علوم و تحقیقات بذر ایران
سال نهم/ شماره دوم/ ۱۴۰۱ (۶۰ - ۴۹)
مقاله پژوهشی
DOI: 10.22124/jms.2022.6151

اثر پرایمینگ با اسید آسکوربیک بر بهبود ویژگی‌های جوانه‌زنی و تحرک ذخایر غذایی بذرهای پیرشده ذرت

صغری قهرمانی[۱*]، محمد صدقی[۲]، سیده رقیه خاتمی[۳]، فاطمه احمدنیا[۴]، محمد گودرزی[۵]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۵/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۸/۱

چکیده

زوال و فرسودگی بذر در طی انبارداری مهم‌ترین عامل خسارت به بذر می‌باشد. به‌منظور بررسی اثر اسید آسکوربیک (ویتامین C) بر بهبود ویژگی‌های جوانه‌زنی و تحرک ذخایر غذایی بذرهای پیر شده ذرت، آزمایشی در سال ۱۳۹۶ در دانشگاه محقق اردبیلی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل مدت زمان پیری (صفر، ۶ و ۱۲ روز پیر شده) و پرایمینگ با چهار غلظت اسید آسکوربیک (صفر، ۵۰، ۱۰۰و ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر) بود. صفات اندازه‌گیری شده در این آزمایش، درصد و سرعت جوانه‌زنی، وزن خشک ریشه‌چه، ساقه‌چه و وزن خشک باقی‌مانده، بنیه گیاهچه، مقدار استفاده از ذخایر (SRUR)، کسر ذخایر مصرف شده (FUSR)، کارایی استفاده از ذخایر (SRUE)، شاخص تنفس و فعالیت آنزیم کاتالاز بود. نتایج آزمایش نشان داد که، پیری بذرها در هر دو سطح (۶ و ۱۲ روز) باعث کاهش صفات اندازه‌گیری شده گردید. استفاده از پرایمینگ صفات اندازه‌گیری شده را بهبود بخشید. غلظت ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسید آسکوربیک با درصد جوانه‌زنی ۷۸/۲۲ درصد، بنیه گیاهچه ۱۱/۶، SRUR ۵/۶۵ میلی‌گرم بر بذر، FUSR ۰/۸۴، SRUE ۰/۰۲۵ میلی‌گرم بر میلی‌گرم و شاخص تنفس ۵/۵۱ گرم بهترین غلظت استفاده شده بود. برای آنزیم کاتالاز اثر اسید آسکوربیک معنی‌دار نبود، بیش‌ترین میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در تیمار ۱۲ روز پیری به‌دست آمد. در کل کاربرد ABA موجب افزایش بنیه بذرهای پیرشده گردید.

واژه‌های کلیدی: پیری کنترل‌شده، شاخص تنفس، کاتالاز، کارایی استفاده از ذخایر

۱- دانشجوی دکترای اکولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. soghra.ghahremani67@gmail.com
۲- استاد، گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. m_sedghi@uma.ac.ir
۳- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم و تکنولوژی بذر دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. agric.khatami@gmail.com
۴- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. fatemeh.ahmadnia1998@yahoo.com
۵- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. mohamadgudarzi.70@gmail.com
*نویسنده مسئول: soghra.ghahremani67@gmail.com

مقدمه

امروزه اکثر گیاهان زراعی پس از برداشت به‌مدت چندین روز تا چندین سال در انبار نگه‌داری می‌شوند که این امر فرسودگی و به‌دنبال آن کاهش قدرت بذر را در پی دارد (Basra *et al*, 2003). عوامل متعددی روی قدرت بذر اثر دارند که مهم‌ترین آن‌ها شامل ساختار ژنتیکی، محیط و تغذیه گیاه مادر، ذخایر بذر، مرحله رسیدگی در زمان برداشت، پاتوژن‌ها، صدمات مکانیکی و فرسودگی بذر می باشند (Perry, 1980). ساختار ژنتیکی اغلب بیش‌ترین اثر را بر قدرت بذر دارد (Ram and Weisher, 1988). ساختار ژنتیکی می‌تواند صفات متعددی را تحت تأثیر قرار دهد و منجر به تفاوت‌هایی در قدرت بذر شود (Dornbos *et al*, 1989). بعد از ساختار ژنتیکی، فرسودگی بذر بیش‌ترین تأثیر را بر قدرت بذر دارد (Ellis and Raberts, 1980).

فرسودگی یا پیری بذر به فرآیند از دست رفتن کیفیت بذر با گذشت زمان اطلاق می‌شود و توانایی بذر برای زنده ماندن را کاهش می‌دهد. پیری بذر موجب کاهش درصد و سرعت سبز شدن گیاهچه‌ها و در نتیجه سبب افت محصول دانه می‌شود (Ghasemi Golezani *et al*, 1996).

پرایمینگ بذر روش آب‌گیری کنترل شده تا مرحله قبل از ظهور ریشه‌چه است و از روش‌های موثر بر بهبود ظهور سریع و یکنواخت گیاهچه‌ها به‌شمار می‌رود. پرایمینگ بذر منجر به بهبود کارایی بذر می‌شود، بنابراین به‌نظر می‌رسد که پرایمینگ می‌تواند برخی از وقایع مخرب که طی فرسودگی بذر رخ می‌دهند را معکوس کند (Black and Bewley, 2009). گزارش‌های متعددی بیانگر این است که پرایمینگ بذر، عامل افزایش ساخت RNA ریبوزومی، تولید بیش‌تر DNA میتوکندریایی (Bradford, 1986)، افزایش فعالیت آلفا و بتاآمیلاز (Powell, 1998)، بهبود جوانه‌زنی تحت شرایط تنش شوری، خشکی، سرما و هم‌چنین افزایش توانایی بذر در تکمیل فرآیند جوانه‌زنی طی شرایط دمایی پایین می‌باشد. پرایمینگ سبب تغییر مقدار پروتئین‌ها می شود (بدون این‌که در ماهیت پروتئین تغییری ایجاد شود) (McDonald, 1999).

