# تاثیر فرسودگی بذر بر شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد هتروتروفیک گیاهچه ذرت

**واقف عنایتی[۱]*، عزت‌اله اسفندیاری[۲]، سیدمحمدحسن آل هاشم[۳]، علیرضا حضوری[۴]**

[۱] دانشجوی دکتری زراعت- فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه

[۲] دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه

[۳] کارشناس‌ارشد رشته مدیریت کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی تبریز

[۴] کارشناس‌ارشد رشته زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی

**تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۲/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۶/۲۷**

## چکیده

فرسودگی بذر منجر به کاهش جوانه‌زنی و استقرار مطلوب گیاه می‌شود، از این رو تولیدکنندگان و کشاورزان باید قادر به نگهداری مناسب بذر در طول مدت انبارداری باشند. هدف تحقیق حاضر بررسی تغییرات کیفی بذور ذرت در اثر فرسودگی در طول انبارداری بود. به این منظور آزمایشی بر پایه طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام شد. تیمار آزمایش فرسودگی بذر در پنج سطح ۰، ۷، ۱٤، ۲۱ و ۲۸ روز قرار گیری در دمای ٤۰ درجه سانتی‌گراد بود. نتایج نشان داد که درصد و سرعت جوانه‌زنی با افزایش طول مدت فرسودگی بذر کاهش معنی‌داری یافته است. همچنین در اثر فرسودگی بذر شاخص‌های رشد هتروتروفیک گیاهچه نظیر کارایی استفاده از ذخایر بذر، درصد کاهش ذخایر بذر، میزان مصرف ذخایر بذر و وزن خشک گیاهچه کاهش معنی‌داری یافته است. به‌علاوه، نتایج نشان داد که هدایت‌الکتریکی تحت تاثیر فرسودگی بذر افزایش یافته است. با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان گفت که استفاده از بذرهای سالم و قوی باعث برتری گیاهان در طول مراحل رشد نسبت به بذور فرسوده خواهد شد.

***واژگان کلیدی***: انبارداری بذر، جوانه‌زنی، رشد هتروتروفیک، فرسودگی بذر.

## مقدمه

ذرت (*Zea mays* L.) گیاهی از تیره پوآسه و از غلات مهم مناطق گرمسیر و معتدل جهان است. این محصول از قدیمی‌ترین گیاهان زراعی مورد استفاده انسان، دام و طیور است. گیاه ذرت در سال ۲۰۱۲ در بین غلات از نظر عملکرد و میزان تولید در دنیا مقام اول و از نظر سطح زیر کشت مقام دوم را پس از گندم داشت (FAO, 2012). در ایران بر طبق آمار در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰، ذرت از نظر تولید در بین غلات پس از گندم مقاوم دوم و از نظر سطح زیر کشت مقام چهارم را پس از گندم، جو و برنج به خود اختصاص داده بود. به‌طوری‌که ٤۹۳ هزار هکتار از اراضی کشور به کشت ذرت دانه‌ای و علوفه‌ای اختصاص یافته بود (Agricultural Statistics, 2013). یکی از عوامل مهم در

