نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۷ شمارهٔ۱، صفحهٔ ۲۴-۹، نیمهٔ اول ۱۳۹۵

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 7, No. 1, 2016, p. 9-24

کالیبراسیون آزمون تسریع پیری به‌عنوان یک آزمون قدرت بذر برای پیش‌بینی سبزشدن گیاه نخود (*Cicer arietinum* L.) در شرایط مزرعه

پروین بیات[1]، مختار قبادی[2*]، محمداقبال قبادی[2] و غلامرضا محمدی[2]

۱- کارشناس‌ارشد زراعت، دانشگاه رازی کرمانشاه

۲- اعضای هیئت علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی و منابع‌طبیعی، دانشگاه رازی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۱/۲۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۱/۲۵

چکیده

کاهش رشد رویشی یکی از پیامدهای زوال بذر است که ممکن است، سبب کاهش عملکرد گیاه شود. در این تحقیق، ضمن ارزیابی بنیهٔبذر توده‌های مختلف بذر نخود متعلق‌به دو تیپ کابلی و دسی، همبستگی صفات مرتبط با بنیهٔ بذر با درصد و سرعت سبزشدن گیاهچه در مزرعه تعیین گردید. این تحقیق در سال ۱۳۹۱ در قالب دو آزمایش در آزمایشگاه و مزرعه پردیس کشاورزی و منابع‌طبیعی دانشگاه رازی انجام شد. در آزمایشگاه، تیمارهای مختلف پیری‌تسریع شده (دما و مدت‌زمان)، شامل دماهای ۴۱، ۴۳ و ۴۵درجه سانتی‌گراد و به‌مدت‌زمان‌های صفر (شاهد)، ۴۸، ۷۲، ۹۶، ۱۲۰ و ۱۴۴ساعت روی ۱۳توده نخود اعمال شد. در مزرعه نیز ۱۳ توده بذر مختلف نخود در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهارتکرار کشت شدند. تجزیه واریانس داده‌ها در آزمایشگاه نشان‌داد که تمامی اثرات ساده و متقابل مربوط به تیمارهای توده‌بذر و سطوح پیری بر روی کلیه صفات اندازه‌گیری‌شده، به‌جز کارآیی استفاده از ذخایر بذر معنی‌دار بود. هم‌چنین سطوح مختلف پیری‌تسریع‌شده تأثیر معنی‌داری بر خصوصیات جوانه‌زنی نخود داشت، به‌طوری‌که با افزایش دما و مدت‌زمان پیری خصوصیات جوانه‌زنی به‌شدت کاهش‌یافت. مقایسه میانگین داده‌ها در آزمایشگاه و مزرعه نشان‌داد، توده‌های بذر جدید نسبت به قدیم از خصوصیات جوانه‌زنی و بنیهٔبذر بالاتری برخوردار بودند. طول ریشه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه در آزمون پیری‌تسریع‌شده تحت دمای ۴۳درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۷۲ساعت از همبستگی بالاتری با هر دو ویژگی درصد و سرعت سبزشدن گیاهچه در مزرعه برخوردار بودند.

واژه‌های کلیدی: بنیهٔبذر، توده بذر، جوانه‌زنی، زوال، سبزشدن گیاهچه

مقدمه

کیفیت بذر به‌عنوان اندام تکثیر گیاهان و مهم‌ترین نهاده تولید محصولات‌زراعی از اهمیت ویژه‌ای در رشد و عملکرد مطلوب گیاهان‌زراعی در مزرعه برخوردار است که تحت تأثیر عوامل مختلفی مثل خصوصیات ژنتیکی، قوهٔنامیه یا قابلیت جوانه‌زنی، بنیه، میزان‌رطوبت، کیفیت‌انبارداری، قابلیت‌ماندگاری و سلامت‌بذر می‌باشد که مهم‌ترین آن‌ها میزان جوانه‌زنی و قدرت (بنیه) بذر می‌باشد (Akbari *et al*., 2004). بنیه بذر عبارت‌است از مجموعه خصوصیاتی از بذرکه سطح بالقوه فعالیت وکارآیی بذر یا توده آن‌را به‌هنگام جوانه‌زنی و سبزشدن تعیین می‌نماید (Hampton & Tekrony, 1995). بنیه بذر، میزان سبزشدن گیاهچه درمزرعه، سرعت سبزشدن گیاهچه‌ها و یک‌نواختی آن‌را تحت تأثیر قرار می‌دهد که کلیه این‌عوامل، به‌طور بالقوه می‌تواند بر میزان تجمع ماده خشک توسط جامعه گیاهی و در نتیجه عملکرد مؤثر واقع گردند (Heydecker, 1977). ساختار ژنتیکی (Gusta *et al*., 2003)، محیط و تغذیه گیاه‌مادری، ذخایر بذر، مرحله رسیدگی در زمان برداشت، عوامل بیماری‌زا و فرسودگی بذر از جمله عوامل مؤثر بر قدرت بذر هستند (Roberts & Osei-Bonsu, 1988).

زوال بذر[1] پدیده‌ای فیزیولوژیک است که پس از رسیدگی فیزیولوژیک بذر و در دوره پس از برداشت در شرایط بالابودن دما، رطوبت و فشار اکسیژن محیط نگه‌داری بذر به‌تدریج آغاز می‌شود و موجب تخریب ساختار DNA و RNA ریبوزومی (Rajjou & Debeaujon, 2008)، کاهش فعالیت آنزیمی، کاهش تنفس و تغییر در ساختار غشاءسلولی و افزایش نشت

* **نویسندهٔ مسئول:** کرمانشاه، میدان شهدا، بزرگراه امام خمینی، دانشگاه رازی، پردیس کشاورزی و منابع‌طبیعی، گروه زراعت و اصلاح نباتات؛ کدپستی: ۶۷۱۵۶۸۵۴۳۸؛ تلفن: ۰۸۳۳۸۳۳۱۷۲۳، همراه: ۰۹۱۸۳۳۹۸۰۴۲، ghobadi.m@razi.ac.ir

1- Seed deterioration

متابولیت‌ها می‌شود که منجربه کاهش قوهٔنامیه، بنیهٔبذر و گیاهچه (Tilebeni & Golpayegani, 2011)، جوانه‌زنی، سبز شدن و رشد گیاهچه (De Figueiredeo *et al*., 2003)، افزایش حساسیت به تنش‌های محیطی (Salvucci & Crafts Brandner., 2004) و در نهایت کاهش عملکرد محصول می‌شود (Hampton, 2003). براساس مشاهدات متعدد در بررسی توده‌های بذری گوناگون گونه‌های مختلف گیاهی، در شرایط آزمایشگاهی و مزرعه‌ای ثابت‌شده است که درصد جوانه‌زنی یک توده بذر در آزمایشگاه با میزان استقرارگیاهچه در مزرعه متفاوت می‌باشد. این تفاوت و تغییرات به‌علت تفاوت‌های موجود در قدرت بذر توده‌های مختلف می‌باشد (Bishnoi & Santos, 1996). یکی از آزمون‌های مناسب برای سنجش بنیه بذر، آزمون پیری‌تسریع‌شده است. این آزمون، در مقایسه با آزمون جوانه‌زنی استاندارد، قادر است نتایج بهتری از سبزشدن بذر محصولات در مزرعه را در اختیار قرار دهد (Pandey *et al*., 1990). Chhetri *et al*, (1993) طی آزمایشی به‌این‌نتیجه رسیدند که در گندم، جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، میزان کلروفیل و پروتئین در اثر پیری‌زودرس کاهش می‌یابد. Powell & Matthews(1985) قابلیت استفاده موفقیت‌آمیز از آزمون فرسودگی‌کنترل‌شده بذر برای ارزیابی بنیهٔبذر و میزان استقرار بوته گیاهان گونه‌های مختلف جنس کلم[1] را با بررسی همبستگی نتایج آزمایشگاه و درصد سبزشدن گیاهچه‌ها در مزرعه گزارش کردند. در بررسی دیگری که برای تعیین قدرت بنیهٔبذر و جوانه‌زنی شِش رقم کلزا تحت تنش خشکی صورت گرفت. نتایج نشان‌داد که آزمون پیری‌زودرس بیش‌ترین همبستگی را با درصد سبز مزرعه داشت، درحالی‌که آزمون‌های هدایت‌الکتریکی، سرما و جوانه‌زنی استاندارد همبستگی خوبی با درصد سبز مزرعه نداشتند (Khalaj, 2006). در تحقیق حاضر، ضمن ارزیابی و درجه‌بندی قدرت و بنیهٔبذر نخود با استفاده از آزمون‌پیری‌تسریع‌شده، چگونگی ارتباط بین این آزمون و قدرت بذر با میزان درصد و سرعت سبزشدن در شرایط مزرعه مورد بررسی قرار گرفت تا با استفاده از آن بتوان نسبت به پیش‌بینی وضعیت استقرار و عملکرد گیاه در مزرعه اقدام نمود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در قالب دو آزمایش در مزرعه و آزمایشگاه در سال زراعی ۱۳۹۱ در پردیس کشاورزی و منابع‌طبیعی دانشگاه رازی کرمانشاه اجرا شد. در مزرعه ۱۳توده بذر نخود در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار کشت گردیدند. مساحت هر واحد آزمایشی ۳/۷۵ مترمربع (طول ۲/۵متر و عرض ۱/۵متر) و شامل ۵ردیف کاشت به‌فواصل ۳۰سانتی‌متر کشت شدند. تاریخ کاشت در فروردین ۱۳۹۱، تراکم کاشت ۴۰بوته در متر مربع و عمق کاشت ۵سانتی متر بود. مشخصات توده‌های بذر نخود مورداستفاده در جدول۱ ارائه‌شده است. در مزرعه بلافاصله پس از مشاهده ظهور اولین گیاهچه‌ها، شمارش گیاهچه‌های سبز شده، روزانه در هر واحد آزمایشی آغاز و تا زمانی‌که تعداد گیاهچه‌های سبزشده ثابت گردیدند، شمارش ادامه داشت. شاخص‌های مرتبط با قدرت بذر براساس شاخص‌های زیر محاسبه شد:

درصد سبزشدن نهایی (FEP[2]) در مزرعه: به‌صورت تعداد بذور سبزشده تقسیم بر تعداد بذور کشت‌شده ضرب‌در عدد ۱۰۰ به‌دست آمد (ISTA, 2003).

