DOI: http://dx.doi.org/10.22092/ijrdr.2014.5810

فصلنامهٔ علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران
جلد ۲۰، شمارهٔ ٤، صفحهٔ ۷۱۹-۷۰٦ (۱۳۹۲)

بررسی اثرات تنش خشکی و سرما بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در جمعیتهای دو گونه *Poa pratensis* و *Poa trivialis* در شرایط ژرمیناتور و گلخانه

ابراهیم بغدادی [۱]، علی اشرف جعفری [۲*]، محمدعلی علیزاده [۳] و امیر حسین گرجی [٤]

۱- کارشناس ارشد اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد
۲*- نویسنده مسئول، استاد، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، پست‌الکترونیک: aajafari@rifr-ac.ir
۳- استادیار، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور
٤- استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد

تاریخ دریافت: ۹۰/۰٦/۱٦ تاریخ پذیرش: ۹۱/۰۱/۲۳

چکیده

گونه‌های جنس *poa* از جایگاه ویژه‌ای در احیاء و اصلاح مراتع برخوردارند. به‌دلیل تولید نسبتاً بالا و قابلیت پذیرش عالی توسط دام، ارزش خاصی برای چرای دام دارند. به‌منظور بررسی اثر تنش خشکی و تیمار سرما روی خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در ٦ ژنوتیپ از دو گونه *Poa pratensis* و *Poa trivialis*، آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی در شرایط ژرمیناتور و گلخانه انجام شد. تیمارهای پتانسیل اسمزی ناشی از غلظتهای پلی‌اتیلن‌گلایکول ٦۰۰۰ در ۵ سطح (۰، ۰/۳-، ۰/٦-، ۰/۹- و ۱/۲ – مگاپاسکال) در ژرمیناتور و تیمارهای تنش خشکی در ۵ سطح (۱۰۰، ۸۰، ٦۰، ٤۰ و ۲۰ درصد ظرفیت زراعی) در گلخانه بر روی ٦ ژنوتیپ از دو گونه به اجرا درآمد. ویژگیهای مورد اندازه‌گیری درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه، طول گیاهچه، شاخص بنیه بذر و نسبت وزن خشک به تر گیاهچه بودند. نتایج تجزیه فاکتوریل نشان داد که تفاوت بین گونه‌ها، بین تیمارهای خشکی و اثر متقابل گونه در خشکی نیز در هر دو شرایط ژرمیناتور و گلخانه برای بیشتر صفات معنی‌دار بود. در ژرمیناتور نیز در تیمارهای ۰/۹- و ۱/۲– مگاپاسکال هیچ‌گونه بذری جوانه نزد که نشان‌دهنده مقاومت کم تا متوسط این گونه‌ها به تنش خشکی باشد. البته در هر دو محیط با افزایش تنش خشکی میانگین کلیه صفات روند کاهشی نشان داد؛ در حالی‌که نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه روند افزایشی داشت. میانگین درصد جوانه‌زنی، در ژرمیناتور در تنش ۰/۳- مگاپاسکال نسبت به شاهد، ۱۱ درصد و طول ریشه‌چه و ساقه‌چه به‌ترتیب ۱۰ و ۱٦ میلی‌متر کاهش یافت. در گلخانه، در تیمار ۲۰٪ ظرفیت زراعی ۲۰FC٪ طول ریشه‌چه و ساقه‌چه به‌ترتیب ۳٤ و ۲۳ درصد کمتر از شاهد بود. با توجه به نتایج تفاوت بین گونه‌ها از لحاظ نسبت R/S در اثر تنشهای خشکی شدیدتر بیشتر بود که نشان‌دهنده حساسیت بیشتر این صفت در قبال تنش خشکی می‌باشد و می‌توان از آن به‌عنوان معیاری برای مقاومت به خشکی استفاده کرد. در ژرمیناتور، اثر پیش تیمار سرما (خیساندن بذرها در شرایط دمای ٤°C به‌مدت دو هفته) موجب افزایش میانگین بیشتر صفات جوانه‌زنی بذر گردید. در مجموع ژنوتیپ ۲٤۰٦٦ از گونه *Poa pratensis* با منشأ آستانه اشرفیه در هر دو شرایط ژرمیناتور و گلخانه در بیشتر تیمارهای خشکی از لحاظ شاخص بنیه بذر نسبت به سه ژنوتیپ دیگر برتری داشت و به‌عنوان ژنوتیپ مناسب برای تحقیقات بعدی و تولید بذر معرفی گردید.

واژه‌های کلیدی: *Poa pratensis*، *Poa trivialis*، پلی‌اتیلن‌گلایکول ٦۰۰۰، جوانه‌زنی، بنیه بذر، تنش خشکی و سرما

مقدمه

جنس *Poa* با داشتن حدود ۳۰۰ گونه رویشگاهی گسترده دارد و بیشتر در مناطق معتدل و کوههای مناطق گرم تروپیکال می‌روید (صحت نیاکی، ۱۳۷٤) این جنس

با نام‌های انگلیسی bluegrass، meadowgrass و Poa و فارسی چب، مورغا، چبرو شلدم شناخته می‌شود (کریمی، ۱۳۷٤). این جنس در ایران دارای ۱۸ گونه یکساله و چندساله می‌باشد (مظفریان، ۱۳۷۵). مهمترین گونه این جنس *Poa pratensis* می‌باشد، به‌طوری‌که این گیاه تعداد زیادی ریزوم ایجاد کند قادر است در محیط گرم و خشک و یا سرد بهتر از گراسهای دیگر رشد کند و پایداری داشته باشد. ازاین‌رو در تمام نقاط جهان انتشار دارد (صحت نیاکی، ۱۳۷٤). گونه *Poa trivialis* دارای استولون خزنده برگ‌دار می‌باشد و این گونه در مزرعه‌ها و چراگاههای زمین‌های پست مخصوصاً خاکهای مرطوب و غنی همین‌طور فراوان در زمین‌های بایر و دایر زراعی در حاشیه نهرها، جوی‌ها و گاهی در جاهای سایه‌دار در اروپا، آسیای معتدل، شمال آفریقا و آمریکا و استرالیا انتشار دارد (صحت نیاکی، ۱۳۷٤).

جنس *Poa* در مقایسه با سایر علف‌های چمنی، در اوایل بهار و دوره‌های مرطوب تلفات آن در اثر پاخوری کمتر است. البته مقاومت آن به خشکی به اندازه جنس بروموس نیست. این گیاه با گرم شدن هوا به حالت رکود می‌رود و با شروع هوای سرد و مرطوب در اوایل پاییز در صورت وجود رطوبت کافی رشد مجدد آن شروع می‌شود و در این هنگام از سال می‌تواند مقداری علوفه برای چرای دام تولید کند (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۲).

یکی از عامل‌های مهم در استقرار گیاهان مرتعی، مقاومت به خشکی می‌باشد (سندگل، ۱۳٦۸). زیرا گیاهان مقاوم به خشکی استقرار مناسب‌تری در مزرعه دارند و با تولید گیاهچه‌های قوی به‌طور غیرمستقیم با عملکرد بیشتر گیاه ارتباط دارند (Baalbaki *et al.*, 1999). جوانه‌زنی نقش مهم و حساسی در چرخه زندگی گیاهان و سبز شدن گیاهچه دارد (De Villiers *et al.*, 1994). این مرحله از رشد بشدت تحت تأثیر عوامل محیطی به‌ویژه دما و رطوبت خاک قرار دارد (Seefeldt *et al.*, 2002؛ Basra *et al.*, 2004). تحقیقات نشان داده بذرهایی که در شرایط تنش جوانه‌زنی مناسب‌تری داشته باشند در مراحل بعدی رشد، گیاهچه‌هایی با بنیه بهتر و سیستم ریشه‌ای قویتر تولید می‌کنند (Opoku *et al.*, 1996).

