اثر پیری تسریع شده بر شاخص‌های جوانه‌زنی و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانتی در جنین هیبریدهای مختلف ذرت

مریم گودرزیان[1*]، الهه قاسمی[2]، سیروس منصوری‌فر[3]، محسن سعیدی[3]، زینب حیدری[2]

[1] دانشجوی کارشناسی‌ارشد زراعت، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی کرمانشاه

[2] دانشجوی کارشناسی‌ارشد آگرواکولوژی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی کرمانشاه

[3] استادیار گروه زراعت، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی کرمانشاه

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۷/۰۱ تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۸/۲۸

چکیده

در این تحقیق اثر زمان‌های مختلف پیری ۳، ۵ و ۷ روز بر فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت، میزان پروتئین‌های محلول و شاخص‌های جوانه‌زنی بذرهای ٦ هیبرید سینگلکراس ذرت شامل ۷۰٤، ۷۰۰، ٦٤۷، ۵۰۰، ۳۷۰ و ۲٦۰ به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و در ٤ تکرار مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که، پیری تسریع شده به‌طور معنی‌داری درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و شاخص بنیه بذر را کاهش داد. فرآیند پیری بذر، رشد ریشه‌چه را در مقایسه با رشد ساقه‌چه بیشتر تحت تاثیر قرار داد. بیشترین درصد جوانه‌زنی مربوط به سینگل‌کراس ٦٤۷ بود. نتایج نشان داد که با افزایش دوره پیری به‌طورمعنی‌داری فعالیت آنزیم گلوتاتیونریداکتاز و آسکورباتپراکسیداز و میزان پروتئین کاهش یافت. فعالیت آنزیم گلوتاتیونریداکتاز ۳۵/۹ درصد و فعالیت آنزیم آسکورباتپراکسیداز ۵۸/۷ درصد کاهش یافت. این موضوع نشان می‌دهد که فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز نسبت به پیری حساسیت بالاتری داشته است. میزان پروتئین‌های محلول بذر نیز ٤۲/۷ درصد کاهش نشان داد.

واژگان کلیدی: آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت، پروتئین، پیری تسریع شده، ذرت، جوانه‌زنی.

مقدمه

ذخیره بذرها در یک محیط سرپوشیده مشکل بزرگی است. به‌ویژه در مناطق مرطوب ذخیره بذر مشکل‌تر است. عموماً توانایی بذرها در مدت زمان نگهداری و ذخیره آن‌ها به ویژه در زمان طولانی کاهش پیدا می‌کند. اگر چه درصد تخریب بذرهای گیاهان در میان گونه‌های متفاوت با هم فرق می‌کند. دما و رطوبت بالا فرآیند تخریب و زوال بذر را سرعت می‌بخشد (Goel et al., 2003). شرایط نگهداری بذرها می‌تواند بر شاخص‌های جوانه‌زنی و قدرت بذر اثر گذار باشد (Macdonald et al., 2004). شاخص‌های جوانه‌زنی از پارامترهای مهم کیفیت بذر می‌باشند که از اهمیت خاصی برخوردارند. قدرت بذر تحت تاثیر پیری و زوال بذر می‌باشد و در پی آن شاخص‌های جوانه‌زنی کاهش

*نویسنده مسئول: goodarzian98@yahoo.com

می‌یابد (Basra et al., 2003; Chen et al., 2007; Kapoor et al., 2010; Seiadat et al., 2012; Rastegar et al., 2011). بنیه بذر در برگیرنده خصوصیاتی از بذر است که تعیین‌کننده توانایی سبز شدن سریع، یکنواخت و نمو گیاهچه‌های عادی تحت دامنه وسیعی از شرایط مزرعه می‌باشد (ISTA, 2010). بنیه بذر در مقایسه با آزمون جوانه‌زنی و رشد قادر است شواهد بهتری از سبزشدن بذر گونه‌های مختلف گیاهی در مزرعه را دراختیار قرار دهد (Pandey et al., 1990). نتایج مختلف حاکی از آن است که تیمارهای مختلف پیری سبب کاهش در شاخص‌های جوانه‌زنی می‌شوند (Ansari and Sharif Zadeh, 2013; Ansari and Sharif Zadeh, 2012). بذرهای با کیفیت و قدرت بالاتر می‌توانند بهتر سبز شده و در مواجه شدن با تنش‌های محیطی درصد سبز شدن و سرعت جوانه‌زنی بالاتری را داشته و در نهایت گیاهچه‌های نیرومندتری تولید کنند (Macdonald et al., 2004).

