تأثیر پیری تسریع شده و تنش خشکی بر جوانه‌زنی و مؤلفه‌های رشدی گیاهچه‌های جو

ایمان احمدی[1*]، محمدحسین قرینه[2]

[1]دانشجوی دکتری، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، ایران

[2]دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، ایران

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۸/۱۴ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۰/۱۹

چکیده

جوانه‌زنی و سبز شدن سریع بذر، یک عامل مهم و تعیین کننده عملکرد نهایی گیاهان است. تنش خشکی و فرسودگی بذور مهم ترین عوامل غیر زیستی تهدیدکننده گیاهان به ویژه جو است. در این پژوهش به منظور بررسی اثر سطوح مختلف فرسودگی بذر و تنش خشکی بر جوانه‌زنی بذر جو، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار اجرا گردید. تیمارهای مورد بررسی در این آزمون شامل سطوح فرسودگی در سه سطح (شاهد، ٤٨ و ٩٦ ساعت)، رقم در پنج سطح (جنوب، زهک، به‌رخ، کارون و ریحانه) و تنش خشکی با استفاده از پلی اتیلن گلایکول در سه سطح (شاهد، ۲- و ٤- بار) بودند. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که فرسودگی ٩٦ ساعت و تنش خشکی ۲- بار کمترین سرعت جوانه‌زنی را در رقم جنوب به وجود آورد، با توجه به اینکه کمترین درصد جوانه‌زنی در همین رقم و در فرسودگی ٤٨ ساعت با تنش ٤- بار گزارش شد. کمترین میزان طول ریشه‌چه و ساقچه به ترتیب در تیمارهای رقم جنوب در فرسودگی ٤٨ ساعت و تنش شاهد و همچنین رقم به‌رخ در تیمارهای بدون فرسودگی و تنش ٤- بار مشاهده شد. با افزایش میزان فرسودگی و شدت تنش در تمام ارقام مورد آزمایش روند نزولی را نشان داد.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، جو، جوانه زنی، فرسودگی بذر

مقدمه

جوانه‌زنی بذر، سبز شدن گیاهچه و استقرار گیاه جنبه‌های مهمی از تولید هستند، و اجزاء اصلی از قدرت بذر یا گیاهچه را شامل می‌شود (Devaiah et al., 2007). کیفیت بالای بذر از نظر زراعی دارای اهمیت زیادی می‌باشد، و شامل سرعت جوانه‌زنی بالا و محتویات ثابت بعد انبارداری می‌شود. (De figueiredo et al., 2003) گزارش کردند که اثر قوه‌ی نامیه بذر بر قدرت رویش گیاهچه‌ها و به شرایط محیطی در طول مراحل رشد گیاه وابسته است. کاهش کیفیت بذر، منجر به جوانه‌زنی نامطلوب و کاهش قدرت رشد گیاهچه‌ها، بخصوص تحت شرایط فرسودگی می‌گردد (De Figueiredo et al., 2003). آزمون تسریع فرسودگی، یکی از مهم‌ترین آزمون‌های استفاده شده برای ارزیابی پتانسیل فیزیولوژیکی گونه‌های مختلف بذرها می‌باشد. مهم‌ترین تغییراتی که ضمن زوال در بذر ایجاد می‌شود، شامل کاهش یکپارچگی غشا، تغییر ساختمان ملکولی هسته و کاهش فعالیت آنزیم‌هاست (Tekrony et al., 1995).

*نویسنده مسئول: imanahmadi200@gmail.com

قدرت بذر ویژگی‌هایی از بذر گیاه زراعی را شامل می‌شود که با میزان سبز شدن و استقرار گیاهچه در مزرعه و نیز با قابلیت انبارداری آن بذر در ارتباط است (Santos et al., 2007). طبق تعریف انجمن بین‌المللی آزمون بذر (ISTA, 2015)، قدرت بذر مجموعه‌ای از خصوصیات بذر است که میزان و سطح فعالیت کارکرد بذر و یا توده بذری را در خلال جوانه‌زنی و ظهور گیاهچه تعیین می‌کند.

