"نشریه علوم و فناوری بذر ایران"
جلد دهم، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۰
(ص ۸۸-۷۵)
مقاله پژوهشی

Iranian Journal of
Seed Science and Technology
Vol.: 10, No.: 3, Autumn 2021
(pp: 75-88)
DOI: 10.22034/ijsst.2020.342748.1337
Research Article

بهبود جنبه‌های جوانه‌زنی و بیوشیمیایی بذر زوال‌یافته کدوی تخم‌کاغذی (*Cucurbita pepo*) جمعیت سمیرم استان اصفهان تحت پیش‌تیمار با اسیدسالیسیلیک و اسیدآسکوربیک

معصومه اسدی آقبلاغی[1*]، فرزانه رضوی[2]

۱. دکتری رشته علوم و تکنولوژی بذر دانشگاه تهران.

۲. عضو هیئت علمی و استادیار، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی و منابع طبیعی (تات)، شهرکرد، ایران.

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۲/۱۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۸/۰۶)

چکیده

هدف از انجام این پژوهش بررسی اثر پیش‌تیمار اسیدسالیسیلیک و اسیدآسکوربیک بر اصلاح خصوصیات جوانه‌زنی و جنبه‌های بیوشیمیایی بذر کدوی تخم کاغذی (*Cucurbita pepo*) زوال‌یافته بود. به‌همین منظور آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل دو سطح پیری (بذرهای طبیعی و بذرهای زوال‌یافته) و پنج سطح پرایمینگ (شاهد، اسیدآسکوربیک ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و اسیدسالیسیلیک ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بودند. صفات مورد بررسی شامل درصد جوانه‌زنی، شاخص اول و دوم بنیه بذر، وزن خشک گیاهچه، میزان فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز، میزان نشت الکترولیت‌ها، میزان پروتئین و قند محلول بودند. طبق نتایج پیش‌تیمار با اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر ، بیش‌ترین شاخص‌های جوانه‌زنی را به‌دست آورد. در بذور زوال‌یافته و هم‌زمان با کاربرد اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک (به‌ویژه در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر)، درصد جوانه‌زنی (۷۴٪) بهبود یافت. هم‌چنین فعالیت سیستم آنتی‌اکسیدانت افزایش یافت و نشت الکترولیت‌ها از سلول کاهش چشم‌گیری نشان داد. به طور کلی، پیش‌تیمار با اسیدسالیسیلیک و اسیدآسکوربیک ضمن بهبود درصد جوانه‌زنی و بنیه بذر، کیفیت جوانه‌زنی (محتوای کربوهیدرات و پروتئین) را نیز به صورت قابل قبول در بذر کدو بهبود داد.

کلمات کلیدی: کدوی پوست کاغذی، زوال بذر، پرایمینگ، آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت، جوانه‌زنی.

Improving germination and biochemical aspects in pumpkin (*Cucurbita pepo*) seeds deterioration under priming by salicylic acid and ascorbic acid

M. Asadi Aghbolaghi[1*], F. Razavi[2]

1. PhD in Seed Science and Technology, University of Tehran.
2. Agricultural and Natural Resources Research and Training Center of Chaharmahal va Bakhtiari, Institute of Horticulture, Agricultural and Natural Resources Research, Education and Exhibition Organization, Shahrekord, Iran.
(Received: Apr. 29, 2020 – Accepted: Oct. 27, 2020)

Abstract

This study was performed to investigate the effect of pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seed's pre-treatment by salicylic acid and ascorbic acid on different aspects of seed germination and biochemical features. A factorial experiment was conducted based on a completely randomized design with three replications. Experimental treatments included two levels of seed maturity (normal seeds and aged seeds) and five levels of priming (control, ascorbic acid 50 and 100 mg/l, and salicylic acid 50 and 100 mg/l). The seed traits were finally measured included the germination percentage, first and second seed vigor index, seedling dry weight, peroxidase and superoxide dismutase activity, electrolyte leakage, soluble protein, and soluble carbohydrate. Based on the results, the seed pre-treatment with 100 mg/l ascorbic acid and salicylic acid could perform the highest germination indices. Moreover, the germination percentage (74%) was improved in aged seeds pre-treated by ascorbic acid and salicylic acid (especially at a concentration of 100 mg/l). Also, the antioxidant enzyme activity was increased while the cell electrolyte leakage was significantly decreased. In total, results indicate, the pre-treatment with salicylic acid and ascorbic acid, not only improved the germination quantity and vigor but also improved the germination quality mainly by the development of carbohydrate and protein content in pumpkin seeds.

Key-words: Pumpkin, Seed deterioration, Priming, Antioxidant enzymes, Germination.

* Email: asadi.ma@ut.ac.ir

مقدمه

کدوی تخم کاغذی (*Cucurbita pepo* L.) متعلق به تیره کدوییان (*Cucurbitacea*) و جز گیاهان دارویی است. مهم‌ترین بخش مورد استفاده این گیاه بذر است که حاوی اسیدهای چرب لینولئیک، اولئیک، پالمتیک و استئاریک، ویتامین‌ها و کاروتنوئیدها می‌باشد. اسیدآمینه کوکوربیتین و ویتامین E به‌عنوان مهم‌ترین مواد موثره دانه این گیاه به‌شمار می‌آیند (Tyler *et al.*, 1988).

کاهش کیفیت بذر می تواند نتیجه زوال یافتن آن در طی دوران انبارداری باشد که اولین اثر آن کاهش قدرت بذر می باشد و با ادامه روند زوال، قوه نامیه رو به افول می نهد (Basra *et al.*, 2003). شرایط انبارداری بر خصوصیات جوانه زنی و قدرت بذر اثر مستقیم دارد (McDonough *et al.*, 2004). کاهش درصد جوانه‌زنی و قدرت بذر نتیجه زوال آن است (Tilebeni and Golpayegani, 2011). کاهش قدرت بذر به طور مشخص منجر به کاهش خصوصیات جوانه زنی می گردد (Basra *et al.*, 2003; Chen *et al.*, 2007; Kapoor *et al.*, 2010; Rastegar *et al.*, 2011; Siadat *et al.*, 2012). تغییرات ساختاری در اسیدهای نوکلئیک، کاهش فعالیت آنزیم‌های هیدرولتیک و اختلال در عملکرد غشا پلاسمایی نیز می تواند ناشی از اثرات زوال باشد که منجر به کاهش کیفیت بذر و رشد کندتر گیاهچه می شوند (Basra *et al.*, 2003; Khajeh-Hosseini *et al.*, 2003). اختلالاتی نظیر نقص در عملکرد میتوکندری و گلی اکسی زوم ها در بذرهای زوال یافته منجر به افزایش تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن می گردد (Bailly, 2004). رادیکال‌های آزاد اکسیژن باعث پراکسیداسیون لیپیدی، تخریب ساختار غشا و زوال بذر می گردند (Goel *et al.*, 2003). به دلیل نقش مهم گونه های فعال اکسیژن در فرایند پیری، در بسیاری از تحقیقات مکانیسم‌های دفاعی در برابر آن‌ها از جمله فعالیت کاتالاز، آسکوربات‌پراکسیداز، سوپراکسیددیسموتاز بررسی شده اند (Pukacka and atajczak, 2007). چرا که این آنزیم ها به عنوان آنتی اکسیدانت عمل کرده و از تجمع رادیکال های اکسیژن جلوگیری می کنند (Bailly *et al.*, 2002; Yao *et al.*, 2012). رادیکال های آزاد می توانند موجب اختلال در اسیدهای نوکلئیک و تخریب غشا سلولی شوند (Bellani *et al.*, 2012; Rajjou *et al.*, 2008; Hu *et al.*, 2012; Yao *et al.*, 2012). طبق تحقیقات گذشته بذر زوال یافته برنج در مقایسه با بذر زوال‌نیافته مقادیر کم‌تری در صفات جوانه زنی، طول و وزن خشک گیاهچه و شاخص‌های قدرت بذر نشان داد (Tilebeni and Gholpayegani, 2011). در بذر زوال‌یافته پنبه نیز کاهش شاخص های جوانه زنی مشاهده شده است (Basra *et al.*, 2003). هم‌چنین پیری تسریع‌شده سبب کاهش چشم‌گیر صفات جوانه زنی و خصوصیات گیاهچه در بذر کدوی تخم کاغذی شد (Asadi Aghbolaghi *et al.*, 2015).

