"نشریه علوم و فناوری بذر ایران"
جلد دوم، شماره2، پائیز و زمستان 92
شماره صفحه: 239 - 229

تأثیر فرسودگی تسریع شده و تنش‌خشکی بر برخی صفات فیزیولوژیک و مورفولوژیک گندم در شرایط آزمایشگاهی

جلال مؤمنی[1*] ، مجید شکرپور[2]، محمد صدقی[3]، محمد انتصاری[4] و اشکان عباسیان[1]

1- کارشناس مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال
2- دانشیار پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
3- دانشیار دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی
4- دانشجوی دکتری علوم و تکنولوژی بذر دانشگاه گرگان

چکیده

به منظور بررسی اثر سطوح مختلف فرسودگی و تنش مصنوعی خشکی بر جوانه‌زنی بذر گندم و برخی از ویژگی‌های گیاهچه آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل سطوح فرسودگی (شاهد، 65 و 130 ساعت فرسودگی در رطوبت نسبی 100 درصد و دمای0/3± 41 سانتی‌گراد)، رقم (شاه‌پسند، آذر2، شهریار، الوند و زرین) و تنش خشکی مصنوعی با استفاده از **6000** PEG (شاهد، 3- و 6- بار) بود. نتایج نشان داد که فرسودگی 130 ساعت و تنش خشکی 3- بار کمترین سرعت جوانه‌زنی را در رقم آذر2 ایجاد کرد، در حالی‌که کمترین درصد جوانه‌زنی در همین رقم و در فرسودگی 65 ساعت با تنش 6- بار مشاهده شد. کمترین میزان طول ریشه‌چه و ساقه‌چه به‌ترتیب در تیمارهای آذر2 × فرسودگی 65 ساعت × تنش شاهد و رقم شهریار × فرسودگی شاهد × تنش 6- بار تولید گردید. با افزایش درجه فرسودگی و شدت تنش وزن خشک گیاهچه در همه ارقام روند کاهشی نشان داد. بیشترین مقدار استفاده از ذخایر بذر (SRUR) در فرسودگی شاهد در رقم شهریار و کمترین مقدار آن در فرسودگی 130 ساعت و تنش 6- بار در رقم آذر2 دیده شد. کمترین میزان میانگین کارایی استفاده از ذخایر بذر (SRUE) در تیمار آذر2 × فرسودگی شاهد× تنش شاهد مشاهده شد. کمترین میزان میانگین کسر ذخایر مصرف شده بذر(FMSR) در تیمار آذر2× فرسودگی 130 ساعت × تنش 6- بار دیده شد. این نتایج نشان می‌دهد که ارقام از نظر استفاده از ذخایر بذر در هنگام جوانه‌زنی دارای تفاوت‌های ژنتیکی هستند و درجه فرسودگی بذر نسبت به سطوح تنش خشکی عامل مهم‌تری در کاهش بنیه بذر به شمار می‌آید. بنابراین، از صفات مورد بررسی در این آزمایش به ویژه مقدار استفاده از ذخایر بذر(SRUR)می‌توان جهت گزینش ارقام دارای بنیه بذر بالا استفاده کرد.

کلمات کلیدی: فرسودگی تسریع شده، تنش خشکی، گندم و جوانه‌زنی

نویسنده مسئول: جلال مؤمنی، کرج - بلوار نبوت –نبش خیابان کلکسیون - موسسه تحقیقات و گواهی بذر و نهال - ص پ: 1516-31535
E-mail: jalal2006kh@yahoo.com
تاریخ دریافت: 91/8/1
تاریخ تصویب: 91/11/24

مقدمه

فرسودگی(زوال) بذر[1] یکی از مشکلات عمده در تولید بخش کشاورزی است. بر طبق برآورد انجام شده سالانه در حدود 25 درصد بذر و یا در حدود 500 میلیون دلار از درآمد حاصل از آن، به دلیل کیفیت پایین بذرها از دست می‌رود (Akram ghaderi *et al*., 2008). بنیه بذر به مجموعه‌ای از ویژگی‌های بذر که فعّالیت و کارایی بذر را در طول زمان جوانه‌زنی و ظاهر شدن گیاهچه تعیین می‌کند، اطلاق می‌شود (Anonymous, 2006). آزمون جوانه-زنی و بنیه می‌تواند برای آگاهی و تصمیم‌گیری در مورد اختلاف میان ارزش توده بذرها استفاده شود (Copeland and McDonald, 2001; TeKrony, 2003;Anonymous. 2006) در آزمایشی، اثر انبارداری بر جوانه‌زنی و بنیه بذر ذرت در شرایط کنترل نشده انبار و محیطی که دما و رطوبت تحت کنترل بود، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که جوانه‌زنی توده‌های بذر اولیه، 99-87 درصد در انبار بود. 8 ماه بعد از انبارداری در شرایط کنترل نشده انبار، جوانه‌زنی به 60-50 درصد کاهش یافت (TeKrony *et al*., 2003) ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن خشک گیاهچه، درصد جوانه‌زنی و مدت زمان جوانه‌زنی بذرهای کلزا دارد.

همچنین، غلظت‌های بالای محلول اسموپرایمینگ ممانعت بیشتری نسبت به غلظت‌های پایین بر روی رشد ساقه‌چه داشت. فرسودگی بذر نه تنها تابع زمان است بلکه با دما و درصد رطوبت نیز رابطه دارد، به‌طوری که با افزایش هر یک از این سه عامل، فرسودگی بذرها بیشتر می‌شود و در نتیجه بنیه[2] آن‌ها کاهش می‌یابد (Dereck Bewley and Black, 1985). فرسودگی بذر به‌طور معنی‌داری سرعت جوانه‌زنی (Rehman *et al*., 1999؛ Khajeh-Hosseini *et al*., 2003;)، میزان ظاهر شدن گیاهچه (De Figueiredo *et al*., 2003 ; Basra *et al*., 2003)، درصد جوانه‌زنی (Bishnoi and Santos, 1996) و رشد گیاهچه (Basra *et al*., 2003; Dell' Aquila and Di Turi, 1996) را کاهش می‌دهد. همچنین، نتایج تحقیقات دل‌آکوئیلا و دی‌توری(Dell' Aquila and Di Turi, 1996) در مورد بذر گندم بیانگر کاهش سرعت جوانه‌زنی بر اثر فرسودگی است. نتایج تحقیق مرتضوی وهمکاران (Mortazavi *et al*., 2005) روی بذرهای نخود نشان داد که افزایش سطح فرسودگی و شوری موجب کاهش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، درصد جوانه زنی، درصد ظاهر شدن و استقرار گیاهچه‌ها و نیز افزایش درصد گیاهچه‌های غیرعادی در همه ژنوتیپ‌ها می‌شود.