صفوی (۱۳۸۹) اثر تنش خشکی بر جوانه‌زنی دو گونه *Agropyrpn repens* و *Agropyrpn tauri* را در پنج سطح خشکی (۰، ۰/۳-، ۰/٦-، ۰/۹- و ۱/۲- مگاپاسکال) مورد بررسی قرار داد. نتایج آزمایش او نشان داد که با افزایش تنش خشکی صفات درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه، شاخص بنیه بذر، وزن تر و خشک گیاهچه کاهش و در مقابل نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه افزایش پیدا کرد. زهتابیان و همکاران (۱۳۸۰) به‌منظور بررسی اثر تنش شوری و خشکی بر روی سه گونه مرتعی *Avena barbata*، *Agropyron intermedium* و *Panicum antidotale* در شرایط گلخانه نشان دادند که تنش خشکی و شوری موجب کاهش شدید ماده خشک (ساقه، برگ و ریشه)، رطوبت نسبی و پتانسیل آب برگ گونه‌ها شد. علیزاده و جعفری (۱۳۸۹) در آزمایش تأثیر سرمادهی بر روی خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه علف باغ (*Dactylis glomerata*) در دو شرایط آزمایشگاه و گلخانه نشان دادند که واکنش اکوتیپها نسبت به سرما متفاوت بود و یکی از اکوتیپها، با داشتن خصوصیات مطلوب جوانه‌زنی و بنیه بذر در هر دو محیط به‌عنوان اکوتیپ برتر شناخته شد.

جنس *Poa* در دامنه وسیعی از مراتع کشور ایران پراکنش دارد. Rechinger (۱۹۷۰) پراکنش آنرا در استانهای گرگان، مازندران، آذربایجان، خراسان، تهران، سمنان و زنجان گزارش نموده است. در سالهای اخیر مرادی و جعفری (۱۳۸۵) در ارزیابی ۷ گونه از جنس *Poa* نشان دادند که گونه‌های *Poa sterilis* و *Poa araratica* به‌ترتیب با عملکرد ۹۵۰ تا ۱۳۰۰ کیلوگرم در هکتار برای تولید علوفه در دیمزارهای کم بازده استان زنجان پیشنهاد نمودند.

با توجه به کاهش نزولات جوی و خشکسالیهای پی در پی در سالهای اخیر، مطالعه تحمل خشکی در گیاهان مرتعی اهمیت زیادی دارد. هدف از این تحقیق بررسی

واکنش جوانه‌زنی و بنیه بذر ٦ ژنوتیپ از دو گونه *Poa trivialis* و *Poa pratensis* نسبت به تنش خشکی و پیش‌تیمار سرما در دو شرایط آزمایشگاه و گلخانه بود.

مواد و روشها

این تحقیق بر روی ٦ ژنوتیپ از دو گونه *Poa pratensis* و *Poa trivialis* انجام شد که از گونه *P.pratensis* سه ژنوتیپ با منشأ و کد ژنوتیپ یزد (٨٦٥٣)، یزد (١٨٢٧٠) و آستانه (٢٤٠٦٦) و از گونه *P.trivialis* سه ژنوتیپ با منشأ و کد تالش (٢٧٤٠٥)، چابکسر (٢٧٤٠٧) و تالش (٢٧٤١١) از بانک ژن منابع طبیعی وابسته به مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور تهیه گردید و به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ٣ تکرار در ژرمیناتور و ٦ تکرار در گلخانه انجام شد. سطوح مختلف خشکی در ژرمیناتور شامل ٥ سطح خشکی براساس (٠/٠، ٠/٣-، ٠/٦-، ٠/٩- و ١/٢- مگاپاسکال) و در گلخانه در ٥ سطح براساس (١٠٠، ٨٠، ٦٠، ٤٠، ٢٠ درصد ظرفیت زراعی) بود. پتانسیلهای اسمزی تنش خشکی در ژرمیناتور به‌وسیله محلول PEG 6000 (پلی‌اتیلن‌گلایکول) با استفاده از روش Michel و Kaufman (١٩٧٣) تهیه شد.

$$\psi_S = -\left(1/18\times10^{-2}\right)C - \left(1/18\times10^{-4}\right)C^2 + \left(2/67\times10^{-4}\right)CT + \left(8/39\times10^{-7}\right)C^2T$$

ψ_S= پتانسیل برحسب مگا پاسکال، C= غلظت برحسب گرم بر گرم در آب، T= دما بر حسب درجه سانتی‌گراد

در ژرمیناتور برای هر تیمار تعداد ١٥٠ عدد بذر سالم و یکنواخت از هر ژنوتیپ (به تعداد ٥٠ عدد بذر در هر تکرار) در داخل پتری‌های ضدعفونی شده با ابعاد ٢٥× ١٠٠ میلی‌متر که در کف آنها کاغذ صافی استریل واتمن قرار داشت انتقال داده شد، برای ایجاد پتانسیل آب از آب‌مقطر استفاده گردید. بدین صورت که برای تیمار شاهد و تیمار سرما (بدون تنش خشکی) هر کدام ٥ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه گردید و برای بقیه تیمارها طبق جدول ١ مقدار ٥ میلی‌لیتر از محلولهای اسمزی تهیه شده اضافه گردید؛ به‌طوری‌که بذرها در تماس با محلول بودند. پس از اعمال تیمارهای خشکی و تیمار سرما (در دمای ٤°C به‌مدت دو هفته) نمونه‌ها به همراه شاهد در شرایط استاندارد جوانه‌زنی در دستگاه ژرمیناتور با دمای ٣°C ± ٢٠ و نور ١٠٠٠ لوکس لامپ فلورسنت و دوره تاریکی ٨ ساعت منتقل شدند. نمونه‌ها به تناوب هر ٣ روز یکبار بازبینی و تعداد بذرهای جوانه زده (دارای طول ریشه‌چه ٢-١ میلی‌متر) ثبت شد. در پایان دوره آزمایش (١٨ روز) درصد و سرعت جوانه‌زنی اندازه‌گیری شد.

برای تعیین سرعت جوانه‌زنی از فرمول ارائه شده توسط (Maguire، ١٩٦٢) بشرح زیر استفاده شد.

$$\text{سرعت جوانه‌زنی} = \frac{\text{تعداد گیاهچه‌های طبیعی در روز اول شمارش}}{\text{روز ۱}} + \ldots + \frac{\text{تعداد گیاهچه‌های طبیعی در روز آخر}}{\text{روز آخر}}$$

بعد از رشد گیاهچه، تعداد ١٠ عدد گیاهچه را به‌صورت تصادفی از هر تکرار (ظرف پتری) انتخاب کرده و طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، طول گیاهچه، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه و وزن تر گیاهچه اندازه‌گیری شد و بلافاصله گیاهچه‌ها را در فویل آلومینیومی قرار داده و به‌مدت ٢٤ ساعت در آون در درجه حرارت ٨٠°C قرار گرفتند و پس از توزین مجدد وزن خشک آنها تعیین گردید. با در دست داشتن درصد جوانه‌زنی و طول گیاهچه، شاخص بنیه بذر به روش (Abdulbaki و Anderson، ١٩٧٥) برای هریک از ژنوتیپ‌ها بدست‌آمد.

$$VI = \frac{\%Gr \times \text{Seedling length}}{100}$$

در این فرمول VI = شاخص بنیه بذر، Gr٪ = درصد جوانه‌زنی و Seedling length طول گیاهچه می‌باشد.

در گلخانه نیز از بذرهای همان ٦ ژنوتیپ استفاده شد. به این صورت که از هر اکسشن تعداد (۷۵۰=٦×٥×۲٥) عدد بذر سالم و خالص به‌طور تصادفی انتخاب شد، سپس برای هر یک از سطوح خشکی براساس روش وزنی ۱۰۰٪، ۸۰ ٪، ٦۰٪، ٤۰ ٪ و ۲۰٪ ظرفیت زراعی (FC) تعداد ۲٥ عدد بذر در ٦ گلدان (تکرار) کاشته شد. بنابراین در داخل هر یک از گلدانها ۲٥ عدد بذر قرار گرفت. خاک گلدانها به نسبت ۱:۱:۱ از ماسه، خاک و پیت ماس بود.

