

تأثیر پیش تیمار بذر با ویتامین‌های گروه ب بر برخی صفات زراعی و فیزیولوژیک کلزا در شرایط فرسودگی بذر

سعید معیری، مهدی برادران فیروزآبادی^{*}، منوچهر قلی‌پور و مصطفی حیدری

گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۴/۱۳، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۴۰۰/۰۲/۱۸)

چکیده

پیری بذر پدیده‌ای است که هر ساله تلفات اقتصادی فراوانی را به‌بار می‌آورد که استفاده از روش‌های نوین و کارآمد برای مقابله با آن ضروری است. ویتامین‌های گروه ب نقش دفاعی و آنتی‌اکسیدانی دارند و در رشدونمو مؤثر هستند، لذا احتمال دارد که بتوانند آثار پیری بذر را التیام بخشند. به همین منظور آزمایشی مزرعه‌ای جهت بررسی تأثیر پیش تیمار بذر با ویتامین‌های گروه ب بر رشد و عملکرد کلزا در شرایط فرسودگی بذر در دانشگاه صنعتی شاهرود در اسفند ماه ۱۳۹۶ اجرا شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با سه تکرار بود. تیمارهای آزمایش شامل سه سطح فرسودگی بذر صفر، ۵۰ و ۱۰۰ ساعت و ۷ سطح پیش تیمار بذر با ویتامین‌های گروه ب (بدون پیش تیمار، آب مقطر، تیامین، ریبوفلاوین، نیاسین، اسید پانتوتنیک و پیریدوکسین) با غلظت ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر بود. فرسودگی بذر در دمای ۴۰ درجه سلسیوس و پیش تیمار بذور به مدت ۸ ساعت انجام شد. نتایج نشان داد که با اعمال تیمار فرسودگی کلیه صفات مورد اندازه‌گیری کاهش و تنها میزان آنتوسیانین افزایش یافت. در شرایط فرسودگی شدید، پیش تیمار بذر با آب مقطر و پیریدوکسین به ترتیب سبب افزایش صفت عملکرد پروتئین و روغن شدند. پیش تیمار اسید پانتوتنیک نیز در این شرایط سبب افزایش مقدار آنتوسیانین، کلروفیل کل و عملکرد دانه شد، به‌طوری‌که عملکرد دانه در این تیمار نسبت به گیاهان رشدیافته از بذور بدون پیش تیمار افزایش ۱۴۳ درصدی داشت. به‌طورکلی در بین تیمارهای مورد بررسی پیش تیمار بذور با ویتامین‌های اسید پانتوتنیک و تیامین سبب بهبود و افزایش مقدار بسیاری از صفات از قبیل عملکرد و میزان روغن و پروتئین دانه گردید. برتری این تیمارها در بذور نرمال کاملاً مشهود بود ولی در بذور فرسوده اختلاف معنی‌داری با آب مقطر نداشتند. لذا نتایج نشان داد که در بذور فرسوده می‌توان با هزینه کمتر و استفاده از آب مقطر نتیجه مشابهی بدست آورد.

کلمات کلیدی: اجزای عملکرد، اسید پانتوتنیک، تیامین، زوال بذر

مقدمه

فعالیت‌های آنزیمی، کاهش تنفس و تغییر در ساختار غشاء سلولی و افزایش نشت متابولیت‌ها می‌گردد. بروز این پدیده سبب کاهش قوه‌نامیه، بنیه بذر و گیاهچه، جوانه‌زنی، سبز شدن و رشد گیاهچه و نیز افزایش حساسیت به تنش‌های محیطی و درنهایت کاهش عملکرد محصول می‌شود (Hampton, 2003).

زوال بذر پدیده‌ای است که پس از رسیدگی فیزیولوژیک بذر و در دوره پس از برداشت در شرایط بالابودن دما، رطوبت و فشار اکسیژن محیط نگهداری بذر به‌تدریج آغاز می‌شود و موجب تخریب ساختار DNA و RNA ریبوزومی، کاهش

^{*} نویسنده مسؤول، نشانی پست الکترونیکی: m.baradaran.f@gmail.com

به‌طورکلی، زوال بذر یک فرآیند غیرقابل انعطاف و برگشت‌ناپذیر است. اگرچه درنهایت بذر نیز مانند هر موجود زنده دیگری می‌میرد، به‌نظر می‌رسد کاهش سرعت زوال به‌وسیله روش‌های انبارداری مناسب و استفاده از تکنیک‌های نوین در صنعت بذر امکان‌پذیر باشد. ولی این تیمارها فقط شرایط را برای بروز بهینه پتانسیل بذر فراهم می‌سازند و کیفیت فیزیولوژیکی پایه بذر را تغییر نمی‌دهند (Akbar et al., 2009). گزارش شده است که زوال شدید سبب کاهش میزان فعالیت آنزیم کاتالاز می‌شود. کاهش فعالیت آنزیم کاتالاز در تیمارهای زوال شدید بذر سبب تجمع پراکسید هیدروژن شده و همین امر به‌واسطه تشکیل رادیکال‌های هیدروکسیل به بذر آسیب می‌رساند (Goel et al., 2003). با افزایش شدت زوال مصنوعی و همچنین با افزایش مدت زمان انبارداری طبیعی میزان هدایت الکتریکی بذور افزایش می‌یابد و این نتیجه اثر بیشتر زوال بر غشاهای سلولی و افزایش نشت الکترولیت‌ها در این شرایط است (شعبانی و همکاران، ۱۳۹۷). فرسودگی بذر در جو سبب کاهش وزن هزار دانه، تعداد سنبله در متر مربع، درصد فیبر و پروتئین، عملکرد زیستی، عملکرد دانه و شاخص برداشت می‌گردد (خشت زر و سیادت، ۱۳۹۳). همچنین زوال بذر سبب کاهش محتوای نسبی آب، شاخص سطح برگ، شاخص کلروفیل، عملکرد دانه و بیولوژیک، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه و شاخص برداشت ارقام ذرت شد (رشیدی و همکاران، ۱۳۹۸).

پیش‌تیمار بذر یک تکنیک نوین در علوم و تکنولوژی بذر است که به‌عنوان یکی از روش‌های مبارزه با فرسودگی مطرح است که می‌تواند به ظهور بهینه پتانسیل بذر کمک نماید. نتیجه آن را می‌توان در یکنواختی جوانه‌زنی بذر، استقرار اولیه گیاه‌چه، بهره‌برداری از نهاده‌های محیطی، زودرسی و افزایش کمی و کیفی محصول مشاهده کرد (Ashraf and Foolad, 2005). بذور پرایم‌شده آمادگی جوانه‌زنی و استقرار پیش از قرارگرفتن در بستر خود را کسب می‌کنند، که به‌لحاظ متابولیکی، بیوشیمیایی، ساختار سلولی و... در وضعیت زیستی مناسب‌تری در مقایسه با بذور پرایم‌نشده قرار می‌گیرند

(Harris, 2006). به‌عنوان مثال پیش‌تیمار بذر کلزا با اسید سالیسیلیک بر درصد سبزشدن، شاخص سبزشدن، وزن تر و وزن خشک گیاه‌چه، سطح برگ حقیقی و لپه، میانگین روزهای لازم برای سبزشدن، گسترده سبزشدن و ارتفاع ساقه و گیاه‌چه و وزن مخصوص برگ مؤثر بوده است (میار صادقی و همکاران، ۱۳۸۹).