سلطانی و همکاران (Soltani *et al*., 2008) نشان دادند که تیمارهای فرسودگی، سرعت جوانه‌زنی بذر گندم را به‌طور معنی‌داری کاهش و زمان شروع تا پایان جوانه‌زنی را افزایش می‌دهد. رشد هتروتروپیک گیاهچه‌ها را می‌توان براساس دو مؤلفه وزن ذخایر انتقال یافته یا پویا شده بذر و کارایی تبدیل ذخایر انتقال یافته بذر به گیاهچه تقسیم‌بندی کرد (Soltani *et al*., 2008). طبق گزارش‌های موجود با افزایش سطح فرسودگی بذر در گندم، میزان آلفا و بتا آمیلاز که از آنزیم‌های هیدرولیتیک در فرآیند جوانه‌زنی

۱. Seed deterioration

۲.Vigour

هستند، کاهش می‌یابد (McDonald, 1999) که این امر می‌تواند روی مؤلفه اول رشد هتروتروپیک مؤثر باشد. در طول فرسودگی بذر میزان گلوکز افزایش می‌یابد (Krishnan *et al.*, 2003) که موجب افزایش تنفس در بذر می‌شود.

همچنین، میزان آنزیم DNA سنتتاز و سنتز پروتئین‌ها نیز بر اثر فرسودگی بذرهای گندم کاهش می‌یابد (Dell' Aquila, A. 1994; McDonald, 1999) که این امر می‌تواند روی مؤلفه دوم رشد هتروتروپیک مؤثر باشد. بر اثر این تغییرات ممکن است که رشد گیاهچه‌های حاصل از بذرهای فرسوده ازطریق کاهش پویایی ذخایر بذر و یا کاهش کارایی تبدیل آن کاهش یابد. هدف از این مطالعه بررسی تأثیر فرسودگی و اسموپرایمینگ روی صفات جوانه‌زنی، مقدار استفاده از ذخایر بذر (SRUR)[1]، کارایی استفاده از ذخایر بذر (SRUE)[2] و کسر ذخایر مصرف شده بذر (پویا شده، FMSR)[3] و ارتباط آن‌ها با یکدیگر بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در آزمایشگاه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با 3 عامل ، 5 رقم: 1- شاه‌پسند، 2- آذر2، 3- شهریار، 4- الوند و 5- زرین ، فرسودگی در3 سطح:1- شاهد، بدون فرسودگی، 2- 65 ساعت فرسودگی و 3- 130ساعت فرسودگی و تنش خشکی در 3 سطح: شاهد، تنش خشکی 3- بار و تنش خشکی با 6- بار با استفاده از پلی اتیلن گلایکول[4] (PEG6000) با 4 تکرار اجرا گردید. ابتدا برای هر تکرار در هر ترکیب تیماری، 25 بذر با دستگاه بذر شمار جدا و برای آزمون رشد گیاهچه، وزن تر اولیه بذرها (ISFW)[5] جداگانه محاسبه شد. برای اعمال فرسودگی، بذرها درون ظرف‌های پتری بدون درب درون ژرمیناتور با دمای41± 0/3 درجه سانتی‌گراد و رطوبت 100 درصد در دو تیمار فرسودگی 65 و 130 ساعت قرار داده شدند. پس از اتمام دوره فرسودگی، بذرها در درون ظرف‌های پتریدیش جدید و بین کاغذ صافی که در اتوکلاو در دمای 121 درجه سانتی‌گراد استریل شده بود، کشت داده شد. به هر واحد آزمایش در روز اول مقدار10 سانتی‌متر مکعب محلول (آب مقطر و پلی اتیلن گلایکول با دو سطح تنش) اضافه گردید. سپس بذرها برای جوانه‌زنی درون ژرمیناتور با دمای 1±20 درجه سانتی‌گراد به مدت 8 روز قرار داده شد. از روز دوم بذرهای جوانه زده به مدت 7 روز مورد شمارش قرار گرفتند و معیار جوانه‌زنی خروج ریشه‌چه به اندازه 2 میلی‌متر یا بیشتر بود. زمانی که تعداد بذرهای جوانه زده در سه روز متوالی در هر ظرف پتری ثابت شد، شمارش متوقف گردید. نتیجه آخرین شمارش به عنوان درصد جوانه‌زنی در نظر گرفته شد. سرعت جوانه‌زنی بر اساس فرمول ماگویر(Maguire, 1962) محاسبه گردید. این شاخص یکی از قدیمی‌ترین مفاهیم بنیه بذر است و روشی جهت تعیین سرعت جوانه زنی به شمار می‌رود.

(رابطه1):

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

۱. Seed resource use rate (SRUR)

۲. Seed resource use efficiency(SRUE)

۳ . Fraction of mobilized seed reservoir(FMSR)

۴. Polyethylene glycol (PEG 6000)

۵. Initial seed fresh weight (ISFW)

که در آن:

GR= سرعت جوانه‌زنی (تعداد بذرهای جوانه زده در هر روز)

Si= تعداد بذرهای جوانه زده در هر روز

Di= تعداد روز تا شمارش n ام

N= تعداد دفعات شمارش

غلظت پلی اتیلن گلایکول(PEG**6000**) بر اساس رابطه میشل و کافمن (Michel and Kaufman,**1973**) به‌شرح زیر:

(رابطه2)

$$\psi_s = -(1.18\times10^{-2})C-(1.18\times10^{-4})C^2+(2.67\times10^{-4})CT+(8.039\times10^{-7})C^2T$$

ψ_s = پتانسیل اسمزی

C = غلظت پلی‌اتیلن گلایکول(PEG)برحسب گرم درکیلوگرم آب

T= دمای محیط بر حسب درجه‌سانتی‌گراد

پس از پایان دوره جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در تمام بذرهای جوانه‌زده اندازه‌گیری شد.

