Archive of SID

ارزیابی صفات فیزیکی بذر در ارتباط با مقاومت به تنش خشکی چهار ژنوتیپ پسته در مرحله رشد دانهالی

فاروق فهیمی خویردی*[۱]، محمدحسین شمشیری[۲]

تاریخ ارسال: ۱۳۹۷/۰۹/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۸/۲۲

چکیده

به منظور بررسی صفات فیزیکی بذر و ارتباط آن با مقاومت به تنش خشکی چند ژنوتیپ پسته در مرحله رشد دانهالی، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی و بصورت فاکتوریل با دو فاکتور خشکی در چهار سطح (۰، ۰/۵-، ۱- و ۲- مگاپاسکال) و ژنوتیپ در چهار سطح (ابارقی، بادامی ریز زرند، قزوینی و سرخس) به اجرا درآمد. بعد از جمع‌آوری بذور ژنوتیپ‌های مورد نظر، صفات وزن بذر، وزن مغز، طول و قطر بذر اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که تفاوت‌هایی از نظر ابعاد بذر بین ژنوتیپ‌ها وجود دارد به‌طوری که ژنوتیپ ابارقی و بادامی‌ریز زرند بیشترین وزن بذر و وزن مغز بذر را دارا بودند درحالی که ژنوتیپ سرخس کمترین مقدار را داشت. ضرایب همبستگی بین صفات فیزیکی بذر و پارامترهای رویشی (ارتفاع، قطر ساقه، تعداد برگ، وزن خشک و ...) نشان داد که همبستگی بالایی بین صفت وزن بذر با تعداد برگ (R^2=0.93) در ژنوتیپ ابارقی و بین صفت وزن مغز با وزن خشک شاخساره (R^2=0.95) در ژنوتیپ بادامی‌ریز زرند وجود دارد. بین صفات فیزیکی بذر و صفات رویشی (ارتفاع، قطر ساقه، تعداد برگ) در ژنوتیپ سرخس همبستگی معنی‌داری مشاهده نشد. نتایج نشان داد که تفاوت در رشد ژنوتیپ‌ها در مرحله رشد دانهالی می تواند به تفاوت در اندازه بذر ژنوتیپ‌ها مربوط باشد به‌طوری که ژنوتیپ ابارقی و بادامی‌ریز با اندازه بذر بزرگتر، رشد بیشتری را نسبت به ژنوتیپ سرخس دارا بودند. نتایج نشان داد که تنش خشکی باعث کاهش وزن خشک دانهال‌ها گردید، به‌طوری که وزن خشک در ژنوتیپ سرخس در سطح خشکی ۲- مگاپاسکال با ۶۸ درصد نسبت به تیمار شاهد بیشترین کاهش را نشان داد و ژنوتیپ بادامی‌ریز زرند در سطح خشکی ۲- مگاپاسکال با ۵۴ درصد کمترین کاهش وزن خشک را نسبت به تیمار شاهد دارا بود. با توجه به اینکه ژنوتیپ بادامی‌ریز زرند وزن خشک بیشتر و صفات رویشی بهتری در

[۱] - دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولیعصر رفسنجان

[۲] - عضو هیات علمی گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان، ایران

*نویسنده مسئول: shamshiri@vru.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مرحله رشد دانهالی در سطح خشکی ۲- مگاپاسکال نشان داد، مقاوم‌ترین ژنوتیپ به تنش خشکی در بین ژنوتیپ های مورد مطالعه می باشد.

واژه‌های کلیدی: پسته، تنش خشکی، صفات فیزیکی بذر، رشد رویشی

مقدمه

تنش خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده رشد و نمو و عملکرد گیاهان بویژه در مناطق خشک و نیمه خشک جهان محسوب می‌شود (۳۲). میزان کم نزولات آسمانی و پراکنش نامنظم آن سبب بروز تنش خشکی در طول دوره رشد گیاهان می‌شود (۱۹). خشکسالی و تنش ناشی از آن مهمترین و رایج‌ترین تنش محیطی است که هر ساله خسارت‌های هنگفتی به محصولات کشاورزی در جهان بخصوص ایران که به عنوان کشوری خشک و نیمه خشک محسوب می‌گردد، وارد می‌نماید (۳). تنش خشکی معمولا تاثیر منفی بر رشد گیاه داشته و سبب کاهش سطح برگ، تعداد برگ، تراکم ریشه، پیری برگ، رشد ساقه، ریشه و در نهایت باعث کاهش عملکرد محصولات کشاورزی می‌گردد (۲۵). انتخاب مناسب ژنوتیپ‌های مقاوم در برابر شرایط نامطلوب محیطی، خاک و بیماری‌ها برای افزایش بهره‌وری و عملکرد در مراحل مختلف رشد و زندگی گیاه امری مهم و ضروری می‌باشد (۱۸). مطالعات انجام شده روی گیاه انگور (۲۳) و زیتون (۳۵) نشان داد که انتخاب پایه مناسب نقش مهمی در روابط آبی و رشد رویشی گیاهان در پاسخ به شرایط تنش خشکی ایفا می‌کند. در همین راستا در پژوهشی که به منظور شناسایی ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی بادام صورت گرفت، تنش خشکی اثر نامطلوبی بر رشد رویشی ژنوتیپ‌ها گذاشت اما پاسخ آن‌ها به شرایط تنش متفاوت بود به‌طوری که ژنوتیپ وایت (white) با کارایی استفاده از آب بالاتر و رشد رویشی بهتر، از مقاومت بالاتری به شرایط تنش برخوردار بود (۳۷). در بررسی اثر تنش خشکی روی چهار گونه هلو (*P. persica, P. ferganesis*) و هیبریدهای بین گونه‌ای آن‌ها سطح برگ در اثر تنش خشکی در ژنوتیپ‌های مختلف متفاوت بود به‌طوری که بیش‌ترین سطح برگ در گونه *P. persica* و کمترین در گونه *P. ferganesis* مشاهده شد (۳۵).

پژوهش‌های صورت گرفته نشان داده است که تنوع وسیعی در ارتباط با اندازه بذر و ابعاد بذر بین گونه‌های گیاهی وجود دارد (۱۲). گزارش شده که تفاوت‌هایی در اندازه بذور تولید شده گیاهان به دلایل اندازه گل‌آذین و میوه‌ها وجود دارد. و اندازه بذر بر روی رشد دانهال تاثیرگذار است (۱۷). طی پژوهشی تاثیر اندازه بذر و مواد ذخیره دو گونه بلوط (*Quercus laurina* و *Q. rugosa*) را بر رشد و بقای دانهال‌های آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت نتایج بیانگر این بود که ارتباط مثبت و معنی‌داری بین وزن بذر و رشد دانهال وجود دارد و اندازه بذر به میزان چشم‌گیری بر ارتفاع،

www.SID.ir

Archive of SID

قطر ساقه و سطح برگ تاثیر می‌گذارد و همچنین بیان کردند که دانهال حاصل از بذور بزرگتر نسبت به تنش‌های محیطی مقاوم‌تر می‌باشند (۱۱). همچنین در پژوهشی روی درخت پیله ماهونیا (*Afzelia quanzensi*) گزارش شد که بذور بزرگتر این گونه گیاهی ارتفاع ساقه و رشد ریشه بیشتری نسبت به بذور کوچکتر تولید می‌کنند (۲۸).

محلول اسمزی که اغلب برای شبیه‌سازی شرایط تنش خشکی در شرایط آزمایشگاهی استفاده می‌گردد ماده پلی اتیلن گلیکول (PEG) است که یک ماده اسموتیک فعال و بی‌اثر، غیریونی و تقریبا نفوذناپذیر به سلول‌های گیاهی بوده و غالبا برای القاء تنش خشکی و حفظ یکنواختی پتانسیل آب در طول آزمایش مورد استفاده قرار می‌گیرد (۲۶) از این ماده به منظور غربالگری ژنوتیپ مقاوم به خشکی توسط بسیاری از محققین استفاده شده است (۱۳).

