علوم و تحقیقات بذر ایران
سال دهم/ شماره چهارم/ ۱۴۰۲ (۶۲ - ۵۱)
مقاله پژوهشی
DOI: 10.22124/jms.2023.7683

تاثیر مدت زمان پیش‌تیمار آب مقطر بر شاخص‌های جوانه‌زنی و بیوشیمیایی بذرهای زوال یافته کوشیا (*Kochia scoparia* L. Schard)

حسین رضا روحی*[۱]، فرشاد کولیوند[۲]، شبنم غلامی[۳]، نرگس جوادزاده[۴]، علیرضا شاهبداغلو[۵]، ریحانه تهذیبی[۶]، حوریه ابوالحسنی قزاآن[۷]، کیمیا یادگاری[۸]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱/۷

چکیده

زوال بذر پدیده‌ای طبیعی است که بذرها قوه نامیه و کیفیت خود را حتی در شرایط مطلوب نگهداری از دست می‌دهند. در این آزمایش تاثیر پیش‌تیمار آب مقطر بذر در بهبود خسارت ناشی از زوال بذر کوشیا بررسی شد. آزمایش در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی در چهار تکرار انجام شد. بذرهای کوشیا به روش پیری تسریع شده به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد زوال یافتند. سپس بذور زوال یافته در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۱/۵، ۳ و ۴/۵ ساعت با آب مقطر پیش‌تیمار شدند. نتایج نشان داد، پیش‌تیمار آب مقطر در تمام زمان‌ها به‌طور معنی‌داری موجب بهبود درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول گیاهچه، شاخص بنیه، فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی (کاتالاز و سوپراکسید دیسموتاز)، قندها و پروتئین‌های محلول بذرهای زوال یافته گردید. متوسط زمان جوانه‌زنی و محتوای مالون دی‌آلدهید بذرهای پیش‌تیمار شده در مقایسه با بذرهای پیش‌تیمار نشده کاهش یافت. پیش‌تیمار آب مقطر به‌مدت ۱/۵، ۳ و ۴/۵ ساعت درصد جوانه‌زنی را ۱۵، ۲۳، ۳۷، سرعت جوانه‌زنی را ۴۵/۴، ۷۲/۷، ۱۰۹ و فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز را به ترتیب ۸/۶، ۱۴، ۲۷ درصد در مقایسه با بذرهای پیش‌تیمار نشده افزایش داد. بنابراین، کاربرد آب مقطر به‌مدت ۴/۵ ساعت به‌عنوان زمان مناسب پیش‌تیمار جهت بازیابی کیفیت از دست رفته بذرهای کوشیا و بهبود خصوصیات جوانه‌زنی آن قابل توصیه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: جوانه‌زنی، سوپراکسید دیسموتاز، قندهای محلول

۱- دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران. hosseinroohi@ut.ac.ir
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران. farshadkoolivand269@gmail.com
۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران. shabnamghlamy42@gmail.com
۴- دانش آموخته کارشناسی،گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران. narges.nj.79@gmail.com
۵- کارشناس، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران. a.shahbodaghlo@basu.ac.ir
۶- دانشجوی کارشناسی، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران. threihaneh@gmail.com
۷- دانشجوی کارشناسی، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران. h.abolhasany79@gmail.com
۸- دانشجوی کارشناسی، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران. kimiayadegari80@gmail.com
*نویسنده مسئول: hosseinroohi@ut.ac.ir

مقدمه

ایران با میانگین بارندگی ۲۲۰ تا ۲۴۰ میلی‌متر در سال به‌لحاظ تقسیم‌بندی اقلیمی، جزء مناطق خشک و نیمه خشک جهان محسوب شده و در کنار این مشکل، شوری خاک و آب نیز از خطرات جدی در بسیاری از مناطق کشور به حساب می‌آید (Nabati *et al.*, 2015). کوشیا (*Kochia scoparia* L. Schard) گیاهی یکساله، چهار کربنه، شورزیست و مقاوم به خشکی بوده که به‌لحاظ تولید علوفه محصولی با ارزش به‌حساب می‌آید (Ghodsirasi *et al.*, 2021). مطالعات نشان داده کوشیا با جذب سزیم ۱۳۷ جهت اصلاح خاک‌های آلوده قابل استفاده است (Friesen *et al.*, 2009). بذرهای این گیاه نیز حاوی ترکیباتی است که برای درمان زخم، آرتریت روماتوئید و برخی باکتری‌های بیماری‌زای انسانی کاربرد دارند (Friesen *et al.*, 2009). کوشیا به‌دلیل نیاز آبی کم و مقاومت به آفات و بیماری‌های گیاهی، به‌عنوان یک محصول علوفه‌ای مقاوم به خشکی محسوب شده و به یونجه فقیر لقب گرفته است (Ajmal khan *et al.*, 2009). مقاومت این گیاه به تنش رطوبتی بیانگر این است که کوشیا قادر است با استقرار سریع در زمین‌های خشک و شور، علاوه بر ایجاد یک پوشش محافظتی کوتاه عمر به‌عنوان یک علوفه جایگزین به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک معرفی شود (Nabati *et al.*, 2015). پژوهش‌های صورت گرفته روی گونه‌های مختلف از کوشیا از جوانه‌زنی و استقرار ضعیف گیاهچه‌های این گیاه در مراتع حکایت دارد (Ghodsirasi *et al.*, 2021) . اگر مشکل مذکور با شرایط نامطلوب در انبار (دما و رطوبت نسبی) همراه گردد، تاثیر چشمگیری بر کاهش قابلیت جوانه‌زنی داشته و با تسریع در فرآیند زوال بذر سبب کاهش کیفیت فیزیولوژیکی آن خواهد شد (Rouhi *et al.*, 2021). با این توضیح زوال از جمله عوامل ایجاد خسارت در بذر بوده که سبب کاهش قابلیت انبارداری، جوانه‌زنی غیریکنواخت، استقرار ضعیف، کاهش قابلیت رقابت و در نهایت کاهش عملکرد محصول می‌گردد (Kapoor *et al.*, 2010; Rouhi *et al.*, 2021). پیش‌تیمار بذر به‌عنوان روشی قابل‌قبول جهت بهبود کارآیی بذر تحت تنش‌های اکسیداتیو در نقاط مختلف جهان محسوب می‌شود (Yan, 2015). در این میان پیش‌تیمار بذر با آب مقطر (Hydropriming) ساده‌ترین، اقتصادی ترین و امن‌ترین روش جهت افزایش کارآیی بذر، استقرار گیاهچه و تولید محصول ذکر شده است (Yan, 2015; Forti *et al.*, 2021). میزان سودمندی این روش به‌عوامل مختلفی از جمله گونه گیاهی، مدت زمان پیش‌تیمار و بنیه بذر بستگی دارد (Forti *et al.*, 2021). احمد و همکاران (Ahmad *et al.*, 2014) گزارش کردند استفاده از آب مقطر جهت پیش‌تیمار بذر، ارزانترین روش در شرایط نامساعد بوده و کاربرد مواد شیمیایی را به حداقل می‌رساند. قاسمی گلعذانی و همکاران (Ghassemi-Golezani *et al.*, 2013) نیز اذعان نمودند پیش‌تیمار بذرهای عدس (*Lens culinaris*) با آب مقطر موجب افزایش ارتفاع بوته، تعداد غلاف و تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در مقایسه با گروه شاهد شد.

