علوم و تحقیقات بذر ایران
سال پنجم/ شماره اول/ ۱۳۹۷ (۲۶ - ۱۱)

DOI: 10.22124/jms.2018.2897

اثر قدرت بذر بر سودمندی هیدروپرایمینگ در ارتباط با شاخص‌های مورفولوژیک و بیوشیمیایی دو رقم کلزا

سعید خماری[۱]، قاسم نجفی[۲]، احمد جوادی*[۳]، علی عبادی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۶/۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۹/۲۹

چکیده

امروزه هیدروپرایمینگ به‌عنوان یکی از پیش‌تیمارهای ساده و ارزان جهت بهبود کارآیی بذر شناخته می‌شود. به‌منظور ارزیابی اثر قدرت بذر دو رقم کلزا بر سودمندی هیدروپرایمینگ، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار انجام شد. عوامل آزمایشی شامل دو رقم کلزا (اکاپی و اپرا)، سه سطح قدرت بذر (شاهد، ۲ و ۴ روز فرسودگی) و پیش‌تیمار (بدون پرایمینگ و هیدروپرایمینگ) بود. با کاهش سطح قدرت بذر، افت بیشتری در شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه رقم اپرا مشاهده شد. از طرف دیگر، اثرات بهبود دهنده پیش‌تیمار آبی بذر بر درصد و سرعت جوانه‌زنی و وزن خشک گیاهچه در رقم اکاپی بیشتر نمود پیدا کرد. در سطح سوم قدرت بذر، اثرات محرک هیدروپرایمینگ بر شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافت. افزایش مقدار قندهای محلول و کاهش محتوای پروتئین کل و فعالیت آنزیم کاتالاز در بذور فرسوده هر دو رقم کلزا اتفاق افتاد. هیدروپرایمینگ اثرات سوء ناشی از فرسودگی بذر را تا حدودی رفع نمود، به طوری‌که بیشترین میزان قند محلول (۲/۸۲) و کمترین میزان پروتئین کل (۱/۰۸) و فعالیت آنزیم کاتالاز (۰/۰۲۱) در گیاهچه‌های حاصل از بذور فرسوده سطح سوم قدرت بذر در شرایط عدم کاربرد پیش‌تیمار آبی مشاهده شد. در نهایت با توجه به نتایج این پژوهش، می‌توان به سودمندی پرایمینگ دست کم در ارتباط با ترمیم آسیب‌های ناشی از مراحل اولیه فرسودگی بذر در ارقام کلزا اشاره نمود.

واژه‌های کلیدی: پرایمینگ، جوانه‌زنی، سیستم آنتی‌اکسیدان، فرسودگی بذر، گیاهچه کلزا

۱- استادیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و تکنولوژی بذر، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
۳- دانشجوی دکتری علوم و تکنولوژی بذر، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
۴-استاد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
*نویسنده مسئول: Ahmadjavadi55@yahoo.com

مقدمه

دانه‌های روغنی بعد از غلات دومین منبع مهم تأمین انرژی مورد نیاز جوامع انسانی می‌باشند. گیاه دانه روغنی کلزا با سطح زیر کشت حدود ۳۱ میلیون هکتار و سهم ۱۵ درصدی از کل تولید روغن گیاهی در جهان و نیز دارا بودن سطح زیر کشت بالغ بر ۱۳۰ هزار هکتار در ایران، بعد از سویا به‌عنوان دومین منبع زراعی مهم جهت تولید روغن خوراکی در نظر گرفته می‌شود (FAO, 2014). بنابراین، در سال‌های اخیر زراعت دانه‌های روغنی به‌ویژه کلزا در کشور بسیار مورد توجه قرار گرفته و شناسایی موانع تولید این محصولات اقتصادی جزو الویت‌های اصلی مراکز تحقیقاتی بوده است. در این راستا یکی از مهم‌ترین عواملی که کشت کلزا را به‌طور منفی متأثر می‌سازد، کیفیت پایین بذر و در نتیجه جوانه‌زنی ضعیف و عدم استقرار مطلوب گیاهچه‌ها در مزرعه می‌باشد. با سبز شدن به موقع گیاهچه‌ها، امکان استفاده مناسب‌تر از منابع محیطی و تکمیل سریع مراحل نموی تیپ‌های پاییزی قبل از آغاز یخبندان فراهم می‌گردد (Soltani *et al.,* 2001). به‌طور کلی، کیفیت بذر مؤلفه‌های مختلفی از جمله قابلیت جوانه‌زنی، قدرت بذر و گیاهچه، قابلیت انبارمانی و سلامت بذر را در بر می‌گیرد. در این میان، قدرت بذر به‌عنوان یکی از مهم‌ترین جنبه‌های کیفیت بذر به‌طور تقریبی هم‌زمان با رسیدگی فیزیولوژیک به حداکثر میزان خود می‌رسد (Zhang *et al*., 2013). شرایط محیطی حاکم بر دوره رسیدگی فیزیولوژیک تا رسیدگی برداشت و همچنین شرایط انبارداری بر کیفیت بذر تأثیرگذار بوده (Goel *et al.*, 2003) و فرآیند فرسودگی موجب افت قدرت بذر می‌گردد. یکی از دلایل فیزیولوژیکی مهم که سبب فرسودگی و در نتیجه کاهش کیفیت بذر می‌شود، پراکسیداسیون لیپیدی ناشی از هجوم رادیکال‌های آزاد می‌باشد. در کل بعد از رسیدگی فیزیولوژیک و طی دوره پس از برداشت، به‌واسطه دما، رطوبت و میزان اکسیژن بالای محیط نگهداری بذر، فرآیند فرسودگی به‌تدریج آغاز گردیده و بر اثر تخریب ساختار DNA و RNA، افزایش فعالیت پروتئازها، کاهش بیوسنتز پروتئین، افزایش تنفس و مقدار قند محلول در نهایت موجب کاهش قدرت بذر و گیاهچه و افت عملکرد گیاه زراعی می‌گردد. از طرف دیگر، بذر گیاهان زراعی دانه‌روغنی نظیر کلزا نسبت به شرایط نامساعد محیطی بسیار حساس می‌باشند، به طوری‌که اکسایش ذخایر روغنی موجب فرسودگی سریع‌تر بذر شده و قابلیت جوانه‌زنی را کاهش می‌دهد (McDonald, 2000). خسارت‌های ناشی از فرسودگی به‌وسیله برخی پیش‌تیمارهای بهبود بذر به‌ویژه پرایمینگ به‌عنوان یک روش جدید در فناوری بذر قابل ترمیم و بازیابی است (Ashraf and Foolad, 2005). در این رابطه، پیش‌تیمار آبی (هیدروپرایمینگ) بذر به‌عنوان روشی بسیار ساده، ارزان و کارآمد به‌واسطه تحریک فعالیت‌های متابولیکی مرتبط با فرآیند جوانه‌زنی موجب بهبود سرعت، درصد و یکنواختی سبز شدن گیاهچه‌ها می‌گردد (Ashraf and Foolad, 2005; Casenave and Toselli, 2007). پاول و همکاران (Powell *et al.*, 2000) پیش‌تیمار آبی بذرهای فرسوده گل کلم را عامل افزایش درصد جوانه‌زنی گزارش نموده و علت آن را افزایش پروتئین ß- توبولین (پلی‌پپتیدی که در تقسیم سلولی تولید می‌شود) در سلولهای مریستمی ریشه‌چه اظهار داشتند. هیدروپرایمینگ همچنین موجب کاهش میانگین زمان جوانه‌زنی و افزایش درصد جوانه‌زنی بذرهای فرسوده آفتابگردان گردید (Kausar *et al.*, 2009). پرایمینگ بذر نخود فرنگی، برخی از آسیب‌های کروموزومی ناشی از فرسودگی را ترمیم نمود (Sivritepe and Dourado, 1995).