سلول‌های گیاهی برای حفاظت در مقابل آسیب‌های اکسیداتیو، مجهز به یک سیستم جاروب‌کننده رادیکال های آزاد می‌باشند که از این میان می‌توان به اسید آسکوربیک (ASA) اشاره کرد. اسید آسکوربیک مولکولی محلول در آب و کوچک است که به‌صورت سوبسترای اولیه در چرخه سم‌زدایی آنزیمی پراکسید هیدروژن عمل می‌کند (Noctor and Foyer, 1998). این مولکول دارای چندین نقش فیزیولوژیک و اساسی در گیاهان می‌باشد، به‌عنوان مثال در برخی از واکنش‌های فتوسنتزی به‌عنوان کوفاکتور عمل می‌کند و با احیای غیرمستقیم ترکیباتی مانند آلفا-توکوفرول در دفع رادیکال هیدروکسیل و پراکسید هیدروژن مؤثر است. علاوه بر این، اسید آسکوربیک به‌طور مستقیم نیز با رادیکال‌های آزاد اکسیژن واکنش داده و آن‌ها را خنثی می‌کند. هم‌چنین، در اعمال دیگری مانند رشد گیاه، تنظیم بیان ژن، تنظیم فعالیت و حفاظت از برخی آنزیم‌ها و تنظیم ردوکس اجزای آنتی‌اکسیدانتی متصل به غشا دخالت می کند (Sofa *et al*., 2005).

پرایمینگ با اسید آسکوربیک سبب افزایش سرعت جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی نهایی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، کاهش زمان جوانه‌زنی و زمان پنجاه درصد جوانه‌زنی در بذرهای برنج شد (Farooq *et al*., 2006). استفاده خارجی از اسید فولیک و اسید آسکوربیک به‌صورت محلول در آب موجب افزایش درصد جوانه‌زنی، وزن ساقه‌چه و ریشه‌چه، افزایش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و بذرهای تیمار شده در بذر نخودفرنگی گردید (Burguieres *et al*., 2007). گوئل و همکاران (Goel *et al*., 2003) نشان دادند که پیش‌تیمار با اسید آسکوربیک می‌تواند در بهبود جوانه‌زنی بذرهای زوال یافته پنبه موثر باشد، هم‌چنین علیوند و همکاران (Alivand *et al*., 2013) به این نتیجه رسیدند که، تیمار بذرهای زوال‌یافته کلزا با اسید آسکوربیک سبب افزایش بهبود جوانه‌زنی و تولید گیاهچه‌های نرمال گردید.

رشد هتروتروفیک گیاهچه در مراحل اولیه نمو حاصل دو جز است: ۱) مقدار ذخایر بذر انتقال یافته یا پویاشده و ۲) کارایی تبدیل ذخایر بذر انتقال یافته به بافت گیاهچه. کاهش رشد و تجمع ساکارز در گیاهچه‌های حاصل از بذور زوال یافته به‌دلیل کاهش فعالیت آنزیم‌های تجزیه کننده نشاسته می‌باشد که موجب کاهش متابولیسم نشاسته

کوتیلدون‌ها و انتقال ساکارز از کوتیلدون‌ها به محور جنین می‌شود (Gonzales *et al*., 1995). Kaur *et al*., (2002) گزارش کردند فعالیت بالاتر آمیلاز و ساکارز فسفات سنتتاز در ساقه‌های گیاهچه‌های پرایمینگ شده تحت تنش خشکی موجب هیدرولیز سریع فرم قابل انتقال قند در ساقه گیاهچه‌ها شده و منجر به افزایش فراهمی گلوکز برای رشد گیاهچه می‌گردد که این امر افزایش میزان استفاده از ذخایر بذر و افزایش کارایی تبدیل ذخایر بذر را به‌همراه دارد.

در آزمایشی گزارش شده است که آسکوربات تقسیم سلولی را افزایش داده و سبب افزایش تعداد برگ، وزن خشک و تر برگ در گیاه می‌شود (Miguel *et al*., 2006). در مطالعه‌ای دیگر تیمار اسید آسکوربیک با غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر باعث افزایش معنی‌دار درصد و سرعت جوانه‌زنی در *Puccinellia distans* گردید (Saberi and Tavili, 2010). پرایمینگ یکی از تکنیک‌های مهم توانمندی بذر است که می‌تواند در فرآیند تولید محصولات کشاورزی مورد استفاده قرار گرفته و به بهبود کمی و کیفی محصول تحت شرایط نامساعد کمک کند (Farooq *et al*., 2010)، بنابراین، این ایده مطرح می‌شود که پرایمینگ می تواند برخی از وقایع مخرب که طی پیری بذر رخ می‌دهد را معکوس کند. با توجه به مطالب ذکر شده، هدف از این آزمایش بهبود بنیه بذرهای پیر شده ذرت با اسید اسکوربیک بود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تاثیر اسید آسکوربیک بر بذرهای پیر شده ذرت آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در دانشگاه محقق اردبیلی انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل مدت زمان پیری (صفر، ۶ و ۱۲ روز پیر شده) و چهار سطح اسید آسکوربیک (شاهد،۵۰، ۱۰۰و ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر) بود. بذرهای ذرت مورد استفاده در این آزمایش، ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ بود.

برای تهیه توده‌های بذری با درجه پیری متفاوت، بذرهای ذرت پس از ضدعفونی سطحی به سه قسمت مساوی تقسیم گردید. یک قسمت به‌عنوان شاهد بدون پیری در نظر گرفته شد و دو قسمت دیگر برای اعمال پیری تسریع شده در درون پارچه‌های توری گذاشته شد و به درون آون با دمای ۴۰ درجه سلسیوس با رطوبت نسبی ۱۰۰ درصد به‌مدت ۶ و ۱۲ روز منتقل شد (ISTA, 2012). رطوبت اولیه بذرها در ابتدای آزمایش اندازه‌گیری شد که در محدوده ۱۵ تا ۱۵/۵ درصد قرار داشت. هر روز در چند نوبت بذور درون توری‌ها زیرورو شد تا بذور به‌طور یکنواخت پیر شود. یک قسمت از بذور پس از شش روز و قسمت دیگر پس از دوازده روز از آون خارج گردید. به‌این ترتیب سه توده بذری با درجات پیری متفاوت فراهم گردید.