به‌منظور اعمال سطوح مختلف تنش خشکی در گلخانه لازم است رطوبت مورد نیاز جهت رسیدن به حد ظرفیت مزرعه‌ای (FC) در گلدانها بدست آید. بدین منظور چند گلدان با وزن یکسان انتخاب گردید و با مقدار مشخص آب به حد اشباع رسانده و به‌مدت ۲٤ ساعت طی چندین مرحله توزین شد و پس از اطمینان از خروج آب ثقلی وقتی گلدانها به حد ظرفیت مزرعه رسیدند میزان آب مورد نیاز جهت رسیدن گلدانها به حد ظرفیت مزرعه‌ای بدست‌آمد و براساس اطلاعات بدست‌آمده مقدار آب مورد نیاز برای رسیدن به ۲۰، ٤۰، ٦۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی (FC) در گلدانها محاسبه شد (جدول ۱). بدین صورت که برای تیمار شاهد (FC ۱۰۰٪)، ۸۰٪FC، ٦۰٪FC، ٤۰٪FC و FC ۲۰٪ به‌ترتیب ۷۱۰، ٥٦۸، ٤۲٦، ۲۸٤ و ۱٤۲ میلی‌لیتر آبیاری گردید. سپس گلدانهای کشت شده در شرایط دمایی ٤°C ± ۲۰ و نور ۱۰۰۰۰ لوکس قرار گرفتند و با مقدار مشخص آب آبیاری شدند. روش کار بدین صورت بود که عدد بدست‌آمده ظرفیت مزرعه یعنی (۷۱۰، ٥٦۸، ٤۲٦، ۲۸٤، ۱٤۲) را با وزن گلدان به همراه خاک خشک که عدد ۱۹۰۰ بود جمع نموده که برای تیمارهای (۱۰۰، ۸۰، ٦۰، ٤۰ و ۲۰ درصد ظرفیت زراعی) اعداد (۲٦۱۰، ۲٤٦۸، ۲۳۲٦، ۲۱۸٤ و ۲۰٤۲) بدست‌آمد. روزانه گلدانها را وزن کرده و اختلاف آنها را با اعداد فوق مقایسه کرده که میزان آبدهی روزانه به هر گلدان بدست‌آمد. اعمال تنش تا پایان دوره رشد رویشی (مرحله برداشت گیاه) ادامه داشت. در انتها پس از برداشت گیاهان، درصد سبز شدن بوته‌ها نیز اندازه‌گیری شد و بلافاصله آنها را به آزمایشگاه منتقل کرده و وزن تر ریشه و اندام هوایی و همچنین طول ریشه و طول اندام هوایی و طول کامل گیاهان اندازه‌گیری شد. سپس گیاهچه‌ها به تفکیک به‌مدت ٤۸ ساعت در آون با حرارت ۷۰°C قرار گرفتند تا کاملاً خشک شوند و بلافاصله وزن خشک کل گیاه محاسبه شد. طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن تر و خشک گیاهچه به روش (Lekh و Kairwal، ۱۹۹۳) اندازه‌گیری شد و شاخص بنیه بذر مشابه روش ژرمیناتور براساس روش (Anderson و Abdulbaki، ۱۹۷٥) محاسبه گردید.

داده‌های جمع‌آوری شده به روش فاکتوریل تجزیه واریانس شدند و مقایسه میانگینها به روش دانکن با استفاده از نرم‌افزار SAS_9 و رسم نمودارها با Excel 2003 انجام گردید.

نتایج

الف- ژرمیناتور

نتایج تجزیه واریانس در ژرمیناتور نشان داد که تفاوت بین میانگین دو گونه برای کلیه صفات بجز طول گیاهچه و نسبت وزن خشک به تر گیاهچه معنی‌دار بود. اثر ژنوتیپ در داخل گونه نیز برای کلیه صفات بجز صفت نسبت وزن خشک به تر گیاهچه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود؛ و اثر تیمار خشکی و اثر متقابل گونه در خشکی برای کلیه صفات معنی‌دار بودند ($P\leq0.01$) (جدول ۲).

نتایج نشان داد با افزایش تنش خشکی، میانگین درصد جوانه‌زنی روند کاهشی را نشان داد. بیشترین و کمترین درصد جوانه‌زنی در ژرمیناتور با ۷٤ و ۱۱ درصد به‌ترتیب مربوط به تیمار شاهد (با سرما) و پتانسیل ۰/٦MP- بود (جدول ٤). در پتانسیلهای ۰/۹MP- و ۱/۲MP- هیچ بذری جوانه نزد. در مقایسه بین میانگین ژنوتیپ‌ها در

ژرمیناتور نتایج نشان داد که ژنوتیپهای آستانه (۲٤۰٦٦) و یزد (۸٦٥۳) به‌ترتیب با ٦٦/۳۳ و ٦٤/۲٥ درصد بیشترین و چابکسر با ۳۹ درصد کمترین درصد جوانه‌زنی را داشتند. در مقایسه بین گونه‌ها میانگین درصد جوانه‌زنی در گونه *P.pratensis* با ٦۳ درصد از درصد جوانه‌زنی گونه *P.trivialis* با ٤٥ درصد بیشتر بود.

البته سرعت جوانه‌زنی تنها در محیط ژرمیناتور مورد آزمایش قرار گرفت. بالاترین میانگین سرعت جوانه‌زنی مربوط به تیمار سرما با ۷/۳٤ بذر در روز بود که با منفی‌تر شدن پتانسیل اسمزی سرعت جوانه‌زنی نیز کاهش یافت. پایین‌ترین سرعت جوانه‌زنی با ۱/۱۳ بذر در روز مربوط به پتانسیل ۰/٦MP- بود (جدول ۳). در مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها نتایج نشان داد که یزد (۸٦٥۳) و چابکسر به‌ترتیب با ٦/۹ و ۳/٤۹ جوانه در روز دارای بیشترین و کمترین سرعت جوانه‌زنی بودند (جدول ٤). میانگین سرعت جوانه‌زنی در گونه *P.pratensis* با ٦/۳۷ از گونه *P.trivialis* با ۳/۹۷ بیشتر بود (جدول ٤).

نتایج بدست‌آمده برای صفات طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه و طول گیاهچه نشان داد که در هر سه صفت روند تغییرات مشابه بود و با افزایش تنش خشکی اندازه آنها کاهش یافت. بیشترین و کمترین طول گیاهچه به‌ترتیب ۷٤ و ۲۸ میلی‌متر مربوط به شاهد و پتانسیل اسمزی ۰/٦MP- بود (جدول ۳). در مقایسه بین ژنوتیپها، آستانه (۲٤۰٦٦) با ٦۳ میلی‌متر و تالش (۲۷٤۰٥) با ٥۱ میلی‌متر به‌ترتیب بیشترین و کمترین طول گیاهچه را داشتند. در مقایسه بین گونه‌ها، *P.pratensis* با ٥۹ میلی‌متر و *P.trivialis* با ٥۲ میلی‌متر به‌ترتیب بیشترین و کمترین طول گیاهچه را داشتند (جدول ٤). نتایج بدست‌آمده برای صفات نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه (R/S) و نسبت وزن خشک به تر گیاهچه تا حدی مشابه بود. با افزایش تنش خشکی، میانگین هر دو صفت روند افزایشی داشت. به‌طوری‌که کمترین و بیشترین نسبت R/S و وزن خشک به تر گیاهچه مربوط به تیمار شاهد سرما و پتانسیل اسمزی ۰/٦MP- بود (جدول ۳). میانگین نسبت R/S در گونه در *P.pratensis* و *P.trivialis* به‌ترتیب ۱/۲٥ و ۱/۹۷ بود (جدول ٤).

بیشترین میانگین شاخص بنیه بذر در ژرمیناتور مربوط به تیمار سرما با شاخص ٥٤/۳ بود که با افزایش تنش خشکی شاخص بنیه به ۳/٥۸ مربوط به پتانسیل ۰/٦MP- کاهش یافت (جدول ۳). در مقایسه بین میانگین ژنوتیپها، بیشترین میانگین شاخص بنیه بذر در ژرمیناتور با ۳۸/٥۲ مربوط به ژنوتیپ آستانه (۲٤۰٦٦) و کمترین آن با ۲٤/٥۲ مربوط به ژنوتیپ چابکسر (۲۷٤۰۷) بود. در مقایسه بین گونه‌ها میانگین شاخص بنیه در *P.pratensis* و *P.trivialis* به‌ترتیب ٤۲/٤۳ و ۲۷/٥٥ بود (جدول ٤).

