مقاله پژوهشی

تأثیر پیش‌تیمار 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 پیش‌تیمار 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 پیش‌تیمار بذر با ویتامین‌های گروه ب (بدون پیش‌تیمار، آب مقطر، تیامین، ریبوفلاوین، نیاسین، اسید پانتوتنیک و پیریدوکسین) با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بود. فرسودگی بذر در دمای ۴۰ درجه سلسیوس و پیش‌تیمار بذور به‌مدت 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، پیش‌تیمار بذر با آب‌مقطر و پیریدوکسین به‌ترتیب سبب افزایش صفت عملکرد پروتئین و روغن شدند. پیش‌تیمار 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 پیش‌تیمار افزایش ۱۴۳ درصدی داشت. به‌طورکلی در بین تیمارهای مورد بررسی پیش‌تیمار 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 آب‌مقطر نداشتند. لذا نتایج نشان داد که در بذور فرسوده می‌توان با هزینه کمتر و استفاده از آب‌مقطر نتیجه مشابهی بدست آورد.

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

مقدمه

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 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، سبزشدن و رشد گیاهچه و نیز افزایش حساسیت به تنش‌های محیطی و درنهایت کاهش عملکرد محصول می‌شود (Hampton, 2003).

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: m.baradaran.f@gmail.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.47.21.0]

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 دراین 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 پرولین باشند (Burguieres *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

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.47.21.0]

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

مواد و روش

این آزمایش در سال زراعی ۹۷-۹۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود روی گیاه کلزا رقم هایولا ۴۰۱ اجرا شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل سه سطح فرسودگی بذر صفر، ۵۰ و ۱۰۰ ساعت (به‌ترتیب به‌عنوان عدم فرسودگی، فرسودگی متوسط و فرسودگی شدید) و ۷ سطح پیش‌تیمار بذر با ویتامین‌های گروه B (شاهد، آب‌مقطر، تیامین، ریبوفلاوین، نیاسین، اسید پانتوتنیک و پیریدوکسین) بودند. آزمایش در کل دارای ۶۳ کرت بود. جهت فرسوده‌کردن بذر، ظروف خاصی تهیه و کف ظروف با آب پر شد. سپس روی آن‌ها با پارچه توری پوشانده و بذور روی توری ریخته شد به‌طوریکه 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 زمان‌های ۵۰ و ۱۰۰ ساعت در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد در انکوباتور قرار گرفتند تا فرسوده شوند. پیش‌تیمار کردن بذور به‌مدت ۸ ساعت (طوریکه بذرها متورم شوند اما جوانه نزنند) توسط ویتامین‌های گروه B با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر انجام شد و پس از آن بذور در سایه و در دمای محیط خشک شدند. پیش‌تیمار با آب‌مقطر نیز به‌صورت مشابه انجام شد. کاشت بذور در مزرعه در تاریخ ۱۵ اسفندماه با رعایت فاصله بین ردیف ۵۰ و روی ردیف ۵ سانتی‌متر انجام شد. آبیاری به‌صورت قطره‌ای و هر ۴ الی ۵ روز یک‌بار صورت پذیرفت طوریکه مقدار آب مصرفی برای همه تیمارها یکسان بود. وجین علف‌های هرز به‌صورت دستی و سه بار طی فصل رشد انجام گردید. همچنین پس از استقرار کامل بوته‌ها، بوته‌های اضافی حذف شدند. ویژگی‌های خاک مزرعه آزمایشی در جدول ۱ ارائه شده است.

زمانی که گیاهان در مرحله گلدهی بودند، نمونه‌برداری جهت اندازه‌گیری وزن خشک گیاه صورت گرفت. نمونه‌های منتقل‌شده به آزمایشگاه به بخش‌های برگ، ساقه و کپسول تفکیک و به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سلسیوس در آون خشک شدند. نمونه‌ها 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 اندازه‌گیری 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.