امروزه پژوهش‌هایی در خصوص استفاده از ویتامین‌ها برای تخفیف آثار نامطلوب محیطی بر گیاهان و بهبود رشد و نمو آنها صورت گرفته است. آخرین مطالعات نشان داده است که تیمار بذر گیاهان با برخی از ویتامین‌ها در بهبود رشد مؤثر بوده است. ویتامین‌ها می‌توانند به‌عنوان تنظیم‌کننده‌های زیستی در غلظت‌های کم تأثیر به‌سزایی در رشد گیاه داشته باشند. این عوامل تنظیم‌کننده، بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی مانند سنتز آنزیم‌ها (Hathout, 1995) را تحت تأثیر قرار می‌دهند. ویتامین‌ها به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان می‌توانند یک نیروی محرکه قوی برای مقاومت به تنش‌های مختلف باشند (Jochum et al., 2007). همچنین در حفاظت سلول‌های گیاهی در مقابل پیری و اختلالات مؤثرند (Robinson, 1973). برخی از ویتامین‌های گروه B مانند تیامین، اسید فولیک، ریبوفلاوین و پیریدوکسین به‌طور بالقوه می‌توانند به‌عنوان یک تحریک‌کننده غیرمستقیم برای ساخت پروتئین باشند (Burguires et al., 2007). کمپلکس ویتامین B می‌تواند به‌عنوان کوآنزیم در واکنش‌های آنزیمی نقش ایفا کند که توسط کربوهیدرات‌ها، لیپیدها و پروتئین‌ها متابولیز می‌شود و در فتوسنتز و تنفس درگیر می‌شود (Hendawy et al., 2010). در تحقیقاتی که در مورد تأثیر پیش‌تیمار بذر عنصر روی، اسید پانتوتنیک و پیریدوکسین بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه لوبیا سبز انجام شده است، مشخص شد که برهم‌کنش اسید پانتوتنیک و پیریدوکسین روی تعداد دانه در غلاف، عملکرد دانه و وزن صد دانه لوبیا سبز اثر مثبت دارد (حلفی و همکاران، ۱۳۹۶). با عنایت به مزایای متعددی که برای ویتامین‌های گروه B به‌ویژه نقش دفاعی و آنتی‌اکسیدانی آنها ذکر شد، این احتمال وجود دارد که کاربرد خارجی این مواد

روی بذر بتواند به تقویت سیستم دفاعی گیاه کمک نماید و هزینه های آن را کاهش دهد. بنابراین بررسی این موضوع در این پژوهش مورد توجه قرار گرفت و پیش تیمار بذر با ویتامین های گروه B جهت نیل به اهداف مورد نظر شامل بررسی اثر تیمار ویتامین های گروه B بر رشد، عملکرد و کیفیت گیاه کلزا، بررسی تأثیر زوال بذر بر رشد، عملکرد و کیفیت گیاه کلزا، بررسی برهم کنش بین ویتامین های B با بذور فرسوده کلزا و انتخاب بهترین پیش تیمار بذر در راستای کاهش آثار منفی فرسودگی بذر انجام گردید.

مواد و روش

این آزمایش در سال زراعی ۹۶-۹۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود روی گیاه کلزا رقم هایولا ۴۰۱ اجرا شد. آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک های کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل سه سطح فرسودگی بذر صفر، ۵۰ و ۱۰۰ ساعت (به ترتیب به عنوان عدم فرسودگی، فرسودگی متوسط و فرسودگی شدید) و ۷ سطح پیش تیمار بذر با ویتامین های گروه B (شاهد، آب مقطر، تیامین، ریبوفلاوین، نیاسین، اسید پانتوتنیک و پیریدوکسین) بودند. آزمایش در کل دارای ۶۳ کرت بود. جهت فرسوده کردن بذر، ظروف خاصی تهیه و کف ظروف با آب پر شد. سپس روی آن ها با پارچه توری پوشانده و بذور روی توری ریخته شد به طوریکه نهایتاً دو ردیف بذر روی هم انباشته شده باشند و بعد از آن روی ظرف با کیسه پلاستیکی بسته شد تا دما و رطوبت در آن حفظ شود. این بذور در مدت زمان های ۵۰ و ۱۰۰ ساعت در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد در انکوباتور قرار گرفتند تا فرسوده شوند. پیش تیمار کردن بذور به مدت ۸ ساعت (طوریکه بذرها متورم شوند اما جوانه نزنند) توسط ویتامین های گروه B با غلظت ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر انجام شد و پس از آن بذور در سایه و در دمای محیط خشک شدند. پیش تیمار با آب مقطر نیز به صورت مشابه انجام شد. کاشت بذور در مزرعه در تاریخ ۱۵ اسفندماه با رعایت فاصله بین ردیف ۵۰ و روی ردیف ۵ سانتی متر

انجام شد. آبیاری به صورت قطره ای و هر ۴ الی ۵ روز یکبار صورت پذیرفت طوریکه مقدار آب مصرفی برای همه تیمارها یکسان بود. وجین علف های هرز به صورت دستی و سه بار طی فصل رشد انجام گردید. همچنین پس از استقرار کامل بوته ها، بوته های اضافی حذف شدند. ویژگی های خاک مزرعه آزمایشی در جدول ۱ ارائه شده است.

زمانی که گیاهان در مرحله گلدهی بودند، نمونه برداری جهت اندازه گیری وزن خشک گیاه صورت گرفت. نمونه های منتقل شده به آزمایشگاه به بخش های برگ، ساقه و کپسول تفکیک و به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سلسیوس در آون خشک شدند. نمونه ها با دقت ۰/۰۱ گرم توزین و مقادیر بدست آمده بر حسب گرم در مترمربع محاسبه گردید. همچنین هنگامی که گیاهان به مرحله رسیدگی فیزیولوژیک رسیده بودند، از هر کرت پنج بوته برای اندازه گیری عملکرد و اجزای عملکرد (تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول و وزن هزار دانه) برداشت و سپس با عنایت به وجود ۴۰ بوته در مترمربع، مقدار این صفات در واحد سطح برآورد گردید. عملکرد پروتئین و روغن نیز در مترمربع محاسبه شد.

به منظور اندازه گیری کلروفیل برگ ۰/۰۱ گرم از بافت تازه برگ ۶ میلی لیتر دی متیل سولفوکسید اضافه شد و به مدت ۴ ساعت درون حمام آب گرم (بن ماری) با دمای ۷۰ درجه سلسیوس قرار گرفت و سپس جذب عصاره بدست آمده در طول موج های ۶۶۳، ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر خوانده شد و با استفاده از روابط زیر میزان کلروفیل a، b و کل محاسبه گردید (Hiscox and Israelstam, 1978).

$$\text{Chl a } (\mu\text{g/ml}) = (12.25 \text{ A } 663) - (2.55 \text{ A } 645)$$

$$\text{Chl b } (\mu\text{g/ml}) = (20.31 \text{ A } 645) - (4.91 \text{ A } 663)$$

$$\text{Chl T} = \text{chl a} + \text{chl b}$$

اعداد بدست آمده روابط بالا در $v/w \times 1000$ ضرب گردید

تا اعداد بر حسب میلی گرم بر گرم وزن تر بدست آیند. v حجم محلول کلروفیلی بر حسب میلی لیتر و w وزن نمونه تر برگ بر حسب گرم است.

برای سنجش میزان آنتوسیانین کل، مقدار ۰/۰۲ گرم از بافت تازه گیاهی با ۴ میلی لیتر محلول اسید کلریدریک ۱ درصد نرمال و متانول در یک هاون چینی ساییده شد. محلول

جدول ۱- خصوصیات خاک محل آزمایش

فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	نیتروژن کل	کربن آلی	رس	لای	شن
(پی پی ام)				(درصد)		
۱۰	۲۸۰	۰/۱	۰/۴	۳۰/۷	۴۹/۲	۲۰/۱

حاصل به مدت ۲۴ ساعت در یخچال نگهداری و سپس به مدت ۱۰ دقیقه در ۱۳۰۰۰ دور سانتریفیوژ گردید. میزان جذب فاز رویی در طول موج‌های ۵۳۰ و ۶۵۷ نانومتر خوانده شد. میزان آنتوسیانین برای هر عصاره با استفاده از روابط زیر اندازه‌گیری گردید (Mita et al., 1997).

$$A_b = A_{530} - (0.25 A_{654})$$

$$C(\text{mg}/100\text{g}) = \frac{A_b}{eL} \times MV \times DF \times V/G \times 100$$

در این رابطه e مقدار جذب مولی آنتوسیانین و برابر ۲۶۰۰۰، L طول مسیر طی شده در سل و برابر ۱ سانتی‌متر، MW وزن مولی آنتوسیانین و برابر ۲/۴۴۹، DF ضریب رقیق‌سازی، V حجم نمونه و G وزن نمونه به میلی‌گرم است.

