بسم الله الرحمن الرحیم

**دانشکده کشاورزی**

**پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی کشاورزی**

# تأثیر پیش تیمار بذر با ویتامین‌های گروه B بر رشد و عملکرد کلزا در شرایط فرسودگی بذر


نگارنده: سعید معیری

**استاد راهنما**

دکتر **مهدی برادران فیروزآبادی**

**اساتید مشاور**

**دکتر منوچهر قلی پور**
**دکتر مصطفی حیدری**


شهریور ۹۸

**پروردگارا**

نه می‌توانم موهایشان را که در راه عزت من سفید شد، سیاه کنم و نه برای دست‌های پینه بسته-شان که ثمره تلاش برای افتخار من است. پس توفیقم ده که هر لحظه شکرگزارشان باشم و ثانیه‌های عمرم را در عصای دست بودنشان بگذرانم.

در کمال افتخار و امتنان تقدیم می‌نمایم به

**پدر و مادرم**

**تشکر و قدردانی**

سپاس خدای را که سخنوران، در ستودن او بمانند و شمارندگان، شمردن نعمت‌های او ندانند و کوشندگان، حق او را گزاردن نتوانند. از استاد اندیشمند جناب آقای دکتر مهدی برادران فیروزآبادی که همواره نگارنده را مورد لطف و محبت خود قرار داده‌اند و در تمامی این مدت با بردباری مرا راهنمایی فرمودند و بی‌شک انجام مراحل مختلف این پایان‌نامه بدون حمایت و پشتیبانی ایشان امکان پذیر نبود کمال تشکر و قدردانی را دارم. همچنین از اساتید گرامی جناب آقایان دکتر منوچهر قلی پور و دکتر مصطفی حیدری به دلیل همیاری‌ها و راهنمایی‌ها ارزشمندشان سپاسگزارم

از همدلی و مساعدت‌های، تمامی دوستان عزیزم به‌ویژه مهندس صدرا رضایی و مهندس سعید نجارزاده بی نهایت قدردانی کرده و سلامتی و توفیق در مسیر زندگی از خداوند بلند مرتبه مسئلت دارم.

**سعید معیری**

**شهریور ۱۳۹۸**

## تعهد نامه

اینجانب **سعید معیری** دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته **زراعت** دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان‌نامه تأثیر پیش تیمار بذر با ویتامین‌های گروه B بر رشد و عملکرد کلزا تحت شرایط فرسودگی بذر تحت راهنمائی **دکتر مهدی برادران فیروزآبادی** متعهد می‌شوم.

- تحقیقات در این پایان‌نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالتبرخوردار است .
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است .
- مطالب مندرج در پایان‌نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است .
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می‌باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « Shahrood University of Technology » به چاپ خواهد رسید .
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان‌نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان‌نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان‌نامه ، در مواردی که از موجود زنده ( یا بافتهای آنها ) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است .
- در کلیه مراحل انجام این پایان‌نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است .

**تاریخ**

**امضای دانشجو**


## مالکیت نتایج و حق نشر

کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج ، کتاب ، برنامه های رایانه ای ، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است ) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می‌باشد . این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود . استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان‌نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی‌باشد.

## چکیده

بنیه بذر بسته به دما و رطوبت در دوران رسیدگی، برداشت و انبارداری و حمل و نقل نامناسب دچار کاهش می‌شود. که نتیجه آن کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی، رشد کندتر گیاه، افزایش حساسیت به‌تنش‌های محیطی و گاهی کاهش عملکرد است. امروزه مطالعاتی در خصوص پیش‌تیمار بذر با ویتامین‌ها برای تخفیف اثر فرسودگی و کاهش اثرات نامطلوب محیطی صورت گرفته است. تقریباً تمام فرآیندهای ضروری گیاه مانند تقسیم سلولی، جذب آب و مواد غذایی، فتوسنتز و بیوسنتز مواد آلی تا حد زیادی وابسته به ویتامین‌های گروه ب می‌باشند. به همین منظور آزمایشی در جهت بررسی تأثیر پیش‌تیمار بذر با ویتامین‌های گروه B بر رشد و عملکرد کلزا در شرایط فرسودگی بذر در دانشگاه صنعتی شاهرود در اسفند ماه ۱۳۹۶ اجرا شد. آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار بود. تیمارهای آزمایش شامل ۳ سطح فرسودگی بذر صفر، ۵۰ و ۱۰۰ ساعت (به‌ترتیب به‌عنوان عدم فرسودگی، فرسودگی متوسط و فرسودگی شدید) با دمای ۴۰ درجه در دستگاه آون و ۷ سطح پیش‌تیمار بذر با ویتامین‌های گروه B (شاهد، آب مقطر، تیامین، ریبوفلاوین، نیاسین، اسید پانتوتنیک و پیریدوکسین) به مقدار ۱۰۰ پی پی ام و به مدت ۸ ساعت بود. علاوه بر آزمایش مزرعه‌ای، بذور تیمار شده در آزمایشگاه نیز از نظر صفات مرتبط با جوانه‌زنی شامل درصد و سرعت جوانه‌زنی و قدرت گیاه‌چه مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای این منظور بذور در قالب آزمایش فاکتوریل با طرح پایه کاملاً تصادفی در ژرمیناتور و دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و تیمارها مشابه تیمارهای مزرعه اعمال شدند. با توجه به نتایج به‌دست آمده از این تحقیق، فرسودگی موجب کاهش برخی صفات از قبیل وزن خشک بوته، طول و قطر ساقه، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، عملکرد دانه، مقدار کلروفیل و کاروتنوئید برگ، درصد روغن و پروتئین دانه و کلیه صفات آزمایشگاهی شامل درصد و سرعت جوانه‌زنی و بنیه گیاه‌چه شد. از طرفی پیش-تیمار ریبوفلاوین بیشترین طول ساقه و درصد پروتئین دانه، پیش‌تیمار اسید پانتوتنیک بیشترین تعداد کپسول در بوته، پایداری غشاء و عملکرد که نسبت به حالت بدون پیش‌تیمار سبب افزایش ۵۹ درصدی گردید. پیش‌تیمار تیامین بیشترین مقدار کلروفیل برگ بود و کلیه پیش‌تیمار ویتامین‌ها سبب افزایش درصد روغن دانه شدند. در بخش آزمایشگاهی نیز بالاترین درصد جوانه‌زنی و شاخص بنیه گیاه‌چه مربوط به پیش‌تیمار ریبوفلاوین بود و پیش‌تیمار اسید پانتوتنیک بالاترین سرعت جوانه‌زنی را داشت.



کلمات کلیدی: اسید پانتوتنیک، بنیه گیاه‌چه و زوال

**لیست مقالات مستخرج از پایان‌نامه**

۱- **بررسی اثر پیش‌تیمار بذر با ویتامین‌های گروه B بر جوانه‌زنی و قدرت گیاه‌چه حاصل از بذور فرسوده کلزا**. اولین همایش ملی علوم کشاورزی و زیست محیطی ایران- خوزستان ۱۰ بهمن ۱۳۹۷.

۲- **ارزیابی اثر پیش‌تیمار بذر با ویتامین‌های گروه B بر برخی پارامترهای رشدی گیاهان حاصل از بذور فرسوده کلزا**. اولین همایش ملی علوم کشاورزی و زیست محیطی ایران- خوزستان ۱۰ بهمن ۱۳۹۷.

# فهرست مطالب

**فصل۱ مقدمه و کلیات** **۱**

۱-۱- مقدمه ۲

-۲-۱ کلزا ۶

۱-۲-۱- گیاه‌شناسی ۷

۱-۲-۲- نیاز غذایی ۸

۱-۲-۳- مزایای زراعت کلزا ۱۱

۱-۳- اهداف پژوهش ۱۲

**فصل۲ بررسی منابع** **۱۳**

۲-۱- فرسودگی (زوال) بذر ۱۴

۲-۱-۱- تعریف فرسودگی ۱۴

۲-۱-۲- عوامل مؤثر بر فرسودگی ۱۵

۲-۱-۳- فرسودگی از چه نقاطی شروع می‌شود؟ ۱۶

۲-۱-۴- اثر فرسودگی بر تولید گونه‌های فعال اکسیژن ۱۶

۲-۱-۵- اثر فرسودگی بر جوانه‌زنی و سبز شدن ۱۷

۲-۱-۶- اثر فرسودگی بر فعالیت‌های آنزیمی ۱۸

۲-۱-۷- اثر فرسودگی بر نفوذ پذیری غشاء پلاسمایی ۱۹

۲-۱-۸- اثر فرسودگی بر خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک ۲۰

۲-۲- پیش‌تیمار ۲۰

۲-۲-۱- تعریف پیش‌تیمار ۲۰

۲-۲-۲- اثر پیش‌تیمار بر فعالیت‌های آنزیمی ۲۱

۲-۲-۳- اثر پیش‌تیمار بر جوانه‌زنی و سبز شدن ۲۲

۲-۲-۴- اثر پیش‌تیمار بر فعالیت‌های متابولیک ۲۳

۲-۲-۵- اثر پیش‌تیمار بر گونه‌های فعال اکسیژن ۲۴

۲-۲-۶- اثر پیش‌تیمار بر صفات مورفولوژیک در گیاهان ۲۴

۲-۲-۷- اثر پیش‌تیمار بر فرسودگی ..... ۲۵
۲-۳- ویتامین‌ها ..... ۲۹
۲-۳-۱- تعریف ویتامین ..... ۲۹
۲-۳-۲- نقش ویتامین‌ها در انسان ..... ۳۰
۲-۳-۳- نقش ویتامین‌ها در گیاهان ..... ۳۰
۲-۳-۴- نقش ویتامین‌های گروه B در موجودات ..... ۳۱
۲-۳-۵- نقش ویتامین‌های گروه B در گیاهان ..... ۳۲
**فصل۳ مواد و روش** **۳۷**
۳-۱- زمان و مشخصات محل آزمایش ..... ۳۸
۳-۲- مشخصات طرح آزمایشی ..... ۳۹
۳-۳- عملیات اجرایی بخش آزمایشگاه ..... ۳۹
۳-۳-۱- فرسوده کردن بذور ..... ۳۹
۳-۳-۲- پیش‌تیمار کردن بذور ..... ۳۹
۳-۴- عملیات اجرایی بخش مزرعه‌ای ..... ۴۰
۳-۴-۱- آماده‌سازی بستر و کاشت ..... ۴۰
۳-۴-۲- داشت ..... ۴۰
۳-۴-۳- برداشت ..... ۴۰
۳-۴-۴- نمونه برداری ..... ۴۱
۳-۵- اندازه‌گیری صفات زراعی در بخش مزرعه‌ای ..... ۴۱
۳-۵-۱- شاخص سطح برگ ..... ۴۱
۳-۵-۲- وزن خشک برگ، ساقه و کپسول ..... ۴۱
۳-۵-۳- طول، قطر ساقه و تعداد شاخه فرعی ..... ۴۱
۳-۵-۴- عملکرد نهایی و اجزای عملکرد ..... ۴۲
۳-۶- اندازه‌گیری صفات فیزیولوژیک در بخش مزرعه‌ای ..... ۴۲
۳-۶-۱- محتوای نسبی آب برگ ..... ۴۲
۳-۶-۲- پایداری غشاء پلاسمایی ..... ۴۲
۳-۶-۳- میزان کلروفیل و کاروتنوئید ..... ۴۳

۳-۶-۴- قند محلول برگ ۴۴
-۷-۳ صفات کیفی ۴۵
۳-۷-۱- درصد پروتئین دانه ۴۵
۳-۷-۲- درصد روغن دانه ۴۶
۳-۸- اندازه‌گیری صفات در بخش آزمایشگاهی ۴۷
۳-۸-۱- درصد جوانه‌زنی ۴۷
۳-۸-۲- سرعت جوانه‌زنی ۴۷
۳-۸-۳- شاخص بنیه گیاهچه ۴۸
۳-۹- تجزیه تحلیل داده‌ها ۴۸
**فصل۴ نتایج و بحث** **۴۹**
۴-۱- تجمع ماده خشک برگ، ساقه و کپسول ۵۰
۴-۱-۱- وزن خشک برگ ۵۰
۴-۱-۲- وزن خشک ساقه ۵۱
۴-۱-۳- وزن خشک کپسول ۵۲
۴-۲- شاخص سطح برگ ۵۳
۴-۳- قطر ساقه ۵۴
۴-۴- طول ساقه ۵۵
۴-۵- تعداد شاخه فرعی ۵۶
۴-۶- تعداد شاخه فرعی فرعی ۵۷
۴-۷- عملکرد و اجزای عملکرد ۵۸
۴-۷-۱- تعداد کپسول در بوته ۵۸
۴-۷-۲- تعداد دانه در کپسول ۵۹
۴-۷-۳- وزن هزار دانه ۶۰
۴-۷-۴- عملکرد دانه ۶۱
۴-۸- صفات فیزیولوژیک ۶۳
۴-۸-۱- رنگ دانه‌های فتوسنتزی ۶۳
۴-۸-۲- مقدار نسبی آب برگ ۶۸

۴-۸-۳- پایداری غشاء پلاسمایی ..... ۶۸
۴-۸-۴- میزان آنتوسیانین ..... ۶۹
۴-۸-۵- میزان فلاونوئید ..... ۷۱
۴-۸-۶- قند محلول برگ ..... ۷۲
۴-۹- صفات کیفی ..... ۷۳
۴-۹-۱- درصد پروتئین دانه ..... ۷۳
۴-۹-۲- درصد روغن دانه ..... ۷۴
۴-۱۰- صفات مرتبط با جوانه‌زنی ..... ۷۶
۴-۱۰-۱- درصد جوانه‌زنی ..... ۷۶
۴-۱۰-۲- سرعت جوانه‌زنی ..... ۷۷
۴-۱۰-۳- بنیه گیاه‌چه ..... ۷۹
۴-۱۰-۴- طول ساقه‌چه ..... ۸۱
۴-۱۰-۵- طول ریشه‌چه ..... ۸۲
۴-۱۰-۶- وزن خشک گیاه‌چه ..... ۸۴
۴-۱۱- نتیجه‌گیری ..... ۸۶
۴-۱۲- پیشنهادات ..... ۸۷

# فهرست شکل‌ها

اشکال صفحه


شکل ۳-۱- منحنی استاندارد قند محلول در طول موج ۴۸۵ ..... ۴۵
شکل ۴-۱- مقایسه میانگین وزن خشک برگ تحت تأثیر برهم کنش فرسودگی و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب ..... ۵۱
شکل۴-۲- مقایسه میانگین وزن خشک ساقه تحت تأثیر فرسودگی بذر ..... ۵۲
شکل۴-۳- مقایسه میانگین وزن خشک کپسول تحت تأثیر برهم کنش فرسودگی و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب ..... ۵۳
شکل ۴-۴- مقایسه میانگین قطر ساقه تحت تأثیر برهم کنش فرسودگی و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب ..... ۵۵
شکل ۴-۵- مقایسه میانگین طول ساقه تحت تأثیر بر هم کنش فرسودگی و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب ..... ۵۶
شکل ۴-۶- مقایسه میانگین تعداد شاخه فرعی تحت تأثیر برهم کنش فرسودگی و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب ..... ۵۷
شکل۴-۷- مقایسه میانگین تعداد شاخه فرعی فرعی تحت تأثیر فرسودگی بذر ..... ۵۸
شکل ۴-۸- مقایسه میانگین تعداد کپسول در بوته تحت تأثیر برهم کنش فرسودگی و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب ..... ۵۹
شکل ۴-۹- مقایسه میانگین تعداد دانه در کپسول تحت تأثیر فرسودگی بذر ..... ۶۰
شکل ۴-۱۰- مقایسه میانگین عملکرد دانه تحت تأثیر فرسودگی بذر ..... ۶۲
شکل ۴-۱۱- مقایسه میانگین عملکرد دانه تحت تأثیر پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب ..... ۶۲
شکل ۴-۱۲- مقایسه میانگین کلروفیل a تحت تأثیر برهم کنش فرسودگی و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب ..... ۶۴
شکل ۴-۱۳- مقایسه میانگین کلروفیل b تحت تأثیر برهم کنش فرسودگی و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب ..... ۶۵
شکل ۴-۱۴- مقایسه میانگین کلروفیل کل تحت تأثیر برهم کنش فرسودگی و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب ..... ۶۶
شکل ۴-۱۵- مقایسه میانگین کارتنوئید تحت تأثیر فرسودگی بذر ..... ۶۷
شکل ۴-۱۶- مقایسه میانگین پایداری غشاء پلاسمایی تحت تأثیر برهم کنش فرسودگی و پیش‌تیمار ویتامین‌های ب ..... ۶۹
شکل ۴-۱۷- مقایسه میانگین میزان آنتوسیانین تحت تأثیر برهم کنش فرسودگی و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب ..... ۷۰
شکل ۴-۱۸- مقایسه میانگین میزان فلاونوئید تحت تأثیر برهم کنش فرسودگی و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب ..... ۷۱
شکل ۴-۱۹- مقایسه میانگین قند محلول تحت تأثیر پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب ..... ۷۲
شکل ۴-۲۰- مقایسه میانگین درصد پروتئین تحت تأثیر بر هم کنش فرسودگی و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب ..... ۷۴
شکل ۴-۲۱- مقایسه میانگین درصد روغن تحت تأثیر فرسودگی بذر ..... ۷۵

شکل ۴-۲۲- مقایسه میانگین درصد روغن تحت تأثیر پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب..... ۷۵
شکل ۴-۲۳- مقایسه میانگین درصد جوانه‌زنی تحت تأثیر فرسودگی بذر..... ۷۷
شکل ۴-۲۴- مقایسه میانگین درصد جوانه‌زنی تحت تأثیر پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب..... ۷۷
شکل ۴-۲۵- مقایسه میانگین سرعت جوانه‌زنی بذر تحت تأثیر بر هم کنش فرسودگی و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب..... ۷۹
شکل ۴-۲۶- مقایسه میانگین بنیه گیاه‌چه تحت تأثیر بر هم کنش فرسودگی و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب..... ۸۰
شکل ۴-۲۴- مقایسه میانگین طول ساقه‌چه تحت تأثیر بر هم کنش فرسودگی و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب..... ۸۲
شکل ۴-۲۸- مقایسه میانگین اثر متقابل طول ریشه‌چه تحت تأثیر برهم کنش فرسودگی و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب..... ۸۳
شکل ۴-۲۹- مقایسه میانگین وزن خشک ساقه‌چه تحت تأثیر تیمار فرسودگی و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب..... ۸۵