سپس ریشه‌چه و ساقه‌چه‌ها با دقت از بذرها جدا و پس از خشک شدن در آون با دمای 80 درجه سانتی‌گراد به مدت 24 ساعت، وزن هر تکرار تیمارها ثبت شد. باقی مانده بذرها پس از جدا کردن ریشه‌چه و ساقه‌چه همراه با بذرهای جوانه نزده پس از خشک کردن در آون با ترازوی با دقت 0/001 گرم توزین و جهت محاسبه وزن خشک باقیمانده بذر (FSDW[1]) مورد استفاده قرار گرفتند. برای اندازه‌گیری رطوبت اولیه بذرها تعداد 100 عدد بذر با دستگاه بذر شمار جدا و وزن شد. بعد از قرار دادن در آون رطوبت اولیه بذرها در هر رقم مشخص گردید. متوسط رطوبت اولیه بذر10 درصد بود.

با کم کردن رطوبت از وزن تر اولیه بذر (ISFW)، وزن خشک اولیه بذر (ISDW[2]) بدست آمد. وزن خشک گیاهچه‌ها (SLDW[3])، وزن خشک باقی مانده بذرها (FSDW)، مقدار استفاده از ذخایر بذر(SRUR)، کارایی استفاده از ذخایر بذر (SRUE) و کسر ذخایر بذر انتقال یافته (پویا شده) (FMSR)، طبق فرمول‌های زیر محاسبه گردید (Soltani *et al.*, 2008):

SRUR=ISDW- FSDW (رابطه3):

SRUE=SLDW/SRUR (رابطه4):

FMSR =SRUR/ISDW (رابطه5):

داده‌های بدست آمده از تمامی آزمایش‌ها با استفاده از نرم افزارMSTAT-C آنالیز شدند و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه ای دانکن انجام گرفت، رسم نمودارها نیز توسط نرم افزار Excel 2007 انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه نشان داد که همه عوامل (رقم، فرسودگی، تنش خشکی) و نیز اثر متقابل سه جانبه آنها در کلیه صفات معنی‌دار بود (جدول1). از این رو مقایسه میانگین صفات برای ارقام مورد بررسی در سطوح تنش خشکی و فرسودگی صورت گرفت (جداول 2، 4 و3).

درصد جوانه‌زنی

بیشترین درصد جوانه‌زنی به میزان 100 درصد در رقم شهریار در فرسودگی شاهد و تنش خشکی 6- بار و کمترین مقدار به میزان 52 درصد در رقم آذر 2

۱. Fragment seed dry weight

۲. Initial seed dry weight

۳. Seedling dry weight

در فرسودگی 65 ساعت و تنش خشکی 6- بار مشاهده شد. در کل به‌طورکلی با افزایش فرسودگی و تنش خشکی درصد جوانه‌زنی در کلیه ارقام روند کاهشی محسوسی داشت. رحمان و همکاران (Rehman *et al*., 1999) با آزمایش بر روی جوانه‌زنی بذر *آکاسیا* نتیجه گرفتند که درصد و سرعت جوانه‌زنی در بذرهای فرسوده نسبت به شاهد کاهش معنی‌داری داشت. همچنین، دلاکوئیلا و دی توری (Dell' Aquila and Di Turi, 1996) به نتایج مشابهی را در گندم دست یافتند. سلطانی و همکاران (Soltani *et al*., 2008) نشان دادند که درصد جوانه‌زنی بین تیمارهای فرسودگی تفاوت معنی‌داری نداشت.

سرعت جوانه‌زنی

در سطح شاهد فرسودگی و تنش خشکی بیشترین سرعت جوانه‌زنی در رقم3 (شهریار) با 15/8 بذر در روز مشاهده شد و کمترین سرعت جوانه‌زنی در رقم آذر2 با 4/01 بذر در روز در فرسودگی 130 ساعت و تنش خشکی 3- بار مشاهده شد. با افزایش فرسودگی و تنش خشکی از سرعت جوانه‌زنی در کلیه ارقام کاسته شد. نتایج تحقیقات دل‌آکوئیلا و دی‌توری (Dell' Aquila and Di Turi, 1996) در مورد بذر گندم و سانتی‌پراچا و همکاران (Santipracha *et a.l*, 1997) در مورد بذر ذرت بیانگر کاهش سرعت جوانه‌زنی بر اثر فرسودگی است. خواجه‌حسینی و همکاران (Khajeh-Hosseini *et a.l*, 2003) نشان دادند که بذرهای فرسوده سویا، که میانگین زمان جوانه‌زنی طولانی‌تری داشتند.

مقدار استفاده از ذخایر بذر (SRUR)

بیشترین مقدار استفاده از ذخایر بذر (SRUR) در فرسودگی شاهد و تنش خشکی شاهد در رقم شهریار و کمترین مقدار آن در فرسودگی 130 ساعت و تنش خشکی 6- بار در رقم آذر2 مشاهده شد. این نتایج نشان می‌دهد که با افزایش میزان فرسودگی و شدت تنش خشکی مقدار استفاده از ذخایر بذر کاهش یافت. سلطانی و همکاران (Soltani *et al*., 2008) کاهش مقدار استفاده از ذخایر بذر(SRUR) را با افزایش میزان فرسودگی در بذر گندم نشان دادند. گزارش‌های موجود در مورد بذر گندم نشان می‌دهد که میزان آلفا و بتا آمیلاز و آنزیم‌های هیدرولیتیک که بر فرآیند جوانه‌زنی تأثیر گذار است با افزایش میزان فرسودگی کاهش می‌یابد (McDonald, 1999). این امر می‌تواند بر مقدار استفاده از ذخایر بذر(SRUR) تأثیر گذار باشد.