آزمون پیری تسریع‌شده یکی از آزمون‌های سنجش بنیه بذر می باشد (McDonald, 1999; Moradi and Younesi, 2009). میزان اثرات ناشی از زوال بر بنیه بذر توسط این آزمون تعیین می گردد (Deluche and Baskin, 1973). پیش تیمار بذر می تواند تاحد زیادی به اصلاح خسارات ناشی از زوال کمک کند. گزارشات بسیاری در راستای تاثیر مثبت پیش‌تیمار بذر بر خصوصیات جوانه‌زنی و نیز بهبود بنیه بذر موجود است (Asadi Aghbolaghi and Abasi Sourki, 2014; Asadi Aghbolaghi and Sedghi, 2014; Namdari and Sharifzadeh, 2018). استقرار نامناسب بذر در مزرعه می تواند ناشی از زوال آن باشد که در صورت استفاده از یک مکانیسم ترمیمی می توان تا حدودی آن را بهبود بخشید (McDonald, 2004). جوانه‌زنی و رشد گیاهچه یکی از مهم‌ترین مراحل رشدی گیاه است که تعیین‌کننده میزان موفقیت کشت و زرع می باشد (Soltani *et al.*, 2008) که از طریق پیش تیمار بذر می توان این مرحله را

تقویت کرد. از جمله موادی که برای پیش تیمار بذر استفاده می‌شوند می توان اسیدسالیسیلیک و اسیدآسکوربیک را نام برد که اثرات زیادی در مقاومت بذرها به خصوص در شرایط نامساعد محیطی دارند (Ashraf and Foolad, 2005). تاثیرات زیادی از این مواد گزارش شده است که سهولت انتقال یون، جوانه زنی بهتر و بهبود عملکرد غشا از جمله آن ها می باشند (Afzal *et al.*, 2006). با توجه به نقش مهم پیش تیمار در بهبود شرایط جوانه زنی و رشد گیاهچه این پژوهش با هدف بررسی اثر پیش‌تیمار بذر با اسیدسالیسیلیک و اسیدآسکوربیک بر جوانه‌زنی و جنبه های بیوشیمیایی بذر کدوی تخم‌کاغذی تحت شرایط پیری تسریع‌شده انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارها شامل دو سطح پیری (بذر طبیعی و زوال‌یافته) و پنج سطح پرایمینگ (شاهد، غلظت های ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدآسکوربیک و ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدسالیسیلیک) بودند. منظور از بذر طبیعی، بذر بدون اعمال پیری تسریع‌شده می‌باشد. ماده گیاهی، بذر کدوی تخم کاغذی از جمعیت شهرستان سمیرم استان اصفهان تولید سال ۱۳۹۷ بود که از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شد. حدود ۸۰۰ عدد بذر جهت اعمال پیری تسریع شده در جعبه پلاستیکی با رطوبت نسبی ۹۰ تا ۱۰۰ درصد و دمای ۱±۴۰ درجه سلیسیوس به مدت ۴۸ ساعت قرار گرفتند (Delouche and Baskin, 1973). پس از اعمال پیری، بذرهای زوال‌یافته و بذرهای طبیعی توسط خیساندن در محلول های ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدسالیسیلیک و اسیدآسکوربیک (محصولات شرکت Merck) به مدت ۱۲ ساعت در دمای ۲۰ درجه سلیسیوس پیش‌تیمار شدند (Alivand *et al.*, 2013). پس از گذشت این زمان بذرها از محلول ها خارج، با آب مقطر شستشو و در دمای اتاق خشک شدند. سپس تحت ضدعفونی سطحی توسط هیپوکلریت سدیم دو درصد به مدت پنج دقیقه قرار گرفتند و برای انجام آزمون جوانه‌زنی استاندارد استفاده شدند. آزمون جوانه زنی با سه تکرار ۵۰ بذری در دمای ۲۴ درجه سلیسیوس به مدت ۱۴ روز روی کاغذ صافی واتمن انجام شد. دو تیمار هم از هر دو بذر طبیعی و زوال‌یافته بدون اعمال پیش تیمار تحت آزمون جوانه زنی قرار گرفت. شمارش به‌صورت روزانه انجام و تعداد بذر جوانه‌زده در هر روز یادداشت شد. در پایان روز چهاردهم درصد جوانه‌زنی، شاخص های اول و دوم بنیه بذر (Abdul-baki and Anderson, 1973) به ترتیب با استفاده از روابط (۱)، (۲) و (۳) محاسبه شدند.

رابطه (۱) =درصد جوانه‌زنی

۱۰۰× (کل بذر/تعداد بذر جوانه‌زده)

رابطه (۲) SV_1 = درصد جوانه‌زنی × طول گیاهچه

رابطه (۳) SV_1 = درصد جوانه‌زنی × وزن خشک گیاهچه

SV_1 و SV_2 شاخص‌های اول و دوم قدرت بذر هستند.

میزان قندهای محلول با استفاده از روش (Irigoyen *et al.*, 1992) انجام شد. برای اندازه‌گیری قند محلول با استفاده از این روش ابتدا با استفاده از اتانول عصاره تهیه شد، سپس ۰/۲ میلی‌لیتر از آن به سه میلی‌لیتر محلول آنترون افزوده شد. پس از آن نمونه‌ها برای مدت ده دقیقه در بن‌ماری قرار داده شدند و بعد از سرد شدن، جذب نور در آن‌ها به وسیله دستگاه اسپکتوفتومتر در طول موج ۶۲۵ نانومتر اندازه‌گیری شد. برای تعیین غلظت نهایی قند محلول از معادله استاندارد رسم شده با غلظت‌های مختلف گلوکز استفاده شد.

برای اندازه گیری میزان پروتئین های محلول از برگ تازه گیاهچه‌ها استفاده شد. ابتدا استخراج با استفاده از نیتروژن مایع و سائیدن در هاون چینی بر روی یخ انجام شد. پس از آن برای هر تیمار ۲/۵ میلی‌لیتر بافر استخراج (بافر فسفات) به ۰/۲۵ گرم از پودر به‌دست‌آمده اضافه و بعد از مخلوط شدن، نمونه‌ها در دمای چهار درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۱۲۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند. از روشناور حاصله برای سنجش صفات مورد نظر استفاده شد.

