Archive of SID

علوم گیاهان زراعی ایران
دورهٔ ۴۶، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۳۹۴ (ص ۳۸۰-۳۶۹)

برخی تغییرپذیری‌های فیزیولوژیک و بیوشیمیایی بذرهای کنجد (*Sesamum indicum*) در شرایط مختلف نگهداری

رامین عالیوند[۱]، رضا توکل افشاری[۲*]، فرزاد شریف‌زاده[۳] و محمدرضا اسیری[۴]

۱، ۲ و ۳. کارشناس ارشد علوم و تکنولوژی بذر، استاد و دانشیار، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج

۴. دانشجوی کارشناسی ارشد صنایع غذایی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱/۲۷- تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۳/۲۶)

چکیده

کنجد از گیاهان روغنی بسیار مهم بوده که به علت درصد روغن بالای بذر آن در شرایط نگهداری دچار زوال شده و بنیهٔ آن کاهش می‌یابد. در همین راستا آزمایشی در سال ۱۳۹۰ در آزمایشگاه بذر پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران انجام گرفت. این آزمایش به صورت فاکتوریل سه عاملی در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار ۵۰ بذری، با چهار سطح رطوبت بذر ۵، ۹، ۱۳ و۱۷ درصد و دمای انبارداری ۵، ۱۵، ۲۵، ۳۵ و ۴۵ درجهٔ سلسیوس و زمان (صفر، یک، دو، سه چهار، پنج و شش ماه) اجرا شد. پس از اعمال این تیمارها، بذرها به شرایط جوانه‌زنی استاندارد منتقل شدند و آن‌گاه شاخص‌های جوانه‌زنی و بنیهٔ بذر ارزیابی شد. در مرحلهٔ بعد از بین تیمارها، چهار تیمار گزینش شد و پس از استخراج روغن و تهیهٔ متیل‌استر توسط دستگاه رنگ‌نگاری (کروماتوگرافی) گازی تغییرپذیری‌های اسیدهای چرب آنها اندازه‌گیری شد. نتایج تجزیهٔ واریانس نشان داد که تأثیر متقابل سه‌گانهٔ دما و رطوبت بذر و زمان بر صفات درصد جوانه‌زنی کل، سرعت جوانه‌زنی و شاخص بنیهٔ بذر در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. با افزایش زمان انبارداری هدایت الکتریکی افزایش یافت. تأثیر زوال بذر بر ترکیب اسیدهای چرب بذر در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد. با افزایش زوال بذر اسیدهای چرب پالمتیک، استئاریک و لینولنیک افزایش و اسیدهای اولئیک و لینولئیک کاهش یافت. بیشترین درصد اسید چرب لینولنیک مربوط به تیمار بذرها با رطوبت ۱۳ درصد، دمای ۱۵ درجهٔ سلسیوس و مدت زمان پنج ماه انبارداری بود که نسبت به شاهد ۷۱/۸۳ درصد افزایش یافت.

واژه‌های کلیدی: اسید چرب، دمای انبارداری، رطوبت بذر، زوال بذر، کنجد.

مقدمه

بذرهای گیاهان زراعی به‌طور معمول پس از برداشت به مدت چند روز تا چند ماه یا سال در انبار نگهداری می‌شوند. شرایط محیطی نگهداری بذر تعیین‌کنندهٔ مدت زمانی است که جوانه‌زنی و قدرت آن حفظ می‌شود. زوال بذر در دورهٔ انبارداری موجب کاهش کیفیت بذر، استقرار گیاهچه و در نهایت عملکرد گیاه در کشتزار خواهد شد. دما، رطوبت نسبی محیط و

* تلفن: ۰۹۱۵۱۸۲۶۲۰۹
E-mail: tavakkol@ut.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

رطوبت بذر عامل‌های اصلی در حفظ قابلیت‌های حیاتی بذر هنگام نگهداری در انبار هستند (Mcdonald, 1999). در صورت بالا بودن دما و رطوبت نسبی محیط، بذرها سریع‌تر زوال یافته و ضمن کاهش کیفیت به مرگ نزدیک‌تر می‌شوند (Gregg *et al*., 1994). کاهش جوانه‌زنی و رشد گیاهچه به عنوان پیامدهای زوال بذر در آزمایش‌های زیادی مشخص شده است (Zamani *et al*., 2010; Ellis *et al*.,1998; Mohamadi *et al*., 2008). کاهش یکپارچگی غشای پلاسمایی، تغییر ساختمان مولکولی اسیدهای نوکلئیک و کاهش فعالیت آنزیم‌ها از مهم‌ترین تغییرپذیری‌هایی هستند که در هنگام زوال در بذر ایجاد می‌شوند (Justice & Bass, 1979). این تغییرپذیری‌ها به کاهش کیفیت بذر، کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی، رشد کندتر گیاه، افزایش حساسیت به تنش‌های محیطی و گاهی کاهش عملکرد منجر می‌شود (TeKrony & Egli, 1991; TeKrony *et al*., 1989; Coin, 1995). تغییرپذیری‌های مختلف بیوشیمیایی و سوخت‌وسازی (متابولیکی) از مهم‌ترین تغییرپذیری‌هایی هستند که در زمان زوال بذر ایجاد می‌شوند (Mcdonald, 1999). گونه‌های فعال اکسیژن شامل پراکسید هیدروژن، رادیکال سوپراکسید، رادیکال هیدروکسیل در فیزیولوژی بذر به‌طور معمول به عنوان مولکول‌های سمی مورد توجه بوده که تجمع آنها موجب پراکسیداسیون چربی‌ها، غیرفعال شدن آنزیم‌ها، آسیب به اسیدهای نوکلئیک و تخریب غشاهای یاخته می‌شود (Bailly, 2004; Mcdonald, 1999; Justice & Bass, 1979). در هنگام جوانه‌زنی گونه‌های فعال اکسیژن که در هنگام خشک بودن بذر تولید شده و در بافت‌های مختلف بذر درگیر شده‌اند، آزاد می‌شوند (Bailly, 2004). افزایش تولید و آزاد شدن گونه‌های فعال اکسیژن موجب افزایش پراکسیداسیون چربی‌ها و پروتئین‌های غشا شده در نتیجه ساختار غشاهای یاخته‌ای به هم خورده و غشاها سلامت خود را از دست می‌دهند و در نتیجه میزان نشت الکترولیت‌ها از یاخته افزایش می‌یابد (Goel & Sheoran, 2003). به‌طور کلی می‌توان گفت که آزمون هدایت الکتریکی به صورت غیرمستقیم غلظت الکترولیت‌های نشت‌یافته از بذر را در چرخهٔ فرایند آبنوشی ارزیابی می‌کند. تغییرپذیری‌های رخداده در بذر طی پیری به‌طور معنی‌داری به کیفیت و طول عمر بذر بستگی دارد. ویژگی‌های ترکیب بذر گیاهان روغنی مربوط به فرایندهای خاص در دورهٔ ذخیره‌سازی وابسته است (Ghasemnezhad *et al*., 2007). سرعت فرایند پیری بذر که در آن صورت می‌گیرد، به توانایی بذر به مقاومت در برابر تغییرپذیری‌های تخریبی و همچنین سازوکارهای محافظتی بستگی دارد (Balesevic & Tubic, 2001). بذرهای روغنی دارای اسیدهای چرب غیراشباع، بسیار مستعد زوال هستند (Goel & Sheoran, 2003). با افزایش مدت زمان زوال در بذرهای روغنی نشان داده شده است که درصد اسیدهای چرب غیراشباع کاهش و درصد اسید چرب پالمیتیک افزایش می‌یابد (Maristal & Robelval, 2007). هدف از این تحقیق بررسی روند تغییرپذیری‌های فیزیولوژیک و بیوشیمیایی بذر کنجد در شرایط مختلف انبارداری بوده است.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش، از بذر کنجد (*Sesamum indicum*) رقم دشتستان، تولید سال ۱۳۸۹ استفاده شد. این آزمایش به صورت فاکتوریل سه‌عاملی در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار ۵۰ بذری اجرا شد. بذرهای کنجد از بخش دانه‌های روغنی مؤسسهٔ تحقیقات اصلاح و تهیهٔ نهال و بذر دریافت شد. این آزمایش در سال ۱۳۹۰ در آزمایشگاه بذر پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران انجام گرفت. تیمارهای این آزمایش شامل چهار سطح رطوبت بذر شامل ۵، ۹، ۱۳ و ۱۷ درصد و دمای انبارداری ۵، ۱۵، ۲۵، ۳۵ و ۴۵ درجهٔ سلسیوس و هفت زمان شامل صفر، یک، دو، سه چهار، پنج و شش ماه بود. برای ایجاد سطوح رطوبتی بذر از رابطهٔ ۱ استفاده شد. در این رابطه، B درصد رطوبت اولیهٔ بذر، A درصد رطوبت موردنظر، W1 جرم اولیهٔ تودهٔ بذر (گرم) و W2 جرم آب مقطر (گرم) است (Hampton & TecKrony, 1995). بذرها درون پاکت‌های فویل