*نویسنده مسئول: w.enayati@yahoo.com

رشد و عملکرد گیاه ذرت همانند سایر محصولات زراعی استقرار مناسب می‌باشد. به‌طوری‌که عدم استقرار مطلوب گیاهچه‌ها در اراضی زراعی از مشکلات مهم کشاورزی بوده و باعث افزایش میزان مصرف بذر در واحد سطح و کاهش تراکم می‌گردد و بدین‌ترتیب عملکرد اقتصادی در واحد سطح را کاهش می‌دهد، که برآیند این اتفاقات افزایش هزینه تولید و کاهش درآمد کشاورز می‌باشد. استقرار مطلوب بذر تحت تاثیر کیفیت بذر به ویژه قدرت یا بنیه بذر، قوه نامیه و ظرفیت جوانه‌زنی است (Macdonald et al., 2004; Kapoor et al., 2010; Seiadat et al., 2012). عوامل کاهش‌دهنده کیفیت بذر، مانع استقرار مناسب گیاهچه‌های ذرت در شرایط مزرعه‌ای خواهند شد که فرسودگی بذر یکی از این عوامل می‌باشد. فرسودگی بذور به هنگام نگهداری بذرها در انبار از پدیده‌های رایج بوده (Macdonald et al., 2004) و هر چه شرایط نگهداری بذور از نظر رطوبت و دما نامناسبتر باشد شدت فرسودگی بیشتر خواهد بود (Ellias et al., 2006). فرسودگی بذر پدیده‌ای فیزیولوژیک است که پس از رسیدگی فیزیولوژیک بذر و در دوره پس از برداشت در شرایط بالا بودن دما و رطوبت محیط نگهداری بذر به‌تدریج آغاز می‌شود و موجب تخریب ساختار DNA و RNA ریبوزومی (Macdonald, 1999) کاهش فعالیت آنزیم‌های هیدرولیتیکی، کاهش یکپارچگی غشای پلاسمایی و افزایش تنفس شده که برآیند این عوامل منجر به کاهش قوه نامیه، بنیه بذر، گیاهچه و در نهایت عملکرد محصول می‌گردد (Soltani et al., 2006; Hampton, 2003). همچنین تحریک پراکسیداسیون لیپیدی از دیگر تغییرات مهم در زمان فرسودگی بذر می‌باشد که موجب کاهش قدرت بذر، توانایی جوانه‌زنی و قوه نامیه می‌شود (Seiadat et al., 2011؛ Basra et al., 2003). در بذرهای قوی درصد گیاهچه‌های سبز شده بیشتر از گیاهچه‌های حاصل از بذرهای ضعیف و فرسوده می‌باشد. همچنین سرعت رشد چنین گیاهانی بیشتر از سرعت رشد گیاهان حاصل از بذرهای ضعیف می‌باشد (Soriano et al., 2011). از این رو با کاشت بذرهای قوی احتمال دستیابی به تراکم مطلوب، حتی در شرایطنامساعد مزرعه بیشتر خواهد بود. لذا با توجه به اهمیت بذر به عنوان یک نهاده مهم کشاورزی و نقش کلیدی بذور سالم در عملکرد، در این پژوهش سعی شده است از طریق اجرای آزمایشی، اثر فرسودگی بذر بر شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد هتروتروفیک ارزیابی شده و اهمیت انبارداری مطلوب روشن گردد.

**مواد و روش‌ها**

این پژوهش در سال ۱۳۹۱ در آزمایشگاه دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه بر پایه طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام گرفت. در این آزمایش از بذر ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰٤ با قدرت رویش مناسب و رطوبت اولیه ۱۱/٦ درصد استفاده گردید. تیمار مورد آزمایش فرسودگی بذر در پنج سطح (۰، ۷، ۱٤، ۲۱ و ۲۸ روز) بود. بذور تهیه شده به پنج قسمت مساوی تقسیم گردید. یک قسمت به‌عنوان شاهد در یخچال با دمای ۳ تا ۵ درجه سلسیوس تا زمان کاشت نگهداری گردید و چهارقسمت باقی مانده از بذور برای انجام مراحل فرسودگی ۷، ۱٤، ۲۱ و ۲۸ روز در داخل پتری‌دیش قرار داده و به داخل انکوباتور با دمای ٤۰ درجه سلسیوس منتقل گردید که بعد از گذشت ۷ روز فرسودگی سطح اول، بعد از ۱٤ روز فرسودگی سطح دوم، بعد از ۲۱ روز فرسودگی سطح سوم و بعد از ۲۸ روز فرسودگی سطح چهارم از داخل انکوباتور خارج نموده (Flynn et al., 2006) و پس از ضدعفونی با هیپوکلریت دو در هزار، آزمون جوانه‌زنی استاندارد ذرت، بر طبق دستورالعمل ایستا در دمای ۲۰ درجه سلسیوس به‌مدت یک هفته انجام گرفت (ISTA, 1999). ۲ روز پس از کاشت بذور به‌صورت روزانه بازدید و اندازه‌گیری‌ها انجام گرفت و