پسته (*P. vera* L.) به عنوان یکی از مهمترین محصولات باغی و سومین کالای صادراتی ایران از اهمیت اقتصادی ویژه در بین محصولات کشاورزی برخوردار است (۳۸). گسترش این محصول در خیلی از مناطق به دلیل محدودیت آب و شرایط آب و هوایی عملی نیست. بنابراین برای حفظ موقعیت جهانی اولین تولید کننده پسته دنیا، باید میزان عملکرد محصول در واحد سطح را افزایش داد. نیل به این هدف با اعمال مدیریت صحیح کاشت، داشت و برداشت ممکن می‌باشد تا بتوان شرایط مناسب را برای تولید حداکثر محصول ایجاد نمود (۱). پسته به دلیل دو پایه بودن و سیستم گرده افشانی آزاد دارای هتروزیگوسیتی بالایی است. از این رو تنوع بسیار زیادی در بین ژنوتیپ‌های آن از نظر شکل برگ و خشک میوه وجود دارد. از آنجا که بذر تولید شده حاصل نیمی از ریخته ارثی پدری و نیمی از ریخته ارثی مادری است، این عامل منجر به ظهور ژنوتیپ‌های جدید شده و زمینه لازم را برای دستیابی به ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی در برنامه‌های اصلاحی تولید پایه‌های مقاوم به خشکی فراهم می‌کند (۱۴). در راستای بررسی میزان مقاومت پایه‌های پسته نسبت به خشکی چندین مطالعه تا کنون به انجام رسیده که همگی در شرایط گلخانه‌ای و بر روی دانهال های پایه ای بوده است. به عنوان نمونه در آزمایشی، اثر تنش خشکی در سه دور آبیاری (۳، ۶ و ۹ روز) بر رشد دانهال‌های دو ماهه بادامی ریز زرند بررسی شد که بر اساس آن، با افزایش شدت تنش از میزان رشد رویشی کاسته شد و بهترین نتیجه در دور سه روز بدست آمد (۷). همچنین در آزمایشاتی حد تحمل پایه های مختلف پسته به تنش خشکی مورد بررسی قرار گرفته است (۳، ۴، ۵). با وجود اینکه درخت پسته در اکثر مناطق ایران بوسیله بذر و پیوند یک رقم تجاری روی آن تکثیر می‌شود (۲) و همچنین تنوع ژنتیکی بسیار زیاد ناشی از هتروزیگوتی بذر و تفاوت‌هایی که در اندازه و ابعاد خشک میوه در ژنوتیپ‌های مختلف پسته وجود دارد تا کنون پژوهشی بر روی ارتباط صفات بذر با پارامترهای رویشی و ارتباط آن با مقاومت به تنش خشکی انجام نشده است. در همین راستا این پژوهش

www.SID.ir

Archive of SID

با هدف ارزیابی صفات فیزیکی بذر در ارتباط با مقاومت به تنش خشکی چهار ژنوتیپ پسته در مرحله رشد دانهالی با نام‌های بادامی ریز زرند، قزوینی، ابارقی و سرخس انجام شده است.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی و ارزیابی صفات فیزیکی بذر در ارتباط با مقاومت به تنش خشکی چهار ژنوتیپ پسته در مرحله رشد دانهالی، آزمایشی در سال ۱۳۹۲ در آزمایشگاه و گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان انجام گرفت. برای انجام این آزمایش بذور ژنوتیپ‌های بادامی‌ریز زرند، قزوینی و سرخس از موسسه تحقیقات پسته ایران واقع در شهرستان رفسنجان و بذر ژنوتیپ ابارقی از شهرستان ابارق واقع در جنوب استان کرمان تهیه شدند. بذور پس از جمع‌آوری به منظور ارزیابی یکسری خصوصیات فیزیکی شامل طول بذر، قطر بذر، وزن بذر، وزن مغز بذر مورد بررسی قرار گرفتند. در ابتدا بذور سالم، از بذور ناسالم جدا شد و بعد از برداشتن پوسته خشک، مغز بذر را به مدت ۱۵ دقیقه در محلول ۲/۵ در هزار قارچ کش بنومیل همراه با هیپوکلریت سدیم ۵ درصد به منظور ضدعفونی خیسانده و سپس با آب مقطر شستشو شدند. پس از شستشو با آب مقطر بذرها در پارچه مرطوب و محل تاریک در دمای ۲۵ درجه سلسیوس به مدت یک هفته نگهداری شدند تا جوانه بزنند. تعداد ۲ عدد بذر جوانه‌دار شده از هر رقم در گلدان‌های پنج لیتری حاوی پرلایت کشت شدند. بعد از منتقل کردن گلدان‌ها به گلخانه با متوسط دمای ۲۷/۶ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۳۰ درصد و شدت نور میانه روز ۱۰±۵۰ کیلولوکس به مدت چهل روز با محلول غذایی کامل هوگلند تغذیه شدند. سطوح خشکی با افزودن پلی‌اتیلن گلایکول (PEG) ۶۰۰۰ به محلول کامل هوگلند بر اساس فرمول میچل و کافمن (۱۹۷۳) فراهم گردید (۲۹). پس از گذشت چهل روز از رشد گیاه چهار سطح خشکی ۰، ۰/۵-، ۱- و ۲- مگاپاسکال به مدت سه ماه اعمال شد.

اندازه‌گیری خصوصیات بذر

تعداد ۱۶۰ عدد بذر از هر ژنوتیپ انتخاب و صفات وزن بذر، وزن مغز بذر، طول و قطر بذر با استفاده از کولیس دیجیتالی و ترازو اندازه‌گیری شدند.

www.SID.ir

Archive of SID

پارامترهای رویشی

پارامترهای رویشی که در این آزمایش اندازه‌گیری شد شامل تعداد برگ، سطح برگ، ارتفاع ساقه، قطر ساقه، وزن خشک ریشه و ساقه، درصد ریزش برگ، طول سیستم ریشه و نسبت ریشه به شاخساره بود. ارتفاع با استفاده از خط کش و سطح برگ با استفاده از دستگاه سنجش سطح برگ (Leaf area meter, CI-202, USA) بر اساس سانتی‌متر مربع بدست آمد. برای اندازه‌گیری وزن خشک، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته و سپس توزین شدند.

طول سیستم ریشه‌ای

طول سیستم ریشه‌ای بر اساس روش نیومن (۳۳) اندازه‌گیری شد. به این ترتیب که ۰/۵ گرم از ریشه تازه را برداشته و آن را در پتری‌دیش حاوی مقداری آب ریخته و پتری‌دیش را روی صفحه شطرنجی با مربع‌هایی به ابعاد ۰/۵×۰/۵ سانتی‌متر قرار داده و تعداد نقاط تلاقی در صفحه شطرنجی توسط ریشه شمارش گردید. سپس با جایگذاری تعداد نقاط در فرمول زیر طول ریشه بر حسب سانتی‌متر برای ۰/۵ گرم وزن تر بدست آمد. طول کل سیستم ریشه‌ای با استفاده از وزن تر کل ریشه و تناسب بدست آمد.