اندازه‌گیری پروتئین دانه پس از برداشت به روش کج‌لدال انجام شد. پس از یادداشت نمودن حجم اسید مصرفی مقدار کل نیتروژن موجود در نمونه از رابطه زیر محاسبه شد (Licitra et al., 1996).

$$\%N = 0.56 \times t \times (a-b) \times v/w \times 100$$

t: غلظت اسید، a: میزان اسید مصرفی جهت نمونه برحسب میلی‌لیتر، b: میزان اسید مصرفی جهت شاهد برحسب میلی‌لیتر، v: حجم عصاره حاصل از عمل هضم برحسب میلی‌لیتر، w: وزن نمونه گیاه جهت عمل هضم برحسب گرم

روغن موجود در دانه با استفاده از دستگاه سوکسله تعیین گردید. برای این منظور نمونه‌ها از قبل به مدت ۷۲ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس قرار گرفتند و سپس پودر شدند. مقدار ۳ گرم از هر نمونه در کاغذ صافی پیچیده شد و داخل اکسترکتور دستگاه قرار داده شد. بالن‌ها به مدت ۲ تا ۳ ساعت در دمای ۱۱۰ درجه سلسیوس داخل آون خشک شدند. سپس به دسیکاتور منتقل و پس از هم دماشدن با محیط توزین شدند و روی صفحه گرم‌کننده دستگاه قرار گرفتند. داخل بالن‌ها با مقدار مشخصی پترولیوم اتر به‌عنوان حلال آلی پر شدند. اکسترکتور روی دهانه بالن قرار گرفت و سپس مبرد

روی اکسترکتور قرار داده شد. فرآیند استخراج ۸ ساعت به طول انجامید. پس از این مدت دستگاه خاموش و حلال جمع شده در داخل اکسترکتور از طریق شیر مخصوص تخلیه و خارج گردید. بالن‌ها به زیر هود منتقل شدند تا باقیمانده اتر از بین برود. سپس آن‌ها را به آون منتقل کرده و به مدت ۱ ساعت با دمای ۷۰ درجه و سپس به مدت ۱/۵ ساعت با دمای ۱۰۰ درجه سلسیوس حرارت داده شدند. بالن‌ها به دسیکاتور منتقل و بعد از سرد شدن توزین گردیدند. برای محاسبه درصد روغن در نمونه‌ها از رابطه زیر استفاده گردید (Da porto et al., 2012).

$$\text{درصد روغن موجود در نمونه} = (\text{وزن اولیه بالن} - \text{وزن ثانویه بالن}) / \text{وزن نمونه} \times 100$$

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS ۹/۱ و رسم شکل‌ها توسط نرم‌افزار EXCEL انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال خطای پنج درصد صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

نتیجه تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در جدول‌های ۲ و ۳ آورده شده است. مشاهده می‌گردد که اثر فرسودگی بذر بر همه صفات بجز وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. پیش‌تیمار بذر با ویتامین‌های گروه B نیز بر صفات بررسی‌شده بجز تعداد دانه در کپسول و وزن هزار دانه در سطح احتمال ۱ درصد تأثیر معنی‌داری داشت. همچنین نتایج نشان داد که اثر برهم‌کنش دو تیمار فرسودگی و پیش‌تیمار بذر فقط در صفات تعداد دانه در کپسول، وزن هزار دانه و عملکرد دانه معنی‌دار نبوده است.

ماده خشک: به‌طورکلی بیشترین ماده خشک گیاه مربوط به پیش‌تیمار آب‌مقطر در تیمار بدون فرسودگی بود و مابقی

جدول ۲- جدول واریانس اثر فرسودگی بذر و پیش تیمار بذر با ویتامین های ب بر وزن خشک کل، اجزای عملکرد و عملکرد دانه

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		وزن خشک کل	کپسول در بوته	دانه در کپسول	وزن هزار دانه
تکرار	۲	۷۶۴۸/۴۱**	۱۹۳۶/۳۷	۲۴/۶۸**	۰/۰۶۹
فرسودگی	۲	۸۶۱۹۰۴/۵۵**	۲۵۹۶۴/۴۵**	۳۴/۰۰**	۰/۰۶
پیش تیمار	۶	۱۵۸۶۵۲/۷۰**	۵۹۲۹/۵۰**	۱/۵۳	۰/۰۷۹
فرسودگی × پیش تیمار	۱۲	۹۳۵۲۷۰/۰۲**	۲۳۵۹/۱۲**	۵/۱۲۹	۰/۰۳۲
خطا	۴۰	۲۴۹۳۳/۳۶	۷۸۴/۲۹	۳/۹۱	۰/۰۶۶
ضریب تغییرات (درصد)		۱۹/۵۹	۲۱/۷۵	۹/۷۶	۲۴/۲۵

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۳- جدول واریانس اثر فرسودگی بذر و پیش تیمار بذر با ویتامین های ب بر کلروفیل کل، آنتوسیانین و عملکرد پروتئین و روغن دانه

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		کلروفیل کل	آنتوسیانین	عملکرد پروتئین
تکرار	۲	۰/۷۶**	۰/۰۰۰۰۰۰۱۹	۱۶۷/۹۸*
فرسودگی	۲	۷/۸۸**	۰/۰۰۱۱۲**	۱۱۸۴/۳۶**
پیش تیمار	۶	۰/۷۳۶**	۰/۰۰۰۰۵۴**	۲۱۲/۷۵**
فرسودگی × پیش تیمار	۱۲	۰/۶۲۲**	۰/۰۰۰۰۴۲**	۶۷/۴۲*
خطا	۴۰	۱۰۱۰۲	۰/۰۰۰۰۶۶	۳۲/۹۳
ضریب تغییرات (درصد)		۱۹/۹۶	۲۵/۶۷	۳۶/۰۵

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

پیش تیمارها در این سطح از فرسودگی تفاوت معنی داری با شاهد نداشتند. زمانی که فرسودگی متوسط (۵۰ ساعت) اعمال گردید، اختلافی بین پیش تیمارها وجود نداشت. ولی در فرسودگی شدید افزایش معنی داری در این صفت در اثر پیش تیمار با آب مقطر، اسید پانتوتنیک، پیریدوکسین و ریبوفلاوین مشاهده گردید (جدول ۴). زوال بذر سبب کاهش شاخص سطح برگ گیاهان روئیده از این بذور می شود که نتیجه آن کاهش سطح فتوسنتزی و کاهش ماده خشک گیاه است (Morady Dezfolly et al., 2008). در پژوهشی روی آفتابگردان نیز فرسودگی بذر موجب کاهش وزن خشک برگ گردید (تاجی و همکاران، ۱۳۹۳). گزارش شده است که استفاده از ویتامین ها سبب افزایش وزن تر و خشک اندام

گیاهان می شوند (Nahed et al., 2007). کاربرد ویتامین ها موجب بهبود شاخص های رشد و افزایش قابل توجهی در تقسیم سلولی می گردد که این موضوع می تواند سبب افزایش وزن خشک گیاه شود (Barakat, 2003).