## فهرست جداول

جداول صفحه


جدول ۳-۱خصوصیات خاک محل آزمایش..... ۳۸
جدول پیوست ۱- میانگین مربعات تجمع ماده خشک در برگ، ساقه و کپسول و شاخص سطح برگ کلزا تحت تأثیر فرسودگی بذر و پیش‌تیمار ویتامین‌های‌گروه ب..... ۹۰
جدول پیوست ۲- مقایسه میانگین وزن خشک ساقه، برگ و کپسول و شاخص سطح برگ تحت تأثیر فرسودگی بذر و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب..... ۹۰
جدول پیوست ۳- میانگین مربعات طول و قطر ساقه و تعداد شاخه فرعی و فرعی فرعی تحت تأثیر فرسودگی بذر و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب..... ۹۱
جدول پیوست ۴- مقایسه میانگین طول ساقه، قطر ساقه، تعداد شاخه فرعی و فرعی فرعی تحت تأثیر فرسودگی بذر و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب..... ۹۱
جدول پیوست ۵- میانگین مربعات تعداد کپسول در بوته، دانه در کپسول و وزن هزار دانه تحت تأثیر فرسودگی بذر و پیش‌تیمار ویتامین گروه ب..... ۹۲
جدول پیوست ۶- مقایسه میانگین تعداد کپسول در بوته، دانه در کپسول، وزن هزار دانه و عملکرد دانه تحت تأثیر فرسودگی بذر و پیش‌تیمار ویتامین گروه ب..... ۹۲
جدول پیوست ۷- میانگین مربعات رنگدانه‌های برگ کلزا تحت تأثیر فرسودگی بذر و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب ..... ۹۳
جدول پیوست ۸- مقایسه میانگین کلروفیل a، b و کل و کاروتنوئید تحت تأثیر فرسودگی بذر و پیش‌تیمار ویتامین-های گروه ب..... ۹۳
جدول پیوست ۹- میانگین مربعات قند محلول، فلاونوئید، آنتوسیانین، محتوای نسبی آب برگ و پایداری غشاء پلاسمایی کلزا تحت تأثیر فرسودگی بذر و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب..... ۹۴
جدول پیوست۱۰- مقایسه میانگین قند محلول، فلاونوئید، آنتوسیانین، محتوای نسبی آب برگ و پایداری غشاء پلاسمایی تحت تأثیر فرسودگی بذر و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب..... ۹۴
جدول پیوست ۱۱- میانگین مربعات درصد پروتئین و روغن دانه تحت تأثیر فرسودگی بذر و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب..... ۹۵
جدول پیوست ۱۲- مقایسه میاانگین پروتئین تحت تأثیر فرسودگی و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب..... ۹۵
جدول پیوست ۱۳- میانگین مربعات درصد و سرعت جوانه‌زنی و شاخص بنیه گیاه‌چه تحت تأثیر فرسودگی بذر و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب..... ۹۶
جدول پیوست ۱۴- مقایسه میانگین سرعت جوانه‌زنی و شاخص بنیه گیاه‌چه تحت تأثیر فرسودگی بذر و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب..... ۹۶
جدول پیوست ۱۵- میانگین مربعات طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و وزن خشک گیاه‌چه تحت تأثیر فرسودگی بذر و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب..... ۹۷
جدول پیوست ۱۶- مقایسه میانگین طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و وزن خشک گیاه‌چه تحت تأثیر فرسودگی و پیش-تیمار ویتامین‌های گروه ب..... ۹۷

# فصل ۱

# مقدمه و کلیات

## ۱-۱- مقدمه

سبز شدن یکی از مهم‌ترین مراحل فنولوژیک گیاه است که تعیین کننده درجه موفقیت سیستم-های زراعی در تولید می‌باشد (فورسلا و همکاران، ۲۰۰۰). سبزشدن به شدت تحت تأثیر عوامل محیطی به‌ویژه رطوبت خاک، شوری و عمق کاشت (جاکوبسن و باخ، ۱۹۹۸؛ سیفلد و همکاران، ۲۰۰۲؛ سلطانی و همکاران، ۲۰۰۶؛ اولدبلگاسم و همکاران، ۲۰۰۶) و کیفیت بذرها ( قابلیت حیات و قدرت بذر) قرار می‌گیرند (دی فیگوریدو و همکاران، ۲۰۰۳). قدرت بذر در زمان رسیدگی فیزیولوژیک در اغلب محصولات در حداکثر مقدار خود است (بسرا و همکاران، ۲۰۰۳). تکرونی و ایگلی (۱۹۹۷) اعلام کردند، حداکثر قدرت بذر در گندم و ذرت که بذور آن‌ها به‌صورت خشک برداشت می‌شوند، قبل از رسیدگی فیزیولوژیک حاصل می‌شوند، بدیهی است که قدرت بذر در طول دوره انبارداری در همین وضعیت باقی نمی‌ماند (بسرا و همکاران، ۲۰۰۳). با زوال بذر، قدرت بذر به‌عنوان اولین جزء از کیفیت بذر کاهش می‌یابد و به‌دنبال آن ظرفیت جوانه‌زنی و قوه نامیه نیز کاهش نشان می‌دهد (مک دونالد، ۱۹۹۹؛ بسرا و همکاران، ۲۰۰۳؛ دی فیگوریدو و همکاران، ۲۰۰۳). در این راستا، آمار نشان می‌دهد که سالیانه حدود ۲۵ درصد بذرها به‌علت داشتن کیفیت پایین از بین می‌روند (مک دونالد و نلسون، ۱۹۸۶). شرایط انبارداری متفاوت می‌تواند سبب ایجاد اختلافات معنی‌داری در جوانه‌زنی و سبز شدن گیاهان شود (مارشال و لویس، ۲۰۰۴). بذور با کیفیت و قدرت بالاتر می‌تواند بهتر سبز شوند و در شرایط مواجه با تنش‌های محیطی گیاه‌چه‌های نیرومندتری تولید کنند (الیس و روبرت، ۱۹۸۱؛ رحمان و همکاران، ۱۹۹۹؛ دی فیگوریدو و همکاران، ۲۰۰۳). مطالعات مختلفی در مورد اثر زوال بذر بر سبز شدن صورت گرفته است؛ بسرا و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند که درصد سبز شدن بذرهای پنبه با افزایش در دوره زوال کاهش پیدا می‌کند به‌طوری که درصد سبز شدن از ۸۷ درصد در بذرهای شاهد به صفر در بذرهایی که ۱۵ روز فرسوده شده بودند رسید. چیترا دوی و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند که بذرهای بزرگتر خردل و با دوره انباری کمتر درصد سبز شدن بیشتری نسبت به بذرهای

کوچک و دوره انبار بیشتر داشتند. ورما و همکاران (۲۰۰۳) اثر پارامترهای کیفیت بذر را در بذرهای فرسوده کانولا مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها نشان دادند که با هر سال افزایش دوره انباری، استقرار گیاه‌چه کاهش می‌یابد که این کاهش در بین ارقام مورد مطالعه متفاوت بود. هم‌چنین بذرهایی با قدرت بالاتر سرعت سبز شدن بیش‌تری داشتند.

اهمیت پیری بذر زمانی بیش‌تر ملموس خواهد شد که بدانیم هر ساله، به‌علت زوال بذر و خسارت ناشی از شکستن و فساد بذر توسط میکروارگانیسم‌ها در جریان تولید، انبارداری و حمل و نقل تلفات اقتصادی فراوانی به‌بار می‌آید. جوانه‌زنی و رشد گیاه‌چه یکی از مهم‌ترین مراحل رشدی گیاه است که تعیین کننده درجه موفقیت سیستم‌های زراعی در تولید می‌باشد (سلطانی و همکاران، ۲۰۰۶). این مراحل به‌شدت تحت تأثیر کیفیت بذر قرار می‌گیرد (دفیگورید و همکاران، ۲۰۰۳). بنیه بذر بسته به-دما و رطوبت در دوران رسیدگی، برداشت و انبارداری نامناسب کاهش می‌یابد. بنابراین در صورت بالا بودن دما و رطوبت نسبی محیط انبار، بذرها سریع‌تر زوال یافته و ضمن کاهش کیفیت به‌مرگ نزدیک‌تر می‌شوند، که این تغییرات منجر به کاهش کیفیت بذر، کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی، رشد کندتر گیاه، افزایش حساسیت به تنش‌های محیطی و گاهی کاهش عملکرد می‌شود (محمدی و همکاران، ۲۰۰۷).

به‌طور کلی، زوال بذر یک فرآیند غیر قابل انعطاف و برگشت ناپذیر است. البته اگرچه در نهایت 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 امکان پذیر باشد. اما این تیمارها فقط شرایط را برای بروز بهینه پتانسیل بذر فراهم می‌سازند و کیفیت فیزیولوژیکی پایه بذر را تغییر نمی-دهند (دلوچه و بسکین، ۱۹۷۳). تحت شرایط فرسودگی بذر یکی از اولین بخش‌های گیاهی که آسیب می‌بیند غشای پلاسمایی است (لیانگ و همکاران، ۲۰۰۳). زیرا در این شرایط تولید و تجمع گونه‌های فعال اکسیژن، نظیر رادیکال‌های سوپراکسید و هیدروکسیل افزایش می‌یابد (فویر و همکاران، ۱۹۹۴).

این ترکیبات به بسیاری از رادیکال‌ها سلولی نظیر لیپیدها، پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌ها و اسیدهای نوکلئیک صدمه می‌زنند و با تغییر ساختمان غشاء، در اثر پراکسیداسیون لیپیدها و پروتئین‌ها تراوایی غشای سلولی را افزایش می‌دهند که منجر به نشت الکترولیت‌های موجود در داخل سلول به سمت بیرون می‌شود و در نتیجه رشد گیاه تحت تأثیر قرار می‌گیرد (بلوم و همکاران، ۱۹۸۲). یکی از روش-های مناسب برای به‌حداقل رساندن پراکسیداسیون لیپیدها در بذرهای زوال یافته، پرایمینگ است. یک توجیه برای این مشاهدات باز احیایی خسارت ناشی از اکسیژن‌های فعال روی غشاءها و ترکیبات دیگری است که در طول فاز آبنوشی تولید می‌شوند (وارد و پاول، ۱۹۸۳). پرایمینگ بذر تکنیکی برای پیش جوانه‌زنی می‌باشد، که سبب جوانه‌زنی سریع، هم‌زمان و یکنواخت بذور می‌گردد (بنینکاسا و همکاران، ۲۰۱۳). پرایمینگ بذر دوره کاشت تا استقرار گیاه‌چه را کوتاه می‌کند و صدمات ناشی از قرار گیری بذور در شرایط محیطی نامساعد را کاهش می‌دهد. هم‌چنین با محدود کردن آبگیری بذر به وسیله محلول‌های اسمزی باعث توسعه‌ی فاز انتقال می‌گردد. در این تئوری پرایمینگ باعث از بین رفتن موانع جوانه‌زنی بذر می‌گردد (جیشا و همکاران، ۲۰۱۳). این تکنیک شامل فرآیندهایی است که ابتدا بذر آب جذب کرده و پس از خشک کردن بذور، آن‌ها را برای مدت تعیین شده در محیطی با دمای خاص قرار می‌دهند (فرهودی و همکاران، ۲۰۰۷). پرایمینگ جوانه‌زنی را در شرایط نامطلوب افزایش می‌دهد. افزایش کیفیت بذور اغلب فرآیندی کاملاً پیچیده یا نیازمند تجهیزات ویژه‌ای از قبیل روش‌های پیشرفته برای وضعیت‌های کنترل حرارتی، کنترل دقیق آب‌گیری و معمولاً هوادهی برای جلوگیری از صدمات ناشی از جذب آب و استفاده از شبکه مواد جامد و کنترل جذب آب می‌باشد (پیراسته انوشه و حمیدی، ۲۰۱۳). بذوری که پیش‌تیمار شده‌اند، آمادگی جوانه‌زنی و استقرار را پیش از قرار گرفتن در بستر خود کسب می‌کنند، به‌طوری که به لحاظ متابولیکی، بیوشیمیایی، ساختار سلولی و... در وضعیت زیستی مناسب‌تری در مقایسه با بذور پرایم نشده قرار می‌گیرند (عیساوند و همکاران، ۲۰۱۱). در این رابطه بر اساس گزارش محققان، به‌نظر می‌رسد هیدروپرایمینگ باعث افزایش کارایی گیاه زارعی در مزرعه می‌گردد (کاسناوا و توسلی، ۲۰۰۷). پیش‌تیمار آبی بذر از طریق

کاهش مدت زمان لازم برای جذب آب، موجب بهبود جوانه‌زنی و... می‌شود (رز و همکاران، ۲۰۰۱). از طرفی پیش‌تیمار آبی امکان نگهداری بذور را در انبار تا زمان کاشت نسبت به بذور تیمار نشده افزایش می‌دهد (بوتلر و هی، ۲۰۰۹). سودمندی اثرات پیش‌تیمار آبی در مورد گندم (پاررا و کانت لیف، ۱۹۹۴)، چغندر (صادقیان و یاوری، ۲۰۰۴)، جو (عبدل رحمانی و همکاران، ۲۰۰۷)، عدس (قاسمی و همکاران، ۲۰۰۸) و آفتاب‌گردان (سینگ، ۱۹۹۵) نیز نشان داده شده است. تحقیقات نشان داده است که غلظت پروتئین‌ها در زمان پرایمینگ افزایش می‌یابد و میزان آن‌ها پس از خشک شدن بذر حفظ می‌شود (هریس، ۲۰۰۱). در زمان پرایمینگ بذور گوجه فرنگی محتوای پروتئین‌های محلول به‌میزان ۱۴۰٪ افزایش نشان داد (کانز و همکاران، ۱۹۹۰). همچنین آن‌ها گزارش کردند که افزایش میزان آمینواسید در اثر پرایمینگ شاید به‌علت آزاد شدن این آمینواسیدها از ذخایر پروتئینی باشد. در مطالعات نشان داده شده که سنتز پروتئین‌ها در زمان پرایمینگ افزایش و جوانه‌زنی بذور پرایم شده (کاهو، گوجه فرنگی، فلفل، تره فرنگی، گندم، ذرت) بهبود می‌یابد (کانز و همکاران، ۱۹۹۰؛ اسمیت و متیو، ۱۹۹۸؛ هریس و همکاران، ۲۰۰۱). کانز و همکاران (۱۹۹۰) اظهار داشتند که کمیت و کیفیت پروتئین‌های سنتز شده در زمان جوانه‌زنی بذور پرایم و غیر پرایم متفاوت می‌شود. در فرآیند پرایمینگ غلظت اسیدهای نوکلئیک افزایش می‌یابد و مقدار آن‌ها پس از خشک کردن بذور نیز بالا باقی می‌ماند (کوهلر و همکاران، ۱۹۹۷؛ کانز و همکاران، ۱۹۹۰؛ فیو و همکاران، ۱۹۸۸). در افزایش محتوای اسیدهای نوکلئیک، افزایش RNA بیش از DNA می‌باشد (کوهلر و همکاران، ۱۹۹۷). پرایمینگ باعث افزایش معنی‌دار در محتوای DNA نمی‌شود ولی به هرحال در زمان جوانه‌زنی میزان و سرعت سنتز DNA در بذور پرایم شده بیشتر بوده است (کوهلر و همکاران، ۱۹۷۹؛ فیو و همکاران، ۱۹۸۸). مشخص شده که شماری از آنزیم‌ها در زمان پرایمینگ افزایش می‌یابد. کوهلر و همکاران (۱۹۹۷) گزارش دادند افزایش فعالیت هیدرولیزی باعث تجزیه اسیدهای چرب در زمان پرایمینگ می‌گردد. این لیپیدها مسئول دگرگونی میزان پالمتیک، اولئیک و لینولئیک می‌باشند. در زمان پرایمینگ تمامی اسیدهای استری غلظت‌شان بالا می‌رود در کل فعالیت آنزیم‌ها در فاز تأخیری

افزایش پیدا می‌کند. افزایش این آنزیم‌ها، پروتئین‌ها و نوکلئیک اسیدها در زمان پرایمینگ باعث می‌شود که رویدادهای مرتبط با جوانه‌زنی به‌طور نرمال و پی‌درپی صورت گیرد.

امروزه پژوهش‌هایی در خصوص استفاده از ویتامین‌ها برای تخفیف اثرات نامطلوب محیطی بر گیاهان و بهبود رشد و نمو آن‌ها صورت گرفته است. آخرین مطالعات حاکی از آن است که تیمار بذر گیاهان با برخی از ویتامین‌ها در بهبود رشد مؤثر بوده است. ویتامین‌ها می‌توانند به‌عنوان تنظیم‌کننده‌های زیستی در غلظت‌های کم تأثیر به سزایی در رشد گیاه داشته باشند. این عوامل تنظیم‌کننده بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی مانند سنتز آنزیم‌ها (هاتوت، ۱۹۹۵) را تحت تأثیر قرار می‌دهند. ویتامین‌ها به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان می‌توانند یک نیروی محرکه قوی برای مقاومت به تنش از جمله شوری باشند (جاکم و همکاران، ۲۰۰۷). همچنین در حفاظت سلول‌های گیاهی در مقابل پیری و اختلالات مؤثرند (رابینسون، ۱۹۷۳). برخی از ویتامین‌های گروه B مانند تیامین، اسید فولیک، ریبوفلاوین و پیریدوکسین به‌طور بالقوه می‌توانند به‌عنوان یک تحریک کننده غیرمستقیم برای ساخت پرولین باشند (بورگریس و همکاران، ۲۰۰۷). 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 (هندوی و عزالدین، ۲۰۱۰).