میانگین زمان لازم برای سبزشدن[3]: که به‌عنوان شاخصی از سرعت سبزشدن محسوب می‌گردد، بااستفاده از معادله (۱) تعیین شد (ISTA, 2003).

$$MTE = \frac{\sum(nd)}{\sum n} \quad (۱)$$

n= تعداد بذرهای سبزشده در d روز، d= تعداد روزها، Σn= کل تعداد بذرهای سبزشده

میانگین سبزشدن روزانه[4]: شاخصی از سرعت و تعداد گیاهچه سبزشده می‌باشد که از تقسیم درصد سبزشدن نهایی(FEP) بر طول دورهٔ آزمایش به‌دست آمد (ISTA, 2003).

$$MDE = \frac{FEP}{D} \quad (۲)$$

سرعت سبزشدن روزانه[5]: سرعت سبزشدن روزانه عکس میانگین سبزشدن روزانه می‌باشد. این شاخص بیان‌کننده مدت‌زمان لازم برای سبزشدن یک تک‌بذر است، هرچه کم‌تر باشد، سرعت سبز شدن بالاتر است و بااستفاده از معادله (۳) محاسبه شد(ISTA, 2003).

$$DES = \frac{1}{MDE} \quad (۳)$$

سرعت سبزشدن[6]: این شاخص بااستفاده از معادله (۴) به‌دست آمد (Maguire, 1962).

$$ER = \sum\left(\frac{n}{d}\right) \quad (۴)$$

n= تعداد بذرهای سبزشده در d روز، d= تعداد روزها

شاخص ظهور گیاهچه در مزرعه[7]: بااستفاده از معادله (۵) به دست آمد (Rama *et al*, 1999).

1- *Brassica spp.*

2- Final emergence percentage
3- Mean time to emergence
4- Mean daily emergence
5- Daily emergence speed
6- Emergence rate
7- Field emergence index

(۵)

= شاخص ظهور گیاهچه در مزرعه
(قابلیت جوانه زنی)/(میانگین ظهور گیاهچه در مزرعه)

در آزمایشگاه، آزمون پیری‌تسریع‌شده مربوط به بنیهٔبذر به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار و با استفاده از روش بین‌المللی آزمون بذر (ISTA) روی ۱۳توده بذر نخود متعلق به هفت رقم و دو تیپ کابلی و دسی انجام گرفت. در آزمون پیری‌تسریع‌شده، ۱۰۰عدد بذر از هر تودهٔ بذری در ظرفی به‌ابعاد ۶×۱۲/۵×۱۹ سانتی‌متر که حاوی ۸۰میلی‌متر آب‌مقطر بود، روی توری‌سیمی از جنس آلومینیوم بدون این‌که بذرها آب جذب‌کرده باشند، قرارداده شدند. سپس ظروف به‌مدت های صفر (شاهد)، ۴۸، ۷۲، ۹۶، ۱۲۰، ۱۴۴ساعت در دماهای ۴۱، ۴۳، ۴۵درجه سانتی‌گراد در شرایط رطوبت‌نسبی ۱۰۰درصد قرار گرفتند. در پایان دوره، رطوبت بذر را اندازه‌گیری و به‌دنبال آن آزمون جوانه‌زنی استاندارد، مطابق روش استاندارد مربوطه انجام پذیرفت (ISTA, 2012). در آزمون جوانه‌زنی استاندارد تعداد ۱۰۰عدد بذر از هر توده بذر نخود را برای کشت به‌روش بین‌کاغذ (۳۰×۴۵سانتی‌متر) در چهار تکرار به‌فواصل مساوی روی خط مرکزی صفحه کاغذصافی قرارداده شدند. کاغذهای صافی را لوله‌کرده و در ظرف‌هایی به‌طور عمودی قرارداده شدند. در داخل هر ظرف مقدار ۲۰۰سی‌سی آب‌مقطر ریخته شد. در نهایت ظروف مذکور در ژرمیناتور با دمای ۰/۵± ۲۰درجه سانتی گراد قرارداده شدند (ISTA, 2012). شمارش تعداد بذرهای جوانه‌زده به‌طور روزانه در هشت‌روز متوالی ارزیابی و یادداشت گردید. ظهور ریشه‌چه به‌اندازه دو میلی‌متر به‌عنوان معیاری برای جوانه‌زنی بذر درنظر گرفته شد (Alen *et al*., 1985). در پایان دورهٔ اجرای آزمون، تعداد گیاهچه‌های عادی و غیرعادی بر اساس معیارهای انجمن بین‌المللی آزمون بذر تعیین شد (Anonymous, 2003). در این آزمون به‌منظور برآورد میزان رشد گیاهچه‌ها، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه گیاهچه‌های نرمال حاصل از بذور جوانه‌زده بااستفاده از خط‌کش مدرج بر حسب میلی‌متر اندازه‌گیری شد و سپس قسمت لپه‌ها از گیاهچه‌های طبیعی جدا شد و ریشه‌چه‌ها و ساقه‌چه‌ها به‌طور جداگانه در داخل پاکت قرار گرفتند. نمونه‌ها در داخل آون و در دمای ۷۲درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ساعت خشک‌شده و سپس توسط ترازویی با دقت ۰/۰۰۰۱گرم وزن شدند (AOSA, 1993). با شمارش روزانه، تعداد بذرهای جوانه‌زده برخی از شاخص‌های جوانه‌زنی مرتبط با بنیهٔبذر و گیاهچه به شرح زیر محاسبه شدند:

درصد جوانه‌زنی نهایی[1]: درصد جوانه‌زنی بااستفاده از رابطه (۶) محاسبه گردید (ISTA, 1996).

(۶)

= درصد جوانه‌زنی نهایی
۱۰۰×(تعداد کل بذرهای کشت‌شده/تعداد بذرهای جوانه زده)

متوسط جوانه‌زنی روزانه[2]: این پارامتر شاخصی از سرعت جوانه‌زنی روزانه است (Hunter, 1984). فرمول آن به‌صورت رابطه (۷) است.

$$MDG = \frac{FGP}{D}$$

(۷)

FGP= درصد جوانه‌زنی نهایی، D = تعداد روز تا پایان دوره اجرای آزمون

سرعت جوانه‌زنی روزانه[3]: عکس متوسط جوانه‌زنی روزانه است (Maguire, 1962).

$$DGS = \frac{1}{MDG}$$

(۸)

سرعت جوانه‌زنی[4]: محاسبه آن به‌صورت رابطه‌ی (۹) است (Maguire, 1962).

$$GR = \sum\left(\frac{n}{t}\right)$$

(۹)

n= تعداد بذر جوانه‌زده در زمان، t= تعداد روزهای پس از شروع جوانه‌زنی t

شاخص جوانه‌زنی بذر[5]: شاخص جوانه‌زنی بذر از مجموع نسبت تعداد کل بذرهای جوانه‌زده به تعداد روزهای پس از کاشت به‌دست‌آمده که در آن Ni برابر است با تعداد کل بذرهای جوانه‌زده تا روز iام و Ti شماره روز که برای نخود اولین شمارش در روز بعد از کاشت و آخرین شمارش در روز هشتم انجام گرفت (TeKrony & Egli, 1991). فرمول آن به‌صورت رابطه (۱۰) است.

$$\sum GI = \frac{Ni}{Ti}$$

(۱۰)

شاخص بنیه گیاهچه[6]: شاخص بنیه گیاهچه بااستفاده از رابطه (۱۱) به‌دست آمد (Agrawal, 2003).

(۱۱)

طول گیاهچه×درصد جوانه‌زنی نهایی= شاخص بنیهٔبذر

کارآیی استفاده از ذخایر بذر: بعد از اجرای آزمون رشد گیاهچه، وزن خشک گیاهچه‌ها و وزن خشک باقی‌مانده بذرها محاسبه شدند. در نهایت، مقدار استفاده از ذخایر بذر، کارآیی استفاده از ذخایر بذر و کسر ذخایر بذر مصرف‌شده بر اساس روابط ۱۲ تا ۱۴محاسبه شدند (Soltani, 2007).