علاوه بر این، پرایمینگ بذر با آب مقطر سبب افزایش در محتوای قندهای محلول (Matsushima and Sakagami, 2012)، پروتئین‌های محلول (Lopez *et al.*, 2016) و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی (Forti *et al.*, 2021) گردیده است.

با این حال، تغییرات بیوشیمیایی ناشی از پیش‌تیمار بذر با آب مقطر به‌ندرت در بذرهای زوال یافته کوشیا مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. بنابراین هدف از این پژوهش بررسی تأثیر این روش بر خصوصیات جوانه‌زنی و بیوشیمیایی بذرهای زوال یافته کوشیا بود.

مواد و روش ها

این تحقیق در آزمایشگاه تکنولوژی بذر دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان انجام شد. بذرهای مورد استفاده از همدان در سال ۱۴۰۰ تهیه شد. قوه نامیه بذرهای مورد آزمایش قبل از اعمال پیری تسریع‌شده براساس آزمون جوانه‌زنی استاندارد، به‌روش بین کاغذ (Between paper) به‌مدت ۱۴ روز در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد مورد ارزیابی قرار گرفت و برابر با ۹۸ درصد بود (ISTA, 2007). برای انجام پیری تسریع‌شده، ۱۰۰ عدد بذر روی توری‌های فلزی در ظروف مخصوص و در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد با رطوبت نسبی حدود ۱۰۰درصد به‌مدت ۴۸ ساعت نگهداری شدند (Delouche and Baskin, 1973). سپس بذرهای زوال یافته در آب مقطر با

زمان‌های صفر (عدم پیش‌تیمار)، ۱/۵، ۳ و ۴/۵ ساعت قرار گرفتند (لازم به‌ذکر است که زمان‌های ۶، ۷/۵، ۹، ۱۰/۵ و ۱۲ ساعت نیز مورد استفاده قرار گرفت اما به‌دلیل مشاهده جوانه‌زنی، از ذکر نتایج آن‌ها در مقاله خودداری شد). به‌دنبال آن بذرها پس از شستشو با آب به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق خشک شدند. سپس بذرها جهت آزمون جوانه‌زنی استاندارد استفاده شدند. معیار جوانه‌زنی بذرها خروج دو میلی‌متر از ریشه‌چه در نظر گرفته شد (ISTA, 2007). در پایان آزمایش طول گیاهچه اندازه‌گیری شد و نمونه‌گیری به‌منظور تعیین پارامترهای بیوشیمیایی مورد نظر صورت گرفت. درصد جوانه‌زنی (Germination percentage) از رابطه (۱) محاسبه شد (Yan, 2015) :

$$GP = \left(\frac{Ni}{N}\right) \times 100$$ (رابطه۱)

Ni: تعداد کل بذرهای جوانه‌زده در روز آخر شمارش

N: تعداد کل بذرها

متوسط زمان جوانه‌زنی(MGT) از رابطه (۲) محاسبه شد (Ellis and Roberts, 1981) :

$$MGT = \sum Dn/n$$

رابطه ۲)

در رابطه فوق، n تعداد بذرهای جوانه‌زده در روز Dاام و D تعداد روزهای شمارش از آغاز جوانه‌زنی می باشد سرعت جوانه‌زنی با استفاده رابطه (۳) محاسبه شد:

$$GR = 1/MGT$$

(رابطه ۳)

شاخص بنیه بذر (VI) نیز از رابطه (۴) محاسبه شد (ISTA, 2007):

$$VI = \left(\frac{FGP \times SL}{100}\right)$$ (رابطه۴)

FGP: درصد جوانه‌زنی نهایی

SL: طول گیاهچه

اندازه‌گیری قندهای محلول: قندهای محلول با روش آنترون (Irigoyen *et al*., 1992) اندازه‌گیری شد. برای این‌کار، ۱۰۰ میلی‌گرم از پودر غربال شده به لوله‌های آزمایش دربدار منتقل و ضمن افزودن ۱۵ میلی‌لیتر اتانول ۸۰٪، نمونه‌ها به‌مدت ۳۰ دقیقه در بن‌ماری با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. برای جدا کردن فاز جامد، از سانتریفیوژ با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه به‌مدت ۱۰ دقیقه استفاده گردید. فاز بالایی نمونه جدا و در یخچال با دمای ۵ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شد. به‌منظور اندازه‌گیری مقدار کل کربوهیدرات‌های محلول، ۲ میلی‌لیتر از عصاره بدست آمده به لوله آزمایش دربدار منتقل و سپس یک میلی‌لیتر محلول فنل ۵ درصد به آن اضافه گردید. به کمک دیسپنسر (dispenser) ، ۵ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۹۸ درصد به هریک از نمونه‌ها اضافه شد. بعد از ۴۵ دقیقه با تثبیت رنگ قهوه‌ای مایل به زرد، میزان جذب نوری عصاره حاصله در طول موج ۴۸۵ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر(Cary 100 UV-Vis., Australia) قرائت شد. برای تهیه محلول‌های استاندارد از گلوکز خالص و برای تهیه شاهد از فنل و اسید سولفوریک استفاده شد.