تعداد نقاط تلاقی × ۰/۳۹۲ = طول ریشه بر حسب سانتی‌متر

نسبت ریشه به شاخساره

برای بدست آوردن نسبت ریشه به شاخساره بعد از برداشت گیاه و جدا کردن ریشه از شاخساره، نمونه‌ها را به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده و سپس وزن شد. نسبت ریشه به شاخساره از فرمول زیر محاسبه شد (۲۸):

وزن خشک شاخساره / وزن خشک ریشه = نسبت ریشه به شاخساره

ابزار تجزیه و تحلیل آماری

آزمایش حاضر در قالب طرح کاملاً تصادفی و بصورت فاکتوریل با دو فاکتور خشکی در چهار سطح (۰، ۰/۵-، ۱- و ۲- مگاپاسکال) و رقم در چهار سطح (بادامی، قزوینی، سرخس و ابارقی) در چهار تکرار انجام شد. برای بدست آوردن ضرایب همبستگی پیرسون و تجزیه آماری داده‌ها از نرم افزار SAS و برای ترسیم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده گردید. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح ۱ و ۵ درصد انجام شد.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج

نتایج تجزیه واریانس صفات فیزیکی بذر نشان داد که این صفات تحت تاثیر اثرات ساده ژنوتیپ قرار گرفتند (جدول ۱). نتایج حاصل از مقایسه میانگین صفات فیزیکی بذر نشان داد که در توده‌های بذری ژنوتیپ‌های پسته تفاوت معنی‌داری از نظر این صفات وجود دارد (جدول ۲). در ارتباط با وزن مغز ژنوتیپ‌های ابارقی و بادامی‌ریز زرند بیشترین وزن مغز را داشتند. به طوری که تفاوت بین آنها معنی‌دار نبود و ژنوتیپ سرخس کمترین وزن مغز را با ۰/۲۰ گرم نشان داد. در ارتباط با صفت وزن و قطر بذر ژنوتیپ ابارقی بیشترین وزن بذر و قطر بذر را نشان داد و ژنوتیپ سرخس از کمترین مقدار برخوردار بود. از نظر صفت طول بذر ژنوتیپ‌های ابارقی و بادامی‌ریز زرند بیشترین طول بذر را در اختیار داشتند و ژنوتیپ سرخس از کمترین صفت طول بذر برخوردار بود (جدول ۲).

پارامترهای رویشی

ارتفاع ساقه

نتایج تجزیه واریانس مربوط به اثر سطوح مختلف خشکی و ژنوتیپ بر ارتفاع ساقه معنی‌دار ولی اثر متقابل آنها تاثیر معنی‌داری بر پارامتر ارتفاع نداشت (جدول ۳). با توجه به نتایج مقایسه‌ی میانگین‌ها، با افزایش سطوح خشکی ناشی از پلی‌اتیلن گلیکول (PEG) ارتفاع ساقه به طور معنی‌داری کاهش یافت وکمترین میزان ارتفاع مربوط به سطح خشکی ۲- مگاپاسکال بود (شکل ۱ الف). بیشترین ارتفاع ساقه به ترتیب مربوط به ژنوتیپ بادامی‌ریز زرند و ابارقی و کمترین میزان ارتفاع در ژنوتیپ سرخس مشاهده شد (شکل ۱ ب).

جدول ۱- نتایج جدول تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات فیزیکی بذر.

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن بذر	وزن مغز	قطر بذر	طول بذر
تکرار	۱۵	۰/۰۰۴	۰/۰۰۱	۰/۱۴	۰/۰۰۴
ژنوتیپ	۴	۰/۹۴^{xx}	۰/۳۵^{xx}	۲۷/۴۴^{xx}	۰/۶۱^{xx}
خطا	۷۸	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰۹	۹/۴۲	۰/۰۱
ضریب تغییرات (٪)	-	۷/۵۸	۷/۲۳	۴/۳۶	۷/۱۲

^{xx} و ^{x} به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد.

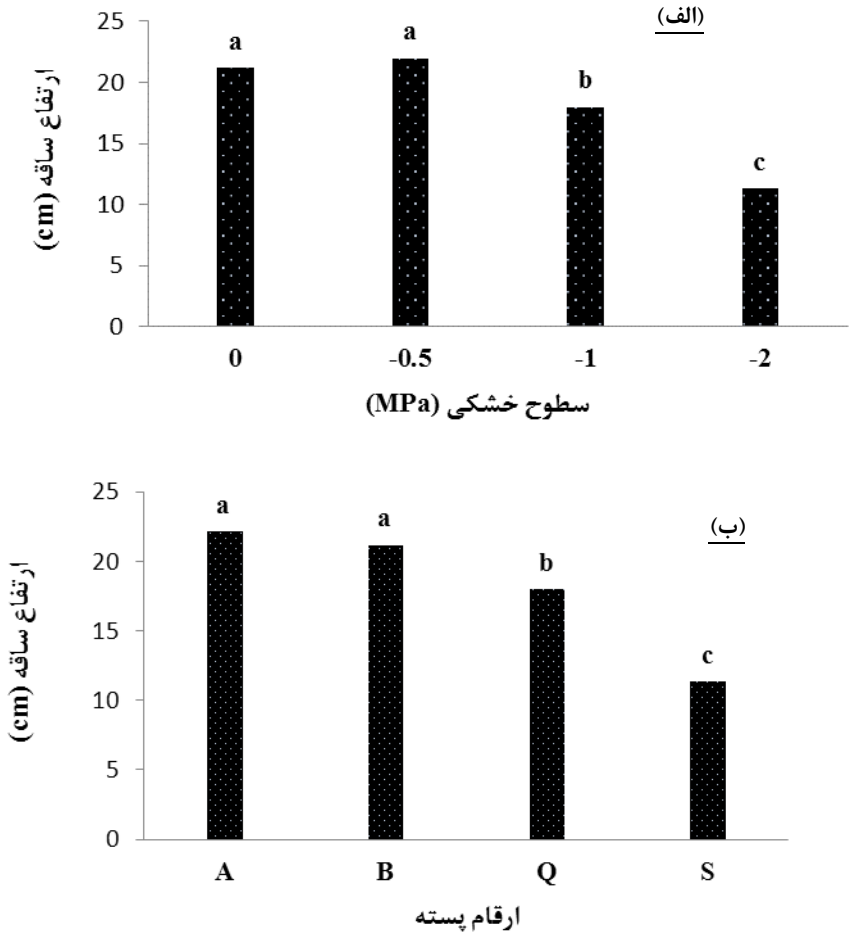
www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات فیزیکی بذر ژنوتیپ‌های پسته.

ژنوتیپ	وزن مغز (g)	وزن بذر (g)	قطر بذر (mm)	طول بذر (cm)
ابارقی	۰/۴۶^{a}	۰/۸۸^{a}	۸/۲۶^{a}	۱/۶۰^{a}
بادامی ریز زرند	۰/۴۰^{a}	۰/۷۴^{b}	۷/۴۰^{b}	۱/۶۶^{a}
قزوینی	۰/۳۲^{b}	۰/۶۶^{c}	۶/۶۹^{c}	۱/۴۹^{b}
سرخس	۰/۲۰^{c}	۰/۴۰^{d}	۵/۰۶^{d}	۱/۳۲^{c}

اعداد مندرج در جدول میانگین ۱۶۰ بذر می باشد.



شکل ۱- تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی ناشی از افزودن PEG 6000 به محلول غذایی هوگلند بر ارتفاع ژنوتیپ‌های پایه‌ای پسته

A (ابارقی)، B (بادامی ریز زرند)، Q (قزوینی)، S (سرخس)

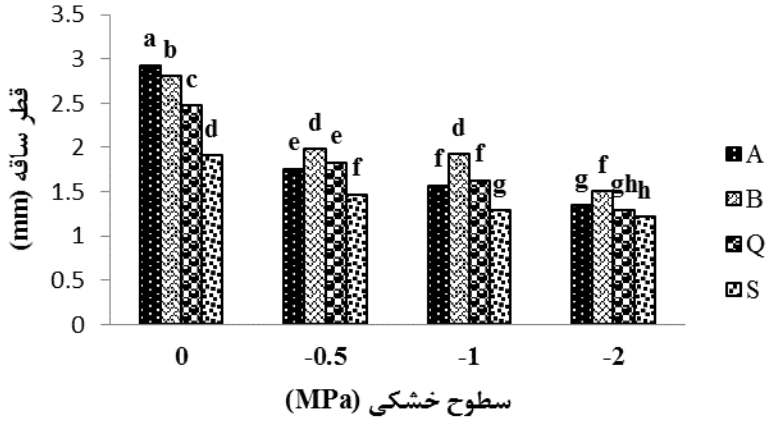
ستون‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد فاقد تفاوت معنی‌دار هستند.

www.SID.ir

Archive of SID

قطر ساقه

قطر ساقه در هر چهار ژنوتیپ، با افزایش سطوح خشکی از ۰ به ۲- مگاپاسکال روند نزولی داشت (شکل ۲). در بررسی حاضر بیشترین قطر ساقه مربوط به تیمار شاهد (پتانسیل اسمزی صفر) در ژنوتیپ ابارقی و بادامی‌ریز زرند مشاهده شد. باتوجه به نتایج مقایسه میانگین در سطح خشکی ۲-، کمترین میزان قطر ساقه مشاهده شد که در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی ژنوتیپ بادامی‌ریز زرند تفاوت معنی‌داری از لحاظ قطر ساقه در سطح بالای خشکی (۲-) نسبت به سایر ژنوتیپ نشان داد و در بین ژنوتیپ‌ها سرخس، قزوینی و ابارقی تفاوت معنی‌داری در این صفت، در این سطح از تنش مشاهده نشد.