1- Final germination percentage
2- Mean daily germination
3- Daily germination speed
4- Germination rate
5- Germination index
6- Seedling vigor index

جدول ۱- مشخصات توده‌های بذر نخود مورداستفاده در آزمایش

Table 1. Characteristics of chickpea seed lots in present study

محل و سال تولید Seed sourceand Production year	تیپ Type	رقم variety	توده بذر Seed Lot No.	محل و سال تولید Seed sourceand Production year	تیپ Type	رقم variety	توده بذر Seed Lot No.
kermanshah1390	Kabuli	Bivanij	8	kermanshah 1388	Kabuli	Hashem	1
kermanshah1390	Kabuli	Arman	9	kermanshah1390	Kabuli	Hashem	2
kermanshah 1388	Desi	Kaka	10	kermanshah 1388	Kabuli	Azad	3
kermanshah1390	Desi	Kaka	11	kermanshah1390	Kabuli	Azad	4
Sanandaj1390	Desi	Kaka	12	kermanshah1387	Kabuli	ILC-482	5
Sanandaj1390	Desi	pirooz	13	kermanshah1390	Kabuli	ILC-482	6
				kermanshah 1388	Kabuli	Bivanij	7

(۱۲)

= مقدار استفاده از ذخایر بذر

وزن خشک باقی‌مانده بذر- وزن اولیه بذرهای خشک

(۱۳)

= کارآیی استفاده از ذخایر بذر

مقدار استفاده از ذخایر بذر/ وزن خشک گیاهچه

(۱۴)

= کسر ذخایر بذر مصرف‌شده

وزن اولیه بذرهای خشک/ مقدار استفاده از ذخایر بذر

در این روابط، وزن اولیه بذرها با کم‌کردن رطوبت بذر از وزن اولیه بذرها به‌دست می‌آید.

جهت تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از نرم‌افزارهای آماری MSTAT-C SPSS و Excel استفاده شد. همبستگی بین سرعت و درصد سبزشدن گیاهچه در مزرعه با آزمون‌های آزمایشگاهی توسط نرم افزارSPSS محاسبه شد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD و در سطح احتمال پنج‌درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه‌واریانس داده‌ها در مزرعه نشان‌داد که توده‌های بذری مختلف از نظر درصد سبزشدن نهایی، میانگین سبزشدن روزانه، سرعت سبزشدن روزانه، سرعت سبزشدن گیاهچه و شاخص سبزشدن (ظهور) گیاهچه در مزرعه در سطح احتمال یک‌درصد اختلاف معنی‌داری داشتند؛ ولی میان توده‌های بذر از نظر میانگین زمان لازم برای سبزشدن اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول۲). مقایسه میانگین‌ها نشان‌داد که توده‌های بذری با سن و طول دورهٔ انبارداری بیش‌تر، درصد سبزشدن نهایی مزرعه، میانگین سبزشدن روزانه، سرعت سبزشدن گیاهچه و شاخص ظهور گیاهچه در مزرعهٔ کم‌تری را نشان‌دادند (جدول ۳). گزارش‌شده است که در نتیجه پیری بذر، درصد جوانه‌زنی بذر و ظاهرشدن گیاهچه (Saha & Sultana, 2008) و عملکرد گیاهان‌زراعی (Mohammadi *et al*., 2011) در مزرعه کاهش پیدا می‌کند. به‌عنوان مثال در آزمایش حاضر، توده بذر بیونیج سال۹۰ از نظر صفات درصد سبزشدن نهایی، میانگین سبزشدن روزانه، سرعت سبزشدن روزانه، سرعت سبزشدن گیاهچه و شاخص سبزشدن گیاهچه نسبت به توده بذر بیونیج سال۸۸ برتر بود؛ بنابراین از بنیه بذر بالاتری هم برخوردار بود (جدول ۳).

جدول ۲- تجزیه واریانس(میانگین مربعات) صفات موردبررسی در۱۳ توده بذر نخود در شرایط مزرعه

Table 2. Analysis of variance (Mean Squares) of traits in 13 chickpea seed lots under field conditions

منابع تغییرات (S.O.V)	درجه آزادی df	درصد سبزشدن نهایی Final Emergence Percentage (%)	میانگین سبزشدن روزانه Mean Daily Emergence	سرعت سبزشدن روزانه Daily Emergence Speed	میانگین زمان لازم برای سبزشدن Mean Time to Emergence	سرعت سبزشدن گیاهچه Seed Emergence Speed	شاخص ظهور گیاهچه Field Emergence Index
تکرار Replication	3	53.098^{ns}	0.288^{ns}	0.00001^{ns}	1.688**	0.081^{ns}	51.193^{ns}
توده بذر Seed Lot	12	163.429**	4.80**	0.003**	0.505^{ns}	0.264**	223.110**
خطا Error	36	40.470	0.940	0.00001	0.302	0.078	47.428

ns و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک‌درصد

ns and **: non significant and significant at 1% level of probability respectively

گزارش شده است که زوال بذر در طی انبارداری باعث کاهش کیفیت بذر، استقرار گیاهچه و در نهایت عملکرد گیاه در مزرعه خواهد شد (McDonald, 1999).

تغییرات مختلف بیوشیمیایی و متابولیکی در طی فرآیند پیری بذر رخ می‌دهد که نتیجه نهایی آن کاهش توان جوانه‌زنی و نموّ بذر است (McDonald, 1999). در طول دوره انبارداری درحالی‌که محتوی رطوبتی بذر پایین است، اکسیداسیون خودبه‌خود چربی‌ها موجب تولید رادیکال‌های آزاد می‌شود. گونه‌های فعال اکسیژن شامل پراکسیدهیدروژن (H_2O_2)، سوپراکسید (O_2^-) و رادیکال هیدروکسیل (OH^-) معمولاً به عنوان مولکول‌های سمی موردتوجه هستند که تجمع آن‌ها باعث پراکسیداسیون چربی‌ها و غیرفعال‌شدن آنزیم‌ها، خسارت به اسیدهای‌نوکلئیک و تخریب غشاهای سلول می‌شود (Bailly *etal*., 2000). نتایج آزمایش اخیر با نتایج Rama *et al*, (1999) و Basra (2003) در رابطه با اثر فرسودگی بذر روی گندم و پنبه مطابقت داشت. در نتایج آن‌ها، درصد سبزشدن گیاهچه تحت تأثیر زوال، کاهش معنی‌داری یافت. با این‌که ممکن است درصد جوانه‌زنی دو توده بذر با قدرت‌های متفاوت در آزمایشگاه تفاوتی با هم نداشته باشند، ولی در شرایط مزرعه و تنش، بذوری با قدرت بالاتر می‌توانند در مقایسه با بذوری با قدرت کم‌تر، سبزشدن بهتری داشته باشند. به‌طور نظری کیفیت بذر می‌تواند بر عملکرد گیاهان زراعی به‌طور مستقیم و یا غیرمستقیم اثر بگذارد. اثر غیرمستقیم شامل درصد و زمان از کاشت تا سبزشدن (سرعت سبزشدن) می‌شود که از طریق تغییر تراکم گیاهی، آرایش فضایی و بقای محصول بر عملکرد اثر می‌گذارند (Ellis, 1992). نظر به‌این‌که با افزایش فرسودگی بذرها و کاهش بنیهٔ‌بذر، درصد و سرعت سبزشدن بذرها در مزرعه کاهش می‌یابد، در نتیجه در اثر کاهش تراکم بوته در واحد سطح، کاهش رقابت رویشی بین بوته‌ها، نورگیری خوب و از طرفی به‌علت پایین‌بودن قدرت رشد، بوته‌های فرسوده زودتر به‌گل‌رفته و در نتیجه زمان رسیدگی نیز کاهش می‌یابد و نهایتاً منجربه کاهش عملکرد می‌گردد (Gharineh, 2004). نتیجه این آزمایش با نتایج Durrant *et al*, (1993) و Steiner (1990) مطابقت داشت. افزایش متوسط زمان لازم برای سبزشدن در نتیجه زوال بذر در گیاهان ذرت و کلزا نیز گزارش‌شده است (Ghassemi-Golezani, 2011). علت بالابودن شاخص ظهور گیاهچه در بذرهای جدید، بالابودن درصد سبزشدن نهایی مزرعه می‌باشد که تحقیقات TeKrony & Egli (1995) این موضوع را ثابت می‌کند.

در شرایط آزمایشگاهی، تجزیه‌واریانس داده‌ها نشان‌داد که تمامی اثرات ساده و متقابل مربوط به تیمارهای توده‌بذر و سطوح پیری‌تسریع‌شده روی درصد جوانه‌زنی، درصد گیاهچه‌های قوی، متوسط جوانه‌زنی روزانه، سرعت جوانه‌زنی روزانه، شاخص جوانه‌زنی بذر، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه، شاخص بنیه گیاهچه، مقدار استفاده از ذخایر بذر و کسر ذخایر مصرف‌شده معنی‌دار گردید؛ ولی کارآیی استفاده از ذخایر بذر تحت تأثیر تیمارهای مذکور قرار نگرفت (جدول ۴).

جدول ۳- مقایسه میانگین توده‌های بذر نخود برای صفات موردبررسی در شرایط مزرعه

Table 3. Mean comparisons of chickpea seed lots for traits in field conditions

شاخص ظهور گیاهچه Emergence Index	سرعت سبزشدن گیاهچه Seedling Emerging Speed (seedling. day^{-1})	سرعت سبزشدن روزانه Daily Emerging Speed (seedling. day^{-1})	میانگین سبزشدن روزانه Mean Daily Emerging (day. seedling^{-1})	درصد سبزشدن نهایی Final Emergence Percentage(%)	توده‌های بذر مختلف Seed Lots No.
80.6 ef	2.57 de	0.0182 c	5.57 cde	78.9 cde	Hashem year 88
95.3 ab	3.01 abc	0.150 d	6.70 bcd	88.3 ab	Hashem year 90
74.1 f	2.39 e	0.210 a	4.89 e	71.9 e	Azad year 88
93.3 abcd	2.99 abc	0.142 fg	7.00 ab	88.3 ab	Azad year 90
79.7 ef	2.61 cde	0.187 b	5.39 de	77.3 de	ILC-482 year 87
87.5 bcde	3.02 ab	0.147 de	6.94 abc	87.5 abc	ILC-482 year 90
89.1 bcde	2.81 bcd	0.145 ef	7.04 ab	87.5 abc	Bivanij year 88
101.7 a	3.28 a	0.132 h	7.55 ab	95.3 a	Bivanij year 90
94.5 abc	3.13 ab	0.147 de	6.91 abc	90.6 ab	Arman year 90
84.4 de	2.96 abcd	0.140 g	7.17 ab	83.6 bcd	Kaka year 88
92.2 abcd	3.21 a	0.122 i	8.26 a	92.2 ab	Kaka year 90
85.2 cde	2.96 abcd	0.120 i	8.25 a	85.1 bcd	Kaka Sanandaj year 90
86.8 bcde	2.94 abcd	0.147 de	7.00 ab	85.9 bcd	pirooz Sanandaj year 90

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک‌حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵درصد می‌باشند.