گونه‌های فعال اکسیژن شامل پراکسید هیدروژن، رادیکال سوپر اکسید و رادیکال هیدروکسیل در فیزیولوژی بذر معمولاً به‌عنوان مولکول‌های سمی مورد توجه‌اند که تجمع آنها باعث پراکسیداسیون چربی‌ها، غیر فعال شدن آنزیم‌ها، خسارت به اسیدهای نوکلئیک و تخریب غشاهای سلول می‌شود (Macdonald et al., 1999; Bailly, 2004). آزمون پیری تسریع شده بذر در واقع یک آزمون تنش است که بذرها قبل از جوانه‌زنی در معرض دمای بالا (۴۱ درجه سانتی‌گراد) و رطوبت اشباع تقریباً ۱۰۰ درصد، بسته به نوع بذر در زمان‌های مختلف قرار می‌گیرند و پس از آزمون پیری تسریع شده است جوانه‌زنی انجام می‌شود. اساس این آزمون دما و رطوبت بالا می‌باشد. اولین بار این آزمون برای ارزش‌گذاری طول عمر بذرها استفاده شد (Delouche and Baskin, 1995). بعد از آن دیگر پژوهشگران از این آزمون برای سایر بذرها استفاده کردند (AOSA, 1983).

موفقیت در جوانه‌زنی به مکانسیم‌های آنتی اکسیدانت گیاهی که به هنگام جوانه‌زنی در گیاه فعال هستند، بستگی زیادی دارد (Yao et al., 2012). گلوتاتیون ریداکتاز نقش مهمی در کنترل پراکسیداسیون هیدروژن درونی گیاه، از طریق چرخه اکسیدوردوکتاز در گلوتاتیون و آسکوربات دارد. یافته‌های Priestley et al. (1985) در گیاه گندم و Buchvarovand Gantcheff. (1984) در گیاه سویا و همچنین Ansari and Sharif Zadeh (2013) در چاودار نشان دادند که فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت در تیمار پیری تسریع شده به علت افزایش رادیکال‌های آزاد کاهش یافته است.

این مطالعه به‌منظور بررسی اثر پیری تسریع شده بر روی جوانه‌زنی و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانتی در جنین شش رقم ذرت به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور شناخت مکانیسم‌های زوال بذر ذرت در شرایط پیری تسریع شده از شش هیبریدسینگل کراس ذرت شامل ۷۰۴، ۷۰۰، ۶۴۷، ۵۰۰، ۳۷۰ و ۲۶۰ که از موسسه اصلاح و نهال بذر کرج تهیه گردیده بودند، استفاده شد.

تیمار پیری تسریع شده بذرها در دمای ۴۱ درجه سانتی‌گراد و رطوبت تقریباً اشباع در حدود ۹۵ درصد اعمال شد. برای اطمینان از صحت دما و رطوبت از یک دستگاه رطوبت‌سنج و دماسنج دیجیتال مدل (TFA آلمان) در داخل دستگاه ژرمیناتور نیز استفاده شد. آزمایش در قالب فاکتوریل و بر پایه طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار ۲۵ تایی به اجرا درآمد. فاکتور اول رقم‌های مختلف ذرت در شش سطح و فاکتور دوم پیری تسریع شده در چهار سطح (شاهد: بدون پیری، ۳، ۵ و ۷ روز پیری) انجام شد. بعد از اعمال تیمارهای پیری بذرها به پتری‌دیش‌هایی با قطر ۱۰ سانتی‌متر انتقال یافتند و تست جوانه‌زنی به‌صورت بین کاغذی انجام شد. پتری‌دیش‌ها در اتاقک رشد در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد

به‌مدت ۷ روز در تاریکی قرار داده شدند. بذرهایی که طول ریشه‌چه آنها به ۰/۲ میلی‌متر رسیده بودند به‌عنوان بذر جوانه‌زده در نظر گرفته شد (ISTA, 2010). بذرهای جوانه‌زده روزانه شمارش و ثبت شدند. شاخص‌های جوانه‌زنی اندازه‌گیری شده شامل: درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی (ISTA, 2010)، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و بنیه بذر (ISTA, 2010) بود.