اندازه‌گیری میزان پروتئین بر اساس روش برادفورد (Bradford, 1976) انجام و غلظت نهایی با استفاده از منحنی استاندارد رسم‌شده با استفاده از غلظت‌های مختلف آلبومین سرم گاوی تعیین شد.

برای اندازه‌گیری فعالیت آنزیم‌ها، ابتدا عصاره آنزیمی با مخلوط‌کردن ۵۰ میلی‌لیتر از محلول ۰/۸ مولار کلرید پتاسیم با ۵۰ میلی‌لیتر محلول بافر فسفات ۰/۱ مولار تهیه شد. سپس ۱۰ میلی‌لیتر از محلول حاصل به ۰/۱ گرم از بافت برگ تازه گیاهچه افزوده و در هاون چینی سائیده و سپس با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۲۰ دقیقه سانتریفیوژ شد. از روشناور حاصل برای مراحل بعد استفاده شد. کلیه مراحل استخراج آنزیم بر روی یخ انجام شد (Mac-Adam *et al*., 1992). جهت سنجش میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز از روش Mac-Adam و همکاران (۱۹۹۲) استفاده شد. در ابتدا سه میلی‌لیتر محلول بافرفسفات سدیم ۰/۱ مولار و ۵۰ میکرولیتر مایع گایاکول (Guaiacol) به عصاره آنزیمی اضافه، مخلوط و سپس ۵۰ میکرولیتر هیدروژن پراکسید ۳ درصد (H_2O_2) به محلول حاصل افزوده و بدون اتلاف وقت تغییرات جذب نور در طول موج ۴۳۶ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در فواصل زمانی ۱۵ ثانیه به مدت ۳ دقیقه قرائت شد. با کم کردن آخرین عدد جذبی از اولین عدد جذبی خوانده شده و تقسیم عدد حاصل بر عدد ۳ فعالیت آنزیم پراکسیداز به‌دست آمد. سنجش فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز با روش Dhindsa *et al*. (1981) انجام شد. بافر استفاده‌شده محتوی بافر فسفات ۱۰۰ میلی‌مولار، متیونین ۱۲ میلی‌مولار، نیتروبلوتترازولیوم ۷۵ میکرومولار، EDTA ۱۰۰ میکرومولار و ترایتون ایکس_۱۰۰ ۰/۰۲۵ درصد بود. برای ادامه کار از دستگاه پلیت‌ریدر استفاده شد. به همه چاهک‌ها ۲۹۰ میکرولیتر از بافر اصلی ریخته شد. سپس پنج میکرولیتر از بافر ریبوفلاوین دو میکرومولار به مخلوط واکنش اضافه شد و سپس پلیت‌ریدر در طول موج 560 نانومتر کالیبره شد. جهت سنجش هر نمونه ۱۰ میکرولیتر از عصاره آنزیمی استفاده شد. سنجش فعالیت این آنزیم بر اساس میزان احیای نوری نیتروبلوتترازولیوم و توانایی این آنزیم در ممانعت از این واکنش بررسی می‌شود.

هدایت الکتریکی برای سه تکرار ۵۰ بذری با استفاده از دستگاه هدایت‌سنج NPC 360 D اندازه گیری شد. بذرهای خشک پس از توزین به ظروف حاوی ۲۵۰ میلی لیتر آب مقطر با پوشش درب فویل آلومینیوم منتقل و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۵ درجه سلیسیوس نگهداری شدند. سپس محلول محتوی بذر به‌هم زده و هدایت الکتریکی اندازه گیری شد. هدایت الکتریکی آب مقطر از هدایت الکتریکی اندازه‌گیری‌شده برای هر تیمار کسر شد و با استفاده از رابطه (۴) نتیجه نهایی محاسبه گردید (Goel *et al*., 2003).

رابطه (۴)
$$\text{هدایت الکتریکی}\left(\mu S\ cm^{-1}g^{-1}\right) = \frac{\text{هدایت الکتریکی محلول بذر} - \text{هدایت الکتریکی آب مقطر}}{\text{وزن بذر}\,(g)}$$

محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.4، مقایسات میانگین با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد و رسم نمودارها با استفاده از Excel انجام شد.

نتایج و بحث

شاخص‌های جوانه‌زنی

طبق تجزیه واریانس خصوصیات جوانه‌زنی بذر کدوی پوست کاغذی، درصد جوانه‌زنی، شاخص اول و دوم بنیه بذر و وزن خشک گیاهچه تحت تاثیر تیمار پیری، پرایمینگ و برهمکنش آن ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شدند (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس شاخص‌های جوانه‌زنی بذر کدو پوست کاغذی تحت تاثیر پیری تسریع یافته (A) و پرایمینگ (P)

Table 1- Analysis of variance for pumpkin germination indices by accelerated aging (A) and priming (P)

منابع تغییرات Source of variance	درجه آزادی Degree of freedom	میانگین مربعات Mean square			
		درصد جوانه‌زنی Germination percentage	شاخص اول بنیه بذر Vigour 1 index	شاخص دوم بنیه بذر Vigour 2 index	وزن خشک گیاهچه Seedling dry weight
سطح پیری A	1	4992**	640.42**	258206**	0.054**
پرایمینگ P	4	2168**	104.18**	703595**	0.008**
پیری × پرایمینگ A×P	4	67.13**	16.73**	67183**	0.001**
خطا error	20	14.36	0.55	3715.3	0.00008
درصد ضریب تغییرات CV (%)		5.30	7.96	8.28	7.71

ns غیرمعنی‌دار و * و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد

ns, non significant and * and **, significant at 5 and 1 %, respectively

پیش‌تیمار اسیدآسکوربیک ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و اسیدسالیسیلیک ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر هر دو در بذور طبیعی، بالاترین تعداد بذر جوانه‌زده را داشتند و کم‌ترین بذر جوانه‌زده در بذور زوال‌یافته و عدم پرایمینگ ثبت شد (جدول ۲). درصد جوانه‌زنی پس از پرایمینگ با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدآسکوربیک و اسید سالیسیلیک در بذور طبیعی، ۶۶ درصد بیش‌تر از تیمار شاهد بود، این مقدار در تیمارهای اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک ۵۰ میلی‌گرم در لیتر برابر بود و ۴۹ درصد نسبت به شاهد جوانه‌زنی بیش‌تری داشتند. در واقع، به جز تیمار عدم پرایمینگ در بذور زوال‌یافته (۶۵ درصد کاهش نسبت به شاهد)، سایر سطوح تیمارها نسبت به تیمار شاهد از نظر درصد جوانه‌زنی برتر بودند (جدول ۲).

همانند درصد جوانه زنی، تیمارهای اسیدآسکوربیک ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و اسیدسالیسیلیک ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر در بذور طبیعی، بیش‌ترین شاخص اول و دوم بنیه بذر را داشتند (جدول ۲) که نسبت به شاهد، این مقدار افزایش به ترتیب ۳۳۰ درصد در شاخص اول بنیه بذر و ۳۷۴ درصد در شاخص دوم بنیه بذر بود. پیش‌تیمار پرایمینگ بذر در بذور طبیعی و در بذور زوال‌یافته سبب افزایش شاخص بنیه بذر گردید. اما در بذور زوال‌یافته، شاخص اول و دوم بنیه بذر به ترتیب ۸۷ درصد و ۸۳ درصد در شرایط بدون پرایمینگ نسبت به شاهد کاهش یافتند (جدول ۲).