In each column, means with at least one similar letter are not different at 5% level.

مقایسه میانگین داده‌ها نشان‌داد، اکثر توده‌های بذر جدید نسبت به قدیم مقادیر بیش‌تر درصد جوانه‌زنی نهایی، درصدگیاهچه قوی، متوسط جوانه‌زنی روزانه، شاخص جوانه‌زنی بذر، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه، شاخص بنیه گیاهچه، مقدار استفاده از ذخایر بذر و کسر ذخایر مصرف‌شده و مقادیر کم‌تر سرعت جوانه‌زنی روزانه را به‌خود اختصاص دادند (جدول ۵). این روند در تمامی توده‌های بذر مورد بررسی مشاهده گردید. نتایج آزمون حاضر نشان‌داد، تفاوت بین توده‌های بذر قدیم و جدید به‌علت کاهش کیفیت و بنیهٔ بذر در اثر طول دورهٔ انبارداری و زوال بذر بود. زوال بذر یک فرآیند مستمر و پیوسته بوده و از قابلیت برگشت، برخوردار نیست، اما با نگه‌داری در شرایط مناسب دما و رطوبت سردخانه یا انبار، می‌توان سرعت زوال را کاهش داد. لذا نتیجه این آزمایش با نتایج Rama (1999) که گزارش نمود، بذرهای سالم گندم سرعت جوانه‌زنی بالاتر و در نتیجه درصد سبزشدن گیاهچه و عملکرد دانه بالاتری نسبت به ارقام پیرشده داشتند، مطابقت دارد. مقایسه میان توده‌های بذر متعلق به تیپ‌های کابلی و دسی مختلف نشان داد که توده‌های بذر تیپ‌دسی از کیفیت و بنیهٔ بذر بالاتری نسبت به توده‌های بذر تیپ کابلی برخوردارند، به‌طوری‌که مقادیر بیش‌تری از صفات مورد بررسی را به‌خود اختصاص داده‌اند. باتوجه به این‌که توده‌های بذر در شرایط مشابه آزمایش شده‌اند، احتمالاً دلیل این برتری، ناشی از ساختار ژنتیکی توده‌های بذر متعلق به تیپ‌دسی بوده است. نتایج مشابهی در مورد ساختار ژنتیکی بر بنیهٔ بذر گزارش شده است (Rebetzke & Richards, 1999). در تحقیقاتی که Rozrokh *et al*,(2002) و Damavandi *et al*, (2007) به‌ترتیب بر روی نخود، و سورگوم علوفه‌ای انجام دادند، بیان داشتند که با توجه به تأثیر قابل‌ملاحظه بنیهٔ بذر بر درصد و سرعت سبزشدن گیاهچه، ضرورت دارد در مقایسه ارقام، اثرات ساختار ژنتیکی مورد بررسی قرار گیرد. از دیگر عواملی که به نظر می‌رسد بر روی بنیهٔ بذر تأثیرگذار بوده است، اندازه بذر (وزن۱۰۰۰دانه) است که به‌طور مستقیم به‌میزان اندوخته غذایی بذر بستگی دارد. مطالعات نشان‌داده‌اند که بذور بزرگ‌تر و متراکم‌تر، گیاهچه‌هایی با بنیهٔ قوی‌تر تولید می‌کنند. اما سایر مطالعات در تشریح یک همبستگی بین اندازه بزرگ‌تر بذر و بنیه، ناتوان بودند. لذا نتایج این تحقیق با نتایج McDonald *et al*, (2004) و Moshatati *et al*,(2012) که اظهارداشتند با کاهش اندازه بذر، درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، درصد گیاهچه‌های نرمال، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و وزن خشک گیاهچه کاهش می‌یابد، مطابقت ندارد.

جدول ۴- تجزیه واریانس(میانگین مربعات) اثر توده‌های بذر نخود، پیری‌تسریع‌شده و اثر متقابل آن‌ها بر خصوصیات جوانه‌زنی موردبررسی

Table 4. Analysis of variance (Mean- squares) of chickpea seed lots, accelerated aging and their interaction on germination characteristics

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	درصد جوانه‌زنی نهایی Final Germination Percentage	درصد گیاهچه‌قوی Strong Seedling Percentage	متوسط جوانه زنی روزانه Mean Daily Germination	سرعت جوانه زنی روزانه Daily Germination rate	شاخص جوانه زنی بذر Germination Index	طول ریشه چه Root length	طول ساقه چه Shoot length	وزن خشک ریشه‌چه Root dry weight	وزن خشک چه‌ساقه Shoot dry weight	شاخص بنیه گیاهچه Seedling Vigour Index	مقدار استفاده از ذخایر بذر Amount of translocated seed storage	کارایی استفاده از ذخایر بذر Efficiency of translocated seed storage	کسر ذخایر شده‌مصرف Quotient of translocated seed storage
توده بذر (Seed Lot)	12	33649**	34410**	0.055**	3016**	32.925**	754**	497**	147**	805**	364355**	7134**	8.744 ns	0.654**
پیری‌تسریع‌شده (Accelerated Aging)	15	42013**	40424**	0.069**	7605**	41.106**	1837**	565**	19161**	3729**	444527**	44031**	5.129 ns	0.545**
اثر متقابل SL× AA	180	1130**	1022**	0.002**	3027**	1.104**	35.1**	19.0**	45.3**	177**	8551**	2654**	6.659 ns	0.031**
خطا Error	624	47.647	47.308	0.001	547.13	0.047	4.11	2.239	8.715	19.27	720.441	369.63	6.526	0.005

ns و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک‌درصد

ns and **: not significant and significant at 1% level of probability, respectively.

در آزمایش حاضر، با افزایش سطوح پیری (دما و مدت زمان)، درصد جوانه‌زنی نهایی، درصد گیاهچه قوی، متوسط جوانه‌زنی روزانه، شاخص جوانه‌زنی بذر، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه، شاخص بنیه گیاهچه، مقدار استفاده از ذخایر بذر و کسر ذخایر مصرف شده، کاهش و سرعت جوانه‌زنی روزانه که عکس متوسط جوانه‌زنی روزانه است، افزایش یافت (جدول ۶).