با در نظر گرفتن مسائل ذکر شده و نیز محدودیت منابع علمی در زمینه اثر قدرت بذر بر سودمندی هیدروپرایمینگ، هدف از انجام این تحقیق ارائه راه‌حلی در جهت کاهش آسیب‌های ناشی از فرسودگی بر جوانه‌زنی بذر و استقرار گیاهچه کلزا بود. در همین راستا، اثر پیش‌تیمار آبی توده‌های بذری برخوردار از سطوح قدرت متفاوت بر برخی شاخص‌های مورفولوژیک و بیوشیمیایی جوانه‌زنی و رشد گیاهچه دو رقم پاییزه کلزا مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

بذرهای دو رقم پاییزه کلزا (*Brassica napus* L. var. Opera oleifera cv. Okapi and) به نام‌های اکاپی و اپرا از بخش دانه‌های روغنی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه گردید. یک توده بذری فرسوده نشده از هر رقم

به عنوان شاهد (بذر قوی) و دو توده دیگر پس از دو و چهار روز فرسودگی به روش آزمون پیری سریع (Rapid Aging Test) در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد با رطوبت بذر ۱۶ درصد به‌ترتیب به‌عنوان سطوح دوم و سوم قدرت بذر در نظر گرفته شدند. پس از انجام آزمایش مقدماتی، به‌منظور اعمال هیدرو پرایمینگ، بذرها به‌مدت هشت ساعت (عدم خروج ریشه‌چه) بین دو لایه حوله کاغذی مرطوب در دمای ۲۰ درجه سانتی-گراد قرار داده شدند.

پس از ضد عفونی سطحی بذرها با محلول یک درصد هیپو کلریت سدیم به مدت ۱۵ دقیقه، آزمون جوانه‌زنی استاندارد مطابق با روش ایستا (ISTA) به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار ۵۰ بذری در حوله‌های کاغذی و در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد انجام شد. شمارش تعداد بذرهای جوانه‌زده (خروج دو میلی‌متری ریشه‌چه) به طور روزانه صورت گرفت و تا پایان روز هفتم از شروع آزمایش ادامه یافت. در هر واحد آزمایشی، درصد جوانه‌زنی استاندارد و طول و وزن خشک گیاهچه اندازه‌گیری شد. سرعت جوانه‌زنی بذر ($\bar{R}$) با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید (Ellis and Roberts, 1981):

n= تعداد بذور جوانه زده در هر روز

$$\bar{R} = \frac{\sum n}{\sum Dn}$$

D= تعداد روز از آغاز آزمایش

مقدار قند محلول گیاهچه کلزا بر اساس یم و ویلس (Yemm and Willis, 1954) تعیین گردید. هفتاد میلی‌گرم ماده خشک گیاهچه در هاون ساییده و دو میلی‌لیتر اتانول ۸۰ درصد افزوده شد. خمیر حاصل در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه در حمام آب گرم انکوبه گردید. در ادامه، نمونه‌ها با سرعت ۵۵۰۰ rpm به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شدند. این مرحله برای هر نمونه دو بار تکرار و رو شناور (سوپرناتانت) موجود در لوله‌ها تلفیق گردید. محلول حاصل با اتانول ۸۰ درصد به حجم شش میلی‌لیتر رسانده شد. سپس چهار میلی‌لیتر معرف آنترون به آن‌ها اضافه گردید و در حمام آبی ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه قرار گرفتند. پس از سرد شدن سریع لوله‌های آزمایش در حمام یخ، قرائت جذب در طول موج ۶۲۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر انجام گردید. در نهایت، اعداد جذب با استفاده از رابطه به دست آمده از منحنی استاندارد غلظت‌های مختلف گلوگز خالص، به صورت میلی‌گرم کربوهیدرات در گرم وزن خشک گیاهچه ارائه شد.

مقدار پروتئین کل گیاهچه کلزا مطابق روش برادفورد (Bradford, 1976) با اندکی تغییر اندازه‌گیری گردید. مقدار ۰/۱ گرم ماده تر گیاهچه با یک میلی لیتر بافر فسفات ۱۰۰ میلی مولار (pH= ۶/۵) درون هاون چینی ساییده و پس از انتقال به میکروتیوب با سرعت rpm ۱۲۰۰۰ به مدت ۱۵ دقیقه در دمای چهار درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ گردید. در ادامه، ۱۰۰ میکرو لیتر از روشناور حاصل به لوله‌های آزمایشی که قبلاً درون هر کدام پنج میلی‌لیتر معرف برادفورد ریخته شده بود، اضافه گردید. پس از گذشت پنج دقیقه از شروع واکنش و تثبیت رنگ محلول در دمای آزمایشگاه، قرائت در طول موج ۵۹۵ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر صورت گرفت. سپس اعداد حاصل، با استفاده از رابطه به دست آمده از منحنی استاندارد غلظت‌های مختلف آلبومین سرم گاوی (BSA)، بر حسب میلی‌گرم پروتئین در گرم وزن تر گیاهچه ارائه شد.

فعالیت آنزیم کاتالاز گیاهچه کلزا، با استفاده از روش ابی (Aebi, 1984) تعیین شد. به منظور استخراج آنزیم کاتالاز، ۱۰۰ میلی‌گرم بافت گیاهچه توسط یک میلی‌لیتر بافر استخراج [۵۰ میلی‌لیتر بافر فسفات ۵۰ میلی‌مولار (pH= ۶) تهیه و چهار گرم پودر پلی ونیل پیرولیدون (PVP) اضافه شد] در چهار درجه سانتی‌گراد هموژن گردید. خمیر حاصل در سرعت rpm ۱۲۰۰۰ و دمای چهار درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شد. در ادامه، سه میلی‌لیتر بافر فسفات ۱۰۰ میلی‌مولار (pH= ۶) و ۴۰ میکرولیتر محلول ۳۰ میلی مولار آب اکسیژنه (H_2O_2) با هم مخلوط گردید. پس از افزودن ۱۰۰ میکرو لیتر عصاره آنزیمی، در پایان پنج دقیقه از شروع واکنش در دمای آزمایشگاه، جذب در طول موج ۲۴۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد. اعداد جذب بر عدد ضریب خاموشی پراکسید هیدروژن ($\mu M^{-1}.cm^{-1}$ ۳۹/۴) تقسیم و فعالیت ویژه آنزیم کاتالاز بر اساس میکرو مول H_2O_2 تولید شده در دقیقه بیان شد.

داده‌های به دست آمده توسط نرم افزار SAS و با رویه Proc GLM مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

با توجه به نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (ANOVA)، درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر و طول، وزن خشک، مقادیر قند محلول و پروتئین کل و فعالیت آنزیم کاتالاز گیاهچه‌های کلزا از نظر اثرات اصلی رقم، قدرت بذر، پرایمینگ و اثر متقابل رقم×قدرت بذر تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد نشان دادند. برهمکنش رقم×پرایمینگ به لحاظ درصد جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. اثر متقابل قدرت بذر×پرایمینگ از نظر درصد جوانه‌زنی در سطح احتمال پنج درصد و به لحاظ سرعت جوانه‌زنی، مقدار پروتئین کل و فعالیت آنزیم کاتالاز در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری را نشان داد. اثر متقابل سه جانبه رقم×قدرت بذر×پرایمینگ بر سرعت جوانه‌زنی بذر و مقادیر قند محلول و پروتئین کل گیاهچه در سطح احتمال یک درصد و بر وزن خشک و فعالیت آنزیم کاتالاز گیاهچه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار گردید (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثرات قدرت بذر و پرایمینگ بر جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه و برخی خصوصیات بیوشیمیایی گیاهچه دو رقم کلزا

Table 1. Analysis of variance for effects of seed priming and seed vigor on seed germination and seedling growth and some biochemical characteristics of seedling in tow cultivar of canola

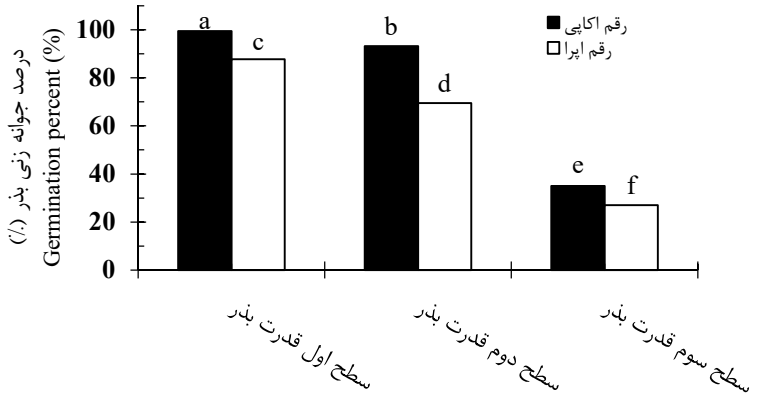
منابع تغییر Sources of variance	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean Squares: درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	طول گیاهچه Seedling length	وزن خشک گیاهچه seedling dry weight	محتوی قند محلول گیاهچه Soluble sugar content in seedling	محتوی پروتئین گیاهچه Protein content in the seedling	فعالیت آنزیم کاتالاز گیاهچه activity of catalase in seedling
رقم Cultivar	1	1008.333**	0.044**	10.120**	0.140**	159.10**	0.166**	0.00030**
قدرت بذر Seed Vigor	2	1762.58**	0.770**	245.615**	1.777**	7789.34**	1.651**	0.000980**
پرایمینگ Priming	1	616.333**	0.213**	58.609**	0.217**	1045.42**	0.450**	0.000560**
رقم×قدرت بذر C×SV	2	1028.083**	0.020**	6.006**	0.051**	77.53**	0.004ns	0.00025**
رقم×پرایمینگ C×P	1	108**	0.003 ns	0.2 ns	0.011ns	6.51ns	0.000018ns	0.00012ns
قدرت بذر×پرایمینگ SV×P	2	42.583*	0.082**	1.330 ns	0.005ns	9.90ns	0.010**	0.0002**
رقم×قدرت بذر×پرایمینگ C×SV×P	2	10.75 ns	0.005**	1.373 ns	0.0133**	20.86**	0.033**	0.00014*
خطا Error	33	12.82	0.0004	0.499	0.003	3.17	0.001	0.0032
ضریب تغییرات (٪) CV (%)		5.21	6.39	6.04	3.92	2.27	2.83	5.54