### ۱-۲- کلزا

کلزا (*Brassica napus* L.) یکی از مهم‌ترین گیاهان روغنی است که کشت آن به‌منظور تولید روغن مورد توجه زیادی قرار دارد و سطح زیر کشت آن همه ساله رو به افزایش است. در گذشته اگرچه حبوبات، گندم، برنج و ذرت به‌عنوان غذاهای مورد توجه مطرح بودند ولی امروزه دانه‌های روغنی بعد از غلات نقش مهمی در تأمین کالری مورد نیاز انسان ایفا می‌کنند (عزیزی و همکاران، ۲۰۰۹). کلزا به‌عنوان یکی از گیاهان دانه روغنی مهم در مناطق معتدله دارای طیف وسیعی از سازگاری اقلیمی است. دانه کلزا دارای ۲۵ تا ۵۵ درصد روغن، ۱۸ تا ۲۴ درصد پروتئین و ۱۲تا ۲۰

درصد پوست است. روغن دانه کلزا درحدی است که می‌تواند جهت کاهش وابستگی‌ها و خروج ارز از کشور مؤثر باشد (کدیور، ۱۳۸۹). روغن کلزا در مقایسه با روغن به دست آمده از دیگر دانه‌های روغنی دارای کیفیت بالاتری می‌باشد به همین دلیل و نیز با توجه به مقاومت این گیاه به تنش‌های محیطی و پتانسیل بالای ژنتیکی آن در طی دهه اخیر کشت آن سرعت زیادی یافته است (نجفی، ۱۳۹۳). کیفیت دانه کلزا توسط مقدار پروتئین و روغن آن تعیین می‌شود. جدا از عوامل فیزیکی، مقدار روغن به‌میزان زیادی توسط کودهای معدنی کنترل می‌شود (احمدی، ۲۰۱۰). روغن کلزا حاوی کمتر از ۲ درصد اسید اروسیک است و کنجاله آن نیز کم‌تر از ۳۰ میکروگرم گلوکوزینولات دارد. در کلزاهایی که برای تولید روغن خوراکی کشت می‌شوند، با استفاده از دانش به‌نژادی، مقدار اسید چرب نامطلوب اروسیک تقریباً به‌طور کامل حذف شده و یا به‌حداقل مقدار رسیده است. در حالی که ارقام اولیه مقدار بالایی (۴۰٪) اسید اروسیک داشتند (حجازی، ۱۳۷۹). بالا بودن مقدار این اسید، بر مزه روغن تأثیر دارد و همچنین با بیماری‌های قلبی مرتبط است. گلوکوزینولات اگر به‌مقدار زیاد در رژیم غذایی حیوان مصرف شود، افزون بر اینکه سبب اختلال در تغذیه می‌شود، سبب تأثیر معکوس در رشد حیوان می‌گردد (ورمورل و همکاران، ۱۹۸۶). روغن و کنجاله کلزا جایگزین خوبی برای روغن و کنجاله سویا است (امین و خلیل، ۲۰۰۵).

**۱-۲-۱- گیاه‌شناسی**

کلزا گیاهی از تیره شب بو و از جنس کلم است. این گیاه از تلاقی‌های متعدد بین جنس‌های sinapis و brassica حاصل گردیده است. این گیاه دارای دو رقم بهاره و پاییزه است که رقم بهاره نسبت به پاییزه کم محصول‌تر و کم ارتفاع‌تر و با مقاومت کم‌تر است. این گیاه یکی از گیاهان زراعی روغنی است که می‌توان آن را در مناطق معتدله و ارتفاعات بالا و تحت شرایط نسبتاً خنک کشت کرد و تعداد کروموزم‌های آن ۲n=۳۸ می‌باشد. کلزا دارای یک ریشه اصلی و ضخیم و قوی با تعداد زیادی ریشه فرعی است. ارتفاع ریشه اصلی به ۸۰ سانتی‌متر می‌رسد. در مرحله روزت قد گیاه بسیار کوتاه

است. برگ‌ها در مرحله ابتدایی روزت طویل، عریض با حاشیه گرد و در مرحله ایستاده از مضرس زیادی برخوردارند. گل‌های کلزا عمدتاً به رنگ زرد می‌باشند و دارای ۴ گلبرگ و ۴ کاسبرگ و ۶ پرچم است. خورجین‌ها پس از تلقیح از پایین به بالا تشکیل شده و هم‌زمان با توسعه گل تکامل می-یابند. دانه‌ها به‌رنگ قهوه‌ی تیره یا سیاه و در شرایط نارس روشن‌تر هستند. وزن هزار دانه بین ۳-۵ گرم متغیر است. مراحل رشدی گیاه کلزا را می‌توان به ۷ مرحله تقسیم نمود:

مرحله A: جوانه زدن: گیاهان ۲ برگ ابتدایی قلبی در این مرحله دارند.

مرحله B: مرحله روزت: این مرحله با توجه به تعداد برگ ظاهر شده به‌چند مرحله B1,B2,…,Bn تقسیم می‌شود.

مرحله C: مرحله رشد رویشی: در این مرحله گیاه شروع به ساقه‌دهی می‌نماید و میان گره‌ها قابل دیدن می‌باشند.

مرحله D: مرحله ظهور غنچه‌های گل.

مراحل F و E (مرحله گل‌دهی): در این مرحله ابتدا غنچه‌های گل از هم جدا و اولین گل‌ها باز می-شوند و به تدریج به تعداد گل‌های باز شده افزوده می شود.

مرحله G: مرحله شکل‌گیری کپسول.

**۱-۲-۲- نیاز غذایی**

تأمین نیازهای غذایی کلزا یکی از عوامل مهم در افزایش تولید دانه این محصول می‌باشد. در مقایسه با بسیاری از گیاهان دانه‌ای، کلزا نیاز بیش‌تری به مواد غذایی برای دست‌یابی به عملکردهای بالا دارد به‌نحوی که در مقایسه با گندم، حداقل ۲۵ درصد نیتروژن، فسفر و پتاسیم بیشتر و بیش از ۲ برابر گندم، گوگرد بیشتری نیاز دارد (رضایی زاده و زارعی سیاه بیدی، ۱۳۹۴).

**۱-۲-۲-۱- نیتروژن**

توصیه کلی مصرف کود نیتروژن برای تولید ۳ تن کلزا حدود ۱۸۰ تا۲۰۰ کیلوگرم در هکتار معادل ۳۵۰ تا ۴۰۰ کیلوگرم اوره می‌باشد. تقسیط کود نیتروژن با توجه به مرحله رشدی گیاه باعث افزایش بهره‌وری استفاده از کود و کاهش هدر رفت آن می‌شود. توصیه می‌شود این کود در ۳ نوبت: زمان کاشت، ابتدای ساقه رفتن و قبل از گلدهی مصرف شود. برای کاهش هدر رفت کود می‌توان آن را پس از آبیاری اول و همراه با آبیاری دوم و یا سوم مصرف کرد. منابع متفاوتی برای کود نیتروژن وجود دارد، هرچند که بیش‌ترین منبع مورد استفاده اوره می‌باشد، اما منابع دیگری مانند سولفات آمونیوم و نیترات آمونیوم نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. درصورتی که آزمون خاک انجام گرفته باشد، مقدار کود نیتروژن مورد نیاز کلزا براساس عملکرد مورد انتظار، اقلیم و میزان کربن آلی خاک استفاده می‌شود (رضایی زاده و زارعی سیاه بیدی، ۱۳۹۴). نیتروژن یکی از نهاده‌های تأثیرگذار بر کمیت و کیفیت علوفه در گیاهان زراعی علوفه‌ای است. از این رو، تعیین مقدار بهینه نیتروژن و واکنش کمی و کیفی گیاه به این نهاده پرمصرف در بوم نظام‌های زراعی بسیار مهم است (راسک و همکاران، ۲۰۰۵). نتایج آزمایش‌های مختلف نشان داده است که افزایش کاربرد نیتروژن، به‌دلیل کاهش درصد ریزش گل‌ها و درنتیجه افزایش تعداد خورجین در واحد سطح، و همچنین تأثیر بر اجزای مختلف رشد از جمله تعداد شاخه در بوته، جوانه گل در گیاه، بهبود توان رشدی از راه ازدیاد طول ساقه، افزایش تعداد گل در شاخه، وزن کل گیاه، شاخص سطح برگ، تعداد و وزن خورجین موجب افزایش عملکرد دانه می‌شود (سید احمدی و عزیز کریمی، ۱۳۸۲؛ میرزا شاهی و همکاران، ۱۳۷۹).

**۱-۲-۲-۲- فسفر**

از آن‌جا که کلزا نیاز بالایی به فسفر دارد، رشد گیاه در خاک‌هایی با فسفر کم ضعیف است. گیاه در مراحل اولیه رشد به سرعت این عنصر را جذب کرده و تا ۸ هفته این جذب ادامه دارد. بنابراین این کود باید هم‌زمان با کاشت مصرف شود. منابع مورد استفاده فسفر شامل سوپر فسفات تریپل، دی

آمونیوم فسفات و مونو آمونیوم فسفات می‌باشد. به‌طور کلی برای تولید ۳ تن دانه کلزا حدود ۱۵۰-۲۰۰ کیلوگرم کود فسفر در هکتار لازم است. اما توصیه می‌شود این کود بر مبنای آزمون خاک استفاده شود (رضایی زاده و زارعی سیاه بیدی، ۱۳۹۴). ریشه خوشه‌ای این گیاه سبب مقاومت آن به-کمبود آهن و فسفر می‌شود (شانه و لامبرس، ۲۰۰۵). نیاز کلزا به فسفر و پتاسیم بیشتر از گندم است و بخش اعظم فسفر در دانه‌های آن قرار دارد (گروال و گراهام، ۱۹۹۸).

**۱-۲-۲-۳- پتاسیم**

میزان پتاسیم مورد نیاز این گیاه به‌روش مصرف خاکی و بر اساس مقدار سولفات پتاسیم برای اقلیم‌های متفاوت، متغیر است(رضایی زاده و زارعی سیاه بیدی، ۱۳۹۴). در شرایط کمبود این عنصر، حساسیت این گیاه به تنش‌های محیطی افزایش می‌یابد (ککمک،۲۰۰۲). به‌طوری که در شرایط تنش، تولید گونه‌های فعال اکسیژن در گیاهان به شدت تحریک می‌شود (ککمک، ۲۰۰۵). گزارش شده است که مصرف پتاسیم عملکرد کلزا را تحت شرایط تنش و بدون تنش رطوبت ۱۵-۲۵ درصد افزایش داد (شارما، ۲۰۰۲).

**۱-۲-۲-۴- گوگرد**

گوگرد چهارمین عنصر مورد نیاز کلزا می‌باشد که برای رشد کافی و مناسب آن ضروری است. هر تن کلزا ۴ تا ۵ برابر گندم گوگرد از خاک خارج می‌کند. مقدار کافی گوگرد به‌شکل سولفات سبب افزایش گل، تعداد غلاف و عملکرد دانه می‌شود. در خاک‌هایی که کمبود گوگرد وجود دارد مصرف ۵۰ کیلوگرم گوگرد باعث افزایش معنی‌دار محصول می‌شود. بهتر است فرم قابل دسترس گوگرد مانند سولفات آمونیوم استفاده شود (رضایی زاده و زارعی سیاه بیدی، ۱۳۹۴). گوگرد جزء بسیار مهمی از اسیدآمینه‌های متیونین و سیستئین می‌باشد و در تشکیل کلروفیل، ترکیبات فعال کننده آنزیم‌ها، سنتز بیوتین و ویتامین‌های B و فتوسنتز نقش دارد (اسکرر، ۲۰۰۱). در مطالعه اثر گوگرد بر کلزا در هندوستان، گزارش شده است که کاربرد منابع مختلف گوگرد در مرحله مختلف قبل از گلدهی سبب

افزایش عملکرد دانه و روغن گردید (شارما، ۱۹۹۱). گزارش شده است که کاربرد گوگرد، کارایی مصرف نیتروژن را افزایش می‌دهد. برخی محققین کاهش فراهمی کربوهیدرات برای سنتز روغن را عامل اصلی کاهش درصد روغن دانه برشمرده‌اند (راسک و کریستیان، ۲۰۰۵).

**۱-۲-۳- مزایای زراعت کلزا**

کلزا در تناوب زراعی با غلات و تعدادی از محصولات زراعی موجب افزایش عملکرد و کنترل بسیاری از آفات و بیماری‌ها می‌گردد. در توسعه صنعت زنبورداری نقش مهمی می‌تواند ایفا کند. با داشتن بقایای گیاهی مطلوب، علاوه بر تأثیر در میزان ماده آلی خاک در تأمین علوفه مورد نیاز دام‌ها مؤثر است. طبق تحقیقات انجام شده به‌ازای تولید هر ۵ تن دانه حدود ۱۰ تن مواد آلی و ۱/۸ تن هوموس به‌زمین برگردانده می‌شود. همچنین در مقایسه با دانه‌های روغنی درصد بالاتری روغن دارد. کاشت، داشت و برداشت این گیاه با امکانات فعلی کشور امکان پذیر است (رضایی زاده و زارعی سیاه بیدی، ۱۳۹۴). بررسی‌ها نشان داده است که مهم‌ترین عامل عدم توسعه کشت دانه‌های روغنی در کشور، نوع دانه‌های روغنی معمول در کشور است. سویا و آفتابگردان به‌دلیل تابستانه بودن و نیاز به آب در زمان اوج مصرف آب و محدودیت منابع آبی کشور، پتانسیل تولید زیادی ندارد. لذا بایستی زراعتی را انتخاب کرد که متناسب با شرایط اقلیمی کشور باشد و در طی فصول پر باران کشت و کار شود و از نزولات جوی استفاده کند. بنابراین طرح توسعه زراعت کلزا در سال ۱۳۷۳ با هدف دست‌یابی به خودکفایی در روغن نباتی و پایداری تولید گندم در کشور شروع شد. هدف این طرح توسعه کشت کلزا تا سطح ۷۵۰ هزار هکتار در یک برنامه ۲۰ ساله و دست‌یابی به تولید ۲۱۱۰۰۰۰ تن دانه روغنی در پایان برنامه یعنی سال ۱۳۹۳ بود (غریب عشقی و نعمتی، ۱۳۹۱). افزون بر تولید روغن، برگ‌ها و ساقه‌های این گیاه به‌دلیل دارا بودن فیبر کم و پروتئین زیاد، علوفه‌ی با کیفیت خوب تولید می‌کند و می‌تواند در غذای حیوانات منظور شود (بن ئولوس و همکاران، ۲۰۰۲).

### ۱-۳- اهداف پژوهش

با عنایت به مزایای متعددی که برای ویتامین‌های گروه B به‌ویژه نقش دفاعی و آنتی‌اکسیدانی آن-ها ذکر شد این احتمال وجود دارد که کاربرد خارجی این مواد 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 کاربرد پیش‌تیمار بذر ویتامین‌های گروه B جهت نیل به اهداف زیر انجام گردید.

۱- بررسی اثر تیمار ویتامین‌های گروه B روی رشد، عملکرد و کیفیت گیاه کلزا

۲- بررسی تأثیر زوال بذر بر رشد، عملکرد و کیفیت گیاه کلزا

۳- بررسی برهم‌کنش بین ویتامین‌های B با بذور فرسوده کلزا و انتخاب بهترین پیش‌تیمار بذر در راستای کاهش آثار منفی فرسودگی بذر

# فصل ۲

# بررسی منابع

## ۲-۱- فرسودگی (زوال) بذر

### ۲-۱-۱- تعریف فرسودگی

زوال بذر پدیده‌ی فیزیولوژیک است که پس از رسیدگی فیزیولوژیک بذر و در دوره پس از برداشت در شرایط بالا بودن دما، رطوبت و فشار اکسیژن محیط نگه‌داری بذر به‌تدریج آغاز می‌شود و موجب تخریب ساختار DNA و RNA ریبوزومی (راجا و دباجون، ۲۰۰۸)، کاهش فعالیت‌های آنزیمی، کاهش تنفس و تغییر در ساختار غشاء سلولی و افزایش نشت متابولیت‌ها می‌شود که منجر به‌کاهش قوه‌نامیه، بنیه بذر و گیاه‌چه (تیله بنی و گلپایگانی، ۲۰۱۱)، جوانه‌زنی، سبز شدن و رشد گیاه‌چه (دی فگوردو و همکاران، ۲۰۰۳)، افزایش حساسیت به‌تنش‌های محیطی و در نهایت کاهش عملکرد محصول می‌شود (همپتون، ۲۰۰۳). از لحاظ اقتصادی استفاده از بذر نامطلوب موجب خسارت‌های فراوان می‌شود، سالانه میلیون‌ها دلار در آمریکا صرف خرید بذر سالم می‌شود که این مقدار در سطح جهانی و با در نظر گرفتن کاهش عملکرد و در نتیجه استفاده از بذر ضعیف بسیار بیشتر می‌شود. زوال بذر باعث کاهش کیفیت و استقرار بذر می‌شود. طی فرآیند زوال اولین مؤلفه‌ای که کاهش می‌یابد، کیفیت بذر است که در کاهش ظرفیت جوانه‌زنی و قدرت حیات مؤثر است (باسرا و همکاران، ۲۰۰۳). فساد بذر تغییرات نامطلوبی است که در زمان افزایش آسیب پذیری بذر در برابر مخاطرات محیطی و کاهش قدرت بقاء رخ می‌دهد. درباره‌ی فساد بذر سه موضوع را می‌توان مطرح کرد: ۱) فساد بذر خصوصیتی نامطلوب در کشاورزی است. خسارات سالانه فساد بذر به‌محصولات دانه‌ای حدود ۲۵ درصد است که معادل میلیون‌ها دلار می‌شود. بنابراین، با شناخت فساد بذر می‌توان محصولات زراعی را بهبود بخشید و عملکرد در کشاورزی را افزایش داد. ۲) فیزیولوژی فساد بذر از رشد و نمو بذر و جوانه‌زنی آن جدا است. بنابراین، از نتایج به‌دست آمده از رشد و نمو جوانه‌زنی بذر، درباره‌ی فساد بذر نمی‌توان استفاده کرد. ۳) فساد بذر تجمعی است. با افزایش سن بذر کارایی آن بیشتر کاهش می‌یابد. فساد بذر را نمی-توان از بین برد و بهترین کار برای مقابله با آن کنترل سرعت آن است. در بذرهای کلزا بعد از ۴ هفته انبار کردن بذر در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد میزان آلفاتوکوفرول کاهش یافت، این موضوع بعد از ۲۴

هفته انبارداری در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد مشهودتر بود (گوفمن و مولر، ۲۰۰۰). در آزمایشات انجام گرفته روی آرابیدوپسیس تالیانا، ویتامین E از مهم‌ترین عوامل در طول عمر بذرها و بازداری از پراکسیداسیون در طول مدت جوانه‌زنی معرفی شد (ستلر و همکاران، ۲۰۰۵).

