت‌های (*Elymus hispidus*) (یاسوج)، (*Elymus hispidus*) (اقلید) در بیشتر فاکتورهای مورد آزمایش با اختصاص بالاترین شاخصها بیشترین مقاومت را از خود نشان دادند. با توجه به اینکه جنس *Elymus* یکی از گراسهای با ارزشی است که در سطح وسیعی از مراتع استان فارس پراکنش دارد و اینکه

- Fischer, R.A. and Maurer, R., 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. *Aust. J. Aric. Res.* 29: 897-912.
- Hadas, A., 1977. A simple laboratory approach to test and estimate seed Gernination performance under field conditions. *Agron. J.*69: 582-588.
- Lowlor, D.W., 1970. Absorption of polyethylene glycols by plants and their effects on plant growth. *Newphytol* 69: 501-513.
- Mayer, A.M. and Mayber, A.P., 1989. The germination of seeds. Pergamon press. pp. 44-50.
- Parmar, M.T. and Moore, R.P., 1968. Carbowax 6000, Mannitol and Sodium chlorides for simulation drought conditions in germination studies of com (*Zea maize* L.) of strong and week vigor. *Agron. J.* 60: 192-196.
- جوانه‌زنی ژنوتیپ‌های عدس. مجله پژوهش‌های زراعی ایران، شماره ۳، ص ۶۹-۸۰.
- ظریف کتابی، ح. و کوچکی، ع.، ۱۳۷۹. تأثیر تنش خشکی بر رشد و برخی خصوصیات چند گونه یونجه یکساله در شرایط گلخانه، ششمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران.
- مظفریان، و.، ۱۳۷۵. فرهنگ نامهای گیاهان مرتعی ایران. انتشارات فرهنگ معاصر تهران.
- Abdul-baki, A.A. and Anderson, J.D., 1970. Vigour determination in soybean seed by multiple criteria. *Crop Sci.* 13: 630-636.
- Buryn, E. and Kaufmann., 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. *Plant physiology*, 51: 914-916.

The effects of osmotic potential on germination and seedling growth in several populations of *Elymus hispidus* and *Elymus pertenuis* species

Kazempour, A.¹, Jafari, A.A.^{2*} and Riasat, M.³

1-MSc. in Plant Breeding, Brojerd branch, Islamic Azad University, Brojerd, Iran.

2*- Corresponding Author, Assoc Prof., Department of Gene Bank, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran.
Email: aajafari@rifr-ac.ir

3-Instructor, Research Center for Agriculture and Natural Resource, Fars, Iran.

Received: 16.02.2010

Accepted: 12.10.2010

Abstract

The genus of *Elymus* is of important grasses for forage production and soil and water conservation in Iran's rangelands. It has high preference value for livestock grazing because of the high production and high acceptability. Important species of this genus show different tolerances to drought. In order to determine the reactions of 14 accessions of *Elymus hispidus* and *Elymus pertenuis* to drought stress, a factorial experiment was conducted using completely randomized design with three replications in a standard germination test in 2008, Shiraz, Iran. Polyethylene glycol 6000 was used at 4 levels (0, -8/0, -9/0- and -1 MPa) as different osmotic potentials. Data were collected and analyzed for germination percentage, speed of germination, root length, shoot length, seedling length, root / shoot length ratio, seedling weight and seed vigor index. The results showed significant differences among accessions, drought effects and interaction effects of accessions* drought for all the traits. However, there were no significant differences between means of two species for all traits except seedling weight. In both species, all traits except root / shoot length ratio were decreased by increasing osmotic potential. In contrast, means of root / shoot length ratio was increased by drought stress. The effect of drought stress was higher on shoot length than those for root length, indicating that the sensitivity to drought stress of shoot length was more than root length. The results showed that some accessions within *E. hispidus* species as (Yasoj , Eghlid and Brojen) showed the maximum drought resistance in most of the seedling attributes. According to the results of Probit analysis, LD50 were estimated as -0.72 and -0.81 MP for *E. hispidus* and *E. pertenuis*, respectively.

Keywords: drought, PEG6000. seed germination, seed vigor, *Elymus hispidus*, *Elymus pertenuis*