نتایج این تحقیق با مشاهدات Basra (2003) بر روی پنبه و Gharineh *et al,* (2004) روی گندم که گزارش‌کردند تیمار پیری‌تسریع‌شده باعث کاهش درصد و سرعت سبزشدن، رشد گیاهچه و استقرار مناسب گیاهچه می‌شود، مطابقت دارد. مقایسه میانگین داده‌ها نشان‌داد که اغلب ارقامی که شاخص ظهور گیاهچه در مزرعه، سرعت جوانه‌زنی و سبزشدن بالایی در مزرعه داشتند، از لحاظ درصد جوانه‌زنی نیز برتر بودند. گزارش‌های متعددی نشان می‌دهد پیری بذر منجر به کاهش مؤلفه‌های جوانه‌زنی مانند درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول و وزن خشک گیاهچه، بنیه گیاهچه و درصد گیاهچه‌های عادی در نخود (Kapoor *et al.*, 2010)، سویا (Mohammadi *et al.*, 2011)، گندم (Verma *et al.*, 2003)، پنبه (Mosavi Nik *et al.*, 2011) و برنج (Tilebeni & Golpayegani, 2011) گردید. در این بررسی، با افزایش دما و مدت‌زمان پیری، درصد جوانه‌زنی کاهش یافت (جدول ۶). بیش‌ترین میزان این صفت در شاهد و کم‌ترین مقدار این صفت در تیمار پیری با دمای ۴۵درجه و مدت‌زمان ۱۴۴ساعت مشاهده شد (جدول ۶). دلایل متعدد بیوشیمیایی و متابولیکی برای کاهش توان جوانه‌زنی بذرها عنوان‌شده است که از آن جمله می‌توان به، پراکسیداسیون چربی‌ها و خسارت به غشاهای سلول، همچنین آسیب به فرآیند سنتز RNA، تخریب DNA، رسوب و غیرفعال‌شدن آنزیم‌ها اشاره کرد (Lehner *et al.*, 2008). یکی دیگر از صفات مهم تعیین‌کننده قدرت بذر در گیاهان‌زراعی، درصد گیاهچه‌های نرمال قوی است. با افزایش دما و مدت‌زمان پیری، درصد گیاهچه‌قوی توده‌های مختلف بذر نخود کاهش یافت (جدول ۶). بیش‌ترین درصد گیاهچه قوی مربوط به تیمار شاهد و کم‌ترین درصد گیاهچه قوی در تیمار پیری با دمای ۴۵درجه سانتی‌گراد با مدت‌زمان ۱۴۴ساعت به‌دست آمد (جدول ۶). لذا نتیجه این تحقیق با نتایج به‌دست‌آمده از تحقیق Soltani *et al*, (2008) که نشان‌دادند، با افزایش زمان انبارداری بذور گندم و ذرت درصد گیاهچه‌های نرمال قوی کاهش می‌یابد، مطابقت داشت. با افزایش سطوح پیری (دما و مدت‌زمان بالاتر) متوسط جوانه‌زنی روزانه کاهش و سرعت جوانه‌زنی روزانه که عکس متوسط جوانه‌زنی روزانه است، افزایش یافت؛ به‌طوری‌که بیشترین متوسط جوانه‌زنی روزانه در تیمار شاهد و کم‌ترین مقدار این صفت در تیمار پیری با دمای ۴۵درجه سانتی‌گراد و مدت‌زمان ۱۴۴ساعت مشاهده شد (جدول ۶). لذا نتیجه این تحقیق با نتایج Mc Donald *et al,* (2004) مطابقت دارد. نامبردگان گزارش نمودند، فرسودگی بذر بر روی ذرت و سورگوم منجر به کاهش سرعت جوانه‌زنی می‌شود. همان‌طورکه مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد، با افزایش سطوح پیری (دما و مدت‌زمان) شاخص جوانه‌زنی بذر کاهش می‌یابد. بیش‌ترین مقدار شاخص جوانه‌زنی بذر در تیمار شاهد و کم‌ترین مقدار این صفت در تیمار پیری با دمای ۴۵درجه سانتی‌گراد و به‌مدت ۱۴۴ساعت مشاهده شد (جدول ۶). شاخص جوانه‌زنی بذر ارتباط مستقیمی با کیفیت و قدرت‌زیست بذرها دارد. به‌عبارتی هرچه کیفیت بذرها مناسب‌تر باشد، درصد جوانه‌زنی و تعداد بذرهای جوانه‌زده بیش‌تر و در نتیجه شاخص جوانه‌زنی بالاتر خواهد بود. مقایسه میانگین داده‌ها نشان می‌دهد با افزایش شدت پیری (دما و مدت‌زمان)، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه کاهش یافت. همان‌طورکه مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد بیش‌ترین طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه مربوط به تیمار شاهد و کم‌ترین میزان طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه در تیمار پیری با دمای ۴۵درجه سانتی‌گراد با مدت‌زمان ۱۴۴ساعت می‌باشد (جدول ۶). Mc Donald *et al,* (1999) اعلام‌کردند که مناطق مریستمی جنین، به‌خصوص ریشه‌چه تحت تأثیر زوال‌بذر قرار می‌گیرند که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. بذور با بنیهٔ کم ممکن است جوانه بزنند، ولی به‌علت کاهش طول ساقه‌چه نمی‌توانند سبز شوند و از این طریق درصد سبزشدن در مزرعه کاهش می‌یابد. از طرفی ساقه‌های کوتاه‌تر به‌واسطه وزن خشک کم‌تر در مقایسه با ساقه‌های طویل‌تر دارای قدرت سبزشدن پایین‌تری هستند (Matthews *et al.*, 2006). هم‌چنین نتایج حاصل از کار Bingham *et al,* (1994) که به‌بررسی اثر پیری تسریع‌شده بر روی ذرت پرداخته بودند، این یافته‌ها را اثبات می‌کند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که پیری‌زودرس سرعت رشد ریشه‌چه و غلاف ساقه‌چه را کاهش داد، ولی تنها تیمارهای شدیدتر پیری‌زودرس توانست جوانه‌زنی را به‌طور چشمگیری تحت تأثیر قرار دهد. کاهش وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه با افزایش سطوح پیری (دما و مدت‌زمان) در این آزمایش با نتایج Soltani *et al*, (2006; 2008) مطابقت دارد.

جدول ۵- مقایسه میانگین تودهای بذر نخود از نظر خصوصیات جوانه‌زنی در آزمون پیری تسریع‌شده

Table 5. Mean comparisons of chickpea seed lots in terms of germination characteristics in accelerated aging test

کسر ذخایر شده‌مصرف Quotient of Translocated Seed Storage	مقدار استفاده از ذخایر بذر Amount of translocated seed storage (mg)	شاخص بنیه گیاهچه Seedling Vigor Index	وزن خشک چه‌ساقه Shoot Dry Weight (mg)	وزن خشک ریشه‌چه Root Dry Weight (mg)	طول ساقه Shoot چه Length (cm)	طول ریشه‌چه Root Length (cm)	شاخص جوانه زنی بذر Germination Index	سرعت جوانه زنی روزانه Daily Germination Speed	متوسط جوانه زنی روزانه Mean Daily Germination	درصد گیاهچه‌قوی Strong Seedling Percentage	درصد جوانه‌زنی نهایی Final Germination Percentage	تودههای مختلف بذر Different Seed Lots
0.236 ef	63.45 fg	102.6 gh	16.74 f	9.52 ef	6.48 f	8.22 e	1.307 f	20.90 abc	0.054 de	39.88 f	41.75 f	Hashem year 88
0.251 de	67.53 ef	121.8 e	18.81 e	10.03 de	7.08 e	9.56 d	1.470 e	19.95 abc	0.060 cd	44.44 e	47.00 e	Hashem year 90
0.250 de	76.30 cd	100.3 h	18.37 e	10.90 cd	6.46 f	8.99 d	1.326 f	24.23 ab	0.054 de	40.94 f	42.38 f	Azad year 88
0.262 d	71.64 de	119.7 ef	19.50 e	11.0 bcd	7.15 e	9.21 d	1.516 e	19.76 abc	0.062 cd	46.56 e	48.44 e	Azad year90
0.210 g	56.52 h	110.5 fg	14.69 g	8.95 fg	5.99 fg	7.83 e	1.345 f	15.00 cd	0.055 de	41.56 f	43.00 f	ILC-482 year 87
0.293 c	83.07 b	131.6 d	22.75 c	11.94 b	8.29 d	10.31 c	1.628 d	27.28 a	0.067 c	50.50 d	52.00 d	ILC-482 year 90
0.212 fg	81.13 bc	76.8 i	18.96 e	11.35 bc	5.52 g	7.06 f	1.119 g	25.52 a	0.046 e	34.19 g	35.75 g	Bivanij year 88
0.271 cd	91.92 a	112.6 ef	23.52 bc	13.36 a	7.25 e	9.49 d	1.481 e	27.07 a	0.061 cd	46.19 e	47.31 e	Bivanij year 90
0.225 fg	59.25 gh	95.8 h	16.71 f	9.53 ef	6.20 f	7.99 e	1.174 g	16.52 bcd	0.048 e	35.56 g	37.50 g	Arman year 90
0.418 b	61.58 fgh	235.7 c	21.23 d	9.05 efg	11.75 c	14.66 b	2.648 c	11.46 d	0.108 b	83.56 c	84.63 c	Kaka year 88
0.478 a	64.33 fg	274.3 a	23.98 bc	8.40 g	12.56 ab	16.06 a	2.972 a	8.48 d	0.122 a	93.50 a	95.00 a	Kaka year 90
0.478 a	65.04 efg	278.9 a	24.57 b	8.74 fg	12.87 a	16.15 a	2.972 a	8.54 d	0.122 a	93.69 a	95.00 a	Kaka Sanandaj year 90
0.398 b	77.23 bcd	256.0 b	26.38 a	12.03 b	12.19 bc	15.69 a	2.728 b	10.73 d	0.112 ab	86.56 b	87.19 b	pirooz Sanandaj year 90

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند

In each column, means with at least one similar letter are no different at 5% level

جدول ۶- مقایسه میانگین سطوح پیری تسریع‌شده از نظر صفات جوانه‌زنی

Table 6. Mean comparisons of accelerated aging levels in terms of germination characteristics.