**۲-۱-۲- عوامل مؤثر بر فرسودگی**

عوامل بسیاری در فساد بذر مؤثراند. این عوامل شامل ژنتیکی، آسیب مکانیکی، رطوبت نسبی و دمای محیط انبارداری، محتوای رطوبتی بذر، موجودات میکروسکوپی، رسیدگی بذر و غیره هستند. البته رطوبت نسبی و دما مهم‌ترین عوامل هستند. دلیل اهمیت رطوبت نسبی این است که به‌طور مستقیم محتوای رطوبتی بذرها را تحت تأثیر قرار می‌دهد، زیرا محتوای رطوبتی بذرها با بخار آب اطرافشان در تعادل است. دما مهم است زیرا ۱) مقدار رطوبتی را تعیین می‌کند که هوا می‌تواند در خود جای دهد (در دماهای بالا رطوبت بیشتری در هوا جای می‌گیرد). ۲) با افزایش دما سرعت واکنش‌های مؤثر در فساد بذر افزایش می‌یابد. دو قانون برای فساد بذر وجود دارد. نخست اینکه هر یک درصد کاهش محتوای رطوبتی بذر دوره‌ی زندگی بذر را دو برابر می‌کند. قانون دوم اینکه هر پنج درجه‌ی سانتی‌گراد کاهش دمای بذر دوره‌ی زندگی بذر را دو برابر می‌کند. البته قانون اول را نمی‌توان در محتوای بذر بالای ۱۴ درصد یا زیر ۵ درصد به‌کار برد. در بذرهایی که با رطوبت بالای ۱۴ درصد ذخیره شده‌اند، تنفس و گرمازدگی افزایش می‌یابد و حملات قارچی بذر را سریع‌تر از بین می‌برند. در بذرهایی که با محتوای رطوبتی زیر ۵ درصد ذخیره شده‌اند، شکسته شدن غشاء پلاسمایی فساد بذر را سریع‌تر می‌کند؛ که احتمالاً به‌دلیل تغییر برای غشاهای سلول آب‌دوست به‌علت نبودن مولکول‌های آب لازم برای حفظ وضعیت ساختمانی‌شان است. قانون دوم را در دماهای زیر صفر درجه‌ی سانتی‌گراد نمی‌توان به‌کار برد، زیرا در این دماها بسیاری از واکنش‌های بیوشیمیایی مؤثر در فساد بذر انجام نمی‌شوند و کاهش بیشتر دما فقط اثر تنظیم کنندگی بر ادامه‌ی طول دوره‌ی زندگی بذر دارد. در نهایت،

نباید فراموش شود که این دو عامل، یعنی محتوای رطوبتی بذر و دما با هم اثر متقابل دارند (حجازی، ۱۳۹۱).

**۲-۱-۳- فرسودگی از چه نقاطی شروع می‌شود؟**

بذر، ترکیبی از بافت‌هایی است که از نظر شیمیایی و مجاورت با محیط خارجی متفاوت هستند. بنابراین، فساد بذر در تمام بذر به‌صورت یکنواخت انجام نمی‌شود. شاید بهترین نمونه برای نشان دادن عدم یکنواخت بودن فساد بذر استفاده کردن از تست تترازولیوم کلراید است که در آن بافت‌های زنده قرمز رنگ می‌شوند. وقتی مطالعاتی روی بذور با استفاده از شرایط کنترل شده‌ی طبیعی و مصنوعی انجام شد؛ اختلافاتی در فساد بافت‌های بذر مشاهده شد. به‌طور کلی زوال بذر عموماً در مناطق مریستمی بذر آغاز می‌شود و ریشه‌چه ممکن است بیشتر مستعد زوال باشد (مک دونالد، ۱۹۹۹). اما در بذور گندم، فساد از نوک ریشه شروع شد و به‌تمام ریشه‌چه، اسکوتلوم و در نهایت، به برگ‌ها و کلئوپتیل رسید. یافته‌های مشابهی در ذرت گزارش شد که در آن اول سلول‌های نوک ریشه آسیب دیده بودند که در نتیجه موجب کمتر شدن سرعت توسعه‌ی ریشه‌چه نسبت به کلئوپتیل شد. در بذرهای دولپه‌ای‌هایی مانند سویا نیز رشد ریشه نسبت به فساد حساس‌تر از رشد ساقه و محورهای جنینی حساس‌تر از لپه‌ها بودند. این یافته‌ها ثابت می‌کنند که محور جنینی در بذرهای اورتدوکس تک لپه‌ای و دو لپه‌ای حساسیت بیشتری به‌فساد دارند و از میان محورهای جنینی، محور ریشه‌چه حساس‌تر از محور ساقه‌چه است (حجازی، ۱۳۹۱).

**۲-۱-۴- اثر فرسودگی بر تولید گونه‌های فعال اکسیژن**

تغییرات مختلف بیوشیمیایی و متابولیکی در طی فرآیند زوال رخ می‌دهد به‌عنوان مثال تجمع گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) مانند پراکسید هیدروژن ($H_2O_2$)، رادیکال سوپراکسید ($O_2$) و رادیکال هیدروکسیل (OH) که معمولاً به‌عنوان مولکول سمی مورد توجه‌اند، موجب پراکسیداسیون لیپیدها، غیرفعال شدن آنزیم‌ها، خسارت به اسیدهای نوکلئیک و تخریب غشای سلولی می‌شود

(کیبیناز و همکاران، ۲۰۱۱). اکثر اثرات مشهود در پیری بذر ابتدا در سطح مورفولوژیک بذر و سپس در طول جوانه‌زنی و رشد گیاه‌چه مشاهده می‌شود، اما این اثرات تا تغییرات زیاد مورفولوژیک و فراساختاری نیز پیش می‌رود، که اثرات آن به آسانی نمایان نمی‌شود. اما می‌توان اثرات آن را به‌وسیله روش‌های پیشرفته پایشی که برای تعیین تغییرات در پیری بذر در سطح فیزیولوژیک استفاده می‌شوند، تشخیص داد (باسرا و همکاران، ۲۰۰۳).گزارش شده 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 به واسطه تشکیل رادیکال‌های هیدروکسیل به بذر آسیب رسانده می‌شود (گوئل و همکاران، ۲۰۰۳).

**۲-۱-۵- اثر فرسودگی بر جوانه‌زنی و سبز شدن**

کاهش کیفیت ناشی از فرسودگی بذرها منجر به استقرار ضعیف گیاه‌چه‌ها و در نتیجه کاهش عملکرد ذرت (کروزگارسیا و همکاران، ۱۹۹۵)، گندم (رام و ویسنر، ۱۹۸۸)، پنبه ( اقبال و همکاران، ۲۰۰۲)، جو (کوپلند و مک دونالد، ۲۰۰۱)، کلزا پاییزه (قاسمی گلعذانی و همکاران، ۲۰۱۰) و نخود (قاسمی گلعذانی و همکاران، ۲۰۱۲) گردیده است. قاسمی گلعذانی و همکاران (۱۳۷۵) گزارش کردند که به‌طور کلی با افزایش شوری و فرسودگی، درصد جوانه‌زنی و طول گیاه‌چه اکثر توده‌های اصلاحی چغندرقند مورد آزمایش آن‌ها کاهش پیدا کردند. در آزمایشی که اسکویی و همکاران (۱۳۹۳) روی دو گونه ذرت انجام دادند مشاهده شد که پیری تسریع شده به مدت ۱۴۴ ساعت منجر به کاهش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی گیاه‌چه‌های عادی می‌شود. آزادی و همکاران (۲۰۱۳) آزمون پیری زودرس را روی بذرهای سورگوم انجام دادند و بذرها را به مدت ۳ روز و ۶ روز تحت تیمار پیری زودرس قرار دادند، نتایج نشان داد که پیری زودرس سبب کاهش درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و شاخص‌های جوانه‌زنی می‌گردد.

**۲-۱-۶- اثر فرسودگی بر فعالیت‌های آنزیمی**

در اکثر پژوهش‌ها محققان به‌دنبال نشانگرهای جوانه‌زنی مانند آمیلاز یا تغییرات آنزیم‌های از بین برنده‌ی رادیکال‌های آزاد مانند سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز، پراکسیداز و غیره هستند. عدم توانایی بذر در تولید آنزیم‌های ضروری جهت سم‌زدایی و ترمیم یکی از پیامدهای آنزیم‌سازی ناقص و ناکارامد در بذور فرسوده است. یکی از آنزیم‌های مهم آنتی‌اکسیدانی کاتالاز می‌باشد که از بین برنده رادیکال-های آزاد است. در واقع کاتالاز از پراکسید هیدروژن به‌عنوان سوبسترا استفاده می‌کند. پراکسیداز نیز از آنتی‌اکسیدانت‌های مهم است که از پراکسید هیدروژن به‌عنوان پذیرنده الکترون برای کاتالیز تعدادی از واکنش‌های اکسیداتیو استفاده می‌کند (یاو و همکاران، ۲۰۱۲). ژان و همکاران (۲۰۱۴) در پژوهشی بیان کردند که فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی از جمله سوپر اکسید دیسموتاز و آسکوربات پراکسیداز به‌طور قابل توجهی در بذور سویا که با رطوبت بذر ۱۲/۶ درصد در دمای ۴۰ درجه سانتی-گراد طی دوره ۱۸ تا ۴۱ روز فرسوده شده بودند، کاهش یافت. آن‌ها همچنین بیان کردند که فعالیت آسکوربات و گلوتاتیون نیز با افزایش زوال کاهش نشان می‌دهد که نتیجه آن کاهش فعالیت چرخه آسکوربات-گلوتاتیون است.

تولید رادیکال‌های آزاد عامل عمده‌ی فساد بذر است. تولید رادیکال آزاد در ابتدا با اکسیژن شروع می‌شود که موجب پراکسیداسیون لیپیدها و دیگر ترکیبات ضروری موجود در سلول‌ها می‌شود. پراکسیداسیون موجب تغییرات نامطلوبی شامل کاهش مقدار لیپیدها، کاهش کیفیت تنفس و افزایش تغییر شکل ترکیبات فرار مانند آلدئیدها می‌شود. بذرها دارای سیستم پیچیده‌ای از آنتی‌اکسیدان‌ها هستند که آن‌ها را در برابر نتایج زیان‌بار انواع اکسیژن فعال محافظت می‌کند. در بذرها حداقل سه روش محافظت در برابر حمله‌ی رادیکال آزاد وجود دارد. سوپر اکسید دیسموتاز (SOD) واکنش دیسموتاسیون را تسریع می‌کند. این آنزیم در سیتوپلاسم سلولی و ماتریکس میتوکندری یافت می-شود. کاتالاز (CAT) تجزیه پراکسید هیدروژن را به هیدروژن و اکسیژن تسریع می‌کند. گلوتاتیون پراکسیداز (GP) موجب تسریع حذف $H_2O_2$ و پراکسیدهای لیپیدی می‌شود (حجازی، ۱۳۹۱).

طبق گزارش‌های موجود بـا افزایش سطح فرسودگی بذر در گندم، میزان آلفا و بتا آمیلاز که از آنزیم‌های هیدرولیتیک در فرآیند جوانه زنی هستند، کاهش می‌یابد (مک دونالد، ۱۹۹۹) که این امر می‌تواند روی مؤلفه اول رشد هتروتروفیک مؤثر باشد. تغییرات آنزیمی در طول پیری بذر توسط محققان بسیاری مورد آزمایش و بررسی قرار گرفته است. اهمیت آنزیم‌ها به‌علت نقش عمده آن‌ها در واکنش‌های کاتابولیکی (هیدرولازها) و واکنش‌های سنتزی است. فرسودگی همچنین فعالیت آنزیم‌های پروتئاز، اسیدفسفاتاز، ریبونوکلئاز، لیپاز، دی‌ان‌آز و دی هیدروژناز را کاهش می‌دهد (مک دونالد، ۲۰۰۴).

**۲-۱-۷- اثر فرسودگی بر نفوذ پذیری غشاء پلاسمایی**

آسیب غشاء یکی از دلایل اصلی فرسودگی بذر است. علت عمده آسیب دیدگی غشاء افزایش سطح اسیدهای چرب آزاد از طریق پراکسیداسیون لیپیدها می‌باشد (گریلی و همکاران، ۱۹۹۵). نفوذپذیری غشای پلاسمایی با افزایش فساد به‌طور ثابت افزایش می‌یابد و به همین دلیل تست قابلیت هدایت بذر به‌عنوان شاخصی از کیفیت بذر در نظر گرفته می‌شود. تغییرات ساختاری توأم با اکسیداسیون، سیالیت غشاء را کاهش می‌دهد، چین خوردگی DNA تغییر می‌یابد، قابلیت ارتجاعی پروتئین‌ها کاهش و شکستگی ماتریکس سلولی افزایش می‌یابد (واترز و همکاران، ۲۰۱۰). با افزایش شدت زوال مصنوعی و همچنین با افزایش مدت زمان انبارداری طبیعی میزان هدایت الکتریکی بذور افزایش می‌یابد و این نتیجه خسارت بیشتر زوال بر غشاهای سلولی و افزایش نشت الکترولیت‌ها دراین شرایط می‌باشد (شعبانی و همکاران، ۱۳۹۷). تورس و همکاران (۲۰۰۴) نیز نتایج مشابهی را در ارتباط با افزایش هدایت الکتریکی در محورهای جنینی بذرهای زوال یافته سویا ارائه کردند.

### ۲-۱-۸- اثر فرسودگی بر خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک

فرسودگی بذر در جو باعث 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). لک و همکاران (۱۳۹۱) نشان دادند که فرسودگی بذر گندم روی شاخص‌های مزرعه‌ای مانند تعداد دانه در سنبله،تراکم سنبله، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه تأثیر کاهنده‌ای داشت. مقایسه میانگین اثر ساده فرسودگی نشان داد که بیشترین عملکرد دانه مربوط به تیمار بدون فرسودگی و کمترین عملکرد دانه نیز مربوط به تیمار با سطح فرسودگی ۱۱۰ ساعت بود. نتایج حاصل از تحقیق محمدی و همکاران (۱۳۸۷) نشان داد که زوال بذر گیاه سویا، منجر به کاهش شاخص سطح برگ و تولید ماده خشک می شود، ولی از نظر پارامترهای فلورسانس کلروفیل و میزان کلروفیل تفاوت معنی-داری بین گیاهان حاصل از بذور زوال یافته و شاهد وجود نداشت. در گیاه کلزا نیز گیاهان حاصل از بذرهای غیر فرسوده در مقایسه با گیاهان حاصل از بذرهای فرسوده شاخص کلروفیل بیشتری در مراحل اولیه رشد داشتند. از آنجایی که پوشش سبز زمین و محتوای کلروفیل برگ با دریافت نور ارتباط قوی دارند، هر اندازه کاهش در این صفات ممکن است کارآیی مزرعه‌ای ارقام کلزا را کاهش دهد (قاسمی گلعذانی و بخشی، ۱۳۹۰).

## ۲-۲- پیش‌تیمار

### ۲-۲-۱- تعریف پیش‌تیمار

یکی از روش‌های مبارزه با فرسودگی تکنیک پیش‌تیمار بذر است. پیش‌تیمار بذر به‌عنوان یک تکنیک نوین در علوم و تکنولوژی بذر مطرح می‌باشد که می‌تواند به‌ظهور بهینه پتانسیل بذر کمک نماید. که نتیجه آن را می‌توان در یکنواختی جوانه‌زنی بذر، استقرار اولیه گیاه‌چه، بهره‌برداری از نهاده-های محیطی، زودرسی و افزایش کمی و کیفی محصول مشاهده کرد (اشرف و فولاد، ۲۰۰۵). بذور پرایم شده آمادگی جوانه‌زنی و استقرار پیش از قرار گرفتن در بستر خود را کسب می‌کنند، که به‌لحاظ

متابولیکی، بیوشیمیایی، ساختار سلولی و... در وضعیت زیستی مناسب‌تری در مقایسه با بذور پرایم نشده قرار می‌گیرند. در واقع پیش‌تیمار بذر در مزرعه تکنیکی است که به‌وسیله آن بذور قبل از کشت در آب و محلول‌هایی برای مدت معین خیسانده و سپس به‌طور سطحی خشک می‌شوند (هریس، ۲۰۰۶). این روش نوعی هیدروپرایمینگ محسوب می‌شود که برخلاف روش معمول بذرها بعد از خیسانده شدن تا رطوبت اولیه خود خشک نمی‌شوند و بلافاصله کشت می‌شوند (هریس، ۲۰۰۲). پیش‌تیمار در واقع به‌جذب بیشتر رطوبت، مواد غذایی و تابش خورشید و در نهایت افزایش عملکرد منتج می‌شود (خان و همکاران، ۲۰۰۸). در اثر هیدروپرایمینگ بذور مرحله اول (جذب فیزیکی آب) و مرحله دوم (شروع فرآیندهای شیمیایی و بیوشیمیایی و هیدرولیز قندها) جوانه‌زنی را پشت سر می‌گذارد ولی از ورود به مرحله سوم جوانه‌زنی (مصرف قند توسط جنین و رشد ریشه‌چه) باز می‌ماند (بردفورد، ۱۹۹۵). در این شرایط برخی از فرآیندهای بیوشیمیایی لازم برای آغاز جوانه‌زنی مانند شکستن خواب بذر، هیدرولیز یا متابولیسم مواد بازدارنده، جذب آب و فعالیت‌های آنزیمی تحریک می‌شود. برخی یا تمام این فرآیندها که جوانه‌زنی را تسریع می‌کنند، در اثر پرایمینگ به‌وقوع می‌پیوندند و با خشک کردن مجدد بذر نیز اثر آن‌ها در بذر باقی می‌ماند (آسگدوم و بکر، ۲۰۰۱). پیش‌تیمار می‌تواند باعث افزایش عملکرد و کیفیت هیبریدهای آفتابگردان (حسین و همکاران، ۲۰۰۶) و افزایش محصول دانه آن شود (بایلی و همکاران، ۲۰۰۰).

**۲-۲-۲- اثر پیش‌تیمار بر فعالیت‌های آنزیمی**

پیش‌تیمار با نیترات پتاسیم باعث افزایش معنی‌دار فعالیت‌های آلفا آمیلاز، بتا آمیلاز و دهیدروژناز گردیده و فعالیت کاتالاز در اندام‌های هوایی را تحت شرایط تنش شوری افزایش داده است (سینک و رائو، ۱۹۹۳). کائور و همکاران (۲۰۰۵) اظهار نمودند، فعالیت مخزن در گیاه نخود حاصله از بذور پیش‌تیمار شده در مقایسه با شاهد بالاتر بود که این امر از طریق بالاتر بودن فعالیت آنزیم‌های درگیر در متابولیسم ساکارز نظیر ساکارز سینتاز، اینورتازها و ساکارز فسفات سینتاز مشخص گردید که در

نهایت افزایش وزن هزار دانه و عملکرد را به‌دنبال داشت. آمیلاز یک آنزیم کلیدی است که در هیدرولیز ذخایر نشاسته‌ی بذر و فراهم‌سازی قندهای مورد نیاز در نمو جنین نقش دارد. پرایمینگ، افزایش جذب آب و فعالیت آلفا آمیلاز را در بذرهای گندم و برنج موجب می‌شود (آندوه و کوباتا، ۲۰۰۲).