www.SID.ir

Archive of SID

آلومینیوم قرار داده شده و آن‌گاه میزان آب مورد نیاز به آن اضافه شد و برای اطمینان از نداشتن تبادل رطوبت با بیرون، مهر و موم (بدون نور، تبادل رطوبت و هوا) شده و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰ درجهٔ سلسیوس قرار داده شدند تا بذرها هم‌رطوبت شوند. آن‌گاه بذرها به دمای نگهداری برای مدت زمان‌های موردنظر منتقل شدند. برای محاسبهٔ درصد رطوبت اولیهٔ بذر سه تکرار ۵ گرمی بذر به دقت وزن و به مدت ۱۷ ساعت در آون ۱۰۳ درجهٔ سلسیوس قرار داده شدند، آن‌گاه دوباره وزن شده و میزان رطوبت بذر بر پایهٔ وزن تر برحسب درصد محاسبه شد (ISTA, 2009).

$$W_2 = W_1 \frac{(A-B)}{(100-A)} \quad (1)$$

به فاصلهٔ هر ماه یک بار نمونه‌برداری انجام شد (صفر، یک، دو، سه، چهار، پنج و شش ماه) و آزمون جوانه‌زنی استاندارد و اندازه‌گیری نشت الکترولیتی بذر انجام شد. تبدیل زاویه‌ای داده‌های درصد جوانه‌زنی انجام و به دلیل نداشتن تفاوت معنی‌دار از داده‌های اصلی استفاده شد. پس از شش ماه انبارداری بسته به شرایط نگهداری، در فاصله‌های زمانی متفاوت تا ۴۰۰ روز پس از انبارداری نمونه‌گیری انجام و آزمون جوانه‌زنی استاندارد انجام گرفت. آزمون جوانه‌زنی استاندارد با چهار تکرار ۵۰ بذری درون ظرف‌های پتری ۹ سانتی‌متر روی کاغذ در دمای ۲۵ درجهٔ سلسیوس به‌مدت شش روز در دمای متناوب ۲۰-۳۰ انجام شد (ISTA, 2010). شاخص‌های جوانه‌زنی شامل درصد جوانه‌زنی کل، درصد جوانه‌زنی عادی یا نرمال (بر پایهٔ تقسیم‌بندی انجمن تجزیهٔ بذر[1] (۱۹۸۶) گیاهچه‌های غیرعادی (شامل گیاهچه‌های بدون نظام ریشهٔ اولیه، با ریشه‌های ثانویهٔ ضعیف، دارای لکه‌های مرده (نکروزه) در بافت و گیاهچه‌های دارای جوانهٔ انتهایی آسیب‌دیده یا یک لپه، از بین‌رفته در نظر گرفته شدند) سرعت جوانه‌زنی، میانگین زمان جوانه‌زنی و شاخص بنیه محاسبه شد.

$$\text{درصد جوانه‌زنی کل} = \frac{\text{کل بذور جوانه‌زده}}{\text{کل بذور موجود در پتری}} \times 100 \quad (2)$$

(ISTA, 1996)

$$\text{شاخص بنیه} = \quad (3)$$

میانگین بلندی گیاهچه (cm) × جوانه‌زنی استاندارد (٪)

(ISTA, 1996)

$$\text{میانگین زمان جوانه‌زنی}^2 = MGT = \frac{\sum N_i D_i}{N} \quad (4)$$

(Ellis & Roberts, 1981)

$$\text{سرعت جوانه‌زنی} = \frac{1}{\text{میانگین زمان جوانه‌زنی}} \quad (5)$$

(Ellis & Roberts, 1981)

برای سنجش هدایت الکتریکی ۲۵۰ میلی‌لیتر آب دیونیزه به مدت ۲۴ ساعت در ۲۰ درجهٔ سلسیوس قرار داده شد. آن‌گاه چهار نمونهٔ ۵۰ بذری به دقت وزن شده و در لیوان‌های پلاستیکی یکبار مصرف دارای ۲۵۰ میلی‌لیتر آب دیونیزه به مدت ۲۴ ساعت در ۲۰ درجهٔ سلسیوس قرار داده شدند. میزان هدایت الکتریکی بر حسب میکروزیمنس بر سانتی‌متر با دستگاه سنجش هدایت الکتریکی اندازه‌گیری شد (Hampton & TecKrony, 1995). برای اندازه‌گیری تغییرپذیری‌های اسیدهای چرب بذر کنجد ۴ تیمار بر پایهٔ شدت زوال گزینش شد (جدول۱). استخراج روغن برای تعیین اسیدهای چرب برابر روش Kornsteiner *et al.* (2006) انجام گرفت. در این روش ۵ گرم از نمونهٔ پودرشده توزین شد و ۵۰ میلی‌لیتر حلال n-هگزان به آن اضافه شد. سپس به مدت ۸ ساعت در دستگاه تکان‌دهنده، بدون نور و در دمای اتاق (۲۵ درجهٔ سلسیوس) قرار گرفت. برای حذف مواد جامد نمونه‌ها با ۸۰۰۰ دوردردقیقه به مدت ۵ دقیقه سانتریفیوژ و با قیف بوخنر صاف شد. سپس حلال نیز با دستگاه روتاری حذف و روی آنها گاز نیتروژن قرار گرفت و در دمای ۲۱- درجهٔ سلسیوس نگهداری شد. آماده‌سازی متیل‌استر اسیدهای چرب برابر روش AOCS Ce 2-66 انجام گرفت. سپس۱ میکرولیتر از محلول متیل‌استر

1. Association of Seed Analyst

2. Mean Germination Time

www.SID.ir

Archive of SID

اسیدهای چرب به جایگاه تزریق رنگ‌نگاری گاز- مایع تزریق شد. محاسبات آماری داده‌های به‌دست‌آمده از این بخش با استفاده از نرم‌افزار MSTATC و SAS انجام شد و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد. میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال خطای ۵ درصد مقایسه شدند.