کسر ذخایر شده‌مصرف Quotient of Translocated Seed Storage	مقدار استفاده از ذخایر بذر Amount of translocated seed storage (mg)	شاخص بنیه گیاهچه Seedling Vigor Index	وزن خشک چمساقه Shoot Dry Weight (mg)	وزن خشک ریشه‌چه Root Dry Weight (mg)	طول ساقه چه Shoot Length (cm)	طول ریشه‌چه Root Length (cm)	شاخص جوانه زنی بذر Germination Index	سرعت جوانه زنی روزانه Daily Germination Speed	متوسط جوانه زنی روزانه Mean Daily Germination	درصد گیاهچه‌قوی Strong Seedling Percentage	درصد جوانه‌زنی نهایی Final Germination Percentage	
0.428 a	103.30 a	323.8 a	30.36 a	20.43 a	12.37 a	20.87 a	3.04 a	8.22 d	0.125 a	97.08 a	97.38 a	(Control)شاهد
0.391 bc	94.32 bc	279.1 b	28.19 b	19.16 b	11.20 c	18.99 b	2.86 b	8.81 d	0.117 ab	89.38 b	91.69 b	$C^{\circ}41_{9}$ 48 h
0.370 cd	89.49 cd	260.1 c	27.79 b	15.66 c	11.88 ab	17.80 c	2.68 c	9.60 d	0.110 bc	83.31 c	85.95 c	$C^{\circ}41_{9}$ 72 h
0.340 e	80.94 e	183.1 f	24.48 c	13.55 d	9.93 d	12.63 f	2.45 d	10.82 d	0.101 cd	73.77 d	78.38 d	$C^{\circ}41_{9}$ 96 h
0.348 de	83.64 de	112.7 h	24.08 c	9.53 f	9.13 e	9.31 h	1.50 g	38.42 ab	0.062 e	47.38 g	47.92 g	$C^{\circ}41_{9}$ 120 h
0.240 f	51.86 f	85.2 i	16.32 e	5.51 i	6.32 g	6.85 j	0.975 i	32.58 bc	0.040 f	31.08 i	31.15 i	$C^{\circ}41_{9}$ 144 h
0.409 ab	100.70 ab	238.7 d	27.47 b	15.49 c	11.08 c	16.53 d	2.67 c	9.56 d	0.109 bc	84.38 c	85.54 c	$C^{\circ}43_{9}$ 48 h
0.377 c	91.48 c	216.8 e	26.75 b	13.76 d	11.48 bc	14.0 e	2.62 c	9.88 d	0.106 bc	82.62 c	83.85 c	$C^{\circ}43_{9}$ 72 h
0.366 cde	87.78 cde	160.4 g	24.24 c	11.16 e	9.59 d	11.03 g	2.17 e	13.14 d	0.090 d	65.08 e	69.46 e	$C^{\circ}43_{9}$ 96 h
0.368 cd	88.60 cd	109.8 h	21.86 d	8.25 g	8.42 f	7.87 i	1.71 f	26.39 c	0.071 e	53.62 f	54.92 f	$C^{\circ}43_{9}$ 120 h
0.210 g	43.50 g	82.4 i	12.44 f	4.16 j	5.41 h	5.32 k	1.06 h	27.35 c	0.044 f	33.69 hi	34.08 h	$C^{\circ}43_{9}$ 144 h
0.386 bc	91.13 c	218.1 e	27.74 b	15.31 c	11.58 bc	15.76 d	2.40 d	11.29 d	0.098 cd	74.85 d	76.69 d	$C^{\circ}45_{9}$ 48 h
0.248 f	51.45 f	81.8 i	15.43 e	6.79 h	6.45 g	6.53 j	1.07 h	43.62 a	0.045 f	34.00 h	34.46 h	$C^{\circ}45_{9}$ 72 h
0.183 g	34.70 h	66.6 j	9.77 g	3.86 j	4.35 i	5.15 k	0.80 j	23.72 c	0.033 fg	25.15 j	25.85 j	$C^{\circ}45_{9}$ 96 h
0.138 h	21.13 i	39.85 k	6.29 h	1.80 k	3.14 j	3.14 l	0.57 k	5.21 d	0.023 gh	17.85 k	18.31 k	$C^{\circ}45_{9}$ 120 h
0.111 h	17.07 i	23.53 l	4.46 i	1.54 k	2.55 k	2.04 m	0.50 k	11.14 d	0.020 h	14.00 l	16.00 k	$C^{\circ}45_{9}$ 144 h

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند

In each column, means with at least one similar letter are no different at 5% level

کاهش وزن خشک گیاهچه می‌تواند به‌علت کاهش میزان پویایی ذخایر بذر یا کاهش کارآیی تبدیل ذخایر پویا باشد که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. با افزایش دما و مدت‌زمان پیری‌تسریع‌شده، شاخص بنیه گیاهچه کاهش شدیدتری را نسبت به شاهد نشان‌داد؛ به‌طوری‌که بیش‌ترین شاخص بنیه گیاهچه مربوط به شاهد و کم‌ترین میزان این صفت در تیمار پیری با دمای ۴۵درجه و به‌مدت ۱۴۴ساعت مشاهده گردید (جدول ۶). Kapoor *et al*, (2010) با بررسی تأثیر پیری تسریع‌شده روی جوانه‌زنی و رشد ارقام مختلف نخود نشان‌دادند که به‌دنبال اِعمال تیمار پیری بذر، شاخص بنیه گیاهچه به‌طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد که واکنش ارقام مختلف از این لحاظ متفاوت بود که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. کاهش شاخص بنیه گیاهچه ناشی از کاهش اجزاء آن یعنی درصد جوانه‌زنی و طول گیاهچه است. کاهش بنیه گیاهچه در اثر پیری در مطالعات دیگر نیز گزارش‌شده است (Sung & Jeng, 1994; Sung, 1996). تیمار پیری‌تسریع‌شده با کاهش‌دادن بنیه گیاهچه باعث کاهش درصد سبزشدن و استقرار مناسب گیاهچه می‌شود که می‌تواند در نهایت عملکرد محصول را کاهش دهد. بذرها در زمان رسیدگی فیزیولوژیک دارای بالاترین میزان بنیهٔ بذر هستند و نگه‌داری طولانی‌مدت آن‌ها در شرایط طبیعی موجب کاهش تدریجی بنیه آن‌ها می‌شود (Goel& Sheoran, 2003). در مورد علت کاهش بنیه گیاهچه در طی انبارداری و پیری‌زودرس دلایل مختلفی عنوان شده که مهم‌ترین آن افزایش پراکسیداسیون چربی بر اثر حمله رادیکال‌های آزاد است که باعث بهم‌خوردن ساختار غشاءهای سلولی می‌شوند (Bailly, 2000). با افزایش سطوح پیری (دما و مدت) مقدار استفاده از ذخایر بذر و کسر ذخایر مصرف‌شده به‌صورت تقریباً خطی کاهش یافت؛ به‌طوری‌که بیش‌ترین مقدار استفاده از ذخایر بذر و کسر ذخایر مصرف‌شده مربوط به تیمار شاهد و کم‌ترین مقدار استفاده از ذخایر بذر و کسر ذخایر مصرف‌شده در تیمار پیری با دمای ۴۵درجه سانتی‌گراد و مدت زمان ۱۴۴ساعت مشاهده شد (جدول ۶). نتایج این آزمایش با یافته‌های Dell Aquila (1994) مطابقت دارد. نام‌برده طی آزمایشات خود بر روی اثر فرسودگی بذر بر تخلیه ذخایر و رشد هتروتروفیک گیاهچه گندم بیان‌کرد که رشد هتروتروفیک بر اساس دو جزء، ذخایر بذر انتقال‌یافته یا پویاشده و کارآیی ذخایر انتقال به‌بافت گیاهچه تقسیم می‌شود که وجود فرسودگی باعث کاهش این ذخایر و تخریب آنزیم‌های آلفا و بتاآمیلاز و در نتیجه آن، کاهش روند جوانه‌زنی گیاه می‌گردد. در خلال فرسودگی، گلوکز افزایش می‌یابد که این خود، باعث افزایش تنفس و کاهش سنتز پروتئین‌ها در بذور می‌شود. کاهش سنتز پروتئین نهایتاً باعث کاهش فعالیت آنزیم‌های جوانه‌زنی و در نهایت درصد سبزشدن گیاهچه و عملکرد نهایی می‌گردد.

در این مطالعه، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین نتایج آزمون‌های پیری‌تسریع‌شده با درصد و سرعت سبزشدن در مزرعه وجود داشت. شایان ذکر است، به‌علت تعدد صفات در هر آزمون پیری‌تسریع‌شده، فقط دو صفت که دارای بیش‌ترین ضریب همبستگی با سرعت و درصد سبزشدن در مزرعه بودند، انتخاب شدند که در جدول‌های ۷ و ۸ ارائه شده‌اند. باتوجه به جدول همبستگی‌ها مشاهده می‌شود درصد سبزشدن گیاهچه بیش‌ترین همبستگی را با وزن خشک ساقه‌چه در آزمون پیری تسریع‌شده با دمای ۴۳درجه سانتی‌گراد و به‌مدت ۴۸ساعت و طول ریشه‌چه در آزمون پیری‌تسریع‌شده با دمای ۴۳درجه سانتی‌گراد و به‌مدت ۷۲ساعت داشت (جدول۷). هم‌چنین سرعت سبزشدن گیاهچه بیش‌ترین همبستگی را با طول ریشه‌چه در آزمون پیری‌تسریع‌شده با دمای ۴۱درجه سانتی‌گراد و به‌مدت ۷۲ساعت و وزن خشک ساقه‌چه در آزمون پیری‌تسریع‌شده با دمای ۴۳درجه سانتی‌گراد و به‌مدت ۷۲ ساعت نشان‌داد (جدول۸).Wen & Kung-Cheheng (1990) در مطالعه خود روی بذر سورگوم نشان‌دادند که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین بنیهٔبذر با درصد سبزشدن در مزرعه وجود داشت. مطالعات Gharineh *et al*, (2004) نشان‌داد که سرعت و درصد سبزشدن، پوشش‌سبز زمین و عملکرد دانه سبز گندم تحت تأثیر تیمارهای اعمال پیری بذر قرار گرفت. آن‌ها گزارش‌دادند که کیفیت بذر می‌تواند از طریق تغییر در درصد و سرعت سبزشدن گیاهچه، بر رویش و استقرار اولیهٔ گیاهچه تأثیر بگذارد که این اثر می‌تواند در طول دورهٔ رشد ادامه‌یافته و در نهایت بر عملکرد دانه در مزرعه تأثیر بگذارد. نتایج آزمایش حاضر نشان‌داد که در بین آزمون‌های انجام‌شده، آزمون پیری‌تسریع‌شده با دمای ۴۱درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۷۲ساعت و آزمون پیری‌تسریع‌شده با دمای ۴۳درجه سانتی‌گراد و به‌مدت‌های ۴۸ و ۷۲ساعت قابلیت بالایی برای پیش‌بینی درصد و سرعت سبزشدن گیاهچه در مزرعه را داشتند. بنابراین، به‌نظر می‌رسد، این آزمون‌های آزمایشگاهی جهت ارزیابی بنیهٔبذر نخود در شرایط مزرعه قابل‌توصیه باشند.