در ادامه آزمایش غلظت‌های اسید آسکوربیک تهیه گردید و بذرهای ذرت به‌مدت ۲۴ ساعت درون محلول‌های تهیه شده خیسانده شد. در پایان این مدت تمامی بذور سه بار با آب معمولی و یک بار با آب مقطر شستشو و سپس بذور به‌مدت یک روز در دمای ۲۰ درجه سلسیوس نگه‌داری شدند تا خشک شوند. از هر تیمار ۲۵ عدد بذر در پتری دیش کشت و به ژرمیناتور با دمای ۲۵ درجه سلسیوس منتقل گردید. شمارش به‌صورت روزانه تا پایان دوره آزمایش (۸ روز) انجام شد. آب تبخیر شده از سطح پتری‌دیش‌ها در طول مدت آزمایش با آب مقطر جایگزین گردید. درصد جوانه‌زنی با استفاده از رابطه زیر به‌دست آمد (ISTA, 2008).

$$GP= 100. (N_G/N_T)$$ (رابطه ۱)

N_G تعداد بذور جوانه‌زده و N_T تعداد کل بذور می‌باشد. سرعت جوانه‌زنی در این پژوهش با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید (Ellis and Rabertts, 1980).

$$GR=\sum_{I=1}^{N}\frac{Si}{Di}$$ (رابطه ۲)

در این رابطه GR سرعت جوانه‌زنی، Si تعداد بذور جوانه زده در هر روز، Di تعداد روز تا شمارش nام و N تعداد دفعات شمارش می‌باشد.

برای آزمون رشد گیاهچه پس از بازشدن کامل برگ‌های لپه‌ای، ده گیاهچه‌ی نرمال از هر تیمار انتخاب و صفات طول ریشه‌چه و ساقه‌چه (به‌وسیله خط‌کش) و وزن تر و خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه (به‌وسیله ترازوی دیجیتال با دقت یک هزارم) اندازه‌گیری شد. برای به‌دست آوردن به آون با دمای ۸۰ درجه سلسیوس به‌مدت ۲۴ ساعت منتقل شدند.

برای استخراج عصاره آنزیمی، ۰/۵ گرم از هر گیاهچه پس از انجماد در نیتروژن مایع داخل هاون چینی که از قبل در یخچال نگه‌داری شده بود به‌خوبی ساییده شد. سپس، با افزودن ۱۰ میلی‌لیتر از بافر فسفات سرد حاوی ۰/۵ میلی مولار EDTA هموژنیزه گردید. هموژن‌ها به اپندورف‌های ۲ میلی‌لیتری منتقل و سپس، در داخل سانتریفیوژ یخچال‌دار قرار داده شد و در ۱۵۰۰۰ دور در دقیقه، به‌مدت ۱۰ دقیقه و در دمای ۴ درجه سلسیوس سانتریفیوژ شد. برای پیش گیری از اثر مضر انجماد و ذوب متوالی نمونه‌ها، روشناور حاصل به سه قسمت تقسیم و تا زمان تعیین فعالیت آنزیم کاتالاز در دمای (۲۰-) درجه سلسیوس نگه‌داری شد (Sairam *et al*., 2002).

برای اندازه‌گیری فعالیت آنزیم کاتالاز از روش ابی (Aebi, 1984) استفاده گردید. نمونه‌های آنزیمی از ترکیب کردن ۱/۵ میلی‌لیتر بافر فسفات پتاسیم ۱۰۰ میلی‌مولار (pH=7)، ۰/۵ میلی‌لیتر پراکسید هیدروژن ۷/۵ میلی‌مولار و ۵۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی به‌دست آمد که در ادامه حجم نمونه‌ها با اضافه کردن آب مقطر به سه میلی‌لیتر رسانده شد. میزان جذب در طول موج ۲۴۰ نانومتر در مدت یک دقیقه با دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد. نمونه بلانک حاوی تمام مواد استفاده شده به‌جز عصاره آنزیمی استخراج شده بود. میزان پراکسید هیدروژن تجزیه شده با استفاده از ضریب خاموشی (ε=39.4 $Mm^{-1}cm^{-1}$) محاسبه شد. فعالیت ویژه آنزیم بر اساس میکرومول پراکسیدهیدروژن تجزیه شده در دقیقه در میلی‌گرم پروتئین بیان شد.

مقدار استفاده از ذخایر (SRUR[1], mg $seed^{-1}$)، کارایی استفاده از ذخایر (SRUE[2], mg mg^{-1}) و کسر ذخایر مصرف شده بذر (FUSR[3]) از روابط زیر محاسبه گردید (Sedghi *et al*., 2010).

$$SRUR = SDW - RSDW \quad \text{(رابطه ۳)}$$

$$SRUE = \frac{SFDW}{SRUR} \quad \text{(رابطه ۴)}$$

$$FUSR = \frac{SRUR}{SDW} \quad \text{(رابطه ۵)}$$

در این فرمول SDW وزن خشک بذر (گرم)، SFDW مجموع وزن خشک و تر گیاهچه بر حسب گرم (ریشه‌چه + ساقه‌چه)، RSDW وزن خشک باقی‌مانده بذر است.

هم‌چنین برای اندازه‌گیری بنیه گیاهچه از روش عبدالباکی و آندرسون (Abdul-Baki and Anderson, 1973) استفاده شد.

$$SV=(R+S)\times GP \quad \text{(رابطه ۶)}$$

SV، قدرت گیاهچه، R، وزن خشک ریشه‌چه، S، وزن خشک ساقه‌چه، GP، درصد جوانه

برای محاسبه شاخص تنفس از فرمول زیر استفاده گردید (Hasan *et al*., 2004).

$$SR=SDW-(PDW+RDW+RSDW) \quad \text{(رابطه ۷)}$$

S، تنفس، SDW، وزن بذر خشک قبل از جوانه‌زنی، PDW، وزن خشک ساقه‌چه، RDW، وزن خشک ریشه‌چه، RSDW، وزن خشک باقی‌مانده بذر

داده‌های به‌دست آمده پس از اطمینان از نرمال‌بودن توزیع، توسط نرم‌افزار SAS 9.1 تجزیه و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایشی بر روی صفات مورد بررسی در جدول ۱ نشان داده شد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده تأثیر معنی‌دار مدت زمان پیری و پرایمینگ بر روی کلیه صفات مورد بررسی به جز کاتالاز بود. بر روی آنزیم کاتالاز فقط اثر فرسودگی معنی دار بود.