تعداد کپسول در بوته: مطابق جدول ۴، فرسودگی در بذور بدون پیش تیمار تقریباً سبب کاهش سه برابری این صفت نسبت به شاهد گردید. بین ۵۰ و ۱۰۰ ساعت فرسودگی از این لحاظ اختلافی وجود نداشت. هم در تیمار بدون فرسودگی و هم در بین کل ترکیبات تیماری، بیشترین تعداد کپسول در بوته مربوط به پیش تیمار اسید پانتوتنیک در بذور غیر فرسوده بود که نسبت به شاهد افزایش ۵۷/۴۷ درصدی داشت. در کنار اثر مثبت سطوح مختلف پیش تیمار، اثر منفی پیش تیمار با

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر برهم کنش پیش تیمار با ویتامین‌های گروه ب و فرسودگی بذر بر برخی صفات زراعی و فیزیولوژیک گیاه کلزا

فرسودگی	ویتامین‌های گروه B	وزن خشک	کپسول در	کلروفیل کل	آنتوسیانین	عملکرد	عملکرد روغن
(ساعت)	(۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر)	گرم بر مترمربع	میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ	میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ	گرم بر مترمربع	گرم بر مترمربع	گرم بر مترمربع
بدون پیش تیمار	۱۰۰۹/۴۶ ^{bc}	۱۵۳/۱۱ ^e	۲/۰۶ ^{cd}	۰/۰۲۳ ^{efg}	۱۱/۰۹ ^{def}	۲۶/۵۰ ^{d-g}	
آب‌مقطر	۱۵۵۲/۴۴ ^a	۱۴۰/۰۰ ^d	۱/۵۵ ^{d-g}	۰/۰۲۳ ^{efg}	۲۴/۵۱ ^{bc}	۵۶/۹۶ ^b	
اسید پانتوتنیک	۸۴۵/۶۹ ^{b-e}	۲۴۱/۱۱ ^a	۲/۶۲ ^{ab}	۰/۰۲۵ ^{efg}	۳۷/۴۵ ^a	۸۴/۵۹ ^a	
پیریدوکسین	۸۵۲/۱۳ ^{b-e}	۱۲۰/۲۲ ^j	۲/۳۷ ^{bc}	۰/۰۴۰ ^{bcd}	۱۵/۰۵ ^{de}	۴۱/۸۴ ^{bcd}	صفر
تیامین	۸۲۷/۶۴ ^{b-e}	۱۹۸/۸۹ ^b	۲/۹۱ ^a	۰/۰۴۴ ^{bcd}	۳۲/۲۶ ^{ab}	۹۳/۵۱ ^a	
ریبوفلاوین	۱۰۶۹/۰۶ ^b	۱۴۸/۴۴ ^g	۱/۳۶ ^{e-h}	۰/۰۱۹ ^{efg}	۲۶/۱۴ ^{bc}	۵۲/۶۸ ^{bc}	
نیاسین	۹۵۴/۱۳ ^{bcd}	۱۷۲/۴۴ ^c	۱/۷۹ ^{def}	۰/۰۱۸ ^{fg}	۲۵/۲۸ ^{bc}	۶۰/۳۷ ^b	
بدون پیش تیمار	۴۲۷/۸۹ ^f	۵۱/۱۱ ^p	۱/۷۴ ^{def}	۰/۰۱۹ ^{efg}	۶/۹۳ ^{ef}	۱۲/۳۹ ^{fgh}	
آب‌مقطر	۶۵۵/۳۷ ^{ef}	۱۱۰/۳۳ ^{lm}	۱/۵۹ ^{d-g}	۰/۰۳۱ ^{def}	۱۳/۴۸ ^{de}	۱۸/۵۱ ^{e-h}	
اسید پانتوتنیک	۴۷۷/۷۳ ^f	۱۱۲/۲۲ ^{kl}	۱/۷۹ ^{def}	۰/۰۱۶ ^g	۱۴/۰۷ ^{de}	۲۷/۲۴ ^{d-g}	
پیریدوکسین	۷۰۷/۳۶ ^{def}	۱۰۷/۶۶ ^m	۲/۰۲ ^{cd}	۰/۰۴۸ ^{ab}	۱۰/۴۸ ^{def}	۲۴/۹۵ ^{d-g}	۵۰
تیامین	۷۰۵/۸۲ ^{def}	۹۷/۷۷ ⁿ	۱/۸۷ ^{cde}	۰/۰۳۱ ^{def}	۱۰/۰۷ ^{def}	۱۹/۶۲ ^{e-h}	
ریبوفلاوین	۷۶۷/۸۶ ^{def}	۱۱۳/۳۳ ^{kl}	۲/۶۸ ^{ab}	۰/۰۱۳ ^g	۹/۹۳ ^{def}	۳۵/۱۹ ^{cde}	
نیاسین	۴۹۳/۳۴ ^f	۱۱۴/۶۶ ^k	۰/۸۵ ^{hij}	۰/۰۳۲ ^{cde}	۱۶/۷۱ ^{cd}	۲۹/۵۷ ^{def}	
بدون پیش تیمار	۴۹۱/۴۲ ^f	۴۸/۴۲ ^p	۰/۸۸ ^{hij}	۰/۰۴۱ ^{bcd}	۲/۷۷ ^f	۴/۳۶ ^h	
آب‌مقطر	۸۰۳/۹۲ ^{cde}	۱۲۰/۱۱ ^j	۰/۷۴ ^j	۰/۰۵۲ ^{ab}	۱۷/۷۹ ^{cd}	۱۳/۴۴ ^{fgh}	
اسید پانتوتنیک	۸۸۸/۶۲ ^{b-e}	۱۱۹/۶۶ ^j	۱/۲۸ ^{f-i}	۰/۰۶۰ ^a	۱۱/۹۸ ^{def}	۱۶/۳۸ ^{e-h}	
پیریدوکسین	۸۸۵/۴۲ ^{b-e}	۱۳۴/۰۰ ^h	۱/۰۸ ^{g-j}	۰/۰۲۴ ^{efg}	۱۲/۱۱ ^{def}	۲۱/۵۵ ^{e-h}	۱۰۰
تیامین	۶۸۹/۹۶ ^{ef}	۱۴۶/۶۶ ^f	۰/۷۹ ^{ij}	۰/۰۴۵ ^{bc}	۱۴/۱۱ ^{de}	۱۷/۱۳ ^{e-h}	
ریبوفلاوین	۱۰۷۸/۷۵ ^b	۸۳/۳۳ ^o	۰/۷۸ ^{ij}	۰/۰۱۷ ^g	۸/۹۹ ^{def}	۸/۷۲ ^{gh}	
نیاسین	۶۹۷/۵۱ ^{def}	۱۳۰/۱۱ ⁱ	۰/۸۶ ^{hij}	۰/۰۴۱ ^{bcd}	۱۲/۶۴ ^{de}	۱۴/۱۸ ^{e-h}	
LSD 5%							۱۹/۶۶

وجود حروف غیرمشترک در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار است.

بذرهای فرسوده شاخص کلروفیل بیشتری دارند. پس از آن جایی که پوشش سبز زمین و محتوای کلروفیل برگ با دریافت نور ارتباط قوی دارند، هر اندازه کاهش در این صفات ممکن است عملکرد و اجزای عملکرد این گیاه را کاهش دهد (قاسمی گل‌عدانی و بخشی، ۱۳۹۰). برخی از ویتامین‌های گروه B موجب افزایش سرعت جذب مواد غذایی در بوته گیاه می‌شود و به دلیل افزایش توانایی جذب، عملکرد گیاه را از طریق تغییر مثبت اجزای عملکرد افزایش می‌دهند (Khan et al., 2001).

تعداد دانه در کپسول: همان‌طور که در نتایج حاصل از

پیریدوکسین قابل توجه بود به‌طوری‌که با تعداد ۱۲۰/۲۲ کپسول در بوته کاهش ۲۱/۴۸ درصدی نسبت به شاهد نشان داد. همه سطوح پیش تیمار بذر شامل آب‌مقطر و ویتامین‌های ب این جزء عملکردی را در گیاهان حاصل از بذور فرسوده به‌طور معنی‌داری افزایش دادند. در سطح فرسودگی شدید (۱۰۰ ساعت) اثر تیمار و پیریدوکسین چشمگیرتر بود، به‌طوری‌که تیمار با تولید ۱۴۶/۶۶ کپسول در بوته با کاهش اثر منفی فرسودگی بذر، مقدار این صفت را به گیاهان شاهد نزدیک نمود. پژوهش‌های دیگر روی کلزا نشان داده است که گیاهان حاصل از بذرهای غیرفرسوده در مقایسه با گیاهان حاصل از

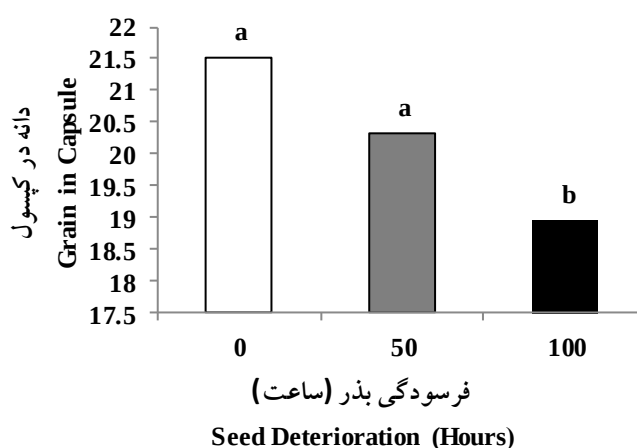
(Khan et al., 2001).