برای بررسی فعالیت آنزیم‌ها و میزان پروتئین ابتدا جنین بذرهای پیر شده و شاهد جدا، و سپس با استفاده از روش‌های زیر فعالیت آنزیم‌ها و میزان پروتئین محاسبه شدند.

جهت تعیین مقدار گلوتاتیون ریداکتاز از روش Foyer and Halliwell (1976) استفاده شد، قرائت مقدار فعالیت این آنزیم در طول موج ٤١٢ نانومتر و به‌مدت ۱۰دقیقه، هر ۱۵ ثانیه یک‌بار، بیان شد.

اندازه‌گیری فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز بر اساس تبدیل آسکوربات به منودهیدروآسکوربات در حضور پراکسیدهیدروژن توسط آنزیم آسکوربات پراکسیداز است که به روش Nakano and Asada (1981) انجام شد. میزان آسکوربات اکسید شده با استفاده از ضریب خاموشی (ε=٦,٢٢$mM^{-1}cm^{-1}$) محاسبه شد و فعالیت ویژه آنزیم بر اساس میکرومول NADH مصرف شده در دقیقه در میلی‌گرم پروتئین بیان شد.

برای اندازه‌گیری غلظت پروتئین از روش Bradford (1976) استفاده شد. آلبومین سرم گاوی، به‌عنوان استاندارد پروتئین مورد استفاده قرار گرفت.

تجزیه داده‌های حاصل از مراحل مختلف این تحقیق با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTAT-C انجام شد. همچنین برای مقایسه میانگین‌ها بر پارامترهای مورد بررسی از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که، اثر ساده رقم بر روی کلیه شاخص‌های اندازه‌گیری شده به جز سرعت جوانه‌زنی معنی‌دار (یک درصد) بود (جدول ۱). اثر ساده پیری بر روی کلیه شاخص‌های اندازه‌گیری شده در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). همچنین نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل رقم و پیری بر روی کلیه شاخص‌های اندازه‌گیری شده در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱).

نتایج دیگر محققین، نتایج بدست آمده در این آزمایش را تایید می‌کند (Ansari et al., 2013; Mohsen Nasab et al., 2010; Seiadat et al., 2012).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر پیری تسریع شده بر شاخص‌هایجوانه‌زنی، پروتئین، گلوتاتیونریداکتاز و آسکورباتپراکسیداز ارقام مختلف ذرت

منبع تغییرات	درجه آزادی	درصد جوانه زنی	سرعت جوانه زنی	طول ساقه چه	طول ریشه‌چه	بنیه بذر	پروتئین	گلوتاتیون ریداکتاز	آسکوربات پراکسیداز
رقم	۵	۴۸/۶**	۸/۰۳^{ns}	۲۵۲/۹**	۹۲/۲۵**	۴۷۶۱۵۰۶**	۳۰۱۱**	۴۷۰۵**	۱۲۲۸۴**
پیری	۳	۱۲۱۹۵/۵۳**	۶۵۹/۰۳**	۲۵۲۴**	۲۵۲۴**	۲۲۸۵۳۰۰۸۶**	۷۶۰۶**	۳۲۰۲۵**	۲۳۹۶۴**
رقم × پیری	۱۵	۵/۵۳**	۳/۸۷**	۳۶/۳**	۳۶/۳۲**	۳۴۳۸۷۶**	۱۰۱/۶۲**	۵۵/۴۷**	۱۳۰/۱**
خطا	۷۲	۳۷/۵	۸/۵	۱۳/۴۷	۱۳/۴۸	۲۳۷۷۲۷	۴۱/۵	۱۹/۴	۷۹/۳۳
ضریب تغییرات ٪	-	۹/۵۷	۱۶/۲۶	۱۴/۶۴	۱۵/۲۱	۱۱/۴۲	۱۰/۲	۱۳/۵۳	۹/۳۲