از لحاظ وزن تر گیاهچه بیشترین مقدار با ٦۰ میلی‌گرم در تیمار سرما بدست‌آمد که از لحاظ آماری با شاهد بدون سرما اختلاف معنی‌داری داشت. روند تغییرات وزن تر گیاهچه مشابه صفات قبلی بود و با افزایش تنش خشکی وزن تر گیاهچه کاهش یافت و به کمترین مقدار به میزان ۱۳/٥ میلی‌گرم در تیمار پتانسیل ۰/٦MP- کاهش یافت (جدول ۳). باوجوداین، از لحاظ وزن تر گیاهچه تفاوت بین ژنوتیپها و گونه‌ها معنی‌دار نبود.

نتایج اثر متقابل ژنوتیپ در محیط برای صفات درصد جوانه‌زنی، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه R/S، طول گیاهچه و شاخص بنیه بذر در شکل ۱ آمده است. برای درصد جوانه‌زنی روند تغییرات دو گونه مشابه بود و میانگین گونه *P.pratensis* در همه سطوح نسبت به گونه *P.trivialis* بیشتر بود. در گونه *P.pratensis* تیمارهای شاهد و سرما تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند، ولی در گونه *P.trivialis* سرما موجب افزایش درصد جوانه‌زنی گردید (شکل ۱). برای طول گیاهچه روند تغییرات دو گونه به‌صورت منحنی معکوس بود. به‌طوری‌که با افزایش شدت تنش خشکی میانگین طول گیاهچه روند کاهشی را نشان داد. البته با افزایش شدت تنش، مقدار کاهش طول گیاهچه در گونه *P.trivialis* بیشتر بود.

از لحاظ نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه R/S در

تنشهای کم تفاوتی بین دو گونه مشاهده نشد، ولی در تنش شدید تفاوتها بیشتر بود و این نسبت در گونه *P.trivialis* بمراتب بیشتر بود. به نوعی که گونه *P.trivialis* در ژرمیناتور در پتانسیل اسمزی MP ۰/٦- دارای بیشترین نسبت R/S بود (شکل ۱)، اما اثر متقابل بین گونه در تنش خشکی برای شاخص بنیه بذر معنیدار بود. البته روند تغییرات شاخص بنیه بذر مشابه درصد جوانهزنی بود و میانگین گونه *P.pratensis* در همه سطوح از *P.trivialis* بیشتر بود.

ب- گلخانه

نتایج تجزیه واریانس در گلخانه نشان داد که اثر گونه برای همه صفات بجز درصد جوانهزنی، طول ریشهچه، طول گیاهچه و نسبت وزن خشک به تر گیاهچه معنیدار بود. اثر ژنوتیپ در داخل گونه و اثر تیمار خشکی برای کلیه صفات ($P\leq0.01$) معنیدار بود. البته اثر متقابل گونه در خشکی برای صفات وزن تر گیاهچه، و نسبت RS و نسبت وزن خشک به تر گیاهچه معنیدار بودند ($P\leq0.01$) (جدول ٥).

در گلخانه با افزایش تنش خشکی، میانگین درصد سبز شدن کاهش یافت. بیشترین و کمترین درصد سبز شدن با ٦۱/۳۳ و ٥۰/٤٤ درصد بهترتیب مربوط به تیمار شاهد و تیمار خشکی۲۰FC٪ بدستآمد (جدول ٦). در مقایسه میانگین ژنوتیپها در گلخانه، ژنوتیپهای تالش (۲۷٤۰٥) و آستانه (۲٤۰٦٦) بهترتیب با ۷۲/٤ و ٦۷/۲ درصد بیشترین و ژنوتیپ یزد (۸٦٥۳) با ۳٦/٥٥ درصد کمترین درصد سبز شدن را داشتند (جدول ۷). اثر متقابل گونه در تیمارخشکی برای درصد سبز شدن معنیدار نبود و هر دو گونه در مقابل تنش واکنش یکسانی داشتند (شکل ۱).

روند تغییرات طول ریشهچه، طول ساقهچه و طول گیاهچه در هر دو گونه در مقابل تنش خشکی مشابه بود و با منفیتر شدن تنش خشکی میانگین این صفات کاهش یافت. بیشترین و کمترین طول گیاهچه با ۱٥۱ و ۹۳ میلیمتر بهترتیب مربوط به تیمار شاهد و ظرفیت زراعی ۲۰FC٪ بود (جدول ٦). در مقایسه میانگین دو گونه، میانگین طول ساقهچه، ریشهچه و گیاهچه در گونه *P.pratensis* و *P.trivialis* بهترتیب ٥۲ و ۳۰ میلیمتر، ۸٦ و ۱۰۰ میلیمتر و ۱۳۱ و ۱۳۸ میلیمتر بود (جدول ۷). روند تغییرات وزن تر گیاهچه با افزیش تنش خشکی کاهشی بود، بهطوریکه تیمارهای شاهد و ۲۰FC٪ با ۹/۰٦ و ۱/٥ گرم بهترتیب بیشترین و کمترین وزن تر گیاهچه را داشتند. میانگین کل وزن تر گیاهچه در گونه *P.pratensis* و *P.trivialis* بهترتیب ٦/۲۷ و ٤/۸۷ گرم بود (جدول ۷)

نتایج بدستآمده برای نسبت R/S در گلخانه نشان داد که کمترین نسبت R/S به میزان ۲/۱۳ در تیمار شاهد بدستآمد و با افزایش تنش مقدار آن تا ۲/۹۱ در تیمار ٦۰FC٪ افزایش یافت و بعد تا ۲/٤۰ در تیمار ۲۰FC٪ کاهش یافت. در مقایسه بین دو گونه نیز تفاوت معنیدار بود و نسبت R/S در گونه *P.pratensis* و *P.trivialis* بهترتیب ۱/۷٤ و ۳/٤۷ بود که نشاندهنده افزایش طول ریشه در گونه *P.trivialis* بود (جدول ٦).

از لحاظ نسبت وزن خشک به تر گیاهچه، نتایج نشان داد با افزایش تنش خشکی بیشترین نسبت وزن خشک به تر گیاهچه به میزان ۰/۷۳ در تیمار ۲۰FC٪ بدست آمد. در مقایسه بین ژنوتیپها روند مشخصی مشاهده نشد، ولی در مقایسه بین گونهها تفاوت معنیدار بود و نسبت وزن خشک به تر گیاهچه در گونه P.trivialis با ۰/٥٦ از میانگین گونه P.pratensis با ۰/۳٦ بیشتر بود (جدول ۷).

بیشترین میانگین شاخص بنیه بذر در گلخانه مربوط به تیمار شاهد با شاخص ۹۲ بود که با افزایش تنش خشکی شاخص بنیه کاهش یافت و به ٤۱ در تیمار ۲۰FC٪ رسید (جدول ٦). در مقایسه بین ژنوتیپها، بیشترین شاخص بنیه بذر به میزان ۱۰۰ مربوط به ژنوتیپ آستانه (۲٤۰٦٦) بود و در مقایسه بین گونهها، میانگین شاخص بنیه در *P.pratensis* و *P.trivialis* بهترتیب ٦۸ و ۸۰ بود. (جدول ٦).

از لحاظ وزن تر گیاهچه تفاوت بین ژنوتیپها و گونهها معنیدار بود. بهطوریکه بیشترین وزن تر گیاهچه مربوط

به ژنوتیپ ۲٤۰٦٦ آستانه بود. در مقایسه بین گونه‌ها، میانگین وزن تر گیاهچه در *P.pratensis* و *P.trivialis* به‌ترتیب ٦/۲۷ و ٤/۸۷ گرم در نهال بود.

نتایج اثر متقابل ژنوتیپ در محیط برای صفات درصد جوانه‌زنی، نسبت R/S، طول گیاهچه و شاخص بنیه بذر در شکل ۱ آمده است. برای درصد سبز شدن میانگین گونه *P.pratensis* در همه سطوح از میانگین *P.trivialis* بیشتر بود. با توجه به اینکه اجرای تنش پس از جوانه‌زنی گیاهچه‌ها اعمال گردید بنابراین تنش تأثیری در مر احل اولیه سبز شدن ژنوتیپها نداشت و به همین دلیل تفاوت بین تیمارها معنی‌دار نبود.