گزارش شده است که فرسودگی بذور کلزا به دلیل افزایش نشت الکترولیت ها و میزان هدایت الکتریکی سبب کاهش درصد جوانه زنی و بنیه بذر می شود که کاهش این دو صفت سبب کاهش عملکرد نهایی می شود (Yeh et al., 2005). نقش افزایش دهنده ویتامین ها در میزان جذب ریشه، سبب سرعت ظهور برگ می شود که این به نوبه خود موجب افزایش توان فتوسنتزی و در نتیجه افزایش میزان ماده خشک و محصول تولیدی می شود (Khan et al., 1995). گزارش شده است که استفاده از محلول پاشی اسید پانتوتنیک و پیریدوکسین سبب افزایش عملکرد در لوبیا سبز می شود (حیدری خوشکاروندانی و همکاران، ۱۳۹۶).

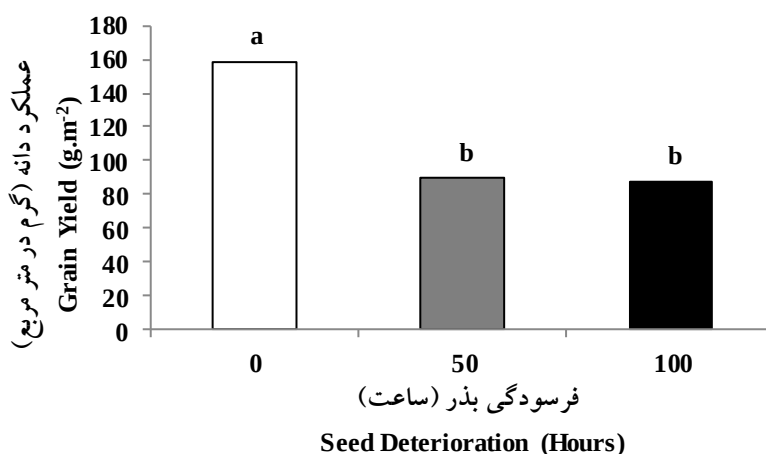
کلروفیل کل: با توجه به جدول ۴، فرسودگی بذر می تواند عامل کاهش کلروفیل کل باشد. در تیمار فرسودگی شدید بیشترین مقدار کلروفیل مربوط به پیش تیمار اسید پانتوتنیک با مقدار ۱/۲۸۵ میلی گرم بر گرم وزن تر برگ بود که تنها با کمترین مقدار کلروفیل کل یعنی پیش تیمار آب مقطر با مقدار ۰/۷۴۲ میلی گرم بر گرم وزن تر برگ تفاوت معنی داری داشت. بنابراین در شرایط ۱۰۰ ساعت فرسودگی بذر، پیش تیمار با ویتامین های ب نتوانست کاهش کلروفیل را جبران نماید. در تیمار ۵۰ ساعت فرسودگی بیشترین مقدار مربوط به پیش تیمار ریبولوین بود که نسبت به عدم پیش تیمار افزایش ۵۴ درصدی داشت. این تیمار در گروه برتر آماری قرار گرفت و حتی نسبت به شاهد اختلاف معنی داری داشت. کمترین آن ها پیش تیمار نیاسین بود که نسبت به عدم پیش تیمار کاهش ۵۰ درصدی داشت. بقیه تیمارها یعنی آب مقطر، اسید پانتوتنیک، پیریدوکسین و تیامین تغییر معنی داری نداشتند. زمانی که تیمار فرسودگی به بذور اعمال نشد، بیشترین مقدار کلروفیل برگ مربوط به پیش تیمار تیامین (با مقدار ۲/۹۱۹ میلی گرم بر گرم وزن تر برگ و افزایش ۴۱ درصدی نسبت به شاهد) بود که البته تفاوت معنی داری با پیش تیمار اسید پانتوتنیک نداشت. فرم فعال این ویتامین به صورت تیامین دی فسفات همراه با منیزیم، کوفاکتور بسیاری از آنزیم های متابولیسمی شامل ترانس کتولاز،

تجزیه واریانس در جدول ۲ مشاهده می گردد، تنها اثر تیمار فرسودگی بر این صفت در سطح احتمال خطای یک درصد معنی دار گردید. تعداد دانه در کپسول در گیاهان رشد یافته از بذور غیر فرسوده و ۵۰ ساعت فرسودگی به ترتیب ۲۱/۵ و ۲۰/۳۲ دانه در کپسول بود که بدون اختلاف معنی دار در رتبه برتر از لحاظ آماری قرار گرفتند. فرسودگی شدید بذر این صفت را به طور معنی داری کاهش داد و به ۱۸/۹۶ دانه در کپسول رساند که نسبت به تیمار بدون فرسودگی ۱۱/۸۱ درصد کاهش داشت (شکل ۱). تعداد دانه های کلزا از اجزای مهم عملکرد دانه محسوب می شود، زیرا با افزایش تعداد دانه در کپسول، مخازن بیشتری برای جذب مواد به وجود خواهد آمد. بنابراین هر عاملی که سبب کاهش آن شود، منجر به کاهش عملکرد دانه خواهد شد. گزارش شده است که در گیاهان حاصل از بذورهای فرسوده کلزا تعداد دانه در کپسول و عملکرد دانه کاهش می یابد (Verma et al., 2003).

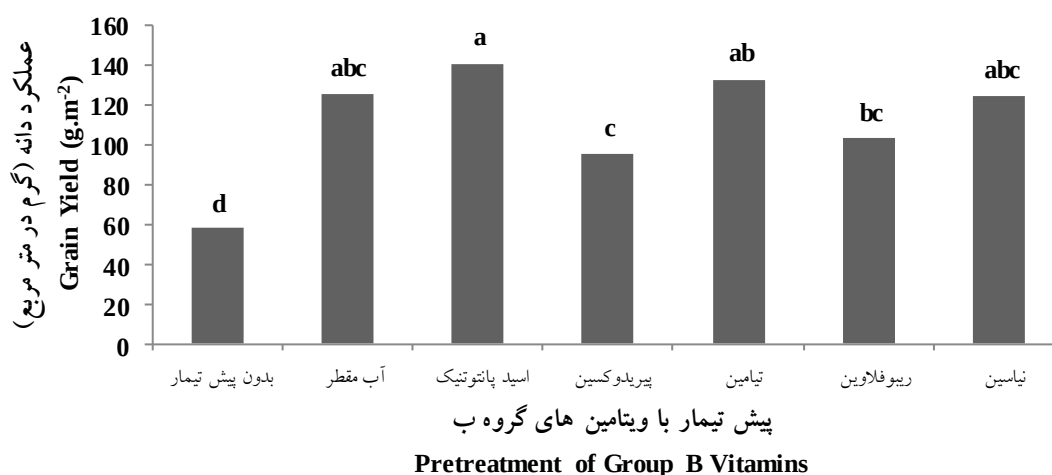
عملکرد دانه: بیشترین مقدار عملکرد دانه معادل ۱۵۸/۵۴ گرم در مترمربع از گیاهان رشد یافته از بذور غیر فرسوده بدست آمد که با فرسوده کردن بذور به ۸۸ گرم در مترمربع رسید و کاهش ۷۹ درصدی را به همراه داشت. البته اختلافی بین دو سطح فرسودگی از نظر تأثیر بر این صفت وجود نداشت (شکل ۲). پیش تیمار بذر با ویتامین های گروه ب نیز سبب افزایش عملکرد دانه شد. مطابق شکل ۳ مقادیر بالایی از عملکرد دانه در شرایط پیش تیمار اسید پانتوتنیک به میزان ۱۴۱/۲۲ گرم در مترمربع ثبت شد که البته تفاوت معنی داری با آب مقطر، تیامین و نیاسین نداشت. ولی افزایش ۱۴۳ درصدی را نسبت به عدم پیش تیمار نشان داد. دو تیمار دیگر (پیریدوکسین و ریبولوین) نیز به طور معنی داری این صفت را افزایش دادند. دانه ها آخرین مقصد مواد فتوسنتزی هستند و کارایی یک رقم یا یک کشت یا تیمار در نهایت تولید اقتصادی را در زراعتی با هدف تولید دانه، تعیین می کند. ممکن است کاهش یک جزء و افزایش اجزای دیگر تغییرات چندانی در عملکرد ایجاد نکند ولی مقدار مناسب اجزای عملکرد در حد آستانه اقتصادی سبب تولید عملکرد مناسبی گردد