جدول ۱. تیمارهای گزینش‌شده برای تغییرپذیری‌های اسیدهای چرب در کنجد

تیمار	دما (^{0}c)	رطوبت بذر (درصد)	زمان انبارداری(ماه)
۱	شاهد	شاهد	شاهد
۲	۱۵	۱۳	۳
۳	۲۵	۹	۶
۴	۱۵	۱۳	۵

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که اثرگذاری‌های اصلی و اثرگذاری‌های متقابل دما و رطوبت بذر و زمان بر صفات درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و شاخص بنیهٔ بذر در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج مقایسهٔ میانگین شاخص‌های جوانه‌زنی نشان داد که با افزایش محتوای رطوبتی بذر و افزایش دما درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و شاخص بنیهٔ بذر در دورهٔ انبارداری کاهش یافت (شکل‌های ۱، ۲ و ۳). شاخص‌های جوانه‌زنی مانند درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و شاخص بنیه با تغییر رطوبت بذر از ۵ درصد به ۹ درصد در دماهای ۲۵، ۳۵ و ۴۵ درجهٔ سلسیوس به شدت کاهش یافت به‌طوری‌که در دماهای ۳۵ و ۴۵ درجهٔ سلسیوس به صفر رسید (شکل‌های ۱، ۲ و ۳).

جدول۲. تجزیهٔ واریانس تأثیر محتوای رطوبت بذر، دما و زمان انبارداری بر ویژگی‌های جوانه‌زنی بذرکنجد

منبع تغییرپذیری‌های	میانگین مربعات (MS)			
	درجهٔ آزادی	درصد جوانه‌زنی کل	سرعت جوانه‌زنی	شاخص بنیه
دما	۴	۴۲۶۷۴/۷**	۱/۹۱۱**	۰/۷۰۳۸**
رطوبت	۳	۷۴۷۵۴/۹**	۲/۹۷۳**	۱/۳۹۸۷**
زمان	۵	۴۰۰۵/۲**	۰/۰۷۳**	۰/۰۸۵۷**
دما × رطوبت	۱۲	۷۰۷۷/۹**	۰/۳۴۷**	۰/۱۰۰۲**
دما × زمان	۲۰	۵۲۶/۹**	۰/۰۱۴**	۰/۰۱۰۳**
رطوبت × زمان	۱۵	۱۸۵/۵**	۰/۰۰۸**	۰/۰۰۲۵**
دما × رطوبت × زمان	۶۰	۴۹۵/۶**	۰/۰۱۶**	۰/۰۱۰۲**
خطا	۳۶۰	۹/۵	۰/۰۷	۰/۰۰۰۲
ضریب تغییرپذیری‌های (درصد)	-	۷/۶	۷/۹۸۸	۹/۹۵۲

ns، * و **: به ترتیب نشان‌دهندهٔ نبود اختلاف معنی‌دار و معنی‌دار بودن در سطوح ۵ و ۱ درصد.

با افزایش محتوای رطوبت بذر از ۹ به ۱۳ و ۱۷ درصد شاخص‌های جوانه‌زنی با گذشت زمان به شدت در همهٔ دماها کاهش یافت، به‌طوری‌که درصد جوانه‌زنی در دمای ۵ درجهٔ سلسیوس و رطوبت ۱۷ درصد پس از ۱۸۰ روز از ۸۹ درصد به ۲۳ درصد کاهش یافت و این کاهش درصد جوانه‌زنی در دماهای بالاتر بیشتر بود (شکل ۱). نتایج دیگر آزمایش‌ها روی گیاهان مختلف نیز نشان داده است که با افزایش رطوبت و دما در دورهٔ انبارداری شاخص‌های جوانه‌زنی کاهش می‌یابد (Zamani *et al*., 2010; Mohamdi *et al*., 2008). کاهش شاخص بنیهٔ بذر ناشی از کاهش درصد جوانه‌زنی و بلندی گیاهچه است که هر دو در شرایط پیری بذر کاهش می‌یابند (Zamani *et al*., 2010; Sung, 2003; Verma, 1996). در مورد علت کاهش بنیهٔ گیاهچه در دورهٔ انبارداری و پیری تسریع‌شده دلایل مختلفی عنوان شده است که مهم‌ترین آن افزایش پراکسیداسیون چربی‌ها بر اثر آزاد شدن رادیکال آزاد است که موجب بر هم خوردن ساختار غشاهای یاخته‌ای می‌شوند (Bailly, 2004). کاهش سرعت جوانه‌زنی در تحقیقات دیگر نیز نشان