کارایی استفاده از ذخایر بذر (SRUE)

نتایج مقایسه میانگین کارایی استفاده از ذخایر بذر (SRUE) نشان داد که بیشترین کارایی استفاده از ذخایر بذر (SRUE) در رقم الوند در تیمار 65 ساعت فرسودگی و تنش خشکی 3- بار و کمترین مقدار آن در رقم آذر 2 در تیمار بدون فرسودگی و تنش خشکی شاهد مشاهده شد. با افزایش شدت تنش خشکی و فرسودگی میزان کارایی استفاده از ذخایر بذر (SRUE) در کلیه ارقام با روندی ثابت افزایش یافت.

کسر ذخایر بذر مصرف شده (FMSR)

مقایسه میانگین کسر ذخایر بذر مصرف شده (FMSR) نشان داد که در اکثر بذرها در سطوح مختلف فرسودگی و تنش خشکی مقدار کسر ذخایر بذر مصرف شده (FMSR) دارای کاهش معنی‌داری بود. به‌طوری که بیشترین مقدار در رقم شاه پسند با فرسودگی و تنش خشکی شاهد و کمترین آن در رقم

آذر2 با فرسودگی 130 ساعت و تنش خشکی 6- بار مشاهده شد. سلطانی و همکاران (Soltani *et al.*, 2008) بیان کردند کاهش مقدار استفاده از ذخایر بذر(SRUR) و کاهش کسر ذخایر بذر مصرف شده (FMSR) می‌تواند به دلیل کاهش هورمون جیبرلین و کاهش آنزیم‌های هیدرولیتیک در فرآیند جوانه‌زنی باشد.

نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه

نتایج حاصل از مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین مقدار نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه مربوط به رقم زرین در فرسودگی شاهد و تنش خشکی 6- بار و کمترین مقدار آن مربوط به رقم آذر2 در تیمار فرسودگی و تنش خشکی شاهد بود. در هر تیمار فرسودگی با افزایش شدت تنش خشکی نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه افزایش یافت. درکل با افزایش میزان فرسودگی ابتدا روند کاهشی در نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه مشاهده شد اما با افزایش میزان فرسودگی نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه در تمامی تیمارها افزایش یافت. در سطح شاهد فرسودگی مشاهده شد که تأثیر تنش خشکی بر افزایش نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه بیشتر است.

وزن خشک گیاهچه

نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌های وزن خشک گیاهچه نشان داد که بیشترین وزن خشک گیاهچه مربوط به رقم شهریار با فرسودگی 65 ساعت و تنش خشکی شاهد با و کمترین مقدارآن مربوط به رقم آذر2 با تیمار بدون فرسودگی تنش خشکی شاهد با بود. با افزایش میزان فرسودگی و شدت تنش خشکی وزن خشک گیاهچه در تمامی بذرها روند کاهشی نشان داد. کاهش وزن خشک گیاهچه می‌تواند به دلیل کاهش میزان پویایی ذخایر بذرها یا کاهش کارایی تبدیل ذخایر پویا شده باشد (Soltani *et al.*, 2008).

طول ساقه‌چه، ریشه‌چه

مقادیر میانگین طول ساقه‌چه در ارقام مورد بررسی در سطوح مختلف فرسودگی و تنش خشکی نشان داد که بیشترین طول ساقه‌چه به مقدار 12/07 سانتی‌متر در رقم زرین با سطح فرسودگی و تنش خشکی شاهد و رقم الوند با فرسودگی 65 ساعت و تنش خشکی شاهد و کمترین میزان این صفت در رقم شهریار در سطح فرسودگی شاهد و تنش 6- بار مشاهده شد. همچنین، بیشترین طول ریشه‌چه در رقم شهریار با 15/65 سانتی‌متر در سطح فرسودگی و تنش خشکی شاهد و کمترین میانگین طول ریشه‌چه در رقم آذر2 با 3/84 سانتی‌متر در فرسودگی 65 ساعت و تنش شاهد مشاهده شد. با افزایش شدت تنش خشکی طول ساقه‌چه در کلیه ارقام کاهش نشان داد به‌جز رقم زرین که با افزایش شدت تنش خشکی، طول ساقه‌چه بیشتر شد. تغییر طول ساقه‌چه با افزایش فرسودگی روند منظمی نداشت، به‌طوری که در رقم آذر 2 و زرین با افزایش فرسودگی کاهش طول ساقه‌چه مشاهده شد، ولی در رقم شهریار و الوند در سطح فرسودگی 65 ساعت بیشترین طول ساقه‌چه مشاهده شد. در نهایت در فرسودگی 130 ساعت کاهش طول ساقه‌چه مشاهده شد که از فرسودگی شاهد هم کمتر بود. با افزایش شدت تنش خشکی طول ریشه‌چه در کلیه ارقام کاهش یافت. ولی با افزایش میزان فرسودگی روند منظمی مشاهده نشد. به طوری که در سه رقم شهریار، الوند و زرین روند کاهشی دیده شد، ولی در رقم آذر2 در فرسودگی 65 ساعت، طول ریشه‌چه افزایش یافت. و در نهایت در فرسودگی 130 ساعت کاهش نشان داد که با

فرسودگی 65 ساعت اختلاف معنی‌داری نداشت. در رقم آذر2 در فرسودگی 65 ساعت کمترین طول ریشه‌چه مشاهده شد و با افزایش فرسودگی 130 ساعت مقدار طول ریشه‌چه کمی افزایش یافت که با فرسودگی سطح 65 ساعت اختلاف معنی‌داری نداشت. مرتضوی و همکاران (Mortazavi *et al.*, 2005) نشان دادند که با افزایش فرسودگی طول ریشه‌چه و ساقه‌چه کاهش یافت. ماکادو و همکاران (Machado *et al.*, 2001) کاهش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه را در اثر فرسودگی گزارش نمودند. همچنین به نظر می‌رسد از علل کاهش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در اثر فرسودگی کاهش کیفیت مواد ذخیره‌ای در طی دوران فرسودگی باشد (Mortazavi *et al.*, 2005).