فرسودگی بذر، پدیده‌ای فیزیولوژیک است که پس از رسیدگی فیزیولوژیک بذر و در دوره‌ی پس از برداشت در شرایط بالا بودن دما، رطوبت و فشار اکسیژن محیط نگهداری بذر به تدریج آغاز شده و موجب تخریب ساختار بذر، افزایش تنفس و فعالیت آنزیم‌ها در بذر و نفوذپذیری غشاهای سلولی می‌شود که به کاهش قوه نامیه بذر و گیاهچه و در نهایت عملکرد محصول می‌انجامد (Garcia del Moral et al., 2003).

کاهش درصد جوانه‌زنی در اثر فرسودگی بذر، توسط محققان زیادی گزارش شده است. در آزمایش‌های Gharineh et al., 2008 روی فرسودگی بذر ارقام مختلف کلزا مشخص شده است که تنش فرسودگی بذر روی شاخص های مزرعه‌ای اندازه‌گیری شده، به ویژه استقرار گیاهچه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک تاثیر گذار بوده و باعث کاهش شاخص‌ها شده است. همچنین، با افزایش فرسودگی، درصد جوانه زنی بذور کاهش یافته است.

کیفیت بذر تحت تاثیر عوامل بسیاری از جمله رقم، خلوص ژنتیکی، خلوص فیزیکی، قوه نامیه، قدرت جوانه‌زنی‌بذر، رطوبت بذر، اندازه بذر، وزن بذر، رنگ بذر و فرسودگی بذر می‌باشد که در این میان فرسودگی بذر از اهمیت خاصی برخوردار است (Agrawal, 2005).

بذر با کیفیت با قدرت بالاتر می‌توانند بهتر سبز شوند و در شرایط مواجه با تنش‌های محیطی گیاهچه‌های نیرومندتری تولید کنند (De figueiredo et al., 2003). از بین عوامل متعددی که بذر را تحت تاثیر قرار می‌دهند فرسودگی بذر از مهم ترین آنها می‌باشد. از آنجایی که بذر مهم‌ترین نهاده در کشاورزی بوده و بیش‌ترین سهم را در جهت افزایش و یا کاهش عملکرد دارا می‌باشد و همچنین با توجه به اهمیت و جایگاه محصول جو، جهت دستیابی آسان به حداکثر عملکرد دانه و بهروری بیش‌تر، استفاده از بذر با کیفیت بالا بیش از هر زمان احساس می‌شود.

تنش شوری باعث کاهش پارامترهایی همچون طول گیاهچه، وزن خشک گیاهچه، شاخص بنیه گیاهچه می‌شود (سقاتول اسلامی و همکاران، ۲۰۱۲).گیاهان در مرحله جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه حساسیت بیشتری به تنش‌های محیطی از جمله خشکی دارند از آنجایی که جوانه زنی با جذب آب آغاز می‌شود، کمبود آب در این مرحله بر حسب طول مدت و شدت تنش موجب نبود جوانه زنی یا کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی می‌گردد (حسینی و رضوانی مقدم، ۲۰۰۶). تحمل به خشکی در این مرحله مهم می‌باشد (فرخی و همکاران، ۲۰۰٤). به‌طور کلی تنش خشکی در مناطق خشک و نیمه خشک باعث کاهش عملکرد محصول می‌شود. گیاهان با روش‌های گوناگون در برابر تنش‌های غیر زیستی مقاومت می‌کنند.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در آزمایشگاه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه رامین انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ٤ تکرار، ۵ رقم: ۱- جنوب ۲- زهک ۳- بهرخ ٤- کارون ۵- ریحانه در ۳ سطح : ۱- شاهد بدون فرسودگی، ۲- ٤۸ ساعت فرسودگی و ۳- ۹٦ ساعت فرسودگی و تنش خشکی در ۳ سطح: شاهد، تنش خشکی ۲- بار و تنش خشکی با ٤- بار با استفاده ازپلی‌اتیلن‌گلایکول با ٤ تکرار اجرا شد. ابتدا برای هر تکرار در هر

ترکیب تیماری ۳۰ بذر با دستگاه بذرشما جدا و برای آزمون رشدگیاهچه، وزن‌تر اولیه بذرها جداگانه محاسبه شد. برای اعمال فرسودگی، بذرها درون پتری بدون درب درون ژرمیناتور با دمای ۴۱ ±۰/۳۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۱۰۰ درصد در دو تیمارفرسودگی ۴۸ و ۹۶ ساعت قرارداده شدند. پس از اتمام دوره فرسودگی، بذرها در درون ظرفهای پتری دیش جدید و بین کاغذ صافی، کشت داده شد. به هرواحد آزمایش در روز اول مقدار ۸ سانتی‌مترمکعب محلول آب مقطر و پلی‌اتیلن گلایکول با دو سطح تنش اضافه شد .سپس بذرها برای جوانه زنی درون ژرمیناتور با دمای ۱±۲۰درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۹ روز قرار داده شدند. در هر روز بذرهای جوانه‌زده شمارش شدند. معیار جوانه‌زنی خروج ریشه‌چه به اندازه حداقل ۲میلیمتر بود (Soltani al et., 2008) سرعت جوانه‌زنی بر اساس فرمول ماگویر (Maguire, 1996). محاسبه گردید. این شاخص یکی از قدیمی‌ترین مفاهیم بنیه بذر است و روشی جهت تعیین سرعت جوانه زنی به شمار می‌رود.

$$GR = \sum_{I=1}^{N} \frac{Si}{Di}$$

که در آن:

GR= سرعت جوانه‌زنی تعداد بذرهای جوانه‌زده در هر روز

Si= تعداد بذرهای جوانه زده در هر روز

Di= تعداد بذرهای تا شمارش n ام

N= تعداد دفعات شمارش

غلظت پلی‌اتیلن گلایکول بر اساس رابطه میشل و کافمن اندازه‌گیری شد (Michel et al.,1973).

پس از پایان دوره جوانه‌زنی، ریشه‌چه و ساقچه در تمام بذرهای جوانه‌زده اندازه‌گیری شد. سپس ریشه چه و ساقه‌چه‌ها با دقت از بذرها جدا و پس از خشک شدن در آون بادمای۷۵درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴ ساعت، وزن هر تکرار تیمارها ثبت شد. باقیمانده بذرها پس از جدا کردن ریشه‌چه وساقه‌چه همراه با بذرهای جوانه نزده پس ازخشک کردن در آون با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱گرم توزین وجهت محاسبه وزن خشک باقیمانده بذر مورد استفاده قرار گرفت. برای اندازه‌گیری رطوبت اولیه بذرها تعداد۲۰۰ عدد بذر با دستگاه بذر شمار جدا و وزن شدن بعد از قرار دادن در آون، رطوبت اولیه بذرها در هر رقم مشخص گردید. متوسط رطوبت اولیه بذر ۱۱ درصد بود. با کم کردن رطوبت از وزن‌تر اولیه، وزن خشک اولیه بذر به دست آمد (Soltani et al., 2008).

کلیه محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.3 انجام گرفت و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون حداقل اختلاف معنی‌داری (LSD) در سطح ۵ درصد استفاده گردید

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای مورد مطالعه در این آزمایش شامل رقم، فرسودگی، تنش خشکی و اثر متقابل آنها در کلیه صفات اندازه‌گیری شده معنی‌دار بود (جدول۱).