www.SID.ir

Archive of SID

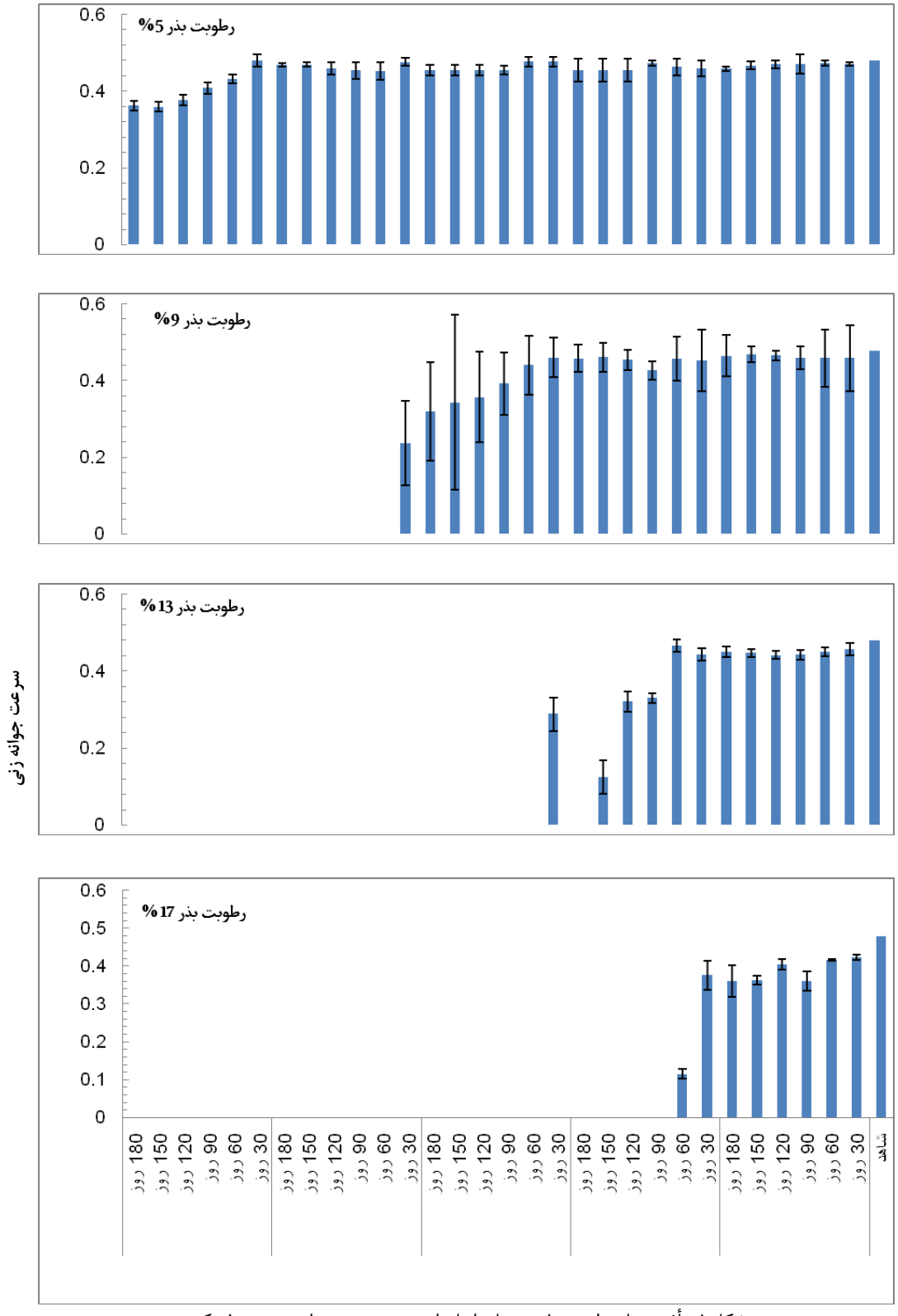
داده شده است (Verma *et al*., 2003). کاهش سرعت جوانه‌زنی احتمال دارد به دلیل وقفه‌ای باشد که در آغاز فرایند در بذرهای پیرشده ایجاد شده است. علت وقفهٔ ایجادشده به‌احتمال این است که بذرها برای ترمیم آسیب‌های واردشده به غشا و دیگر قسمت‌های یاخته همچنین آغاز دوبارهٔ فعالیت سامانهٔ ضداکسندگی (آنتی‌اکسیدانتی) و جلوگیری از بروز تنش اکسایشی (اکسیداتیو) نیاز به زمان دارند و ترمیم این آسیب‌ها تنها با جذب آب توسط بذر امکان‌پذیر است. بنابراین مدت زمان لازم برای تکمیل فرایند جوانه‌زنی در بذرهای پیر افزایش می‌یابد که نتیجهٔ آن کاهش سرعت جوانه‌زنی است (Berjake & Villers, 1972; Bailly, 2000; Priestly, 1986).

نتایج مربوط به روند درصد جوانه‌زنی عادی نشان داد که با افزایش دما و رطوبت درصد جوانه‌زنی عادی در دورهٔ انبارداری کاهش یافت (شکل۲). Mohammadi *et al*. (2011) نیز نشان داد که پیری بذر موجب کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی و کاهش درصد گیاهچهٔ عادی می‌شود. پیری بذر به‌طورکلی توسط کاهش در شاخص بنیه مشخص شده است (Gupta & Aneya, 2004; Tatic *et al*., 2009). نتایج آزمایشی نشان داد که شرایط نگهداری بذر (دما و رطوبت نسبی) عامل بسیار مهمی است که بر پیری و زنده ماندن بذر، همراه با مدت زمان ذخیره‌سازی تأثیر دارد (Mladen *et al*., 2012). با افزایش رطوبت بذر درصد جوانه‌زنی عادی در دماهای بالاتر از ۵ درجهٔ سلسیوس با شیب بیشتری کاهش یافت (شکل ۲). با افزایش رطوبت بذر از ۵ درصد به ۱۳ درصد پس از گذشت ۱۵۰ روز درصد جوانه‌زنی عادی در دمای ۱۵ درجهٔ سلسیوس از ۸۵ درصد به ۰ درصد کاهش یافت و این شیب کاهشی برای دمای ۴۵ درجهٔ سلسیوس بیشتر بود (شکل ۲). شاخص بنیهٔ بذر به‌طور مشخص به کیفیت فیزیولوژیکی بذر بستگی دارد. کیفیت کلی بذر نیز در فرایند رشد و توسعهٔ بذر، بلوغ، رسیدگی، برداشت، بوجاری، درجه و بسته‌بندی، شرایط تهویهٔ محل نگهداری آن، که همگی تعیین‌کنندهٔ شاخص بنیهٔ بذر هستند، رخ می‌دهد. آزمون شاخص بنیهٔ بذر به عنوان شاخص مناسبی برای بذر نگهداری شده است و شاخص قابل اعتمادتری از آزمون جوانه‌زنی است (Balesevic-Tubic *et al*., 2000; Tatic, 2007; Mendes & Moeras, 2009).

نتایج مربوط به هدایت الکتریکی نشان داد که با افزایش زمان انبارداری میزان نشت الکترولیت‌ها افزایش و در نتیجه هدایت الکتریکی افزایش یافته است (شکل ۴). بیشترین هدایت الکتریکی در بالاترین دما و رطوبت مشاهده شد که نشان‌دهندهٔ آسیب زیاد واردشده به غشای یاخته در این بذرها است (شکل ۴). افزایش نشت الکترولیت‌ها از بذرهای زوال‌یافته توسط محققان مختلف گزارش شده است (Goel *et al*., 2003; Barsa *et al*., 2003; Goel & Sheoran, 2003). در بیشتر مطالعات میزان نشت الکترولیت‌ها در کل بذر بررسی شده است. بررسی‌های انجام‌شده روی بذرهای هندوانه (Chiu *et al*., 1995) و بذر سویا (Stewart & Bewley, 1980) نشان داد که میزان نشت الکترولیت محور جنینی بر اثر پیری مصنوعی افزایش یافته و با افزایش مدت زمان تیمار پیری، آسیب به غشای یاخته‌های جنین بیشتر شده و میزان نشت الکترولیت‌ها افزایش می‌یابد. Sveinsdottir (2009) نشان داد افزون بر افزایش اسیدهای چرب آزادشده، ادغام ریزکیسه (vesicle)های گیاهی به افزایش نشت یاخته‌ای منجر می‌شود. نشت الکترولیت بذر با افزایش پیری و خیساندن افزایش می‌یابد که نشان می‌دهد ترکیبات بذر نشت می‌یابند. سطوح بالای اسیدهای چرب آزاد، که برای بیشتر یاخته‌ها سمی است در بذرهای سالم یافت نمی‌شود (Trawatha *et al*., 1995). در پژوهشی با افزایش محتوای اسیدهای چرب آزاد، نشت یاخته‌ای توسط هدایت الکتریکی اندازه‌گیری و افزایش یافت که موجب کاهش یکپارچگی غشا نیز شد (Mumtaz khan *et al*., 2004). در دوران پیری، تغییرپذیری‌های پراکسیداسیونی ممکن است علت اصلی زوال بذر باشد. نظریه‌های چندی پیشنهاد شده که از دست دادن بنیهٔ بذر در هنگام ذخیره‌سازی را با زوال چربی و به ویژه پراکسیداسیون چربی‌ها توجیه می‌کند (Mazliak, 1983; Corbineau, 2002; Bailly *et al*., 1996; Ouzouline *et al*., 2009).