به‌منظور اندازه‌گیری کلروفیل برگ ۰/۰۱ گرم از بافت تازه برگ ۶ میلی‌لیتر دی‌متیل سولفوکسید اضافه شد و به‌مدت ۴ ساعت درون حمام آب گرم (بن‌ماری) با دمای ۷۰ درجه سلسیوس قرار گرفت و سپس جذب عصاره بدست آمده در طول‌موج‌های 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).

Chl a (µg/ml) = (12.25 A 663) - (2.55 A 645)
Chl b (µg/ml) = (20.31 A 645) - (4.91 A 663)
Chl T = chl a + chl b

اعداد بدست آمده روابط بالا در v/w × 1000 ضرب گردید تا اعداد بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر بدست آیند. v حجم محلول کلروفیلی بر حسب میلی‌لیتر 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 میلی‌لیتر محلول اسید کلریدریک ۱ درصد نرمال و متانول در یک هاون چینی ساییده شد. محلول

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-27]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.47.21.0]

جدول ۱- خصوصیات خاک محل آزمایش

فسفر قابل‌جذب	پتاسیم قابل‌جذب	نیتروژن کل	کربن آلی	رس	لای	شن
(پی‌پی‌ام)			(درصد)			
۱۰	۲۸۰	۰/۱	۰/۴	۳۰/۷	۴۹/۲	۲۰/۱

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

$$Ab = A530 - (0.25\ A654)$$

$$C_{(mg/100g)} = Ab/eL \times MV \times DF \times V/G \times 100$$

در این رابطه e مقدار جذب مولی آنتوسیانین و برابر ۲۶۰۰۰، L طول مسیر طی‌شده در سل و برابر ۱سانتی‌متر، 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 به‌مدت 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 به‌مدت 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 به‌مدت ۱ ساعت با دمای ۷۰ درجه و سپس به‌مدت ۱/۵ ساعت با دمای ۱۰۰ درجه سلسیوس حرارت داده شدند. بالن‌ها به دسیکاتور منتقل و بعد از سردشدن توزین گردیدند. برای محاسبه درصد روغن در نمونه‌ها از رابطه زیر استفاده گردید (Da porto *et al.*, 2012).

درصد روغن موجود در نمونه = (وزن اولیه بالن–وزن ثانویه بالن) / وزن نمونه × ۱۰۰

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

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.47.21.0]

جدول ۲- جدول واریانس اثر فرسودگی بذر و پیش‌تیمار بذر با ویتامین‌های 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	عملکرد دانه
تکرار	۲	۷۶۴۸/۴۱**	۱۹۳۶/۳۷	۲۴/۶۸**	۰/۰۶۹	۷۲۴۲/۱۸
فرسودگی	۲	۸۶۱۹۰۴/۵۵**	۲۵۹۶۴/۴۵**	۳۴/۰۰**	۰/۰۶	۳۴۳۷۲/۲۷**
پیش‌تیمار	۶	۱۵۸۶۵۲/۷۰**	۵۹۲۹/۵۰**	۱/۵۳	۰/۰۷۹	۷۳۵۰/۲۷**
فرسودگی × پیش‌تیمار	۱۲	۹۳۵۲۷۰/۰۲**	۲۳۵۹/۱۲**	۵/۱۲۹	۰/۰۳۲	۲۵۷۰/۴۶
خطا	۴۰	۲۴۹۳۳/۳۶	۷۸۴/۲۹	۳/۹۱	۰/۰۶۶	۱۳۹۲/۵۹
ضریب تغییرات (درصد)		۱۹/۵۹	۲۱/۷۵	۹/۷۶	۲۴/۲۵	۳۳/۳۶

* و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۳- جدول واریانس اثر فرسودگی بذر و پیش‌تیمار بذر با ویتامین‌های ب بر کلروفیل کل، آنتوسیانین و عملکرد پروتئین و روغن دانه