خروج ریشه‌چه به اندازه ۲ میلی‌متر بعنوان جوانه‌زنی در نظر گرفته شد. محاسبه درصد جوانه زنی (Wakjira and Negash, 2013) و سرعت جوانه‌زنی (Ellis et al., 1987) بر اساس روابط زیر انجام شد.

$$\overline{R} = \frac{\sum n}{\sum Dn} \quad (۱)$$

$\overline{R}$ میانگین سرعت جوانه‌زنی، n تعداد بذرهای جوانه‌زده در روز موردنظر و D روزهای سپری شده از شروع آزمایش می‌باشند.

$$\%GP = \left(\frac{n}{N}\right) \times 100 \quad (۲)$$

در رابطه فوق n تعداد کل بذور جوانه زده و N تعداد کل بذور می‌باشند.

به‌منظور اندازه‌گیری رشد گیاهچه‌ها، باقیمانده بذرها از گیاهچه‌های نرمال جدا و مجموع ریشه‌چه و ساقه‌چه هر تکرار از هر تیمار در داخل پاکت قرار داده شد. نمونه‌ها در داخل آون در دمای ۷۲ درجه سلسیوس به‌مدت ٤٨ ساعت خشک شدند. سپس وزن خشک گیاهچه‌ها محاسبه شدند. در نهایت شاخص‌های میزان مصرف ذخایر بذر (SRUR[1])، کارایی استفاده از ذخایر بذر (SRUE[2]) و درصد کاهش ذخایر بذر (SRDP[3]) براساس روابط زیر محاسبه شدند (Soltani et al., 2006).

$$SRUR = ISDW^{5} - FSDW^{4} \quad (۱)$$

$$SRUE\textbf{Error! Bookmark not defined.} = SLDW\textbf{Error! Bookmark not defined.}^{6} / SRUR \quad (۲)$$

$$SRDP\ \textbf{Error! Bookmark not defined.} = SRUR / ISDW\textbf{Error! Bookmark not defined.} \quad (۳)$$

در این پژوهش برای انجام آزمون هدایت‌الکتریکی از روش پیشنهاد شده Hampton and Tekrony (1995) استفاده شد. به‌طوری‌که بشرهایی که حاوی ۲۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر بودند توسط یک فویل آلومینیومی پوشانده شده و در یک انکوباتور در دمای ۲۰ درجه سلسیوس به‌مدت ٢٤ ساعت قرار داده شد. پس از گذشت ٢٤ ساعت، ٤ نمونه ۱۰۰ تایی بذر به‌مدت ٢٤ ساعت در ۲۰ درجه سلیوس در داخل بشرها قرار داده شد. در پایان میزان هدایت‌الکتریکی محلول حاوی بذور بر حسب میکروزیمنس بر سانتی‌متر اندازه‌گیری و در نهایت این میزان برای هر گرم نمونه با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد:

$$\text{هدایت الکتریکی} = \frac{\text{قابلیت هدایت الکتریکی (میکروزیمنس بر سانتی متر)}}{\text{وزن نمونه بذر (گرم)}}$$

در نهایت داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از برنامه GenStat 12.1 تجزیه شد. برای مقایسه میانگین از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ درصد استفاده شد.

1- Seed reserve utilization rate
2- Seed reserve utilization efficiency
3- Seed reserve depletion percentage
4- Initial seed dry weight
5- Fragment seed dry weight
6- Seedling dry weight

## نتایج و بحث

نتایج آزمایش نشان داد که اثر سطوح مختلف فرسودگی بذر بر صفات اندازه‌گیری شده در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول۱).