اثر متقابل گونه در خشکی برای طول گیاهچه معنی‌دار نبود و میانگین طول گیاهچه در گونه *P.pratensis* در همه تیمارها از *P.trivialis* بیشتر بود. این تفاوت در تنش ۲۰٪FC شدیدتر بود. از لحاظ نسبت، نسبت R/S روند تغییرات در هر دو گونه با شدت تنش افزایشی بود و میانگین گونه *P.trivialis* در همه سطوح از *P.pratensis* بیشتر بود؛ و گونه *P.trivialis* در ظرفیت زراعی ٤۰٪FC دارای بیشترین نسبت R/S بود (شکل ۱).

اثر متقابل گونه در خشکی برای شاخص بنیه بذر در محیط گلخانه معنی‌دار بود (شکل ۱). البته برای شاخص بنیه بذر روند تغییرات بنیه بذر در هر دو گونه کاهشی بود، با وجود این تا تیمار ٦۰٪FC تفاوت معنی‌داری با شاهد دیده نشد که نشان‌دهنده آستانه تحمل هر دو گونه به تنش خشکی می‌باشد. پایین‌ترین شاخص بنیه بذر به‌میزان ٤۱/۰۸ مربوط به ظرفیت زراعی ۲۰٪ FC بود (جدول ٦).

جدول ۱- نحوه ایجاد پتانسیلهای مختلف اسمزی تنش خشکی به‌وسیله محلول PEG 6000 (پلی‌اتیلن‌گلایکول) با استفاده از روش Michel و Kaufman (۱۹۷۳)

پتانسیل آب		غلظت محلول PEG 6000
بار bar	مگا پاسکال Mpa	(گرم در لیتر آب) برای دمای 20^{c}°
− ۳	− ۰/۳	۱٤۳/۲
− ٦	− ۰/٦	۲۱۳/۷
− ۹	− ۰/۹	۲٦۸
− ۱۲	− ۱/۲	۳۱٤

جدول ۲- تجزیه واریانس و میانگین مربعات صفات اندازه‌گیری شده در ۲ گونه *P.pratensis* و *P.trivialis* در ٤ تیمار تنش خشکی در محیط آزمایشگاه

منابع تغییرات		MS						
	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه	طول گیاهچه (mm)	شاخص بنیه بذر	وزن تر گیاهچه (Mg)	نسبت وزن خشک به تر گیاهچه
گونه	۱	٦۰۱۳**	۱۰۳/۳**	۹/۲۳**	۹٦۷/۱	۳۹۸۳ *	٦۹۷۰**	۰/۰۰۵۲
ژنوتیپ داخل گونه	٤	۲۲٦**	۲/۹۷**	۰/۱۱**	۵۲۰/۷**	۵۰٦/۱**	۹٦/۷	۰/۰۰۰۸٦
تیمار خشکی	۳	۱٤۷٦۷**	۱٤٤/۳**	۰/۰۵٦**	۸٦۹۷**	۹۸۰۱**	۵۹٤۰**	۰/۰۰٦۸**
گونه در خشکی	۳	۳۵۹**	۷/۸٦**	۲/۵۹**	٤۹٦/۵**	۳۵۸/۱**	۲۰٤۷**	۰/۰۰٦۹**
خطا	٦۰	۳۷/٤	۰/۱۸	۰/۰۲۰	۱٤/۷۰	۲۹/٦٦	٤٦/۱۱	۰/۰۰۱۷
ضریب تغییرات		۱۱/۲۵	۸/۳۳	۸/۹۱	٦/۸۷	۱۵/۵٦	۱۷/۳۷	۵۰/۹۱

* و ** = به‌ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات اصلی ٤ تیمار تنش خشکی برای صفات جوانه‌زنی در محیط آزمایشگاه

تیمار خشکی	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	طول ساقه‌چه (mm)	طول ریشه‌چه (mm)	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه	طول گیاهچه (mm)	شاخص بنیه بذر	وزن تر گیاهچه (Mg)	نسبت وزن خشک به تر گیاهچه
شاهد	٦٨/٤٤b	٦/٨٩ b	٣٤/٤٣ a	٣٩/٥٧ a	١/١٤ c	٧٤/٠١٤ a	٥١/٠٥٣ a	٤٧/٨٣ b	٠/٠٥٧ b
شاهد (با سرما)	٧٤/١١ a	٧/٣٤ a	٣٤/٤٢ a	٣٨/٧٨ a	١/١٢ c	٧٣/٢٠ a	٥٤/٣١ a	٦٠/٤٤ a	٠/٠٥٧ c
-٠/٣ MP	٦٢/٩٤c	٥/٣١ c	١٨/١٣ b	٢٩/١٣ b	١/٨٨ b	٤٧/٢٧ b	٣١/٠٩ b	٢٧/٣٨ c	٠/٠٧٥ bc
-٠/٦ MP	١١/٩٤d	١/١٣ d	٩/٣٧ c	١٩/١٨ c	٢/٣٠ a	٢٨/٥٥ c	٣/٥٨ c	١٣/٥٠ d	٠/٠٧٤ a

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

جدول ٤- مقایسه میانگین اثرات اصلی ٦ ژنوتیپ مورد مطالعه به تفکیک ۲ گونه *P.pratensis* و *P.trivialis* برای صفات اندازه‌گیری شده در محیط آزمایشگاه

نام گونه	نام ژنوتیپ	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	طول ساقه‌چه (mm)	طول ریشه‌چه (mm)	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه	طول گیاهچه (mm)	شاخص بنیه بذر	وزن تر گیاهچه (Mg)	نسبت وزن خشک به تر گیاهچه
بین ژنوتیپ داخل گونه										
P.pratensis	٨٦٥٣ – یزد	٦٤/٢٥a	٦/٩٠ a	٢٧/٦٨ b	٣٣/٣١ b	١/٢٦ ab	٦٠/٩٩ b	٤٣/٢٩ b	٢٩/٣٣ a	٠/٠٨١ a
	١٨٢٧٠– یزد	٥٩/٩١b	٦/١٨ b	٢٥/٢٦ c	٢٩/١٦ c	١/٢١ b	٥٤/٤٣ c	٣٧/٠٥ c	٢٢/٩١ b	٠/٠٨٦ a
	٢٤٠٦٦ آستانه	٦٦/٣٣a	٦/٠٢٣ b	٢٨/٣١ a	٣٤/٧٧ a	١/٢٩ a	٦٣/٠٨ a	٤٦/٥٧ a	٢٣/٨٣ b	٠/١٠ a
P.trivialis	٢٧٤٠٥ تالش	٤٩/١٦a	٣/٨٩ b	٢٠/٧٥ a	٣٠/٣٥ a	٢/٢١ a	٥١/١٠ b	٢٩/٧٥ a	٥٨/٤٤ a	٠/٠٦٣ a
	٢٧٤٠٧چابکسر	٣٩/٣٣b	٣/٤٩ c	٢١/٣٢ a	٣١/٠٠٥٨ b	١/٨٧ b	٥٢/٣٣ ab	٢٤/٥٢ b	٥٩/١١ a	٠/٠٧٦ a
	٢٧٤١١ تالش	٤٧/١٦a	٤/٥٣ a	٢١/٣٠ a	٣١/٥٢ a	١/٩٨ ab	٥٢/٨٣ a	٢٧/٨١ ab	٥٠/٧٥ b	٠/٠٧٢ a
بین گونه‌ها										
P.pratensis		٦٣/٥٠a	٦/٣٧ a	٢٧/٠٦٢ a	٣٢/٣٨ a	١/٢٥ b	٥٩/٤٤ a	٤٢/٤٣ a	٢٥/٣٦ b	٠/٠٩٠ a
P.trivialis		٤٥/٢٢b	٣/٩٧ b	٢١/١٢ b	٣٠/٩٥ b	١/٩٧ a	٥٢/٠٧٩ b	٢٧/٥٥ b	٥٥/٥٦ a	٠/٠٧١ a