جدول ۸- ضرایب همبستگی بین صفات انتخاب شده در آزمون‌های پیری تسریع‌شده بذر نخود در آزمایشگاه با سرعت سبزشدن گیاهچه در مزرعه

Table 8. Correlation coefficients between selected traits in accelerated aging tests under laboratory test with seedling emergence rate under field conditions in chickpea

41°C, 48h	41°C, 72h	41°C, 96h	41°C, 120h	41°C, 144h	43°C, 48h	43°C, 72h	43°C, 96h	43°C, 120h	43°C, 144h	45°C, 48h	45°C, 96h	45°C, 144h
طول ساقه‌چه Shoot Length	طول ریشه‌چه Root Length	طول ساقه‌چه Shoot Length	وزن خشک ریشه‌چه Root dry weight	وزن خشک ساقه‌چه Shoot dry weight	وزن خشک ساقه‌چه Shoot dry weight	وزن خشک ساقه‌چه Shoot dry weight	وزن خشک ساقه‌چه Shoot dry weight	طول ساقه‌چه Shoot Length	وزن خشک ریشه‌چه Root dry weight	وزن خشک ساقه‌چه Shoot dry weight	وزن خشک ساقه‌چه Shoot dry weight	وزن خشک ریشه‌چه Root dry weight
0.393**	0.485**	0.368**	0.434**	0.341**	0.428**	0.486**	0.467**	0.245*	0.358**	0.390**	0.396**	0.243*

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و یک درصد

* and ** significant at 5 and 1% level of probability ,respectively

جدول ۷- ضرایب همبستگی بین صفات انتخاب‌شده در آزمون‌های پیری‌تسریع‌شده بذر نخود در آزمایشگاه با درصد سبزشدن گیاهچه در مزرعه

Table 7.Correlation coefficients between selected traits in accelerated aging tests under laboratory test with seedling emergence percentage under field

41°C, 48h	41°C, 72h	41°C, 96h	41°C, 120h	41°C, 144h	43°C, 48h	43°C, 72h	43°C, 96h	43°C, 120h	43°C, 144h	45°C, 48h	45°C, 96h
طول ریشه‌چه Root Length	طول ساقه‌چه Shoot Length	طول ریشه‌چه Root Length	شاخص بنیه گیاهچه Seedling vigor Index	طول ریشه‌چه Root Length	وزن خشک ساقه‌چه Shoot dry weight	وزن خشک ریشه‌چه Root dry weight	وزن خشک ساقه‌چه Shoot dry weight	وزن خشک ساقه‌چه Shoot dry weight	وزن خشک ریشه‌چه Root dry weight	وزن خشک ساقه‌چه Shoot dry weight	سرعت جوانه‌زنی روزانه Daily Germin. Rate	وزن خشک ریشه‌چه Root dry weight
0.269*	0.282*	0.412**	0.327**	0.274*	0.441**	0.365**	0.245*	0.278*	0.500**	0.503**	0.245*	0.499**	0.344**	0.279*	0.328**	0.407**	0.363**	0.323**

* and ** significant at 5 and 1% level of probability ,respectively

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و یک درصد

منابع

1. Agrawal, R. 2003. Seed Technology .Pub .Co .PVT. LTD. New Delhi .India.
2. Akbari Gh.A., Ghasemi Pirbalouti M., Najaf Abadi Farahani M., and Shahverdi, M. 2004. Effect of harvesting time on soybean seed germination and vigor. Journal of Agriculture 6: 9-18. (In Persian with English Summary)
3. Association of Official Seed Analysts (AOSA). 1993. Seed Vigor Testing Handbook. No 45, 157pp.
4. Bailly, C., Benamar, A., Corbineau, F., and Come, D. 2000. Antioxidant systems in sunflower (*Helianthus annuus* L.) seeds as affected by priming. Seed Science Research 10: 35-42.
5. Basra, S.M.A., Ahmad, N., Khan, M.M., Iqbal N., and Cheema, M.A. 2003. Assessment of cotton seed deterioration during accelerated aging. Seed Science and Technology 31: 531-540.
6. Benbest. 2007. Mechanism of aging. www.benbest.com/ lifeext/aging.html.
7. Bingham, I., Harris, J.A., and MacDonald, L. 1994. A comparative study of radicle and coleoptile extension in maize seedlings from aged and un-aged seed. Seed Science and Technology 22: 127-139.
8. Bishnoi, U.R., and Santos, M.M. 1996. Evaluation of seed of three mungbean cultivars for storability, quality and field performance. Seed Science and Technology 24: 237-243.
9. Chhetri, D.R., Rai, A.S., and Bhattacharjee, A. 1993. Chemical Manipulation of seed longevity of four crop species in an unfavorable storage environment. Seed Science and Technology 21: 31-44.
10. Damavandi, A., Latifi, N., and Dashtban, A.R. 2007. Evaluation of Seed vigour tests and its field efficiency in forage sorghum (*Sorghum bicolor* L.). Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources 14(5): 17-24. (In Persian with English Summary).
11. De Figueiredeo, E., Albuquerque, M.C., and Carvalho, N.M. 2003. Effect of the type of environmental stress on the emergence of sunflowers (*Helianthus annua* L.), soybean (*Glycine max* L.) and maize (*Zea mays* L.) seed with different levels of vigor. Seed Science and Technology 31: 531-540.
12. Dehghanshoar, M., Hamidi, A., and Mobasser, S. 2005. Handbook of Vigour Test Methods. Agricultural Education Press. 193 pp. (In Persian).
13. Dell Aquila, A. 1994. Wheat seed ageing and embryo protein degradation. Seed Science Research 4: 239-298.
14. Durrant, M.J., Mash, S.J., and Jaggard, K.W. 1993. Effect of seed advancement and sowing date on establishment, bolting and yield of sugar beet. Journal of Agricultural Science 121: 333-341.
15. Ellis, R.H., and Roberts, E.H. 1981. The quantification of aging and survival in orthodox seeds. Seed Science and Technology 9: 377-409.
16. Ellis, R.H. 1992. Seed and seedling vigour in relation to crop growth and yield. Plant Growth Regulation 11: 249-255.
17. Gharineh, M.H., Bakhshandeh, A.M., and Ghassemi-Golezani, K. 2004. Effects of viability and vigour of seed on establishment and grain yield of wheat cultivars in field conditions. Seed and Plant Improvement Journal 20(3): 383-400. (In Persian with English Summary).
18. Ghassemi-Golezani, K., Dalil, B., Moghaddam, M., and Raey, Y. 2011. Effects of accelerated aging on soybean seed germination indexes at laboratory conditions. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca 39(2): 160-163.
19. Goel, A., and Sheoran, I.S. 2003. Lipid peroxidation and peroxide- scavenging enzyme in cotton seeds under natural ageing. Biology Plant 46: 429-434.
20. Gusta, L.V., Johnson, E.V., Nesbitt, N.T., and Klikland, K.J. 2003. Effect of seeding date on canola seed quality and seed vigour. Canadian Journal of Plant Science 84: 463-471.
21. Hampton, J.G., and Tekrony, D.M. 1995. Handbook of Vigour Test Methods (3rd Ed.). International Seed Testing Association (ISTA). Zurich, Switzerland .117p.
22. Hampton, J.G. 2003. Methods of viability and vigour testing: a critical and appraisal. In: A.S. Basra, (Ed.). Seed Quality, Basic Mechanisms and Agricultural Implications. CBS Publishers and Distributers, New Delhi, India. p. 81-118.
23. Heydecker, W. 1977. Stress and seed germination: an agronomic view. In: A. Khan (Ed.). The Physiology and Biochemistry of Seed Dormancy and Germination. Elsevier/North Holland and Biomedical Press, Amsterdam. p. 237-282.
24. Hunter, E.A., Glasbey, C.A., and Naylor, R.E.L. 1984. The analysis of data from germination tests. Journal of Agricultural Science Cambridge 102: 207-213.
25. International Seed Testing Association (ISTA). 2012. International Rules for Seed Testing, 2012 edn. Bassersdorf, Switzerland: The International Seed testing Association (ISTA).
26. International Seed Testing Association (ISTA). 2003. Handbook for Seedling Evaluation (3rd. Ed.). International Seed Testing Association. Zurich, Switzerland. 223pp.