**جدول ۱**- تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایشی بر صفات جوانه زنی و رشد هتروتروفیک گیاهچه ذرت

| منبع تغییرات | درجه آزادی | میانگین مربعات | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | سرعت جوانه زنی | درصد جوانه زنی | وزن خشک گیاهچه | کارایی استفاده از ذخایر بذر | میزان مصرف ذخایر بذر | درصد کاهش ذخایر بذر | هدایت الکتریکی |
| تیمار | ٤ | ۰,۰۰۳** | ۲۳۲.٥** | ۰.۰۳٤٦۱** | ٥.۰۹۰٤** | ۰.۰۰۰۰۲** | ۹.۰۹٦** | ۱۰٦۸.٤** |
| خطا | ۱٥ | ۰.۰۹۳۱ | ۱٦.٦۷ | ۰.۰۲٥۸ | ۰.٤۸۷٥ | ۰.۰۰۰۰۰۳ | ۱.٤۱۹ | ۲۱.٤۲ |
| ضریب تغییرات(٪) | | ٤.٤۰ | ٤.٦ | ۱۱.۷۰ | ۱۱.۸۰ | ۲.۳۰ | ۲.۳۰ | ۱۱.٤٥ |

بررسی مقایسه میانگین بر شاخص درصد جوانه‌زنی نشان داد که با افزایش مدت فرسودگی بذور درصد جوانه‌زنی کاهش معنی‌داری یافته است (شکل ۱). به‌طوری‌که بیشترین درصد جوانه‌زنی مربوط به تیمار شاهد و کمترین آن مربوط به سطح تیمار ۲۸ روز بود. علت کاهش درصد جوانه‌زنی را می‌توان مربوط به تاثیر فرسودگی بذر بر نفوذ پذیری غشا، افزایش تنفس بذر و کاهش انرژی اولیه مورد نیاز بذر برای جوانه‌زنی دانست. نتایج فوق با نتایج Soltani et al, (2009) که بر روی گندم صورت گرفت مطابقت دارد. در این مطالعه بررسی مقایسه میانگین سرعت جوانه‌زنی نشان داد که افزایش مدت فرسودگی بذر باعث کاهش سرعت جوانه‌زنی شده است (شکل۲). به‌طوری‌که بیشترین سرعت جوانه زنی مربوط به سطح تیمار شاهد و کمترین سرعت جوانه زنی مربوط به تیمار ۲۸ روز بود. سرعت جوانه‌زنی از مهمترین پارامترهای شاخص جوانه‌زنی بوده و هر چه جوانه‌زنی سریع تر انجام پذیرد احتمال فرسودگی بذر در خاک کاهش یافته و استقرار مطلوب گیاهچه بیشتر خواهد بود. همچنین گیاه مرحله هتروتروفی را زودتر سپری خواهد کرد. Seiadat et al, (2011) کاهش سرعت جوانه‌زنی ذرت در اثر زوال بذر را گزارش نموده‌اند.

مقایسه میانگین وزن خشک گیاهچه نشان داد که (شکل ۳) بین سطوح مختلف مدت فرسودگی بذر تفاوت معنی‌داری وجود دارد. بطوری که بیشترین وزن خشک گیاهچه مربوط به تیمار شاهد و کمترین وزن خشک گیاهچه مربوط به تیمار ۲۸ روز فرسودگی می‌باشد. در حالی که بین سطوح ١٤، ۷ و ۲۱ روز تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. کاهش وزن خشک گیاهچه می‌تواند مربوط به کاهش میزان مصرف ذخایر بذر یا کاهش کارایی استفاده از ذخایر بذر باشد (Soltani et al., 2006).