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

جدول ٥- تجزیه واریانس و میانگین مربعات صفات اندازه‌گیری شده در ۲ گونه *P.pratensis* و *P.trivialis* در ٤ تیمار تنش خشکی در محیط گلخانه

منابع تغییرات	MS							
	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه	طول گیاهچه (mm)	شاخص بنیه بذر	وزن تر گیاهچه (g)	نسبت وزن خشک به تر گیاهچه
گونه	١	٨٧١٤	٧٤/٨٢**	١١٤٦٥	١١٠/٣	١٣٩/٧١*	٠/٤٨*
ژنوتیپ در داخل گونه	٤	٦٧٠٦**	٣/٥٩**	٤٧٧٥**	١٥٩٩٣**	١٥/٥٥ **	٠/٠٥٧**
تیمار خشکی	٤	٥٧٣**	٤/٢٧**	٨٠٩٠**	٤٥١٧**	١٤٠/٣٢**	٠/١٤**
گونه در خشکی	٥	٣٠٧/٦	١/٧٢**	٢٣٨/٥	٧٨٠/١	٢٢/٠٤**	٠/٠٤٤**
خطا	٢٠٠	١٧٦/٩	٠/٢٢	٢٩٢/٢	٤٦٤/٥	١/١٤	٠/٠٠٧٥
ضریب تغییرات		٢٤/٣٤	١٩/٢١	١٢/٦١	٢٩/٢٢	١٨/٨٦	١٨/٠٥٦

* و ** = به‌ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد

جدول ٦- مقایسه میانگین ٥ تیمار تنش خشکی برای صفات جوانه‌زنی در محیط گلخانه

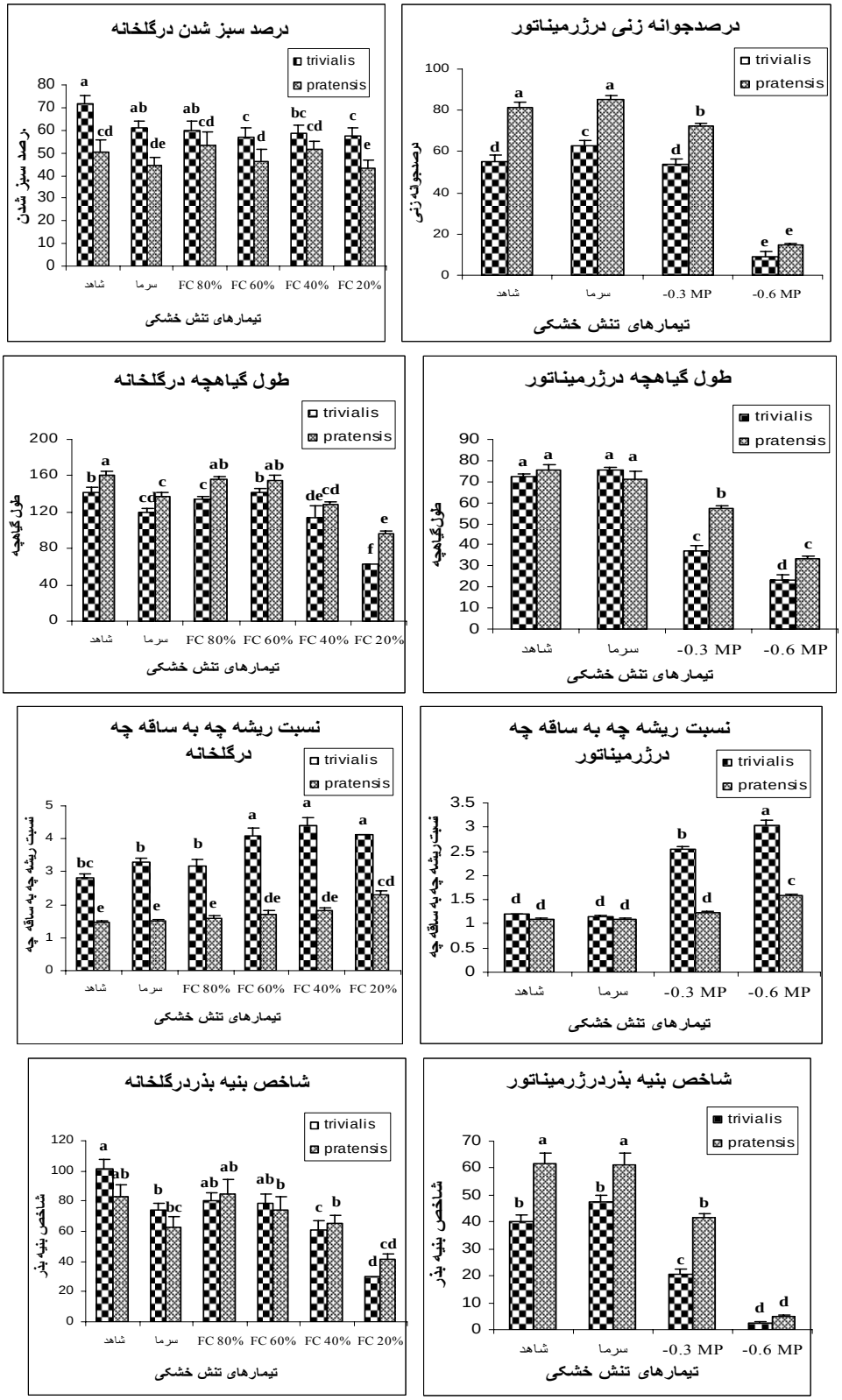
تیمار خشکی	درصد سبزشدن	طول ساقه‌چه (mm)	طول ریشه‌چه (mm)	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه	طول گیاهچه (mm)	شاخص بنیه بذر	وزن تر گیاهچه (gr)	نسبت وزن خشک به تر گیاهچه
شاهد	٦١/٣٣a	٥١/٣٩ a	١٠٠/١ a	٢/١٣ c	١٥١/٥ a	٩٢/٢٦ a	٩/٠٦ a	٠/٥٢ b
شاهد (با سرما)	٥٢/٨٨b	٤١/٤٣ c	٨٧/٣٣ b	٢/٤٠ b	١٢٨/٧ b	٦٨/٥٧ cd	٥/٧٢c	٠/٤٢ c
٪٨٠FC	٥٦/٧٧ab	٤٦/٥٠ b	٩٨/٣٨ a	٢/٣٩ b	١٤٤/٨ a	٨٢/٣١ ab	٦/٦٨ b	٠/٤٨ b
٪٦٠FC	٥١/٥٥ b	٤٢/٨٦ c	١٠٣/٧ a	٢/٩١ a	١٤٧/٩ a	٧٦/٣٥ bc	٥/١٩c	٠/٣٨ c
٪٤٠FC	٥٤/٨٨ab	٣٧/٣٠ d	٨٧/١٤ b	٢/٦٩ a	١٢٣/٥ b	٦٤/٠٣ d	٣/٣٣d	٠/٤٣ c
٪٢٠FC	٥٠/٤٤ b	٢٨/٧٠ e	٦٦/٠٧١ c	٢/٤٠ b	٩٣/٩٣ c	٤١/٠٨ e	١/٥٢ e	٠/٧٣ a

میانگین تیمارهایی که دارای حروف مشابهی هستند براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن ٥٪ از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با همدیگر ندارند.