27. International Seed Testing Association (ISTA). 1996. International Rules for Seed Testing. Supplement to Seed Science and Technology, 24, Supplement.
28. Khalaj, H. 2006. Investigation of different hardness of drought stress during growth and development period on quality characteristics and vigourity of winter rapeseed cultivars. MSc. Thesis. University Tehran. 148 pp.
29. Kapoor, N., Arya, A., Siddiqui, M.A., Amir, A., and Kumar, H. 2010. Seed deterioration in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under accelerated ageing. Asian Journal of Plant Sciences 9(3): 158-162.
30. Krishnan, P., Nagarajan, S., Dadlani, M., and Moharir, A.V. 2003. Characterization of wheat (*Triticum aestivum* L.) and soybean (*Glycine max* L.) seeds under accelerated ageing conditions by proton nuclear magnetic spectroscopy. Seed Science and Technology 31: 541-550.
31. Lehner, A., Mamadou, N., Poels, P., Come, D., Bailly, C., and Corbineau, F. 2008. Change in soluble carbohydrates, lipid peroxidation and antioxidant enzyme activities in the embryo during aging in wheat grains. Journal of Cereal Science 47(3): 555-565.
32. Maguire, J.D. 1962. Speed of germination, aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. Crop Science 2: 176-177.
33. Makkawi, M., El Balla., M. Bishaw, Z., and Van Gastel, A.J.G. 1999. The relationship between seed vigor tests and field emergence in lentil. Seed Science and Technology 27: 657-668.
34. Matthews, S., and Khajeh Hosseini, M. 2006. Mean germination time as an indicator of emergence performance in soil of seed lots of maize (*Zea mays* L.). Seed Science and Technology 34: 339-347.
35. McDonald, C.M., Floyd, C.D., and Waniska, R.D. 2004. Effect of accelerated aging on maize, sorghun and sorghum. Journal of cereal Science 39: 351- 301.
36. McDonald, M.B. 1999. Seed deterioration: physiology, repair and assessment. Seed Science and Technology 27: 177-237.
37. Mohammadi, H., Soltani, A., Sadeghipour, H.R., and Zeinali, E. 2011. Effects of seed aging on subsequent seed reserve utilization and seedling growth in soybean. International Journal of Plant Production 5(1): 65-70.
38. Moshatati, A., and Gharineh, M.H. 2012. Effect of grain weight on germination and seed vigor of wheat. International Journal of Agriculture and Crop Sciences 4(8): 458-460.
39. Mosavi Nik, S.M., Gholami tilebeni, H., Kord firouz jae, Gh., Sadeghi, M., and Sedighi, E. 2011. Free fatty acid and electrical conductivity changes in cotton seed (*Gossypium hirsutum* L.) Under seed deteriorating conditions. International Journal of Agriculture Science 1(2): 62-66.
40. Murthy, U.M.N., Kumar, P.P., and Sun, W.Q. 2003. Mechanisms of seed ageing under different storage conditions for *Vigna radiate* Wilczek: lipid peroxidation, sugar hydrolysis, Maillard reactions and their relationship to glass state transition. Journal of Experimental Botany 54: 1057-1067.
41. Pandey, P.K., Goyal, R.D., Parakash, V.R., Katiyar, P., and Singh. 1990. Association between laboratory vigour tests and field emergence in cucurbits. Seed Research 18: 43-40.
42. Rajjou, L., and Debeaujon, I. 2008. Seed longevity: survival and maintenance of high germination ability of dry seeds. Comptes Rendus Biologies 331: 796-805.
43. Rama, C., kumara, P., singh, O., and Sadana, R.k. 1999. Relationship between seed vigoar tests and field emergence in chickpea. Seed Science and Technology 17: 169-173.
44. Rebetzke, G.S., and Richards, R.A. 1999. Genetic improvement of early vigour in wheat. Australian Journal Arabic Research 50: 291-301.
45. Roberts, E.H., and Osei-Bonsu, K. 1988. Seed and seedling vigour. R.J. Summer Field. (Ed.) word crops: cool season food legumes London, p. 897-970.
46. Rozrokh, M., Ghasemi Golozani, K., and Javanshir, A. 2002. Relation between seed vigour and field performance in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Journal of Agriculture Research Seed and Plant Improvement Institute 18(2): 156-162. (In Persian with English Summary).
47. Saha, R.R., and Sultana, W. 2008. Influence of seed ageing on growth and yield of soybean. Bangladesh Journal Botany 37: 6-21.
48. Salvucci, M.E., and Crafts Brandner, S.J. 2004. Inhibition of photosynthesis by heat stress: the activation state of Rubisco as a limiting factor in photosynthesis. Physiologia Plantarum 120: 179-186.
49. Scott, S.J., Jones, R.A., and Williams, W.A. 1984. Review of data analysis methods for seed germination. Crop Science 24: 1192-1199.
50. Soltani, E., Ghaderi, A., and Memar, H. 2008. The effect of priming on germination components and seeding growth of cotton seeds under drought. Journal Agricultural Science Natural Research 14(5): 9-16. (In Persian with English Summary).

51. Soltani, A., Kamkar, B., Galeshi, S., and Akram Ghaderi, F. 2007. Effect of seed storage on resource depletion and heteroterophic growth of wheat seedling. Iranian Journal of Agricultural Science 15: 229-259. (In Persian with English Summary).
52. Soltani, A., Gholipoor, M., and Zeinali, E. 2006. Seed reserve utilization and seedling of wheat as affected by drought and salinity. Environmental Experimental Botany 55: 195-200.
53. Steiner, J.J. 1990. Seedling rate of development index: indicator of vigor and seedling growth response. Crop Science 30: 1264-1271.
54. Sung, J.M. 1996. Lipid peroxidation and peroxide-scavenging in soybean seeds during aging. Physioligia Plantarum 97: 85-89.
55. Sung, J.M., and Jeng, T.L. 1994. Lipid peroxidation and peroxide-scavenging enzymes associated with accelerated aging of peanut seed. Physioligia Plantarum 91: 51-55.
56. TeKrony, D.M., and Egli, D.B. 1991. Relationship of seed vigor to crop yield: A Review. Crop Science: 31: 816-822.
57. Tilebeni, G.H., and Golpayegani, A. 2011. Effect of seed ageing on physiological and biochemical changes in rice seed (*Oryza sativa* L.). International Journal of AgriScience 1(3): 138-143.
58. Wen, S.H.T., and Kung-Cheheng, M.E. 1990. Relationship between seed health, seed vigour and the performance of sorghum in the field. Seed Science and Technology 18: 713-719.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 7, No. 1, 2016, p. 9-24

Calibration of accelerated aging test as a vigor test to predict the seedling emergence of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in field conditions

Bayat[1], P., Ghobadi[2]*, M., Ghobadi[2], M.E. & Mohammadi[2], G.

1. MSc. in Agronomy, Campus of Agriculture and Natural Resources, Razi University, Kermanshah
2. Department of Agronomy and Plant Breeding, Campus of Agriculture and Natural Resources, Razi University, Kermanshah, Iran

Received: 15 April 2014
Accepted: 14 April 2015

Introduction

International Seed Testing Association (ISTA) defined seed vigour as "the sum of those properties of the seed which determine the level of activity and performance of the seed or seed lot during germination and seedling emergence". In any seed lot, losses of seed vigour results in the reduction of the ability of seeds to carry out all the physiological functions that allow them to perform. This process, called physiological ageing, starts before harvest and continues during harvest, processing and storage. Any given seed vigour test must be able to provide a more sensitive index of seed quality than the germination test and provide a consistent ranking of seed lots in terms of their potential performance. It must also be objective, rapid, simple and economically practical, reproducible and interpretable. Internationally, many vigour tests have been proposed such as standard germination test, cold test, electrical conductivity test, hiltner test, tetrazolium test, controlled deterioration test, accelerated aging test, etc. The accelerated aging test provides valuable information on storage and seedling field emergence potentials. In the accelerated aging test, seeds are hydrated to a specific level when exposed to relatively high temperature (40 to 45 ^{o}C) and humidity (around 100 % relative Humidity). Following this aging treatment, seeds are subjected to a germination test and higher vigor seed lots tolerate this aging condition better than lower vigor seed lots and produce a higher percentage of normal seedlings. In this study, chickpea seed lots were exposed to different temperatures and durations in order to calibration of accelerated aging test to predict the seedling emergence under field conditions.

Materials and Methods

This research was conducted as two laboratory and field tests at Campus of Agriculture and Natural Resources, Razi University, Kermanshah, Iran, in 2012. In the laboratory test, accelerated aging treatments (temperature and duration) including 41, 43, and 45 ^{o}C and duration 0 (control), 48, 72, 96, 120, and 144 h were performed on 13 chickpea seed lots. Following this aging treatment, seeds were subjected to standard germination test and different traits (including final germination percentage, mean daily germination, daily germination speed, germination rate, germination index, seedling vigor index, and efficiency of seed storage usage) were evaluated. Theses 13 seed lots belonged to both kabloli (Hashem, Azad, ILC-482, Bivanij, Arman cultivars) and desi (Kaka and Pirooz cultivars) types. In the field tests, these 13 chickpea seed lots were planted as a randomized complete block design with four replications. In field test, different seedling traits (including final emergence percentage, mean time to emergence, mean daily emergence, daily emergence speed, emergence rate, and field emergency index) were evaluated. Finally, correlation of different traits related to seed vigor in the laboratory test was determined with percentage and rate of seedling emergence in the field.

Results and Discussion

Analysis of variance in the laboratory test showed that the effects of seed lots, accelerated aging treatments and their interaction were significant on all above mentioned

* **Corresponding author:** ghobadi.m@razi.ac.ir, Mobile: +98 9183398042

traits except for efficiency of seed storage usage. Different levels of accelerated aging treatments had significant effects on germination characteristics, so that germination characteristics were decreased with increasing of temperature and duration in accelerated aging test. In the field test, chickpea seed lots were different significantly in most seedling traits. Means comparison of laboratory and field experiments showed that the new seed lots had higher germination and vigor characteristics than the old seed lots. Correlation analysis showed that, shoot dry weight in the accelerated aging test under 43 ^{o}C , 48 h and root length under 43 ^{o}C, 72 h had the highest correlation with seedling emergence percentage in the field test. Root length under 41 ^{o}C, 72 h and shoot dry weight under 43 ^{o}C, 72 h had the highest correlation with seedling emergence rate in the field test, too.

Conclusion

It seems that accelerated aging test is recommendable to predict the seedling emergence of chickpea in field conditions. The accelerated aging test under 41 ^{o}C, 72 h and 43 ^{o}C, 48 h had the highest correlation with both percentage and rate of seedling emergence in the field test.

Key words: Deterioration, Germination, Seedling emergence, Seed lot, Seed vigor