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر سطوح فرسودگی بذر بر تعداد دانه در کپسول. وجود حرف مشترک بیانگر عدم اختلاف معنی دار است.



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر سطوح فرسودگی بذر بر عملکرد دانه کلزا. وجود حرف مشترک بیانگر عدم اختلاف معنی دار است.



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر پیش تیمار ویتامین های گروه ب بر عملکرد دانه کلزا. وجود حرف مشترک بیانگر عدم اختلاف معنی دار است.

پیرووات دهیدروژناز، آلفا کتوگلو تارات دهیدروژناز است (Pacal et al., 2014) کاهش محتوای کلروفیل برگ تحت

همچنین Lachman و همکاران (۲۰۰۳) اظهار داشتند که زوال ناشی از تست پیری تسریع شده باعث افزایش سطوح مواد فنلی می شود.

عملکرد پروتئین دانه: مطابق جدول ۴ با افزایش روند فرسودگی صفت عملکرد پروتئین افت و کاهش چشمگیری داشت به طوریکه در بذور پیش تیمار نشده اعمال ۵۰ و ۱۰۰ ساعت فرسودگی به ترتیب موجب کاهش ۶۰ و ۳۰۰ درصدی در این صفت گردید. در گیاهان حاصل از بذور غیر فرسوده بیشترین عملکرد پروتئین دانه مربوط به پیش تیمار اسید پانتوتنیک بود که البته تفاوت معنی داری با پیش تیمار تیامین نداشت و نسبت به گیاهان شاهد افزایش ۲۲۳ درصدی داشت. مشخص شده است که اسید پانتوتنیک جزئی از ترکیبات کوآنزیم A می باشد که چندین نقش در متابولیسم سلول دارد. اکسیداسیون اسیدهای چرب و تجزیه اکسیداتیو اسیدهای آمینه وابسته به کوآنزیم A است که فرآوردهای کاتابولیک را برای چرخه TCA فراهم می نماید (ربانی چادگانی، ۱۳۸۷). علاوه بر دو تیمار یادشده، به طور کلی پیش تیمار بذرهای سالم با آب مقطر، ربوفلاوین و نیاسین نیز افزایش معنی داری در عملکرد پروتئین دانه نسبت به شاهد ایجاد نمود، درحالیکه اختلاف سایر ترکیبات تیماری با شاهد معنی دار نبود. با اعمال فرسودگی ۵۰ ساعت بیشترین مقدار این صفت مربوط به پیش تیمار نیاسین بود و سایر پیش تیمارها با بذور تیمار نشده تفاوت معنی دار نداشتند. در فرسودگی ۱۰۰ ساعت پیش تیمار آب مقطر با مقدار ۱۷/۷۹ گرم در مترمربع بیشترین مقدار این صفت را به خود اختصاص داد که البته تفاوت معنی داری با پیش تیمارهای تیامین و نیاسین نداشت و بیش از ۵ برابر افزایش نسبت به عدم پیش تیمار نشان داد. کاهش در میزان کل پروتئین دانه یکی از حوادثی است که در طول پیری بذر اتفاق می افتد. یکی از دلایل کاهش پروتئین دانه، خسارت به سیستم های سنتزکننده پروتئین است که در بذرهای غلات و درختان گزارش شده است. از دلایل دیگر، می توان به سنتز و فعالیت بالای آنزیم های پروتئولیتیک در طول زوال بذر اشاره کرد. افزایش در فعالیت پروتئاز همراه با زوال بذر در دوره

فرسودگی به دلیل آهسته تر شدن سنتز و یا شکسته شدن و تخریب سریع رنگیزه های کلروفیلی و کاهش فعالیت های آنزیم رویسکو است (قاسمی گلعدانی و بخشی، ۱۳۹۰). ویتامین های گروه B موجب افزایش ظرفیت مقابله در برابر تنش های غیرزنده و کاهش تنش اکسیداتیو در گیاهان می شوند (Shane and Lambers, 2005). از طرفی Khan و همکاران (۱۹۹۶) گزارش کردند که تحت تأثیر برخی از ویتامین های گروه B و کودهای نیتروژن شاخص های رشد و میزان کلروفیل برگ ها تغییر می یابد.

آنتوسیانین: مطابق جدول ۴ در مجموع تیمار فرسودگی به ویژه سطح شدید آن از عوامل افزایش این صفت بود. در سطح فرسودگی شدید (۱۰۰ ساعت) بیشترین میزان آنتوسیانین برگ مربوط به پیش تیمارهای اسید پانتوتنیک با مقدار ۰/۰۵۹۷ و بعد از آن آب مقطر با مقدار ۰/۰۵۲۰ میلی گرم بر گرم وزن تر برگ بود، که البته اگرچه از نظری عددی با یکدیگر متفاوت هستند ولی از نظر آماری تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشتند. در سطح فرسودگی شدید پیش تیمارهای نیاسین و تیامین تفاوت معنی داری با عدم پیش تیمار نداشتند. ولی پیش تیمارهای پیریدوکسین و ربوفلاوین به ترتیب با کاهش معنی دار ۷۵ و ۱۴۷ درصدی نسبت به عدم پیش تیمار در همین سطح از فرسودگی همراه بودند که البته اختلاف معنی داری با شاهد نداشتند. در تیمار فرسودگی ۵۰ ساعت، اثر پیش تیمار پیریدوکسین بسیار قابل توجه بود به طوریکه این تیمار در گروه برتر آماری قرار گرفت و نسبت به عدم پیش تیمار و شاهد افزایش تقریباً ۲/۵ برابری به همراه داشت. بقیه پیش تیمارها نسبت به شاهد تفاوت معنی داری نداشتند. پیش تیمار تیامین و پیریدوکسین به ترتیب با مقدار ۰/۰۴۴۲ و ۰/۰۳۹۱ میلی گرم بر گرم وزن تر برگ در تیمار بدون فرسودگی در بالاترین رتبه قرار داشتند و بعد از آن کلیه پیش تیمارها با شاهد تفاوت معنی داری نداشتند. محققان گزارش کردند تیمار تیامین در افزایش مقاومت به قارچ مؤثر است و این ویتامین بیان ژن آنزیم های مسیر فنیل پروپانویید را فعال می کند و ترکیبات فنلی و آنتوسیانین را افزایش می دهد (Boubakri et al., 2013).

نگهداری از دیگر آسیب‌های زوال در بذر است (Mc Donald and Nelson, 1986).