**۲-۲-۳- اثر پیش‌تیمار بر جوانه‌زنی و سبز شدن**

هیدروپرایمینگ موجب افزایش سرعت جوانه‌زنی پنبه در تنش شوری و دمایی شده است، ولی اثری بر درصد جوانه‌زنی نداشت (توسلی و کاسینو، ۲۰۰۳). اشرف و رئوف (۲۰۰۱) گزارش کردند که پیش‌تیمار بذر ذرت با آب و یا محلول‌های اسموتیک تحت شرایط تنش شوری، جوانه‌زنی و استقرار اولیه را بهبود بخشید. استیل و برادفور (۱۹۹۷) گزارش کردند که پیش‌تیمار بذر گوجه سبب افزایش سرعت سبز شدن در مزرعه مخصوصاً در شرایط نامساعد از جمله دما و رطوبت کم می‌شود. بذور پرایم شده برنج جوانه‌زنی خوبی نسبت به شاهد داشتند (باسرا و همکاران، ۲۰۰۴). جلر و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که پرایمینگ بذور گندم، کلزا، سویا، نخود، یونجه، ذرت، سورگوم، هندوانه، لوبیا موجب تسریع جوانه‌زنی و افزایش بنیه بذر می‌شود و در پی این امر استقرار گیاهان حاصل از این بذور در شرایط تنش خشکی سریع‌تر، بهتر و یکنواخت‌تر انجام می‌پذیرد. در شرایط کم‌آبیاری سورگوم، پیش-تیمار بذور روشی مناسب برای افزایش جوانه‌زنی این گیاه بوده است (فوتی و همکاران، ۲۰۰۲). پرایمینگ باعث افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی (آسگدوم و بکر، ۲۰۰۱) و بهبود استقرار پوشش گیاهی می‌گردد. مارانگو و همکاران (۲۰۰۳) در تحقیقات خود نشان دادند که پیش‌تیمار سبب افزایش درصد سبز شدن و رشد در دو گیاه ذرت و پنبه در شرایط خشکی گردید. همچنین پیش‌تیمار بذرهای گوجه‌فرنگی و مارچوبه جوانه‌زنی بذر را در شرایط شوری افزایش داد (اشرف و فولاد، ۲۰۰۰). واکنش بذور نسبت به پیش‌تیمار با مواد مختلف یکسان نیست به‌عنوان مثال سرعت جوانه‌زنی بذرهای کرفس تیمار شده با نمک‌های غیرآلی نسبت به پلی اتیلن گلایکول بهتر بود. در واقع یون‌های نمک با نفوذ در

داخل جنین باعث افزایش جذب اسمزی آب توسط بذرها می‌شود (آلواردو و برادفورد، ۱۹۸۸). اومامی (۲۰۰۵) در آزمایشی با پیش‌تیمار کردن بذور مختلف گونه‌های تاج خروس با محلول‌های $CaCl_2$ و $CaSo_4$ و ترکیب این دو مشاهده کرد که جوانه‌زنی، سبز شدن و رشد رویشی گیاهان مورد مطالعه تحت تنش شوری افزایش یافت. رشید و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند عملکرد بذر جو در اثر پیش-تیمار بذر با آب مقطر به‌مدت ۱۲ تا ۱۶ ساعت به‌میزان ۵۳ درصد در شرایط خاک‌های شور مزرعه بهبود پیدا کرد.

**۲-۲-۴- اثر پیش‌تیمار بر فعالیت‌های متابولیک**

جذب آب مجدد، فرآیندهای اصلی سلولی مانند سنتز اسیدهای نوکلئیک، تحریک فعالیت RNA و در نتیجه پروتئین‌سازی، ترمیم غشای سلولی و افزایش هورمون‌های محرک جوانه‌زنی از جمله اتیلن، تولید ATP، تجمع استرول‌ها و فسفولیپیدها، فعال‌سازی ترمیم DNA و مکانیسم‌های آنتی‌اکسیدانی (متابولیسم پیش‌جوانه‌زنی) را موجب می‌شود. مجموعه‌ی این عوامل مقدمات جوانه‌زنی را فراهم می-آورند (لانتری و همکاران، ۱۹۹۴). پیش‌تیمار بذر گوجه‌فرنگی، بیان بتا-توبولین را تحریک می‌کند که نقش مهمی را در چرخه سلولی دارد (دی کاسترو و همکاران، ۱۹۹۵). پیش‌تیمار بذر نخود فرنگی مانع برخی از صدمات کروموزومی ناشی از پیری می‌شود یا صدمات ژنتیکی ناشی از پیری را ترمیم می‌کند (سیوریتپ و دورادو، ۱۹۹۵). همه‌ی مسیرهای ترمیم DNA طی مرحله‌ی اولیه‌ی آبنوشی فعال می‌شود تا یک‌پارچگی ژنوم را حفظ کند (چن و همکاران، ۲۰۱۲). به‌دنبال پرایمینگ بذور (کاهو، گوجه فرنگی، تره فرنگی، گندم و ذرت) سنتز RNA و DNA افزایش یافت، که این افزایش در مورد RNA بیشتر بود. پرایمینگ بذر در سنتز DNA و تقسیم سلولی اثر معنی‌دار ندارد. اما نقش آن در طویل شدن سلول‌های ریشه‌چه مهم می‌باشد. همچنین افزایش RNA در طول مدت پرایمینگ و در ادامه جوانه‌زنی شاید به‌علت سنتز آنزیم‌های مرتبط با رونویسی باشد (کانز و همکاران، ۱۹۹۰).

افزایش میزان RNA به افزایش سنتز rRNA نسبت داده شده است، هرچند که میزان mRNA و sRNA نیز افزایش می‌یابد (کوهلر و همکاران، ۱۹۹۷).

**۲-۲-۵- اثر پیش‌تیمار بر گونه‌های فعال اکسیژن**

پیش‌تیمار به‌طور قابل توجهی مهار ROS را در طول اولین ساعات آبنوشی بهبود می‌بخشد. بنابراین سرعت پایین‌تر پراکسیداسیون، ممکن است به‌دلیل کارایی بالاتر سیستم آنتی‌اکسیدانی در بذرهای پیش‌تیمار شده باشد. بذرهای کدوی تلخ پرایم شده با ورمی‌کولیت مرطوب، افزایش قابل ملاحظه‌ی را در فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و سطح آنتی‌اکسیدان‌ها نشان دادند (وانگ و همکاران، ۲۰۰۳). در بذرهای تیمار شده کدوی تلخ، مقدار مالون دی آلدئید و پراکسیداز کل کاهش یافت و فعالیت چندین آنزیم مهار کننده‌ی رادیکال آزاد و پراکسیداز بالا رفت (هسو و همکاران، ۲۰۰۳). مطالعات زیادی درباره‌ی اثرات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی پیش‌تیمار بذر روی بذور مختلف از جمله یونجه، لوبیا چشم بلبلی، نخود و عدس انجام و نشان داده شده است که پیش‌تیمار قادر به بهبود فرآیند جوانه‌زنی و ایجاد مقاومت تحت شرایط تنش سرما با کنترل گونه‌های فعال اکسیژن است (پوسمیک و جان، ۲۰۰۷). در بذور پرایم شده آفتابگردان که در بستر خود با شرایط تنش‌زا روبرو شدند تخریب ماکرومولکول‌ها، اسیدهای هسته‌ای و واکنش‌های اکسیداتیو که منجر به تولید مواد سمی و خسارت‌زایی چون گونه‌های فعال اکسیژن می‌شود به مراتب کمتر از بذور تیمار نشده بود (دمیرکایا و همکاران، ۲۰۰۶).

**۲-۲-۶- اثر پیش‌تیمار بر صفات مورفولوژیک در گیاهان**

دادرسی و ابوطالبیان (۱۳۹۱) نشان دادند که پیش‌تیمار کردن بذر ذرت به‌ویژه با محلول سولفات روی سبب افزایش سرعت سبز شدن، ارتفاع بوته، ارتفاع تشکیل بلال، طول و قطر بلال، شاخص کلروفیل (عدد اسپد)، کارایی بیولوژیک مصرف آب و پروتئین دانه گردید. پیش تیمار بذر کلزا با اسید سالیسیلیک بر درصد سبز شدن، شاخص سبز شدن، وزن تر و وزن خشک گیاه‌چه، سطح برگ حقیقی

و لپه‌ی، میانگین روزهای لازم برای سبز شدن، گسترده سبز شدن و ارتفاع ساقه و گیاه‌چه و وزن مخصوص برگ معنی‌دار بود (میار صادقی و همکاران، ۱۳۸۹). رحیمی و همکاران (۱۳۹۱) در تحقیقات خود روی گلرنگ در شرایط تنش شوری دریافتند که پیش‌تیمار بذر با کلرید سدیم سبب افزایش پرولین و قند محلول شد و صدمات شوری را کاهش داد.

**۲-۲-۷- اثر پیش‌تیمار بر فرسودگی**

کاهش سرعت جوانه‌زنی احتمالاً به‌دلیل وقفه‌ای است که در شروع جوانه‌زنی در بذرهای فرسوده شده ایجاد می‌شود. علت احتمالی وقفه ایجاد شده این است که بذر برای ترمیم خسارت‌های وارد شده به غشاء و دیگر قسمت‌های سلول و همچنین آغاز مجدد سیستم آنتی‌اکسیدانی و جلوگیری از بروز تنش اکسیداتیو به‌زمان نیاز دارد و ترمیم این خسارت‌ها فقط پس از پرایمینگ امکان پذیر است، بنابراین مدت زمان لازم برای تکمیل فرآیند جوانه‌زنی در بذرهای فرسوده افزایش می‌یابد که نتیجه آن کاهش سرعت جوانه‌زنی است (بیلی و همکاران، ۲۰۰۰). برخی مطالعات این مسئله را تأیید می‌کنند که کارکرد بذرهای زوال یافته بعد از آبنوشی و یا قرار گرفتن بذر در محلول‌های اسمزی بهتر می‌شود. گزارش‌های متعددی مبنی بر تأثیر مثبت پرایمینگ بر جوانه‌زنی و سبز شدن در گیاهان مختلف وجود دارد (دمیرکایا و همکاران، ۲۰۰۶). پیش‌تیمار بذر روشی کارآمد برای افزایش درصد جوانه‌زنی و استقرار هرچه بهتر بذور در مزرعه است (اکبر و همکاران، ۲۰۰۹). بذور پرایم شده برنج جوانه‌زنی خوبی نسبت به شاهد داشتند (باسرا و همکاران، ۲۰۰۴). تیمار کردن بذر گندم با هیومات پتاسیم می‌تواند در کاهش زوال تأثیر بگذارد (تمجیدی و شهریاری، ۱۳۸۸). در آزمایشی که غلامی تیله نبی و همکاران (۱۳۸۸) روی تأثیر هیدروپرایمینگ بر زوال بذر برنج انجام دادند مشاهده شد که با افزایش سطوح زوال، مؤلفه‌های جوانه‌زنی شامل درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، یکنواختی جوانه‌زنی، طول کلئوپتیل، طول ریشه بذری، وزن خشک گیاه‌چه، مقدار استفاده از ذخایر بذر، کارایی استفاده از ذخایر بذر، شاخص ویگور اول و شاخص ویگور دوم کاهش یافت، اما میزان این کاهش برای بذرهای پرایم

شده کمتر بود و همچنین زمان کمتری طول کشید تا بذرهای پرایمینگ شده نسبت به شاهد زمان کمتری طول کشید تا به ۵۰ درصد جوانه‌زنی برسند. نتایج پژوهش سیادت و همکاران (۱۳۹۰) که روی ذرت انجام شد نشان داد که با افزایش مدت زمان پیری تسریع شده، صفات جوانه‌زنی شامل طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و سرعت جوانه‌زنی به‌شدت کاهش یافت. استفاده از ۱۰۰ و ۴۰۰ پی‌پی‌ام جیبرلین به‌مدت ۱۲ ساعت توانست به‌طور معنی‌داری درصد (۲۰٪) و سرعت متوسط جوانه‌زنی (۶۰٪) را در بذور زوال یافته به‌مدت ۱۴ روز بهبود بخشد و همچنین رشد ریشه‌چه با اعمال تیمار جیبرلین افزایش یافت. استفاده از هورمون جیبرلین که از هورمون‌های مهم گیاهی محسوب می‌شود می‌تواند خسارت فرسودگی بذر را کاهش دهد و پتانسیل رشد جنینی را در بذرهای فرسوده افزایش دهد. در آزمایش مذکور مطلوب‌ترین تیمار ۱۰۰ پی‌پی‌ام جیبرلین اعلام شد زیرا هم اثر معنی‌دار ایجاد کرد و هم از نظر اقتصادی مقرون به‌صرفه بود. سوبدی و ما (۲۰۰۵) گزارش دادند که پیش‌تیمار بذر ذرت با کلرید پتاسیم ۲/۵ درصد به‌مدت ۱۶ ساعت می‌تواند باعث کاهش طول کلئوپتیل و ریشه‌چه بذرهای ذرت شود در حالی که تیمارهای هورمونی جیبرلین به‌مدت ۳۰ دقیقه باعث بهبود جوانه‌زنی و رشد گیاه‌چه‌های ذرت شد. همچنین تحقیقاتی که روی دو رقم بذر ذرت فرسوده تحت پیش‌تیمار هورمون جیبرلین و سیتوکنین صورت پذیرفت، نشان داد که، پیری یا زوال بذر سبب کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، وزن تر ریشه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه می‌شود. تحت تیمارهای پیری زودرس تفاوت بین ارقام مختلف ذرت معنی‌دار بود. در رقم ۷۰۴ صفات اندازه‌گیری شده تحت تیمارهای پیری زودرس کاهش کمتری را نسبت به رقم ۲۰۶ نشان داد. تیمار بذرهای زوال یافته با هورمون جیبرلین و سیتوکنین سبب بهبود صفات اندازه‌گیری گردید. اثر غلظت‌های بالاتر هورمون در تیمارهای طولانی مدت پیری بسیار چشم‌گیر بود. افزایش غلظت هورمون از ۵۰ میکرومول به ۱۵۰ میکرومول سبب بهبود صفات مورد اندازگیری شد (رشیدی و همکاران، ۱۳۹۶). در تحقیقاتی که مهاجری و همکاران (۱۳۹۶) روی لوبیا چیتی انجام دادند مشخص شد تیمار پیری زودرس در مقایسه با شاهد جوانه‌زنی کمتری را نشان داد. بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی و انرژی جوانه‌زنی در روز نهم در

تیمار کلرید سدیم ۶ ساعت و رقم E10، و بیش‌ترین وزن خشک گیاه‌چه، سرعت جوانه‌زنی و شاخص وزنی در تیمار کلرید کلسیم ۳ ساعت و رقم E10 به‌دست آمد. پس با توجه به رقم و انتخاب مناسب پیش‌تیمار گیاه مادری، می‌توان انبارداری را بهبود بخشید و بذرهایی با قدرت بالاتر و زوال کمتر داشت. همچنین آزمایشاتی که روی بذور فرسوده کلزا انجام شده بود نشان داد که با افزایش فرسودگی بذر کلزا، رقم اپرا نسبت به رقم اکاپی کاهش بیشتری از نظر شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد گیاه‌چه نشان داد. اعمال تیمارهای هیدروپرایمینگ سبب کاهش اثرات سوء ناشی از فرسودگی بذر از نظر درصد جوانه‌زنی بذر، شاخص وزنی قدرت گیاه‌چه و فعالیت آنزیم پراکسیداز گیاه‌چه شد. اثرات بهبود دهنده پیش‌تیمار آبی بذر بر درصد جوانه‌زنی و شاخص وزنی قدرت گیاه‌چه در رقم اکاپی نمود بیش‌تری داشت. کاهش قدرت بذر سبب کاهش فعالیت آنزیم پراکسیداز گیاه‌چه در هر دو رقم کلزا شد، که این روند تغییرات در رقم اکاپی نمود بیش‌تری داشت. همچنین بیش‌ترین فعالیت آنزیم پراکسیداز در گیاه‌چه‌های حاصل از بذور قوی در شرایط استفاده از پیش‌تیمار آبی مشاهده شد. در نهایت با توجه به نتایج این پژوهش، می‌توان به اثرات مثبت پرایمینگ، دست کم در ارتباط با ترمیم آسیب‌های ناشی از مراحل اولیه فرسودگی بذر بر تسریع و یکنواختی جوانه‌زنی در ارقام کلزا اشاره نمود (نجفی و همکاران، ۱۳۹۴). حسینی خواه و همکاران (۱۳۹۲) در مطالعات خود یافتند که، فرسودگی بذر در دو مدت زمان ۲۴ و ۴۸ ساعت سبب کاهش صفات اندازه‌گیری شده شامل درصد جوانه‌زنی، شاخص جوانه‌زنی، متوسط زمان جوانه‌زنی، شاخص طولی و وزنی بنیه بذر گردید و با اعمال پیش‌تیمار بذری ویتامین C و ویتامین E در دو شرایط پیش‌تیمار و تیمار پس از فرسودگی، از نظر صفات مورد بررسی بهبودپذیری و جلوگیری از فرسودگی رخ داد. پیش‌تیمار امکان نگه‌داری بذور را در انبار تا زمان کاشت نسبت به بذور تیمار نشده افزایش می‌دهد (بوتلر و هی، ۲۰۰۹). پرایمینگ موجب ترمیم و بازسازی قسمت‌های فرسوده بذور (ساها و همکاران، ۱۹۹۰) می‌شود. در تحقیق دیگر روی شنبلیله تیمار ۴۸ ساعت پیری در شرایط بدون پرایمینگ باعث کاهش شاخص درصد جوانه‌زنی، بنیه طولی گیاه‌چه، بنیه وزنی گیاه‌چه، سرعت جوانه‌زنی، ضریب سرعت جوانه‌زنی، متوسط ضریب جوانه‌زنی