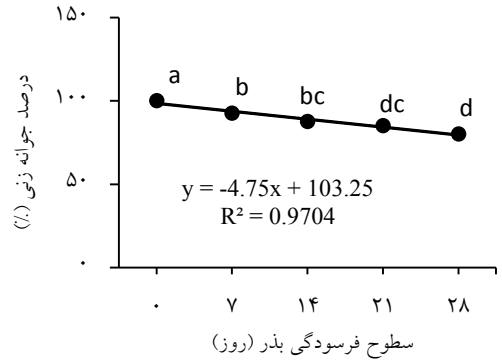
مقایسه میانگین اثر تیمارها بر کارایی استفاده از ذخایر بذر نشان داد که بین سطوح فرسودگی تفاوت معنی‌داری وجود دارد.به طوری که سطح شاهد بیشترین کارایی استفاده از ذخایر بذر و سطح فرسودگی ۲۸ روز کمترین کارایی استفاده از ذخایر بذر رانشان دادند (شکل ٤) و بین مدت فرسودگی ۷، ١٤ و ۲۱ روز تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. کارایی استفاده از ذخایر بذر نشان دهنده نسبت وزن خشک گیاهچه رشد یافته (میلی‌گرم) به میزان مصرف ذخایر بذر (میلی‌گرم) می‌باشد. مقایسه میانگین میزان مصرف ذخایر بذر نشان داد که (شکل ٥) در بین سطوح فرسودگی بذر، بیشترین میزان مصرف ذخایر بذر مربوط به سطح شاهد و کمترین میزان مصرف ذخایر بذر مربوط به سطح ۲۸ روز

فرسودگی بود. در حالی که سطوح ۷ و ١٤ روز فرسودگی از لحاظ میزان مصرف ذخایر بذر با شاهد تفاوت معنی‌دار نبود. هدف از میزان مصرف ذخایر بذر، رشد گیاهچه و تبدیل ذخایر بذر به ساختار گیاهچه می‌باشد. بنابراین مصرف کارآمد ذخایر بذر سبب ایجاد ویگور اولیه مطلوب در گیاهچه‌های ذرت می‌گردد. ویگور اولیه گیاهچه از طریق افزایش سطح سایه انداز و کاهش تبخیر از سطح خاک، افزایش میزان آب قابل مصرف برای گیاه و افزایش جذب نور در مراحل اولیه رشد گیاه سبب افزایش عملکرد و پایداری آن می شود. Soltani et al (2006) نیز نتایج مشابهی در گندم گزارش نموده‌اند. مقایسه میانگین تیمارها بر درصد کاهش ذخایر بذر نشان داد که با افزایش مدت فرسودگی درصد کاهش ذخایر بذر افت معنی‌داری یافته است (شکل ٦). بطوری که بیشترین کاهش مربوط به شاهد و کمترین کاهش مربوط به فرسودگی ۲۸ روز بود. درصد کاهش مصرف ذخایر بذر، میزان مصرف ذخایر بذر و کارایی تبدیل می‌تواند به دلیل کاهش فعالیت هورمون جبرلین و کاهش سنتز آنزیم‌های هیدرولیتیک در فرآیند جوانه‌زنی باشد (Soltani et al., 2006).

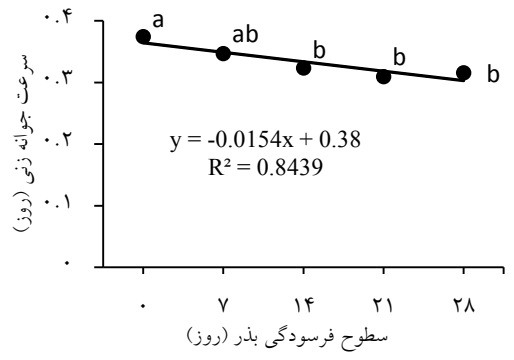
مقایسه میانگین هدایت‌الکتریکی نشان داد که با افزایش مدت فرسودگی بذور نشت مواد الکترولیتی افزایش معنی‌دار یافته است (شکل ۷). آزمون هدایت‌الکتریکی شاخص میزان تراوش مواد الکترولیتی می‌باشد. هنگامی که بذرها با قدرت رویش پائین در داخل آب قرار می‌گیرد مواد داخلی خود را به بیرون تراوش می‌کند ولی بذرهایی که دارای قدرت رویش بالا هستند مانع از خروج ترکیبات بذری از غشاء می‌شود پس در نتیجه یک همبستگی منفی بین هدایت الکتریکی و قدرت رویش بذر وجود دارد.