شکل ۲- تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی ناشی از افزودن PEG 6000 به محلول غذایی هوگلند بر قطر ساقه ژنوتیپ‌های پایه‌ای پسته

A (ابارقی)، B (بادامی ریز زرند)، Q (قزوینی)، S (سرخس).

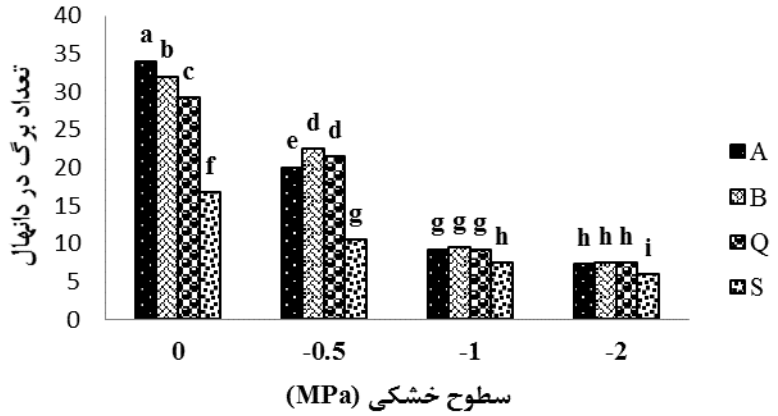
ستون های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد فاقد تفاوت معنی دار هستند.

تعداد برگ

نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به تعداد برگ (جدول ۳) نشان داد که برهمکنش تنش خشکی و ژنوتیپ بر تعداد برگ اثر معنی‌داری در سطح یک درصد دارد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین نشان داد که با افزایش سطوح خشکی تعداد برگ در همه ژنوتیپ کاهش یافت. کمترین تعداد برگ مربوط به بالاترین سطح خشکی (پتانسیل اسمزی ۲-) در هر چهار ژنوتیپ مشاهده شد ولی ژنوتیپ سرخس در این سطح از خشکی از کمترین تعداد برگ برخوردار بود. بیشترین تعداد برگ مربوط به تیمار شاهد (پتانسیل اسمزی صفر) در ژنوتیپ بادامی‌ریز زرند، ابارقی و قزوینی مشاهده شد (شکل ۳).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳- تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی ناشی از افزودن PEG 6000 به محلول غذایی هوگلند بر تعداد برگ ژنوتیپ‌های پایه‌ای پسته.

A (ابارقی)، B (بادامی ریز زرند)، Q (قزوینی)، S (سرخس)

ستون های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد فاقد تفاوت معنی‌دار هستند.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس مربوط به اثر تنش خشکی بر برخی خصوصیات رویشی پسته.

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع	قطر ساقه	تعداد برگ	ریزش برگ	طول سیستم ریشه‌ای	سطح برگ	وزن خشک شاخساره	وزن خشک ریشه	نسبت ریشه به شاخساره
ژنوتیپ	۳	۳۷۶/۱۴^{xx}	۰/۹۷**	۱۵۹/۲۲^{xx}	۵۵۶/۸۴^{xx}	۵۴۰۵/۶۵^{xx}	۲۵۴۶۹/۶۶^{xx}	۱۲/۳۰^{xx}	۱۳/۱۷^{xx}	۱۲۳/۵۶^{xx}
خشکی	۳	۱۴۱/۹۱^{xx}	۳/۷۸^{xx}	۱۱۴۳/۳۶^{xx}	۵۷۱/۴۵^{xx}	۱۲۷۶/۴۶^{xx}	۲۰۴۷۹/۵۸^{xx}	۱۰/۱۶^{xx}	۱۱/۱۰^{xx}	۲۲۷/۰۷^{xx}
خشکی× ژنوتیپ	۹	۱۶/۸۶^{ns}	۰/۱۱^{xx}	۹۶۲/۵۶^{xx}	۷۰/۹۴^{xx}	۱۹۶۱/۰۲^{xx}	۱۶۹۸۸/۴۹^{xx}	۰/۶۲^{xx}	۰/۷۹^{xx}	۳۵۱/۶۴^{xx}
خطا	۴۷	۱۴/۷۱	۰/۰۴	۶/۱۷	۳/۷۳	۶۴۱/۸۳	۲۵۳/۹۹	۰/۰۱	۰/۰۶	۹/۶۲
CV		۲۱/۱۲	۱۱/۵۲	۱۸/۴۶	۲۰/۰۲	۱۴/۴۳	۱۷/۷۱	۶/۳۲	۱۴/۵	۴/۴۲

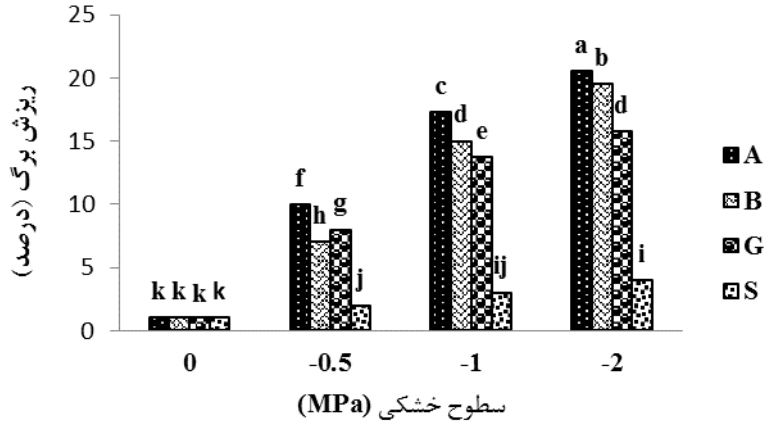
^{xx} و ^{x} به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد.

www.SID.ir

Archive of SID

ریزش برگ

خشکی به شدت باعث افزایش ریزش برگ در هر چهار ژنوتیپ مورد مطالعه گردید به‌طوری که کمترین میزان ریزش برگ در گیاهان شاهد با میانگین نزدیک به صفر و بیشترین میزان آن در بالاترین سطح خشکی (۲- مگاپاسکال) به ترتیب در ژنوتیپ‌های ابارقی و بادامی‌ریز زرند با میانگین ۲۰/۵۰ و ۲۰/۲۵ مشاهده شد و ژنوتیپ سرخس با میانگین ۴ از کمترین میزان ریزش برخوردار بودند (شکل ۴).



شکل ۴- تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی ناشی از افزودن PEG 6000 به محلول غذایی هوگلند بر ریزش برگ ژنوتیپ‌های پایه‌ای پسته.

A (ابارقی)، B (بادامی ریز زرند)، Q (قزوینی)، S (سرخس)

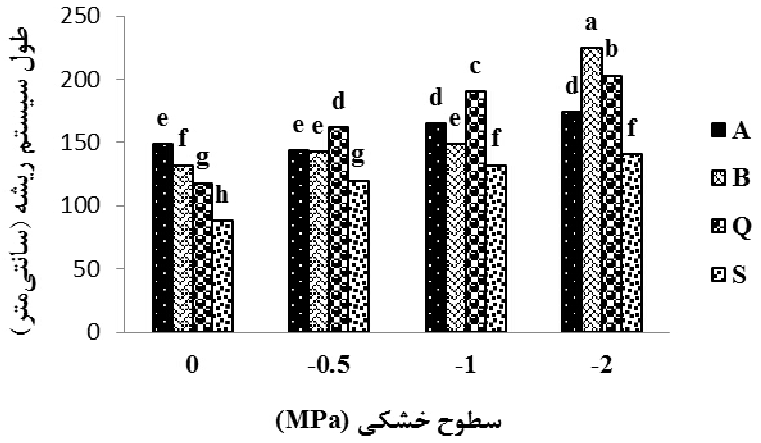
ستون های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد فاقد تفاوت معنی‌دار هستند.