** و ns به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱ درصد و عدم معنی‌داری.

اثر پیری تسریع شده بر روی شاخص‌های جوانه‌زنی اندازه‌گیری شده نشان داد که با افزایش دوره پیری درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه و بنیه بذر در تمامی ارقام به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۲). در شرایط عدم پیری بیشترین درصد جوانه‌زنی با میانگین ۱۰۰ درصد مربوط به رقم SC647 بود ولی از لحاظ آماری با سایر ارقام تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۲). همچنین بعد از ۷ روز پیری بیشترین درصد جوانه‌زنی مربوط به رقم SC647 بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین سرعت جوانه‌زنی با میانگین ۲٤/۱۷ مربوط به رقم SC704 در شرایط عدم پیری بود ولی در شرایط ۷ روز پیری بیشترین سرعت جوانه‌زنی با میانگین ۱۱/۷۵ مربوط به رقم SC260 بود (جدول ۲). بیشترین بنیه بذر با میانگین ۹۰۱۹ مربوط به رقم SC700 بود، ولی در ۷ روز پیری بیشترین بنیه بذر با میانگین ۲۰۵٦ مربوط به رقم SC704 بود (جدول ۲).

جدول ۲- اثر پیری تسریع شده بر میانگین شاخص‌های جوانه‌زنی ارقام مختلف ذرت

رقم	پیری (روز)	درصد جوانه زنی	سرعت جوانه زنی	طول ساقه‌چه (mm)	طول ریشه‌چه (mm)	بنیه بذر
SC 704	شاهد	۹۷^{a}	۲۴/۱۷^{a}	۳۵/۶۵^{bcd}	۶۵/۵^{a}	۸۶۴۴^{ab}
	۳	۶۹^{b}	۲۲/۴۹^{ab}	۳۱/۶$^{c-f}$	۵۱/۸۵^{ab}	۵۷۹۹^{d}
	۵	۵۲^{c}	۱۷/۹۸$^{b-e}$	۲۶/۶^{fgh}	۴۲/۷^{cde}	۳۷۱۰^{gh}
	۷	۳۳^{d}	۱۰/۹۳^{g}	۲۲/۴۵^{hi}	۳۵/۴$^{e-h}$	۲۰۵۶^{jk}
SC 700	شاهد	۹۶^{a}	۲۳/۶۷^{a}	۴۲/۱۵^{a}	۵۱/۵۵^{ab}	۹۰۱۹^{a}
	۳	۷۲^{b}	۱۹/۵۹$^{a-e}$	۳۲/۷۵$^{b-e}$	۴۲/۷^{cde}	۵۴۷۰^{d}
	۵	۵۳^{c}	۱۷/۲۱^{cde}	۲۶/۳۵^{gh}	۳۳/۳۵^{gh}	۳۲۲۹^{hi}
	۷	۳۴^{d}	۱۰/۳۱^{g}	۱۹/۲^{ijk}	۲۳/۶^{ij}	۱۴۳۱^{klm}
SC 647	شاهد	۱۰۰^{a}	۲۳/۱۶^{a}	۳۳/۸۵$^{b-e}$	۴۸/۶^{bc}	۸۰۴۱^{bc}
	۳	۷۶^{b}	۲۱/۹۶^{abc}	۲۰/۹۵^{ij}	۴۶/۴۵^{bc}	۴۶۵۱^{ef}
	۵	۵۷^{c}	۱۸/۰۱$^{b-e}$	۱۷/۱۵^{jk}	۳۲/۸^{gh}	۲۵۵۹^{ij}
	۷	۳۹^{d}	۱۰/۰۳^{g}	۱۰/۴^{lm}	۲۰/۹^{j}	۱۰۴۷^{imn}
SC 500	شاهد	۹۴^{a}	۲۰/۴۲^{a}	۳۶/۸۵^{b}	۴۱/۴$^{c-f}$	۷۸۰۷^{c}
	۳	۶۹^{b}	۲۰/۵۸$^{a-d}$	۳۰/۴^{efg}	۳۷/۸۵$^{d-g}$	۵۲۳۸^{de}
	۵	۵۳^{c}	۱۶/۵۱^{de}	۱۹/۶۵^{ij}	۳۰/۲^{hi}	۲۸۶۷^{i}
	۷	۳۵^{d}	۱۱/۸۷^{fg}	۸/۴۵^{m}	۱۸/۴^{j}	۱۰۴۷^{lmn}
SC 370	شاهد	۹۵^{a}	۲۲/۷۱^{ab}	۳۷/۷^{ab}	۴۴/۱^{cd}	۷۷۷۱^{c}
	۳	۷۰^{b}	۱۸/۰۲$^{b-e}$	۳۰/۹$^{d-g}$	۳۰/۱^{hi}	۴۳۱۶^{fg}
	۵	۵۴^{c}	۱۷/۰۴^{de}	۲۲/۹^{hi}	۱۹/۴^{j}	۲۰۹۴^{jk}
	۷	۳۶^{d}	۱۰/۱۳^{g}	۱۱/۳^{lm}	۱۰/۹^{k}	۷۸۸/۱^{mn}
SC 260	شاهد	۹۷^{a}	۲۲/۰۹^{ab}	۳۶/۳^{bc}	۴۸/۷^{bc}	۸۳۰۹^{abc}
	۳	۶۹^{b}	۱۹/۹۳$^{a-e}$	۲۶/۷^{bc}	۳۵/۲^{fgh}	۴۲۸۷^{fg}
	۵	۵۰^{c}	۱۵/۷۱^{ef}	۱۴/۲^{kl}	۱۹/۶^{j}	۱۷۲۴^{kl}
	۷	۳۶^{d}	۱۱/۷۵^{fg}	۷/۳^{m}	۹/۳^{k}	۶۰۶/۴^{n}

میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵٪ آزمون دانکن اختلاف معنی داری را نشان نمی‌دهند.

دیگر محققین در گیاهان مختلف نیز گزارش کردند که با افزایش دوره پیری به‌طور معنی‌داری از درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول گیاه‌چه و بنیه بذرکاسته می‌شود (Ansari et al., 2013; Seiadat et al., 2012; Ansari and Sharif Zadeh, 2012). همچنین در ارقام مختلف گندم گزارش شده است که بعد از اعمال پیری شاخص‌های جوانه‌زنی از لحاظ آماری با هم تفاوت معنی‌داری داشتند (Mohsen Naseb et al., 2010). کاهش در سرعت جوانه‌زنی احتمالاً به‌دلیل وقفه‌ای است که در شروع فرآیند جوانه‌زنی در بذرهای پیر شده ایجاد می‌شود. علت وقفه ایجاد شده احتمالاً این است که بذرها برای تعمیر خسارت‌های وارد شده به غشاء و دیگر قسمت‌های سلول و همچنین آغاز مجدد فعالیت سیستم آنتی اکسیدانتی و جلوگیری از بروز تنش اکسیداتیو نیاز به زمان دارد و تعمیر این خسارت‌ها ممکن است پس از جذب آب توسط بذر امکان‌پذیر شود. بنابراین مدت زمان لازم برای تکمیل فرآیند جوانه‌زنی در بذرهای پیر شده در مقایسه با بذرهای پیر نشده افزایش می‌یابد که نتیجه آن کاهش شاخص جوانه‌زنی است (Bailly et al., 2000).کاهش شاخص بنیه گیاهچه ناشی از کاهش اجزاء آن، یعنی درصد جوانه‌زنی و طول گیاه‌چه است که هر دو در شرایط پیری بذر کاهش می‌یابند (Sung and Jeng, 1994).

دیگر نتایج آزمایش نشان داد که از لحاظ میزان پروتئین، فعالیت آنزیم‌های گلوتاتیون ریداکتاز و آسکوربات پراکسیداز تفاوت معنی‌داری بین ارقام مختلف در شرایط مختلف پیری وجود داشت (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که با افزایش دوره پیری به‌طور معنی‌داری از میزان پروتئین و فعالیت آنزیم‌ها کاسته شد (جدول ۳). در شرایط عدم پیری و ۷ روز پیری بیشترین میزان پروتئین، فعالیت آنزیم‌های گلوتاتیون ریداکتاز و آسکوربات پراکسیداز مربوط به رقم SC704 بود (جدول ۳).

کاهش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانتی بر اثر پیری بذر به دلایل متعددی مانند آسیب رسیدن به سنتز RNA است، که در نهایت موجب کاهش تولید پروتئین‌ها خواهد شد (Basra et al., 2003). از دیگر دلایلی که برای کاهش فعالیت این آنزیم‌ها طی فرآیند پیری ذکر شده است حمله گونه‌های فعال اکسیژن به آنزیم‌های آنتی اکسیدان است که در شرایط پیری بذر افزایش یافته و موجب تخریب آنزیم‌ها می‌شود (Bailly, 2004). کاهش فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز در اثر تیمار پیری تسریع شده در تحقیقات دیگر پژوهشگران ذکر شده است (Goel and Sheoran, 2003; Sung, 1996; Chiu et al., 1996).