بیش‌ترین وزن خشک گیاهچه در تیمارهای اسیدآسکوربیک ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و اسیدسالیسیلیک

۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر در بذور طبیعی بود که همراه با تیمار اسیدآسکوربیک ۵۰ میلی‌گرم در لیتر در بذور طبیعی، همگی در بالاترین سطح آماری قرار گرفتند و به ترتیب ۱۷۱، ۱۷۱ و ۱۵۷ درصد وزن خشک بیش‌تری نسبت به تیمار شاهد داشتند (جدول ۲). در بذور زوال‌یافته نیز انجام پیش‌تیمار پرایمینگ بذر کدو با اسیدآسکوربیک ۵۰ میلی‌گرم در لیتر توانست از نظر وزن خشک گیاهچه مشابه تیمار شاهد قرار گیرد. اما عدم پرایمینگ بذر در نهایت ۵۷ درصد کاهش نسبت به تیمار شاهد در وزن خشک گیاهچه در بذور زوال‌یافته داشت (جدول ۲).

جدول ۲- برهمکنش پیری و پرایمینگ برای شاخص‌های جوانه‌زنی بذر کدوی پوست کاغذی

Table 2- Interaction of aging and priming of pumpkin germination indices

پیری Aging	پرایمینگ Priming	درصد جوانه‌زنی Germination percentage (%)	شاخص اول قدرت بذر Vigour 1 index	شاخص دوم قدرت بذر Vigour 2 index	وزن خشک گیاهچه Seedling dry weight (g)
بدون پیری Without aging	NP (control)	57.66d	4.23f	267.33e	0.07d
	SA 50	86.00b (49)	13.74c (225)	1115.33b (304)	0.16b (129)
	SA 100	96.00a (66)	18.21a (330)	1308.00a (373)	0.19a (171)
	AS 50	86.00b (49)	15.50b (266)	1144.00b (314)	0.18a (157)
	AS 100	96.00a (66)	18.22a (331)	1310.67a (374)	0.19a (171)
پیر شده Accelerated aging	NP(control)	20.00e (-65)	0.57g (-87)	48.00f (-83)	0.03e (-57)
	SA 50	62.00d (8)	4.97ef (17)	413.33d (50)	0.08d (14)
	SA 100	74.00c (28)	7.63d (80)	690.67c (150)	0.10c (43)
	AS 50	62.66d (9)	4.38f (4)	394.67d (43)	0.07d (0)
	AS 100	74.00c (28)	6.16e (46)	664.67c (141)	0.08d (14)

در هر ستون، میانگین‌های دارای حرف مشابه، با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند (آزمون دانکن، $p<0.05$).

(NP، بدون پرایمینگ، SA 50 and 100، اسیدسالیسیلیک ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر، AS 50 and 100، اسیدآسکوربیک ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر)

اعداد داخل پرانتز، درصد کاهش یا افزایش نسبت به تیمار شاهد هستند.

In each column, the means with the same letter are not significantly different from each other (Duncan test, $p<0.05$).
(NP, no priming; SA 50 and 100, salicylic acid 50 and 100 mg/l; AS 50 and 100, ascorbic acid 50 and 100 mg/l)
values in the parentheses are percent reduction or increase as compared with the control.

صفات بیوشیمیایی و فیزیولوژیک

در این آزمایش به جز برهمکنش پیری در پرایمینگ در مورد فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز، کلیه صفات بیوشیمیایی مورد بررسی تحت تاثیر اثرات اصلی و برهمکنش پیری و پرایمینگ در سطح یک درصد معنی‌دار شدند (جدول ۳).

بیش‌ترین فعالیت آنزیم پراکسیداز مربوط به پرایمینگ بذر در بذور طبیعی بود، اما سطوح پرایمینگ با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نشان دادند. به‌طوری که پیش‌تیمارهای پرایمینگ اسیدآسکوربیک ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و اسیدسالیسیلیک ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر در بذور طبیعی به‌طور مشابه بیش‌ترین فعالیت آنزیم پراکسیداز را داشتند و نسبت به شاهد ۱۰۲ درصد افزایش فعالیت نشان دادند. در بذور زوال‌یافته نیز، پرایمینگ به مقادیر متفاوتی فعالیت آنزیم پراکسیداز را نسبت به شاهد افزایش داد. اما مطابق نتایج فعالیت آنزیم پراکسیداز در بذور زوال‌یافته و بدون پرایم به میزان چهار درصد کاهش معنی‌دار نسبت به شاهد نشان داد (جدول ۴).

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات بیوشیمیایی و فیزیولوژیک گیاهچه کدوی پوست کاغذی تحت تاثیر پیری تسریع یافته (A) و پرایمینگ (P)

Table 3- Analysis of variance for biochemical and physiological traits of pumpkin seedling by accelerated aging (A) and priming (P)

منابع تغییرات Source of variance	درجه آزادی Degree of freedom	میانگین مربعات Mean square				
		پراکسیداز POX	سوپراکسید دیسموتاز SOD	نشت الکترولیت‌ها EL	پروتئین محلول Soluble protein	قند محلول Soluble carbohydrate
پیری تسریع یافته A	1	396.03**	320.13**	496.13**	136.53**	811.20**
پرایمینگ P	4	122.75**	97.86**	108.36**	19.28**	246.03**
پیری × پرایمینگ A×P	4	20.95**	11.46ns	16.80**	1.45**	20.36**
خطا error	20	0.93	4.40	1.53	0.26	1.83
درصد ضریب تغییرات CV (%)		4.49	3.64	5.49	9.93	6.95

ns، غیرمعنی‌دار و * و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد، (POX، پراکسیداز، SOD، سوپراکسید دیسموتاز، EL، نشت الکترولیت‌ها)

ns, non significant and * and **, significant at 5% and 1%, respectively, (POX, peroxidase; SOX, superoxide dismutase; EL, electrolyte leakage)

جدول ۴- برهمکنش پیری و پرایمینگ برای صفات بیوشیمیایی و فیزیولوژیک گیاهچه کدوی پوست کاغذی

Table 4- Interaction of aging and priming of biochemical and physiological traits of pumpkin seedling

پیری Aging	پرایمینگ Priming	فعالیت پراکسیداز POX activity (EU mg^{-1} protein min^{-1})	نشت الکترولیت‌ها Electrolyte leakage (ds m^{-1} $seed^{-1}$)	پروتئین محلول Soluble protein (mg g^{-1} fw)	قند محلول Soluble carbohydrate (mg g^{-1} fw)
بدون پیری Without aging	NP (control)	15.00e	24c	4c	17.33d
	SA 50	25.66b (71)	18de (-25)	7.33b (83)	23.66b (37)
	SA 100	30.33a (102)	16e (-33)	9.66a (142)	29a (67)
	AS 50	24.33b (62)	17e (-29)	6.66b (67)	24b (38)
	AS 100	30.33a (102)	17.33e (-28)	9a (125)	29.33a (69)
پیری تسریع یافته Accelerated aging	NP (control)	14.33e (-4)	34.33a (43)	1.33e (-67)	5f (-71)
	SA 50	17.33d (16)	28.33b (18)	2.33d (-42)	10e (-42)
	SA 100	20.66c (38)	20d (-17)	4.66c (17)	21.33c (23)
	AS 50	16.00de (7)	28b (17)	2.66d (-34)	11e (-37)
	AS 100	21.00c (40)	22.33c (-7)	4.33c (8)	24b (38)

در هر ستون، میانگین‌های دارای حرف مشابه، با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند (آزمون دانکن، $p<0.05$).