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		کلروفیل کل	آنتوسیانین	عملکرد پروتئین	عملکرد روغن
تکرار	۲	۰/۷۶**	۰/۰۰۰۰۰۰۱۹	۱۶۷/۹۸*	۵۲۹/۹۵*
فرسودگی	۲	۷/۸۸**	۰/۰۰۱۱۲**	۱۱۸۴/۳۶**	۱۱۹۲۱/۸۷**
پیش‌تیمار	۶	۰/۷۳۶**	۰/۰۰۰۰۵۴**	۲۱۲/۷۵**	۸۷۱/۷۳**
فرسودگی × پیش‌تیمار	۱۲	۰/۶۲۲**	۰/۰۰۰۴۲**	۶۷/۴۲*	۵۱۴/۸۹**
خطا	۴۰	۱۰۱۰۲	۰/۰۰۰۰۶۶	۳۲/۹۳	۱۴۱/۹۱
ضریب تغییرات (درصد)		۱۹/۹۶	۲۵/۶۷	۳۶/۰۵	۳۶/۵۸

* و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

پیش‌تیمارها در این سطح از فرسودگی تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشتند. زمانی که فرسودگی متوسط (۵۰ ساعت) اعمال گردید، اختلافی بین پیش‌تیمارها وجود نداشت. ولی در فرسودگی شدید افزایش معنی‌داری در این صفت در اثر پیش‌تیمار با آب‌مقطر، اسید پانتوتنیک، پیریدوکسین و ریبوفلاوین مشاهده گردید (جدول ۴). زوال بذر سبب کاهش شاخص سطح برگ گیاهان روییده از این بذور می‌شود که نتیجه آن کاهش سطح فتوسنتزی و کاهش ماده خشک گیاه است (Morady Dezfoly *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 ویتامین‌ها سبب افزایش وزن تر و خشک اندام گیاهان می‌شوند (Nahed *et al.*, 2007). کاربرد ویتامین‌ها موجب بهبود شاخص‌های رشد و افزایش قابل توجهی در تقسیم سلولی می‌گردد که این موضوع می‌تواند سبب افزایش وزن خشک گیاه شود (Barakat, 2003).

تعداد کپسول در بوته: مطابق جدول ۴، فرسودگی در بذور بدون پیش‌تیمار 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 پیش‌تیمار اسید پانتوتنیک در بذور غیرفرسوده بود که نسبت به شاهد افزایش ۵۷/۴۷ درصدی داشت. در کنار اثر مثبت سطوح مختلف پیش‌تیمار، اثر منفی پیش‌تیمار با

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-27]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.47.21.0]

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر برهم‌کنش پیش‌تیمار 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		گرم بر مترمربع	
صفر	بدون پیش‌تیمار	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
	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
۵۰	بدون پیش‌تیمار	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
	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
۱۰۰	بدون پیش‌تیمار	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
	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%		۲۶۰/۰۶	۳/۷۳	۰/۵۳	۰/۰۱۳	۹/۴۷	۱۹/۶۶

وجود حروف غیرمشترک در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار است.

پیریدوکسین قابل توجه بود به‌طوریکه با تعداد ۱۲۰/۲۲ کپسول در بوته کاهش ۲۱/۴۸ درصدی نسبت به شاهد نشان داد. همه سطوح پیش‌تیمار 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 تیامین و پیریدوکسین چشمگیرتر بود، به‌طوریکه تیامین 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 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 گلعذانی و بخشی، ۱۳۹۰). برخی از ویتامین‌های گروه B موجب افزایش سرعت جذب مواد غذایی در بوته گیاه می‌شود و به‌دلیل 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

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.47.21.0]

تجزیه واریانس در جدول ۲ مشاهده می‌گردد، تنها اثر تیمار فرسودگی بر این صفت در سطح احتمال خطای یک درصد معنی‌دار گردید. تعداد دانه در کپسول در گیاهان رشدیافته از بذور غیرفرسوده و ۵۰ ساعت فرسودگی به‌ترتیب ۲۱/۵ و ۲۰/۳۲ دانه در کپسول بود که بدون اختلاف معنی‌دار در رتبه برتر از لحاظ آماری قرار گرفتند. فرسودگی شدید بذر این صفت را به‌طور معنی‌داری کاهش داد و به ۱۸/۹۶ دانه در کپسول رساند که نسبت به تیمار بدون فرسودگی ۱۱/۸۱ درصد کاهش داشت (شکل ۱). تعداد دانه‌های کلزا از اجزای مهم عملکرد دانه محسوب می‌شود، زیرا با افزایش تعداد دانه در کپسول، مخازن بیشتری برای جذب مواد به‌وجود 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 بذرهای فرسوده کلزا تعداد دانه در کپسول و عملکرد دانه کاهش می‌یابد (Verma *et al*., 2003).