درصد جوانه‌زنی: کاهش ورود آب به بذر در اثر افزایش تنش خشکی باعث کاهش هدایت هیدرولیکی گردیده و در نتیجه فرآیندهای فیزیولوژیکی و متابولیکی جوانه زنی تحت تأثیر قرار گرفته و میزان و یا سرعت انجام آنها کاهش می‌یابد (Kiani et al.,1997). بالاترین درصد جوانه‌زنی را رقم به‌رخ در تنش خشکی ٤- بار و بدون فرسودگی به خود اختصاص داد و کمترین درصد جوانه زنی را رقم زهک در فرسودگی ٤٨ ساعت و تنش خشکی٤- بار مشاهده شد. به طور کلی با افزایش فرسودگی و تنش خشکی درصد جوانه‌زنی در تمام ارقام روند نزولی قابل توجهی را در پیش داشت. نتایج حاصل از این آزمون جوانه‌زنی با نتایج هالدر و همکاران ۱۹۸۳ روی فرسودگی افتابگردان مطابقت دارد. باسرا و همکاران ۲۰۰۳ نشان دادند که، درصد سبز شدن بذرهای پنبه با افزایش دوره فرسودگی کاهش پیدا می‌کند. در بررسی‌های خود روی تأثیر زوال بذر بر سبز شدن گندم دریافتند که زوال بذر بر میانگین، سرعت و درصد جوانه‌زنی تأثیر معنی‌داری داشته و بیشترین میزان میانگین جوانه‌زنی در تیمار شاهد و کمترین آن در ١٤٤ ساعت پیری مشاهده شده است. همپتون و تکرونی کاهش درصد جوانه‌زنی بذور پیر شده را ناشی از تغییرات در فیزیولوژی سلولی بذر دانسته است (Hampton1 et al.,1995).

سرعت جوانه‌زنی: یکی دیگر از شاخص های اندازه گیری کیفیت بذر سرعت جوانه زنی ارقام می‌باشد. هر چه ارقام بتوانند در مدت زمان کمتری، درصد جوانه زنی بیشتری داشته باشند، دارای کیفیت بذر مطلوب تر و قدرت بذر بالاتری هستند. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بالاترین سرعت جوانه زنی در سطح بدون فرسودگی و تنش خشکی رقم به‌رخ با ١٦/٩بذر در روز به خود اختصاص داد و کمترین سرعت جوانه‌زنی در رقم زهک با ۵/۰۳ بذر در روز در فرسودگی ٩٦ ساعت و تنش خشکی ۲- بار مشاهده شد (جدول۲). با افزایش فرسودگی و تنش خشکی سرعت جوانه‌زنی در تمام ارقام روند کاهشی را در پیش داشت. سرعت جوانه‌زنی از عوامل مهم در بین خصوصیات مطلوب زراعی بوده و پایین بودن آن در بذر، باعث عدم یکنواختی تراکم گیاه زراعی در مزرعه می‌شود. در بذر ماش، نخود (Bishnoi et al., 1983) کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی در اثر فرسودگی بذر گزارش شده است. احتمالاً مکانیزم های مقاومتی که باعث برتری رقم به رخ در شرایط تنش خشکی و فرسودگی گردیده در سایر ارقام کمتر وجود داشته است. سرعت جوانه زنی از عوامل مهم در بین خصوصیات مطلوب زراعی بذر بوده و پایین بودن آن در بذر باعث عدم یکنواختی تراکم گیاه در مزرعه می شود.

نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه: با توجه به نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها بیشترین میزان نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه مربوط به رقم ریحانه در شرایط بدون فرسودگی و خشکی ٤- بار و کمترین میزان آن مربوط به رقم جنوب در تیمار بدون فرسودگی و تنش خشکی بود. (جدول ۲) نتایج این آزمون با نتایج کاپو و همکاران ۲۰۱۰ مشابهت داشت که همگی بر کاهش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه همراه با افزایش فرسودگی دلالت دارند.

وزن خشک گیاهچه: وزن خشک گیاهچه به عنوان شاخص مهمی جهت ارزیابی کیفیت بذر می‌باشد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌های وزن خشک گیاهچه نشان داد که بیشترین وزن خشک گیاهچه را رقم به‌رخ در تیمار فرسودگی ٤٨ ساعت و تنش خشکی شاهد بود و کمترین میزان وزن خشک گیاهچه را رقم زهک در تیمار بدون فرسودگی و تنش خشکی به خود اختصاص داد.(جدول۳) با زیاد شدن زمان فرسودگی و شدت تنش خشکی، وزن خشک گیاهچه‌های جو روند نزولی را نشان می‌دهد. کاهش وزن خشک گیاهچه می تواند به دلیل کاهش میزان پویایی ذخایر بذرها یا کاهش کارایی تبدیل ذخایر پویا شده باشد (Soltani et al., 2008). کرامرا و همکاران در بررسی خود نشان