عملکرد روغن دانه: در جدول ۴ مشاهده می‌شود که در شرایط عدم پیش‌تیمار بذر، عملکرد روغن دانه در گیاهان شاهد ۲۶/۵۰ گرم در مترمربع بود که در اثر فرسودگی ۵۰ و ۱۰۰ ساعت به ترتیب با ۱۱۲ و ۵۱۶ درصدی کاهش به ۱۲/۳۹ و ۴/۳۶ گرم در مترمربع رسید. در بذور غیرفرسوده، تنها پیش‌تیمار پیریدوکسین سبب افزایش معنی‌دار این صفت نشد و پیش‌تیمارهای تیامین و اسید پانتوتینیک با مقدار ۹۳/۵۱ و ۸۴/۵۹ گرم در مترمربع بالاترین مقادیر را به خود اختصاص دادند. این دو تیمار عملکرد روغن دانه را نسبت به شاهد به ترتیب ۲۵۳ و ۲۲۶ درصد بهبود بخشیدند. افت عملکرد روغن دانه ناشی از ۵۰ ساعت فرسودگی بذر فقط با پیش‌تیمار ریبوفلاوین جبران گردید. به‌طوریکه این تیمار با عملکرد روغن معادل ۳۵/۱۹ گرم در مترمربع حتی بهتر از شاهد بود ولی اختلاف معنی‌داری با آن نداشت. ریبوفلاوین در واکنش‌های اکسیداسیون و احیا و متابولیسم کربوهیدرات‌ها، اسیدهای آمینه و لیپیدها نقش دارد (ربانی چادگانی، ۱۳۸۷).

در فرسودگی ۱۰۰ ساعت اگرچه کلیه پیش‌تیمارها سبب افزایش عددی این صفت شدند، اما از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با حالت بدون پیش‌تیمار نداشتند. افت ناشی از فرسودگی در این صفت به دلیل کاهش درصد روغن و عملکرد دانه بوده است که کاهش درصد روغن چشمگیرتر بود. در تحقیقات مشابه عجم نوروژی و همکاران (۱۳۹۰) گزارش کردند که فرسودگی سبب کاهش عملکرد دانه می‌شود. همچنین فرسودگی بذر سبب کاهش آنزیم‌های پالایند گونه‌های فعال اکسیژن شده و طی آن پراکسیداسیون لیپیدها صورت می‌گیرد (قادری‌فر و همکاران، ۱۳۹۲). برخی از ویتامین‌های گروه B موجب افزایش سرعت جذب مواد غذایی

منابع

در بوته گیاه می‌شود و به دلیل افزایش توانایی جذب، عملکرد گیاه را از طریق تغییر مثبت اجزای عملکرد افزایش می‌دهند (Khan et al., 2001). از طرفی ویتامین‌ها به دلیل خاصیت آنتی‌اکسیدانی مانع فعالیت گونه‌های فعال اکسیژن می‌شوند و در مقابل فعالیت‌های آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی را افزایش می‌دهند (Hendawy et al., 2010).

نتیجه‌گیری

براساس نتایج بدست آمده در این آزمایش فرسودگی بذر در سطوح ۱۰۰ و ۵۰ ساعت نسبت به حالت بدون فرسودگی سبب کاهش کلیه صفات اندازه‌گیری شده از قبیل وزن خشک گیاه، تعداد دانه در کپسول، کپسول در بوته، عملکرد دانه، میزان کلروفیل، عملکرد پروتئین و روغن شد ولی میزان آنتوسیانین با اعمال فرسودگی افزایش یافت. پیش‌تیمار بذر با اسید پانتوتینیک سبب افزایش ۱۴۳ درصدی عملکرد دانه نسبت به عدم پیش‌تیمار شد که البته تفاوت معنی‌داری با آب‌مقطر، تیامین و نیاسین نداشت. در بذور غیرفرسوده، تنها پیش‌تیمار پیریدوکسین اثری بر عملکرد روغن دانه نداشت و پیش‌تیمارهای تیامین و اسید پانتوتینیک با مقدار ۹۳/۵۱ و ۸۴/۵۹ گرم در مترمربع بالاترین مقادیر را به خود اختصاص دادند. افت عملکرد روغن دانه ناشی از ۵۰ ساعت فرسودگی بذر فقط با پیش‌تیمار ریبوفلاوین جبران گردید ولی در فرسودگی ۱۰۰ ساعت پیش‌تیمارها از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با حالت بدون پیش‌تیمار نداشتند. اگرچه در بین تیمارهای مورد بررسی پیش‌تیمار بذور با اسید پانتوتینیک و تیامین سبب بهبود و افزایش مقدار بسیاری از صفات از قبیل عملکرد و میزان روغن و پروتئین دانه گردید ولی همین نتیجه بدون صرف هزینه بالا و اختلاف معنی‌دار با پیش‌تیمار آب‌مقطر حاصل گردید.

تاجی، م.، راحمی کاریزکی، ع. و دانشمند خسروی، ک. (۱۳۹۳) اثر زوال بذر بر سبزشدن و خصوصیات مورفولوژیکی ارقام آفتابگردان. نشریه تحقیقاتی کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی ۱: ۳۰-۱۹.

حلفی، ج.، برادران فیروزآبادی، م.، مکاریان، ح. و پارسائیان، م. (۱۳۹۶) تأثیر پیش تیمار بذری عنصر روی، پیریدوکسین و اسید پانتوتیک بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه لوبیا سبز. پنجمین کنفرانس ملی فیزیولوژی گیاهی، ۸ و ۹ شهریور، زنجان، ایران.

حیدری خوشکاروندانی، ن.، برادران فیروزآبادی، م. و مکاریان، ح. (۱۳۹۶) تأثیر محلول پاشی پیریدوکسین، پانتوتیک اسید و عنصر روی بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا سبز. پنجمین کنفرانس ملی فیزیولوژی گیاهی، ۸ و ۹ شهریور، زنجان، ایران.

خشت زر، م. و سیادت، ع. (۱۳۹۳) تأثیر فرسودگی بذر و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد جو بدون پوشینه. به زراعی کشاورزی دانشگاه تهران ۱۶: ۸۳۸-۸۲۹.

ربانی چادگانی، ع. (۱۳۸۷) مبانی بیوشیمی. انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، تهران.

رشیدی، س.، عباس دخت، ح.، غلامی، ا. و توکل افشار، ر. (۱۳۹۸) اثر هورمون پرایمینگ بذر در مزرعه بر ویژگی‌های کمی و کیفی ارقام ذرت زوال یافته. نشریه علوم گیاهان زراعی ایران ۵۰: ۱۴۴-۱۳۳.

شعبانی، م.، قادری فر، ف.، صادقی پور، ح. و یامچی، ا. (۱۳۹۷) بررسی جوانه زنی و فعالیت آن‌تی اکسیدانت‌های آنزیمی و غیر آنزیمی کلیدی دخیل در زوال بذر نخود در طی انبارداری طبیعی و زوال مصنوعی. نشریه تولید گیاهان زراعی ۱۱: ۷۱-۵۱.

عجم نوری، ح.، صادق‌نژاد، آ. و گزانچیان، غ. (۱۳۹۰) تأثیر اندازه و کیفیت بذر بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم دیم در اراضی شور گرگان. یافته‌های نوین کشاورزی ۱: ۶۲-۵۴.

قادری فر، ف.، سلطانی، ا. و صادقی پور، ح. (۱۳۹۲) تغییرات شیمیایی طی زوال بذرهای کدو تخم کاغذی: پراکسیداسیون لیپیدها و صدمات غشاء. مجله زیست‌شناسی گیاهی ایران ۶: ۱۱۲-۹۶.

قاسمی گل‌عذنی، ک. و بخشی، ج. (۱۳۹۰) اثر فرسودگی بذر بر پوشش سبز و محتوای کلروفیل برگ ارقام کلزا. دومین کنفرانس ملی فیزیولوژی گیاهی ایران. ۹-۸ اردیبهشت، دانشگاه یزد.

میار صادقی، س.، شکاری، ف.، فتوت، ر. و زنگانی، ا. (۱۳۸۹) تأثیر پیش تیمار با اسید سالسیلیک بر بنیه و رشد گیاهچه کلزا در شرایط کمبود آب. مجله زیست‌شناسی گیاهی ۲: ۷۰-۵۵.