در بذرهای پیر شده به علت تجمع ROS، حساسیت پروتئین‌ها به آنزیم پروتئاز افزایش می‌یابد. همچنین کاهش در آمینواسیدهای اولیه به علت حمله ROSها از دلایل کاهش میزان پروتئین در طی فرآیند پیری می‌باشد (Ansari and Sharif Zadeh, 2013). Kim et al. (2009) و Yao et al. (2012) گزارش کردند که در ارقام مختلف برنج و نخود در اثر تیمار پیری میزان پروتئین‌های محلول کاهش یافته است.

همچنین نتایج دیگر محققان نیز نشان دادند که افزایش در دوره پیری تسریع شده سبب کاهش در فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانتی و میزان پروتئین می‌شود و چنین نتیجه‌گیری شد که آنزیم‌های آنتی اکسیدانت در جوانه‌زنی بذر بعد از پیری اثر گذار می‌باشد و بذرهای با فعالیت آنزیمی بالاتر دارای درصد جوانه‌زنی بیشتری می‌باشند (Ansari et al., 2013; Seiadat et al., 2012).

جدول ۳- اثر پیری بر روی میانگین میزانپروتئین، گلوتاتیون ریداکتاز و آسکوربات پراکسیداز جنین ارقام مختلف ذرت

رقم	پیری (روز)	پروتئین	گلوتاتیون ریداکتاز	آسکوربات پراکسیداز
SC 704	شاهد	۱۱۶/۳^{a}	۷۲^{a}	۱۷۴^{a}
	۳	۹۴/۵^{b}	۶۸/۵^{a}	۱۳۷/۵^{b}
	۵	۷۱^{ed}	۵۸/۵^{b}	۱۱۵/۵^{cd}
	۷	۶۰/۲۵^{fgh}	۴۴^{d}	۹۶/۲۵^{ef}
SC 700	شاهد	۹۷/۲۵^{b}	۵۹^{b}	۱۶۷/۸^{a}
	۳	۷۵/۵^{d}	۵۱^{c}	۱۵۰^{b}
	۵	۶۴/۵^{ef}	۴۴^{d}	۱۱۳/۳^{cd}
	۷	۴۹/۵^{ijk}	۳۰^{e}	۹۲/۲۵^{f}
SC 647	شاهد	۷۱/۵^{de}	۴۲/۵^{d}	۱۱۳/۵^{cd}
	۳	۵۷/۵$^{f-i}$	۳۲/۲۵^{e}	۸۵/۵^{fg}
	۵	۵۰/۵^{ij}	۱۵^{ghi}	۷۱^{h}
	۷	۳۱/۷۵^{mn}	۸^{j}	۵۲^{i}
SC 500	شاهد	۸۴/۷۵^{c}	۳۹^{d}	۱۱۴^{cd}
	۳	۶۵/۷۵^{ef}	۳۲^{e}	۸۸^{f}
	۵	۶۰/۷۵^{fgh}	۱۹^{fg}	۵۲^{i}
	۷	۴۰/۷۵^{klm}	۱۹^{fg}	۳۳/۷۵^{j}
SC 370	شاهد	۶۳/۵^{efg}	۳۱^{e}	۱۲۳/۸^{c}
	۳	۵۲/۲۵^{hij}	۲۰^{fg}	۹۲/۵^{ef}
	۵	۴۵/۲۵^{jkl}	۱۱^{hij}	۷۳/۲۵^{gh}
	۷	۳۰/۲۵^{n}	۱۰^{hij}	۵۲^{i}
SC 260	شاهد	۷۲/۲۵^{de}	۲۹^{e}	۱۰۵^{de}
	۳	۶۵/۷۵^{ef}	۲۲^{f}	۹۳^{ef}
	۵	۵۴/۵^{ghi}	۱۵/۲۵^{gh}	۶۲^{hi}
	۷	۳۹/۵^{lm}	۹^{ij}	۳۶^{j}

نتیجه‌گیری نهایی

بذرهای پیر شده دارای قدرت زیست (قوه‌نامیه) کمتری نسبت به بذرهای شاهد بودند. ارقام مورد بررسی در محیط نرمال و محیط فرسوده واکنش‌های متفاوتی از خود نشان دادند که این موضوع به دلیل تفاوت ذاتی (ژنتیکی) در ذخایر بذری بین ارقام در محیط نرمال نسبت به بذرهایی است که در شرایط پیری از درصد قوه نامیه پایین‌تری برخوردار بودند. نتایج به خوبی نشان داد که با افزایش دوره پیری شاخص‌های جوانه‌زنی کاهش یافتند. در بین ارقام مورد بررسی در این طرح رقم SC704 در شرایط عدم پیری و پیری بالاترین فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانتیو میزان پروتئین را داشت. این موضوع به این دلیل می‌تواند باشد که بر اثر پیری گونه‌های فعال اکسیژن خسارت کمتری به غشا و ساختار فیزیولوژیکی بذر وارد ساخته و فعالیت آنزیم‌ها کمتر کاهش یافته است.