درصد جوانه‌زنی: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات مدت زمان پیری و اسید آسکوربیک بر صفت درصد جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد، ولی اثر برهم‌کنش آن‌ها بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۱). این صفت با تشدید مدت زمان پیری کاهش یافت، به‌طوری‌که بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی (۸۹/۸ درصد) در تیمار بدون پیری (شاهد) و کم‌ترین میزان آن از تیمار پیری شدید به میزان (۵۵/۶ درصد) به‌دست آمد. همان‌طور که در نشان

[1] SRUR: Seed reserve utilization rate
[2] SRUE: Seed reserve utilization efficiency
[3] FUSR: Fraction of used seed reserves

داده شده است، کاربرد اسید آسکوربیک توانست درصد جوانه‌زنی را افزایش دهد. بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی (۷۸/۲درصد) بر اثر کاربرد ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسید آسکوربیک مشاهده شد، درحالی‌که کم‌ترین درصد جوانه‌زنی (۶۹ درصد) مربوط به بذرهای تیمار نشده با اسید آسکوربیک بود. بر طبق نتایج به‌دست آمده می‌توان گفت که با افزایش سطوح پیری از درصد جوانه‌زنی کاسته شد که نتایج مشابهی توسط قاسمی گلعذانی و همکاران (Ghassemi-Golezani *et al*., 2010) برای کلزا گزارش شده است.

سرعت جوانه‌زنی: افزایش مدت زمان پیری منجر به کاهش سرعت جوانه‌زنی شد، ولی کاربرد ASA حتی در شرایط بدون پیری نیز منجر به افزایش سرعت جوانه‌زنی شد که نشان داد کاربرد ASA سرعت جوانه‌زنی را حتی در شرایط مساعد افزایش داده و منجر به استقرار سریع گیاهچه شد. با توجه به مقایسه میانگین اثرات مدت زمان پیری و ASA بیش‌ترین سرعت جوانه‌زنی (۰/۸۷ و ۰/۷۷ بذر در روز) به‌ترتیب مربوط به پیش‌تیمار بدون فرسودگی و کاربرد ۱۵۰میلی‌گرم در لیتر از ASA بود. کم‌ترین سرعت جوانه زنی (۰/۶ و ۰/۶۷ بذر در روز) نیز به‌ترتیب در فرسودگی شدید (۱۲ روز) و بدون کاربرد اسید آسکوربیک مشاهده شد (جدول ۲ و ۳).

بنیه و کیفیت بذر تحت تاثیر فرسودگی و پیری بذر قرار می‌گیرد و به‌دنبال آن سرعت جوانه‌زنی کاهش می‌یابد (Basra *et al.,* 2003). فرسودگی در بذرهای گندم زمان شروع و پایان جوانه‌زنی را افزایش داد. با افزایش مدت زمان پیری در این بذرها، از سرعت جوانه‌زنی و درصد گیاهچه‌های نرمال کاسته شد، به‌طوری‌که تیمار شاهد (بدون اعمال پیری) بیش‌ترین سرعت جوانه‌زنی را داشت (Soltani *et al*., 2008). به‌احتمال زیاد، پیری موجب تاخیر در فرآیندهای متعدد جذب آب و شروع فعالیت‌های آنزیمی می‌گردد و به‌دنبال این پدیده سرعت جوانه‌زنی کاهش پیدا می‌کند.

وزن خشک ریشه‌چه، ساقه‌چه و باقی‌مانده: بیش‌ترین وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه از تیمار شاهد و کاربرد ۱۵۰میلی‌گرم در لیتر ASA و کم‌ترین میزان آن در بذور ۱۲روز پیر شده و بدون کاربرد ASA مشاهده شد. در مورد وزن خشک باقی‌مانده این مقادیر برعکس بود، یعنی بیش‌ترین میزان مربوط به ۱۲ روز پیری و بدون کاربرد ASA و کم‌ترین میزان مربوط به بدون پیری و کاربرد ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر از ASA بود (جدول ۲ و ۳). رضایی و همکاران (Rezaei *et al*., 2014) گزارش کردند که، هرچه گیاهچه حاصل از بذر وزن خشک بیش‌تری داشته باشد، اتلاف تنفسی ذخایر کم‌تر و کارایی تبدیل آن به مواد ساختمانی بیش‌تر خواهد بود. قهرمانی و همکاران (Ghahremani *et al*., 2016) بیان کردند که فرسودگی بذر بر درصد و سرعت جوانه‌زنی، وزن ساقه‌چه و ریشه‌چه تاثیرگذار بود و باعث کاهش صفات ذکر شده نسبت به شاهد گردید.

بنیه گیاهچه: نتایج تحقیقات حاکی از آن بود که بنیه گیاهچه با افزایش شدت پیری کاهش معنی‌داری داشت. اثر مدت زمان پیری نشان داد که تیمار بدون پیری با ۱۵/۸۶، میانگین برتر بنیه گیاهچه بود و کم‌ترین بنیه گیاهچه را ۱۲ روز پیری به‌خود اختصاص داد (جدول ۳). هم‌چنین بیش ترین میزان بنیه گیاهچه در تیمار اسید آسکوربیک مربوط به کاربرد ۱۵۰ میلی گرم در لیتر بود و کم‌ترین آن نیز در تیمار بدون کاربرد ASA به‌دست آمد (جدول ۲). گزارش های مختلفی مبنی بر رشد بهتر گیاهچه در بذرهای با بنیه بالا وجود دارد. عوامل تنش‌زای محیطی مانند کمی و زیادی رطوبت، دماهای نامناسب، عوامل بیماری‌زا و شوری، جوانه زنی بذر و سبزشدن گیاهچه‌ها را به‌شدت تهدید می‌کند و تصور می‌شود که بذرهای با بنیه بالا می‌توانند با اطمینان بیش‌تری این مرحله را پشت‌سر بگذارنند (De Figueiredo *et al*., 2003).