(NP، بدون پرایمینگ، SA 50 and 100، اسیدسالیسیلیک ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر، AS 50 and 100، اسیدآسکوربیک ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر، POX، آنزیم پراکسیداز). اعداد داخل پرانتز، درصد کاهش یا افزایش نسبت به تیمار شاهد هستند.

In each column, the means with the same letter are not significantly different from each other (Duncan test, $p<0.05$).
(NP, no priming; SA 50 and 100, salicylic acid 50 and 100 mg/l; AS 50 and 100, ascorbic acid 50 and 100 mg/l; POX, peroxidase). values in the parentheses are percent reduction or increase as compared with the control.

تیمار زوال بذر به طور معنی‌داری سبب کاهش ۱۱ درصد در فعالیت آنزیم سوپراکسیددیسموتاز نسبت به تیمار شاهد گردید. از طرف دیگر، پرایمینگ بذر کدو با اسیدسالیسیلیک و اسیدآسکوربیک توانست افزایش معنی‌داری در فعالیت این آنزیم به‌وجود آورد. به طوری که سطوح اسیدآسکوربیک ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و اسیدسالیسیلیک ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر در یک سطح آماری قرار گرفتند و ۱۹ درصد نسبت به شرایط عدم پرایم، فعالیت آنزیم سوپراکسیددیسموتاز را بهبود دادند (جدول ۵).

جدول ۵- مقایسه میانگین سطوح پیری و پرایمینگ برای فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز گیاهچه کدوی پوست کاغذی

Table 5- Mean comparison of aging and priming levels for SOD activity of pumpkin seedling

تیمار Treatment level	فعالیت سوپراکسیددیسموتاز SOD activity (EU mg^{-1} protein min^{-1})
پیری Aging	
بدون پیری Normal (control)	60.80a
پیرشده Accelerated	54.26b (-11)
پرایمینگ Priming	
بدون پرایمینگ NP (control)	51.50c
SA 50	57.16b (11)
SA 100	61.16a (19)
AS 50	56.50b (10)
AS 100	61.33a (19)

در هر تیمار، میانگین‌های دارای حرف مشابه، با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند (آزمون دانکن، $p<0.05$).

(NP، بدون پرایمینگ، SA 50 and 100، اسیدسالیسیلیک ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر، AS 50 and 100، اسیدآسکوربیک ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر، SOD، سوپراکسید دیسموتاز). اعداد داخل پرانتز، درصد کاهش یا افزایش نسبت به تیمار شاهد هستند.

In each treatment, the means with the same letter are not significantly different from each other (Duncan test, $p<0.05$). (NP, no priming; SA 50 and 100, salicylic acid 50 and 100 mg/l; AS 50 and 100, ascorbic acid 50 and 100 mg/l; SOX, superoxide dismutase). values in the parentheses are percent reduction or increase as compared with the control.

پیش‌تیمار با اسیدسالیسیلیک و اسیدآسکوربیک در سطوح ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر، هم در بذور طبیعی و هم در بذور زوال‌یافته، نشت الکترولیت را در بذر کدوی پوست کاغذی به طور چشم‌گیر کاهش داد. بیش‌ترین میزان این کاهش در پیش‌تیمار اسیدسالیسیلیک ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و بذور طبیعی به‌دست آمد، اما همه سطوح پیش‌تیمار اسیدسالیسیلیک و اسیدآسکوربیک در بذور طبیعی از نظر آماری در یک سطح قرار داشتند. در بذر زوال‌یافته، پرایمینگ با غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر هر دو اسیدسالیسیلیک و اسیدآسکوربیک همانند تیمار عدم پرایم نتوانستند سبب کاهش نشت الکترولیت‌ها شوند (جدول ۴).

طبق مقایسات میانگین برهمکنش پیری در پرایمینگ بیش‌ترین مقدار پروتئین در تیمارهای اسیدسالیسیلیک ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و اسیدآسکوربیک ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر در بذور طبیعی به ترتیب با ۱۴۲ درصد و ۱۲۵ درصد افزایش نسبت به شاهد نشان داد. تیمارهای مذکور در بذر

زوال‌یافته نیز توانستند محتوای پروتئین بذر کدو را در سطح آماری مشابه با تیمار شاهد قرار دهند و به‌میزان کمی نسبت به تیمار شاهد به ترتیب با ۱۷ درصد و ۸ درصد بیشتر بودند. اما پیش‌تیمار با غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدسالیسیلیک و اسیدآسکوربیک و نیز عدم پرایم بذر موجب کاهش پروتئین بذر نسبت به شاهد گردید (جدول ۴).

محتوای کربوهیدارت بذر کدو نیز به شدت تحت تاثیر پیش‌تیمار با غلظت‌های متفاوت اسیدسالیسیلیک و اسیدآسکوربیک هم در بذور طبیعی و هم در بذور زوال‌یافته قرار گرفت. غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک در بذور طبیعی، بیش‌ترین میزان محتوای کربوهیدارت را رقم زد و به ترتیب ۶۹ و ۶۷ درصد بیشتر از شاهد بود، در حالی که این اختلاف در بذور زوال‌یافته به ترتیب ۳۸ و ۲۳ درصد ثبت شد. مطابق نتایج در بذور زوال‌یافته، کاربرد غلظت‌های دیگر پیش‌تیمارها و نیز عدم پرایمینگ بذر سبب کاهش در محتوای کربوهیدرات شد. کم‌ترین محتوای کربوهیدرات نیز متعلق به تیمار عدم پرایمینگ در بذور زوال‌یافته بود که نسبت به تیمار شاهد ۷۱ درصد کاهش داشت (جدول ۴).

در این پژوهش ارتباط تنگاتنگ مثبتی بین شاخص‌های جوانه‌زنی اندازه‌گیری‌شده مشاهده شد و همسو با نتایج بیان شده، کاربرد اسیدسالیسیلیک و اسیدآسکوربیک موجب بهبود صفات مذکور گردید (جدول ۶). پیش از این، بهبود جوانه‌زنی در بذر پرایم‌شده گندم گزارش و نشان داده شد پرایمینگ بذر با اسیدسالیسیلیک و اسیدآسکوربیک در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر، بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی و نیز سایر شاخص‌های جوانه‌زنی را هم در بذور زوال‌یافته و هم در بذور طبیعی در پی داشت (Eisvand *et al*., 2010; Moori and Eisvand, 2019). از طرف دیگر، به نظر می‌رسد شناخت نقش مواد بهبوددهنده جوانه‌زنی به سبب نقش بذر در تولید عملکرد نهایی گیاهان زراعی از اهمیت خاصی برخوردار باشد. پژوهش‌های انجام شده در مورد نقش اسیدسالیسیلیک بر جوانه‌زنی نشان داد هم‌زمان با کاربرد اسیدسالیسیلیک ، غلظت هورمون‌های اکسین و سیتوکینین افزایش چشم‌گیر یافت (Tasgin *et al*., 2003). همچنین به نقش مثبت اسیدآسکوربیک بر شاخص‌های جوانه‌زنی اشاره شده است (McDonald, 2004).