پروتئین‌های محلول: برای استخراج پروتئین، حدود نیم گرم از بافت تازه با نیتروژن مایع آسیاب شد و سپس در بافر استخراج (۵۰ میلی‌مولارTris-HCl، اسیدیته ۷/۴، یک میلی‌مولارEDTA، یک میلی‌مولار دی تیوتریتول، یک میلی‌مولار لئوپتین، یک میلی‌مولار پپساتین و یک میلی‌مولار معلق شد. فنیل متیل سولفونیل فلوراید). پس از سانتریفیوژ با دور ۱۲۰۰۰ به‌مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد، محتوای پروتئین موجود در لایه بالایی مایع سانتریفیوژ شده طبق روش بردفورد (Bradford, 1976) محاسبه شد. قرائت در طول موج ۵۹۵ نانومتر و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر صورت گرفت (Cary 100 UV-Vis., Australia). از آلبومین سرم گاوی (BSA) به‌عنوان محلول استاندارد استفاده شد.

اندازه‌گیری محتوای مالون دی‌آلدهید: تعیین و اندازه‌گیری محتوای مالون دی‌آلدهید به‌عنوان شاخص آسیب به غشاء بر مبنای غلظت مواد واکنش دهنده به تیوباربیتوریک اسید (TBARS) به‌روش نیستروش کاوالکانتی و همکاران (Cavalcanti *et al*., 2004) تعیین شد. برای این‌کار نمونه تازه (۳۰۰ میلی‌گرم) در ۳ میلی‌لیتر اسید تری کلرواستیک ۰/۱درصد (w/v) در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد همگن شد. نمونه همگن شده با دور ۱۲۰۰۰ به مدت ۲۰ دقیقه سانتریفیوژ شد و یک میلی‌لیتر از مایع رویی به ۳ میلی‌لیتر اسید تری کلرواستیک ۲۰ درصد حاوی ۰/۵ درصد (w/v) تیوباربیتوریک اسید اضافه شد. مخلوط به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری و سپس با قرار دادن سریع در حمام یخ واکنش متوقف شد. مخلوط سرد شده با دور ۱۱۰۰۰ به‌مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شد و قرائت با دستگاه اسپکتروفتومتر (Cary 100 UV-Vis., Australia) در طول موج‌های ۵۳۲ و ۶۰۰ نانومتر صورت

گرفت پس از تفریق جذب غیر اختصاصی در طول موج ۶۰۰ نانومتر، غلظت تیوباربیتوریک اسید با ضریب خاموشی ۱۵۵ میلی‌مول بر سانتی‌متر تعیین شد.

اندازه‌گیری فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان: جهت تهیه عصاره آنزیمی نیم‌گرم بافت تازه را که در حضور نیتروژن مایع و در هاون چینی له شده بود را با یک میلی‌لیتر بافر فسفات پتاسیم ۱۰۰ میلی‌مولار (اسیدیته ۷/۸) مخلوط نموده و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۳۰ دقیقه و دور ۱۵۰۰۰ سانتریفیوژ شدند. مایع رویی جمع‌آوری و برای سنجش فعالیت آنزیمی استفاده شد.

فعالیت آنزیم کاتالاز براساس میزان مصرف پراکسید هیدروژن در طول موج ۲۴۰ نانومتر و به‌روش اسپکتروفتومتری اندازه‌گیری شد و به‌شکل واحد آنزیم بر میلی‌گرم پروتئین گزارش شد (Cakmak and Horst, 1991).

فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز بر اساس میزان توانایی آنزیم در ممانعت از احیای نوری نیتروبلوتترازولیوم درطول موج ۵۶۰ نانومتر نیز با روش اسپکتروفتومتری به‌صورت واحد آنزیم بر میلی‌گرم پروتئین بیان گردید (Giannopolitis and Ries, 1977).

طرح آزمایشی و تجزیه‌های آماری: آزمایش به‌صورت طرح پایه کاملاً تصادفی در چهار تکرار انجام و از تبدیل آرک‌سینوس (arcsin) جهت نرمال کردن داده‌های درصد جوانه‌زنی استفاده شد. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS, 9.1 صورت گرفت و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون LSD درسطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

درصد جوانه‌زنی

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد پیش‌تیمار بذرهای زوال یافته با آب مقطر بر درصد جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است (جدول ۱). مقایسه میانگین داده‌ها حکایت از افزایش درصد جوانه‌زنی همزمان با افزایش مدت زمان پیش‌تیمار داشت (جدول ۲). بیشترین درصد جوانه‌زنی به بذرهای پیش‌تیمار شده در زمان ۴/۵ ساعت تعلق داشت که اختلاف معنی‌داری با سایر زمان‌ها داشت (جدول ۲). کمترین درصد جوانه‌زنی نیز به بذرهای پیش‌تیمار نشده تعلق داشت. پیش‌تیمار آب مقطر به‌مدت ۱/۵، ۳ و ۴/۵ ساعت به‌ترتیب درصد جوانه‌زنی را ۱۵، ۲۳، ۳۷ نسبت به بذرهای پرایم نشده افزایش داد (جدول ۲). کاهش کیفیت فیزیویوژیک و قوه نامیه از علائم زوال بذر محسوب می‌شود (Rouhi *et al*., 2021). از آنجا که در جریان پیش‌تیمار کردن بذر، فرآیندهای ترمیمی به‌وقوع پیوسته و می‌توانند بخشی از آسیب‌های وارد شده را کاهش دهند، افزایش درصد جوانه‌زنی بذرهای زوال یافته در نتیجه پیش‌تیمار با آب مقطر، می‌تواند ناشی از این مساله باشد. در این راستا یان (Yan, 2015) افزایش درصد جوانه‌زنی بذرهای زوال یافته کلم (*Brassica rapa*) در نتیجه پیش‌تیمار با آب مقطر را به‌علت انجام فرآیندهای ترمیمی در بذرهای پیش‌تیمار شده گزارش کرد. همچنین شارما و همکاران (Sharma *et al*., 2014) بیان داشتند پیش‌تیمار آب مقطر در بذرهای بامیه (*Abelmoschus esculentus*) قادر است درصد جوانه‌زنی را به‌دلیل فعال‌سازی آنزیم آلفا، بتا آمیلاز و تحریک بیوسنتز هورمون جیبرلین افزایش دهد.