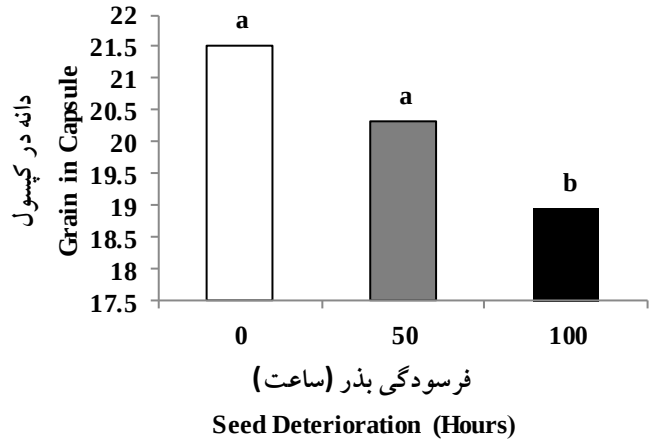
عملکرد دانه: بیشترین مقدار عملکرد دانه معادل ۱۵۸/۵۴ گرم در مترمربع از گیاهان رشدیافته از بذور غیرفرسوده بدست آمد که با فرسوده‌کردن بذور به ۸۸ گرم در مترمربع رسید و کاهش ۷۹ درصدی را به‌همراه داشت. البته اختلافی بین دو سطح فرسودگی از نظر تأثیر بر این صفت وجود نداشت (شکل ۲). پیش‌تیمار بذر با ویتامین‌های گروه ب نیز سبب افزایش عملکرد دانه شد. مطابق شکل ۳ مقادیر بالایی از عملکرد دانه در شرایط پیش‌تیمار اسید پانتوتنیک به میزان ۱۴۱/۲۲ گرم در مترمربع ثبت شد که البته تفاوت معنی‌داری با آب‌مقطر، تیامین و نیاسین نداشت. ولی افزایش ۱۴۳ درصدی را نسبت به عدم پیش‌تیمار نشان داد. دو تیمار دیگر (پیریدوکسین و ریبوفلاوین) نیز به‌طور معنی‌داری این صفت را افزایش دادند. دانه‌ها آخرین مقصد مواد فتوسنتزی هستند و کارآیی یک رقم یا یک کشت یا تیمار درنهایت تولید اقتصادی را در زراعتی با هدف تولید دانه، تعیین می‌کند. 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 (Khan *et al*., 2001).

گزارش شده است که فرسودگی بذور کلزا به‌دلیل افزایش نشت الکترولیت‌ها و میزان هدایت الکتریکی سبب کاهش درصد جوانه‌زنی و بنیه بذر می‌شود که کاهش این دو صفت سبب کاهش عملکرد نهایی می‌شود (Yeh *et al*., 2005). نقش افزایش‌دهنده ویتامین‌ها در میزان جذب ریشه، سبب سرعت ظهور برگ می‌شود که این به نوبه خود موجب افزایش توان فتوسنتزی و درنتیجه افزایش میزان ماده خشک و محصول تولیدی می‌شود (Khan *et al*., 1995). گزارش شده است که استفاده از محلول پاشی اسید پانتوتنیک و پیریدوکسین سبب افزایش عملکرد در لوبیا سبز می‌شود (حیدری خوشکاروندانی و همکاران، ۱۳۹۶).