طول سیستم ریشه‌ای

طبق نتایج بدست آمده سطوح خشکی بر طول سیستم ریشه‌ای ژنوتیپ‌های پسته از نظر آماری تاثیر گذار بودند. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در همه ژنوتیپ با افزایش تنش خشکی طول سیستم ریشه‌ای افزایش یافت به‌طوری که بیشترین طول سیستم ریشه‌ای در سطح خشکی ۲- (مگاپاسکال) در ژنوتیپ بادامی‌ریز زرند و قزوینی و کمترین طول سیستم ریشه‌ای در ژنوتیپ سرخس در سطح خشکی صفر (مگاپاسکال) مشاهده گردید (شکل ۵).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵- تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی ناشی از افزودن PEG 6000 به محلول غذایی هوگلند بر طول سیستم ریشه‌ای ژنوتیپ‌های پایه‌ای پسته.

A (ابارقی)، B (بادامی ریز زرند)، Q (قزوینی)، S (سرخس).

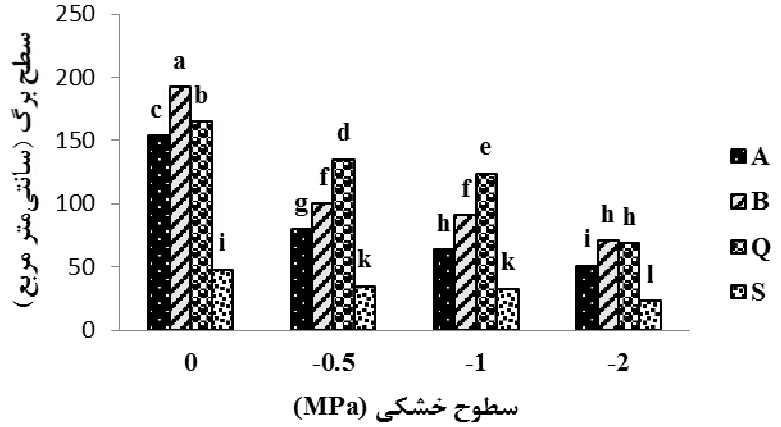
ستون های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد فاقد تفاوت معنی‌دار هستند.

سطح برگ

نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به سطح برگ (جدول ۳) نشان داد که تیمار خشکی در سطح احتمال یک درصد، بر مجموع سطح برگ دانهال‌های پسته تاثیر گذار بود. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نیز نشان داد که با افزایش تنش خشکی ناشی از پلی‌اتیلن گلیکول سطح برگ در گیاهان تحت تیمار کاهش یافت. بیشترین سطح برگ در سطح صفر (مگاپاسکال) در ژنوتیپ بادامی‌ریز زرند و قزوینی و کمترین میزان سطح برگ مربوط به ژنوتیپ سرخس در سطح خشکی ۲- مشاهده شد (شکل ۶).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۶- تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی ناشی از افزودن PEG 6000 به محلول غذایی هوگلند بر مجموع سطح برگ ژنوتیپ‌های پایه‌ای پسته.

A (ابارقی)، B (بادامی ریز زرند)، Q (قزوینی)، S (سرخس).

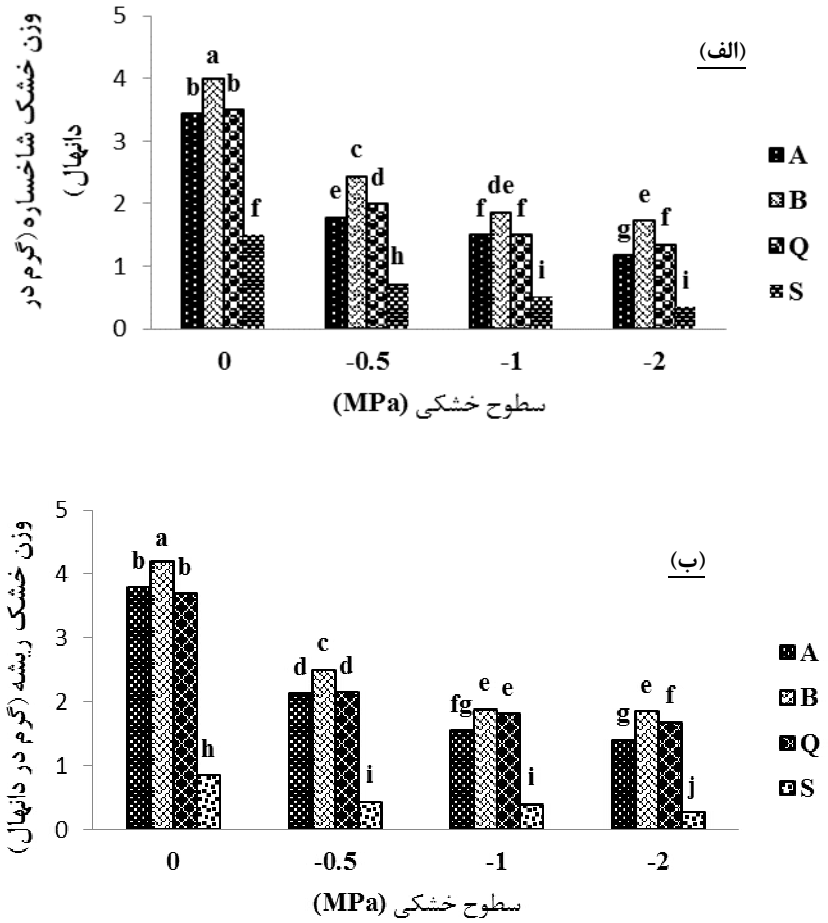
ستون های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد فاقد تفاوت معنی دار هستند.

وزن خشک اندام هوایی و ریشه

وزن خشک اندام هوایی در ژنوتیپ‌های پسته تحت تاثیر تنش خشکی و برهمکنش ژنوتیپ و خشکی قرار گرفت (جدول ۳). نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش سطوح پلی‌اتیلن گلیکول وزن خشک اندام هوایی به طور چشمگیری کاهش یافت. در سطح خشکی شاهد (صفر مگاپاسکال) وزن خشک اندام هوایی در همه دانهال‌ها بیشترین مقدار بود و ژنوتیپ بادامی ریز زرند بیشترین میزان وزن خشک را نشان داد. در سطح خشکی ۲- مگاپاسکال از میزان وزن خشک شاخساره کاسته شد با این حال پاسخ ژنوتیپ‌ها نسبت به این سطح از تنش متفاوت بود. به‌طوری که وزن خشک شاخساره در ژنوتیپ سرخس نسبت به تیمار شاهد ۶۸ درصد کاهش نشان داد و وزن خشک شاخساره در ژنوتیپ بادامی‌ریز زرند ۵۴ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش داشت (شکل ۷ الف). نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به وزن خشک ریشه (جدول۳) نشان داد که تنش خشکی و اثر متقابل آن با ژنوتیپ اثر معنی‌داری بر میزان وزن خشک ریشه ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در این تحقیق گذاشت. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیش‌ترین میزان وزن خشک ریشه مربوط به تیمار شاهد (پتانسیل صفر) در ژنوتیپ بادامی‌ریز زرند مشاهده شد همچنین در این تیمار ژنوتیپ سرخس کمترین میزان وزن خشک ریشه را تولید کرد. در بالاترین سطح تنش (۲- مگاپاسکال) ژنوتیپ بادامی‌ریز زرند وزن خشک ریشه بیشتری نسبت به ژنوتیپ قزوینی، ابارقی و سرخس تولید کرد (شکل ۷ ب).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۷- تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی ناشی از افزودن PEG 6000 به محلول غذایی هوگلند بر وزن خشک اندام هوایی و ریشه ژنوتیپ‌های پایه‌ای پسته.