همبستگی بین صفات

نتایج حاصل از تجزیه روابط همبستگی میان داده‌ها نشان داد که کلیه صفات، به جز نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه دارای همبستگی مثبت یا منفی معنی‌داری با سرعت جوانه‌زنی بود. درصد جوانه‌زنی با کلیه صفات دارای همبستگی مثبت و معنی دار بود، به جز نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه، هم‌چنین با کارایی استفاده از ذخایر بذر (SRUE) هیچ رابطه‌ای نداشت. مقدار استفاده از ذخایر بذر (SRUR) با کلیه صفات دارای همبستگی مثبت یا منفی بود. وزن خشک گیاهچه با کلیه صفات دارای همبستگی مثبت یا منفی معنی‌داری بود، به جز کارایی استفاده از ذخایر بذر (SRUE) که هیچ رابطه‌ای نداشت. کارایی استفاده از ذخایر بذر (SRUE) با کلیه صفات دارای همبستگی مثبت یا منفی معنی‌دار بود. در همبستگی منفی با افزایش یک صفت دیگری کاهش پیدا می‌کند. کسر ذخایر بذر مصرف شده (FMSR) با کلیه صفات دارای همبستگی مثبت یا منفی معنی‌داری بود. نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه با میانگین طول ساقه‌چه و ریشه‌چه دارای همبستگی منفی معنی‌داری بود. میانگین طول ساقه‌چه با میانگین طول ریشه‌چه دارای همبستگی معنی‌داری نبود.

جدول1- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مطالعه شده در ارقام گندم تحت تنش خشکی و سطوح مختلف فرسودگی

Table 1. Analysis of variance (Mean squares) of the studied traits in wheat cultivars under drought stress and various deterioration levels.

منبع تغییرات s.o.v	درجه آزادی DF	درصد جوانه زنی Germination percent	سرعت جوانه‌زنی Germination speed	مقدار استفاده از ذخایر بذر (SRUR)	کارایی استفاده از ذخایر بذر (SRUE)	کسر ذخایر بذر مصرف شده (FMSR)	نسبت وزن خشک ریشه چه به ساقه چه Root/Shoot	وزن خشک گیاهچه (SDDW)	طول ریشه چه Primary root length	طول ساقه چه Primary length shoot
رقم (A) Cultivar	4	13.04**	44.21**	0.105**	0.23**	0.165**	0.447**	0.100**	95.4**	23.07**
فرسودگی بذر (B) Seed deterioration	2	11.1**	378.3**	0.498**	0.133**	0.478**	0.263**	0.084**	209.74**	106.25**
خشکی (C) Drought	2	1.84*	132.1**	1.2**	0.760**	1.3**	1.53**	0.124**	104.92**	367.74**
A×B	8	0.541 ns	5.68**	0.016 ns	0.061*	0.017*	0.074**	0.008**	14.86**	4.42*
A×C	8	0.205 ns	2.58 ns	0.018*	0.019	0.017*	0.061**	0.016**	25.49**	10.03**
B×C	4	0.932 ns	6.83**	0.051**	0.03 ns	0.053**	0.02 ns	0.026**	37.8**	12.32**
A×B×C	16	1.02*	6.51**	0.022**	0.016**	0.022**	0.021*	0.009**	9.4**	5.86**
error	135	0.523	1.92	0.008	0.024	0.008	0.011	0.003	3.55	1.97
کل Total	179									
ضریب تغییرات (درصد) CV.(%)		8.07	17.09	24.44	11.36	22.62	7.36	21.01	20.57	20.79

ns: Non-significant — Ns غیر معنی دار

*and**: significant at %5 and %1 percent level, respectively — * و** به ترتیب معنی دار در سطوح آماری 5 و1 درصد

"نشریه علوم و فناوری بذر ایران"
جلد دوم، شماره2، پائیز و زمستان 92
شماره صفحه: 239 - 229

جدول2- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی درارقام گندم تحت تنش خشکی و بدون فرسودگی

Table 2. Mean comparison of the studied traits in wheat cultivars under drought stress and without deterioration