ns ، ** و * به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد

ns, **, * Respectively non-significant and significant P≤0.01and P≤ 0.05

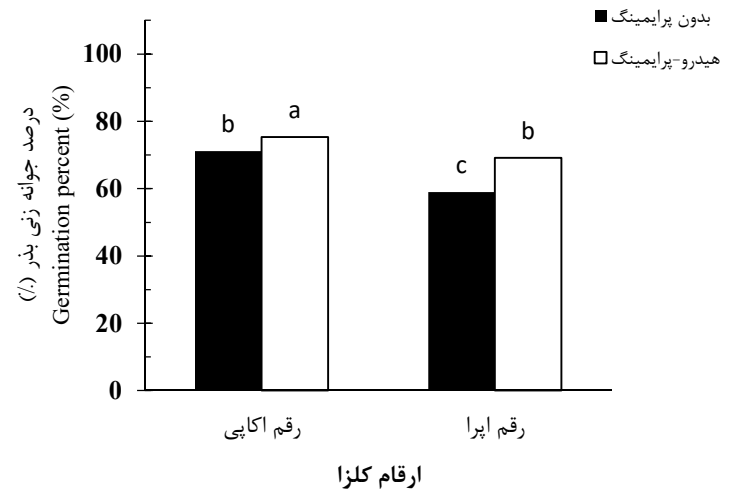
C= Cultivar; SV= seed Vigor; P= Priming

با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها، درصد جوانه‌زنی استاندارد با افت قدرت بذر کاهش یافت. با وجود این که بیشترین (۹۹ درصد) و کم‌ترین (۲۷ درصد) درصد جوانه‌زنی به ترتیب در بذرهای فرسوده نشده اکاپی و ضعیف‌ترین توده بذری رقم اپرا (سطح سوم قدرت بذر) به دست آمد، درصد جوانه‌زنی در اثر فرسودگی بذر در هر دو رقم به طور معنی-داری کاهش یافت (شکل ۱). از طرف دیگر، هیدروپرایمینگ باعث بهبود نسبی آسیب ناشی از فرسودگی بذر در هر دو رقم کلزا شد. پاسخ رقم اپرا (افزایش ۱۰ درصدی نسبت به شاهد همین رقم) به اثرات بهبود دهنده پیش تیمار آبی بر درصد جوانه‌زنی بذر در مقایسه با اکاپی (افزایش پنج درصدی نسبت به شاهد همین رقم) بهتر بود (شکل ۲). هیدروپرایمینگ تا حدودی موجب افزایش بیش‌تر درصد جوانه‌زنی بذرهای فرسوده در مقایسه با شاهد (بذرهای قوی) گردید به طوری که تحت تأثیر هیدروپرایمینگ بذرها در سطح اول قدرت ۴ درصد، در سطح دوم قدرت ۸/۵ درصد و در سطح سوم قدرت ۲۱/۵ درصد افزایش جوانه‌زنی مشاهده شد (شکل ۳). در این راستا، توکل افشاری و همکاران (Tavakol Afshari *et al*., 2009) کاهش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی بذر ارقام کلزا با افزایش مدت زمان فرسودگی توده‌های بذری را گزارش نمودند. در کل، پژوهش‌های متعدد حاکی از افزایش تعداد گیاهچه‌های غیر عادی در توده‌های بذری فرسوده انواع گیاهان زراعی می‌باشد (Modarresi *et al.,* 2002; Saha and Sultana, 2008). در این راستا مک دونالد (McDonald, 1999) عنوان نمود که افزایش تولید گیاهچه‌های غیر نرمال تحت تأثیر افزایش واکنش‌های اکسیداتیو و نشت محتوای بذر به بیرون که شرایط را برای رشد قارچ‌های مهاجم فراهم می-کند، یکی از نشانه‌های فرسودگی و زوال بذر است. کاهش درصد جوانه‌زنی استاندارد به واسطه افت قدرت بذر، می‌تواند. ناشی از تغییرات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی ناشی از حوادث فرسودگی باشد که می‌توان به پراکسیداسیون لیپیدی، خسارت به غشاهای سلولی، افت سنتز RNA و تخریب DNA، رسوب پروتئین‌ها و غیر فعال شدن آنزیم‌ها اشاره کرد (Lehner *et al.*, 2008; Ghassemi-Golezani *et al.*, 2010). در ارتباط با امکان اثر ترمیمی پیش تیمار بذر، خدابخش و همکاران (Khodabakhsh *et al.*, 2011) عنوان نمودند که هیدروپرایمینگ بذر موجب افزایش درصد جوانه-زنی استاندارد بذرهای ارقام مختلف نخود گردید. از طرف دیگر، تعدادی از محققان نتایج مشابهی را در مورد گیاه آفتابگردان گزارش نموده‌اند (Moghanibashi *et al.*, 2012). در پژوهشی که توسط تونند و همکاران (Townend *et al.*, 1996) صورت گرفت، فعالیت آنزیم آلفاآمیلاز (یکی از مهم‌ترین آنزیم‌های هیدرولیز کننده ذخایر بذری) توده‌های بذری پیش تیمار شده برنج افزایش یافت که این ارتقای سطح فعالیت آنزیم آلفاآمیلاز در بذرهای فرسوده پیش تیمار شده نمود بیش‌تری از خود نشان داد. به نظر می‌رسد که هیدروپرایمینگ بذر، قابلیت جوانه‌زنی را از طریق ترمیم RNA و DNA، تحریک بیوسنتز پروتئین‌ها و متابولیت‌های جوانه‌زنی و نیز ترمیم غشاهای بذری افزایش می‌دهد (Giri and Schilinger, 2003; Farooq *et al.*, 2009).



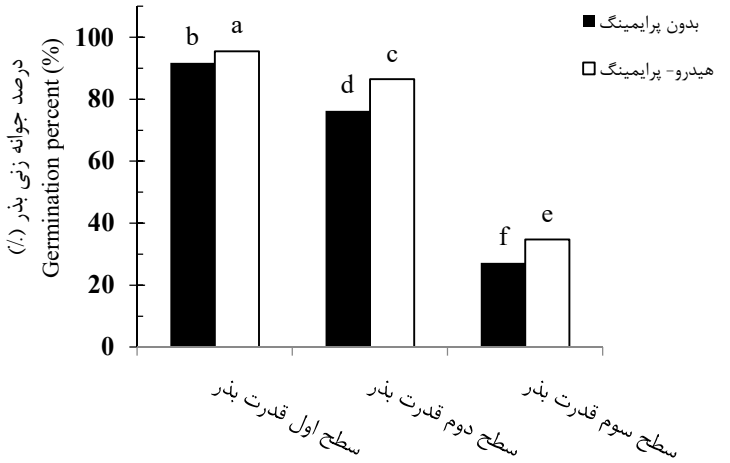
شکل ۱- میانگین درصد جوانه‌زنی بذر دو رقم کلزا متأثر از قدرت بذر

Figure 1. Mean of seed germination percentage of two cultivars of canola regarding to seed vigor