جدول ۶- همبستگی شاخص‌های جوانه‌زنی بذر و صفات بیوشیمیای و فیزیولوژیک گیاهچه کدو پوست کاغذی

Table 6- Correlation of seed germination indices and biochemical and physiological traits of pumpkin seedling

	Germ	SV2	SV1	POX	SOD	EL	Pro	Car	SW
SV2	0.897**								
SV1	0.931**	0.985**							
POX	0.879**	0.968**	0.976**						
SOD	0.923**	0.922**	0.927**	0.947**					
EL	-0.943**	-0.898**	-0.923**	-0.867**	-0.868**				
Pro	0.886**	0.970**	0.957**	0.964**	0.956**	-0.918**			
Car	0.913**	0.872**	0.903**	0.892**	0.902**	-0.962**	0.925**		
SW	0.906**	0.996**	0.982**	0.948**	0.900**	-0.912**	0.957**	0.866**	
SL	0.946**	0.960**	0.992**	0.948**	0.896**	-0.933**	0.921**	0.896**	0.966**

**، همبستگی معنی‌دار در سطح ۱ درصد (آزمون پیرسون، $p<0.05$). (Germ، درصد جوانه‌زنی، SV، بنیه بذر، POX، آنزیم پراکسیداز، SOD، سوپراکسید دیسموتاز، EL، نشت الکترولیت‌ها، Pro، پروتئین محلول، Car، کربوهیدرات محلول، SW، وزن خشک گیاهچه، SL، طول گیاهچه)

**, Correlation is significant at the 0.01 level (Pearson test, $p<0.05$). (Germ, germination; SV, seed vigour; POX, peroxidase; SOX, superoxide dismutase; EL, electrolyte leakage; Pro, soluble protein; Car, soluble carbohydrate; SW, seedling dry weight; SL, seedling lenght)

طبق تحقیقی پیری سبب کاهش جوانه زنی شد که توقف در آغاز فرایند جوانه زنی را دلیل آن دانسته‌اند (Bailly *et al*., 2002). پژوهشگران دلیل توقف به‌وجودآمده را بازسازی خسارت‌های ایجاد شده در غشای سلول ها و نیز شروع فعالیت سیستم آنتی اکسیدانت درون بذر دانستند و بیان کردند که این رخدادها پس از آغاز فاز جذب آب توسط بذر صورت می گیرد (Moori and Eisvand, 2019). با توجه به کاهش صفات درصد جوانه زنی و طول و وزن خشک گیاهچه (به عنوان اجزا شاخص بنیه بذر) در اثر بروز پیری در این آزمایش، که مطابق نتایج به‌دست‌آمده در سایر پژوهش ها بود (Sung and Jeng, 1994; Basra, 2003; Moori and Eisvand, 2019)، گمان می رود که شرایط پیری در بذر کدو از طریق کاهش درصد جوانه زنی و وزن خشک گیاهچه در نهایت بنیه بذر را نیز تحت تاثیر قرار داده و مطابق نتایج ماتریس همبستگی صفات تغییرات همسویی در شاخص‌های جوانه‌زنی مشاهده شد (جدول ۶).

به‌منظور جبران کاهش شاخص‌های جوانه‌زنی کدو در بذر زوال‌یافته، پیش‌تیمار با اسیدسالیسیلیک و اسیدآسکوربیک کارساز بود. محققین بیان کردند که پرایمینگ بذر با اسیدسالیسیلیک و اسیدآسکوربیک در بذر زوال‌یافته سبب ترمیم سیستم آنتی اکسیدانت و بهبود ساختارهای درون سلولی و غشا در گندم شد (Moori and Eisvand, 2019). این نتایج در بذر سویا (Sung, 1996) و بادام‌زمینی (Sung and Jeng, 1994) نیز به‌دست آمد.

نشت الکترولیت ها به عنوان شاخص تعیین خسارت در غشا سلول به‌کار می‌رود. در این پژوهش، مطابق نتایج سایر پژوهشگران (Goel *et al*., 2003; Moori and Eisvand, 2019) زوال، نشت الکترولیت ها را در بذرهای کدو افزایش داد (جدول ۴). پیش تیمار با اسیدسالیسیلیک و اسیدآسکوربیک (به‌ویژه در غلظت ۱۰۰ میلی گرم در لیتر)، فعالیت سیستم آنتی اکسیدانت بذرهای کدو در بذر طبیعی و بذر زوال‌یافته را به شکل معنی داری بهبود داد (جدول ۴). در این آزمایش زوال، سبب بروز تغییرات مشابه در نشت الکترولیت ها گردید (جدول ۶) که همسو با نتایج بیان شده بود (Yin *et al*., 2014; Mittal *et al*., 2012).

مشخص شده است که زوال بذر با تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن در ارتباط است (Rajjou *et al*., 2008). گیاهان به منظور گریز از این خسارت به‌ویژه هنگام جوانه زنی بذرها، از مکانیسم آنزیم های آنتی اکسیدانت کمک می گیرند (Sharma *et al*., 2012) که بذرهای زوال‌یافته کدو در این آزمایش نیز نتایج مشابهی نشان دادند (جدول ۴ و ۵). حال می توان با انجام پیش تیمار، به سیستم آنتی اکسیدانت بذر کمک کرد و در نهایت سبب بهبود تعداد بذر جوانه‌زده و به دنبال آن بنیه بیشتر خواهد شد (جدول ۶). لذا، تیمار با اسیدسالیسیلیک و اسیدآسکوربیک ، ما را در احیا و افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانت بذر کدو یاری رساند (جدول ۴ و ۵). پیش از آن، محققین نتایج مشابهی بر بذر خیار مشاهده کردند (Jennings and Saltveit, 1994). از جمله دلایلی که اسیدآسکوربیک فعالیت آنتی‌اکسیدانت گیاهچه‌ها را بهبود داد، کمک به حذف رادیکال های آزاد تولید شده در بذر زوال‌یافته (به عنوان یک آنتی‌اکسیدانت قابل توجه) بود. هم چنین با جذب مواد به درون سلول ها، مانع از کاهش انبساط سلولی شده و افزایش حجم سلول‌ها را تحریک می کند (Moori and Eisvand, 2019). آزمایشی نتایج مشابه در مورد نقش اسیدسالیسیلیک در بهبود فعالیت آنتی اکسیدانتی گیاهچه های گوجه فرنگی داشت و در نهایت تحمل به تنش را بالا برد (Szepesi *et al*., 2008).

طبق نتایج پیش‌رو وقوع زوال تغییراتی در فعالیت سیستم آنتی اکسیدانتی و محتوای پروتئین و کربوهیدرات گیاهچه های کدو به‌وجود آورد (جدول ۶)که با نتایج گذشته مطابقت دارد (Moori and Eisvand, 2019).