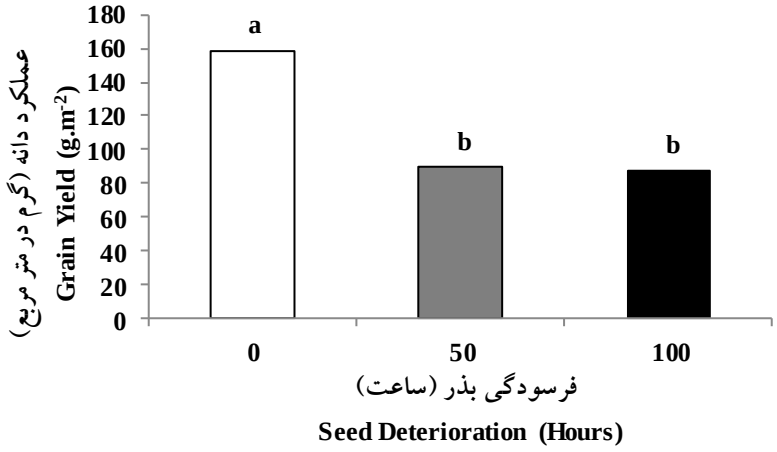
کلروفیل کل: با توجه به جدول ۴، فرسودگی بذر می‌تواند عامل کاهش کلروفیل کل باشد. در تیمار فرسودگی شدید بیشترین مقدار کلروفیل مربوط به پیش‌تیمار اسید پانتوتنیک با مقدار ۱/۲۸۵ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ بود که تنها با کمترین مقدار کلروفیل کل یعنی پیش‌تیمار آب‌مقطر با مقدار ۰/۷۴۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ تفاوت معنی‌داری داشت. بنابراین در شرایط ۱۰۰ ساعت فرسودگی بذر، پیش‌تیمار با ویتامین‌های ب نتوانست کاهش کلروفیل را جبران نماید. در تیمار ۵۰ ساعت فرسودگی بیشترین مقدار مربوط به پیش‌تیمار ریبوفلاوین بود که نسبت به عدم پیش‌تیمار افزایش ۵۴ درصدی داشت. این تیمار در گروه برتر آماری قرار گرفت و حتی نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری داشت. کمترین آن‌ها پیش‌تیمار نیاسین بود که نسبت به عدم پیش‌تیمار کاهش ۵۰ درصدی داشت. بقیه تیمارها یعنی آب‌مقطر، اسید پانتوتنیک، پیریدوکسین و تیامین تغییر معنی‌داری نداشتند. زمانی که تیمار فرسودگی به بذور اعمال نشد، بیشترین مقدار کلروفیل برگ مربوط به پیش‌تیمار تیامین (با مقدار ۲/۹۱۹ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ و افزایش ۴۱ درصدی نسبت به شاهد) بود که البته تفاوت معنی‌داری با پیش‌تیمار اسید پانتوتنیک نداشت. فرم فعال این ویتامین به‌صورت تیامین دی‌فسفات همراه با منیزیم، کوفاکتور بسیاری از آنزیم‌های متابولیسمی شامل ترانس کتولاز،

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-27]

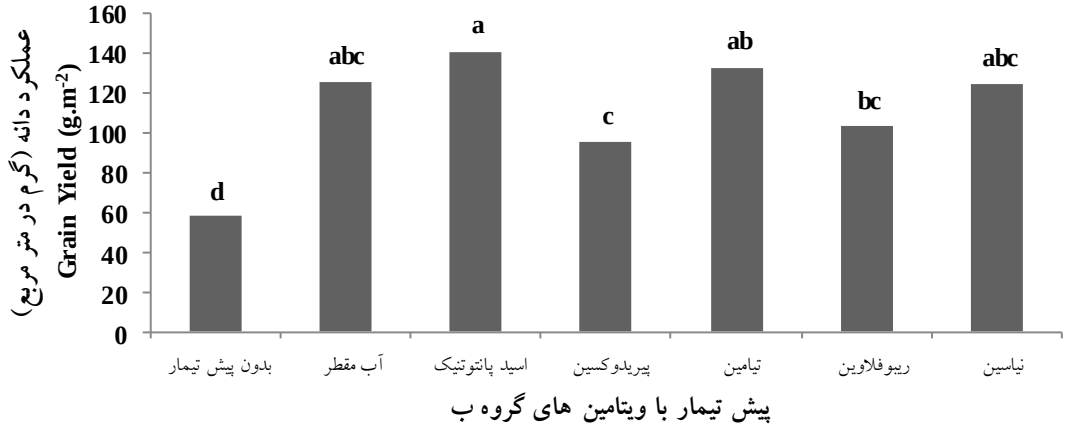
[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.47.21.0]



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



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



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب بر عملکرد دانه کلزا. وجود حرف مشترک بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار است.