شکل ۲- میانگین درصد جوانه‌زنی بذر دو رقم کلزا متأثر از هیدروپرایمینگ

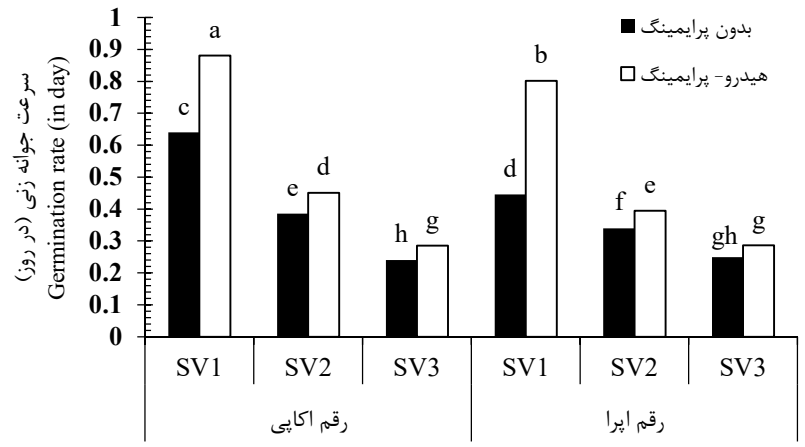
Figure 2. Mean of seed germination percentage of two cultivars of canola regarding to hydro-primin



شکل ۳- میانگین درصد جوانه‌زنی بذر کلزا متأثر از قدرت بذر و هیدروپرایمینگ

Figure 3. Mean of seed germination percentage of two cultivars of canola regarding to seed vigor and hydro-priming

با افزایش سطح فرسودگی بذر، سرعت جوانه‌زنی توده-های بذری هر دو رقم کلزا به طور معنی‌داری کاهش یافت. پیش‌تیمار آبی بذر سبب تعدیل اثرات منفی فرسودگی بر سرعت جوانه‌زنی در هر دو رقم کلزا گردید به طوری‌که در سطح سوم فرسودگی سرعت جوانه‌زنی بذرهای هیدروپرایم شده رقم اکاپی و اپرا نسبت به بذرهای پرایم نشده به ترتیب حدود ۱۶ و ۱۳ درصد افزایش نشان دادند. بذرهای رقم اکاپی برخوردار از سطح قدرت بالا (توده شاهد فرسوده نشده) به واسطه هیدروپرایمینگ، سریع‌ترین جوانه‌زنی را از خود نشان دادند. کندترین جوانه‌زنی ارقام کلزا در توده‌های پیش‌تیمار نشده متعلق به سطح سوم قدرت بذر مشاهده شد، که این کاهش در مقایسه با شاهد (سطح اول فرسودگی) در رقم اکاپی ۶۲ درصد و در رقم اپرا ۴۴ درصد بود (شکل ۴).



شکل ۴- میانگین سرعت جوانه‌زنی بذر دو رقم کلزا متأثر از قدرت بذر و هیدروپرایمینگ

Figure 4. Mean of seed germination percentage of two cultivars of canola regarding to seed vigor and hydro-priming

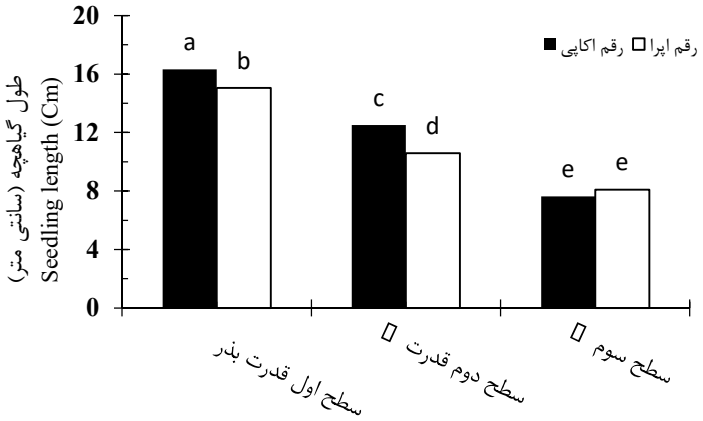
(SV_1، SV_2 و SV_3 به ترتیب سطوح اول، دوم و سوم قدرت بذر)

(SV_1, SV_2, and SV_3 the first, second and third level of seed vigor, respectively)

یکی از آزمون‌های قدرت بذر، سرعت جوانه‌زنی می‌باشد. در این زمینه، پژوهشگران متعددی گزارش نمودند که با افت قدرت بذر سرعت جوانه‌زنی کاهش می‌یابد (Dehghan shoar *et al.*, 2005; Javadi, 2012). کاهش سرعت جوانه-زنی در اثر فرسودگی بذر احتمالاً به دلیل وقفه‌ای است که در شروع فرآیند جوانه‌زنی در بذرهای فرسوده ایجاد می‌شود. چرا که بذر برای تعمیر خسارت‌های وارد شده به غشا و دیگر قسمت‌های سلول و همچنین آغاز مجدد فعالیت سیستم آنتی‌اکسیدان و جلوگیری از بروز تنش اکسیداتیو نیاز به زمان داشته و ترمیم این آسیب‌ها فقط پس از جذب آب توسط بذر امکان پذیر است. بنابراین مدت زمان لازم برای تکمیل فرآیند جوانه‌زنی در بذرهای فرسوده افزایش می‌یابد که نتیجه آن کاهش سرعت جوانه‌زنی می‌باشد (Murthy *et al.*, 2003; Lehner *et al.*, 2008). غلامی تیه‌بنی و همکاران (Gholami Tiyebeni, 2011) گزارش کردند که با افزایش زمان فرسودگی بذر برنج، سرعت جوانه‌زنی به صورت خطی کاهش یافت و شدت افت در بذرهای پیش تیمار شده کمتر بود. از طرف دیگر، هریس و همکاران (Harris *et al.*, 2001) عنوان نمودند که پرایمینگ می‌تواند موجب بهبود سرعت جوانه‌زنی بذر و سبز شدن گیاهچه در بسیاری از گونه‌های زراعی شود. افزایش سرعت جوانه‌زنی بر اثر پیش‌تیمار آبی بذر برای گیاهانی نظیر مارچوبه و گوجه‌فرنگی (Pill *et al.*, 1991)، ذرت و پنبه (Murungu *et al.*, 2003)، هندوانه (Demir and Mavi, 2004) و نخود (Kaur *et al.*, 2003) نیز گزارش شده است. به نظر می‌رسد افزایش سرعت جوانه‌زنی در تیمارهای آماده‌سازی بذر به دلیل افزایش سرعت فعال شدن آنزیم‌ها و انبساط سلول‌ها باشد (Cantliffe *et al.*, 1984). هیدروپرایمینگ موجب تحریک فعالیت‌های متابولیکی جوانه‌زنی شده و قندهای ساده به سرعت قابل استفاده می‌گردند و این امر نیز بهبود سرعت جوانه‌زنی و یکنواختی رشد گیاهچه‌ها را در بر دارد (Ghassemi-Golezani *et al.*, 2008).

طول گیاهچه‌های حاصل از توده‌های بذری فرسوده به طور معنی‌داری در هر دو رقم کلزا کاهش یافت (شکل ۵). در کل، بذور ضعیف رقم اپرا در مقایسه با اکاپی گیاهچه‌های کوتاهتری تولید نمود به طوری‌که بیش‌ترین طول گیاهچه (۱۶/۳۳ سانتی‌متر) به سطح اول قدرت بذر رقم اکاپی و کم‌ترین طول گیاهچه (۸/۰۸ سانتی‌متر) به ضعیف‌ترین توده بذری رقم اپرا تعلق داشت. نتایج پژوهش حاضر مبنی بر ایجاد گیاهچه‌های کوتاهتر توسط توده‌های بذری فرسوده و ضعیف در مقایسه با

بذور شاهد (فرسوده نشده قوی) با یافته‌های سایر محققان در مورد گیاهان لوبیا و کلزا همسو بود (Neto *et al.*, 2001; Verma *et al.*, 2003; Javadi, 2012). احتمال می‌رود کاهش پویایی ذخایر در بذرهای فرسوده به واسطه کاهش فعالیت هورمون جیبرلین و افت سنتز آنزیم‌های هیدرولیتیک طی فرآیند جوانه‌زنی موجب کاهش بهره‌گیری از ذخایر و افت کسر ذخایر انتقال یافته بذر به گیاهچه گردیده و در نتیجه کاهش طول گیاهچه را در پی داشته باشد (Soltani *et al.*, 2009).