- Akbar, M., Bashir, A., Muhammad, A., Gulzar, A., Zubair, S. H. and Wang, J. (2009) Water absorption and priming with osmotica responses on germination of pearl millet cultivar. *Sarhad Journal of Agricultural* 25: 7-13.
- Ashraf, M. and Foolad, M. R. (2005) Pre-sowing seed treatment-a shotgun approach to improve germination growth and crop yield under saline and none-saline conditions. *Advance Agronomy* 88: 223-271.
- Barakat, H. (2003) Interactive effects of salinity and certain vitamins on gens expression and cell division. *Journal Agriculture Biology* 5: 219-225.
- Boubakri, H., Poutaraud, A., Wahab, M. A. and Clayeux, C. (2013) Thiamine modulates metabolism of the phenyl propanoid pathway leading to enhanced resistance to *Plasmopara viticola* in grapevine. *BMC Plant Biology* 26: 13-31.
- Burguières, E., McCue, P., Kwon, Y. I. and Shetty, K. (2007) Effect of vitamin C and folic acid and seed vigour response and phenolic-linked antioxidant activity. *Bioresource Technology* 98: 1393-1404.
- Da Porto, C., Voinovich, D., Decorti, D. and Natolino, A. (2012) Response surface optimization of hemp seed (*Cannabis sativa* L.) oil yield and oxidation stability by supercritical carbon dioxide extraction. *The Journal of Supercritical Fluids* 68: 45-51.
- Goel, A., Goel, A. K. and Sheoran, I. S. (2003) Changes in oxidative stress enzymes during artificial ageing in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) seeds. *Plant Physiology* 160: 1093-1100.
- Hampton, J. G. (2003) Methods of viability and vigour testing: A critical and appraisal. In: *Seed Quality, Basic Mechanisms and Agricultural Implications* (ed. Basra, A.) Pp: 81-118. CBS Publishers and Distributors, New Delhi.
- Harris, D. (2006) Development and testing of on-farm seed priming. *Advance Agronomy* 90: 129-138.
- Hathout, T. A. (1995) Diverse effect of uniconazole and nicotinamid on germination growth endogenous hormones and some enzymatic activity of peas. *Egypt Journal Physiology Science* 19: 77-95.
- Hendawy, S. F., Ezz, E. L. and Din, A. A. (2010) Growth and yield of *Foeniculum vulgar* var. azoricum as influenced by some vitamins and amino acids. *Ozean Journal of Applied Sciences* 3: 113-123.

- Hiscox, J. D. and Israelstam, G. F. (1978) A method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration. *Canada Journal Botany* 57: 1332-1334.
- Jochum, G. M., Mudge, K. W. and Thomas, R. B. (2007) Elevated temperatures increase leaf senescence and root secondary metabolite concentration in the understory herb *Panax quinquefolius* (Araliaceae). *American Journal Botany* 94: 819-826.
- Khan, M., Samiullah, N. and Khan, N. A. (2001) Response of mustard and wheat to pre-sowing seed treatment with pyridoxine and basal level of calcium. *Indian Journal of Plant Physiology* 6: 300-305.
- Khan, M. B., Gurchani, M. A., Hussain, M., Freed, S. and Mahmood, K. (1995) Wheat seed enhancement by vitamin and hormonal priming. *Pakistan Journal of Botany* 43: 1495-1499.
- Khan, N. A., Khan, T., Hayat, S. and Khan, M. (1996) Pyridoxine improves growth, nitrate reductase and carbonic anhydrase activity in wheat. *Sciences Cultural* 62: 160-161.
- Lachman, J., Dudjak, J., Ors, G. K. M. and Pivec, V. (2003) Effect of accelerated ageing on the content and composition of polyphenolic complex of wheat (*Triticum aestivum* L.) grains. *Plant Soil Environmental* 1: 1-7.
- Licitra, G., Hernandez T. and VanSoest, M. (1996) Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Animal Feed Sciences and Technology* 57: 347-358.
- Mc Donald, M. B. and Nelson, C. J. (1986) Physiology of seed deterioration. *Crop Sciences Society of America Madison* 3: 17-28.
- Mita, S., Murano, N., Akaike, M. and Nakamura, K. (1997) Mutants of *Arabidopsis thaliana* with pleiotropic effects on the expression of the gene for beta-amylase and on the accumulation of anthocyanin those are inducible by sugars. *Plant Journal* 11: 841-851.
- Morady Dezfoly, P., Sharifzadeh, F. and Janmohammadi, M. (2008) Influence of priming techniques on seed germination behavior of maize inbred lines (*Zea mays* L.). *Journal of Agriculture and Biological Science* 3: 22-25.
- Nahed, G. A., El-Quesni, G. E. M. and Farahat, M. M. (2007) Response of vegetative growth and some chemical constituents of *Syngonium podophyllum* to foliar application of thiamine, ascorbic acid and kinetin to Nurbaria. *World Journal of Agricultural Sciences* 3: 301-305.
- Pacal, L., Kuricova, K. and Kankova, K. (2014) Evidence for altered thiamine metabolism in diabetes: Is there a potential to oppose glucoand lipotoxicity by rational supplementation? *World Journal Diabetes* 5: 288-295.
- Robinson, F. A. (1973) *Vitamins Phytochemistry*. Van Nostrand Rinhold Comp, NewYork.
- Shane, M. W. and Lambers, H. (2005) Cluster roots: A curiosity in context. *Plant and Soil* 274: 101-125.
- Verma, S. S., Verma, U. and Tomer, R. P. S. (2003) Studies on seed quality parameters in deteriorating seeds in Brassica (*Brassica campestris*). *Seed Sciences and Technology* 31: 389-396.
- Yeh, Y. M., Chiu, K. Y., Chen, C. L. and Sung, J. M. (2005) Partial vacuum extends the longevity of primed Bitter gourd seeds by enhancing their antioxidative activities during storage. *Sciences Entails Horticulture* 107: 385-388.

The effect of seed pretreatment with B group vitamins on some canola agronomical and physiological traits in seed deterioration conditions

Saeid Moayeri, Mehdi Baradaran Firozabadi*, Manouchehr Gholipoor, Mostafa Heydari

Agronomy and Plant Breeding Department, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran

(Received: 03/07/2020, Accepted: 08/05/2021)

Abstract

Seed aging is a phenomenon that causes a lot of economic losses every year and therefore it is necessary to use new and efficient methods to deal with this problem. Vitamins in B group play a defensive and antioxidant role and they are effective in growth and development, so it is possible that they can heal the effects of seed aging. For this purpose, an experiment was conducted at Shahrood University of Technology in March 2017 to investigate the effect of seed pretreatment with B group vitamins on the growth and yield of canola in seed deterioration conditions. The experiment was factorial based on randomized complete block design with 3 replications. Experimental treatments included 3 levels of seed deterioration (0, 50 and 100 hours) and 7 levels of seed pretreatment with B vitamins (No pretreatment, Distilled water, thiamine, Riboflavin, Niacin, Pantothenic acid and Pyridoxine) with a concentration of 100 mg/l. Seed deterioration was done at 40°C and seed pretreatment for 8 hours. The results showed that all the measured traits decreased by seed deterioration and only the amount of anthocyanins increased. In severe deterioration, seed pretreatment with distilled water and pyridoxine increased protein as well as oil yield respectively. Pantothenic acid pretreatment increased the amount of anthocyanins, total chlorophyll and grain yield at severe deterioration levels. This treatment increased grain yield by 143 percent compared with the plants grown from seeds without pretreatment. In general, among the treatment investigated in this study, the pretreatment of seeds with pantothenic acid and thiamine improved and increased many traits such as seed yield, oil and protein content. The advantage of these treatments was quite obvious in normal seeds but in aged seeds there was no significant difference with distilled water. Therefore, the results showed that in aged seeds, a similar result can be achieved by using distilled water with less cost.

Keyword: Thiamine, Pantothenic acid, Seed aging, Yield components

Corresponding author, Email: m.baradaran.f@gmail.com