علوم و تحقیقات بذر ایران
سال پنجم/ شماره اول/ ۱۳۹۷ (۸۱ - ۶۹)

DOI: 10.22124/jms.2018.2901

تأثیر پیری تسریع‌شده و پرایمینگ بذر بر برخی شاخص‌های جوانه‌زنی و بیوشیمیایی بذر زیره‌ی سبز (*Cuminum cyminum* L.)

رامین پیری[۱]، علی مرادی*[۲]، معصومه حسینی مقدم[۱]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۷/۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۱/۲۵

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر پیری تسریع‌شده و پرایمینگ بر شاخص‌های جوانه‌زنی و بیوشیمیایی بذر زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) آزمایشی دو عاملی در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با چهار تکرار اجرا گردید. فاکتورهای آزمایش شامل زوال بذر در چهار سطح (بدون زوال، ۱۲، ۲۴ و ۳۶ ساعت) و پرایمینگ در پنج سطح با اوره در دو پتانسیل اسمزی ۱- و ۱/۵- مگاپاسکال و پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات در دو سطح ۱- و۱/۵- مگاپاسکال و آب مقطر (هیدروپرایمینگ) بود. بیشترین میزان فعالیت آنزیم کاتالاز، آسکوربات پراکسیداز و پروتئین محلول در پرایمینگ با پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات در سطح ۱/۵- مگاپاسکال در سطح زوال صفر مشاهده شد. نتایج همچنین نشان داد که بیشترین درصد جوانه‌زنی (۸۶ درصد)، سرعت جوانه‌زنی (۲/۳۴ بذر در روز)، شاخص طولی بنیه گیاهچه (۴/۹۰) و کمترین متوسط زمان جوانه‌زنی (۸/۴ روز) مربوط به تیمار بدون زوال و پرایمینگ با پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات ۱/۵- مگاپاسکال بود. بیشترین طول ساقه‌چه (۳/۵۲ سانتی‌متر) مربوط به تیمار پرایمینگ با اوره در سطح ۱/۵- مگاپاسکال در سطح بدون زوال و بیشترین طول ریشه‌چه (۲/۳۲سانتی‌متر) از پرایمینگ اوره در سطح ۱- مگاپاسکال در سطح بدون زوال به‌دست آمد. به‌طور کلی نتایج نشان داد که پرایمینگ با پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات در سطح ۱/۵- مگاپاسکال می‌تواند بنیه بذور زوال یافته زیره سبز را بهبود دهد.

کلمات کلیدی: آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان، اسموپرایمینگ، پروتئین محلول، جوانه‌زنی، زیره سبز

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و تکنولوژی بذر، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران
۲- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران
* نویسنده مسئول: amoradi@yu.ac.ir

مقدمه

زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) یکی از مهم‌ترین گیاهان دارویی خانواده جعفری است که به‌دلیل داشتن متابولیت‌های ثانویه گوناگون از جمله اسانس و تانن در درمان بسیاری از بیماری‌ها استفاده می‌شود. جوانه‌زنی و استقرار مطلوب گیاهچه نقش ویژه‌ای در فرایند تولید دارد (Shourideh, 2010). تغییرات فیزیولوژیک طی زوال بذر شامل کاهش سرعت جوانه‌زنی و رشد گیاهچه، کاهش توانایی جوانه‌زنی بذر هنگام کشت، افزایش نشت یونی در بذر و افزایش حساسیت به پاتوژن‌ها می‌باشد. کاهش کیفیت بذر به شدت تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند دمای انبار، محتوای رطوبت بذر و رطوبت نسبی محیط قرار می‌گیرد (Walters *et al*., 2010). تغییرات بیوشیمیایی طی زوال شامل کاهش فعالیت‌های متابولیکی در طول جوانه‌زنی، تغییر در فعالیت‌های آنزیمی و کاهش بیوسنتز پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک می‌باشند. طی انبارداری نامناسب، بذرها دچار زوال شده و به دنبال آن شاخص‌های جوانه‌زنی کاهش می‌یابد (Mumbvuma *et al*., 2013). از پیامدهای افت قدرت توده بذری می‌توان به افزایش و تغییرپذیری زمان جوانه-زنی بذرها، ازدیاد تعداد گیاهچه‌های غیر نرمال، رشد آهسته‌تر و متغیر گیاهچه‌ها، افزایش نشت الکترولیت‌ها از بذر، کاهش توانایی سبز شدن در شرایط وجود مقاومت فیزیکی، حساسیت بیشتر در برابر عوامل بیماری‌زای موجود در خاک و تقلیل قابلیت جوانه‌زنی بذرها در دماهای بسیار بالا و پایین اشاره نمود (Roberts and Osei-Bonsu., 1988). پرایمینگ بذر می‌تواند به بهبود اثرات پیری روی بذر کمک نماید؛ در واقع پرایمینگ تیمار کردن مؤثر برای غلبه بر پیری بذر است که در بسیاری از محصولات، در فرآیند آبنوشی بذر آغاز می‌شود و در نتیجه ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر را بهبود می‌بخشد (Mahmood *et al*., 2013). این تکنیک یکی از روش‌های فیزیولوژیک به حساب می‌آید که به تیمار بذر قبل از کشت اطلاق می‌شود که به وسیله آن بذر مراحل اولیه جوانه‌زنی را طی می‌کند ولی به دلیل پایین بودن میزان آب جذب شده، خروج ریشه‌چه صورت نمی‌گیرد (Nascimento and Aragão. 2004). اسموپرایمینگ که با نام اسموکاندیشنینگ نیز شناخته شده است شامل فرآیند خیساندن بذرها در محلول‌های دارای پتانسیل اسمزی پایین و هوادهی شده است تا مقدار آب جذبی آن‌ها کنترل شود (Tavakolafshari *et al*., 2007). در مطالعه‌ای قاسمی و همکاران (Ghasemi *et al*., 2014) با بررسی تأثیر هیدروپرایمینگ بر شاخص‌های جوانه‌زنی، گیاهچه‌ای و بیوشیمیایی بذور زوال یافته گندم گزارش دادند که پیری تسریع شده باعث کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی و طول و وزن خشک گیاهچه و همچنین آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز شد و هیدروپرایمینگ تا حدودی باعث بهبود این شاخص‌ها گردید. در یک پژوهش پرمون و همکاران (Parmoon *et al*., 2013) با بررسی تأثیر پرایمینگ و پیری تسریع شده بر شاخص‌های جوانه‌زنی و تغییرات فیزیکوشیمیایی بر گیاه دارویی خارمریم اظهار داشتند که پیری تسریع شده، شاخص‌های جوانه‌زنی مثل درصد و سرعت جوانه‌زنی و همچنین بنیه گیاهچه را کاهش داد، اما تیمارهای اسموپرایمینگ و هیدروپرایمینگ باعث افزایش شاخص‌های جوانه‌زنی و گیاهچه‌ای در این گیاه شد. در یک بررسی با تأثیر پیری تسریع شده و پرایمینگ بر گیاه دارویی خارمریم نتایج نشان داد که پیری تسریع شده باعث کاهش ضریب سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و بنیه گیاهچه شد ولی تیمارهای پرایمینگ باعث بهبود این شاخص‌ها در بذور زوال یافته شد (Siadat *et al*., 2015). در پژوهشی با عنوان تأثیر پرایمینگ بذر بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه بذور زوال یافته کلزا (*Brassica napus*) گزارش داده شد که تیمارهای هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ باعث بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی در بذرهای زوال یافته کلزا شدند (Moradi and Balouchi., 2013). اگر چه قبلاً آزمایشاتی در ارتباط با بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی و گیاهچه زیره سبز در شرایط مختلف انجام شده است، اما مطالعه چندانی درباره اثرات تیمارهای اسموپرایمینگ جهت بهبود اثرات زوال بذر زیره سبز انجام نشده است، در همین راستا هدف از انجام این آزمایش بررسی تأثیر پیری تسریع‌شده و پرایمینگ بذر بر برخی شاخص‌های جوانه‌زنی و بیوشیمیایی بذر زیره‌ی سبز بود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر پیری تسریع‌شده و پرایمینگ بر شاخص‌های جوانه‌زنی و بیوشیمیایی بذر زیره سبز آزمایشی در سال ۱۳۹۴ در آزمایشگاه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با چهار تکرار اجرا گردید. بذرهای مورد استفاده از توده سبزوار تولیدی سال ۱۳۹۲ منطقه سبزوار بودند که تا زمان آزمایش در شرایط دمای اتاق (۲۵ درجه سانتی‌گراد) نگهداری شده بودند. فاکتورهای آزمایش شامل زوال بذر در چهار سطح (بدون زوال، ۱۲، ۲۴ و ۳۶ ساعت) و پرایمینگ در پنج سطح (اوره با پتانسیل‌های ۱- و ۱/۵- مگاپاسکال، پتاسیم‌دی‌هیدروژن‌فسفات با پتانسیل‌های ۱- و ۱/۵- مگاپاسکال و آب مقطر (هیدروپرایمینگ)) بودند. جهت انجام زوال بذر از آزمون پیری تسریع شده روی بذر پیاز مطابق روش رودو و مارکوس فیلهو (Rodo and Marcos Filho., 2003) استفاده شد. به‌منظور انجام پیری تسریع شده بذرها به مدت زمان‌های صفر (شاهد)، ۱۲، ۲۴ و ۳۶ ساعت در شرایط دمای ۴۱ درجه سانتی‌گراد با و رطوبت نسبی ۹۵ درصد زوال یافتند. بعد از انجام آزمون پیری تسریع‌شده، بذرها با تیمارهای اسموپرایمینگ و هیدروپرایمینگ به مدت ۲۴ ساعت پرایم شدند، سپس به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق خشک شدند. برای انجام آزمون جوانه‌زنی استاندارد تعداد ۲۵ عدد بذر با ۴ تکرار در داخل پتری‌های ۹ سانتیمتری که دارای کاغذ صافی واتمن بود، به روش روی کاغذ (TP) کشت شدند و در دمای متناوب ۳۰-۲۰ درجه سلسیوس در چهار تکرار درون ژرمیناتور در شرایط تاریکی به‌مدت ۱۴روز قرار گرفتند (ISTA, 2010). شمارش بذرهای جوانه‌زده به صورت روزانه به مدت ۱۴ روز انجام گردید. سپس از هر پتری ۱۰ گیاهچه به‌صورت تصادفی برای ارزیابی شاخص‌های گیاهچه‌ای انتخاب شد. برای تهیه پتانسیل‌های اسمزی محلول‌های پرایمینگ مختلف از رابطه وانت هوف استفاده شد.