Reference

Ansari, O., and Sharif Zadeh, F. 2012. Slow Moisture Content Reduction (SMCR) can improve some seed germination indexes in primed seeds of Mountain Rye (*Secalemontanum*) under accelerated aging conditions. Journal of Seed Science and Technology. 3(2): 68-76.

Ansari, O., and Sharif-Zadeh, F. 2013. Improving germination of primed mountain rye seeds with heat shock treatment. Brazilian Journal of Plant Physiology. 25(3): 1-6.

Association of Official Seed Analysts. 1986. Rules for seed testing. Journal of Seed Technology.

Bailly, C. 2004. Active oxygen species and antioxidants in seed biology.Seed Science Research. 14:93-107.

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.

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.

Bradford, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding.Analytical Biochemistry. 72: 248–254.

Buchvarov, P., and Gantcheff, T.S. 1984. Influence of accelerated and natural aging on free radical levels in soybean seeds. Physiol. Plant.1984: 60: 53-56.

Chen, J., Cheng, Z., and Zhong, S. 2007. Effect of exogegenous salicylic acid on growth and H2O2-Metabolizing enzymes in rice seedlings lead stress. Journal of Environmental sciences. 19: 44-49.

Foyer, C., and Halliwell, B. 1976. The presence glutathioneand glutathione reeducates in chloroplast: a proposedrole in ascorbic acid metabolism. Planta. 133:21–25.

Goel, A., Goel, A.K. and Sheoran, I.S. 2003. Changes in oxidative stress enzymes during artificial ageing in cotton (*Gossypiumhirsutum* L.) seeds. J.of plant physiology. 160: 1093-1100.

International rules for seed testing. 2010. International Seed Testing Association, Zurich, Switzerland.

Kapoor, N., Arya, A., Siddiqui, M.A., Amir, A., and Kumar, H. 2010. Seed deterioration in chickpea (*Cicerarietinum* L.) under accelerated aging.Asian J Plant Science. 9(3):158-162.

McDonald, C.M., Floyd, C.D., and Waniska, R.D. 2004. Effect of accelerated aging on mazie, Sorghun and sorghum. J. Cereal Sci. 39: 351- 361.

McDonald, M.B. 1999. Seed deterioration: physiology, repair and assessment. Seed Sci. & Technol. 27: 177-237.

Mohsen Naseb, F., SharafiZadeh, M., and Seiadat, A. 2010. Study the effect of aging acceleration test on germination and seedling growth of cultivars of wheat in vitro conditions. Journal of crop plant physiology. 2(7): 59-70.

Nakano, Y., and Asada, K. 1981. Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate specific peroxidase in spinach chloroplasts. Plant and Cell Physiology. 22(5): 867-880.

Pandey, P.K., Goyal, R.D., Parakash, V., Katiyar, R.P. and Singh, C.B. 1990. Association between laboratory vigor tests and field emergence in cucurbits.Seed research. 18: 40-43.

Priestley, A., Werner, B.G., Leopold, A.C., and McBride, M. 1985. Organic free radical levels in seeds and pollen: the effect of hydration and aging. Physiol. Plant. 64: 88-94.

Rastegar, Z., Sedghi, M., and Khomari, S. 2011. Effects of Accelerated Aging on Soybean Seed Germination Indexes at Laboratory Conditions. Not Sci. Biol. 3(3):126-129.

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 (2):51-62.

Sung, J.M. and Jeng, T.L. 1994. Lipid peroxidation and peroxide-scavenging enzymes associte with accelerated aging of peanut seed. Physioligia Plantarum. 91: 51-55.

Yao, Z., Liu, L., Gao, F., and Rampitschi, C. 2012. Development and seed aging mediated regulation of antioxidative genes and differential expression of proteins during pre and post-germinative phases in pea. J. plant physiology, 169: 1477-1488.