متوسط زمان جوانه‌زنی

نتایج نشان داد که اثر پیش‌تیمار آب مقطر در سطح یک درصد بر این صفت معنی‌دار است (جدول ۱). بیشترین متوسط زمان جوانه‌زنی متعلق به بذرهای پیش‌تیمار نشده بود (۸/۷۵) و پس از آن به‌ترتیب پیش‌تیمار در زمان‌های ۱/۵ (به‌میزان ۶/۲) ، ۳ (به‌میزان ۵/۱۵) و ۴/۵ ساعت (به‌میزان ۴/۲) قرار داشتند (جدول ۲). یکی از دلایل افزایش متوسط زمان جوانه‌زنی در بذرهای زوال یافته، می‌تواند اختلال در جذب آب به؟دلیل آسیب به غشاء پلاسمایی باشد (Lopez *et al*., 2016). از سوی دیگر مطالعات روی بذرهای پیش‌تیمار شده نشان داده، جایگزینی سلول‌های آسیب دیده توسط سلول‌های جدید سبب ترمیم آسیب‌های ناشی از تنش اکسیداتیو بوجود آمده از زوال می‌گردد (Jyoti and Malik, 2013). در این رابطه کامیتی و همکاران (Kamithi *et al*., 2016) کاهش در مدت زمان جوانه‌زنی بذرهای نخود (*Cicer arietinum*) را درنتیجه پیش‌تیمار با آب مقطر گزارش کردند.

سرعت جوانه‌زنی

با توجه به معنی‌دار شدن اثر پیش‌تیمار بر سرعت جوانه‌زنی در سطح یک درصد (جدول ۱)، مشخص گردید بالاترین سرعت جوانه‌زنی به‌ترتیب در زمان‌های ۴/۵، ۳ و ۱/۵ ساعت حاصل شد، به‌طوری‌که سرعت جوانه‌زنی به‌ترتیب ۱۰۹، ۷۲/۷، و ۴۵/۴ درصد نسبت به‌عدم پیش‌تیمار

افزایش یافت (جدول ۲). مطالعات نشان داده زوال بذر موجب کاهش معنی‌دار درصد و سرعت جوانه‌زنی می‌گردد (Tabatabaei, 2013; Yan *et al*., 2015; Fu *et al*., 2015) در این خصوص رحمان و همکاران (Rehman *et al*., 2015) کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی بذرهای پیرشده ذرت (*Zea mays*) را ناشی از کاهش در فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز دانستند. از سوی دیگر پیش‌تیمار بذر امکان ترمیم قسمت‌های آسیب دیده در جریان زوال و سایر تنش‌های اکسیداتیو را فراهم کرده و از شدت آسیب‌های بوجود آمده تا حد امکان جلوگیری می‌کند (Varier *et al*., 2010; Jisha *et al*., 2013). ماتسوشیما و ساکاگامی (Matsushima and Sakagami, 2012) بهبود سرعت جوانه‌زنی بذرهای برنج (*Oryza sativa*) در نتیجه پیش-تیمار با آب مقطر را ناشی از القای سنتز پروتئین‌های مرتبط با مسیر سیگنالی هورمون جیبرلین ذکر کردند. به‌نظر می-رسد بهبود سرعت جوانه‌زنی بذرهای پیش‌تیمار شده به علت افزایش در سنتز هورمون جیبرلین باشد زیرا با افزایش محتوای جیبرلین، فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز و به تبع آن سرعت تجزیه پلی ساکاریدهایی نظیر نشاسته افزایش یافته که نتیجه آن تسریع در انتقال قندهای محلول به جنین در حال رشد می‌باشد. در این راستا فورتی و همکاران (Forti *et al*., 2021) گزارش کردند، پیش‌تیمار بذرهای بادمجان (*Solanum villosum*) با آب مقطر سبب تسریع در فرآیند جوانه‌زنی این گیاه شد.

طول گیاهچه

بررسی داده‌های طول گیاهچه نشان داد اثر پیش‌تیمار در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها مشخص کرد پیش‌تیمار آب مقطر با زمان‌های ۴، ۸ و ۱۲ ساعت به ترتیب طول گیاهچه را نسبت به عدم پیش‌تیمار ۳۸/۲، ۹۲/۳ و ۱۳۰ درصد افزایش دادند (جدول۲). پیش‌تیمار بذرها به مدت ۴/۵ ساعت، طول گیاهچه بیشتری را در مقایسه با سایر زمان‌ها و بذرهای پیش‌تیمار نشده ایجاد کرد (جدول ۲). در بذر برخی از گونه های گیاهی، آنزیم های پروتئولیتیک مانند تریپسین که در طول نمو بذر تولید می شوند، در جریان فرآیند جوانه‌زنی نقش مهمی دارند(Ashraf and Foolad, 2005; Matsushima and Sakagami, 2012). فعالیت چنین آنزیمی‌هایی که نقش تنظیم کننده در تحرک پروتئین‌ها در طول جوانه زنی دارند اغلب توسط مهار کننده‌های تریپسین ممانعت می شود. پیش‌تیمار بذر با کاهش در فعالیت این مهار کننده‌ها سبب تحریک جوانه‌زنی و همچنین طویل شدن سلول‌ها می‌گردد (Ashraf and Foolad, 2005). در این راستا یان (Yan, 2015) بهبود در رشد گیاهچه‌های حاصل از بذرهای زوال یافته کلم را در نتیجه پیش‌تیمار با آب مقطر گزارش کرد. آدیکاری و همکاران (Adhikari *et al*., 2021) نیز افزایش در طول گیاهچه‌های کدوی تلخ (*Momordica charantia*) را در نتیجه پیش‌تیمار بذرها با آب مقطر گزارش کردند.