A (ابارقی)، B (بادامی ریز زرند)، Q (قزوینی)، S (سرخس).

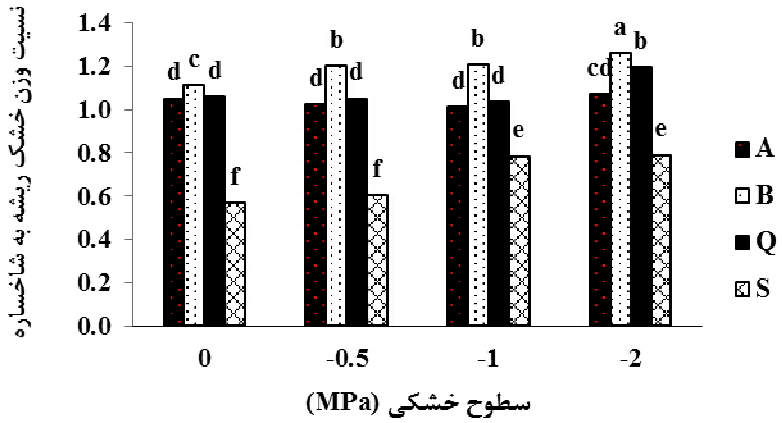
ستون های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد فاقد تفاوت معنی‌دار هستند.

نسبت ریشه به شاخساره

نسبت ریشه به شاخساره با افزایش سطوح خشکی در هر چهار ژنوتیپ افزایش یافت (شکل ۸). نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش تنش خشکی نسبت ریشه به شاخساره روند افزایشی نشان داد. به‌طوری که در سطح خشکی ۲- مگاپاسکال ژنوتیپ‌ها از نسبت ریشه به شاخساره بالاتری برخوردار بودند با این حال تفاوت‌هایی بین ژنوتیپ‌ها مشاهده شد به‌طوری که در بالاترین سطح از خشکی ژنوتیپ بادامی‌ریز زرند و قزوینی دارای بالاترین میزان نسبت ریشه به شاخساره بودند و ژنوتیپ سرخس کمترین نسبت ریشه به شاخساره را در اختیار داشت.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۸- تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی ناشی از افزودن PEG 6000 به محلول غذایی هوگلند بر نسبت ریشه به ساقه ژنوتیپ های پایه‌ای پسته.

A (ابارقی)، B (بادامی ریز زرند)، Q (قزوینی)، S (سرخس)

ستون های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد فاقد تفاوت معنی دار هستند.

ضرایب همبستگی بین صفات فیزیکی بذر با پارامترهای رویشی

بررسی همبستگی بین صفات فیزیکی بذر با صفات رویشی ژنوتیپ‌های پسته نشان داد که بین صفات وزن بذر و وزن مغز بذر با صفت تعداد برگ در ژنوتیپ ابارقی همبستگی بالایی مشاهده شد (R^2=۰/۹۳ و R^2= ۰/۸۹) همچنین در این ژنوتیپ بین صفات قطر و طول بذر با صفت قطر ساقه همبستگی بیشتری با R^2=۰/۹۱ و R^2= ۰/۷۱ مشاهده گردید (جدول ۴). در ارتباط با همبستگی بین صفات فیزیکی بذر با صفات رویشی ژنوتیپ بادامی‌ریز زرند مشاهده گردید که بین وزن بذر و صفت تعداد برگ همبستگی بیشتری با R^2= ۰/۹۴ و بین وزن مغز با وزن خشک شاخساره همبستگی بالایی با R^2= ۰/۹۵ وجود دارد (جدول ۴). همانطور که جدول شماره ۶ نشان می‌دهد بین صفت وزن بذر و وزن مغز بذر با صفت وزن خشک شاخساره در ژنوتیپ قزوینی به ترتیب همبستگی بالایی با R^2= ۰/۷۴ و R^2= ۰/۸۰ وجود دارد. در ژنوتیپ سرخس بین صفات وزن بذر و وزن مغز با صفات رویشی ارتفاع، قطر ساقه، تعداد برگ و سطح برگ همبستگی معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۷).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- ضرایب همبستگی بین صفات فیزیکی بذر و رشد رویشی ژنوتیپ ابارقی.

پارامتر	ارتفاع (Cm)	قطر ساقه (mm)	تعداد برگ	سطح برگ (Cm^2)	وزن خشک شاخساره (gr)	وزن خشک ریشه (gr)
وزن بذر	۰/۶۹*	۰/۶۷*	۰/۹۳**	۰/۶۲*	۰/۷۰*	۰/۸۴**
وزن مغز	۰/۶۷*	۰/۶۴*	۰/۸۹**	۰/۶۴*	۰/۸۱**	۰/۷۹**
قطر بذر	۰/۶۳*	۰/۹۱**	۰/۸۶**	۰/۶۰*	۰/۸۳**	۰/۶۹*
طول بذر	۰/۶۷*	۰/۷۱*	۰/۶۶*	۰/۵۷*	۰/۵۲*	۰/۶۸*

* و ** به ترتیب بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد.

جدول ۵- ضرایب همبستگی بین صفات فیزیکی بذر و رشد رویشی ژنوتیپ بادامی‌ریز زرند.

پارامتر	ارتفاع (Cm)	قطر ساقه (mm)	تعداد برگ	سطح برگ (Cm^2)	وزن خشک شاخساره (gr)	وزن خشک ریشه (gr)
وزن بذر	۰/۸۲**	۰/۷۱*	۰/۹۴**	۰/۵۸*	۰/۸۸**	۰/۷۴*
وزن مغز	۰/۹۰**	۰/۶۹*	۰/۹۱**	۰/۷۲*	۰/۹۵**	۰/۸۸**
قطر بذر	۰/۸۸**	۰/۹۶**	۰/۹۰**	۰/۸۹**	۰/۹۴**	۰/۸۳**
طول بذر	۰/۸۵**	۰/۷۳*	۰/۸۸**	۰/۶۲*	۰/۷۹**	۰/۸۸**

* و ** به ترتیب بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۶- ضرایب همبستگی بین صفات فیزیکی بذر و رشد رویشی ژنوتیپ قزوینی.

پارامتر	ارتفاع (Cm)	قطر ساقه (mm)	تعداد برگ	سطح برگ (Cm^2)	وزن خشک شاخساره (gr)	وزن خشک ریشه (gr)
وزن بذر	۰/۷۲*	۰/۷۶*	۰/۵۶*	۰/۵۲*	۰/۷۴**	۰/۷۱*
وزن مغز	۰/۷۸**	۰/۵۲*	۰/۴۷	۰/۶۲*	۰/۸۰**	۰/۷۵**
قطر بذر	۰/۷۷**	۰/۸۹**	۰/۸۳**	۰/۶۲*	۰/۷۸**	۰/۶۹**
طول بذر	۰/۶۳*	۰/۷۰*	۰/۶۵*	۰/۶۸*	۰/۷۲*	۰/۵۷*

* و ** به ترتیب بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد.

جدول ۷- ضرایب همبستگی بین صفات فیزیکی بذر و رشد رویشی ژنوتیپ سرخس.

پارامتر	ارتفاع (Cm)	قطر ساقه (mm)	تعداد برگ	سطح برگ (Cm^2)	وزن خشک شاخساره (gr)	وزن خشک ریشه (gr)
وزن بذر	۰/۴۵	۰/۳۷	۰/۳۴	۰/۴۷	۰/۵۸*	۰/۶۱*
وزن مغز	۰/۳۴	۰/۲۳	۰/۳۶	۰/۴۲	۰/۵۰*	۰/۵۷*
قطر بذر	۰/۴۵	۰/۳۷	۰/۴۶	۰/۵۳*	۰/۴۴	۰/۴۹*
طول بذر	۰/۳۶	۰/۵۰*	۰/۳۵	۰/۶۵*	۰/۵۷*	۰/۵۴*

* و ** به ترتیب بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد.