شکل ۵- میانگین طول گیاهچه دو رقم کلزا متأثر از قدرت بذر

Figure 5. Mean of seedling length of tow cultivars of canola regarding to seed vigor

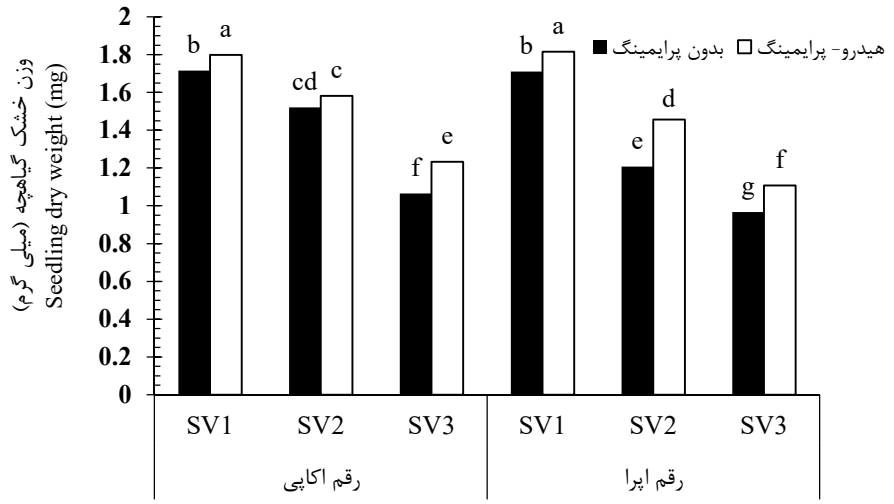
در کل، وزن خشک گیاهچه‌های حاصل از بذور فرسوده رقم اپرا کاهش قابل ملاحظه‌ای در مقایسه با شاهد (توده فرسوده نشده) نشان داد (شکل ۶). پیش‌تیمار آبی بذور کلزا سبب افزایش معنی‌دار طول گیاهچه (جدول ۲) و وزن خشک گیاهچه‌های (شکل ۶) تولید شده گردید. به طور متوسط، گیاهچه‌های حاصل از بذور هیدروپرایمینگ شده حدود دو سانتی‌متر بلندتر و هفت درصد سنگین‌تر از شاهد بودند. با در نظر گرفتن اثرات مثبت و محرک افزایش فعالیت آنزیم‌های آلفا-آمیلاز و ساکاروز سنتتاز (Kaur *et al.,* 2003) و مقدار کربوهیدرات‌های محلول (Sung and Chang, 1993) بر فعالیت متابولیکی و استفاده از ذخایر بذور هیدروپرایمینگ شده (Soltani *et al.,* 2006; Soltani *et al.,* 2008)، افزایش طول و وزن خشک گیاهچه در مطابقت با یافته‌های سایر محققان (Joodi and Sharifzadeh, 2005; Basra *et al.*, 2006; Nezami *et al.*, 2013) قابل توجیه می‌باشد.

جدول ۲- میانگین طول گیاهچه متاثر از هیدروپرایمینگ

Table 2. Mean of seedling length of tow cultivars of canola regarding to hydro-priming

پرایمینگ بذر Seed Priming	طول گیاهچه (سانتی‌متر) Seedling length (Cm)
بدون پرایمینگ (شاهد) Non-Priming	10.59 b
هیدروپرایمینگ Hydro-priming	12.80 a

جوادی (Javadi, 2012) در پژوهش روی کلزا مشاهده کرد که با افزایش زمان فرسودگی بذر، وزن خشک گیاهچه به طور معنی‌داری کاهش یافت. در این راستا کاهش وزن خشک گیاهچه‌های حاصل از بذور با قدرت پایین (Neto *et al.*, 2001; Javadi, 2012) و افزایش وزن خشک گیاهچه تحت تأثیر هیدروپرایمینگ در گیاهان مختلف گزارش شده است (Kaur *et al.,* 2003; Sivritepe *et al.,* 2003).



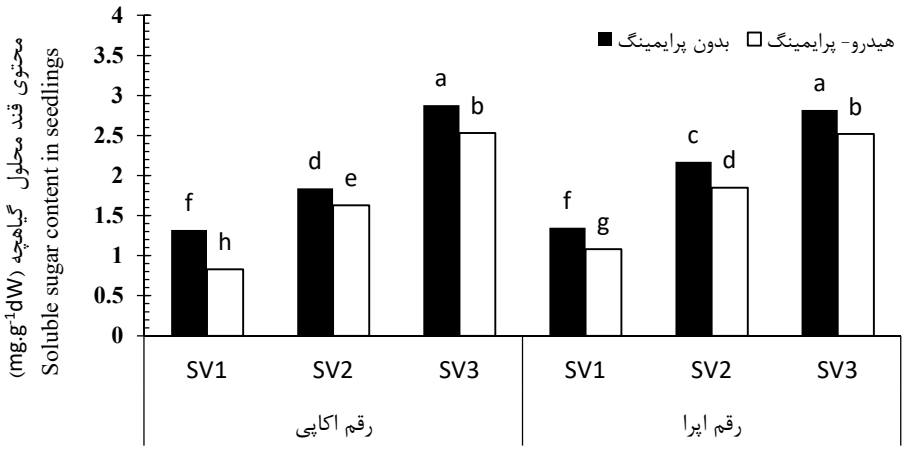
شکل ۶- میانگین وزن خشک گیاهچه دو رقم کلزا متأثر از قدرت بذر و هیدروپرایمینگ

Figure 6. Mean of seedling dry weight of tow cultivars of canola regarding to seed vigor and hydro-priming

(SV_1، SV_2 و SV_3 به ترتیب سطوح اول، دوم و سوم قدرت بذر)

(SV_1, SV_2, and SV_3 the first, second and third level of seed vigor, respectively)

مقدار قند محلول گیاهچه‌های حاصل از بذور فرسوده هر دو رقم کلزا به طور معنی‌داری افزایش یافت (شکل ۷). از طرف دیگر، کاهش سطح قدرت بذر در هر دو رقم کلزا موجب کاهش معنی‌دار میزان پروتئین کل گیاهچه‌ها گردید که این افت در رقم اپرا بیشتر از اکاپی بود (شکل ۸). پیش تیمار آبی هر دو توده بذری موجب کاهش معنی‌دار میزان قند محلول در مقایسه با شاهد گردید که این روند در رقم اکاپی مشهودتر بود. همچنین، هیدروپرایمینگ بذر ضمن بهبود اثرات سوء ناشی از فرسودگی باعث افزایش محتوای پروتئین کل گیاهچه شد. مک‌دونالد (McDonald, 2000) اظهار نمود که با افزایش زمان فرسودگی در بذر کدو تخم کاغذی میزان قند محلول گیاهچه افزایش یافت. همچنین کریشنا و همکاران (Krishna *et al.,* 2000). طی فرسودگی بذر افزایش میزان گلوگز گیاهچه‌ها را گزارش کردند. به طور کلی با افزایش سطوح فرسودگی بذر مقدار قندهای الیگوساکارید نظیر ساکارز و رافینوز کاهش و میزان قندهای منوساکارید مانند گلوکز افزایش می‌یابد (Wattanakulpakin *et al.,* 2012; Fatichin *et al.,* 2013). کاهش رشد و تجمع ساکارز در گیاهچه‌های حاصل از بذرهای زوال یافته به دلیل کاهش متابولیسم کربوهیدرات‌ها و انتقال ساکارز به بافت‌های هدف (McDonald, 2000)، دلیل احتمالی افزایش قندهای محلول در گیاهچه‌های حاصل از بذرهای فرسوده می‌باشد. ورما و همکاران (Verma *et al.,* 2003) بیان نمودند که درصد پروتئین کل در اثر فرسودگی بذر کاهش می‌یابد. در مطالعات مختلفی که روی گیاهان متفاوت انجام شده نتایج مشابهی توسط دیگر پژوهشگران گزارش گردیده است (Chandel *et al.,* 2016). کاهش میزان پروتئین‌های موجود در بذر یکی از اثرات تخریبی فرسودگی بذور می‌باشد که منجر به کاهش قدرت بذر می‌گردد. فرسودگی موجب کاهش سنتز پروتئین و افزایش فعالیت پروتئازها گردیده و درنتیجه میزان پروتئین بذر را کاهش می‌دهد (Krishna Chaitanya *et al.,* 2000). کاهش پروتئین‌های بذر می‌تواند به دلیل غیر طبیعی شدن پروتئین، افزایش فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز و نیز کاهش میزان ATP طی فرسودگی بذر باشد (Gidrol *et al.,* 1990). علاوه بر این، طی وقوع فرآیند فرسودگی در ساختارهای جنین بذر، تخریب پروتئین‌ها توسط واکنش‌های وابسته به متابولیسم کربوهیدرات تحت عنوان واکنش‌های آمادوری و میلارد اتفاق می‌افتد (Kumar *et al.,* 1999).