شاخص طولی بنیه گیاهچه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس، معنی‌دار بودن اثر پیش-تیمار را بر شاخص بنیه در سطح یک درصد نشان داد (جدول ۱). بیشترین مقدار شاخص بنیه به بالاترین زمان پیش‌تیمار اختصاص داشت که با سایر تیمارها و همچنین بذور پیش‌تیمار نشده تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۲). همچنین اختلاف بین زمان‌های ۱/۵ و ۳ ساعت با یکدیگر از یک‌سو و تفاوت آن‌ها با شاهد از سوی دیگر معنی‌دار بود. بنابراین، پیش‌تیمار آب مقطر به‌مدت ۱/۵، ۳ و ۴/۵ ساعت موجب بهبود شاخص بنیه بذر به‌ترتیب ۹۱/۸، ۲۰۳/۲۱، ۳۵۰ درصد در مقایسه با بذرهای پیش‌تیمار نشده گردید. لوپز و همکاران (Lopez *et al*., 2016) اظهار داشتند پیش‌تیمار بذرهای زوال یافته ناترک (*Dodonaea viscosa*) با آب مقطر سبب بهبود شاخص بنیه بذر گردید.

قندهای محلول

با توجه به معنی‌دار شدن اثر پیش‌تیمار (جدول ۱)، نتایج نشان داد بیشترین مقدار قندهای محلول در بذرهای پیش‌تیمار شده و کمترین مقدار در بذرهای پیش‌تیمار نشده به‌دست آمد (جدول ۲). در این میان پیش‌تیمار بذرها به‌مدت ۴/۵ ساعت مقادیر بیشتری را نسبت به سایر زمان‌ها و بذرهای پیش‌تیمار نشده از خود نشان داد، به‌طوری‌که مقدار قندهای محلول را نسبت به شاهد ۸۱/۴ درصد افزایش داد (جدول ۲). یکی از علائم زوال بذر کاهش انسجام غشای سلولی و کاهش در قابلیت نفوذپذیری انتخابی آن است (Jyoti and Malik, 2013). این پدیده احتمال نشت مواد از غشاء را افزایش می‌دهد که نشت کربوهیدرات‌های محلول نیز از جمله آن‌ها است (Fu *et al*., 2015) در فرآیند پیش‌تیمار کردن، ذخایر کربوهیدرات

جدول ۱- جدول تجزیه واریانس خصوصیات جوانه‌زنی بذور زوال یافته کوشیا

Table 1. The ANOVA table of germination characteristics of Kochia deteriorated seeds

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean Squares									
		GP	MGT	GR	SL	VI	Car	Pr	MDA	CAT	SOD
پیش‌تیمار Priming	3	967.72**	15.39**	0.01**	3.18**	3.37**	165.81**	4.77**	220.89**	0.009**	10.67**
خطا Error	12	2.35	0.078	0.00005	0.012	0.009	0.25	0.023	0.77	0.00003	0.03
ضریب تغییرات CV(%)	-	2.65	4.62	4.24	4.39	5.98	2.03	3.01	3.08	2.29	1.05

*,**,ns به ترتیب، معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد، یک درصد و بدون اختلاف معنی‌دار

SOD: سوپراکسیددیسموتاز، CAT: کاتالاز، MDA: مالون دی‌آلدهید، Pr: پروتئین‌های محلول، Car: قندهای محلول، VI: شاخص بنیه، SL: طول گیاهچه، GR: سرعت جوانه‌زنی، MGT: متوسط زمان جوانه‌زنی، GP:درصد جوانه‌زنی،

ns,**,* Respectively non-significant and significant of 1 and 5 percent of probability

S.O.V: Source of Variation, df: degree of freedom, CV: Coefficient of Variation, GP: Germination Percentage, MGT: Mean Germination Time, GR: Germination Rate , SL: Seedling Length, VI: Vigor Index, Car: Carbohydrate content, Pr: Protein content, MDA: Malondialdehyde content, CAT: Catalase, SOD: Superoxide dismutase

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر پیش‌تیمار بذر بر خصوصیات بیوشیمیایی بذرهای زوال یافته کوشیا

Table 2. Mean comparison of seed priming effect on biochemical characteristics of deteriorated kochia seeds

زمان پیش‌تیمار (ساعت) Priming Periods (hours)	Traits										
	درصد جوانه زنی FGP (%)	متوسط زمان جوانه زنی MGT (day)	سرعت جوانه زنی GR (1/day)	طول گیاهچه SL (cm)	شاخص بنیه EL($\mu S.cm^{-1}g^{-1}$)	قندهای محلول SS($mg.[gdw]^{-1}$)	پروتئین های محلول SP ($mg.[gfw]^{-1}$)	محتوای مالون دی‌آلدهید MDA($nmol.[gfw]^{-1}$)	فعالیت کاتالاز CAT ($Units[mgpr]^{-1}$)	فعالیت سوپراکسید دیسموتاز SOD($Units[mgpr]^{-1}$)	
0	39.00 d	8.75 a	0.11 c	1.57 d	0.61 d	17.12 d	3.75 c	37.75 a	0.175 d	14.42 d	
1.5	53.75 c	6.22 b	0.16 c	2.17 c	1.17 c	22.19 c	4.82 b	30.24 b	0.217 c	15.67 c	
3	61.75 b	5.15 c	0.19 b	3.02 b	1.85 b	29.21 b	5.90 a	25.49 c	0.278 a	16.44 b	
4.5	76.25 a	4.20 d	0.23 a	3.61 a	2.74 a	31.07 a	6.12 a	20.26 d	0.282 a	18.32 a	

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند

In each column means followed by the same letter are not significantly different at the $P < 0.05$ level.

GP: Germination Percentage, MGT: Mean Germination Time, GR: Germination Rate, SL: Seedling Length, VI: Vigor Index, SS: Soluble Sugars, SP: Soluble Proteins, MDA: Malondialdehyde content, CAT: Catalase, SOD: Superoxide dismutase

موجود بذر، در نتیجه هیدرولیز نشاسته به کربوهیدرات‌های ساده تبدیل می شوند. این مؤلفه‌ها منبع انرژی بذر محسوب شده و در تامین انرژی مورد نیاز برای جوانه‌زنی نقش دارند (Matsushima and Sakagami, 2012). بنابراین، تأثیر پیش‌تیمار بر بهبود جوانه زنی بذر با انتقال قندهای محلول از اندام‌های ذخیره‌ای به بافت‌های جنینی در حال رشد کاملا مرتبط است. در این راستا سلّام (Sallam, 1999) نشان داد پیش‌تیمار بذرهای باقلا (*Vicia faba*) با آب مقطر موجب بهبود درصد و سرعت جوانه‌زنی شد که این مساله همبستگی مثبت و معنی‌داری با قندهای محلول داشت.