بحث

نتایج پژوهش فوق نشان داد که با افزایش سطوح خشکی پارامترهای رویشی در همه‌ی ژنوتیپ ها کاهش یافته است ولی رفتار آنها نسبت به سطوح تنش متفاوت بود. در بین ژنوتیپ‌ها ژنوتیپ بادامی‌ریز زرند کمترین کاهش وزن خشک را در سطح خشکی ۲- مگاپاسکال نسبت به تیمار شاهد نشان داد و ژنوتیپ سرخس بیشترین کاهش وزن خشک را در سطح خشکی ۲- مگاپاسکال نسبت به تیمار شاهد نشان داد. همانطور که نتایج مقایسه میانگین صفات

www.SID.ir

Archive of SID

فیزیکی بذر (جدول ۲) نشان می‌دهد بین صفات فیزیکی بذر ژنوتیپ‌ها تفاوت‌های معنی‌داری وجود دارد به‌طوری که در بین ژنوتیپ‌ها ژنوتیپ سرخس کمترین وزن بذر، وزن مغز، قطر و طول بذر را نشان داد. با توجه به نتایج این جدول تفاوت در رشد ژنوتیپ ها در شرایط گلخانه می‌تواند به دلیل اندازه متفاوت بذور این ژنوتیپ ها باشد. در پژوهشی که به‌منظور بررسی تاثیر اندازه بذر بر صفات رویشی دانهال‌های مختلف بلوط انجام شد بالاتر بودن وزن خشک و ارتفاع دانهال‌ها را به اندازه بذر ارتباط دادند و گزارش کردند که هرچه اندازه بذر بزرگ‌تر باشد دانهال حاصله نیز بزرگتر می-شود (۳۱). همچنین گزارش شده که بذور بزرگتر درصد و سرعت جوانه‌زنی بالاتری دارند و سرعت جوانه‌زنی بالاتر بذر فرصت بیشتری به منظور رشد، به دانهال حاصله داده و سبب تولید بیشتر ماده تر، خشک و رشد سریع‌تر دانهال بوجود آمده می‌شود (۱۵).

اندازه‌گیری ضرایب همبستگی بین صفات فیزیکی بذر با پارامترهای رشد رویشی نشان داد که ارتباط مثبتی بین صفات وزن، طول و قطر بذر با رشد رویشی وجود دارد. از لحاظ صفت ارتفاع در ژنوتیپ‌های ابارقی، بادامی و قزوینی ارتباط مثبتی با صفات فیزیکی بذر نظیر وزن بذر، وزن مغز، قطر و طول بذر مشاهده شد در صورتی که بین این صفات و ارتفاع دانهال ژنوتیپ سرخس ارتباط معنی‌داری مشاهده نگردید. با توجه به بذر کوچکتر، رشد و ارتفاع کمتر ژنوتیپ سرخس در شرایط گلخانه این نتیجه قابل توجیه می‌باشد. کایدان و یاگمور (۲۰۰۸) بیان نمودند که وزن بذر رابطه مستقیمی با ارتفاع دانهال گیاه تری‌تیکاله (گیاهی از تلاقی گندم و چاودار) دارد (۲۱). بذور سبک‌تر (ریزتر) دانهال کوچکتری نسبت به بذور سنگین‌تر تولید می‌کنند همچنین نتایج این پژوهش نشان داد که دانهال بدست آمده از بذور بزرگتر (بادامی‌ریز زرند و ابارقی) در پتانسیل‌های پایین‌تر خشکی ناشی از PEG مقاومت بیشتر و قدرت زنده ماندن بالاتری از خود نشان می‌دهند. گزارش شده که ذخیره کربوهیدرات در آندوسپرم بذور بزرگ‌تر نسبت به بذور کوچکتر بیشتر است و در نتیجه در شرایط نامساعد محیطی بذور که ذخیره غذایی بیشتری داشته باشند، آسیب ناشی از شرایط نامساعد را جبران می‌کنند (۱۱). در پژوهشی روی گیاه *Virola surinamensis* صفات مرتبط با بذر با شاخص‌های رشدی چون ارتفاع دانهال و سطح برگ همبستگی مثبتی مشاهده شد به طوری که ارتفاع با وزن بذر همبستگی مثبت داشت و توانستند ارتفاع دانهال بوجود آمده از کشت بذور را در این گیاه تخمین بزنند (۲۰).

در پژوهش حاضر بین وزن بذر با وزن خشک ریشه و شاخساره ارتباط مثبت و معنی‌داری مشاهده شد به‌طوری که هرچه وزن بذر ژنوتیپ بالاتر بود وزن خشک شاخساره و ریشه نیز بیشتر بود. به نظر می‌رسد بذور سنگین‌تر به دلیل ذخیره مواد غذایی بیشتر جهت رشد در شرایط یکسان خشکی دانهال‌های بزرگتری نسبت به بذور ریز تولید می-کنند و در نتیجه از توان مقاومت بالاتری به شرایط خشکی برخور دار هستند (۲۱). دانهال بوجود آمده از بذور بزرگتر

www.SID.ir

Archive of SID

به دلیل رشد سریع‌تر نسبت به بذور کوچک‌تر از ظرفیت فتوسنتزی بالاتری برخوردارند و با تولید مواد غذایی بیشتر رشد بهتری انجام می‌هند (۱۲). در شرایط تنش، بذور سنگین‌تر ژنوتیپ‌های پسته (ابارقی و بادامی، جدول ۱) نسبت به بذور سبک‌تر (ژنوتیپ سرخس)، وزن خشک بالاتری تولید کردند. گزارش شده که بذور بزرگتر به دلیل قدرت تولید سیستم ریشه‌ای قوی در شرایط کمبود آب و استفاده بیشتر از عناصر غذایی ماده خشک بیشتری تولید می‌کنند (۲۷). همبستگی مثبت و معنی‌داری بین رشد شاخساره و ریشه با اندازه بذر درخت *Pterocarpus angolensis* وجود دارد و گزارش شده که بقا و پایداری این گونه در شرایط نامساعد محیطی وابسته به ذخیره مواد غذایی موجود در بذر این گیاه می‌باشد (۳۰).

طول ریشه نیز یک صفت مهم برای مقاومت به شرایط تنش خشکی در گیاهان می‌باشد (۲۴). هنگامی که گیاهان تحت شرایط تنش خشکی قرار می‌گیرند، تا آستانه معینی که به مقاوم بودن آن گونه وابسته است، ریشه‌ها رشد بیشتری پیدا می‌کنند و بدین‌سان نسبت وزن خشک ریشه به شاخساره‌ی آنها افزایش می‌یابد. دلیل این رویکرد تخصیص ماده خشک بیشتری به ریشه جهت گسترش آن است (۲۲). بقا و زنده ماندن یک نهال حاصل از بذر تحت شرایط تنش خشکی به تخصیص بیشتر مواد غذایی بذر به ریشه مرتبط است و با تولید حجم ریشه بیشتر به جذب آب و مواد غذایی از لایه‌های عمیق‌تر خاک کمک می‌کند (۳۴). نتایج این پژوهش نشان داد که انتخاب بذور بزرگ نسبت به بذور کوچک به دلیل رشد رویشی بهتر، سیستم ریشه قوی‌تر و تولید وزن خشک بیشتر در شرایط یکسان دانهال-های مقاومتری به شرایط تنش تولید می‌کنند همچنین نتایج ما نشان داد در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی در مرحله رشد دانهالی، ژنوتیپ بادامی‌ریز زرند با دارا بودن وزن خشک بیشتر و صفات رشدی بهتر، از مقاومت بالاتری به شرایط تنش خشکی برخوردار می‌باشد.

منابع

۱- پناهی، ب.، اسماعیل پور، ع.، مؤذن پورکرمانی، ف . و مهین، م . ۱۳۸۱. راهنمای پسته (کاشت، داشت و برداشت). نشر آموزش کشاورزی.

۲- خوشخوی، م.، شیبانی، ب.، روحانی، ا. و تفضلی، ع. ۱۳۷۳. اصول باغبانی. انتشارات دانشگاه شیراز.