## نتیجه‌گیری نهایی

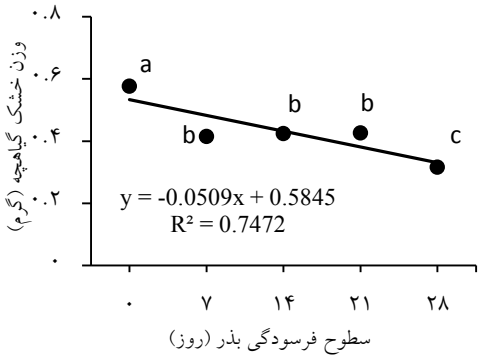
با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش، با افزایش طول مدت فرسودگی بذر، درصد و سرعت جوانه‌زنی بصورت خطی کاهش یافتند. همچنین پارامترهای رشد هتروتروفیک گیاهچه‌های ذرت نظیر درصد کاهش ذخایر بذر، میزان مصرف ذخایر بذر و کارایی استفاده از ذخایر بذر نیز با افزایش زمان فرسودگی بذر کاهشداشتند. دلیل کاهش شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد هتروتروفیک گیاهچه‌های ذرت در این مطالعه می‌تواند مربوط به کاهش یکپارچگی غشای پلاسمایی، بالا بودن میزان پراکسیداسیون لیپیدی، کاهش فعالیت آنزیم‌های هیدرولیتیکی و کاهش انتقال مواد هیدرولیز شده در اثر فرسودگی بذر باشد. به‌طوری‌که افزایش نشت مواد الکترولیتی در پژوهش حاضر خود گواه بر مطالب بالا می‌باشد. یافته‌های این تحقیق نشان داد که فرسودگی بذر باعث کاهش کیفیت بذر می‌شود و نتایج فوق نشان‌دهنده اهمیت نگهداری و انبارداری بذر در شرایط مناسب می‌باشد.