از آن جا که بخش مهمی از غشا سلولی از پروتئین ساخته شده است، زوال سبب القا اضمحلال پروتئین‌ها و

درنتیجه افزایش نشت الکترولیت‌ها در این آزمایش شد که همبستگی موجود بین نشت الکترولیت ها و پروتئین شاهد آن بود (جدول ۶). از طرف دیگر، ثابت شده است که در بذور زوال‌یافته، آنزیم های کاتابولیکی (همانند پروتئازها) فعال شده و از یک سو نشت مواد را از غشا سلولی (به سبب تخریب غشا) افزایش داده و از سوی دیگر، رادیکال های آزاد اکسیژن را تولید می کنند (Davis, 1987; Seel *et al*., 1992; Moran *et al*., 1994). این نتایج در آزمایش حاضر بر روی بذر کدو نیز ثابت شد. درنتیجه پیش تیمار با اسیدسالیسیلیک و اسیدآسکوربیک ممکن است از طریق کمک به سیستم آنتی‌اکسیدانت گیاه، هم موجب تجزیه رادیکال‌های آزاد گردیده و هم با کاهش فعالیت سیستم کاتابولیک در گیاه، تخریب غشا را به طور چشم گیر به‌ویژه در تیمارهای با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدسالیسیلیک و اسیدآسکوربیک کاهش دهد.

نقش پررنگ اسیدآسکوربیک در شکستن ساختمان کربوهیدارت های نامحلول و تبدیل به کربوهیدرات های محلول در این آزمایش به‌چشم خورد (جدول ۴) که با تحقیقی در گذشته مطابقت دارد (Moori and Eisvand, 2019). پژوهشگران بیان کردند تجمع ساکارز در بذور زوال‌یافته به ترتیب در اثر کاهش متابولیسم نشاسته در لپه‌ها و به دنبال آن، کاهش انتقال ساکارز از لپه به محور جنین اتفاق می افتد (Newton *et al*., 1986). تغییرات قابل توجهی در سلسله واکنش‌های مذکور پس از پیش تیمار با اسیدسالیسیلیک و اسیدآسکوربیک (در هر دو غلظت ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) اتفاق افتاد. به‌نحوی که در نهایت متابولیسم کربوهیدرات ها افزایش و تا حد زیادی از خسارت به گیاهچه های کدو حاصل از بذور زوال‌یافته ممانعت به عمل آورد (جدول ۴). پیش‌تیمار بذرهای گندم با اسیدسالیسیلیک و اسیدآسکوربیک ، نتایج مشابه با نتایج پیش رو در خصوص بهبود محتوای کربوهیدرات ها و پروتئین ها به‌دست آورد (Moori and Eisvand, 2019) که موید این رخداد، وجود روند مشابه در تغییرات کربوهیدرات و پروتئین با درصد جوانه زنی بود (جدول ۶).

نتیجه‌گیری

با توجه به اهمیت جوانه زنی و بنیه بذر گیاهان زراعی در عملکرد کمی و کیفی و وجود تنش های محیطی گوناگون در شرایط مزرعه، لزوم کاربرد پیش‌تیمار بذر به عنوان روشی کارا و کم هزینه برای افزایش درصد استقرار و ایجاد گیاهچه‌های قوی‌تر و مقاوم‌تر در مزرعه اهمیت دارد. هم چنین بررسی نقش زوال بذر و نیز سازوکار کاهش خسارت وارده در شرایط اعمال پیش‌تیمار ضروری به نظر می رسد. به این منظور، در این آزمایش سیستم آنتی اکسیدانت و برخی ویژگی های بیوشیمیایی و فیزیولوژیک بذر کدو ارزیابی شد و نتایج به‌دست آمده حاکی از آن بود که پیش تیمار با اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر، بیش‌ترین شاخص‌های جوانه‌زنی را به‌دست آورد. به‌طوری که در بذور زوال‌یافته، درصد جوانه زنی بهبود یافت و این اختلاف را با تیمار شاهد به ۲۲ درصد رساند. هم‌چنین ضمن تقویت سیستم آنتی‌اکسیدانت، کاهش چشم گیری در نشت الکترولیت‌ها به‌دست آمد که حاکی از کارایی مثبت اسیدسالیسیلیک و اسیدآسکوربیک بود. به طور کلی، پیش‌تیمار با اسیدسالیسیلیک و اسیدآسکوربیک ضمن بهبود درصد جوانه زنی و شاخص بنیه بذر، کیفیت جوانه‌زنی (محتوای کربوهیدرات و پروتئین) را نیز به صورت قابل قبول در بذر کدوی پوست کاغذی بهبود داد.

Reference منابع

Abdul-Baki, A., and J.D. Anderson. 1973. Vigor determination in soybean seed by multiplication. Crop Sci. 13(6): 630–633.

Afzal, I., S. Basra, M. Farooq, and A. Nawaz. 2006. Alleviation of salinity stress in spring wheat by hormonal priming with ABA, salicylic acid and ascorbic acid. Int. J. Agric. Biol. 8(1): 23-28.

Alivand, R., R. Tavakol Afshari, and F. Sharif Zadeh. 2013. Effects of Gibberellin, Salicylic Acid, and Ascorbic Acid on Improvement of Germination Characteristics of Deteriorated Seeds of Brassica napus. Iranian J. Field Crop Sci. 43(4):561. (In Persian)

Asadi Aghbolaghi, M., and A. Abasi sourki. 2014. The effect of priming on germination of barley seeds under cadmium stress. 13th Iranian crop science congress and 3rd Iranian seed science, Tehran. (In Persian)

Asadi Aghbolaghi, M., Gh. Parmoon, and H. Masnaei. 2015. The effect of accelerated aging on the process of seed germination and seedling growth of pumpkin. Seed Res. J. 5(15): 60-68. (In Persian)

Asadi Aghbolaghi, M., and M. Sedghi. 2014. The effect of osmo and hormone priming on germination and seed reserve utilization of millet seeds under drought stress. J. Stress Physiol. Biochem. 10(1): 214-221.

Ashraf, M., and M.R. Foolad. 2005. Pre-sowing seed treatment—a shotgun approach to improve germination, plant growth, and crop yield under saline and non-saline conditions. Adv. Agron. 88: 223-271.

Bailly, C. 2004. Active oxygen species and antioxidants in seed biology. Seed Sci. Res. 14(2): 93-107.

Bailly, C., R. Bogatek-Leszczynska, D. Come, and F. Corbineau. 2002. Changes in activities of antioxidant enzymes and lipoxygenase during growth of sunflower seedlings from seeds of different vigour. Seed Sci. Res. 12(1): 47–55.

Basra, S., N. Ahmad, M. Khan, N. Iqbal, and M. Cheema. 2003. Assessment of cottonseed deterioration during accelerated ageing. Seed Sci. Technol. 31(3): 531-540.

Bellani, G., M.L. Byron, A.G. Collignon, C.R. Meyer, and E.A. Variano. 2012. Shape effects on turbulent modulation by large nearly neutrally buoyant particles. J. Fluid Mech. 712: 41-60.

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

Chen, J., Z. Cheng, and S. Zhong. 2007. Effect of exogenous salicylic acid on growth and H_2O_2-Metabolizing enzymes in rice seedlings lead stress. J. Environ. Sci. 19(1): 44-49.

Davis, K.J. 1987. Protein damage and degradation by oxygen radicals. I. general aspects. J. Biol. Chem. 262(20): 9895-9901.