۳- صباغ پور، س. ح. ۱۳۸۲. سازوکارهای تحمل به خشکی در گیاهان. فصل نامه خشکی و خشکسالی کشاورزی، شماره ۱۳، صفحه ۳۲-۲۱.

www.SID.ir

Archive of SID

۴- فهیمی، ف. و شمشیری، م. ح. ۱۳۹۵. رزیابی عملکرد فتوسیستم II در چهار رقم پایه ای پسته اهلی با استفاده از تکنیک فلورسانس کلروفیل در شرایط تنش خشکی. فرایند و کارکرد گیاهی، ۱۷ (۵)، ۹۵-۱۰۸.

۵- قاسمی، م.، ارزانی، ق.، یداللهی، ع. و حکم آبادی، ح. ۱۳۹۲. اثر تنش خشکی بر فلورسانس، مقدار و شاخص کلروفیل چهار پایه دانهالی پسته. مجله پژوهش آب در کشاورزی، ۲۷ (۴)، ۴۷۵-۴۸۵.

۶- کریمی، ح، ر. ۱۳۸۹. فیلوژنی گونه‌های جنس پسته. نشر پلک.

۷- نیکویی دستجردی، م. ر.، پناهی، ب. و تاج آبادی پور، ع. ۱۳۹۳. اثر تنش خشکی بر روی خصوصیات رویشی دانهال‌های پسته رقم بادامی زرند. اولین همایش ملی پسته ایران، ۹ تا ۱۰ شهریورماه، دانشگاه شهید باهنر کرمان.

8- Antonovis, J. and J. Schmrt. 1986. Paternal and maternal effects on propagule size in *Anthoxantum odoratum*. Oecologia, 69:277-282.

9- Bagheri, V., Shamshiri, M.H., Shirani, H. and H. Roosta. 2012. Nutrient uptake and distribution in mycorrhizal pistachio seedlings under drought stress. Journal of Agricultural Science and Technology, 14: 1591–1604.

10- Baraloto, C. and P. Forget. 2007. Seed size, seedling morphology, and response to deep shade and damage in neotropical rain forest trees. The American Journal of Botany, 94: 901–911.

11- Bonfil, C. 1998. The effects of seed size, cotylodon reseves, and herbivory on seedling survival and growth in *Quercus rugosa* and *Q. laurina*. American Journal of Botany, 85:79-87.

12- Eboin, A. O., Agboola D. A., Ayodele, M. and A. M. Aduradola. 2003. Efect of seed sizes and seedling growth of some savanna tree legumes. ASSET Journal, 109–113.

13- Falconer, D.S. and T. F. Mackay. 1996. Introduction to quantitative genetics. Pearson publication, London, UK.

14- Farshadfar, E., Zamani, M., Motallebi, M. and A. Imamjomeh. 2001. Selection for drought resistance in chickpea lines. Iranian Journal of Agricultural Sciences, 32: 65-77.

15- Gholami, M., Rahemi, M., and B. Kholdebarin. 2010. Effect of drought stress induced by polyethylene glycol on seed germination of four wild almond species. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 4: 785-791.

16- Gikloo, T. S. and B. Elhami. 2012. Physiological and morphological responses of two almond cultivars to drought stress and cycocel. International. Reserch Journal of Applied and Basic Science, 3: 1000-1004.

17- Giles, E. B. 1990. The effects of variation in seed size on growth and reproduction in the wild barley *Hordium vulgar ssp. Spontaneum*. The Genetical Society of Great Britan, 64:239-250.

www.SID.ir

Archive of SID

18- Gijon, M. d. C., Gimenez, C., Perez, D., Guerrero, J., Couceiro, J. F. and A. Moriana. 2010. Rootstock influences the response of pistachio (*Pistacia vera* L. cv. Kerman) to water stress and rehydration. Scientia horticulturae, 125: 666-671.

19- Gupta, P. and S. Rustgi. 2004. Molecular markers from the transcribed expressed region of the genome in higher plants. Functional & integrative genomics, 4: 139-162.

20- Henry, F. and M. Richter. 1982. Effect of seed size on seedling size in virola surinamensis a within and between tree analysis. Oecologia, 53: 347-351.

21- Kaydan, D. and M. Yagmur. 2008. Germination, seedling growth and relative water content of shoot in different seed sizes of triticale under osmotic stress of water and NaCl. African Journal of Biotechnology Vol. 7 (16), pp. 2862-2868.

22- Knipfer, T., Besse, M., Verdeil, L. and Fricke, W. 2011. Aquaporin-facilitated water uptake in barley (*Hordeum vulgare* L.) roots. Journal of Experimental Botany, 62: 4115-4126.

23- Koundouras, S., Tsialtas, I. T., Zioziou, E. and N. Nikolaou. 2008. Rootstock effects on the adaptive strategies of grapevine (*Vitis vinifera* L. cv. Cabernet–Sauvignon) under contrasting water status: Leaf physiological and structural responses. Agriculture, ecosystems & environment, 128: 86-96.

24- Leishman, M. and M. Westoby. 1994. The role of seed size in seedling establishment in dry soil conditions experimental evidence from semi-arid species. Juornal of Ecology, 82(2): 249-258.

25- Luvaha, E., Netondo, G. and G. Ouma. 2012. Effect of water deficit on the growth of mango (*Mangifera indica*) rootstock seedlings. Department of Botany and Horticulture Kisumu, Maseno University, Kenya: 2-4pp.

26- Lu, Z. and P. M. Neumann. 1998. Water-stressed maize, barley and rice seedlings show species diversity in mechanisms of leaf growth inhibition. Journal of Experimental Botany, 49: 1945-1952.

27- Lopez, F., Johansen B. and Y. S. Chauhan. 1996. Effects of timing of drought stress on phenology yield and yield components of short duration. Journal of Agronomy and Crop Science, 177: 311-320.

28- Mtambalika, K., Muntali, C., Gondwe, D. and E. Misanjo. 2014. Effect of seed size of *Afzelia quanzensis* on germination and seedling growth, International Journal of Forestry Researc, 38:5-54.

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

30- Mwase, F. and T. Mvula. 2001. Efect of seed size and pre-treatment methods of *Bauhinia thonningii* on germination and seedling growth. African Journal of Biotechnology, 5143–5148.

31- Quero, J., Villar, R., Maranon, T., Zamora, R., and P. Lourens. 2007. Seed- effects in four mediterranean Quercus species (Fagacwae) growing in cotrasing environments. American Journal of Botany, 94 (11): 1795-1803.

32- Nadernejad, N., Ahmadimoghadam, A., Hossyinifard, J. and S. Poorseyedi. 2013. Evaluation of pal activity, phenolic and flavonoid contents in three pistachio (*Pistacia vera* L.) cultivars grafted onto three different rootstocks. Journal of Stress Physiology & Biochemistry, 9: 84-97.

www.SID.ir

Archive of SID

33- Newman, E. 1966. A metod of estimating the total length of root in a sample. Journal Applied Ecology, 3:139-145.

34- Padilla, F. M., de Dios Miranda, J. and F. I., Pugnair. 2007. Early root growth plasticity in seedlings of three mediterranean woody species. Plant and soil, 296: 103-113.

35- Petridis, A., Therios, I., Samouris, G., Koundouras, S. and A. Giannakoula. 2012. Effect of water deficit on leaf phenolic composition, gas exchange, oxidative damage and antioxidant activity of four greek olive (*Olea europaea* L.) cultivars. Plant Physiology and Biochemistry, 60: 1-11.

36- Rieger, M., Bianco, R. L. and W. Okie. 2003. Responses of prunus ferganensis, *Prunus persica* and two interspecific hybrids to moderate drought stress. Tree Physiology, 23: 51-58.

37- Yadollahi, A., Arzani, K., Ebadi A., Wirthensohn, M. and S. Karimi. 2011. The response of different almond genotypes to moderate and severe water stress in order to screen for drought tolerance. Scientia horticulturae, 129: 403-413.

38- Zeinoddini, A., Amirpure, M. and M. Farazmand. 2007. Evaluation of irrigation quality on soils mutation and pistachio yield in anar zone. 10th Congeress of Iranian Soil Science, Shahrivar. Karaj, 355-356.

www.SID.ir