پروتئین‌های محلول

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس، اثر پیش‌تیمار بذر بر پروتئین‌های محلول در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). پیش‌تیمار با آب به مدت ۴/۵ ساعت بیشترین میزان پروتئین‌های محلول را داشت به‌طوری‌که اختلاف آن با زمان ۱/۵ ساعت معنی‌دار بود و در مقایسه با بذرهای پیش‌تیمار نشده میزان پروتئین‌های محلول را ۶۳/۲ درصد افزایش داد (جدول ۲). این در حالی بود که بین پروتئین-های محلول بدست آمده از پیش‌تیمار در زمان‌های ۳ و ۴/۵ ساعت اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲). آسیب‌های غیرقابل بازگشت به ساختار پروتئین‌ها و دناتوره شدن آن‌ها در جریان فرآیند زوال، ناشی از حمله رادیکال-های آزاد می‌باشد که این مساله کاهش در مقدار پروتئین‌ها را به دنبال دارد (Kibinza *et al.*, 2011). پیش‌تیمار بذر با ترمیم و سنتز پروتئین‌های جدید می‌تواند شدت این خسارت‌ها را کاهش دهد (Varier *et al.*, 2010). لوپز و همکاران (Lopez *et al*., 2016) گزارش کردند پیش‌تیمار آب مقطر سبب افزایش پروتئین‌های محلول در بذرهای زوال یافته ناترک شد. آن‌ها علت این امر را افزایش در سنتز پروتئین‌ها و ممانعت از دناتوره شدن آن‌ها ذکر کردند.

محتوای مالون دی آلدهید

اثر پیش‌تیمار بر محتوای مالون دی‌آلدهید در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین محتوای مالون دی‌آلدهید به بذور پیش‌تیمار نشده اختصاص داشت (۳۷/۷۵) و کمترین آن به بذور پیش‌تیمار شده به مدت ۴/۵ ساعت تعلق داشت (۲۰/۲۶) که اختلاف آن با سایر تیمارها معنی‌دار بود (جدول ۲). زوال بذر به‌طور طبیعی منجر به تولید مقادیر زیادی مالون دی‌آلدهید می‌شود که خود بیانگر آسیب به ساختارهایی نظیر غشاء سلولی است (Fu *et al.*, 2015). یان (Yan, 2015) در پژوهشی نشان داد زوال بذر محتوای مالون دی‌آلدهید در کلم را به‌شدت افزایش داد و این مساله با کاهش نفوذپذیری غشاء همراه بود. این پژوهش‌گر همچنین بیان داشت پیش‌تیمار بذر با آب مقطر با افزایش در سطوح آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی موجب کاهش در محتوای مالون دی‌آلدهید می‌گردد. فورتی و همکاران (Forti *et al*., 2021) نیز کاهش در محتوای مالون دی-آلدهید را در نتیجه پیش تیمار بذرهای بادمجان با آب مقطر گزارش کردند.

کاتالاز

با توجه به معنی‌دار شدن اثر پیش‌تیمار (جدول ۱)، مقایسه میانگین داده‌های آنزیم کاتالاز نشان داد که فعالیت این آنزیم در تمام تیمارها بیشتر از عدم پیش‌تیمار بود (جدول ۲). بیشترین فعالیت کاتالاز در زمان ۴/۵ ساعت ثبت شد که با زمان ۳ ساعت تفاوت معنی‌داری نداشت اما اختلاف آن با زمان ۱/۵ ساعت و بذرهای پیش‌تیمار نشده معنی‌دار بود (جدول ۲). به‌طور اجمالی می‌توان گفت پیش-تیمار آب مقطر در زمان‌های ۱/۵، ۳ و ۴/۵ ساعت فعالیت کاتالاز را نسبت به بذرهای پیش‌تیمار نشده به‌ترتیب ۲۴، ۵۸ و ۶۱ درصد افزایش داد (جدول ۲). بررسی‌ها نشان داده پیش‌تیمار بذر، رونویسی و بیان ژن‌های کدکننده کاتالاز را القا می‌کند (Kibinza *et al.*, 2011). سنتز کاتالاز با ترمیم ساختارهای سلولی و آزاد شدن اکسیژن در نتیجه تجزیه پراکسید هیدروژن همراه است که این مساله سبب بهبود فعالیت میتوکندری‌ها و به‌تبع آن بهبود سرعت تنفس و افزایش سنتز ATP خواهد شد (Kibinza *et al.*, 2011)چیو و همکاران (Chiu *et al*, 1995) دریافتند پیش‌تیمار بذرهای هندوانه (*Citrullus lanatus*) با آب مقطر، آسیب‌های بوجود آمده از زوال را از طریق افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی نظیر کاتالازکاهش داد. بهبود در فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در نتیجه پیش-تیمار با آب مقطر توسط فورتی و همکاران (Forti *et al.*, 2021) نیز گزارش شد.

سوپراکسید دیسموتاز

براساس نتایج آزمایش، اثر پیش‌تیمار در سطح احتمال یک درصد بر فعالیت این آنزیم معنی‌دار بود (جدول ۱).

به‌طوری‌که پیش‌تیمار با آب در زمان‌های ۱/۵، ۳ و ۴/۵ ساعت فعالیت سوپراکسید دیسموتاز را به‌ترتیب ۸/۶، ۱۴و ۲۷ درصد نسبت به بذرهای پیش‌تیمار نشده افزایش داد (جدول ۲). یکی از اندامک‌های تولیدکننده آنزیم سوپراکسید دیسموتاز میتوکندری‌ها هستند که در جریان فرآیند زوال، مانند سایر اندامک‌های سلولی دچار آسیب می‌شوند، بنابراین کاهش در فعالیت این آنزیم بسیار محتمل است (Xia *et al.*, 2015). اثر حفاظتی پیش‌تیمار بذر روی بذرهای تیمار شده می‌تواند ناشی از ترمیم میتوکندری و القای فعالیت سوپراکسید دیسموتاز باشد. در این راستا کامیتی و همکاران (Kamithi *et al.*, 2016) اذعان نمودند پیش‌تیمار آب مقطر با افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی-اکسیدانی نظیر سوپراکسید دیسموتاز سبب کاهش اثرات منفی ناشی از تنش اکسیداتیو در گیاه نخود شد. یان (Yan, 2015) نیز بهبود در فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز را در نتیجه پیش‌تیمار در بذرهای زوال یافته کلم گزارش کرد.