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

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.47.21.0]

فرسودگی به‌دلیل آهسته‌تر شدن سنتز و یا شکسته‌شدن و تخریب سریع رنگیزه‌های کلروفیلی و کاهش فعالیت‌های آنزیم روبیسکو است (قاسمی گلعذانی و بخشی، ۱۳۹۰). ویتامین‌های گروه B موجب افزایش ظرفیت مقابله در برابر تنش‌های غیرزنده و کاهش تنش اکسیداتیو در گیاهان می‌شوند (Shane and Lambers, 2005). از طرفی Khan و همکاران (۱۹۹۶) گزارش کردند که تحت تأثیر برخی از ویتامین‌های گروه B و کودهای نیتروژن شاخص‌های رشد و میزان کلروفیل برگ‌ها تغییر می‌یابد.

آنتوسیانین: مطابق جدول ۴ در مجموع تیمار فرسودگی به‌ویژه سطح شدید آن از عوامل افزایش این صفت بود. در سطح فرسودگی شدید (۱۰۰ ساعت) بیشترین میزان آنتوسیانین برگ مربوط به پیش‌تیمارهای اسید پانتوتنیک با مقدار ۰/۰۵۹۷ و بعد از آن آب‌مقطر با مقدار ۰/۰۵۲۰ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ بود، که البته اگرچه از نظری عددی با یکدیگر متفاوت هستند ولی از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. در سطح فرسودگی شدید پیش‌تیمارهای نیاسین و تیامین تفاوت معنی‌داری با عدم پیش‌تیمار نداشتند. ولی پیش‌تیمارهای پیریدوکسین و ریبوفلاوین به‌ترتیب با کاهش معنی‌دار ۷۵ و ۱۴۷ درصدی نسبت به‌عدم پیش‌تیمار در همین سطح از فرسودگی همراه بودند که البته اختلاف معنی‌داری با شاهد نداشتند. در تیمار فرسودگی ۵۰ ساعت، اثر پیش‌تیمار پیریدوکسین بسیار قابل توجه بود به‌طوریکه این تیمار در گروه برتر آماری قرار گرفت و نسبت به عدم پیش‌تیمار و شاهد افزایش تقریباً ۲/۵ برابری به‌همراه داشت. بقیه پیش‌تیمارها نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری نداشتند. پیش‌تیمار تیامین و پیریدوکسین به‌ترتیب با مقدار ۰/۰۴۴۲ و ۰/۰۳۹۱ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ در تیمار بدون فرسودگی در بالاترین رتبه قرار داشتند و بعد از آن کلیه پیش‌تیمارها با شاهد تفاوت معنی‌داری نداشتند. محققان گزارش کردند تیمار تیامین در افزایش مقاومت به قارچ مؤثر است و این ویتامین بیان ژن آنزیم‌های مسیر فنیل پروپانویید را فعال می‌کند و ترکیبات فنلی و آنتوسیانین را افزایش می‌دهد (Boubakri *et al.*, 2013).

همچنین Lachman و همکاران (۲۰۰۳) اظهار داشتند که زوال ناشی از تست پیری تسریع‌شده باعث افزایش سطوح مواد فنلی می‌شود.