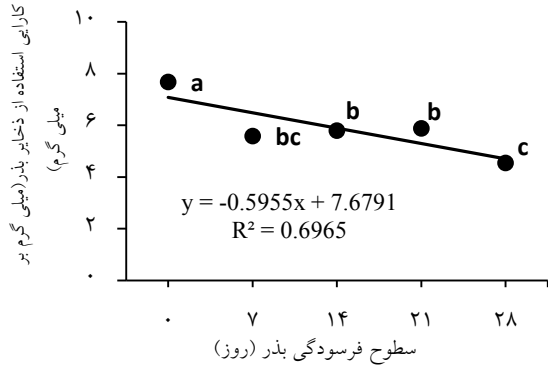

**شکل ۱**- تاثیر سطوح فرسودگی بذر بر درصد جوانه‌زنی



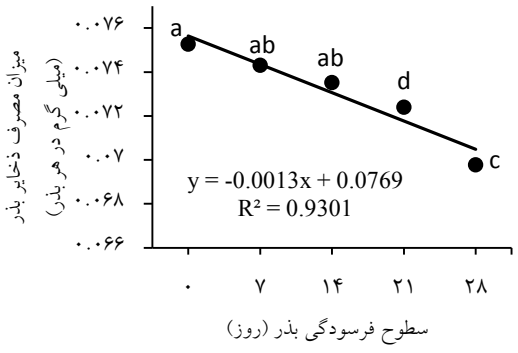

**شکل ۲**- تاثیر سطوح فرسودگی بذر برسرعت جوانه‌زنی



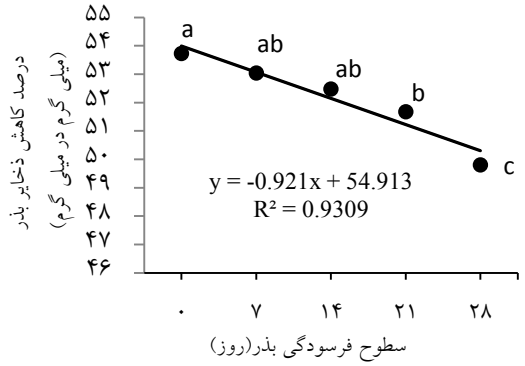

**شکل ۳**- تاثیر سطوح فرسودگی بذر بر وزن خشک گیاهچه




**شکل ٤**- تاثیر فرسودگی بذر بر کارایی استفاده از ذخایر بذر




**شکل ۵**- تاثیر فرسودگی بذر بر میزان مصرف ذخایر بذر.




**شکل ٦**- تاثیر سطوح فرسودگی بذر بر درصد کاهش ذخایر بذر.

## References

Agricultural Statistics, Ministry of Agriculture Jihad. 2013. The first volume of crops, crop year 2012-2011, Department of Planning and Economic, Centre Information Technology and Communication. http://dbagri.maj.ir/zrt/

Basra, S.M.A., Ahmad, N., Khan, M.M., Iqbal, N., and Cheema, M.A. 2003. Assessment of cotton seed deterioration during accelerate seed sci .technol. 31: 531-540.edn. International Seed Test Association. Zurich, Switzerland.

Ellias, S., Garary, AL., and Hanning, S. 2006. Seed quality testing of native species. Native Plants Journal. 7: 15-19.

Ellis, R.H., Hong, T.D., and Roberts, E.H. 1987. The development of desiccation-tolerance and maximum seed quality during maturation in six grain legumes. Ann Bot 59: 23-29.

FAO statistics division. 2012. http://www.faostat.fao.org.

Flynn, S., Turner, R.M., and Stuppy, W.H. 2006. Seed information database (release 7.0, October 2006).http://www.kew.org/data/sid.

Hampton, J.G. 2003. Methods of viability and vigour testing: a critical and appracial. In: pp. 81-118. Basra, A.S. (ed.), Seed Quality, Basic Mechanisms and Agricultural Implications. CBS Publishers and Distributers, New Delhi, India.

Hampton, J.G., and Tekrony, D.M. 1995. Handbook of vigour test methods. 3rd.

International Seed Testing Association. 1999. International rules for seed testing. Seed Sci. 27

Kapoor, N., Arya, A., Siddiqui, M.A., Amir, A., and Kumar, H. 2010. Seed deterioration in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under accelerated aging. Asian. J. Plant Science. 9:158-162.

Macdonald, C.M., Floyd, C.D., and Waniska, R.D. 2004. Effect of accelerated aging on mazi, Sorghun and sorghum. Journal of cereal Sci., 39: 351- 361.

Mc Donald, M. B. 1999.Seed deterioration: physiology, repaired and assessment. Seed Science and Technology 27: 177-237.

Seiadat, S.A., Moosavi, A., and Sharafizadeh, M. 2011. Effect of Hormone priming on improvement of aged Corn seed. The quarterly Academic Journal of Crop Physiology. 10:68-83. (In Persian).

Seiadat, S.A., Moosavi, A., and Sharafizadeh, M. 2012. Effect of seed priming on antioxidant activity and germination characteristics of Maize seeds under different aging treatments. Research Journals of Seed Sci., 5:51-62.

Soltani, A., Gholipoor, M., and Zeinali, E. 2006. Seed reserve utilization and seedling growth of wheat as affected by drought andSalinity. Environ. Exp. Bot. 55: 195- 200.

Soltani, E., kamkar, B., Galeshi, S., and Akramghaderi, F. 2009. The effect of seed aging on wheat emergence on the response of environmental stress. EJCP. 2: 43-58. (In Persian).

Soriano, D., Orozco-Segovia, A., Marquez-Guzman, J., Kitajima, K., Gamboa-de Buen, A., and Huante, P. 2011. Seed reserve composition in 19 tree species of a tropical deciduous forest in Mexico and its relationship to seed germination and seedling growth. Annals of Botany. P 1-13.

Wakjira, K., and Negash, L. 2013. Germination responses of Croton macrostachyus (Euphorbiaceae) to various physico-chemical pretreatment conditions. South African Journal of Botany. 87: 76-83.