www.SID.ir

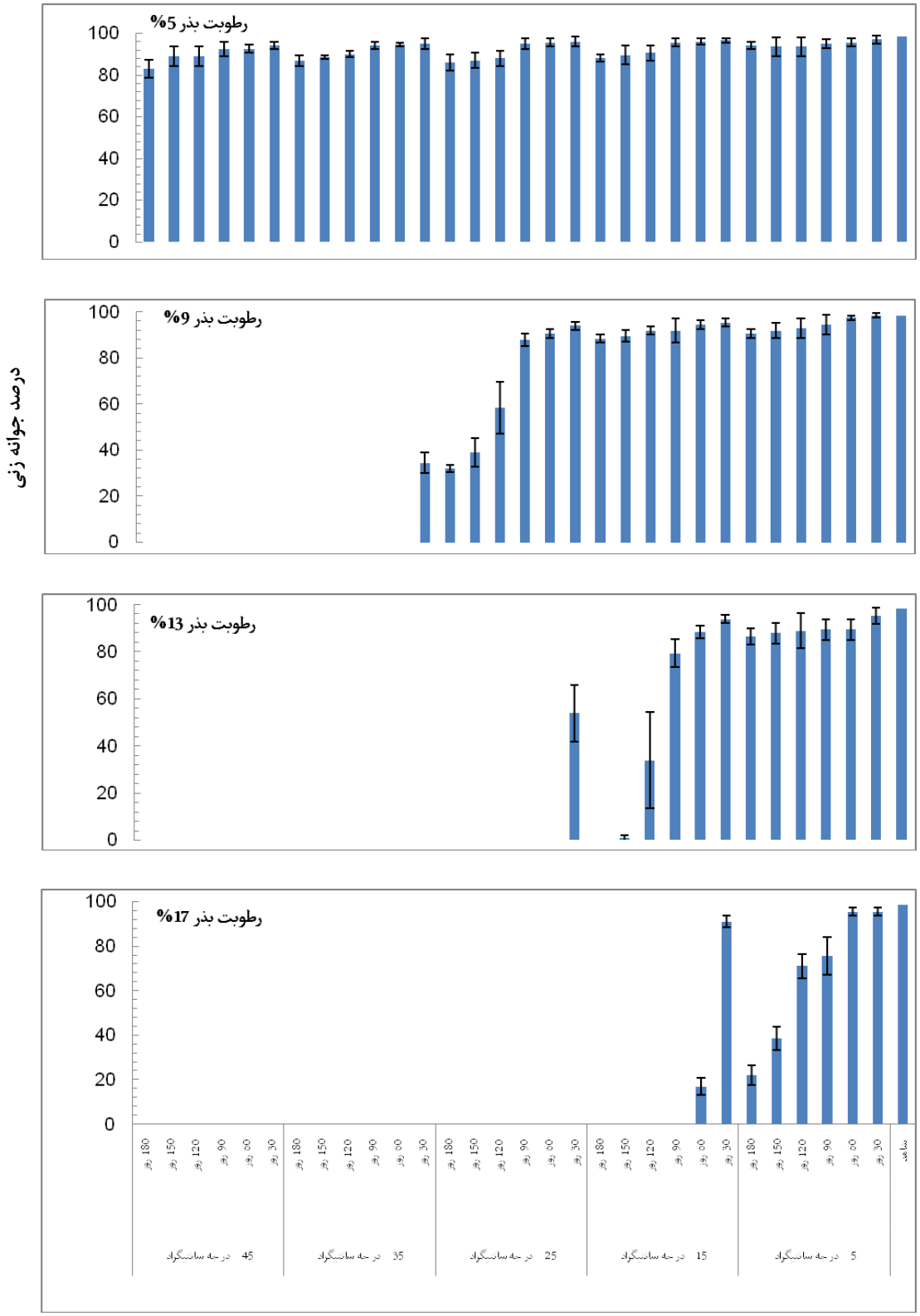
Archive of SID



شکل ۱. تأثیر دما، رطوبت بذر و زمان انبارداری بر سرعت جوانه‌زنی در بذر کنجد

www.SID.ir

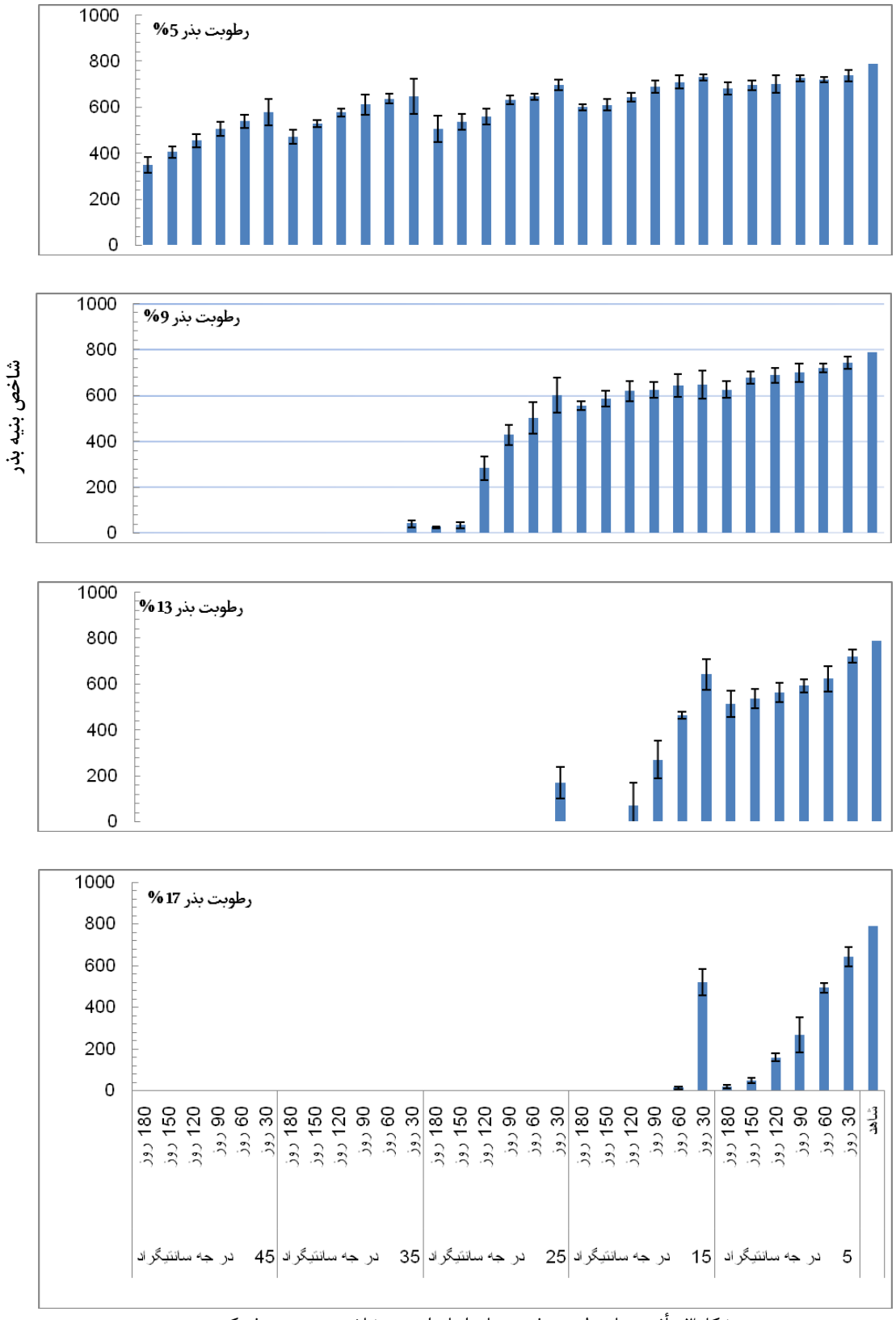
Archive of SID



شکل۲. تأثیر دما، رطوبت بذر و زمان انبارداری بر درصد جوانه‌زنی کل در بذر کنجد

www.SID.ir

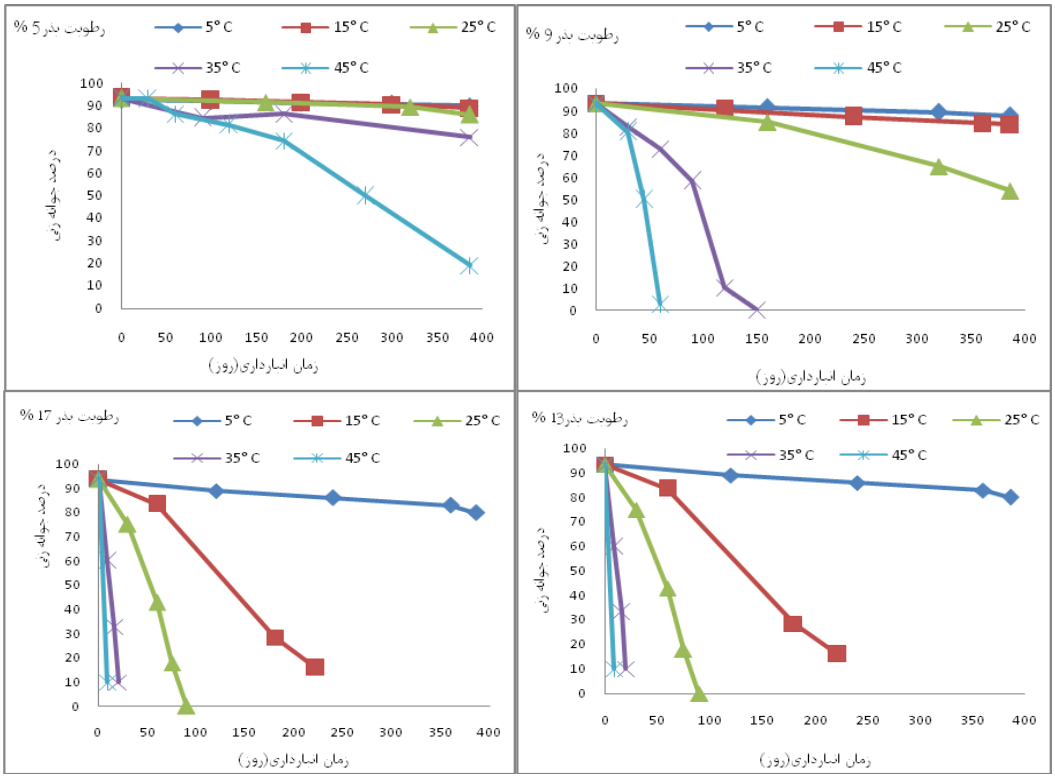
Archive of SID



شکل۳. تأثیر دما، رطوبت بذر و زمان انبارداری بر شاخص بنیه در بذر کنجد

www.SID.ir

Archive of SID

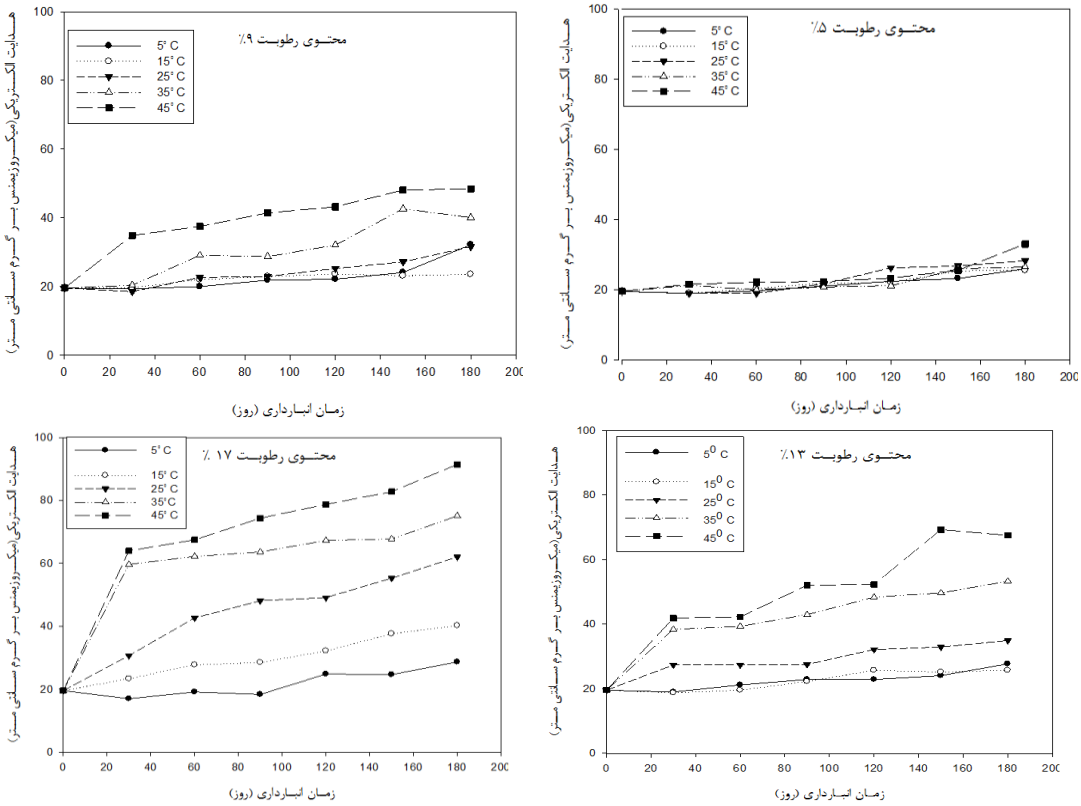


شکل ۴. روند درصد جوانه‌زنی در شرایط متفاوت انبارداری در بذر کنجد

نتایج مقایسهٔ میانگین تأثیر زوال بذر بر ترکیب اسیدهای چرب نشان داد که زوال بذر موجب افزایش اسیدهای چرب اشباع پالمتیک و استئاریک و کاهش اسیدهای چرب غیراشباع اولئیک و لینولئیک شد، ولی اسید لینولنیک افزایش یافت (جدول ۳). همبستگی بالایی بین تغییرپذیری‌های چربی کل، اولئیک، لینولئیک و شدت پراکسیداسیون چربی در دورهٔ انبارداری بذر سویا مشاهده شد. تشدید فعالیت آنزیم‌هایی که در سوخت‌وساز چربی شرکت می‌کنند، به ویژه با افزایش رطوبت بذر و افزایش دمای نگهداری افزایش یافت و به کاهش معنی‌داری در روغن بذر آفتابگردان منجر شد (Beratlife & Iliescu, 1997). بسیاری از محققان دیگر با تأکید بر ارتباط میان شدت پراکسیداسیون چربی، تخریب پراکسیداتیو اسید چرب و تغییر محتوای روغن در بذرها در طول ذخیره‌سازی، اعلام کردند که مدت و شرایط ذخیره‌سازی یکی از مهم‌ترین عامل‌های تعیین‌کنندهٔ درجهٔ آسیب بذر است (McDonald, 1999; Verma *et al.*, 2003). بیشترین درصد اسید چرب پالمیتیک مربوط به تیمار بذرها با رطوبت ۱۳ درصد، دمای ۱۵ درجهٔ سلسیوس و مدت زمان سه ماه انبارداری بود که نسبت به شاهد ۴/۸۹ درصد افزایش نشان داد (جدول ۳). بیشترین درصد اسید چرب استئاریک از تیمار بذرها با رطوبت ۹ درصد، دمای ۲۵ درجهٔ سلسیوس و مدت زمان شش ماه انبارداری به‌دست آمد که نسبت به شاهد ۴/۹۷ درصد افزایش یافت (جدول۳). افزایش تجمع گونه‌های فعال اکسیژن در بذرها به علت کاهش فعالیت‌های ضداکسندگی، موجب افزایش پراکسیداسیون لیپیدها می‌شود که یکی از عامل‌های اصلی و مهم پیری و زوال بذرهای گلرنک در هر دو شرایط پیری مصنوعی و طبیعی شده است که موجب کاهش توان جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های گلرنگ شد (Zamani *et al.*, 2010). بیشترین درصد اسیدهای چرب غیراشباع اولئیک و لینولئیک مربوط به بذرهای شاهد بود و کمترین درصد این دو اسید چرب مربوط به تیمار بذرها با رطوبت ۱۳ درصد، دمای ۱۵ درجهٔ سلسیوس و مدت زمان پنج ماه انبارداری بود در صورتی‌که بیشترین درصد اسید چرب لینولنیک مربوط به تیمار بذرها با رطوبت ۱۳ درصد، دمای ۱۵ درجهٔ سلسیوس و مدت زمان پنج ماه انبارداری بود که نسبت به شاهد ۷۱/۸۳ درصد افزایش یافت (جدول۳).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵. تأثیر دما و رطوبت بذر بر هدایت الکتریکی طی زمان در کنجد

جدول ۳. مقایسهٔ میانگین اسیدهای چرب در دورهٔ نگهداری در شرایط متفاوت انبارداری در بذر کنجد

تیمار	پالمتیک (C16:0)	استئاریک (C18:0)	اولئیک (C18:1)	لینولئیک (C18:2)	لینولنیک (C18:3)
شاهد	۹/۵۵۸^{c}	۵/۶۳۹^{c}	۴۳/۷۳۶^{a}	۴۰/۶۵۹^{a}	۰/۴۴۲^{c}
۲	۱۰/۰۴۹^{a}	۵/۸۸۳^{ab}	۴۳/۶۲۳^{b}	۴۰/۱۶۴^{b}	۰/۵۲۱^{bc}
۳	۹/۹۳۲^{b}	۵/۹۳۴^{a}	۴۳/۴۶۲^{c}	۳۹/۸۳۲^{c}	۰/۵۶۷^{b}
۴	۹/۷۹۹^{C}	۵/۷۹۶^{b}	۴۳/۲۹۰^{d}	۳۹/۵۴۶^{d}	۱/۵۶۹^{a}

حروف مشترک در هر ستون بیانگر نبود تفاوت معنی‌دار در میانگین تیمار است .

Maristal & Robelval (2007) نشان دادند که با افزایش مدت زمان زوال در بذرهای سویا درصد اسیدهای چرب غیراشباع کاهش و درصد اسید چرب پالمیتیک افزایش می‌یابد. به‌طور کلی نشان داده شده است، بذرهای روغنی دارای اسیدهای چرب غیراشباع بسیار مستعد زوال هستند (Goel *et al.