عملکرد پروتئین دانه: مطابق جدول ۴ با افزایش روند فرسودگی صفت عملکرد پروتئین افت و کاهش چشمگیری داشت به‌طوریکه در بذور پیش‌تیمار نشده اعمال ۵۰ و ۱۰۰ ساعت فرسودگی به‌ترتیب موجب کاهش ۶۰ و ۳۰۰ درصدی در این صفت گردید. در گیاهان حاصل از بذور غیرفرسوده بیشترین عملکرد پروتئین دانه مربوط به پیش‌تیمار اسید پانتوتنیک بود که البته تفاوت معنی‌داری با پیش‌تیمار تیامین نداشت و نسبت به گیاهان شاهد افزایش ۲۲۳ درصدی داشت. مشخص شده است که اسید پانتوتنیک جزئی از ترکیبات کوآنزیم A می‌باشد 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 می‌نماید (ربانی چادگانی، ۱۳۸۷). علاوه بر دو تیمار یادشده، به‌طورکلی پیش‌تیمار بذرهای سالم با آب‌مقطر، ریبوفلاوین و نیاسین نیز افزایش معنی‌داری در عملکرد پروتئین دانه نسبت به شاهد ایجاد نمود، درحالیکه اختلاف سایر ترکیبات تیماری با شاهد معنی‌دار نبود. با اعمال فرسودگی ۵۰ ساعت بیشترین مقدار این صفت مربوط به پیش‌تیمار نیاسین بود و سایر پیش‌تیمارها با بذور تیمارنشده تفاوت معنی‌دار نداشتند. در فرسودگی ۱۰۰ ساعت پیش‌تیمار آب‌مقطر با مقدار ۱۷/۷۹ گرم در مترمربع بیشترین مقدار این صفت را به خود اختصاص داد که البته تفاوت معنی‌داری با پیش‌تیمارهای تیامین و نیاسین نداشت و بیش از ۵ برابر افزایش نسبت به عدم پیش‌تیمار نشان داد. کاهش در میزان کل پروتئین دانه یکی از حوادثی است که در طول پیری بذر اتفاق می‌افتد. یکی از دلایل کاهش پروتئین دانه، خسارت به سیستم‌های سنتزکننده پروتئین است که در بذرهای غلات و درختان گزارش شده است. از دلایل دیگر، می‌توان به سنتز و فعالیت بالای آنزیم‌های پروتئولیتیک در طول زوال بذر اشاره کرد. افزایش در فعالیت پروتئاز همراه با زوال بذر در دوره

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-27]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.47.21.0]

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 به‌ترتیب 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 پانتوتنیک 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 به‌ترتیب 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 به‌دلیل کاهش درصد روغن و عملکرد دانه بوده است که کاهش درصد روغن چشمگیرتر بود. در تحقیقات مشابه عجم نوروزی و همکاران (۱۳۹۰) گزارش کردند که فرسودگی سبب کاهش عملکرد دانه می‌شود. همچنین فرسودگی بذر سبب کاهش آنزیم‌های پالاینده 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 در بوته گیاه می‌شود و به‌دلیل افزایش توانایی جذب، عملکرد گیاه را از طریق تغییر مثبت اجزای عملکرد افزایش می‌دهند (Khan *et al.*, 2001). از طرفی ویتامین‌ها به‌دلیل 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 پانتوتنیک 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 پانتوتنیک 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 پانتوتنیک 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.

منابع

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.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.47.21.0]

حلفی، ج.، برادران فیروزآبادی، م.، مکاریان، ح. و پارسائیان، م. (۱۳۹۶) تأثیر پیش‌تیمار بذری عنصر روی، پیریدوکسین و اسید پانتوتنیک 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 محلول‌پاشی پیریدوکسین، پانتوتنیک 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. به‌زراعی 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 زوال‌یافته. نشریه علوم گیاهان زراعی ایران ۵۰: ۱۴۴-۱۳۳.

شعبانی، م.، قادری‌فر، ف.، صادقی‌پور، ح. و یامچی، ا. (۱۳۹۷) بررسی جوانه‌زنی و فعالیت آنتی‌اکسیدانت‌های آنزیمی و غیرآنزیمی کلیدی دخیل در زوال بذر نخود در طی انبارداری طبیعی و زوال مصنوعی. نشریه تولید گیاهان زراعی ۱۱: ۷۱-۵۱.

عجم نوروزی، 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.

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

قاسمی گلعذانی، 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 پیش‌تیمار 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.

Burguieres, 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 Distributers, 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 influensed by some vitamins and amino acids. Ozean Journal of Applied Sciences 3: 113-123.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.47.21.0]

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 Agricultureal 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.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.47.21.0]

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

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.47.21.0]