رابطه (۱) $\Psi S = - miRT$

ΨS پتانسیل اسمزی برحسب مگاپاسکال، i ضریب یونیزاسیون، m مولاریته، R ثابت گازی، T دمای محلول

رابطه (۲) درصد جوانه‌زنی (GP) (Ikic *et al*., 2012)

(تعداد کل بذرها در هر تکرار / تعداد بذرهای جوانه زده در هر تکرار) × ۱۰۰ = درصد جوانه‌زنی (GP)

رابطه (۳) سرعت جوانه‌زنی (GR)(Verma *et al*., 2005)

$$GR=\sum \frac{Ni}{Ti}$$

Ni: تعداد بذرهای جوانه‌زده در هر روز، Ti: روز پس از آزمایش

رابطه (۴) متوسط مدت زمان جوانه‌زنی (MGT) (Ellis and Roberts., 1981)

$$MGT=\frac{\sum(NiTi)}{N}$$

N= تعداد کل بذرهای جوانه‌زده

رابطه (۵) شاخص طولی بنیه گیاهچه

شاخص طولی بنیه گیاهچه = جوانه‌زنی استاندارد) × (طول گیاهچه (سانتی‌متر) / ۱۰۰

اندازه‌گیری پروتئین محلول بذر

میزان پروتئین محلول گیاهچه به روش برادفورد (Bradford, 1976) اندازه‌گیری شد. برای تهیه بافر استخراج از دو ماده پتاسیم دی هیدروژن فسفات (KH_2PO_4) و سدیم هیدروکسید (NaOH) به روش دین (Dean., 1985) عمل شد.

به این منظور ۹۹۰ میکرولیتر محلول برادفورد را داخل میکروتیوپ‌های ۲ میلی‌لیتری ریخته و سپس ۱۰ میکرولیتر عصاره به آن اضافه و پس از ۱ دقیقه (به منظور کامل شدن واکنش)، به داخل کووت ۱ سی‌سی ریخته شد و جذب درون دستگاه اسپکتوفتومتری با طول موج ۵۹۵ نانومتر اندازه‌گیری شد.

اندازه گیری فعالیت آنزیم کاتالاز

فعالیت آنزیم کاتالاز به روش کاکماک و هورست (Cacmak and Horst, 1991) اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری آنزیم به ۲/۸ میلی‌لیتر بافر فسفات سدیم ۲۵ میلی‌مولار با اسیدیته ۶/۸، ۱۰۰ میکرولیتر H_2O_2 ۳۰ میلی‌مولار و ۱۰۰ میکرولیتر عصاره پروتئینی اضافه و جذب به مدت ۱ دقیقه با استفاده از دستگاه اسپکتوفتومتر در طول موج ۲۴۰ نانومتر قرائت شد.