بنیه بذر بالا (مانند سرعت ظهور بالا، یکنواختی و پوشش کامل در سبزشدن) در گیاهچه‌های قوی، با توجه به کوتاه کردن زمان کاشت تا کامل کردن پوشش زمین منجر به استقرار مناسب ساختار کانوپی و به حداقل رساندن رقابت بین گیاهی می‌شود که این امر نیز منجر به پتانسیل عملکرد دانه بالاتر و به حداکثر رساندن محصول در گندم می‌گردد (Soltani *et al*., 2001).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر پیری و پرایمینگ بر صفات اندازه‌گیری شده در ذرت

Table 1. Analysis of variance for the effects of aging and priming on the measured characteristics in Corn

		میانگین مربعات (MS)									
منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	کاتالاز Catalase	وزن خشک باقی‌مانده بذر Seed residual Dry weight	وزن خشک ساقه‌چه Dry weight of plumule	وزن خشک ریشه‌چه Dry weight of radicle	کسر ذخایر مصرف شده Fraction of used seed reserves	مقدار استفاده از ذخایر Seed reserve utilization rate	کارایی استفاده از ذخایر Seed reserve utilization efficiency	شاخص تنفس Respiration index
پیری Aging	2	0.227^{**}	3513.19^{**}	0.0903^{**}	0.279^{**}	0.0058^{**}	0.0083^{**}	0.0062^{**}	0.279^{**}	0.00085^{**}	0.1302^{**}
پرایمینگ priming	3	0.018^{**}	158.3^{**}	0.00122^{ns}	0.032^{**}	0.00034^{**}	0.0004^{**}	0.00071^{**}	0.032^{**}	0.00004^{**}	0.0192^{*}
پیری × پرایمینگ Aging e × priming	6	0.0016^{ns}	14.49^{ns}	0.00042^{ns}	0.001^{ns}	0.00001^{ns}	0.00003^{ns}	0.00003^{ns}	0.001^{ns}	0.0000005^{ns}	0.00177^{ns}
خطا Error	24	0.0021	16.72	0.00182	0.005	0.00002	0.0003	0.00012	0.005	0.000002	0.006
ضریب تغییرات C.V.(%)		6.203	5.578	2.68	6.613	7.08	10.4	1.32	1.32	7.32	1.42

ns، و* به‌ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح یک و پنج درصد

ns, *, **. Not significant, significant at 5 % and 1% probability levels, respectively

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های اثر پرایمینگ بر روی بذرهای فرسوده ذرت

Table 2. Comparison of means for the effect of priming on corn deteriorated seeds

پرایمینگ (غلظت‌های AS)	درصد جوانه‌زنی Germination percentage (٪)	سرعت جوانه‌زنی Germination rate (بذر در روز) (seed day^{-1})	وزن خشک ساقه‌چه Dry weight of plumule (میلی‌گرم) (g)	وزن خشک ریشه‌چه Dry weight of radicle (میلی‌گرم) (g)	وزن خشک باقی‌مانده Seed residual Dry weight (گرم) (g)	بنیه گیاهچه Seedling vigor	مقدار استفاده از ذخایر Seed reserve utilization rate (میلی‌گرم بر بذر) (mg seed^{-1})	کسر ذخایر مصرف شده Fraction of used seed reserves	کارایی استفاده از ذخایر Seed reserve utilization efficiency (میلی‌گرم بر میلی‌گرم) (mg mg^{-1})	شاخص تنفس Respiration index (گرم) (g)
0	69^{b}	0.677^{b}	66.0^{b}	45.0^{c}	1.174^{a}	8.32^{d}	5.52^{c}	0.824^{c}	0.0206^{c}	5.41^{b}
50	70.77^{b}	0.751^{a}	71.0^{b}	50.0^{c}	1.15^{ab}	9.2^{c}	5.54^{bc}	0.828^{bc}	0.022^{b}	5.42^{b}
100	75.22^{a}	0.764^{a}	78.0^{a}	55.0^{b}	1.08^{bc}	10.6^{b}	5.61^{ab}	0.837^{ab}	0.024^{a}	5.47^{ab}
150	78.22^{a}	0.778^{a}	80.4^{a}	62.0^{a}	1.04^{c}	11.6^{a}	5.65^{a}	0.844^{a}	0.025^{a}	5.51^{a}

اعدادی که با حروف متفاوت نشان داده شده‌اند، در سطح پنج درصد با یکدیگر تفاوت معنی‌دار دارند.

The different letters in each column indicate significant difference at 5% probability level

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های اثر مدت زمان پیری بر روی بذرهای ذرت

Table 3. Comparison of means for the effect of aging on corn seeds

پیری Aging	درصد جوانه‌زنی Germination percentage (%)	سرعت جوانه‌زنی Germination rate (بذر در روز) (seed day^{-1})	وزن خشک ریشه‌چه Dry weight of radicle (میلی‌گرم) (mg)	وزن خشک ساقه‌چه Dry weight of plumule (میلی‌گرم) (mg)	وزن خشک باقی‌مانده Dry weight of remaining (گرم) (g)	بنیه گیاهچه Seedling vigor	مقدار استفاده از ذخایر Seed reserve utilization rate (میلی‌گرم بر بذر) (mg seed^{-1})	کسر ذخایر مصرف شده Fraction of used seed reserves	کارایی استفاده از ذخایر Seed reserve utilization efficiency (میلی‌گرم بر میلی‌گرم) (mg mg^{-1})	شاخص تنفس Respiration index (گرم)(g)
0	89.8^{a}	0.875^{a}	80.0^{a}	96.0^{a}	0.956^{c}	15.8^{a}	5.74^{a}	0.857^{a}	0.0316^{a}	5.56^{a}
۶ روز 6 day	74.4^{b}	0.754^{b}	52.0^{b}	74.0^{b}	1.125^{b}	9.5^{b}	5.57^{b}	0.832^{b}	0.023^{b}	5.44^{b}
۱۲ روز 12 day	55.6^{c}	0.6^{c}	27.0^{c}	52.0^{c}	1.26^{a}	4.48^{c}	5.43^{c}	0.811^{c}	0.014^{c}	5.35^{c}

اعدادی که با حروف متفاوت نشان داده شده‌اند، در سطح پنج درصد با یکدیگر تفاوت معنی‌دار دارند.