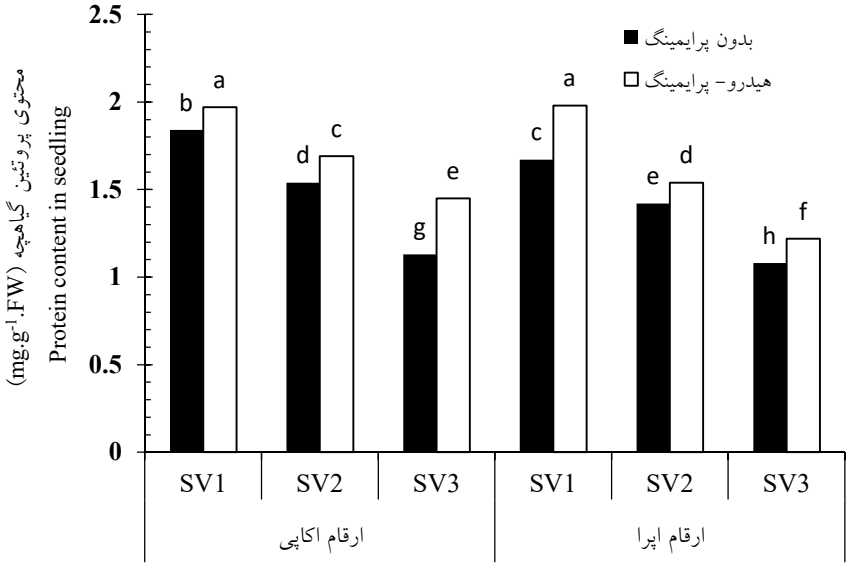


شکل ۷- میانگین محتوی قند محلول گیاهچه دو رقم کلزا متأثر از قدرت بذر و هیدروپرایمینگ

Figure 7. Mean of soluble sugar content in seedlings of tow cultivars of canola regarding to seed vigor and hydro-priming

(SV_1، SV_2 و SV_3 به ترتیب سطوح اول، دوم و سوم قدرت بذر)

(SV_1, SV_2, and SV_3 the first, second and third level of seed vigor, respectively)



شکل ۸- میانگین محتوی پروتئین گیاهچه دو رقم کلزا متأثر از قدرت بذر و هیدروپرایمینگ

Figure 8. Mean of protein content in seedling of tow cultivars of canola regarding to seed vigor and hydropriming

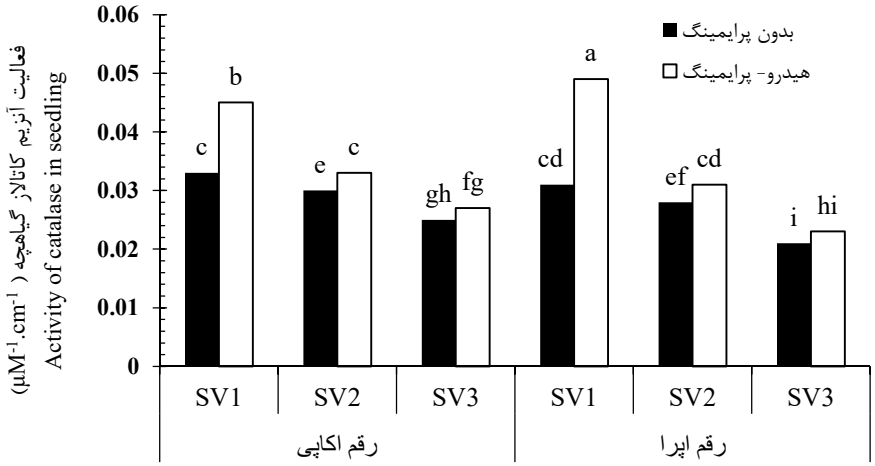
(SV_1، SV_2 و SV_3 به ترتیب سطوح اول، دوم و سوم قدرت بذر)

(SV_1, SV_2, and SV_3 the first, second and third level of seed vigor, respectively)

التایب در جو (El-Tayeb, 2005) و الشینتیناوی و الشورباگی در گندم (El-Shintinawy and El-Shourbagy, 2001) عنوان کردند که پرایمینگ بذر موجب افزایش مقدار پروتئین گیاهچه‌ها می‌گردد. پژوهش‌های انجام شده نشان داد که، پیش‌تیمار آبی منجر به تغییرات متنوع بیوشیمیایی، سلولی و ملکولی مانند بیوسنتز RNA و پروتئین‌ها می‌گردد (Dell'Aquila and Bewley, 1989; Davison and Bray, 1991). آسیب‌های ژنتیکی و عدم

یکنواختی غشای سلولی از دلایل عمده کاهش سنتز پروتئین طی جوانه‌زنی می‌باشند (Gidrol *et al.,* 1998)، لذا پیش تیمار آبی از طریق ترمیم و بیوسنتز اسیدهای نوکلئیک، سنتز پروتئین و همچنین ترمیم غشای سلولی موجب افزایش مقدار پروتئین گیاهچه می‌گردد (McDonald, 2000).

در کل با افزایش شدت فرسودگی بذر، فعالیت آنزیم کاتالاز گیاهچه‌های کلزا کاهش قابل ملاحظه‌ای یافت، که این روند در گیاهچه‌های حاصل از بذور پیش‌تیمار شده رقم اپرا محسوس‌تر بود. به طوری که فعالیت این آنزیم در گیاهچه‌های حاصل از بذور پیش‌تیمار شده برخوردار از سطح سوم قدرت بذر در رقم اپرا ۵۳ درصد و در رقم اکاپی ۴۰ درصد نسبت به شاهد (بذور پیش‌تیمار شده برخوردار از سطح اول قدرت) کاهش نشان داد. بالاترین فعالیت کاتالاز در گیاهچه‌های به دست آمده از بذور قوی پیش‌تیمار شده رقم اپرا (۰/۰۴۹) و پایین‌ترین فعالیت این آنزیم در گیاهچه‌های مربوط به ترکیب تیماری سطح سوم قدرت در شرایط بدون هیدروپرایمینگ (۰/۰۲۱) بود. پیش‌تیمار آبی بذور ارقام کلزا موجب افزایش معنی‌دار فعالیت کاتالاز به‌ویژه در گیاهچه‌های حاصل از بذور فرسوده نشده در مقایسه با شاهد (عدم هیدروپرایمینگ) گردید. کاهش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان در اثر فرسودگی بذر به دلایل متعددی مانند آسیب رسیدن به سنتز RNA که در نهایت موجب کاهش تولید پروتئین خواهد شد، کاهش سنتز پروتئین‌ها از جمله آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان، رسوب و غیر فعال شدن آنزیم‌ها اتفاق می‌افتد (McDonald, 1999; Basra *et al.,* 2003). علاوه بر آن اضافه شدن قندهای احیا شده به پروتئین‌ها که به صورت غیر آنزیمی صورت می‌گیرد و به واکنش میلارد معروف است، موجب غیر فعال شدن آنزیم‌های آنتی اکسیدان در شرایط فرسودگی بذر می‌شود (Neto *et al.,* 2001; Murthy *et al.,* 2003). کاهش فعالیت آنزیم کاتالاز گیاهچه به واسطه افت قدرت بذر در مطالعات برخی پژوهشگران مورد توجه قرار گفته است (Goel *et al.,* 2003; Lehner *et al.,* 2008). در این راستا، توکل افشاری و همکاران (Tavakol Afshar *et al.,* 2009) کاهش معنی‌دار فعالیت کاتالاز در بذور فرسوده ارقام مختلف کلزا را گزارش نمودند. کیبینزا و همکاران (Kibinza *et al.,* 2011) ضمن بررسی فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان در گیاهچه‌های حاصل از بذور فرسوده کلزا، کاهش فعالیت کاتالاز و نقش بهبود دهنده پرایمینگ در ارتباط با اثرات منفی ناشی از پیری بذر را مورد تأکید قرار دادند. در این ارتباط، اثر مثبت و محرک هیدروپرایمینگ بر افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان نظیر کاتالاز و در نتیجه بهبود رشد گیاهچه مورد اشاره واقع شده است (Burguieres *et al.,* 2007)..