تنش خشکی Drought Stress	رقم Cultivar	درصد جوانه زنی Germination percent	سرعت جوانه‌زنی Germination speed	مقدار استفاده از ذخایر بذر (SRUR)	کارایی استفاده از ذخایر بذر (SRUE)	کسر ذخایر بذر مصرف شده (FMSR)	نسبت وزن خشکریشه‌چه به ساقه‌چه Root/Shoot	وزن خشک گیاهچه (SDDW)(gr)	طول ریشه چه Primary root length (cm)	طول ساقه چه Primary shoot length(cm)
	1	96 ^{a}	13,00 ^{ab}	0,64 ^{ab}	0,43 ^{cde}	0,7 ^{a}	0,699 $^{g-n}$	0,27^{a-j}	11,93 $^{b-d}$	9,85 $^{b-g}$
	2	66^{a-d}	9,6 $^{b-i}$	0,60 ^{abc}	0,21 ^{e}	0,57 $^{a-f}$	0,379 ^{n}	0,12 ^{j}	5,62 $^{j-l}$	9,06 $^{c-i}$
	3	99 ^{a}	15,8 ^{a}	0,69 ^{a}	0,57 $^{a-e}$	0,69 ^{ab}	0,804 $^{e-n}$	0.39 ^{abc}	15,65 ^{a}	10,02 $^{b-f}$
شاهد (Control)	4	99 ^{a}	12,6 ^{abc}	0,63 ^{ab}	0,59 $^{a-e}$	0,68 ^{abc}	0,863^{e-m}	0,37 $^{a-d}$	15,48 ^{a}	11,13 ^{ab}
	5	92 ^{abc}	12,2 $^{a-d}$	0,55 $^{a-e}$	0,59 $^{a-e}$	0,60 $^{a-e}$	0,771 $^{f-n}$	0,32 $^{a-g}$	15,06 ^{a}	7,78 $^{h-l}$
	1	91 ^{abc}	9,8 $^{b-h}$	0,50 $^{a-g}$	0,58 $^{a-e}$	0.53 $^{a-g}$	0,78 $^{f-n}$	0,29 $^{a-i}$	11,86 $^{b-e}$	9,44^{b-h}
	2	75 $^{a-d}$	8,1^{d-n}	0,40^{b-m}	0,50 $^{b-e}$	0,36^{d-o}	0,81 $^{e-n}$	0,19 $^{e-j}$	9,22 $^{d-i}$	7,71 $^{h-m}$
3- بار -3 bar	3	98 ^{a}	12,1 $^{a-d}$	0,52 $^{a-f}$	0,77 $^{a-e}$	0,54 $^{a-g}$	1,26 $^{b-h}$	0,40 ^{ab}	15,3 ^{a}	7,41 $^{i-o}$
	4	96 ^{a}	11,01 $^{b-f}$	0,47 $^{a-i}$	0,82 $^{a-e}$	0,50 $^{a-n}$	1,3 $^{b-g}$	0,39 ^{abc}	14,2 ^{ab}	7,78 $^{n-t}$
	5	94 ^{ab}	10,8 $^{b-f}$	0,42^{b-l}	0,87 $^{a-d}$	0,44^{a-k}	1,36 $^{b-f}$	0,34 $^{a-e}$	13,04^{a-c}	2,66 ^{tuv}
	1	84 $^{a-d}$	8,8 $^{c-l}$	0,39^{b-m}	0,63 $^{a-e}$	0,42^{c-m}	0,78 $^{f-n}$	0,24 $^{c-j}$	10,37^{c-g}	7,66^{h-n}
	2	72 $^{a-d}$	7,7 $^{e-o}$	0,27 $^{f-n}$	0,62 $^{a-e}$	0,24 $^{h-o}$	0,8 $^{f-n}$	0,16 ^{hij}	7,92 $^{g-k}$	4,76 $^{p-s}$
6- بار -6 bar	3	100 ^{a}	11,1 $^{b-f}$	0,24 $^{h-n}$	0,95 $^{a-d}$	0,23 $^{i-o}$	1,6 ^{abc}	0,22 $^{d-j}$	7,96^{g-k}	2,11 ^{v}
	4	95 ^{ab}	9,9 $^{b-g}$	0,21 $^{i-n}$	0,93 $^{a-d}$	0,24 $^{h-o}$	1,4 $^{b-t}$	0,20 $^{e-j}$	6,01 $^{i-l}$	2,66 ^{tuv}
	5	90 ^{abc}	9,3 $^{b-j}$	0,14 ^{mn}	1,1 $^{a-d}$	0,15 ^{no}	2,4^{a}	0,15 ^{hij}	7,5^{g-k}	12,07 ^{a}

1- شاه‌پسند(Shahpsand)، 2- آذر2(Azar2)، 3- شهریار(Shahreyar)، 4- الوند (Alvand)و 5- زرین(Zarrin)

جدول3- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در ارقام گندم در سطح فرسودگی65 ساعت و سطوح تنش خشکی

Table 3. Mean comparison of the studied traits in wheat cultivars under drought stress levels and 65 hr deterioration level.

تنش خشکی Drought Stress	رقم Cultivar	درصد جوانه زنی Germination percent	سرعت جوانه‌زنی Germination speed	مقدار استفاده از ذخایر بذر (SRUR)	کارایی استفاده از ذخایر بذر (SRUE)	کسر ذخایر بذر مصرف شده (FMSR)	نسبت وزن خشکریشه‌چه به ساقه‌چه Root/Shoot	وزن خشک گیاهچه (SDDW)(gr)	طول ریشه چه Primary root length (cm)	طول ساقه چه Primary shoot length(cm)
	1	89 $^{a-c}$	9,87 $^{b-h}$	0,59 $^{a-d}$	0,59 $^{a-e}$	0,63 $^{a-d}$	0,654 $^{i-n}$	0,34 $^{a-e}$	15,2^{a}	10,46 $^{a-e}$
	2	73 $^{a-d}$	8,44 $^{d-m}$	0,49 $^{a-h}$	0,409 ^{de}	0,47 $^{a-j}$	0,379 ^{mn}	0,19 $^{e-j}$	8,33 ^{l}	8,57 $^{e-k}$
	3	92 $^{a-c}$	11,29 $^{b-e}$	0,65 ^{ab}	0,659 $^{a-e}$	0,62 $^{a-e}$	0,607 $^{i-n}$	0,42^{a}	9,19 $^{d-i}$	10,76 ^{abc}
شاهد (Control)	4	97 ^{a}	11,44 $^{b-e}$	0,64 ^{ab}	0,647 $^{a-e}$	0,68 $^{a-c}$	0,657 $^{h-n}$	398 $^{a-c}$.	11,51 $^{b-f}$	12,07 ^{a}
	5	80 $^{a-d}$	8,01 $^{e-o}$	0,33 $^{d-n}$	1,094 $^{a-d}$	0,37 $^{d-o}$	0,592 $^{i-n}$	0,26 $^{a-j}$	8,83 $^{d-j}$	6,69 $^{j-p}$
	1	88 $^{a-c}$	9,27 $^{b-k}$	0,52 $^{a-g}$	0,554 $^{a-e}$	0,57 $^{a-f}$	0,622 $^{i-n}$	0,27 $^{a-j}$	10,51^{c-g}	9,54 $^{b-h}$
3- بار -3 bar	2	63 $^{a-d}$	6,13 $^{g-o}$	0,32 $^{d-n}$	0,581 $^{a-e}$	0,31 $^{f-o}$	0,647 $^{i-n}$	0,17 $^{g-j}$	7,04^{h-k}	8,69 $^{d-i}$
	3	87 $^{a-c}$	8,75 $^{c-l}$	0,44 $^{a-k}$	0,765 $^{a-e}$	0,44 $^{a-k}$	0,803 $^{e-n}$	0,34 $^{a-f}$	10,23^{c-h}	7,76 $^{h-l}$