The different letters in each column indicate significant difference at 5% probability level

مقدار استفاده از ذخایر (SRUR)، کارایی استفاده از ذخایر (SRUE) و کسر ذخایر مصرف شده بذر (FUSR): نتایج تجزیه واریانس تیمارهای آزمایشی بر روی تحرک ذخایر غذایی نشان داد که فقط اثرات ساده هر یک از عوامل بر روی صفات معنی‌دار است (جدول ۱). بیش‌ترین میزان استفاده از ذخایر بذر (۵/۷ و ۵/۶۵ میلی‌گرم بر بذر) به‌ترتیب از تیمار بدون پیری و کاربرد ۱۵۰میلی‌گرم در لیتر از ASA به‌دست آمد. مقدار استفاده از ذخایر بذر، حاصل تفاضل بین وزن خشک اولیه و وزن خشک باقی‌مانده بذر است و بیانگر میزان استفاده از ذخایر بذر در تنفس است که در نهایت به‌صورت وزن خشک گیاهچه ظاهر می‌گردد. به‌عبارت دیگر، هرچه گیاهچه حاصل از بذر وزن خشک بیش‌تری داشته باشد، اتلاف تنفسی ذخایر کم‌تر و کارایی تبدیل آن به مواد ساختمانی بیش‌تر خواهد بود. تیمار بدون پیری و کاربرد ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسید آسکوربیک بیش ترین کارایی تحرک ذخایر غذایی (به‌ترتیب ۰/۰۳۲ و ۰/۰۲۶ میلی‌گرم بر میلی‌گرم) را به‌خود اختصاص داد. کم‌ترین میزان آن نیز در تیمار پیری شدید و بدون کاربرد ASA مشاهده شد (جدول ۲و ۳).

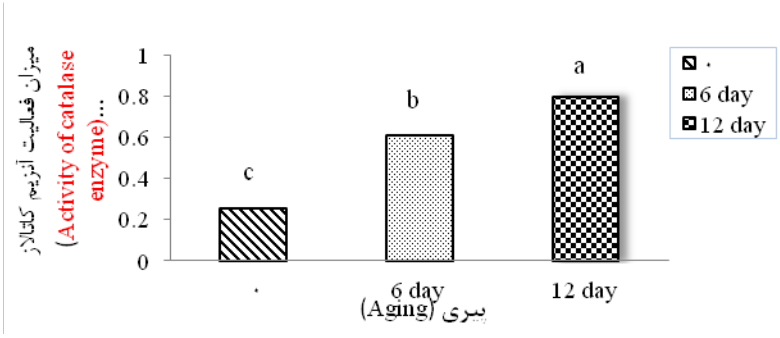
به‌نظر می‌رسد که افزایش مدت زمان پیری منجر به افزایش تنفس و تنفس نیز منجر به هدر رفت ذخایر غذایی شده باشد. آن‌چه که مسلم است، آن است که بذر بعد از جذب آب و جوانه‌زنی، قبل از این‌که برگ‌های اولیه خود را در مقابل نور خورشید بگستراند و عمل فتوسنتز را انجام دهد از مواد غذایی اندوخته در درون خود استفاده می‌کند. ترشح هورمون‌ها و آنزیم‌های درونی بذر موجب می‌شود تا مواد غذایی اندوخته در بذر از جمله نشاسته تجزیه و در آب حل شود و از این طریق انرژی لازم برای خروج ریشه‌چه و ساقه‌چه فراهم گردد. در نتیجه تنفس و مصرف اندوخته غذایی درون بذر، وزن خشک کل زیست‌توده کاهش می‌یابد (Alizade, 1997).

شاخص تنفس: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده تاثیر معنی‌دار تیمار مدت زمان پیری و پرایمینگ بر شاخص تنفس بود (جدول ۱). بیش‌ترین شاخص تنفس (۵,۵۶ گرم) از تیمار شاهد حاصل شد و کم ترین آن (۵,۳۵ گرم) نیز مربوط به ۱۲ روز پیر شده بود (جدول ۲). این نتایج نشان می‌دهد که در تیمار ۱۲ روز پیری، بذر قوه زیست خود را به‌طور قابل توجهی از دست داده است، نتایج حاصل از درصد جوانه‌زنی و سایر صفات مرتبط با آن نیز این نظر را تایید می‌کند. همبستگی مقدار ماده خشک مصرف‌شده در تنفس با آنزیم‌های آنتی اکسیدانت و پراکسیداسیون لیپیدی نشان می‌دهد که احتمالا فعالیت این آنزیم‌ها و پراکسیداسیون لیپیدی با مصرف انرژی موجب هدررفت انرژی می‌شوند (Ghahremani *et al*., 2017).

کاتالاز : نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایشی بر روی فعالیت آنزیم کاتالاز در (جدول ۱) آمده است. بر اساس این جدول تنها اثر مدت زمان پیری بر روی فعالیت آنزیم کاتالاز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. بیش‌ترین مقدار فعالیت آنزیم کاتالاز (۰/۷۹۴ واحد بر میلی‌گرم پروتئین) در تیمار ۱۲ روز پیری حاصل شد و کم‌ترین مقدار آن (۰/۲۵۳ واحد بر میلی‌گرم پروتئین) نیز مربوط به تیمار شاهد بود (شکل ۱). از جمله پاسخ‌های گیاهان به انواع تنش‌های زنده و غیرزنده، تولید اکسیژن فعال مانند پراکسید هیدروژن می باشد. نقش پراکسید هیدروژن در مکانیسم دفاعی گیاه اهمیت ویژه‌ای داشته و در مسیرهای انتقال سیگنال که از عوامل فعال شدن سایر مکانیسم‌های دفاعی می‌باشد، درگیر می‌شود. از آن‌جایی‌که کاتالاز به حفظ هموستازی اکسیژن فعال در زمان ایجاد تنش کمک می‌کند، فعالیت آن در گیاه به‌هنگام تنش افزایش یافته (Magbanua *et al*., 2007) و سنتز آن یک پاسخ سازگار یافته در برابر تنش اکسیداتیو می باشد (Mittler, 2002).