اندازه‌گیری فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز

فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز به روش ناکانو و آسادا (Nakano and Asada, 1978) با کمی تغییر اندازه‌گیری شد. در این روش با استفاده از تغییرات جذب در دقیقه (بازه زمانی صفر و یک دقیقه) و ضریب خاموشی

آسکوربات پراکسیداز میزان آسکوربات برجای‌مانده پس از یک دقیقه انجام واکنش آنزیمی محاسبه و به‌صورت جذب در دقیقه به ازای میلی‌مول بر گرم وزن تر بذر گزارش شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS و مقایسه میانگین‌ها با روش LSD در سطح آماری ۵ درصد انجام شد

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر زوال بذر و پرایمینگ ($p\leq$۰/۰۱) برای محتوای پروتئین محلول بذر معنی‌دار بود (جدول۱). طی زوال بذر با افزایش دوره پیری تسریع شده، میزان پروتئین محلول بذر کاهش پیدا کرد، به‌طوری‌که بیشترین پروتئین محلول در سطح بدون زوال و کمترین میزان آن در سطح زوال ۳۶ ساعت مشاهده شد. در بین سطوح مختلف پرایمینگ بیشترین میزان پروتئین محلول بذر مربوط به تیمار پرایمینگ با پتاسیم دی هیدروژن فسفات ۱/۵- مگاپاسکال (۲/۶۵میلی‌مول بر گرم وزن تر بذر) بود (جدول۳). طی زوال بذر، اکسیژن‌های فعال و سایر آلدهیدهای تولیدشده به‌دلیل میل ترکیبی زیاد با بیومولکول‌های حیاتی نظیر پروتئین‌ها، سبب دناتوره شدن آنها شده و این امر در نهایت شکستن پروتئین‌ها توسط گونه‌های فعال اکسیژن را تشدید می‌کند (Kapoor *et al*., 2011)

جدول ۱- تجزیه واریانس تأثیر زوال و پرایمینگ برای برخی شاخص‌های بیوشیمیایی بذر زیره سبز

Table 1. Analysis of variance (mean square) for the effect of seed deterioration and priming on some biochemical characteristics of cumin

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	محتوای پروتئین محلول Soluble protein content	فعالیت کاتالاز Catalase activity	فعالیت آسکوربات پراکسیداز Ascorbate peroxidase activity
زوال Deterioration	3	2.1703**	0.992**	0.367961**
پرایمینگ Priming	4	1.6514**	0.073**	0.017759**
زوال × پرایمینگ Deterioration × Priming	12	0.0009 ns	0.006**	0.000030ns
خطا Error	60	0.067	0.007	0.0002
ضریب تغییرات (٪) C.V. (%)	-	11.88	2.22	5.98

ns، * و** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد

ns, * and **:, non-significant and significant at 5 and 1 %, respectively.

جدول ۲- تجزیه واریانس برشدهی برهمکنش تأثیر پرایمینگ در سطوح مختلف زوال بذر برای برخی صفات بیوشیمیایی زیره سبز

Table 2. Slicing analysis of variance for effect of priming at different seed deterioration levels on some biochemical characteristics of cumin.

سطح زوال Deterioration level	درجه آزادی df	محتوای پروتئین محلول Soluble protein content	فعالیت آسکوربات پراکسیداز Ascorbate peroxidase activity
صفر 0	4	0.395*	0.0047**
۱۲ ساعت 12 hours	4	0.442**	0.0036**
۲۴ ساعت 24 hours	4	0.408*	0.0045**
۳۶ ساعت 36 hours	4	0.407*	0.0049**

ns و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

ns and **: non-significant and significant at 1% respectively

در پژوهشی کاپور و همکاران (Kapoor *et al*., 2011) گزارش دادند که گیاهچه‌های تولید شده از بذور فرسوده برنج در مقایسه با بذور قوی مقدار پروتئین کم‌تری داشتند. یائو و همکاران (Yao *et al*., 2012) گزارش کردند که در نخود در اثر تیمار پیری میزان پروتئین‌های محلول کاهش یافته است. در مطالعه‌ای اسویندوتار و همکاران (Sveinsdottir *et al*., 2009) اظهار داشتند که با افزایش زوال، میزان پروتئین و فعالیت آنزیمی در بذر مثل کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز کاهش یافت. کاهش پروتئین‌های محلول بذر می‌تواند به دلیل دناتوراسیون پروتئین و افزایش فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز (Kalpana and Rao, 1995) و همچنین به علت کاهش میزان ATP طی فرسودگی بذر باشد (Gidrol *et al*., 1998).

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات بیوشیمیایی اندازه‌گیری شده بذر زیره سبز تحت تأثیر پرایمینگ و زوال

Table 3. Mean comparison of the measured biochemical traits of cumin the affected of priming and seed deterioration

		محتوای پروتئین محلول (میلی‌مول برگرم وزن تر بذر) Soluble protein content ($mM.gr^{-1}$ FW)	فعالیت آسکوربات پراکسیداز (میلی‌مول برگرم وزن تر بذر در دقیقه) Ascorbate peroxidase activity ($mM.gr^{-1}$ FW.min^{-1})
سطح پرایمینگ Priming level	Hydropriming	1.70^{d}	0.219^{d}
	KH_2PO_4 (-1 MPa)	2.41^{b}	0.307^{ab}
	KH_2PO_4 (-1.5 MPa)	2.65^{a}	0.312^{a}
	Urea (-1 MPa)	1.98^{c}	0.263^{c}
	Urea (-1.5 MPa)	2.15^{c}	0.294^{b}
LSD	-	0.214	0.019
طول دوره زوال (ساعت) Deterioration period (h)	0 hours	2.61^{a}	0.459^{a}
	12 hours	2.29^{b}	0.357^{b}
	24 hours	2.10^{b}	0.179^{c}
	36 hours	1.70^{c}	0.121^{d}
LSD	-	0.191	0.017

در هر ستون و هر تیمار حرف یا حروف مشابه نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون LSD است.

Each column and treatment similar letter or letters is indicative no significant difference based on the LSD test.

نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) نشان داد که اثرات اصلی زوال و پرایمینگ برای آنزیم آسکوربات پراکسیداز در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. در طول دوره زوال بذر، با افزایش دوره پیری تسریع شده فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز کاهش یافت. بیشترین فعالیت آنزیم آسکوربات در سطح بدون زوال و کمترین فعالیت آنزیم نیز در سطح زوال ۳۶ ساعت مشاهده شد. در بین سطوح مختلف پرایمینگ بیشترین فعالیت آنزیم مربوط به تیمار پرایمینگ با پتاسیم دی هیدروژن فسفات ۱/۵- مگاپاسکال بود که با پتاسیم دی هیدروژن فسفات ۱- مگاپاسکال اختلاف معنی‌داری نشان نداد (جدول۳). در بررسی انجام شده برروی بذور سویا بیان شد که پیری بذر سبب بازداری فعالیت پراکسیداز، کاتالاز، آسکوربات پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز می‌شود (Sung and Chiu, 1995). در مطالعه‌ای که توسط گوال و همکاران (Goel *et al*., 2003) بر روی بذر پنبه تحت شرایط پیری تسریع شده مشخص شد که توانایی جوانه‌زنی بذور کاهش یافت که با کاهش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت پراکسیداز، کاتالاز و سوپراکسیددیسموتاز رابطه مستقیم داشت. بررسی اثر پیری زودرس بر صفات جوانه‌زنی و فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز در دو ژنوتیپ جو نشان داد که پیری زودرس باعث کاهش فعالیت این آنزیم‌ها و در نتیجه کاهش درصد، سرعت و شاخص جوانه‌زنی در جو می‌گردید (Tavakolafshari *et al*., 2009). نتایج دیگری (Seiadat *et al*., 2012) بر روی بذرهای ذرت نیز نشان داد که با افزایش دوره پیری تسریع شده، فعالیت کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز کاهش یافت. این محققین تغییرات در آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانتی

خصوصاً کاتالاز را مهم‌ترین رخداد در بذرهای زوال‌یافته دانستند.

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که برهمکنش اثر زوال و پرایمنیگ برای آنزیم کاتالاز (CAT) در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. میزان فعالیت آنزیم کاتالاز با افزایش دوره پیری تسریع شده کاهش پیدا کرد به طوری‌که در بین سطوح زوال بیشترین فعالیت آنزیم کاتالاز در پرایمینگ با پتاسیم در هیدروژن فسفات ۱/۵- مگاپاسکال بود و کمترین میزان آن از تیمار هیدروپرایمینگ در سطح زوال ۳۶ ساعت به دست آمد (جدول ۴). کاهش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت نظیر CAT در طول دوره زوال را می‌توان به تخریب پروتئین‌ها و افزایش فعالیت فرم‌های فعال اکسیژن نسبت داد، واحد سازنده آنزیم، پروتئین‌ها هستند و با تخریب پروتئین‌ها طی زوال به تبع آن فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت کاهش می‌یابد. در پژوهشی که روی چاودار کوهی انجام شد فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت در تیمار پیری تسریع شده به علت افزایش رادیکال‌های آزاد کاهش یافت (Ansari and Sharifzadeh, 2012).

جدول۴- مقایسه میانگین فعالیت آنزیم کاتالاز بذر زیره سبز تحت تأثیر پرایمینگ در سطوح مختلف زوال

Table 4. Mean comparison of catalase enzyme activity of cumin seed affected by priming at different levels of deterioration

سطوح زوال Deterioration levels	سطوح پرایمینگ Priming levels	فعالیت کاتالاز (میلی‌مول برگرم وزن تر بذر در دقیقه) Catalase activity ($mM.gr^{-1}$ $FW.min^{-1}$)
صفر 0	Hydropriming	1.44^{c}
	KH_2PO_4 (-1 MPa)	1.56^{a}
	KH_2PO_4 (-1.5 MPa)	1.60^{a}
	Urea (-1 MPa)	1.50^{b}
	Urea (-1.5 MPa)	1.51^{b}
LSD	-	0.046
12 ساعت 12 hours	Hydropriming	1.27^{c}
	KH_2PO_4 (-1 MPa)	1.38^{ab}
	KH_2PO_4 (-1.5 MPa)	1.41^{a}
	Urea (-1 MPa)	1.33^{b}
	Urea (-1.5 MPa)	1.33^{b}
LSD	-	0.044
24 ساعت 24 hours	Hydropriming	1.10^{b}
	KH_2PO_4 (-1 MPa)	1.21^{a}
	KH_2PO_4 (-1.5 MPa)	1.24^{a}
	Urea (-1 MPa)	1.07^{b}
	Urea (-1.5 MPa)	1.21^{a}
LSD	-	0.033
36 ساعت 36 hours	Hydropriming	0.73^{a}
	KH_2PO_4 (-1 MPa)	1.03^{ab}
	KH_2PO_4 (-1.5 Mpa)	1.07^{ab}
	Urea (-1 Mpa)	0.85^{b}
	Urea (-1.5 Mpa)	0.92^{b}
LSD	-	0.076

در هر سطح زوال حرف مشابه نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون LSD است.

In each deterioration level at least one same letter indicates no significant difference at 5% statistical level based on the LSD test.

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۵) تأثیر سطوح مختلف پیری تسریع‌شده و پرایمینگ و همچنین برهمکنش آن‌ها ($P\leq0.01$) بر درصد جوانه‌زنی معنی‌دار شد. با توجه به معنی‌دار شدن برهمکنش تیمارها برش‌دهی سطوح زوال در سطوح پرایمینگ انجام شد و نتایج حاصل از آن نشان داد که در زوال صفر (شاهد) بیشترین درصد جوانه‌زنی از پرایمینگ با پتاسیم دی هیدروژن فسفات ۱/۵- مگاپاسکال و در زوال ۱۲، ۲۴ و ۳۶ ساعت از هیدروپرایمینگ به دست آمد (جدول ۷). هرچه میزان هدایت الکتریکی و نشت‌پذیری سلول بیشتر باشد، درصد جوانه‌زنی کمتر است. با افزایش سرعت زوال بذر به وسیله افزایش مدت زمان قرار گرفتن بذور در دمای

بالا، سرعت جوانه‌زنی در کلزا به طور معنی‌داری کاهش یافت (Balouchi *et al*., 2012). در پژوهشی توکل-افشاری و همکاران (Tavakolafshari *et al.*, 2007) بیان کردند که پرایمینگ موجب بهبود ترمیم پذیری بذرهای زوال یافته کلزا شد که این امر منجر به افزایش درصد جوانه‌زنی نسبت به بذور شاهد (بدون پیش تیمار) گردید. گزارش‌های مختلف حاکی از آن است که استفاده از تیمارهای مختلف پیش‌تیمار بذر سبب افزایش شاخص‌های جوانه‌زنی بذرهای زوال‌یافته آفتابگردان، کلزا و چاودار کوهی می‌شود (Alivand *et al*., 2012). باز احیایی خسارت ناشی از رادیکال‌های آزاد روی غشاها، به حداقل رساندن پراکسیداسیون لیپید در بذرهای زوال یافته و ترکیبات دیگری که در طول فاز آبنوشی تولید می‌شوند را می‌توان علت این مشاهدات بیان نمود. همبستگی مثبت و معنی‌دار بین درصد جوانه‌زنی و فعالیت آنزیم کاتالاز می‌تواند به این دلیل باشد (جدول ۷).