نویسنده مسئول: جلال مؤمنی، کرج- بلوار نبوت –نبش خیابان کلکسیون - موسسه تحقیقات و گواهی بذر و نهال- ص پ: 1516-31535
E-mail: jalal2006kh@yahoo.com

تاریخ دریافت: 91/8/1
تاریخ تصویب: 91/11/24

	4	59 b-d	4,83 l-o	0,24 h-n	1,643 a	0,25 h-o	0,882 d-l	0,24 c-j	8,77 d-j	6,693 j-p
	5	91 a-c	7,91 e-o	0,34 c-n	0,891 a-d	0,39 d-n	0,851 e-n	0,29a-i	10,3c-h	4,47 rst
	1	79 a-d	7,69 e-o	0,42 b-l	0,754 a-e	0,45 a-k	0,717 g-n	0,30 a-h	10,18c-h	8,16 f-k
	2	52 d	4,6 mno	0,22 i-n	0,612 a-e	0,20 j-o	1,009 c-k	0,14 ij	7,01h-k	4,76 p-s
6- بار	3	75 a-d	5,54 i-o	0,16 l-n	1,167 a-d	0,17 l-o	1,304 b-g	0,14 h-j	5,56j-l	2,34 uv
-6 bar	4	71 a-d	5,29 j-o	0,17 l-n	1,118 a-d	0,19 k-o	1,11 b-ij	0,179 f-j	7,02 h-k	4,47 rst
	5	85 a-d	6,60 g-o	0,26 g-n	0,956 a-d	0,29 g-o	1,116 -j	0,24 c-j	8,85d-j	7,17 i-o

جدول4- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در ارقام گندم در سطح فرسودگی130ساعت و سطوح تنش خشکی

Table 4. Mean comparison of the studied traits in wheat cultivars under drought stress levels and 130 hr deterioration level.

تنش خشکی Drought Stress	رقم Cultivar	درصد جوانه زنی Germination percent	سرعت جوانه‌زنی Germination speed	مقدار استفاده از ذخایر بذر (SRUR)	کارایی استفاده از ذخایر بذر (SRUE)	کسر ذخایر بذر مصرف شده (FMSR)	نسبت ریشه به ساقه Root/Shoot	وزن خشک گیاهچه (SDDW)(gr)	طول ریشه چه Primary root length (cm)	طول ساقه چه Primary shoot length(cm)
	1	88 A-C	8,33 D-M	0,46 A-J	0,57 a-e	0,49 a-i	0,77 F-N	0,25 B-IJ	8,66E-J	7.62 H-N
	2	56 CD	4,32 M-O	0,27 F-N	0,52 B-E	0,25 H-O	0,44 L-N	0,14 IJ	4,74KL	5,77 M-R
	3	79 a-d	5,88 g-o	0,31 e-n	0,60 a-e	0,36 e-o	0,69 h-n	0,19 e-j	6,85 i-l	5,63 o-r
شاهد (Control)	4	76 a-d	7,04 f-o	0,39 b-n	0,52 b-e	0,39 d-n	0,62 i-n	0,22 d-j	7,58g-k	7,17 i-o
	5	86 a-c	8,20 d-n	0,39 b-n	0,58 a-e	0,43 b-l	0,55 j-n	0,22 d-j	8,48f-j	5,90 l-r
	1	72 a-d	5,15 k-o	0,26 f-n	0,88 a-d	0,29 g-o	1,02 b-k	0,21 e-ij	9,11d-i	5,63 o-r
	2	56 cd	4,01 o	0,17 l-n	0,85 a-e	0,16 m-o	0,56 k-n	0,15 h-j	6,14il	4,71 q-s
3- بار	3	88 a-c	7,79 e-o	0,32 e-n	0,80 a-e	0,32 f-o	0,97 c-k	0,26 b-j	7,4gk	4,48 rst
-3 bar	4	90 a-c	6,60 g-o	0,33 d-n	0,89 a-d	0,37 d-no	1,07 b-j	0,30 a-i	7,85g-k	5,9 l-r
	5	72 a-d	4,87 l-o	0,23 h-n	0,92a-d	0,26 h-o	1,12 b-i	0,21 e-ij	7,88g-k	3.35 s-v
	1	80 a-d	5,78 h-o	0,21 j-n	0,94 a-d	0,23 i-o	1,36 b-f	0,20 e-j	8,53 f-j	4,11 ru
	2	57 cd	4,08 no	0,12 n	1,27 a-c	0,11o	0,68 h-n	0,15 h-j	6,27 i-l	3,26 s-v
6- بار	3	82 a-c	5,67 i-o	0,23 h-n	0,97 a-d	0,23 i-o	1,73 ab	0,21 e-ij	6,77 il	2,71 tuv
-6 bar	4	79 a-d	5,18 k-o	0,17 l-n	0,97 a-d	0,19 k-o	1,45 b-e	0,17 g-j	7,46g-k	3,35 s-v
	5	73 a-c	4,85 l-o	0,18 k-n	1,32 ab	0,19 k-o	1,62 a-d	0,22 d-j	7,30g-k	10,64 a-d

1- شاه‌پسند(Shahpsand)، 2- آذر2(Azar2)، 3- شهریار(Shahreyar)، 4- الوند (Alvand)و 5- زرین(Zarrin

جدول5- ضرایب همبستگی ساده صفات مورد مطالعه

Table 5. Simple correlation coefficients of the studied traits

	سرعت جوانه‌زنی Germination speed	درصد جوانه زنی Germination percent	مقدار استفاده از ذخایر بذر (SRUR)	وزن خشک گیاهچه(SDDW)
سرعت جوانه‌زنی Germination speed	1,000			
درصد جوانه زنی Germination percent	0,810**	1,000		
مقدار استفاده از ذخایر بذر (SRUR)	0,816**	0,551**	1,000	
وزن خشک گیاهچه(SDDW)	0,731**	0,751**	0,731**	1,000

طول ریشه چه Primary root length (cm)