دادند که شوری می‌تواند سبب کاهش طول ریشه‌چه یا ساقه‌چه و در نهایت کاهش طول گیاهچه شود. کاهش رشد گیاهچه در پاسخ به افزایش تنش شوری به دلیل اثرات اسمزی به سبب کمبود آب، اثرات سمی یون ها و عدم جذب متوازن مواد غذایی لازم بوده که این حالت ممکن است همه جنبه های متابولیسم گیاه را تحت تأثیر قرار دهد (Cramer et al.,1999).

طول ساقچه و ریشه‌چه: طول ریشه‌چه و ساقچه از مهم‌ترین صفات تعیین کننده بنیه بذور می‌باشند، که تحت تاثیر ژنوتیپ و شرایط محیطی قرار می‌گیرند. مقادیر میانگین طول ساقه‌چه در ارقام مورد بررسی در سطوح مختلف فرسودگی و تنش خشکی نشان داد که بیشترین طول ساقه‌چه به میزان۱۳/۰۹سانتی‌متر در رقم ریحانه در تیمار بدون فرسودگی و تنش خشکی و رقم کارون با فرسودگی ٤٨ ساعت و بدون تنش خشکی مشاهده گردید و کمترین مقدار طول ساقه چه در رقم به‌رخ در شرایط بدون فرسودگی و تنش ٤- بار دیده شد. بیشترین طول ریشه‌چه در رقم به‌رخ به مبزان١٦/٦٧ سانتی‌متر در سطوح بدون فرسودگی و تنش خشکی و کمترین میزان طول ریشه‌چه در رقم جنوب با ٥/٧٦ سانتی‌متر در فرسودگی ٩٦ ساعت و بدون تنش مشاهده شد(جدول۳)). تغییر طول ساقچه با افزایش زمان فرسودگی روند منظمی را در پیش نگرفت. در رقم جنوب و ریحانه با افزایش طول مدت فرسودگی کاهش طول ساقه‌چه مشاهده شد در حالی که در رقم به‌رخ و کارون در تیمار سزوح فرسودگی٤٨ ساعت بیشترین طول ساقه‌چه دیده شد. کاپو و همکاران ۲۰۱۰ گزارش دادند که فرسودگی باعث کاهش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌شود. بذرها براساس این که نحوه تولید و نگهداری آنها چگونه بوده، دارای کیفیت و بنیه‌ی بذر متفاوتی هستند و این شرایط می‌تواند به طور مستقیم بر طول ریشه‌چه و ساقه‌جه موثر یاشد (Forcella et al.,2000).

جدول ۱: تجزیه واریانس (میانگین مربعات)صفات مطالعه شده در ارقام جو تحت تنش خشکی و سطوح مختلف فرسودگی

منبع تغییرات	درجه آزادی	درصد جوانه‌زن	سرعت جوانه‌زنی	نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه	وزن خشک گیاهچه	طول ریشه چه	طول ساقچه
رقم (A)	4	14.08^{**}	45.35^{**}	0.554^{**}	0.110^{**}	96.7^{**}	23.28
فرسودگی بذر (B)	2	12.6^{**}	395.8^{**}	0.382^{**}	0.075^{**}	238.72^{**}	108.21
خشکی (C)	2	1.92^{*}	146.8^{**}	1.76^{**}	0.148^{**}	128.86^{**}	345.85^{*}
A×B	8	0.635^{ns}	6.75^{**}	0.081^{**}	0.007^{**}	14.93^{**}	4.85^{**}
A×C	8	0.312^{ns}	3.84^{ns}	0.052^{**}	0.014^{**}	26.86^{**}	10.28^{**}
B×C	4	0.954^{ns}	7.94^{ns}	0.03^{ns}	0.023^{**}	34.6^{**}	12.46^{**}
A×B×C	16	1.42^{*}	7.62^{**}	0.007^{**}	0.008^{**}	6.23^{**}	6.01^{*}
خطا	135	0.674	1.54	0.004	3.75	4.44	1.86
کل	179	-	-	-	-	-	-
ضریب تغییرات		9.21	18.68	25.01	7.69	22.09	20.89

nsغیر معنی‌دار و * و** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ٥ درصد.