جدول ۶- تجزیه واریانس برشدهی اثر پرایمینگ در زوال بذر برای برخی صفات جوانه‌زنی و گیاهچه‌ای اندازه‌گیری شده زیره سبز

Table 6. Slicing analysis of variance for effect of priming at different seed deterioration levels on germination and seedling characteristics of cumin

سطوح زوال Deterioration levels	درجه آزادی df	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز) Germination rate (seed.day^{-1})	متوسط زمان جوانه‌زنی (روز) Mean germination time (day)	طول ساقه‌چه(سانتی‌متر) Shoot length (cm)	طول ریشه‌چه(سانتی‌متر) Radicle length (cm)	شاخص طولی بنیه گیاهچه Seedling Length vigor index
صفر 0	4	203.20**	0.141**	0.883**	0.023**	0.015**	0.518**
۱۲ ساعت 12 hours	4	166**	0.159**	0.332 ^{ns}	0.011**	0.008**	0.329**
۲۴ ساعت 24 hours	4	51.20**	0.030**	0.121 ^{ns}	0.032**	0.024**	0.042**
۳۶ ساعت 36 hours	4	90.80**	0.071**	0.677 ^{ns}	0.165**	0.005 ^{ns}	0.064**

ns و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

^{ns} and **: no significant difference and the difference in one percent, respectively.

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۵) نشان داد تأثیر سطوح مختلف پیری تسریع‌شده و پرایمینگ و همچنین برهمکنش آن‌ها ($P\leq0.01$) برای سرعت جوانه‌زنی معنی‌دار شد. نتایج برش‌دهی تیمارها نشان داد که بیشترین سرعت جوانه‌زنی در زوال صفر (شاهد) از پرایمینگ با پتاسیم دی هیدروژن فسفات ۱/۵- مگاپاسکال به دست آمد که با هیدروپرایمینگ و پرایمینگ با پتاسیم دی هیدروژن فسفات ۱- مگاپاسکال اختلاف معنی‌داری نداشت و در زوال ۱۲، ۲۴ و ۳۶ ساعت بیشترین سرعت جوانه‌زنی نیز از هیدروپرایمینگ به دست آمد (جدول ۶). در تحقیقی که روی نخود تحت دو تیمار شاهد و پیری زودرس انجام گردید پیری زودرس سبب کاهش سرعت و درصد جوانه‌زنی شد (Jatoi *et al*, 2001). باسرا و همکاران (Basra *et al*., 2003) دلایل متعدد بیوشیمیایی و متابولیکی برای کاهش توان جوانه-زنی بذرهای فرسوده کتان عنوان کرده‌اند که از جمله می-توان به پراکسیداسیون چربی‌ها و خسارت به غشاهای سلولی و همچنین آسیب به فرآیند سنتز RNA، تخریب DNA، رسوب و غیر فعال شدن آنزیم‌ها اشاره کرد. پرایمینگ می‌تواند از طریق افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت تا حدودی این ترمیم را تسریع بخشد. افزایش فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز فعالیت با پرایمینگ بذر (جداول ۳ و ۴) از یک طرف و همبستگی مثبت و معنی‌دار میان شاخص بنیه و سرعت جوانه‌زنی مؤید نقش مثبت این آنزیم‌ها در ترمیم اثرات تنش زوال است (جدول ۸). وجود مولکول اوره در ساختار یکی از هورمون‌های گیاهی به نام سیتوکینین که خود تحریک کننده تقسیم سلولی است، این احتمال را تقویت می‌کند که باعث تحریک زودهنگام جوانه‌زنی و افزایش سرعت جوانه‌زنی شود. کاربرد اوره به‌عنوان محلول اسموپرایمینگ برای بذر ذرت به‌مدت ۹۶ ساعت در پتانسیل ۱/۲۵- مگاپاسکال و برای بذر گندم با پتانسیل و زمان‌های گوناگون اعمال شده تأثیرات مثبتی به‌همراه داشته است (Kafi *et al*., 2004).

جدول ۷- مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده بذر زیره سبز تحت تأثیر پرایمینگ در سطوح مختلف زوال

Table 7. Mean comparison of the measured traits of cumin seed affected by priming at different levels of deterioration

سطوح زوال Deterioration Levels	پرایمینگ Priming	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز) Germination rate (seed.day^{-1})	متوسط زمان جوانه‌زنی(روز) mean germination time (day)	طول ساقه‌چه(سانتی‌متر) Shoot length (cm)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر) Radicle length (cm)	شاخص طولی بنیه گیاهچه Seedling Length vigor index
صفر 0	Hydropriming	79b	2.28a	8.83a	3.32c	2.30ab	4.44c
	KH_2PO_4 (-1 MPa)	84^{a}	2.24^{a}	8.65^{a}	3.42^{b}	2.17^{c}	4.70b
	KH_2PO_4 (-1.5 MPa)	86^{a}	2.34^{a}	8.4^{b}	3.47^{ab}	2.22^{bc}	4.90a
	Urea (-1 MPa)	68^{c}	1.88^{c}	8.75^{a}	3.47^{ab}	2.32^{a}	3.94d
	Urea (-1.5 MPa)	76^{b}	2.05^{b}	8.76^{a}	3.52^{a}	2.30^{ab}	4.42c
LSD	-	2.17	0.11	0.34	0.12	0.07	0.07
۱۲ ساعت 12 hours	Hydropriming	45^{a}	1.31^{a}	8.92^{bc}	3.12^{c}	1.60^{b}	2.12a
	KH_2PO_4 (-1 MPa)	36^{b}	1.05^{b}	8.83^{c}	3.20^{b}	1.67^{a}	1.75b
	KH_2PO_4 (-1.5 MPa)	35^{b}	0.95^{c}	9.27^{a}	3.20^{b}	1.70^{a}	1.71b
	Urea (-1 MPa)	31^{c}	0.88^{d}	9.11^{b}	3.22^{b}	1.67^{a}	1.51c
	Urea (-1.5 MPa)	28^{d}	0.79^{e}	9.24^{a}	3.27^{a}	1.60^{b}	1.36d
LSD	-	1.54	0.08	0.90	0.06	0.07	0.08
۲۴ ساعت 24 hours	Hydropriming	32^{a}	0.85^{a}	9.69^{a}	2.30^{d}	1.30^{c}	1.15a
	KH_2PO_4 (-1 MPa)	32^{a}	0.87^{a}	9.66^{a}	2.35^{c}	1.40^{b}	1.20a
	KH_2PO_4 (-1.5 MPa)	28^{b}	0.75^{b}	9.53^{ab}	2.40^{b}	1.30^{c}	1.03b
	Urea (-1 MPa)	26^{c}	0.70^{bc}	9.51^{ab}	2.50^{a}	1.47^{a}	1.03b
	Urea (-1.5 MPa)	24^{d}	0.68^{c}	9.37^{b}	2.50^{a}	1.42^{b}	0.94c
LSD	-	2.81	0.08	0.61	0.12	0.05	0.05
۳۶ ساعت 36 hours	Hydropriming	20^{a}	0.58^{a}	9.94^{a}	1.65^{c}	1.15^{b}	0.56a
	KH_2PO_4 (-1 MPa)	17^{b}	0.49^{b}	9.83^{ab}	1.87^{b}	1.20^{ab}	0.52a
	KH_2PO_4 (-1.5 MPa)	17^{b}	0.50^{b}	9.81^{ab}	2.07^{a}	1.22^{ab}	0.56a
	Urea (-1 MPa)	12^{c}	0.35^{c}	9.71^{b}	2.07^{a}	1.20^{ab}	0.39b
	Urea (-1.5 MPa)	8^{d}	0.25^{d}	9.71^{b}	2.15^{a}	1.25^{a}	0.27c
LSD	-	2.35	0.11	0.76	0.11	0.06	0.06

در هر ستون وجود حداقل یک حرف مشترک نشان‌دهنده عدم تفاوت آماری معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSD می‌باشد.