نتیجه‌گیری کلی

فرسودگی بذر مشکل جدی کشورهای در حال توسعه است که معمولا بذرها را در مکانی بدون کنترل رطوبت و دما انبار می‌نمایند که نتیجه آن زوال بذر و کاهش رشد گیاهچه و ذخایر انتقال‌یافته آن به بافت‌های گیاهی است (Mohammadi *et al.,* 2011). عوامل متعددی سبب پیر شدن بذر می‌شود که در این آزمایش کاربرد ABA موجب بهبود کیفیت بذرهای پیرشده گردید. نتایج این تحقیق نشان داد که ۱۲ روز پیری بیش‌ترین کاهش را در میزان



شکل ۱- اثر مدت زمان پیری بر میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در گیاهچه‌های ذرت

Figure 1. The effect of aging time on the activity of catalase enzyme in corn seedlings

صفات اندازه‌گیری‌شده داشت و پرایمینگ با اسید آسکوربیک باعث بهبود ویژگی‌های جوانه‌زنی بذرهای پیر شده ذرت مانند درصد جوانه‌زنی، قدرت گیاهچه، SRUR، FUSR، SRUE و شاخص تنفس شد، هم‌چنین در بین غلظت‌های به‌کار برده شده غلظت ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسید آسکوربیک بهترین غلظت بود.

منابع

Abdul-Baki, A.A. and Anderson, J.D. 1973. Vigor determination in soybean by multiple criteria. Crop Science, 13: 630-633. **(Journal)**

Aebi, H. 1984. Catalase in vitro. Method of Enzymology, 105: 121-126. **(Journal)**

Alivand, R., Tavakkol Afshari, R. and Sharifzadeh, F. 2013. Effects of gibberellin, salicylic acid and ascorbic acid on improvement of germination characteristics of deteriorated seeds of Brassica Napus. Iranian Journal of Field Crop Science, 43: 561-571. (In Persian)**(Journal)**

Alizadeh, A. 1997. Water, soil and plant relationships. Astan Quds Razavi Press. 427 page. **(Book)**

Basra, S.M.A., Pannu, I.A. and Afzal, I. 2003. Evaluation of seedling vigour of hydro and matriprime wheat (*Triticum aestivum* L.) seeds. International Journal of Agriculture and Biology, 5: 121-125. **(Journal)**

Black, M. and Bewley, J.D. 2009. Seed Technology and its Biological Basis. Translated by Tavakkol Afshari, R., Abbasi Surki, A. and Ghasemi, E. University of Tehran Press, 515 page. **(Book)**

Bradford, K.J. 1986. Manipulation of seed water relation via osmotic priming to improve germination under stress conditions. Horticultural Science, 21: 1105-1111. **(Journal)**

Burguieres, E., McCue, P., Kwon, Y. and Shetty, K. 2007. Effect of vitamin c and folic acid on seed vigourrespons and phenolic activity. Bioresource Technology, 98: 1393-1400. **(Journal)**

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

Dornbos, D.L., Mullen, R.E. and Shibles, R.M. 1989. Drought stress effects during seed filling on soybean seed germination and vigour. Crop Science, 29: 476-480. **(Journal)**

Ellis, R.H. and Raberts, E.H. 1980. Towards a rational basis for testing seed quality. In: P.D. Hebblethwaite (ed.) Seed Production. Bufferworths, London. pp. 605-635. **(Journal)**

Farooq, M., Basra, S.M.A., Wahid, A. and Khan, B. 2006. Rice seed invigoration by hormonal andvitamin priming. Seed Science and Technology, 34: 775-780. **(Journal)**

Farooq, M., Wahid, A., Ahmadand, N. and Asad, S. 2010. Comparative efficacy surface drying and re-drying seed priming in rice. Change in emergence, seedling growth and associated metabolic events. Paddy Water Environ, 8: 15-22. **(Journal)**

Ghahremani, S., Sedghi, M. and Seyed Sharifi, R. 2017. Effect of seed deterioration on the activity of antioxidant enzymes and lipid peroxidation in Pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seedlings under different temperatures. Iranian Journal of Seed Science and Technology, 1: 205-218. (In Persian)**(Journal)**

Ghahremani, S., Sedghi, M. and Tavakoli, H. 2016. Effect of Gibberellin and Salicylic acid on the germination traits and activity of antioxidant enzymes in deteriorated Pumpkin seeds. Journal of Seed Research, 2: 20-29. (In Persian) **(Journal)**

Ghasemi Golezani, K., Salehian, V., Rahimzadeh Khoie, F. and Moghaddam, M. 1996. Effect of seed vigor on seedling emergence and grain yield of wheat. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 3: 48-54. **(Journal)**

Ghassemi-Golezani, K., Khomari, S., Dalili, B., Hosseinzade-Mahootchy, A. and Chadordooz-Jeddi, A. 2010. Effects of seed aging on field performance of winter oilseed rape. Journal Food Agricultural and Environmental Science, 8: 175-178. **(Journal)**

Goel, A. and Sheoran, I.S. 2003. Lipid peroxidation and peroxide-scavenging enzymes in cotton Seed under natural ageing. Biologia Plantarum, 46(3): 429-43. **(Journal)**

Gonzales, A., Gordan, A.J., James, C.L. and Arrese-Igor, C. 1995. The role of sucrose synthase in response of soybean nodules to drought. J. Expt. Bot. 46: 1515-1523. **(Journal)**

Hasan, M.A., Ahmed, J.U., Hossein, M.M. and Ullah, M.A. 2004. Germination characters and seed reserve mobilization during germination of different wheat genotypes under variable temperature regimes. Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka, 32: 97-107. **(Journal)**

International Seed Testing Association. 2008. International rules for seed testing (supplement). Seed Science and Technology, 27: 1-333. **(Journal)**

International Seed Testing Association (ISTA). 2012. International Rules for Seed Testing, 2012 edn. Bassersdorf, Switzerland: The International Seed testing Association (ISTA).