از دلایل کاهش طول ساقه‌چه در اثر تنش آبی ایجاد شده کاهش و یا حتی عددم انتقال مواد غذایی از بافت‌های ذخیره‌ای بذر به جنین بیان شده است (Ebadi et al., 2011). به بیان دیگر در این شرایط به‌دلیل عدم انتقال مناسب مواد غذایی و فعالیت مناسب آنزیم‌ها، رشد اندام هوایی کاهش خواهد یافت. آزمایش های مختلف نشان دهنده ی افزایش طول ریشه چه در تنش‌های جزئی است چرا که اولین تغییرات جهت مقابله با تنش خشکی افزایش رشد ریشه چه می‌باشد که به منظور جذب حداکثر رطوبت صورت می گیرد (Bagheri Kazemabad and Sarmadnia, 2007). آزمایش های مختلف بیانگر این مطلب است که در اثر تنش خشکی طول ریشه چه و ساقه چه هر دو کاهش می یابند، ولی نسبت کاهش طول ساقه چه بیشتر از طول ریشه چه می باشد .در سایر پژوهش ها مشخص شده است که در شرایط تنش خشکی ارقام مقاوم به خشکی در مراحل اولیه تنش از سرعت رشد ریشه بالاتری برخوردارند، در نتیجه نسبت طول ریشه چه به ساقه چه در آنها افزایش می‌یابد (Eissenstat et al., 1999).

جدول ۲: مقایسه میانگین صفات مورد بررسی درارقام جو در شرایط بدون فرسودگی تحت سطوح تنش خشکی

تنش خشکی	رقم	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه زنی	تسبت وزن خشک ریشچه به ساقچه	وزن خشک گیاهچه (گرم)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	طول ساقچه (سانتی‌متر)
شاهد	جنوب	98a	14.2ab	0.701g	0.30a	12.95b	10.87b
	زهک	68a	10.8b	0.381n	0.15j	6.65j	10.08c
	به‌رخ	98a	16.9a	0.815e	0.42abc	16.67a	11.05b
	کارون	98a	13.8abc	0.875e	0.39a	16.51a	12.15ab
	ریحانه	94abc	13.4a	0.783f	0.35a	16.08a	8.79h
۲- بار	جنوب	93abc	10.2b	0.79f	0.32a	12.94b	10.46b
	زهک	77a	9.3d	0.91e	0.22e	10.25d	8.73h
	به‌رخ	99a	13.3a	1.38b	0.43ab	16.5a	8.43i
	کارون	98a	12.04b	1.5b	0.42abc	15.4ab	8.79h
	ریحانه	96ab	12.01b	1.47b	0.37a	14.06a	3.68tuv
٤- بار	جنوب	86a	10.01c	0.89f	0.27c	11.39c	5.78h
	زهک	74a	8.9e	0.9f	0.19hij	8.94g	5.78p
	به‌رخ	99a	12.3b	1.8abc	0.25d	8.98g	3.13v
	کارون	97αb	11.1b	1.6b	0.23e	7.03I	3.68tuv
	ریحانه	92abc	10.5b	2.6a	0.18hij	8.7g	13.09a

جدول ۳: مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در ارقام جودر شرایط فرسودگی ٤٨ ساعت و سطوح تنش خشکی