In each column at least one common letter indicates no significant difference in 5% statistical level based on the LSD test.

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۵) تأثیر سطوح مختلف پیری تسریع‌شده و پرایمینگ و همچنین برهمکنش آن‌ها ($P\leq0.01$) برای متوسط زمان جوانه‌زنی معنی‌دار شد. براساس نتایج حاصل از برش‌دهی تیمارها در زوال صفر کمترین متوسط زمان جوانه‌زنی در پرایمینگ با پتاسیم دی هیدروژن فسفات ۱/۵- مگاپاسکال و در زوال ۱۲ساعته کمترین متوسط زمان جوانه‌زنی در پرایمینگ با پتاسیم دی هیدروژن فسفات ۱- مگاپاسکال بود که با هیدروپرایم اختلاف معنی‌داری نداشت. در سطح زوال ۲۴ ساعته کمترین متوسط زمان جوانه‌زنی مربوط به پرایمینگ با اوره در سطح ۱/۵- مگاپاسکال بود که با پرایمینگ با اوره در سطح ۱- مگاپاسکال و پتاسیم دی هیدروژن فسفات ۱/۵- مگاپاسکال اختلاف معنی‌داری نداشت. در سطح زوال ۳۶ ساعت کمترین متوسط زمان جوانه‌زنی مربوط به پرایمینگ با اوره در سطح ۱- و ۱/۵- مگاپاسکال بود (جدول ۷). به نظر می‌رسد یکی از علل کاهش متوسط زمان جوانه‌زنی و به تبع آن افزایش سرعت جوانه‌زنی به واسطه تیمارهای پرایمینگ، افزایش فعالیت-های متابولیکی و نیز افزایش سرعت تقسیم سلولی در نوک ریشه بذور پرایم شده باشد که این فرضیات در

تحقیقاتی که روی بذور گندم گرفته، نشان داده شده است (Basra *et al*., 2002).

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۵) نشان داد تأثیر سطوح مختلف پیری تسریع‌شده و پرایمینگ و همچنین برهمکنش آن‌ها ($P\leq0.01$) بر طول ساقه‌چه معنی‌دار شد. نتایج حاصل نشان داد که در بین سطوح زوال صفر، ۱۲، ۲۴ و ۳۶ ساعت بیشترین طول ساقه‌چه مربوط به پرایمینگ با اوره با ۱/۵- مگاپاسکال بود و در زوال صفر نسبت به زوال ۳۶ ساعت در پرایمینگ با اوره با ۱/۵- مگاپاسکال ۳۹ درصد کاهش نشان داد (جدول ۷). به‌طور کلی پیری بذر توسعه سلول (افزایش اندازه سلول) را بیشتر از تقسیم سلولی محدود می‌سازد. در یک بررسی گزارش شد که پیری بذر سبب کاهش فعالیت پمپ پروتون غشای پلاسمایی می‌شود کاهش فعالیت آنزیم H^+-ATPase ممکن است از طریق کاهش اسیدی شدن دیواره سلولی و کاهش نیروی محرکه لازم برای جذب فعال مواد اسمزی نظیر یون‌ها و قندها توسط سلول‌های در حال توسعه شده و در نتیجه فشار تورگر لازم جهت توسعه سلول را کم می‌کند (Sveinsdottir *et al*., 2009).

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۵) تأثیر سطوح مختلف پیری تسریع‌شده و پرایمینگ و همچنین برهمکنش آن‌ها ($P\leq0.01$) بر طول ریشه‌چه نیز معنی‌دار شد. بر اساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین برش‌دهی تیمارها بیشترین طول ریشه‌چه در زوال صفر در پرایمینگ با اوره ۱- مگاپاسکال و در زوال ۱۲ ساعت در پرایمینگ با پتاسیم دی هیدروژن فسفات ۱/۵- مگاپاسکال، در زوال ۲۴ ساعت در پرایمینگ با اوره ۱- و ۱/۵- مگاپاسکال و در زوال ۳۶ ساعت در پرایمینگ با اوره ۱- مگاپاسکال به دست آمد (جدول ۷). کاهش طول و وزن خشک گیاهچه می‌تواند به خاطر کاهش انتقال ذخایر بذور از لپه‌ها به محور جنینی باشد. فرسودگی با افزایش میزان گلوکز و تنفس گیاهچه بر سنتز پروتئین‌ها و DNA سنتاز گیاهچه اثر می‌گذارد و موجب کاهش پویایی ذخایر بذر و رشد گیاهچه می‌شود (Murthy *et al*., 2003). گزارش شده است که ایجاد فضای بین سلولی و بازسازی غشای سلولی در داخل بذر، به‌واسطه فرایند پرایمینگ، موجب جذب بیشتر آب توسط جنین و افزایش فشار تورژسانس سلول‌های جنینی شده که در نهایت افزایش رشد گیاهچه می‌شود (Argerich *et al*., 1989).

جدول۸- ضرایب همبستگی صفات اندازه‌گیری شده در تیمارهای پرایمینگ و زوال بذر زیره سبز

Table 8. The correlation coefficients traits in seed priming treatments and accelerated aging cumin

	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	شاخص طولی بنیه گیاهچه Seedling Length vigor index	فعالیت آنزیم کاتالاز Catalase activity	فعالیت آسکوربات پراکسیداز Ascorbate peroxidase activity	محتوای پروتئین محلول Soluble protein content
درصد جوانه‌زنی Germination percentage	1					
سرعت جوانه‌زنی Germination rate	0.99**	1				
شاخص طولی بنیه گیاهچه Seedling Length vigor index	0.88**	0.89**	1			
فعالیت آنزیم کاتالاز Catalase activity	0.27*	0.29*	0.29**	1		
آسکوربات پراکسیداز Ascorbate peroxidase activity	0.25 ns	0.26*	0.29*	0.96**	1	
پروتئین محلول Soluble protein content	0.20 ns	0.20 ns	0.19 ns	0.76**	0.76**	1

ns، * و** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد

ns, * and **:, non-significant and significant at 5 and 1 % respectively.