طول ساقه چه Primary shoot length(cm)

نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه Root/Shoot

کسر ذخایر بذر مصرف شده (FMSR)

کارایی استفاده از ذخایر بذر (SRUE)

وزن خشک گیاهچه (SDDW)(gr)

مقدار استفاده از ذخایر بذر (SRUR)

درصد جوانه زنی Germination percent

سرعت جوانه‌زنی Germination speed

کارایی استفاده از ذخایر بذر (SRUE)	-0,441**	0,169 ns	-0,675**	0,142 ns	1,000			
کسر ذخایر بذر مصرف شده (FMSR)	0,815**	0,607**	0,989**	0,765**	-0,631**	1,000		
نسبت ریشه به ساقه Root/Shoot	0,055 ns	0,256 ns	-0,490**	0,084 ns	0,569**	-0,462**	1,000	
طول ساقه‌چه Primary shoot length	0,589**	0,332*	0,898**	0,651**	-0,595**	0,904**	0,672ns	1,000
طول ریشه‌چه Primary root length	0,730**	0,657**	0,672**	0,840**	0,187 ns	0,720**	0,025 ns	0,615 ns	1,000

Ns غیر معنی دار

ns: Non-significant

* و** به ترتیب معنی دار در سطوح آماری 5 و1 درصد

*and** :significant at %5 and %1 percent level, respectively

نتیجه‌گیری کلی

در این آزمایش سرعت جوانه‌زنی همبستگی بالایی با وزن خشک گیاهچه نشان داد. به‌عبارت دیگر رقمی که گیاهچه‌ای با وزن خشک بالاتر تولید کند، جوانه‌زنی بهتری خواهد داشت.

از سوی دیگر میانگین طول ساقه‌چه بیشتر همبستگی بالایی (0/904) با کسر ذخایر بذر مصرف شده(FMSR) نشان داد که بیانگر تحرک مواد ذخیره‌ای بذر برای تولید ساقه‌چه در مقایسه با ریشه‌چه است. همچنین اثر درجه فرسودگی بذر بر صفات مورد بررسی بیشتر از اثر تنش خشکی بود. بنابراین جوانه‌زنی و پارامترهای آن به بنیه بذر حساسیت بیشتری نسبت به شرایط محیطی تنش نشان می‌دهند. چنانچه بذرهایی با بنیه بالاتر مورد استفاده قرار گیرند حتی در شرایط تنش هم می‌توانند درصد جوانه‌زنی و ظاهر شدن گیاهچه یکنواخت‌تری نسبت به بذرهای فرسوده داشته باشند.

References منابع

Akram Ghaderi, F., Kamkar, B. and Soltani, A. 2008. Seed Sci and Technol (translation). Mashhad University Jihad Publications. pp 512.

Amiri, H., Soroshzadeh, A., Salehi, A. and Ghezeli, F. 2005. The effect of osmopriming pretreatment on rapeseed germination. Agri. Sci. Ind. 19 : 125-136.

Anonymous. 2006. International Seed Testing Association (ISTA). International rules for seed testing. Seed Sci. Technol. Zurich, Switzerland.

Basra, S. M. A., Ahmad, N., Khan, M. M., Iqbal, N. and Cheema, M.A. 2003. Assessment of cotton seed deterioration during accelerated ageing test. Seed Sci. Technol. 31: 531-540.

Bishnoi, U. R. and Santos, M. M. 1996. Evaluation of three mungbeen cultivars seed for storability and field performance. Seed Sci. Technol.24: 237- 243.

Copeland, M. B. and McDonald, L. O. 2001. Principles of Seed Sci and Technol (4th Ed.). Kluwer Academic Publishers. Massachusetts. 124–128.

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

Dell' Aquila, A. 1994. Wheat seed ageing and embryo protein degradation. Seed Science Res . 4: 293- 298.

Dell' Aquila, A. and Di-Turi, M. 1996. The germination response to heat and salt stress in evaluating vigor loss in aged wheat seeds. Seed Sci and Technol. 24: 309-319.

Dereck Bewley, J. and Black, M. 1985. Seeds: physiology of development and germination. Plenum Publishing. NewYork.

Khajeh-Hosseini, M., Powell, A. A. and Bingham, I. J. 2003. The interaction between salinity stress and seed vigor during germination of soybean seeds. Seed Sci. Technol. 31: 715- 725.

Krishnan, P., Nagarajan, S., Dadlani, M. and Moharir, A. V. 2003. Characterization of wheat (*Triticum aestivum*) and soybean (*Glycine max*) seeds under accelerated ageing conditions by proton nuclear magnetic spectroscopy. Seed Sci. Technol. 31: 541- 550.

Machado Neto, N. B., Custodio. C. C. and Takaki, M. 2001. Evaluation of natuurally and artificially aged seeds of *Phaseolus vulgaris* L. Seed Sci. Technol. 29: 137- 149.

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

McDonald, M. B. 1999. Seed deterioation: Physiology, repair and assessment. Seed Sci. Technol. 27: 177- 237.

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

Mortazavi, S. S. M., Pasban Eslam, B., Tajbaksh, M. and Zardashti, M. 2005. Effect of seed deterioration and salinity stress on seedling vigor of chickpea (*Cicer arietinum*) in laboratory and greenhouse conditions. Agric Sci. J. 15: 131-147.

Rehman, S., Harris, P .J. C. and Bourne, W. F. 1999. Effect of artificial aging on the germination, ion leakage and salinity tolerance of *Acacia tortilis* and *A. coriacea* seeds. Seed Sci. Technol. 27: 141-149.

Santipracha, W., Santipracha, Q. and Wongvarodom, V. 1997. Hybid corn seed quality and accelerated aging test. Seed Sci. Technol. 25: 203- 208.

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., 2003. Review: precision is an essential component of seed vigour testing. Seed Sci. Technol. 31: 435–447.

Tekrony, D. M., Shande,T., Rucker, M. and Egli, D. B. 2005. Effect of seed shape on corn germination and vigour during warehouse and controlled environmental storage. Seed Sci. Technol. 33: 185–197.