تنش خشکی	رقم	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه زنی	تسبت وزن خشک ریشچه به ساقچه	وزن خشک گیاهچه (گرم)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	طول ساقچه (سانتی‌متر)
شاهد	جنوب	91a	10.89b	0.663i	0.37a	16.4a	11.48a
	زهک	75a	9.47d	0.390mn	0.22e	9.35I	9.59e
	به‌رخ	94a	12.31b	0.619i	0.45a	10.21d	11.78abc
	کارون	98a	12.46b	0.669h	0.43a	12.53b	12.09a
	ریحانه	82a	9.03e	0.604i	0.29a	9.85d	7.71j
2-بار	جنوب	90a	10.29b	0.634i	0.30	11.83c	10.56b
	زهک	65a	7.15g	0.659i	0.20g	8.07	9.71d
	به‌رخ	89a	9.77c	0.815e	0.37a	11.26c	8.79h
	کارون	61b	5.85i	0.893d	0.26c	9.79d	7.78j
	ریحانه	93a	8.93e	0.862e	0.31a	11.5c	5.49rst
4-بار	جنوب	81a	8.71e	0.728g	0.32	11.21c	9.18f
	زهک	54d	5.8mno	1.018c	0.16ij	8.03h	5.78p
	به‌رخ	77a	6.56i	1.315b	0.16h	6.57j	3.36uv
	کارون	73a	6.31j	1.22b	0.181f	8.04h	5.49rst
	ریحانه	87a	7.62g	1.1217-j	0.26c	9.87d	8.19i

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) می‌باشند ($P\leq$۰/۰۵).

جدول ٤: مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در ارقام جو در شرایط فرسودگی ۹٦ ساعت و سطوح تنش خشکی.

تنش خشکی	رقم	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه زنی	تسبت وزن خشک ریشچه به ساقچه	وزن خشک گیاهچه (گرم)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	طول ساقچه (سانتی‌متر)
شاهد	جنوب	89a	9.35d	0.79f	0.35b	9.48E	8.64H
	زهک	58cd	5.35m	0.46L	0.24IJ	5.76KL	6.78m
	به‌رخ	81a	6.90g	0.71h	0.29e	7.87i	6.65e
	کارون	78a	8.06f	0.64i	0.32d	8.61g	8.19i
	ریحانه	88a	9.22d	0.57j	0.32d	9.50f	6.92l
2-بار	جنوب	74a	6.17k	1.05b	0.31e	10.13d	6.65e
	زهک	58cd	5.03o	0.58k	0.25h	7.16il	5.72q
	به‌رخ	90a	8.81e	0.99c	0.36b	8.6gk	5.50rst
	کارون	92a	7.62g	1.09b	0.40a	8.87g	6.9l
	ریحانه	74a	5.89l	1.14b	0.31e	8.90g	4.37s
4-بار	جنوب	82a	6.79h	1.38b	0.30e	9.55f	5.13ru
	زهک	59cd	5.09no	0.70h	0.25h	7.29 i	4.28s
	به‌رخ	84a	6.69i	1.75ab	0.31e	7.79il	3.73tuv
	کارون	80a	6.20k	1.47b	0.27g	8.48g	4.37s
	ریحانه	75a	5.87l	1.64a	0.32d	8.32g	11.46a

حروف حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) می‌باشند ($P\leq$۰/۰۵).

نتیجه‌گیری

باتوجه به نتایج حاصل از آزمون مشخص شد که ارقامی که گیاهچه با وزن خشک بالا تولید می‌کنند جوانه‌زنی و سرعت رشد بالاتری در آن ها مشاهده خواهد شد. لازم به ذکر است که تاثیردرجه فرسودگی بذر بر صفات مورد مطالعه بالاتر از تاثیر تنش خشکی بود.

References

Agrawal, R. 2005. Seed technology. Oxford and IBH Publishing CO, 829p

Bagheri Kazemabad, A., and Sarmadnia, Gh. 2007. Studying ability to use polyethylene glycol 6000 to study drynees in (*Onobrychis Viciolis scoop*) in plantlet stage. Agriculture resources and Science Magazine. 5(1): 1-9.

Basra, S.M.A., Ahmad, N., Khan, M.M., Iqbal, N., and Cheema, M.A. 2003. Assessment of cotton seed deterioration during accelerated ageing. Seed Sci. Technol. 31: 373-409.