شکل ۹- میانگین فعالیت آنزیم کاتالاز گیاهچه دو رقم کلزا متأثر از قدرت بذر و هیدروپرایمینگ

Figure 9. Mean of catalase activity in seedling of tow cultivars of canola regarding to seed vigor and hydro-priming

(SV_1، SV_2 و SV_3 به ترتیب سطوح اول، دوم و سوم قدرت بذر)

(SV_1, SV_2, and SV_3 the first, second and third level of seed vigor, respectively)

نتیجه گیری

با در نظر گرفتن مجموع نتایج به دست آمده می‌توان چنین نتیجه گرفت که علاوه بر تفاوت بین ژنوتیپ‌ها، سطح قدرت و میزان فرسودگی بذور کلزا بر سودمندی پیش‌تیمار آبی اثر گذار بود؛ به طوری‌که شاخص‌های جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه در توده‌های بذری شاهد و کم‌تر فرسوده شده در مقایسه با بذور ضعیف‌تر (سطح سوم قدرت) به واسطه هیدروپرایمینگ بیش‌تر بهبود یافت. همچنین میزان پروتئین کل و فعالیت آنزیم کاتالاز گیاهچه‌های حاصل از بذور فرسوده تحت تأثیر هیدروپرایمینگ نسبت به شرایط بدون پرایمینگ افزایش قابل ملاحظه‌ای داشت. این امر نشان‌دهنده قابلیت و ظرفیت هیدروپرایمینگ، دست‌کم در ارتباط با ترمیم آسیب-های ناشی از کاهش قدرت در مراحل اولیه فرسودگی بذر ارقام مختلف کلزا می‌باشد. در پایان، انجام سلسله آزمایش‌های مشابه روی بذور گیاهان زراعی مختلف جهت واکاوی بیش‌تر نتایج حاصل از این پژوهش قابل توصیه است.

سپاسگزاری

مؤلفان مقاله کمال قدردانی خویش را از همکاری صمیمانه حوزه معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه محقق اردبیلی در زمینه اعطای کمک مالی و اعتباری به منظور اجرای هر چه مطلوب‌تر مجموعه آزمایش‌های این تحقیق علمی اعلام می-دارند.

منابع

Aebi, H. 1984. Catalase in vitro. Methods in Enzymology, 105: 121-126. **(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 none-saline conditions. Advances in Agronomy, 88: 223-271. **(Journal)**

Basra, S. M. A., Afzal, I., Anwar, S., Anwar-ul-haq, M., Shafiq, M. and Majeed, K. 2006. Alleviation of salinity stress by seed invigoration techniques in wheat (*Triticum aestivum* L.). Seed Technology, 28(1): 36-46. **(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)**

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

Burguieres, E., McCue, P., Kwon, Y. I. and Shetty, K. 2007. Effect of vitamin C and folic acid on seed vigour response and phenolic-linked antioxidant activity. Bioresource Technology, 98(7): 1393-1404. **(Journal)**

Cantliffe, D. J., Fischer, J. M. and Nell, T. A. 1984. Mechanism of seed-priming in circumventing thermodomancy in lettuce. Plant Physiology, 75(2): 290-294. **(Journal)**

Casenave, E. C. and Toselli, M. E. 2007. Hydro-priming as a pre-treatment for cotton germination under thermal and water stress conditions. Seed Science and Technology, 35: 88-98. **(Journal)**

Chandel, R. K., Khan, Z. and Radhamani, J. 2016. Changes in enzyme activity during accelerated ageing in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). Legume Genomics and Genetics, 7(9) 112-123. **(Journal)**

Davison, P. A. and Bray, C. M. 1991. Protein synthesis during osmo-priming of leek (*Allium porrum* L.). Seed Science Research, 1: 29-35. **(Journal)**

Dehghan shoar, M., Hamidi, A. and Mobasser, S. 2005. Evaluation of seed vigor tests. Seed Plant Certification Registration Institute, Agricultural Education Research Institute, Agricultural Education publishing, pp: 193. (In Persian)**(Book)**

Dell'Aquila, A. and Bewley, J. D. 1989. Protein synthesis in the axes of polyethylene glycol treated pea seeds and during subsequent germination. Journal of Experimental Botany, 40(9): 1001-1007. **(Journal)**

Demir, I. and Mavi, K. 2004. The effect of priming on seedling emergence of differentially matured watermelon (*Citrullus lanatus*) seeds. Scientia Horticulture, 97: 229-237. **(Journal)**

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)**

El-Shintinawy, F. and El-Shourbagy, M. N. 2001. Alleviation of changes in protein metabolism in NaCl-

stressed wheat seedlings by thiamine. Biologia Plantarum, 44(4): 541-545. **(Journal)**

El-Tayeb, M. A. 2005. Response of barley grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. Plant Growth Regulation, 45: 215-224. **(Journal)**

Food and Agriculture Organization. 2014. Statistics: FAOSTAT agriculture. Retrieved June 10, 2015. from http://faostat.fao.org.

Farooq, M., Basra, S. M. A., Wahid, A., Ahmad, N. and Saleem, B. A. 2009. Induction of drought tolerance in rice (*Oryza sativa* L.) by exogenous application of salicylic acid. Journal of Agronomy and Crop Science, 195: 237-246. **(Journal)**

Fatichin Zheng, S. H. and Arima, S. 2013. Varietal difference in early vegetative growth during seedling stage in soybean. Plant Production Science, 16(1): 77-83. **(Journal)**

Ghassemi-Golezani, K., Aliloo, A. A., Valizadeh, M. and Moghaddam, M. 2008. Effects of different priming techniques on seed invigoration and seedling establishment of lentil. Journal of Food Agriculture and Environment, 6: 222-226. **(Journal)**

Ghassemi-Golezani, K., Bakhshy, J., Raey, Y. and Hossainzadeh-Mahootchy, A. 2010. Seed vigor and field performance of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) cultivars. Notulae Botancae Horti Agrobotanici Cluj-Napuca, 38 (3): 146-150. **(Journal)**

Gholami Tiyebeni, H., Salehi Balashahri, M. and Farhadi, R. 2011. Effect of priming and seed aging on germination and seedling growth of rice. Journal of Seed Science and Technology, 2(1):1-13. (In Persian) **(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)**

Gidrol, X., Noubhani, A. and Pradet, A. 1990. Biochemical changes induced by accelerated aging in sunflower seeds. II. RNA populations and protein synthesis. Physiologia Plantarum, 80: 598-604. **(Journal)**

Giri, G. S. and Schilinger, W. F. 2003. Seed priming of winter wheat for germination, emergence and yield. Crop Science, 43: 2135-2141. **(Journal)**

Goel, A., Coel, A. K. and Sheran, J. F. 2003. Changes in oxidative stress enzymes during artificial aging in cotton seeds. Journal of Plant Physiology, 160: 1093-1100. **(Journal)**

Harris, D., Pathan, A. K., Gothkar, P., Joshi, A., Chivasa, W. and Nyamudeza, P. 2001. On-farm seed priming: using participatory methods to revive and refine a key technology. Agricultural Systems, 69: 151-164. **(Journal)**

Javadi, A. 2012. The effects of seed deterioration and calcium and boron on germination and establishment of rapeseed under salinity stress. Seed Science and Technology Master's Thesis. University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran. (In Persian)**(Thesis)**

Joodi, M. and Sharifzadeh, F. 2005. Investigation of hydro-priming effects on barley cultivars. Desert, 11(1): 99-109. (In Persian)**(Journal)**

Kaur, S., Gupta, A. K. and Kaur, N. 2003. Priming of chickpea seeds with water and mannitol overcomes the effect of salt stress on seedling growth. International Chickpea and Pigeon pea Newsletter, 10: 18-20. **(Journal)**

Kausar, M., Mahmood, T., Basra, S. M. A. and Arshad, M. 2009. Invigoration of low vigor sunflower hybrids by seed priming. International Journal of Agriculture and Biology, 11(5): 521-528. **(Journal)**

Khodabakhsh, F., Amooaghaie, R., Mostajeran, A. and Emtiazi, G. 2011. Effect of hydro and osmopriming in two commercial chickpea cultivars on germination, growth parameters and nodules number in salt stress condition. Journal of Plant Biology, 2(6): 71-86. (In Persian)**(Journal)**

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

Krishna Chaitanya, K. S., Keshavkant, S. and Naithani, S. C. 2000. Changes in total protein and protease activity in sal (*Shorea robusta*) seeds. Silva Fennica, 34(1): 71-77. **(Journal)**