نتیجه‌گیری

در آزمایش حاضر اثرات منفی زوال بذر توسط پیش تیمار آب مقطر، با بهبود در فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و سوپراکسیددیسموتاز منجر به بهبود خصوصیات جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و بنیه بذر گردید. به‌طوری که پیش تیمار به مدت ۴/۵ ساعت بیشترین تاثیر را نسبت به سایر زمان‌ها در خصوص بهبود پارامترهای جوانه‌زنی و بیوشیمیایی بذرهای زوال یافته کوشیا داشت. به‌نظر می‌رسد بذرهای پیش‌تیمار شده در زمان ۴/۵ ساعت نسبت به زمان‌های ۱/۵ و ۳ ساعت، فرصت بیشتری جهت انجام فرآیندهای ترمیمی داشته‌اند و این مساله بهبود در پارامترهای مورد بررسی را به‌همراه داشت.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از مسئول آزمایشگاه تکنولوژی بذر دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان تشکر و قدردانی می-شود.

منابع

Adhikari, B., Dhital, P.R., Ranabhat, S. and Poudel, H. 2021. Effect of seed hydro-priming durations on germination and seedling growth of bitter gourd (*Momordica charantia*). PLoS ONE, 16(8):e0255258. **(Journal)**

Ahmad, K.U., Rahman, M.M. and Ali, M.R. 2014. Effect of hydropriming method on maize (*Zea mays*) seedling emergence. Bangladesh Journal of Agricultural Research, 39(1):143-150. **(Journal)**

Ajmal khan, M., Gul, B. and Webr, D.J. 2009. Seed germination of *Kochia scoparia* under saline condition: Response with germination regulating chemicals. Pakistan Journal of Botany, 41(6): 2933-2941. **(Journal)**

Ashraf, M. and Foolad, M.R. 2005. Pre-sowing seed treatment a shotgun approach to improve germination, plant growth, and crop yield under saline and non-saline conditions. Advances in Agronomy, 88: 223-271. **(Journal)**

Bradford, M.M. 1976. A dye binding assay for protein. Analytical Biochemistry, 72: 248-254. **(Journal)**

Cakmak, I. and Horst, W. 1991. Effect of aluminium on lipid peroxidation, superoxide dismutase, catalase and peroxidase activities in root tip of soybean (*Glycine max*). Plant Physiology, 83: 463–468. **(Journal)**

Cavalcanti, F.R., Oliveira, J.T.A., Martins-Miranda, A.S., Viégas, R.A. and Silveira, J.A.G. 2004. Superoxide dismutase, catalase and peroxidase activities do not confer protection against oxidative damage in salt-stressed cowpeas leaves. New PhytolOgist, 163: 563–571. **(Journal)**

Chiu, K.Y., Wang, C.S. and Sung, J.M. 1995. Lipid peroxidation and peroxide-scavenging enzymes associated with accelerated ageing and hydration of watermelon seeds differing in ploidy. Plant Physiology, 94: 441-446. **(Journal)**

Delouche, J.C. and Baskin, C.C. 1973. Accelerated ageing technique for predicting relative storability of seed lots. Seed Science and Technology, 1: 427-452. **(Journal)**

Ellis, R.A. and Roberts, E.H. 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. Seed Science and Technology, 9: 373–409. **(Journal)**

Forti, C., Ottobrino, V., Doria, E., Bassolino, L., Toppino, L., Rotino, G.L., Pagano, A., Macovei, A. and Balestrazzi, A. 2021. Hydropriming Applied on Fast Germinating Solanum villosum Miller Seeds: Impact on Pre-germinative Metabolism. Frontier in Plant Science, 12:639336. **(Journal)**

Friesen, L.F., Beckie, H.J., Warwick, S.I. and VanAcker, R.C. 2009. The biology of Canadian weeds. 138. *Kochia scoparia* (L.) Schrad. Canadian Journal of Plant Science, 89:141-167. **(Journal)**

Fu, Y.B., Ahmed, Z. and Diederichsen, A. 2015. Towards a better monitoring of seed ageing under ex situ seed conservation. Conservation Physiology, 3: 1–16. **(Journal)**

Ghodsirasi, H., Sepehry, A. and Barani, H. 2021. Effects of different levels of treatments GA3,, Prechlling and Priming on seed germination of *Kochia prostrata* [L.] schrad in relation to seed harvest date and shrubs' age. Journal of Plant Production Research, 27(4): 55-75. (In Persian) **(Journal)**

Giannopolitis, C. and Ries, S. 1977. Superoxid desmutase. I: Occurence in higher plant, Plant Physiology, 59: 309–314. **(Journal)**

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

ISTA, 2007. International Rules for Seed Testing. Seed Science and Technology, 13: 299–520. **(HandBook)**

Jisha, K.C., Vijayakumari, K. and Puthur, J.T. 2013. Seed priming for abiotic stress tolerance: an overview. Acta Physiologiae Plantarum, 35: 1381–1396. **(Journal)**

Jyoti. C. and Malik, C.P. 2013. Seed deterioration: a review. International Journal of Life Sciences Biotechnology and Pharma Research, 2(3): 374–385. **(Journal)**

Kamithi, K.D., Wachira, F. and Kibe, A.M. 2016. Effects of Different Priming Methods and Priming Durations on Enzyme Activities in Germinating Chickpea (*Cicer arietinum* L.). American Journal of Natural and Applied Science, 1(1): 1-9. **(Journal)**

Kapoor, R., Arya, A., Siddiqui, M.A., Amir, A. and Kumar, H. 2010. Seed Deterioration in Chickpea (*Cicer arietinum* L.) under Accelerated Ageing. Asian Journal of Plant Science, 9(3):158-162. **(Journal)**