*, 2003). اسیدهای چرب غیراشباع نسبت به اکسایش خیلی حساس بوده و در اثر اکسایش به ترکیباتی مانند پراکسید، ان دیول، کتوهیدروسید و اپوکسید تبدیل می‌شوند که خود سبب ایجاد واکنش‌های زنجیره‌ای رادیکال‌های آزاد می‌شوند و بسیار خطرناک هستند. در اسیدهای چرب غیراشباع پیوند دوگانه به سادگی احیا می‌شود (تشکیل اسیدهای چرب اشباع)، که ممکن است افزایش در اسیدهای چرب اشباع پالمیتیک و استئاریک در دورهٔ انبارداری به‌دلیل احیاشدن اسیدهای چرب غیراشباع باشد. شدت افزایش پراکسیداسیون چربی، تأثیر معنی‌داری بر جوانه‌زنی داشت که در بنیهٔ بذر سویا مشاهده شد (Mladen *et al.*, 2012). پس از یک دورهٔ ذخیره‌سازی خاص، محتوای اسید لینولئیک و لینولنیک کاهش یافت که ممکن است به دلیل ترکیبی از دمای بالا و مدت زمان ذخیره‌سازی درازمدت است که اکسایش روغن در بذر را افزایش داد (Ghasemnezhad &

www.SID.ir

Archive of SID

Honermeier, 2007). این نتایج نشان داد که با افزایش دورهٔ پیری تسریع‌شدهٔ بذر قادر به حفظ آنزیم‌های حفاظتی نخواهد بود. علل اصلی اختلال در غشا افزایش سطح اسید چرب آزاد و رادیکال آزاد توسط پراکسیداسیون چربی‌ها است (Grilli *et al.*, 1995). سازوکارهای حفاظتی شامل چندین آنزیم کاهش‌دهندهٔ رادیکال‌های آزاد و مهار پراکسید مانند سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز، آسکوربات پراکسیداز و پراکسیداز است، افزایش پیری تسریع‌شده با کاهش فعالیت آسکوربات پراکسیداز همراه بود (Gholami & Golpayegani, 2011)، که با نتایج Goel *et al.* (2003) همسان بود. نتایج این آزمایش نشان داد که انبارداری با افزایش رطوبت بذر، دمای نگهداری و زمان نگهداری با افت قوهٔ نامیه و بنیهٔ بذر کنجد همراه است. همچنین اسیدهای چرب همراه با زوال دچار تغییر شدند که نشان می‌دهد در چرخهٔ زوال چربی‌ها دچار تخریب شده و اکسایش سبب ایجاد تغییر در ترکیب اسیدهای چرب بذر کنجد می‌شود.