Kumar, G. N. M., Houtz, R. L. and Knowles, N. R. 1999. Age-induced protein modifications and increased proteolysis in potato seed-tubers. Plant Physiology, 119: 89-99. **(Journal)**

Lehner, A., Mamadou, N., Poels, P., Come, D., Bailly, C. and Corbineau, F. 2008. Change in soluble

carbohydrates, lipid peroxidation and antioxidant enzyme activity in the embryo during aging in wheat grains. Journal of Cereal Science, 47 (3): 555-565. **(Journal)**

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

McDonald, M. B. 2000. Seed priming. In Seed Technology and its Biological Basis" (M. Black and J.D. Bweley. Eds.). Sheffield Academic press Ltd., Sheffieid. 287-325. **(Book)**

McDonald, M. B. 2001. Seed deterioration: physiology, repair and assessment. Seed Science and Technology, 27: 177-237. **(Journal)**

Modarresi, R., Rucker, M. and Tekrony, D. M. 2002. Accelerated aging test for comparing wheat seed vigor. Seed Science and Technology, 30: 683-687. **(Journal)**

Moghanibashi, M., Karimmojeni, H., Nikneshan, P. and Behrozi, D. 2012. Effect of hydropriming on seed germination indices of sunflower (*Helianthus annuus* L.) under salt and drought conditions. Plant Knowledge Journal, 1(1), p.10. **(Journal)**

Murthy, U. N., Kumar, P. P. and Sun, W. Q. 2003. Mechanisms of seed ageing under different storage conditions for *Vigna radiata* (L.) Wilczek: lipid peroxidation, sugar hydrolysis, Maillard reactions and their relationship to glass state transition. Journal of Experimental Botany, 54(384), 1057-1067. **(Journal)**

Murungu, F. S., Nyamugafata, P., Chiduza, C., Clark, L. J. and Whalley, W. R. 2003. Effects of seed priming, aggregate size and matric potential on emergence of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) and maize (*Zea* mays L.). Soil Tillage Research, 74: 161-168. **(Journal)**

Neto, N. B. M., Custodio, C. C. and Takaki, M. 2001. Evaluation of naturally and artificially aged seed of *Phaseolus vulgaris* L. Seed Science and Technology, 29: 137-149. **(Journal)**

Nezami, A., Khazaei, H. R., Mirhashemi, S. M. and Hasanzade Aval, F. 2013. The effect of priming on germination and seedling growth of maize. Journal of Seed Science and Technology, 2(1): 39-45. (In Persian)**(Journal)**

Pill, W. G., Frett, J. J. and Morneau, D. C. 1991. Germination and seedling emergence of primed tomato and asparagus seeds under adverse conditions. Scientia Horticulture, 26: 1160-1162. **(Journal)**

Powell, A. A., Yule, L. J., Jing, H., Groot, S. P. C., Bino, R. J. and Pritchard, H. W. 2000. The influence of aerated hydration seed treatment on seed longevity as assessed by the viability equations. Journal of Experimental Botany, 51: 2031-2043. **(Journal)**

Saha, R. R. and Sultana, W. 2008. Influence of seed ageing on growth and yield of soybean. Bangladesh Journal of Botany, 37: 21-26. **(Journal)**

Chwember, A. R. and Bradford, K. J. 2010. Quantitative trait loci associated with longevity of lettuce seeds under conventional and controlled deterioration storage conditions. Journal of Experimental Botany, 61: 4423-4436. **(Journal)**

Sivritepe, H. O. and Dourado, A. M. 1995. The effects of priming treatments on the viability and accumulation of chromosomal damage in aged pea seeds. Annals of Botany, 75: 165-171. **(Journal)**

Sivritepe, N., Sivritepe, H. O. and Eris, A. 2003. The effects of NaCl priming on salt tolerance in melon seedling grown under saline conditions. Scientia Horticulture, 97: 229-237. **(Journal)**

Soltani, A., Gholipoor, M. and Zeinali, E. 2006. Seed reserve utilization and seedling growth of wheat as affected by drought and salinity. Environmental and Experimental Botany, 55: 195-200. **(Journal)**

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

Soltani, E., Kamkar, B., Galeshi, S. and Ghaderi, F. 2009. The effect of seed aging on wheat emergence on the response of environmental stress. Electronic Journal of Crop Production, 2(2): 43-58. **(Journal)**

Soltani, E., Kamkar, S., Galeshi, S. and Akram Ghaderi, F. 2008. The effect of seed deterioration on seed reserves depletion and heterotrophic seedling growth of wheat. Journal of Agriculture and Natural Resources, 15(1): 193-196. (In Persian)**(Journal)**

Sung, F. J. and Chang, Y. H. 1993. Biochemical activities associated with priming of sweet corn seeds to improve vigor. Seed Science and Technology, 21: 97-105. **(Journal)**

Tavakol Afshar, R., Rashidi, S. and Alizade, H. 2009. Effects of seed aging on germination characteristics and on catalase and peroxidase activities in two canola cultivars (*Brassica napus* L.). Field Crop Science, 40(2): 125-133. (In Persian)**(Journal)**

Townend, J., Mtakwa, P. W., Mullins, C. E. and Simmonds, L. P. 1996. Soil physical factors limiting establishment of sorghum and cowpea in two contrasting soil types in the semi-arid tropics. Soil Tillage Research, 40: 89-106. **(Journal)**

Verma, S. S., Verma, U. and Tomer, R. P. S. 2003. Studies on seed quality parameters in deteriorating seeds in *Brassica*. Seed Science and Technology, 31: 389-396. **(Journal)**

Wattanakulpakin, P., Photchanachai, S., Ratanakhanokchai, K., Kyu, K. L., Ritthichai, P. and Miyagawa, S. 2012. Hydro priming effects on carbohydrate metabolism, antioxidant enzyme activity and seed vigor of maize (*Zea mays* L.). African Journal of Biotechnology, 11(15): 3537-3547. **(Journal)**

Yemm, E. W. and Willis, A. J. 1954. The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. Biochemistry Journal, 57(3): 508-514. **(Journal)**

Zhang, Q. Y., Hashemi, M., Hebert, S. J. and Li, Y. S. 2013. Different responses of pre-emergence and early seedling growth to planting depth between vegetable soybean and grain soybeans. Legume Research-An International Journal, 36(6): 515-521. **(Journal)**

Effect of seed vigor on the hydro-priming usefulness associated with morphological and biochemical indices of two varieties of Canola

Saeid Khomari[1], Ghasem Najafi[2], Ahmad Javadi[*3], Ali Ebadi[4]

Received: August 28, 2016 Accepted: December 19, 2016

Abstract

Nowadays, hydro-priming has been known as a simple and inexpensive way for improving the efficiency of the seed. To evaluate the effects of seed vigor of two canola cultivars on the hydro-priming effectiveness, a factorial experiment was conducted based on randomized complete design, with four replications. Experimental factors included two cultivars of rapeseed (Okapi and Opera), three levels of seed vigor (control, 2 and 4 days aging) and pre-treatment (non-priming and hydro-priming). With decreasing the seed vigor level, Germination and seedling growth indices of Opera was further declined. On the other hand, the more promotive effects of hydro-priming were found on seed germination percentage and germination rate and seedling dry weight of the Okapi. In the third level of seed vigor, the positive effects of hydro-priming on germination and seedling growth indices were significantly reduced. Increasing amount of the soluble sugars and decrease of the total protein content and catalase activity in deteriorated canola seeds occurred. Hydro-priming partly eliminated adverse effects of seed deterioration. So that highest soluble sugars (2.82) and the lowest total protein (1.08) and catalase activity (0.021) were observed in seedlings produced from more deteriorated non-primed seed lot. Finally, according to the results of this study, it can be mentioned that priming is useful at least in relation with repair of injuries induced by seed deterioration.

Keywords: **Antioxidant System; Canola Seedlings; Priming; Germination; Seed Deterioration**

How to cite this article
Khomari, S., Najafi, Gh., Javadi, A. and Ebadi, A. 2018. Effect of seed vigor on the hydro-priming usefulness associated with morphological and biochemical indices of two varieties of Canola. Iranian Journal of Seed Science and Research, 5(1): 11-26. (In Persian)**(Journal)**
DOI: 10.22124/jms.2018.2521

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. Assistant Professor, Faculty of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
2. MSc Graduated of Seed Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
3. Ph.D Student of Seed Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
4- Professor, Faculty of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
*Corresponding author: Ahmadjavadi55@yahoo.com