Kaur, S., Gupta, A.K. and Kaur, N. 2002. Effect of osmo and hydro priming of chickpea seeds onseedling growth and carbohydrate metabolism under water deficit stress. Plant Growth Regulation, 37: 17-22. **(Journal)**

Magbanua, Z.V., Moraes, C.M.D., Brooks, T.D., Williams, W.P. and Luthe, D.S. 2007. Is Catalase Activity One of the Factors Associated with Maize Resistance to *Aspergillus flavus*. Molecular Plant Microbe Interact, 20(6): 697–706. **(Journal)**

McDonald, M.B. 1999. Seed deterioration: Physiology, repair and assessment. Seed Science and Technology, 27: 177-237. **(Journal)**

Miguel, A., Rosales, Z., Juan, M., Ruiz, A., Hernandez, J., Soriano, T., Castilla, N. and Romero, L. 2006. Antioxidant content and as ascorbate metabolism in cherry tomato exocarp in relation to temperature and solar radiation. Journal of the Science of Food and Agriculture, 86: 1545-1551. **(Journal)**

Mittler, R. 2002. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. Trends in Plant Science, 7: 405-410. **(Journal)**

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: 65-70. **(Journal)**

Noctor, G. and Foyer, G.H. 1998. Ascorbate and glutathione: keeping active oxygen under control. Annual review of plant physiology and plant molecular biology, 49: 249-279. **(Journal)**

Perry, D.A. 1980. Seed vigor and seedling establishment. Advanced Research Technology of Seeds, 5: 25-40. **(Journal)**

Powell, A.A. 1998. Seed improvement by selection and invigoration. Scientia Agricola Piracicaba, 55: 126-133. **(Journal)**

Saberi, M. and Tavili, A. 2010. Evaluation of different priming treatments influences on *Puccinellia distans* germination characteristics. Iranian Journal of Range and Desert Reseach, 17: 25-31. (In Persian) **(Journal)**

Ram, C. and Weisher, L.E. 1988. Effect of artificial aging on physiological biochemical parameters of seed quality in wheat. Seed Science and Technology, 16: 579-587. **(Journal)**

Rezaei, M., Sedghi, M. and Seyed Sharifi, R. 2014. Effect of seed priming on reserve mobilization of Pot marigold (*Calendula officinalis* L.) seeds under salinity stress. Journal of Research in Agricultural Systems, 2: 55-62. (In Persian) **(Journal)**

Sairam, R.K., Rao, K.V. and Srivastava, G.C. 2002. Differential response of wheat genotypes to long term salinity stress in relation to oxidative stress, antioxidant activity and osmolyte concentration. Plant Science, 163: 1037-1046. **(Journal)**

Sedghi, M., Nemati, A., and Esmaielpour, B. 2010. Effect of seed priming on germination and seedling growth of two medicinal plants under salinity. Emirates Journal of Food and Agriculture, 22(2): 130-139. **(Journal)**

Sofa, A., Tuzio, A.C., Dichio, B. and Xiloyannis, C. 2005. Influence of water deficit and rewatering on the components of the ascorbate-glutathione cycle in four interspecific *Prunus* hybrids. Plant Science. 169: 403-412. **(Journal)**

Soltani, A., Gholipoor, M., and Zeinali, E. 2008. Seed reserve utilization and seedling growth of wheat as affected by drought and salinity. Environmental and Experimental Botany, 55: 195-200. **(Journal)**

Soltani, A., Zeinali, E., galashi, S., and Latifi, N. 2001. Genetic variation for and interrelationships among seed vigor traits in wheat from the Caspian Sea Coast of Iran. Seed Science and Technology, 29: 653-662. **(Journal)**

The effect of priming with ascorbic acid on improvement of germination characteristics and mobility of reservoirs in corn aging seeds

Soghra Ghahremani[1], Mohammad Sedghi[2], Seyed Roghayeh Khatami[3], Fatemah Ahmadnia[4],Mohammad Gudarzi[5]

Received: August 2, 2021 Accepted: October 23, 2021

Abstract

The deterioration of seed during storage is the most important cause of seed damage. In order to investigate the effect of ascorbic acid (vitamin C) on improvement of germination characteristics and mobility of reservoirs in corn **aging** seeds, a factorial experiment was conducted in a completely randomized design with three replications in 2017 at the University of Mohaghegh Ardabili. Treatments included three levels of **aging** (0, 6 and 12 days) and priming with four concentrations of ascorbic acid (0, 50, 100 and 150 mg lit^{-1}). The traits measured in this experiment were percentage and rate of germination, dry weight of radicle, dry weight of plumule and seed residual, seedling vigor, seed reserve utilization rate (SRUR), fraction of used seed reserves (FUSR), Seed reserve utilization efficiency (SRUE), respiration index and catalase activity. The results of the experiment showed that the aging of the seeds at both levels (6 and 12 days) decreased the measured traits. The use of priming treatment improved the measured traits. Concentration of 150 mg lit^{-1} ascorbic acid considering germination percentage of 78.22%, seedling vigor 11.6, SRUR 65.5 mg $seed^{-1}$, FUSR 0.84, SRUE 0.25 mg mg^{-1} and respiration index 5.51 g was the best. The effect of ascorbic acid on the catalase enzyme was not significant. The highest amount of catalase enzyme activity was obtained in 12 days of aging. In general, the use of ABA increased vigor of aging seeds.

Key words: Catalase; Controlled aging; Respiration index; Seed reserve utilization efficiency

How to cite this article
Ghahremani, S., Sedghi,M., Khatami, S.S., Ahmadnia, F. and Gudarzi, M. 2022. The effect of priming with ascorbic acid on improvement of germination characteristics and mobility of reservoirs in corn aging seeds. Iranian Journal of Seed Science and Research, 9(2): 49-60. (In Persian)**(Journal)**
DOI: 10.22124/jms 2022.6151

COPYRIGHTS
Copyrights for this article are retained by the author(s) with publishing rights granted to the Iranian Journal of Seed Science and Research
The content of this article is distributed under Iranian Journal of Seed Science and Research open access policy and the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY4.0) License. For more information, please visit http://jms.guilan.ac.ir/

1. Ph.D. Student of Crop Ecology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran. soghra.ghahremani67@gmail.com
2. Professor, Department of Plant Production and Genetics, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran. m_sedghi@uma.ac.ir
3. MSc Graduate of Seed Science and Technology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran. agric.khatami@gmail.com
4. MSc Graduate of Agronomy and Plant Breeding, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran. fatemeh.ahmadnia1998@yahoo.com
5. MSc Graduate of Agronomy and Plant Breeding, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran. mohamadgudarzi.70@gmail.com
*Corresponding author: soghra.ghahremani67@gmail.com