Deluche, J.C., and C.C. Baskin. 1973. Accelerated ageing techniques for predicting the relative storability of seed lots. Seed Sci. Technol. 1: 427-452.

Eisvand, H.R., R. Tavakkol-Afshari, F. Sharifzadeh, H. Madah Arefi, and S.M. Hesamzadeh Hejazi. 2010. Effects of hormonal priming and drought stress on activity and isozyme profiles of antioxidant enzymes in deteriorated seed of tall wheatgrass (*Agropyron elongatum* Host). Seed Sci. Technol. 38(2): 280-297.

Goel, A., A.K. Goel, and I.S. Sheoran. 2003. Changes in oxidative stress enzymes during artificial aging in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) seeds. J. Plant Physiol. 160(9): 1093–1100.

Hu, L., H. Li, H. Pang, and J. Fu. 2012. Responses of antioxidant gene, protein and enzymes to salinity stress in two genotypes of perennial ryegrass (*Lolium perenne*) differing in salt tolerance. J. Plant Physiol. 169(2): 146-156.

Irigoyen, J.J., D.W. Emerich, and D.M. Sanchez. 1992. Water stress induced changes in concentrations of proline and total soluble sugars in nodulated alfalfa (*Medicago sativa*) plants. Physiol. Plant. 84(1): 55-60.

Jennings, P., and M.E. Saltveit. 1994. Temperature and chemical shocks induce chilling tolerance in germinating *Cucumis sativus* (cv. Poinsett 76) seeds. Physiol. Plant. 91(4): 703-707.

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

Khajeh-Hosseini, M., A.A. Powell, and I.J. Bingham. 2003. The interaction between salinity stress and seed vigor during germination of soybean seeds. Seed Sci. Technol. 31(3): 715- 725.

Mac-Adam, J.W., C.J. Nelson, and Sharp R.E. 1992. Peroxidase activity in the leaf elongation zone of tall fescue I. Spatial distribution of ionically bound peroxidase activity in genotypes differing in length of the elongation zone. Plant Physiol. 99(3): 872-878.

McDonald, M.B. 1999. Seed deterioration: physiology, repair and assessment. Seed Sci. Technol. 27(1): 177-237.

McDonald, M. B. 2004. Orthodox seed deterioration and its repair. Pp 273-304. In R. L. Benech-Arnold, and R.A. Sanchez (Eds). Handbook of Seed Physiology. Applications to Agriculture. Food Products Press, New York.

McDonough, C.M., C.D. Floyd, R.D. Waniska, and L.W. Rooney. 2004. Effect of accelerated aging on maize, sorghum, and sorghum meal. J. Cereal Sci. 39(3): 351- 361.

Mittal, S., N. Kumari, and V. Sharma. 2012. Differential response of salt stress on Brassica juncea: Photosynthetic performance, pigment, proline, D1 and antioxidant enzymes. Plant Physiol. Biochem. 54: 17-26.

Moori, S., and H.R. Eisvand. 2019. The effect of priming with salicylic acid and ascorbic acid on germination indices and biochemical traits in wheat seed deterioration. Iranian J. Seed sci. Res. 6(3): 381-398. (In Persian)

Moradi, A., and O. Younesi. 2009. Effects of osmo- and hydro-priming on seed parameters of grain sorghum (*Sorghum bicolor* L.). Aust. J. Basic Appl. Sci. 3(3): 1696-1700.

Moran, M., T. Clarke, Y. Inoue, and A. Vidal. 1994. Estimating crop water deficit using the relation between surface-air temperature and spectral vegetation index. Remote Sens. Environ. 49(3): 246-63.

Namdari, A., and F. Sharifzade. 2018. The restoring influence of priming treatments on germination of Smooth vetch (*Vicia dasycarpa*) under drought stress and maintaining this advantage following aging by using post priming heat shock treatment. Iranian J. Plant Biol. 10(37): 41-54. (In Persian)

Newton, R.J., S. Bhaskaran, J. Puryear, and R.H. Smith. 1986. Physiological changes in cultured sorghum cells in response to induced water-stress. II. Soluble carbohydrates and organic acids. Plant Physiol. 81(2): 626-629.

Pukacka, S., and E. Ratajczak. 2007. Age-related biochemical changes during storage of beech (*Fagus sylvatica* L.) seeds. Seed Sci. Res. 17(1): 45-53.

Rajjou, L., Y. Lovigny, S.P. Groot, M. Belghazi, C. Job, and D. Job. 2008. Proteome-wide characterization of seed aging in Arabidopsis: a comparison between artificial and natural aging protocols. Plant Physiol. 148(1): 620-641.

Rastegar, Z., M. Sedghi, and S. Khomari. 2011. Effects of accelerated aging on soybean seed germination indexes at laboratory conditions. Not. Sci. Biol. 3(3): 126-129.

Seel, W., G. Hendry, and J. Lee. 1992. Effects of desiccation on some activated oxygen processing enzymes and anti-oxidants in mosses. J. Exp. Bot. 43(8): 1031-1037.

Sharma, P., H.S. Gujral, and B. Singh. 2012. Antioxidant activity of barley as affected by extrusion cooking. Food Chem. 131(4): 1406-1413.

Siadat, S.A., A. Moosavi, and M. Sharafi Zadeh. 2012. Effects of seed priming on antioxidant activity and germination characteristics of maize seeds under different ageing treatment. Res. J. Seed Sci. 5(2): 51-62.

Soltani, A., B. Kamkar, S. Galeshi, and F. Akram Ghaderi. 2008. The effect of seed deterioration on seed reserves depletion and heterotrophic seedling growth of wheat. J. Agric. Sci. Nat. Resour. 15(1): 193-196. (In Persian)

Sung, J. 1996. Lipid peroxidation and peroxide scavenging in soybean seeds during aging. Physiol. Plant. 97(1): 85-89.

Sung, J., and T. Jeng. 1994. Lipid peroxidation and peroxide scavenging enzymes associated with accelerated aging of peanut seed. Physiol. Plant. 91(1): 51-55.

Szepesi, A., P. Poor, K. Gemes, E. Horvath, and I. Tari. 2008. Influence of exogenous salicylic acid on antioxidant enzyme activities in the roots of salt stressed tomato plants. Acta Biol. Szegediensis. 52(1): 199-200.

Tasgin, E., O. Atici, and B. Nalbantoglu. 2003. Effect of salicylic acid on freezing tolerance in winter wheat leaves. Plant Growth Regul. 41: 231-236.

Tilebeni, H.G., and A. Golpayegani. 2011. Effect of seed ageing on physiological and biochemical changes in rice seed (*Oryza sativa* L.). Int. J. Agric. Sci. 1(3): 138-143.

Tyler, V.E., L.R. Brady, and J.E. Robbers. 1988. Pharmacognosy (9th ed.). Lea and Fabiger, Philadelphia.

Yao, Z., L. Liu, F. Gao, and C. Rampitschi. 2012. Developmental and seed aging mediated regulation of antioxidative genes and differential expression of proteins during pre- and post-germinative phases in pea. J. Plant Physiol. 169(15): 1477-1488.

Yin, G.K., X. Xin, C. Song, X.L. Chen, J.M. Zhang, and S.H. Wu. 2014. Activity levels and expression of antioxidant enzymes in the ascorbate-glutathione cycle in artificially aged rice seed. Plant Physiol. Biochem. 80: 1–9.