روزانه، ضریب یکنواختی جوانه‌زنی، انرژی جوانه‌زنی، حداکثر میانگین جوانه‌زنی روزانه و ارزش جوانه-زنی گردید. زمانی که بذرهای پیر شده در شرایط پرایمینگ اسید سالیسیلیک ۲۸۰۰ میکرومولار قرار داده شدند، این شاخص‌ها به‌طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد، به‌طوری که جوانه‌زنی از ۴۱ درصد به-۱۰۰ درصد جوانه‌زنی رسید. در این مطالعه پرایمینگ با اسید سالیسیلیک ۲۸۰۰ میکرومولار درصد آب بافت گیاه‌چه را در شرایط ۴۸ ساعت پیری به ۹۴/۴۸ درصد رساند. بیشترین میانگین صفات طول گیاه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه و گیاه‌چه در بذرهای تیمار شده با اسید سالیسیلیک ۲۸۰۰ میکرومولار مشاهده شد. (سیاوش مقدم و همکاران، ۱۳۹۵). مطالعات زیادی نشان داده‌اند، زوال بذر به‌طور معنی-داری جوانه‌زنی، سبز شدن و رشد گیاه‌چه را کاهش می‌دهد و پرایمینگ می‌تواند این کاهش را تا حدودی جبران نماید. پارمون و همکاران (۲۰۱۴) با مطالعه روی گیاه دارویی ماریتیغال گزارش کردند که پیری تسریع شده سبب کاهش درصد جوانه‌زنی، ضریب سرعت جوانه‌زنی، شاخص رشد گیاه‌چه، شاخص قدرت، کارایی استفاده از ذخایر پویا شده، کسر ذخایر، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان و افزایش میزان استفاده از ذخایر شد. در ادامه این مطالعه پرایمینگ با اسید سالیسیلیک در غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر موجب کاهش تأثیر پیری شد. در تحقیقات دیگر گزارش شد که فرسودگی سبب کاهش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی می‌شود (۵۰٪ سوپر اکسید دیسموتاز، ۴۷٪ کاتالاز، ۴۱٪ پراکسیداز، ۳۹٪ آسکوربات پراکسیداز، ۳۸٪ گلوتاتیون پراکسیداز، ۵۵٪ گلوتاتیون ردوکتاز) و پیش-تیمار بذر موجب افزایش فعالیت آنزیمی شد. در بین غلظت‌های مختلف نیترات پتاسیم، کاربرد ۳۰ میلی‌گرم بر لیتر، در اغلب صفات اندازگیری شده بالاترین مقدار را نشان داد. تحلیل نتایج نشان داد که فعالیت پراکسیداز دارای تأثیر مستقیم و فعالیت سوپر اکسید دیسموتاز، کاتالاز، گلوتاتیون پراکسیداز و گلوتاتیون ردوکتاز دارای تأثیر غیرمستقیم بر شاخص طولی قدرت و سوپراکسید دیسموتاز، آسکوربات پراکسیداز، گلوتاتیون ردوکتاز دارای تأثیر مستقیم بر شاخص وزنی قدرت بود (عبادی و همکاران، ۱۳۹۵). گوئل و همکاران (۲۰۰۳) در مطالعه تغییرات آنزیمی تنش‌های اکسیداتیو در طی فرسودگی چند رقم پنبه نشان دادند که نگه‌داری بذرهای پنبه در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۴ روز،

سبب کاهش جوانه‌زنی دانه پنبه به میزان ۴۵ درصد می‌شود. فرسودگی میزان نشت یون‌ها، فعالیت پراکسیداز کل و مالون دی آلدئید را در هر دو رقم افزایش داد و سبب کاهش فعالیت‌های آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی شد. پیش‌تیمار بذرها با آب مقطر و آسکوربات با غلظت ۱۰۰ میکروگرم بر لیتر به‌مدت ۱۲ ساعت سبب کاهش تأثیر فرسودگی گردید، به‌طوری که فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی افزایش و میزان مالون دی آلدئید و پراکسیداز کل کاهش یافت. کیبینزا و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعات خود نشان دادند که در طی فرسودگی، جوانه‌زنی دانه آفتابگردان کاهش پیدا می‌کند و پیش‌تیمار بذرها با آمینو ۱، ۲ و ۴ تیرازول سبب بهبود جوانه‌زنی می‌شود. آنان نشان دادند که در طی فرسودگی میزان پراکسید هیدروژن افزایش پیدا می‌کند که عمدتاً ناشی از افزایش مقدار آن‌ها در پراکسی‌زوم می‌شود. نتایج این محققان نشان داد که در طی فرسودگی فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان به‌ویژه کاتالاز کاهش پیدا می‌کند.

## ۲-۳- ویتامین‌ها

### ۲-۳-۱- تعریف ویتامین

ویتامین‌ها ترکیبات آلی هستند که به مقدار خیلی جزئی برای متابولیسم مواد غذایی و اعمال حیاتی بدن و رشد و نمو ضروری هستند (میر عرب شاهی، ۱۳۸۷). کلمه ویتامین از واژه یونانی ویتا به‌معنی زندگی است. ویتامین‌ها از اجزای ناچیز مواد غذایی هستند، اما نقش اساسی را در تغذیه انسانی و گیاهی بازی می‌کنند. بسیاری از آنان تحت برخی از شرایط فرآوری و نگهداری، ناپایدار هستند و بنابراین ممکن است مقدار آن‌ها در غذاهای فرآوری شده به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یابد. ویتامین‌های سینتتیک به‌منظور جبران این افت‌ها به‌طور وسیع مورد استفاده قرار می‌گیرند و میزان ویتامین‌های مواد غذایی را به‌مقدار اولیه بر می‌گردانند. ویتامین‌ها معمولاً به دو دسته تقسیم می‌شوند که شامل ویتامین‌های محلول در آب (C و B) و ویتامین‌های محلول در چربی (E، K، D و A) می-

باشد. وجود ویتامین‌ها در مواد غذایی مختلف به‌حلالیت آن‌ها در آب یا چربی مربوط است (قنبر زاده، ۱۳۸۲).

**۲-۳-۲- نقش ویتامین‌ها در انسان**

ویتامین‌ها سبب تسهیل دگرگشت (سوخت و ساز بدن) اسیدهای آمینه، چربی‌ها و کربوهیدرات‌ها می‌شوند و رشد و نمو و ترمیم سلول‌های بدن را میسر می‌سازند. برخی از آن‌ها سبب جذب مواد غذایی در روده می‌شوند و بعضی نیز به‌عنوان کاتالیزور عمل می‌کنند. در اثر کمبود ویتامین در بدن، سلامتی و تعادل اعضای بدن ناپایدار می‌شود و در اعمال حیاتی اختلالاتی ایجاد می‌گردد و عوارضی ایجاد می‌گردد که گاه منجر به مرگ می‌شود. اغلب ویتامین‌ها مانند ویتامین C بی‌ضرر هستند و می‌توانند هزاران برابر دوز توصیه شده مصرف شوند. در عین حال، ویتامین‌هایی مانند ویتامین A می‌تواند به شدت سمی باشد. بسیای از ویتامین‌ها قابل ذخیره شدن در بدن نیستند، از این رو می‌توان گفت که بدن ویتامین‌های افزون بر نیاز خود را به راحتی دفع می‌کند (میر عرب شاهی، ۱۳۸۷).

**۲-۳-۳- نقش ویتامین‌ها در گیاهان**

امروزه از مواد مختلفی برای پیش‌تیمار بذر استفاده می‌شود، که یکی از این مواد ویتامین‌ها هستند. پیش‌تیمار بذر با ویتامین روشی مناسب برای افزایش رشد گیاه‌چه در شرایط تنش‌زا است. ویتامین‌ها در مقادیر کم برای رشد و نمو بافت گیاهان ضروری هستند. وجود این دسته از مواد برای رشد گیاه در محیط‌های کشت بافت ثابت شده است و عموماً به‌عنوان کوآنزیم یا آنزیم عمل می‌کنند (آنتونوپولو و همکاران، ۲۰۰۵). ویتامین C به‌عنوان یک ترکیب آنتی‌اکسیدان نقش مهمی در رشد و نمو گیاهان به‌عهده دارد. این ترکیب به‌عنوان یک فاکتور تنظیم کننده رشد معرفی می‌شود که تأثیر زیادی در فرآیندهای بیولوژیکی دارد (هنداوی و همکاران، ۲۰۱۰). همچنین این ویتامین سبب بالا بردن مقاومت گیاهان در برابر سرما زدگی، تنش خشکی و شوری می‌شود (حمدا و الحکیمی، ۲۰۰۹) و از طریق ارتباط با سلول و لیپیدهای غشایی در گیاهان نقش مؤثری در افزایش مقاومت گیاهان در برابر

از دست دادن آب و تنش کم‌آبی دارد (دولت آبادیان و همکاران، ۲۰۱۰). این ویتامین تقسیم سلولی و رشد سلول را در گیاهان تحت تأثیر قرار می‌دهد. هم‌چنین در فعالیت سیکل تغذیه‌ی گیاهان عالی مؤثر است و یک نقش مهم را در سیستم انتقال الکترون دارد (امین و همکاران، ۲۰۰۸). آسکوربات تقسیم سلولی را افزایش می‌دهد و سبب افزایش تعداد برگ، وزن خشک و تر برگ می‌شود (میگل و همکاران، ۲۰۰۶). با توجه به‌شواهد موجود آسکوربات نقش دوگانه در رشد سلول ایفا می‌کند. از یک طرف موجب تغییر چرخه سلولی و تحریک تقسیم سلولی می‌شود و از طرف دیگر، رشد طولی و گسترده سلولی را امکان‌پذیر می‌سازد (هورمانس و همکاران، ۲۰۰۰). بهایری و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که استفاده از اسید آسکوربیک موجب افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی، افزایش کلروفیل کل و در نتیجه سبب مقاومت به تنش شوری شد. همچنین در آزمایشی دیگر در اثر پیش‌تیمار بذر برنج با اسید آسکوربیک و اسید سالیسیلیک مشاهده شد که جوانه‌زنی سریع‌تر بود و طول ساقه‌چه و ریشه-چه و وزن تر و خشک افزایش یافت (فاروق و همکاران، ۲۰۰۶). خان و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند، پرایم بذور گندم با اسید آسکوربیک حداکثر درصد جوانه‌زنی و سبز شدن، افزایش طول ساقه‌چه و ریشه‌چه، افزایش وزن خشک ساقه و ریشه نسبت به شاهد و همچنین افزایش قندهای محلول در گیاه گندم را به‌دنبال داشت. ویتامین‌ها اثرات هم‌افزایی بر رشد بسیاری از گونه‌های گیاهی داشته‌اند. این ترکیبات نقش مهمی در مهار گونه‌های اکسیژن فعال دارند، که طی فرآیند فتوسنتز و تنفس ایجاد می‌شوند (فاردت و همکاران، ۲۰۰۸). دت و همکاران (۱۹۹۸) نیز بیان کردند که نقش اصلی ویتامین-ها برای جلوگیری از تخریب ناشی از رادیکال‌های آزاد می‌باشد. استفاده از ویتامین E باعث افزایش رشد در دو رقم آفتابگردان گردید (سداک و همکاران، ۲۰۱۰).

**۲-۳-۴- نقش ویتامین‌های گروه B در موجودات**

یکی از ویژگی‌های ویتامین‌های گروه B، قابلیت ساخته شدن (سنتز) آن‌ها توسط تخمیرات میکروبی دستگاه گوارش حیوانات، به‌ویژه شکمبه نشخوارکنندگان و روده بزرگ علف‌خواران تک

معده‌ای است. بر خلاف نشخوارکنندگان و علف‌خواران تک معده‌ای، انسان، خوک و طیور قادر بهسنتز این ویتامین‌ها نیستند و نیاز روزانه آن‌ها باید از طریق جیره غذایی تأمین گردد، در غیر این صورت عوارض کمبود آن‌ها ظاهر می‌شود. در حال حاضر ۹ ویتامین از این گروه شناخته شده است که شامل بیوتین، کولین، فولاسین، نیاسین، اسید پانتوتنیک، ریبوفلاوین، تیامین، پیریدوکسین و کوبالامین می-باشد. سوء تغذیه ناشی از کمبود ویتامین‌های گروه B در تمام کشورها، به‌ویژه در کشورهای فقیر رایج است. از آن‌جا که ویتامین‌های این گروه در غذاهای خاصی متمرکز هستند، غالباً کمبود چند ویتامین با هم رخ می‌دهد. بسیاری از تنش‌های فیزیولوژیکی و پاتوژنی روی نیاز حیوانات به ویتامین‌های گروه B اثر می‌گذارند. نیاز حیوانات به این گروه از ویتامین‌ها در بیماری‌هایی که متابولیسم را افزایش می-دهند، یا موجب اختلال در جذب و مصرف آن‌ها می‌گردند یا دفع را افزایش می‌دهند، بیشتر می‌شود (هاشمی، ۱۳۷۰).

**۲-۳-۵- نقش ویتامین‌های گروه B در گیاهان**

ثابت شده است که ویتامین‌های گروه B جهت بهبود جوانه‌زنی بذر (بوگیرس و همکاران، ۲۰۰۷)، رشد گونه‌های گیاهی مختلف (آبرگ، ۱۹۶۱) و نیز برای رشد طبیعی و توسعه اندام‌های گیاهی، به-ویژه ریشه ضروری هستند (سمیع الله و افریدی، ۱۹۸۸). همچنین محلول‌پاشی لوبیا با ویتامین‌های گروه B سبب افزایش عملکرد کل شده است (احمد و همکاران، ۲۰۰۶).

**۲-۳-۵-۱- تیامین (B۱)**

یکی از ویتامین‌های محلول در آب تیامین (B۱) می‌باشد. اولین بار به‌عنوان عامل اصلی ضد بری-بری کشف و در سال ۱۹۳۵ ساختار شیمیایی آن توسط ویلیامز مشخص گردید. تیامین در مقادیر کم در تمامی مواد غذایی با منشأ حیوانی و گیاهی حضور دارد. منابع خوب آن دانه‌های غلات کامل، کبد، کلیه، گوشت خوک بدون چربی، تخم‌مرغ، آجیل و سیب زمینی می‌باشند. در pH قلیایی یا خنثی این ویتامین توسط جوشاندن و یا حتی نگهداری در دمای اتاق نابود می‌گردد. به علت اینکه تیامین و سایر

ویتامین‌ها نزدیک سبوس دانه‌های غلات واقع شده‌اند، در طی آسیاب کردن افت زیادی رخ می‌دهد. پختن گوشت باعث افت این ویتامین می‌شود (قنبر زاده، ۱۳۸۲). این ویتامین در پوشش خارجی دانه-ها و بسیاری از گیاهان یافت می‌شود. در بافت‌های حیوانی و مخمر، تیامین اساساً به‌صورت کوآنزیم دیده می‌شود. شکل کوآنزیم این ویتامین، تیامین پیرو فسفات نام دارند (ربانی چادگانی، ۱۳۸۷). در تحقیقاتی که الحکیمی و القلیبی (۲۰۰۷) در مورد کنترل پوسیدگی حبوبات توسط دو تیمار تیامین و اسیدسالیسیلیک انجام داد، بیان شد که محلول‌پاشی این دو تیمار موجب افزایش نرخ رشد، پایداری غشاء و محتوای رنگدانه‌های فتوسنتزی شد و همچنین تا حدی توانست نشت پتاسیم را از سلول به-تعویق اندازد. همچنین محلول‌پاشی تیامین روی گل ژربرا سبب افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی این گیاه شد (منصوری و همکاران، ۱۳۹۳). جوادی و همکارن (۱۳۹۴) گزارش کردند که در تنش شوری، پیش تیمار بذور با ویتامین B۱ تأثیری بر جوانه‌زنی بذور نداشت. ولی پیش‌تیمار بذور با تیامین باعث افزایش معنی‌دار میزان طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و شاخص ویگور در شرایط تنش شوری گردید. با توجه به‌اینکه تیامین خاصیت آنتی‌اکسیدانی دارد و به‌عنوان کوآنزیم یک سری از آنزیم‌ها بوده، همچنین به‌عنوان پیش‌ماده نیکوتین آمید آدنین دی نوکلئوتید می‌باشد که در زنجیره انتقال الکترون فتوسنتزی ایفای نقش می‌نماید، لذا پیش‌تیمار بذور با این ویتامین می‌تواند نقش مؤثری در کاهش خسارت ناشی از شوری داشته باشد. تیامین در گیاهان در برگ سنتز و به ریشه منتقل می‌شود و رشد را کنترل می‌کند (عبدل عزیز و همکاران، ۲۰۰۹). گزارش شده است در گل داوودی، تیامین موجب افزایش تعداد گل می‌شود (الفخری و الطیب، ۲۰۰۳). یافته-ها نشان می‌دهد که تیمار ترکیبی اسید آسکوربیک و تیامین، بر رشد و بهبود کیفیت گل گلایول اثر می‌گذارد (بدورو عید، ۲۰۰۱). یافته‌های حاصل از پژوهش‌های دیگر روی گل کوکب نیز نشان می‌دهد که تیامین باعث افزایش وزن تر گیاه، تعداد گل و رنگیزه‌های فتوسنتزی می‌شود (مهقوب و همکاران، ۲۰۱۱). یافته‌ها نشان داد کاربرد تیامین و ویتامین C در غلظت ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر تعداد برگ، سطح برگ، وزن تر و خشک و ترکیبات شیمیایی را در گیاه سینگونیوم (*Syngonium*

*podophyllum* L.) افزایش داد (ناهد و همکاران، ۲۰۰۷). همچنین محلول‌پاشی تیامین رشد رویشی و ترکیبات شیمیایی رزماری را افزایش می‌دهد (یوسف و طلعت، ۲۰۰۳).

**۲-۳-۵-۲- ریبوفلاوین (B۲)**

یکی دیگر از ویتامین‌های محلول در آب ریبوفلاوین (B۲) است. منابع خوب ریبوفلاوین، شیر و فرآوردهای شیری هستند. از منابع دیگر می‌توان به ماهیچه‌ی گاو، کبد، کلیه، گوشت مرغ، گوجه-فرنگی، تخم‌مرغ، سبزی‌ها و مخمر اشاره کرد. این ویتامین در برابر اکسیژن و pH اسیدی پایدار است اما در محیط قلیایی ناپایدار و به‌نور بسیار حساس است. حرارت دادن تحت شرایط اسیدی و خنثی آن را تخریب نمی‌کند (قنبرزاده، ۱۳۸۲). این ویتامین به دو شکل کوآنزیمی فلاوین منو نوکلئوتید ریبوفلاوین منوفسفات (FMN) و فلاوین آدنین دی نوکلئوتید (FAD) وجود دارد که هر دو در واکنش‌های اکسید و احیا وارد می‌شوند. ریبوفلاوین به‌وسیله گیاهان سبز، بسیاری از باکتری‌ها و قارچ-ها سنتز می‌شود، لیکن جانوران توانایی سنتز این ویتامین را ندارند (ربانی چادگانی، ۱۳۸۷).