REFERENCES

1. Bailly, C. (2004).Active oxygen species and antioxidants in seed biology. *Seed Science Research*, 14, 93-107.
2. Bailly, C., Benamar, A., Corbineau, F. & Come, D. (1998). Free radical scavenging as affected by accelerated ageing and subsequent priming in sunflower seeds. *Physiologia Plantarum*, 104, 646-652.
3. Bailly, C., Benamar, A., Corbineau, F. & Come, D. (2000). Antioxidant systems in sunflower (*Helianthus annuus* L.) seeds as affected by priming. *Seed Science Research*, 10, 35-42.
4. Basra, S. M. A., Ahmad, N., Khan, M. M., Iqbal, N. & Cheema, M. A. (2003). Assessment of cotton seed deterioration during accelerated ageing. *Seed Science and Technology*, 31, 531-540.
5. Berjake, P. &Villers, T. A. (1972). Aging in plant embryos: Acceleration of senescence following artificial aging treatment. *New Phytology*, 71, 513-518.
6. Chiu, K. Y., Wang, C. S. & Sung, J. M. (1995). Lipid peroxidation and peroxide-scavenging enzymes associted with accelerated aging and hydration of watermelon seeds differing in ploidy. *Physioligia Plantarum*, 94, 441-446.
7. Coin, L., Vaissiere, M., Noirot, A., Charrier, A. & Hamon, S. (1995). Comparative effects of natural and accelerated ageing on barley seeds (*Hordeum vulgare* L.). *Seed Science and Technology*, 23, 673-688.
8. Dias, D. C. F. S., Marcos-Filho, J. & Carmello, Q. A. C. (1997). Potassium leakage test for the evaluation of vigor in soybean seeds. *Seed Science and Technology*, 25, 7-18.
9. Ellis, R.H., Agrawal, P.K. & Roose, E.E. (1988). Harvesting and storage factors that affect seed quality in pea, lentil, faba bean and chickpea. R.J. Summerfield. (ed.) *Word crops: Cool Season Food Legumes*.
10. Ghasemnezhad, A. & Honermeier, B. (2007). Influence of storage conditions on quality and viability of high and low oleic sunflower seeds. *Int J Plant Prod*, 3(4), 41-50.
11. Goel, A. & Sheoran, I. S. (2003). Lipid peroxidation and peroxide-scavenging enzymes in cotton seeds under natural ageing. *Biologia Plantarum*, 46(3), 429-434.
12. Goel, A., Coel, A. K. & Sheoran, I. S. (2003). Changes in oxidative stress enzymes during artificial ageing in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) seeds. *Journal of Plant Physiology*, 160, 1093-1100.
13. Gregg, B., Wanis, S.A.E., Bishaw, Z. & Gastel, A.J.G. (1994). *Safe seed storage*. WANA Seed Network. 594.
14. Justice, O.L. & Bass, L.N. (1979). *Principles and practices of seed storage*. Castele House publications. London. 289p.
15. Kalpana, R. & Rao, M.K.V. (1995). On the ageing mechanism in pigeonpea (*Cajanus cajan* L. Millsp) seeds. *Seed Science and Technology*, 23, 1-9.
16. Kornsteiner, M., Wagner, KH. & Elmadfa, I. (2006). Tocopherols and total phenolics in 10 different nut types. *Food Chem*, 98, 381-387.
17. Maristal, P. & Robelval, D. (2007). Electrical conductivity and deterioration of soybean seeds exposed to defferent storage conditions. *Revista Brasileira de Sementes*, 29(2), 97-105.
18. McDonald, M.B. (1999). Seed deterioration: physiology, repair and assessment. *Seed Science and Technology*, 27, 177-237.
19. Mohamadi, H., Soltani, A., Sadeghi pour, H., Zinali, A. & Najafi hezarjaribi, R. (2008). *Effect of seed deterioration on vegetative growth and chlorophyll fluorescence in soybean (Glycine max)*. Gorgan University of Agriculture Sciences and Natural Resources. 15 (5).

www.SID.ir

Archive of SID

20. Priestly, D. A. (1986).Seed aging: Implication for seed storage and persistence in the soil. Cornell University Press. Ithaca, NY.
21. Stewart, R.C.R. & Bewley, D. (1980). Lipid peroxidation associted with accelerated aging of soybean Axes. *Plant Physiology*, 62, 245-248.
22. Sung, J. M. & Jeng, T. L. (1994). Lipid peroxidation and peroxide-scavenging enzymes associted with accelerated aging of peanut seed. *Physioligia Plantarum*, 91, 51-55.
23. TeKrony, D.M. & Egli, D.B. (1991). Relationship of seed vigor to crop yield: A Review. *Crop Science*, 31, 816-822.
24. TeKrony, D.M., Egli, D.B. & Wickham, D.A. (1989). Corn seed vigor effect on notillage field performance. I. Field emergence. *Crop Science*, 29, 1523-1528.
25. Verma, S. S., Verma, U. & Tomer, R.P.S. (2003). Studies on seed quality parameters in deterioration seeds in Brassica (*Brassica campestris*). *Seed Science and Technology*, 31, 389-398.
26. Zamani, A., Sadat noori, S.A., Tavakkol Afshari, R., Irannejad, H., Akbari, GH.A. & Tavakoli, A. (2010). Lipid peroxidation and antioxidant enzymes activity under natural and accelerated aging in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) seed. *Iranian Journal of Field Crop*, 41(3), 545-554.

www.SID.ir

Archive of SID

Iranian Journal of Filed Crop Science, Vol. 46, No. 3, Autumn 2015

Study of some physical and biochemical changes in Sesame (*Sesamum indicum*) seed under various storage conditions

Ramin Alivand[1], Reza Tavakkol Afshari[2*], Farzad Sharifzade[3] and Mohammad Reza Asiri[4]

1, 2, 3. Former M. Sc. Student, Professor and Associate Professor, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

4. M. Sc. Student, Food Industry, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

(Received: Apr. 16, 2014 - Accepted: Jun. 16, 2015)

ABSTRACT

Sesame is one of the most important oil crops in Iran. High oil seed content makes it difficult to store for a long period of time. This study was conducted in 2012 to evaluate possible physiological and biochemical changes in seed under different storage conditions. Various seed moisture content (5, 9, 13, and 17%) were evaluated under five temperatures (5, 15, 25, 35, 45) for six month. Germination indices including germination percentage, electrical conductivity and vigor index were evaluated for treated seeds. Moreove, after primay analysis, a number of treatments were selected and fatty acid contents were evaluated. The results indicated that by increasing moisture content and storing temperatures the seed quality decreased dramatically. Vigor index and electrical conductivity were decreased more sharply. Seed deterioration changed the fattly acids profile in a way that palmitic acid, steoric acid, and linolenic acid increased while oleic acid and and linoleic acid contents decreased. The highest content of linolenic acid was dected in stored seed with 13% moisture stored at 15°C for five month.

Keywords: deterioration of seed, fatty acids, moisture, sesame, temperature of storage.

* Corresponding author E-mail: tavakkol@ut.ac.ir Tel: +98 915 1826209

www.SID.ir