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۵) تأثیر سطوح مختلف پیری تسریع‌شده و پرایمینگ و همچنین برهمکنش آن‌ها ($P\leq0.01$) برای شاخص طولی بنیه گیاهچه معنی‌دار شد. شاخص طولی بنیه گیاهچه شاخصی است که از حاصل ضرب درصد جوانه‌زنی در طول گیاهچه به دست می‌آید. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در سطح بدون زوال بیشترین شاخص طولی بنیه گیاهچه (۴/۹۰) مربوط به پتاسیم دی هیدروژن فسفات ۱/۵- مگاپاسکال بود. نتایج نشان داد که بیشترین شاخص طولی بنیه گیاهچه (۲/۱۲) در سطح زوال ۱۲ ساعته مربوط به هیدروپرایمینگ و ۲۴ ساعته مربوط به هیدروپرایمینگ و پتاسیم دی هیدروژن فسفات ۱- مگاپاسکال بود و در سطح زوال ۳۶ ساعته بیشترین شاخص طولی بنیه گیاهچه از هیدروپرایمینگ، پتاسیم دی هیدروژن فسفات ۱/۵- مگاپاسکال و پتاسیم دی هیدروژن فسفات ۱- مگاپاسکال به دست آمد (جدول ۷).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که با افزایش مدت زمان زوال بذر، شاخص‌های مرتبط با جوانه‌زنی بذر کاهش پیدا کردند، میزان افت این شاخص‌ها از ۱۲ ساعت زوال شروع شده و بیشترین تأثیر مربوط به زوال ۳۶ ساعته بود. در بین تیمارهای پرایمینگ، بهترین تیمار مربوط به پتاسیم دی هیدروژن فسفات ۱/۵- مگاپاسکال بود که توانست به میزان زیادی خسارت ناشی از زوال بذر را بهبود دهد. تیمار اوره ۱/۵- مگاپاسکال تا حدودی اثرات منفی بر این شاخص‌ها گذاشت. شاخص‌های بیوشیمیایی نیز واکنش مشابهی به تیمارهای آزمایشی نشان دادند، در این شرایط پرایمینگ توانست تا حدودی از طریق تحریک فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت کاتالاز و پراکسیداز اثرات زوال را ترمیم نماید. با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان استفاده از نمک پتاسیم دی هیدروژن فسفات را به عنوان تیمار کارآمد در بهبود جوانه‌زنی زیره سبز در بذور دارای کیفیت فیزیولوژیکی پایین و نیز بذور با کیفیت مناسب پیشنهاد نمود.

منابع

Alivand, R., Tavakkol Afshari, R. and Sharifzadeh, F. 2012. The study of deterioration in oil seed crops under different storage conditions. MSc. Thesis. University of Tehran, Iran. (In Persian) **(Thesis)**

Ansari, O. and Sharifzadeh, F. 2012. Improvement germination characteristics of mountain rye (*Secale montanum* L.) primed seeds under slow moisture reduction and accelerated aging condition. Journal of Seed Science and Technology, 2 (2): 68-76. (In Persian)**(Journal)**

Argerich, C. A., Bradford, K. J. and Tarquis, M. 1989. The effects of priming and ageing on resistance of tomato seeds to deterioration. Journal of Experimental Botany, 10: 35–42. **(Journal)**

Balouchi, H. R., Bagheri, Kaydnzamy, R., Movahedi Dehnavi, M. and Yadavi, A. 2012. The effect of accelerated aging on seed germination and seedling growth parameters of three varieties of canola (*Brassica napus*). Journal of Plant Research, 26 (4): 397-411. (In Persian)**(Journal)**

Basra, S. M. A., Ahmad, N., Khan, M. M., Iqbal, N. and Cheema, M. A. 2003. Assessment of cotton seed deterioration during accelerated aging. Seed Science and Technology, 31: 531-540. **(Journal)**

Basra, S. M. A., Zia, M. N., Mahmood, T., Afzal, I. and Khaliq, A. 2002. Comparison of different invigoration techniques in wheat (*Triticum aestivum* L.) Seeds. Pakistan Journal of Arid Agriculture, 5: 6-11. **(Journal)**

Bradford, M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of protein utilizing the principle of protein dye binding. Annual Review of Biochemistry, 72: 248- 25. **(Journal)**

Cacmak, I. and Horst, W. 1991. Effect of aluminum on lipid peroxidation, superoxide dismutase, catalase and peroxidase activities in root tip soybean. Plant Physiology, 83: 463- 468. **(Journal)**

Dean, J. A. 1985. Legends handbook of chemistry. CRC Press. 5: 96-101. **(Handbook)**

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

Ellis, R. H., Agrawal, P. K. and Roose, E. E. 1988. Harvesting and storage factors that affect seed quality in pea, lentil, faba bean and chickpea. Cool Season Food Legumes, 94: 303-327. **(Journal)**

Ghasemi, E., Goodarzian Ghahfarokhi, M., Darvishi, B. and Heidari, Z. 2014. The effect of hydro-priming on germination charactristics, seedling growth and antioxidant activity of accelerated aging wheat seeds. Cercetări Agronomice în Moldova, 4(160): 41-48. **(Journal)**

Gidrol, X., Noubhani, A., Mocquot, B., Fournier, A. and Pradet, A. 1998. Effect of accelerated ageing on protein synthesis in two legume seeds. Plant Physiology and Biochemistry, 26: 281-288. **(Journal)**

Goel, A. A., Goel, K. and Sheoran, I. S. 2003. Changes in oxidative stress enzyme during artificial ageing in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) seeds. Journal of Plant Physiology, 160: 1093-1100. **(Journal)**

Ikic, I., Maric, M., Tomasovic, S., Gunjaca, J., Atovic, Z. S. and Arcevic, H. S. 2012. The effect of germination temperature on seed dormancy in Croatian-grown winter wheats. Euphytica, 188: 25-34. **(Journal)**

Jatoi, S. A., Afzal, M., Nasim, S. and Anwar, R. 2001. Seed deterioration study in pea, using accelerated ageing techniques. Pakistan Journal of Biological Science, 4(12): 1490-1494. **(Journal)**

Kafi, M. 2002. Cumin production and processing technology. University of Mashhad Publication, 200 pages. (In Persian)**(Book)**

Kalpana, R. and Rao, M. K. V. 1995. On the ageing mechanism in pigeon pea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) Seeds. Seed Science Technology, 23: 1-9. **(Journal)**

Kapoor, N., Aria, A., Siddiqui, M. A., Kumar, H. and Amir, A. 2011. Physiological and biochemical changes during seed deterioration in aged seeds of rice (*Oryza sativa* L.). American Journal of Plant Physiology, 6: 28-35. **(Journal)**