**۲-۳-۵-۳- نیکوتین آمید (نیاسین) (B۳)**

نیکوتین‌آمید (نیاسین) یا ویتامین B۳ به‌طور وسیعی در گیاهان و جانوران یافت می‌شود. محصولات گوشتی منبع بسیار غنی از این ویتامین می‌باشند. تریپتوفان در بدن می‌تواند به نیاسین تبدیل گردد. منابع خوب این ویتامین کبد، کلیه، گوشت قرمز بی‌چربی، جوجه، ماهی، گندم، جو، چاودار، نخود سبز، مخمر، بادام زمینی و سبزی‌های برگی می‌باشند. نیاسین احتمالاً پایدارترین ویتامین گروه B می‌باشد و تحت تأثیر گرما، نور، اکسیژن، اسید یا قلیا قرار نمی‌گیرد. تمامی نیاسین موجود در شیر شکل نیکوتین آمید می‌باشد. در تمامی مواد غذایی نیاسین با حرارت دادن نظیر برشته کردن یا پختن افزایش می‌یابد که این در نتیجه‌ی تغییر نیاسین متصل شده به‌شکل آزاد می‌باشد (قنبرزاده، ۱۳۸۲). در سلول، نیکوتین‌آمید به مقدار کم از اسیدآمینه تریپتوفان سنتز می‌شود، در این حالت در صورتی که به‌عللی جیره غذایی روزانه فاقد این ویتامین باشد، موجود می‌تواند از ذخیره کم خود استفاده

نماید. کمبود این ویتامین موجب خشن شدن پوست و ایجاد بیماری پلاگر در انسان می‌گردد. نقش کوآنزیمی نیکوتین آمید که نام تجاری آن نیاسین آمید است و قبل از اینکه ویتامین مسئول بیماری پلاگر کشف شود، شناخته شده بود (ربانی چادگانی، ۱۳۸۷). تحقیقاتی که شهات و همکاران (۲۰۱۴) روی گیاه *Lupinus termis* انجام دادند مشخص کرد که، محلول پاشی نیاسین اثر قابل توجهی بر میزان پروتئین و روغن دانه داشت.

**۲-۳-۵-۴- اسید پانتوتنیک (B۵)**

اسید پانتوتنیک (B۵) یکی دیگر از ویتامین‌های گروه B است که به‌عنوان فاکتور رشد مخمر از کبد جداسازی شده است. این ویتامین در سال ۱۹۳۸ توسط ویلیامز کشف و معرفی گردید. در سال ۱۹۴۰ لیپمن ساختار آن را مشخص نمود. شکل کوآنزیم اسید پانتوتنیک کوآنزیم A (COA) نامگذاری شده است. کوآنزیم A از نظر زیستی در دادن و گرفتن گروه استیل بسیار فعال است (ربانی چادگانی، ۱۳۸۷). این ویتامین به سه شکل در می‌آید و به‌نام‌های B۵، پانتنول و کلسیم پانتوتنات نیز نامیده می‌شود.اسید پانتوتنیک مصنوعی به شکل پانتوتنیک کلسیم و به رنگ سفید کریستالی دیده می‌شود. مطالعات کمی در مورد سنتز و نقش پانتوتنات متمرکز در گیاهان انجام شده است (اوتنهوف و همکاران، ۲۰۰۴). منابع رژیمی خوب این ویتامین گوشت، جگر سفید، کلیه، میوه‌ها، سبزی‌ها، سیر، زرده‌ی تخم‌مرغ، مخمر، دانه‌های کامل غلات می‌باشد. این ویتامین در برابر هوا پایدار و در مقابل گرمای خشک ناپایدار است. در محلول‌های با pH ۵ تا ۷ پایدار است و در خارج از این محدوده مقاومت کمتری دارد. جوشاندن سبزی‌ها در آب نیز سبب افت این ویتامین می‌شود که مقدار آن بستگی به‌میزان آب مورد استفاده دارد (قنبرزاده، ۱۳۸۲). گیاهان یکی از منابع غذایی اصلی پانتوتنات برای حیوانات و انسان هستند (رامان و راتیناساباپاتی، ۲۰۰۴). گزارش شدهاست پیش‌تیمار بذر ماش با غلظت‌های متنوع از ویتامین‌های B (تیامین، ریبوفلاوین، اسید پانتوتنیک، پیریدوکسین، نیاسین، اسیدفولیک) و آنتی‌بیوتیک‌ها (پنی‌سیلین و تتراسایکلین) به‌صورت جداگانه و ترکیبی از ویتامین‌ها و

آنتی‌بیوتیک‌ها، به‌طور قابل توجهی موجب افزایش میزان فتوسنتز، واکنش فتوشیمیایی، پروتئین، کلروفیل و وزن خشک گیاه‌چه شدند.

**۲-۳-۵-۵- پیریدوکسین (B۶)**

پیریدوکسین (B۶) یکی دیگر از ویتامین‌های محلول در آب است. سه ترکیب پیریدکسال، پیریدکسامین و پیریدوکسین به ویتامین گروه B۶ تعلق دارند، که هر سه ترکیب در گیاهان و جانوران توزیع فراوان دارند. پیریدوکسین به حرارت و قلیا یا اسید قوی مقاوم است ولی نسبت به نور خصوصاً نور فرابنفش حساس است به‌ویژه اگر در محلول قلیایی قرار بگیرد. پیریدوکسال و پیریدوکسامین هنگامی که در معرض هوا، حرارت یا نور قرار می‌گیرند به سرعت نابود می‌شوند. پیریدوکسامین در عملیات فرآوری مواد غذایی به آسانی نابود می‌گردد. به‌علت مشکلات فراوان در تعیین این ویتامین در مواد غذایی اطلاعات کمی در مورد آن وجود دارد (قنبرزاده، ۱۳۸۲). شکل کوآنزیمی آن‌ها ترکیب فسفات‌دار است که به‌ترتیب، پیریدکسال‌فسفات، پیریدکسامین‌فسفات و پیریدوکسین‌فسفات نامیده می‌شود (ربانی چادگانی، ۱۳۸۷). مصرف پیریدوکسین موجب افزایش جذب مواد غذایی از خاک و در نتیجه افزایش عملکرد زراعی می‌گردد (لون و همکاران، ۱۹۹۹؛ ایوب و همکاران، ۱۹۹۹). در ذرت پیریدوکسین موجب افزایش سرعت جذب مواد غذایی در این گیاه (خان و همکاران، ۲۰۰۱) و سبب افزایش درصد جوانه‌زنی، طول ساقه و ریشه، وزن خشک گیاه‌چه در این گیاه شد و اثر معنی‌داری بر مقدار فعالیت آنزیم پراکسیداز و کاتالاز نشان داد (ارادتمند و هوشمندفر، ۲۰۰۱). در تحقیقاتی که حلفی و همکاران (۱۳۹۶) در مورد تأثیر پیش‌تیمار بذر عنصر روی، اسید پانتوتنیک و پیریدوکسین بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه لوبیا سبز انجام دادند مشخص شد که اثر متقابل اسید پانتوتنیک و پیریدوکسین تعداد دانه در غلاف، عملکرد دانه و وزن صد دانه را افزایش داد.

# فصل ۳

# مواد و روش

### ۳-۱- زمان و مشخصات محل آزمایش

پژوهش در دو بخش مزرعه‌ای و آزمایشگاهی در فصل زراعی ۹۷-۹۶ روی گیاه کلزا رقم هایولا ۴۰۱ انجام شد. آزمایش مزرعه‌ای از اسفند سال ۱۳۹۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود، واقع در شهر بسطام (کیلومتر ۸ جاده شاهرود آزادشهر) اجرا شد. حداقل و حداکثر دمای منطقه به‌ترتیب ۱۰- و ۴۱ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارندگی سالانه در این منطقه حدود ۱۵۴ میلی‌متر است که این بارندگی‌ها عمدتاً در فصل پاییز و بهار رخ می‌دهد. همچنین این شهر در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۹ دقیقه شمالی و ۵۵ دقیقه طول شرقی واقع شده و میانگین ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۶۶ متر می‌باشد.

نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری در جدول ۳-۱ نشان داده شده است.

جدول ۳-۱ خصوصیات خاک محل آزمایش

| پارامترهای اندازه‌گیری شده | مقدار | واحد |
|---|---|---|
| شن | ۲۰/۱ | درصد |
| لای | ۴۹/۲ | درصد |
| رس | ۳۰/۷ | درصد |
| کربن آلی | ۰/۴ | درصد |
| نیتروژن کل | ۰/۱ | درصد |
| پتایسم قابل جذب | ۲۸۰ | پی‌پی‌ام |
| فسفر قابل جذب | ۱۰ | پی‌پی‌ام |

## ۳-۲- مشخصات طرح آزمایشی

آزمایش مزرعه‌ای به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل ۳ 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، آب مقطر، تیامین، ریبوفلاوین، نیاسین، اسید پانتوتنیک و پیریدوکسین) بودند. آزمایش در کل دارای ۶۳ کرت بود. تیمارهای بخش آزمایشگاهی کاملاً مشابه مزرعه بودند که در قالب آزمایش فاکتوریل با طرح پایه کاملاً تصادفی سازماندهی شدند. این بخش در محیط ژرمیناتور و دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد به انجام رسید و صفات مرتبط با جوانه‌زنی و قدرت گیاه‌چه مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

## ۳-۳- عملیات اجرایی بخش آزمایشگاه

### ۳-۳-۱- فرسوده کردن بذور

جهت فرسوده کردن بذر، ظروف خاصی تهیه و کف ظروف با آب پر شد. سپس روی آن‌ها با پارچه توری پوشانده و بذور روی توری ریخته شد به‌طوری که 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 مشخص (۵۰ و ۱۰۰ ساعت) در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد در دستگاه آون قرار گرفتند تا فرسوده شوند.

### ۳-۳-۲- پیش‌تیمار کردن بذور

برای این منظور بذور به‌مدت ۸ ساعت (طوری که بذرها متورم شوند اما جوانه نزنند) توسط ویتامین‌های گروه B با غلظت مشخص (۱۰۰ پی‌پی‌ام) تیمار شدند و بعد از آن روی کاغذ صافی و

دستمال در سایه و در دمای محیط خشک شدند. پیش‌تیمار با آب مقطر نیز به صورت مشابه انجام شد.

## ۳-۴- عملیات اجرایی بخش مزرعه‌ای

### ۳-۴-۱- آماده‌سازی بستر و کاشت

به‌منظور آماده‌سازی زمین پس از انجام عملیات شخم و دیسک، پشته‌هایی به فواصل ۵۰ سانتی‌متر به وسیله فاروئر ایجاد گردید. سپس شلنگ‌های قطره‌ای پهن گردید. بذر کلزا مورد استفاده رقم هایولا ۴۰۱ بود که عملیات کاشت آن در تاریخ ۱۵ اسفند ۱۳۹۶ با دست، به‌صورت هیرم کاری و در عمق ۲ سانتی‌متر انجام شد. در هر کرت آزمایشی ۴ خط کاشت به‌طول ۴ متر با فاصله روی ردیف ۵ سانتی-متر قرار گرفتند. دو خط کناری به‌عنوان حاشیه در نظر گرفته شد و صفات مورد نظر روی دو خط وسط اندازه‌گیری گردیدند.

### ۳-۴-۲- داشت

آبیاری به‌صورت قطره‌ای و هر ۴ الی ۵ روز یک بار انجام شد و مقدار آب مصرفی برای همه تیمارها یکسان بود. ۱۲ روز بعد از کاشت (۲۷ اسفند) اولین وجین به‌صورت دستی انجام گرفت. مرحله دوم وجین زمانی بود که گیاه در حالت روزت به سر می‌برد و مرحله سوم قبل از گلدهی بود. هم‌چنین پس از استقرار کامل بوته‌ها تنک کردن بوته‌های اضافی نیز انجام شد.

### ۳-۴-۳- برداشت

برداشت محصول در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک بودند، جهت تعیین عملکرد نهایی و اجزای عملکرد، در تاریخ ۹ مرداد ۱۳۹۷ یعنی ۱۴۴ روز پس از کاشت انجام شد.

### ۳-۴-۴- نمونه برداری

در نمونه‌برداری از هر کرت آزمایشی، تعداد ۳ بوته به‌طور تصادفی برداشت و به آزمایشگاه منتقل شدند. قطع بوته‌ها از محل طوقه یعنی سطح خاک انجام گرفت. نمونه‌ها پس از برداشت در پاکت قرار گرفتند و جهت تعیین برخی صفات به آزمایشگاه منتقل شدند.

## ۳-۵- اندازه‌گیری صفات زراعی در بخش مزرعه‌ای

### ۳-۵-۱- شاخص سطح برگ

اندازه‌گیری شاخص سطح برگ در ۱۰۴ روز پس از کاشت، یعنی زمانی که گیاه در مرحله گلدهی بود، صورت پذیرفت. بنابراین اقدام به نمونه‌برداری از کرت‌ها شد. برگ‌ها از بوته‌ها جدا و سطح آن‌ها با استفاده از دستگاه سنجش سطح برگ اندازه‌گیری شد. شاخص سطح برگ بر حسب مترمربع سطح برگ به مترمربع سطح زمین محاسبه گردید.

### ۳-۵-۲- وزن خشک برگ، ساقه و کپسول

نمونه‌های منتقل شده به آزمایشگاه به بخش‌های برگ، ساقه و غلاف تفکیک شدند و در پاکت‌های جداگانه قرار داده شدند و به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در آون قرار گرفتند. سپس با ترازوی حساس به‌دقت ۰/۰۱ گرم توزین شدند. مقادیر به‌دست آمده بر حسب گرم در مترمربع محاسبه گردید.

### ۳-۵-۳- طول، قطر ساقه و تعداد شاخه فرعی

طول ساقه اصلی از ۳ بوته در هر کرت بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری و پس از گرفتن میانگین آن‌ها ثبت گردید. قطر ساقه با استفاده از کولیس دیجیتالی از روی ۳ بوته (قسمت انتهایی بوته)

اندازه‌گیری و سپس میانگین آن محاسبه شد. تعداد شاخه‌های فرعی نیز شمارش شد و سپس میانگین ۳ بوته محاسبه گردید.

### ۳-۵-۴- عملکرد نهایی و اجزای عملکرد

در ۱۴۴ روز پس از کاشت که گیاهان به مرحله رسیدگی فیزیولوژیک رسیده بودند، از هر کرت ۵ بوته برای اندازه‌گیری عملکرد و اجزای عملکرد (تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول و وزن هزار دانه) برداشت شد.

## ۳-۶- اندازه‌گیری صفات فیزیولوژیک در بخش مزرعه‌ای

### ۳-۶-۱- محتوای نسبی آب برگ

به منظور اندازه‌گیری محتوای نسبی آب برگ، از هر کرت دو بوته به‌طور تصادفی انتخاب شد و از هر بوته یک برگ جوان و کاملاً رشد یافته قطع گردید. برگ‌ها بلافاصله درون پوشش‌ها پلاستیکی داخل یخدان قرار گرفته و به آزمایشگاه منتقل شدند. پس از توزین با ترازو با دقت ۰/۰۰۱ گرم (وزن تر)، به‌مدت ۲۴ ساعت درون آب مقطر و در یخچال با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند (روش کرامر، ۱۹۸۳). سپس برگ‌ها از آب مقطر خارج و آب روی آن‌ها را با دستمال گرفته و خشک گردیدند و دوباره توزین شدند (وزن اشباع)، در نهایت نمونه‌ها به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و وزن خشک آن‌ها اندازه‌گیری گردید (وزن خشک). مقدار نسبی آب برگ با استفاده از رابطه ۳-۱ محاسبه شد.

(رابطه۳-۱) مقدار نسبی آب برگ = [(وزن اشباع-وزن خشک)/(وزن تر- وزن خشک)]×۱۰۰

### ۳-۶-۲- پایداری غشاء پلاسمایی

به‌منظور اندازه‌گیری پایداری غشاء پلاسمایی برگ، از هر کرت ۲ تا ۳ برگ هم‌سن انتخاب و سپس در آزمایشگاه به‌وسیله‌ی پانچ ۰/۰۱ گرم دیسک برگی تهیه گردید. نمونه‌ها داخل ۱۰ میلی‌لیتر آب

مقطر قرار گرفتند. از هر ترکیب تیماری دو نمونه تهیه شد. یک نمونه در بن‌ماری در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد و به‌مدت ۳۰ دقیقه (a) و نمونه‌ی دیگر در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۱۵ دقیقه (b) قرار گرفتند. بعد از خنک شدن نمونه‌ها و هم دمای محیط شدن با استفاده از دستگاه EC متر، EC نمونه‌ها خوانده شد و پایداری غشاء پلاسمایی آن‌ها از رابطه ۳-۲ محاسبه شد (سایرام و سریواساوا، ۲۰۰۱).

پایداری غشاء=(۱-(a/b)) ×۱۰۰ (رابطه۳-۲)

**۳-۶-۳- میزان کلروفیل و کاروتنوئید**

به‌منظور اندازه‌گیری کلروفیل برگ، به‌طور تصادفی از چند گیاه در هر کرت، از برگ‌های هم‌سن نمونه‌برداری انجام شد. برای استخراج کلروفیل برگ از روش بدون لهیدگی استفاده شد. بدین ترتیب ۰/۰۱ گرم از بافت تازه برگ توزین و به‌قطعات کوچکی خرد شد. به‌نمونه‌ها ۶ میلی‌لیتر دی متیل سولفوکسید اضافه شد و محلول حاصل به‌مدت ۴ ساعت درون حمام آب گرم (بن ماری) با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. نمونه‌ها از بن ماری خارج شدند و پس از هم دما شدن با محیط با قرار گرفتن در دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل ۶۳۰۵ Jenway ساخت کشور آلمان)، میزان جذب نمونه‌های حاوی کلروفیل در طول موج‌های ۶۶۳، ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر خوانده شد. سپس با استفاده از روابط ۳-۳ تا ۳-۶ میزان کلروفیل a، b و کاروتنوئید محاسبه گردید (هیسوکس و ایسریلستام، ۱۹۷۹).