جدول ۷- مقایسه میانگین اثرات اصلی ٦ ژنوتیپ مورد مطالعه به تفکیک ۲ گونه *P.pratensis* و *P.trivialis* برای صفات اندازه‌گیری شده در محیط گلخانه

نام گونه	نام ژنوتیپ	درصد سبزشدن	طول ساقه‌چه (mm)	طول ریشه‌چه (mm)	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه	طول گیاهچه (mm)	شاخص بنیه بذر	وزن تر گیاهچه (gr)	نسبت وزن خشک به تر گیاهچه
بین ژنوتیپ داخل گونه									
P.pratensis	٨٦٥٣ – یزد	٣٦/٥٥b	٤٩/١٣ b	٧٧/٢٨ b	١/٦٦ a	١٢٦/٤ b	٤٦/٤١ c	٥/٨٣b	٠/٥٤ b
	١٨٢٧٠– یزد	٤١/١١b	٥٣/٠١٧ a	٨٨/٦٤ a	١/٧٨ a	١٤١/٦ a	٥٨/٤٠ b	٥/٩٩b	٠/٥٤ b
	٢٤٠٦٦ آستانه	٦٧/٢٢a	٥٤/٠٧٨ a	٩٤/٠٣٩ a	١/٧٨ a	١٤٨/١ a	١٠٠/٨ a	٧/٠١a	٠/٦٢ a
P.trivialis	٢٧٤٠٥ تالش	٧٢/٤٤a	٣٢/٦١ a	٩٢/٠٧٧ b	٢/٨٦ b	١٢٣/٧٣ b	٩١/٨٤ a	٤/٥٩b	٠/٤٠ a
	٢٧٤٠٧چابکسر	٥٦/٠٠b	٢٦/٤٩ b	٩٧/٥٨ b	٣/٨٥ a	١٢٦/٠٨٠ b	٧٢/٩٣ b	٤/٦٢b	٠/٣٦ ab
	٢٧٤١١ تالش	٥٤/٥٥b	٣١/٥١ a	١١١/٠٣١ a	٣/٦٧ a	١٤٢/٠٣٩ a	٧٧/٢٧ b	٤/٣١a	٠/٣٣ b
بین گونه ها									
P.pratensis		٤٨/٢٩b	٥٢/٠٧٥ a	٨٦/٦٥ b	١/٧٤ b	١٣١/٣ b	٦٨/٥٦ b	٦/٢٧a	٠/٣٦ b
P.trivialis		٦١/٠٠a	٣٠/٣٣ b	١٠٠/٩ a	٣/٤٧ a	١٣٨/٧ a	٨٠/٥٦ a	٤/٨٧b	٠/٥٦ a

میانگین تیمارهایی که دارای حروف مشابهی هستند براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن ٥٪ از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با همدیگر ندارند.



شکل ۱- مقایسه اثرات متقابل گونه در تیمارهای تنش خشکی برای صفات جوانه‌زنی در ژرمیناتور و گلخانه

بحث

تنش رطوبتی بسیاری از جنبه‌های متابولیسم و رشد گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Greipsson و Davy، ۱۹۹٦). تنش آب از مهمترین عوامل ناتوانی بذرها برای جوانه‌زنی در شرایط عرصه می‌باشد، زیرا این تنش سرعت درصد جوانه‌زنی را کاهش می‌دهد و در نهایت استقرار گیاهچه را به تأخیر می‌اندازد (Prisco *et al.*, 1992). با افزایش تنش خشکی، میانگین کلیه صفات بجز نسبت R/S و نسبت وزن خشک به تر گیاهچه روند کاهشی را نشان داد و از این نظر تفاوت بین تیمارهای تنش خشکی معنی‌دار بود. این نتیجه‌گیری با گزارش‌های منتشر شده در مورد گیاهان زراعی و غیرزراعی مطابقت دارد (رحیمیان مشهدی و همکاران، ۱۳۷۰؛ کوچکی و ظریف کتابی، ۱۳۷۵). Macginnies (۱۹٦۰) در مطالعه‌ای اثر تنش آب بر روی جوانه‌زنی ٦ گونه گرامینه مرتعی را نشان داد که با افزایش تنش خشکی درصد جوانه‌زنی علف‌های چمنی کاهش یافته بود. بنابراین به‌نظر می‌رسد این پدیده وقتی اتفاق می‌افتد که جذب آب توسط بذر دچار اختلال گردد و یا جذب به آرامی صورت بگیرد و در نتیجه فعالیتهای متابولیکی جوانه‌زنی در داخل بذر به آرامی انجام خواهد گرفت و در نتیجه مدت زمان لازم برای خروج ریشه‌چه از بذر افزایش یافته و سرعت جوانه‌زنی کاهش می‌یابد (Marchner, 1995 و De & Kar, 1995).

با افزایش تنش اسمزی نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه افزایش یافت؛ البته یکی از دلایل افزایش طول ریشه‌چه در شرایط تنش جذب بیشتر آب جهت جوانه‌زنی است که این امر خود باعث افزایش فعالیت متابولیکی در داخل بذر برای جوانه‌زنی می‌شود (El-sharkawi, *et al.*, 1989). در این رابطه Sharp (۲۰۰۲) با بررسی رشد طولی ریشه و اندام‌های هوایی ذرت در پتانسیلهای پایین آب ملاحظه نمود که در پتانسیل آبی که باعث توقف کامل رشد ساقه‌چه شد، رشد ریشه‌چه‌های ذرت همچنان ادامه یافت. شواهد موجود حکایت از این دارد که افزایش آبسیزیک اسید[1] در پتانسیلهای پایین آب اثرات متفاوتی بر رشد طولی ریشه و اندام‌های هوایی دارد. به‌طوری‌که رشد اندام‌های هوایی را متوقف می‌سازد، ولی ریشه به رشد خود ادامه می‌دهد. کاهش جذب آب توسط بذر در شرایط تنش خشکی باعث کاهش ترشح هورمون‌ها و آنزیم‌ها و در نتیجه آن اختلال در رشد گیاهچه می‌گردد (اصغری، ۱۳۷۱).

به‌طورکلی نتایج این تحقیق نشان داد که با افزایش تنش خشکی کلیه صفات کاهش یافتند، درحالی‌که با افزایش تنش نسبت R/S و نسبت وزن خشک به تر گیاهچه افزایش یافت.آزمایش‌های مختلف بیانگر این مطلب است که در اثر تنش خشکی طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در هر دو محیط کاهش ولی نسبت R/S افزایش می‌یابد. یکی از دلایل آن این است که در شرایط تنش خشکی ارقام مقاوم در مراحل اولیه تنش از سرعت رشد ریشه بیشتری برخوردارند، در نتیجه نسبت R/S در آنها زیاد می‌شود (De & Kar, 1995). تفاوت بین گونه‌ها از لحاظ نسبت R/S در اثر تنشهای خشکی شدیدتر بیشتر بود که نشان‌دهنده حساسیت بیشتر این صفت در قبال تنش خشکی می‌باشد و می‌توان از آن به‌عنوان معیاری برای مقاومت به خشکی استفاده کرد. تنش خشکی از طریق کاهش طول گیاهچه و درصد جوانه‌زنی باعث کاهش شاخص بنیه بذر شد. این نتایج با یافته‌های قاسمی فیروزآبادی (۱۳۸۰)، طویلی (۱۳۷۸) و سعیدیان (۱۳۷۵) مطابقت داشت.

با توجه به نتایج ژنوتیپ آستانه (۲٤۰٦٦) در هر دو شرایط ژرمیناتور و گلخانه با داشتن حداکثر مقدار در صفات مورد اندازه‌گیری، ازجمله شاخص بنیه بذر بیشترین مقاومت را از خود نشان داد و به‌عنوان یکی از ژنوتیپهای مناسب برای احیاء مراتع در شرایط خشکی معرفی گردید.

1- ABA: Acid Absisic

منابع مورد استفاده

اصغری، م.، ۱۳۷۱. اثر اتیلن در تنظیم اسمزی و رشد بافتهای محوری و لپه‌ای دانه آفتابگردان در شرایط تنش خشکی. مجله علوم وصنایع کشاورزی، ج۷ ص ۱۳۷-۱٤٥.

رحیمیان مشهدی، ح.، باقری، ع. و پاریاب، ا.، ۱۳۷۰. اثر پتانسیلهای مختلف حاصل از پلی‌اتیلن‌گلایکول و کلرور سدیم توام با درجه حرارت بر جوانه‌زنی در توده‌های گندم دیم. مجله علوم و صنایع کشاورزی، جلد ٥ ص٤٥-۳٦.

زهتابیان، غ.ر.، آذرنیوند، ح. و شریفی کاشان، م.م.، ۱۳۸۰. بررسی اثر تنش شوری و خشکی بر روی سه گونه مرتعی *Agropyron intermedium*، *Avena barbata* و *Panicum antidotale*. مجله منابع طبیعی ایران، جلد ٥٤، صفحه ٤۰۹- ٤۲۱.