Kibinza, S., Bazin, J., Bailly, C., Farrant, J.M., Corbineau, F. and El-Marrouf Bouteau, H. 2011. Catalase is a key enzyme in seed recovery from ageing during priming. Plant Science, 181:309-315. **(Journal)**

López, L.V.P., Rodríguez, A.R., Coronado, M.E.S., Hernández, P.E.M. and Segovia, A.O. 2016. Effects of hydropriming treatments on the invigoration of aged Dodonaea viscosa seeds and water-holding polymer on the improvement of seedling growth in a lava field. Restoration Ecology, 24(1): 61–70. **(Journal)**

Matsushima, K. and Sakagami, J. 2012. Effects of seed hydropriming on germination and seedling vigor during emergence of rice under different soil moisture conditions. American Journal of Plant Science, 4: 1584-1593. **(Journal)**

Nabati, J., Kafi, M., Nezami, A., Rezavani Moghaddam, P., Masoumi, A. and Zare Mehrjerdi, M. 2015. Evaluation of Quantitative and Qualitative Characteristic of Forage Kochia (*Kochia scoparia*) in Different Salinity Levels and Time. Iranian Journal of Field Crops Research, 12(1): 17-26. **(Journal)**

Rehman, H., Iqbal, H., Basra, S.M.A., Afzal, I., Farooq, M., Wakeel, A. and Ning, W. 2015. Seed priming improves early seedling vigor, growth and productivity of spring maize. Journal of Integrative Agriculture, 14(9): 1745–1754. **(Journal)**

Rouhi, H.R., Vafaei, M.H., Saman, M. and Abbasi Surki. A. 2021. Effect of Hydrogen Peroxide on Physiological Quality and Germination of Aged Pumpkin Seeds under Drought Stress Condition. Philippine Agricultural Scientist. 104(1): 90-99. **(Journal)**

Sallam, H.A. 1999. Effect of some seed-soaking treatments on growth and chemical components on faba bean plants under saline conditions. Annals of Agricultural Sciences, 44: 159–171. **(Journal)**

Sharma, A.D., Rathore, S.V.S., Srinivasan, K. and Tyagi, R.K. 2014. Comparison of various seed priming methods for seed germination, seedling vigour and fruit yield in okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench). Scientia Horticulturae, 165: 75–81. **(Journal)**

Tabatabaei, S.A. 2013. The Effect of priming on germination and enzyme activity of sesame (*Sesamum indicum* L.) seeds after accelerated aging Journal of Physiology and BiochemIstry, 9 (4): 132-138. **(Journal)**

Varier, A., Vari, A.K. and Dadlani, M. 2010. The subcellular basis of seed priming. Current Science, 99(4): 450-456. **(Journal)**

Xia, F., Wang, X., Li, M. and Mao, P. 2015. Mitochondrial structural and antioxidant system responses to aging in oat (*Avena sativa* L.) seeds with different moisture contents. Physiology and BiochemIstry, 94: 122-129. **(Journal)**

Yan, M. 2015. Hydropriming promotes germination of aged napa cabbage seeds. Seed Science and Technology, 43(2): 303-307. **(Journal)**

The effect of seed hydropriming duration on germination and biochemical indices of deteriorated Kochia (*Kochia scoparia* L. Schard) seeds

Hossein Reza Rouhi*[1], Farshad Koulivand[2], Shabnam Gholami[3], Narges Javadzadeh[4], Alireza Shahbadaghlu[5], Reyhane Tehzibi[6], Horiye Abolhasani Ghazaan[7], Kimia Yadegari[8]

Received: January 26, 2024 Accepted: March 26, 2024

Abstract

The deterioration of the seed is a natural phenomenon, and seeds tend to lose quality and viability even under optimal storage conditions. The ability of hydropriming to ameliorate seed deterioration damage was studied in kochia. The experiment was a completely randomized design with four replications. Kochia seeds were subjected to accelerated ageing for 48 hours at 40 °C and then hydroprimed at 20 °C for 1.5, 3 and 4.5 hours. Regardless of duration, hydropriming significantly improved final germination percentage, germination rate, seedling length, vigour index, antioxidant enzyme activities (catalase and superoxide dismutase), soluble sugars and proteins of aged seeds. Mean germination time and malondialdehyde content of primed seeds decreased compared to non-primed seeds. Hydropriming for 1.5, 3 and 4.5 hours increased final germination to 15, 23 and 37 %, germination rate by 45.4, 72.7 and 109 % and superoxide dismutase activityby 8.6, 14 and 27 % compared to non-primed seed, respectively. Thus, hydropriming for 4.5 hours is the most suitable priming period to recover loss of kochia seed quality and to improve germination characteristics of deteriorated seeds.

Keywords: Seed germination; Soluble sugars; Superoxide dismutase

How to cite this article
Rouhi, H.R., Koulivand, F., Gholami, SH, Javadzadeh, N., Shahbadaghlu, A., Tehzibi, R., Abolhasani Ghazaan, H. and Yadegari, K. 2024. The effect of seed hydropriming duration on germination and biochemical indices of deteriorated Kochia (*Kochia scoparia* L. Schard) seeds. Iranian Journal of Seed Science and Research, 10(4): 51-62. (In Persian)(Journal)
DOI: 10.22124/jms.2023.7683

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 Plant Physiology, Department of Production Engineering and Plant Genetics, Faculty of Agriculture, University of Bu-Ali Sina, Hamedan, Iran. hosseinroohi@ut.ac.ir
2. MSc student, Department of Production Engineering and Plant Genetics, Faculty of Agriculture, Bu- Ali Sina University, Hamedan, Iran. farshadkoolivand269@gmail.com
3. MSc graduate, Department of Plant Genetics and Production Engineering, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran. shabnamghlamy42@gmail.com
4. Bachelor geraduate, Department of Production Engineering and Plant Genetics, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran. narges.nj.79@gmail.com
5. Research management expert, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran. a.shahbodaghlo@basu.ac.ir
6. Bachelor's student, Department of Production Engineering and Plant Genetics, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran. threihaneh@gmail.com
7. BSc student, Department of Production Engineering and Plant Genetics, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran. h.abolhasany79@gmail.com
8. BSc student, Department of Production Engineering and Plant Genetics, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran. kimiayadegari80@gmail.com
*Corresponding author: hosseinroohi@gmail.com