Moradi, A. and Balouchi, H. R. 2013. Effect of seed priming on germination and seedling growth of deteriorated rapeseed (*Brassica napus*). Iranian 13rd Crop Science Congress and 3rd Iranian Seed Science and Technology Conference, 25-27 August 2013, Karaj. Iran. (In Persian)**(Conference)**

Mumbvuma, M. T., Mapanda, S. and Mashonjowa, E. 2013. Effect of storage temperature and duration on germination of moringa seeds (*Moringa oleifera*). Greener Journal of Agricultural Sciences, 3(5): 427-432. **(Journal)**

Murthy, U. M. N., Kumar, P. D. and Sun, W. Q. 2003. Mechanisms of seed aging under different storable conditions for *vigina vadiata* L. wilczek. Lipid peroxidation, sugar hydrolysis, Maillavdn reactions and their relationship to state transition. Journal of Experimental Botany, 384: 1057-1067. **(Journal)**

Nakano, Y. and Asada, K. 1987. Purification of ascorbate peroxidase in spinach chloroplast: inactivation in ascorbate-depleted medium and reactivation by monodehydroascorbate radical. Plant Cell Physiology, 28: 131-140. **(Journal)**

Nascimento, W. M. and Aragão, F. A. S. 2004. Muskmelon seed priming in relation to seed vigor. Scientia Agricola, 61(1): 114-117. **(Journal)**

Rennie, R. W. G. and Tomlin, M. M. 1981. A comparison of laboratory vigour test produces for winter wheat seed samples. South African Journal of Plant and Soil, 9: 641-653. **(Journal)**

Roberts, E. H. and Osei-Bonsu, K. 1988. Seed and seedling vigour. Cool Season Food Legumes, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. Pp: 897-910. **(Book)**

Rodo, A. B. and Marcos Filho, J. 2003. Accelerated ageing and controlled deterioration of the physiological potential of onion seeds. Scientia Agricola, 60(3): 465-469. **(Journal)**

Seiadat, S. A., Moosavi, A. and Sharafizadeh, M. 2012. Effect of seed priming on antioxidant activity and germination characteristics of maize seeds under different aging treatments. Research Seed Science, 5(2): 51-62. (In Persian)**(Journal)**

Shourideh, H., Pakniat, H. and Zare, S. 2010. Drought tolerance in some indigenous populations of cumin (*Cuminum cyminum*). Journal of Agricultural and Sustainable Production, 3: 2-20. (In Persian)**(Journal)**

Seiadat, A., Moosavi, A. and Sharaifzadeh, M. 2015. Alleviate seed ageing effects in *Silybum marianum* by application of hormone seed priming. Notulae Scientia Biologicae, 7(3): 316-321. **(Journal)**

Sohrabiani, S. 2016. Effect of priming on germination indices and some enzymes of cumin seeds (*Cuminum cyminum* L.) with different longevity under drought and salinity stresses. Msc. Thesis. Yasouj University, Yasouj, Iran. 140 pages. (In Persian)**(Thesis)**

Sung, J. M. and Chiu, C. C. 1995. Lipid peroxidation and peroxide-scaveging enzyme of naturally aged soybeen seeds. Plant Science, 110: 45-52. **(Journal)**

Sveinsdottir, H., Yan, F., Zhu, Y., Peiter-Volk, T. and Schubert, S. 2009. Seed ageing-induced inhibition of germination and post-germination root growth is related to lower activity of plasma membrane H^+-ATPase in maize roots. Journal of Plant Physiology, 166(2): 128-135. **(Journal)**

Sveinsdottir, H., Yan, F. and Zhu, Y. 2009. Seed ageing-induced inhibition of germination and post-germination root growth is related to lower activity of plasma membrane H+-ATPase in maize roots. Journal of Plant Physiology, 166: 128-135. **(Journal)**

Tavakolafshari, R., Qasim, F., Majnoon Hosseini, N., Alizadeh, E. and Bihamta, M. R. 2007. The effect of aging on seed germination characteristics and activities of antioxidant enzymes catalase and peroxidase in barley genotypes. Iranian Journal of Agricultural Sciences, 2: 337-346. (In Persian)**(Journal)**

Tavakolafshari, R., Rashid, S. and Alizadeh, E. 2009. The effect on germination vigor and activity of catalase and peroxidase in the early stages of germination in two cultivars of rapeseed (*Brassica napus* L.). Iranian Journal of Field Crop Science, 40 (2): 133-125. (In Persian)**(Journal)**

Verma, S. K., Bjpai, G. C., Tewari, S. K. and Singh, J. 2005. Seedling index and yield as influenced by seed size in pigeon pea. Legume Research, 28 (2): 143-145. **(Journal)**

Walters, C., Ballestteros, D. and Vertucci, V. A. 2010. Structural mechanics of seed deteriotion. Plant Science, 179: 565-573. **(Journal)**

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

Effect of accelerated aging and seed priming on germination and some biochemical indices of cumin (*Cuminum Cyminum* L.)

Ramin Piri [1], Ali Moradi[*2], Masoumeh Hoseini Moghaddam[1]

Received: September 24, 2016 Accepted: February 13, 2017

Abstract

In order to investigate the effect of accelerated ageing and priming on biochemical and germination indices of cumin, a two factors experiment was conducted based on completely random design with four replications. Experimental factors were included seed deterioration in four levels (control, 12, 24, 36 hours) and priming in five levels (urea and KH_2PO_4 in two Osmotic potentials of -1 and -1.5 Mpa, and hydro-priming with distilled water). The highest catalase and ascorbate peroxidase activities as well as soluble protein content were observed in the non-deteriorated seeds primed with KH_2PO_4 -1.5 Mpa. Also that the highest germination percentage (86%) and germination rate (2.34 seed day^{-1}), seedling length vigor index (4.90) and the lowest mean germination time (8.4 day) related to the non-deteriorated seeds primed with KH_2PO_4 -1.5 Mpa. The biggest shoot (3.52cm) and root (2.32cm) length attained from not deteriorate seeds that primed with urea -1.5 Mpa. Generally, the results showed that priming by KH_2PO_4 with osmotic potential of -1.5 Mpa could improve vigor of deteriorated seed of cumin.

Key words: Antioxidant enzyme; Cumin; Germination; Osmopriming; Soluble protein

How to cite this article

Piri, R., Moradi, A. and Hoseini Moghaddam, M. 2018. Effect of accelerated aging and seed priming on germination and some biochemical indices of cumin (*Cuminum Cyminum* L.). Iranian Journal of Seed Science and Research, 5(1): 69-81. (In Persian)**(Journal)**

DOI: 10.22124/jms.2018.2901

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. MSc Student of Seed Science and Technology, Yasouj University, Yasouj, Iran

2. Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Yasouj University, Yasouj, Iran

*Corresponding Author: amoradi@yu.ac.ir