سعیدیان، ف.، ۱۳۷٥. بررسی مقاومت به خشکی و کارایی مصرف آب در دو گونه مرتعی. پایان نامه کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

سندگل، ع.، ۱۳٦۸. اصول تولید و نگهداری بذر گیاهان مرتعی و علوفه‌ای. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور.

صحت نیاکی، ن.، ۱۳۷٤. پوشش گیاهی علوفه ایران در هر باریوم کیو لندن. انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ٦٦٦ صفحه.

صفوی، ی.، ۱۳۸۹. بررسی اثرات تنش کم‌آبی بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در دو گونه *Agropyron tauri* و *Agropyron repens* در دو شرایط ژرمیناتور و گلخانه. پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد، گروه اصلاح نباتات دانشگاه آزاد اسلامی بروجرد.

طویلی، ع.، ۱۳۷۸. بررسی مقاومت به خشکی سه گونه مرتعی. پایان نامه کارشناسی ارشد مرتع‌داری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

علیزاده، م.ع. و جعفری، ع.ا.، ۱۳۸۹. تأثیر سرمادهی بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه پنج اکوتیپ علف باغ (*Dactylis glomerata*) در دو شرایط آزمایشگاه و گلخانه. تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد ۱۷ ص۱۲٦-۱۱٥.

قاسمی فیروزآبادی، ا.، ۱۳۸۰. بررسی مقاومت در برابر شوری و خشکی بر روی دو گونه مرتعی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

کوچکی، ع. و ظریف کتابی، ح.، ۱۳۷٥. تعیین درجه حرارت مطلوب جوانه‌زنی و بررسی اثرات شوری و خشکی در چند گونه مرتعی. نشریه علمی پژوهشی بیابان، شماره ۱ ص ۲٤- ۳٦.

کوچکی، ع.، خیابانی، ح. و سرمدنیا، غ.، ۱۳۷۲. تولید محصولات زراعی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ٦۳۸ صفحه.

کریمی، ه.، ۱۳۷٤. اسامی گیاهان ایران. مرکز نشر دانشگاهی، تهران، ٤۱٦ صفحه.

مرادی، پ. و جعفری، ع.، ۱۳۸٥. مهمترین صفات موثر در عملکرد ۷ گونه جنس Poa. تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان جنگلی و مرتعی، شماره ۱٤: ۲٥-۳۱.

مظفریان، و.ا.، ۱۳۷٥. فرهنگ نام‌های گیاهان ایران. انتشارات فرهنگ معاصر، تهران، ٤۲۰ صفحه.

Abdulbaki, A.A. and Anderson, J.D., 1975. Vigor determination in soybean seed by multiple criteria. Crop Sci, 13:630–633.

Baalbaki, R.Z., Zurayk, R.A. ,Blelk, M.M. and Tahouk, S.N., 1999. Germination and seedling development of drought tolerant and susceptible wheat under moisture stress. Seed Sci. and Technol, 27: 291–302.

Basra, S.M.A., Ashraf, M., Igbal, N., Khaliq, A. and Ahmad, R., 2004. Physiological and biochemical aspects of pre-sowing heat stress on cotton seed. Seed Sci Tech, 32: 765–774.

De, R. and Kar, R.K., 1995. Seed germination and seedling growth of Mung bean (*Vigna radiata*) under water stress induces by PEG6000. Seed Science and Technology, 23: 310–308.

De Villiers, A.J., Van Rooyrn, M.W., Theron, G.K. and Van Deventer, H.A., 1994. Germination of three namaqualand pioneer species, as influenced by salinity, temperature and light. Seed Sci and Technol, 22: 427–433.

El-Sharkawi, H.M., Farghali, K.A. and Sayed, S.A., 1989. Interactive effects of water stress, temperature and nutrients in seed germination of tree desert plants. Academic press of Egypt.

Greipsson, S. and Davy, A., 1996. Aspects of seed germination in the dune-building grass *Leymus arenarius*. Icelandic Agricultural Sciences, 10: 209-217.

white beans (*phaseolos vulgaris* L.). Plant Variety Seed, 9: 119–125.

Prisco, J.T., Baptista, C.R. and Pinheiro, J.L., 1992. Hydration dehydration Seed Pre-treatment and its effects on seed germination under water stress condition. Revta. Brasil. Bot. 15: 31-35.

Rechinger, Karl Heinz. 1970. Flora Iranica.Vol.70, Graze, Austria.

Seefeldt, S.S., Kidwell, K.K. and Waller, J.E., 2002. Base growth temperature, germination rate and growth response of contemporary spring wheat cultivars from the USA pacific North West. Field drop Res, 75: 47–52.

Sharp, R.E., 2002. Interaction with ethylene: changing views on the role of abscises acid in root and shoot growth response to water stress. Plant, Cell and Environment, 25: 211–222.

Lekh, R. and Khairwal, I.S., 1993. Evaluation of pearl millet hybrids and their parents for germ inability and field emergence. Indian Jour. Plant Physiol, 2: 125-127.

Macginnies, W.J., 1960. Effects of Moisture stress and temperature on germination of six range grasses. Agronomy Jour. 52: 159–162.

Maguire, J.D., 1962. Speed of germination: aid in selection and evaluation for seedling Vigor. Crop Sci, 2: 176–177.

Marchner, H., 1995. Mineral Nutrition of higher plants. Second reprint. Academic press, PP: 6-73.

Mayer, A.M. and Mayber, A.P., 1989. The germination of seeds. Pergamum press, Pp. 44-50.

Michel, B.E. and Kaufman, M.R., 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. Plant Physiology, 51: 914-916.

Opoku, G., Davies, F.M., Zetrio, E.V. and camble, E.E., 1996. Relationship between seed vigor and yield of

Effect of drought stress and cold treatment on germination and seedling growth of *Poa pratensis* and *Poa trivialis* under germination and greenhouse condition

Baghdadi, E.[1], Jafari, A.A.[2]*, Alizadeh, M.A.[3] and Gorji, A.H.[4]

1-M.Sc. in Plant Breeding, Islamic Azad University Borujerd, Borujerd, Iran.
2*- Corresponding Author, Professor, Research Institute of Forests and Rangelands, Email:aajafari@rifr-ac.ir
3- Assistant Professor, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran.
4- Assistant Professor, Islamic Azad University Borujerd, Borujerd, Iran.

Received: 07.09.2011 Accepted: 11.04.2012

Abstract

Poa genus has important role for livestock grazing and forage production. To evaluate the effects of both drought and cold treatments on seed germination and seedling growth, 6 genotypes of *Poa pratensis* and *Poa trivialis* were examined in laboratory and greenhouse using a factorial experiment based on completely randomized design in three replications. Drought levels (0, -0.3, -0.6, -0.9 and -1.2 MPa), made by PEG 6000 solution, were related to the germinator experiment. For green house experiment, five drought levels of 20, 40, 60, 80, 100% field capacity (FC) were made by weighting of wet and dried soil. Data were collected and analyzed for seed germination percent, speed of germination, root/shoot length ratio, seedling length, vigor index and seedling weight. Results showed significant differences between drought treatments, species, genotypes within species and interaction effects between drought and species for most of traits. No seeds were germinated in -0.9, -1.2Mpa, indicating low to moderate resistance of two species to drought stress. Seed germination traits were decreased by increasing drought stress. In contrast, the shoot/root length ratios (R/S) and dry/fresh seedling weight ratio (D/F) were increased. For -0.3MPa stress, the means of seed germination percent, root and shoot length were 11, 10 and 16% lower than those for control, respectively. In greenhouse, for 20% FC, the average values of root and shoot lengths were decreased by 34 and 23% than those for control. The R/S values were increased to maximum values by increasing drought stress. Therefore, it was suggested as a good indicator for screening of drought resistant genotypes. In comparison between control and cold pre treatment (4°C), results showed significant effects of cold treatments for some of seed germination characteristics in laboratory. It was concluded that genotype Astaneh (24066), belonging to *Poa pratensis*, had higher values for most of seed characteristics and vigor index than those for other five genotypes in both environments and it was recognized as superior genotype for breeding improved varieties.

Key words: *Poa pratensis*, *Poa trivialis*, seed germination, PEG 6000, germination, drought, cold