Bedi, S. Kaur, R. Sital, J.S., and Kaur, J. 2006. Artificial ageing of Brassica seeds of Ceccarelli.

Cramer, G. R., Epstein, E., and Lauchli, A. 1991. Effect of sodium, potassium and calcium on salt stressed barley. II. Element analysis. Physiol. Planta. 81: 187-292.

De Figueiredo, E., Albuquerque, M.C. and De Carvalho, N.M. 2003. Effect of the type of environmental stress on the emergence of sunflower (*Helianthusannus* L.), soybean (*Glycine max* L.) and maize (*Zea mays* L.) seeds with different levels of vigor. Seed Sci. Technol., 31: 465-479.

Devaiah S.P., Pan, X., Roth, M., Welti, R., and Wang, X. 2007. Enhancing seed quality and viability by suppressing phospholiapase D in Arabidopsis. The Plant Journal, 50: 950 – 957.

Eissenstat, D.M., Whaley, E.L., and Volder, A. 1999. Recovery of citrus surface roots following prolonged exposureto dry soil. Journal Experimental Botany. 50: 1845-1854.

Farrokhi, A., Galeshi, S., Zeinali, E., and Abdoul zadeh, A. 2004. Evaluation of drought tolerance genotypes of soybean (*Glycine max* L.) in germination stage. Journal. Agriculture. Science and Natural Resources. 11: 2. 137-149.

Forcella, F., Benech, R.L., Arnold, Sanchez, R., and Ghersa, C.M. 2000. Modelin seedling emergence. Field Crops Research, 67: 123-139.

Garcia del Moral, L.F., Belen, M., Garcia del moral, J.L., Molina-canoe and Slafer, G.A. 2003. yield stability and development in two and six rowed winter barleys under Mediterranean conditions. Field Crops Research. 81: 109-119.

Grando, S., Baum, M., and Udupa, S.M. 2004. Breeding for drought resistance in a changing climate, Challenges and Strategies for Dryland Agriculture, CSSA Special Publication No. 32.

Halder, S., Kole, S., and Gupta, K. 1983. On the mechanism of sunflower seed deterioration under two different types of accelerated ageing. Seed Science and Technology, 11: 331-339.

Hampton, J.G., and Tekrony, D.M. 1995. Handbook of vigor test methods. The international seed testing sociation, Zurich. International rules for seed testing 1999. International Rules for Seed Testing. Seed Science and Technology pp: 27.

ISTA. 2015. International rules for seed testing. Bassersdorf, Switzerland: International Seed Testing Association. Journal of Plant Sciences, 9: 158-162.

Kapoor, N., Arya, A., Siddiqui, M.A., Amir, A., and Kumar, H. 2010. Seed deterioration in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under accelerated ageing. Asian

Kiani, M., Bagheri, R., and Nezami, A. 1997. Reactions genotypes to drought tension resulting from polyethyleneglycol 6000 in seeding stage. Agriculture industries and Sciences Magazine. 2(1): 45-55.

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

Michel, B.E., and Kaufman, M.R. 1973. Potential of polyethylene glycol 6000. PlantPhysiol. 51: 914-916.

Santos, M.A.O., Novembre, A.D.L.C., and Marcos-Filho, J. 2007. Tetrazolium test to assess viability and vigour of tomato seeds. Seed Science and Technology, 35(1): 213-223.

Soltani, A., Galeshi, S., Zeinali, E., and Latifi, N. 2001. Genetic variation for andinterrelatiomships among seed vigor traits in wheat from the Caspian Sea coasts of Iran. Seed Science and Technology, 29: 653-662.

Soltani, E., Kamkar, B., Galeshi, S. and Akram Ghaderi, F. 2008. The effect of seed deterioration on seed reserves depletion and heterotrophic seedling growth of wheat. J.Agric. Sci. Natur. Resour.,Vol. 15 . Apr- May.

Tekrony, D.M. 1995. Accelerated aging. In: Van de venter, H.A. (Ed.) Seed vigor testing seminar. Copenhagen: ISTA., pp: 53–72.