Chl a (µg/ml)= (12.25 A 663)- (2.55 A 645) (رابطه ۳-۳)

Chl b (µg/ml)= (20.31 A 645)- (4.91 A 663) (رابطه ۳-۴)

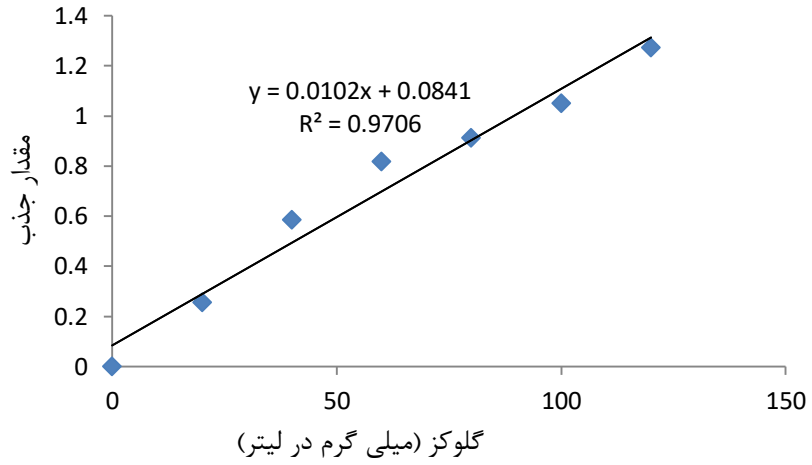
Chl T= chl a+ chl b (رابطه۳-۵)

Car (µg/ml)= (1000 A 470 - 1.90 chl a - 63.14 chl b)/214 (رابطه ۳-۶)

پس از جایگزین کردن داده‌ها در روابط بالا اعداد به‌دست آمده در v/w × 1000 ضرب گردید تا اعداد بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر به‌دست آیند. v حجم محلول کلروفیلی بر حسب میلی‌لیتر و w وزن نمونه تر برگ بر حسب گرم می‌باشد.

**۳-۶-۴- قند محلول برگ**

قند محلول برگ در صد و چهارمین روز پس کاشت مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. ۱۰۰ میلی‌گرم از نمونه برگ‌های خشک شده خوب پودر شدند و در فالکون ۱۵ میلی‌لیتری سانتریفیوژ ریخته شدند، ۸ میلی‌لیتر اتانول ۸۰ درصد به آن افزوده شد و به‌مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد در حمام آب گرم قرار داده شدند. سپس لوله‌های حاوی نمونه‌ها پس از سرد شدن به‌مدت ۲۰ دقیقه در ۲۰۰۰ rpm سانتریفیوژ شدند. روشناور لوله‌ها جدا شد و عمل استخراج سه بار تکرار گردید. به روشناور جمع شده به‌ترتیب ۳/۵ میلی‌لیتر سولفات روی (ZnSo4) ۵ درصد و ۳/۵ میلی‌لیتر هیدروکسید باریم (Ba(OH)2) ۰/۳ نرمال جهت حذف رنگیزه‌ها اضافه گردید و دوباره ۲۰ دقیقه در ۲۰۰۰ rpm سانتریفیوژ شد. روشناور در بالن ژوژه به‌حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد و ۲ میلی‌لیتر از محلول حاصل جهت تعیین قند محلول به روش فنل اسید سولفوریک مورد استفاده قرار گرفت. براساس این روش روی ۲ میلی‌لیتر محلول برداشته شده، ابتدا ۱ میلی‌لیتر فنل ۵ درصد و سپس ۵ میلی‌لیتر اسید سولفوریک غلیظ با فشار اضافه گردید. افزودن اسید سولفوریک با جوشش، تولید بخار سوزاننده و دمای بالا همراه است. لذا این کار بایستی در زیر هود و در ظرف مناسب انجام گیرد. بسته به غلظت قند موجود در نمونه، رنگ گلبهی کم‌رنگ تا پررنگ ایجاد می‌شود. نمونه‌ها به‌مدت ۳۰ دقیقه در دمای محیط خنک شدند، سپس میزان جذب آن‌ها با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۸۵ نانومتر اندازه‌گیری شد. محلول شاهد با افزودن ۱ میلی‌لیتر فنل ۵ درصد و ۵ میلی‌لیتر اسید سولفوریک غلیظ به ۲ میلی‌لیتر آب مقطر تهیه گردید. منحنی استاندارد با استفاده از محلول‌هایی با غلظت صفر تا ۱۲۰ میلی‌گرم در لیتر گلوکز خالص و تکرار کلیه مراحل روش فنل اسید سولفوریک روی ۲ میلی‌لیتر از آن‌ها به‌منظور تبدیل مقادیر ثبت شده توسط اسپکتروفتومتر به غلظت قند موجود در محلول در همان روز رسم گردید. معادله حاکم بر منحنی استاندارد ABS= aC+b می‌باشد که در آن ABS مقدار جذب، C غلظت قند موجود در محلول، a و b اعداد ثابت هستند (هلوبوست و کاراجیه، ۱۹۷۸)




شکل ۳-۱- منحنی استاندارد قند محلول در طول موج ۴۸۵

## ۳-۷- صفات کیفی

### ۳-۷-۱- درصد پروتئین دانه

اندازه‌گیری پروتئین دانه پس از برداشت به روش کجلدال (لیسیترا و همکاران، ۱۹۹۶) انجام شد. دستگاه کجلدال دارای دو بخش هضم و تقطیر می‌باشد که برای انجام عمل هضم نمونه‌ها، ۰/۵ گرم از نمونه‌های خشک پودر شده درون لوله‌های دستگاه ریخته و سپس ۷ میلی‌لیتر اسید سولفوریک غلیظ (۹۶٪) و ۱,۱ گرم کاتالیزور (مخلوطی از ۱۰۰ گرم سولفات پتاسیم، ۱۰ گرم سولفات مس و یک گرم سلنیوم) به آن اضافه شد در دستگاه هضم قرار داده شد. دمای دستگاه در ابتدا روی ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد و به مرور به ۳۰۰ درجه رسید. عمل هضم حدود سه ساعت به‌طول انجامید. پایان عمل هضم با ایجاد رنگ سبز شفاف در نمونه مشخص شد. بخش تقطیر دستگاه دارای دو جایگاه بود که در یکی، لوله مربوط به‌بخش هضم و در دیگری ارلنی حاوی ۵۰ میلی‌لیتر اسید بوریک ۲ درصد قرار داشت. برای هر نمونه ۲۴ میلی‌لیتر از این ماده مورد استفاده قرار گرفت، بعد از اتمام کار دستگاه (حدود ۴ دقیقه)، رنگ محلول داخل ارلن سبز می‌شود که هرچه این رنگ تیره تر باشد نشان دهنده غلظت بیش‌تر نیتروژن در نمونه است. برای عمل تیتراسیون، چند قطره معرف (حاوی ۶۶

میلی‌گرم متیل رد و ۹۹ میلی‌گرم بروموکروزول سبز در ۱۰۰ سی‌سی اتانول) به نمونه‌ها اضافه شد و تیتراسیون با استفاده از اسید سولفوریک ۰/۱ نرمال به‌صورت دستی انجام گرفت، که با تغییر رنگ محلول از سبز به قرمز (آلبالویی) تیتراسیون متوقف می‌شود. پس از یادداشت نمودن حجم اسید مصرفی مقدار کل نیتروژن موجود در نمونه از رابطه ۳-۷ محاسبه شد.

$$\%N= 0.56\times t\times(a-b)\times v/w\times 100$$ (رابطه۳-۷)

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 بر حسب میلی‌لیتر

w، وزن نمونه گیاه جهت عمل هضم بر حسب گرم

**۳-۷-۲- درصد روغن دانه**

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 سانتی‌گراد 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 سانتی‌گراد داخل آون خشک شدند. سپس به دسیکاتور منتقل و پس از هم دما شدن با محیط توزین شدند و روی صفحه گرم کننده 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. دستگاه با کلید اصلی روشن و دما برای همه نمونه‌ها روی ۶۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم گردید. فرآیند استخراج ۸ ساعت به‌طول 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 به‌آون منتقل کرده و به‌مدت ۱ ساعت با دمای ۷۰ درجه و سپس به‌مدت ۱/۵ ساعت با دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده

شدند. بالن‌ها به دسیکاتور منتقل و بعد از سرد شدن توزین گردیدند. بـرای محاسـبه درصـد روغـن در نمونه‌ها از رابطه ۳-۸ استفاده گردید (داپورتو و همکاران، ۲۰۱۲).

(رابطه ۳-۸) ۱۰۰× وزن نمونه / (وزن اولیه بالن-وزن ثانویه بالن)= درصد روغن موجود در نمونه

## ۳-۸- اندازه‌گیری صفات در بخش آزمایشگاهی

### ۳-۸-۱- درصد جوانه‌زنی

در راستای بررسی درصد جوانه‌زنی و با توجه به تیمارهای آزمایش تعـداد ۶۳ پتـری‌دیـش در نظـر گرفته شد. زیر هر پتریدیش دو کاغذ صافی برای جذب و نگه‌داری بهتر آب گذاشته شد و در هر پتـری ۵۰ عدد بذر با تیمارهای مخصوص به خود قرار گرفت. پتریدیش‌ها درون ژرمیناتور بدون نـور و دمـای ۲۴ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. هر روز، تا ۷ روز (ایستا، ۲۰۱۴) رأس ساعت مقرر تعداد بذور جوانـه-زده شمارش گردید.

درصد جوانه‌زنی از نسبت تعداد بذور جوانه زده پس از ۷ روز به تعداد کل بذور به‌دست آمد.

### ۳-۸-۲- سرعت جوانه‌زنی

جهت محاسبه سرعت جوانه‌زنی از رابطه ۳-۹ استفاده گردید (صلاح زاده و همکاران، ۲۰۰۹).

$$Rs= \sum Si/Di$$ (رابطه۳-۹)

که در آن، Rs سرعت جوانه‌زنی، Si تعداد بذرهای جوانه‌زده در هر شمارش، Di تعـداد روز شـمارش تـا روز nام می‌باشند.

### ۳-۸-۳- شاخص بنیه گیاهچه

برای تعیین این صفت از روش رول کردن نیز استفاده شد. به این ترتیب که برای هر تیمار یک کاغذ حوله‌ای مخصوص جوانه‌زنی به ابعاد ۲۰ در ۳۰ سانتی‌متر انتخاب و در وسط آن ۲۵ بذر قرار داده شد. روی بذرها با کاغذ دیگر به همان ابعاد پوشانده و رول گردید. انتهای هر رول تا زده و با زاویه ۴۵ درجه درون ظرف آب گذاشته شد. رول‌های قرار گرفته در ظروف آب به‌مدت ۱۴ روز در ژرمیناتور و دمای ۲۵ درجه قرار گرفتند. پس از آن اقدام به باز کردن رول‌ها و اندازه‌گیری صفات طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه گردید. همچنین در این روش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه با استفاده از خط‌کش اندازه‌گیری و وزن خشک آن‌ها پس از ۴۸ ساعت قرار گرفتن در آون ۷۰ درجه سانتی‌گراد با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین شد.

شاخص بنیه گیاهچه از رابطه ۳-۱۰ به‌دست آمد (حمیدی و همکاران، ۲۰۰۹)

(رابطه ۳-۱۰) درصد جوانه‌زنی × وزن خشک گیاهچه= شاخص بنیه گیاهچه

### ۳-۹- تجزیه تحلیل داده‌ها

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS 9.1 و MSTATC و رسم شکل‌ها توسط نرم افزار EXCEL انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح ۵ درصد صورت پذیرفت.

# فصل ۴

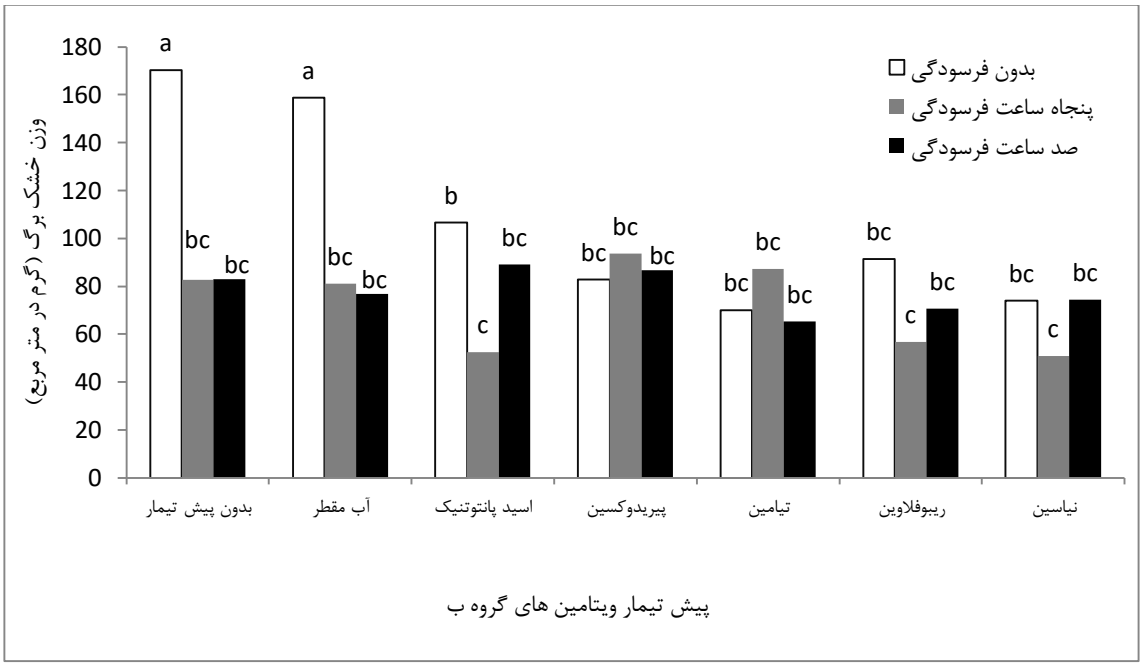
# نتایج و بحث

### ۴-۱- تجمع ماده خشک برگ، ساقه و کپسول

تجمع ماده خشک به‌عنوان یک مهم برای حصول عملکرد بالا در گیاهان مورد توجه است.

#### ۴-۱-۱- وزن خشک برگ

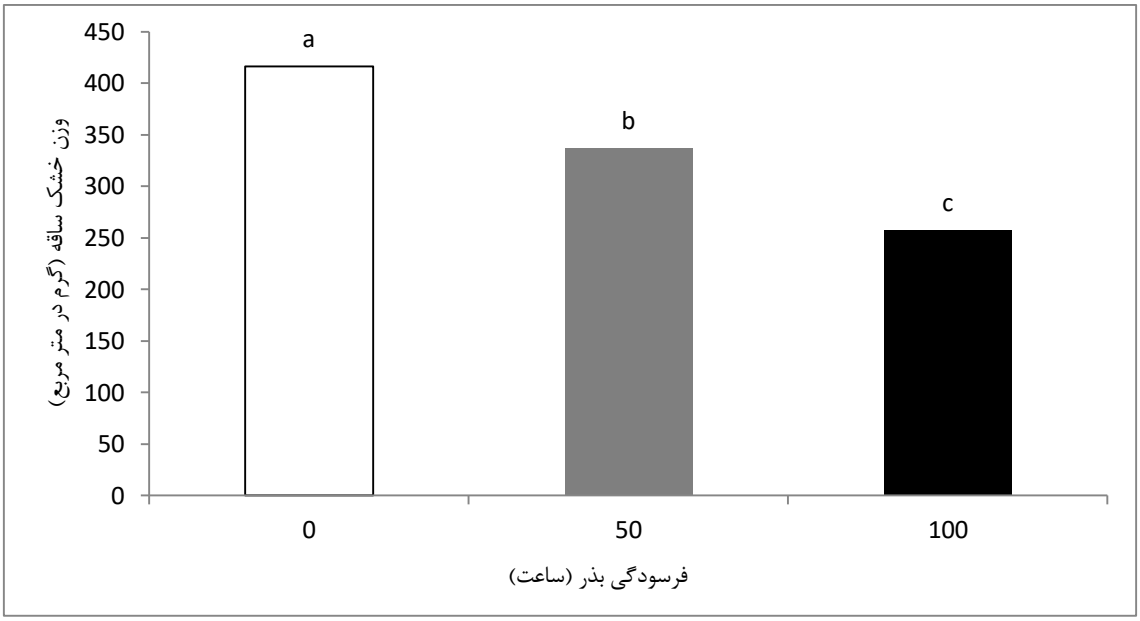
نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول پیوست ۱) نشان می‌دهد که اثر فرسودگی، پیش‌تیمار و همچنین برهم‌کنش آن‌ها در سطح ۱ درصد معنی‌دار گردیدند. همان‌طور که در شکل ۴-۱ مشاهده می‌شود، بالاترین مقادیر وزن خشک برگ در گیاهان شاهد و گیاهان حاصل از بذور نرمال پرایم شده با آب مقطر ثبت شد. در شرایط بدون پیش‌تیمار ملاحظه می‌شود که هر دو سطح فرسودگی بذر موجب کاهش ۵۳ درصدی در این صفت گردیدند و پیش‌تیمار بذر با ویتامین‌های ب نه‌تنها این کاهش را جبران نکرد بلکه در شرایط بدون فرسودگی نیز سبب کاهش وزن خشک برگ شد. از بین خصوصیات وابسته به رشد، میزان ماده خشک به‌دلیل اهمیت بیشتر به‌عنوان عاملی تعیین کننده محسوب می‌شود (کوچکی و خواجه حسینی، ۱۳۸۷). گزارش شده است که ویتامین‌ها باعث افزایش وزن تر و خشک اندام گیاهان می‌شوند و این افزایش وزن توسط ویتامین‌ها، فقط به‌خاطر افزایش جذب آب نیست (ناهد و همکاران، ۲۰۰۷). در آفتابگردان فرسودگی موجب کاهش وزن خشک برگ گردید (تاجی و همکاران، ۱۳۹۳). تنش‌های محیطی مثل افزایش دما سبب ایجاد تولید یک سری پیام‌رسان‌های ثانویه می‌شود که در نهایت در تولید اتیلن در گیاه نقش دارند، اتیلن باعث کاهش رشد و پیری زودرس و مرگ سلول می‌گردد که احتمالا این سازوکار در زوال بذر با افزایش دما نیز ممکن است اعمال گردد (حسینی و همکاران، ۱۳۸۷).




شکل ۴-۱- مقایسه میانگین وزن خشک برگ تحت تأثیر برهم کنش فرسودگی بذر و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب

**۴-۱-۲- وزن خشک ساقه**

نتایج حاصل از تجریه واریانس (جدول پیوست ۱) نشان داد که تنها اثر فرسودگی بذر در سطح احتمال ۱ درصد بر وزن خشک ساقه معنی‌دار بود. مطابق شکل ۴-۲ بیشترین وزن خشک ساقه مربوط به تیمار بدون فرسودگی بود و کمترین مقدار آن در ۱۰۰ ساعت فرسودگی به‌دست آمد که نسبت به بدون فرسودگی ۳۸/۱۸ درصد کاهش داشت. در آفتابگردان نیز فرسودگی موجب کاهش وزن خشک ساقه، سطح برگ و ارتفاع بوته گردیده است (تاجی و همکاران، ۱۳۹۳).

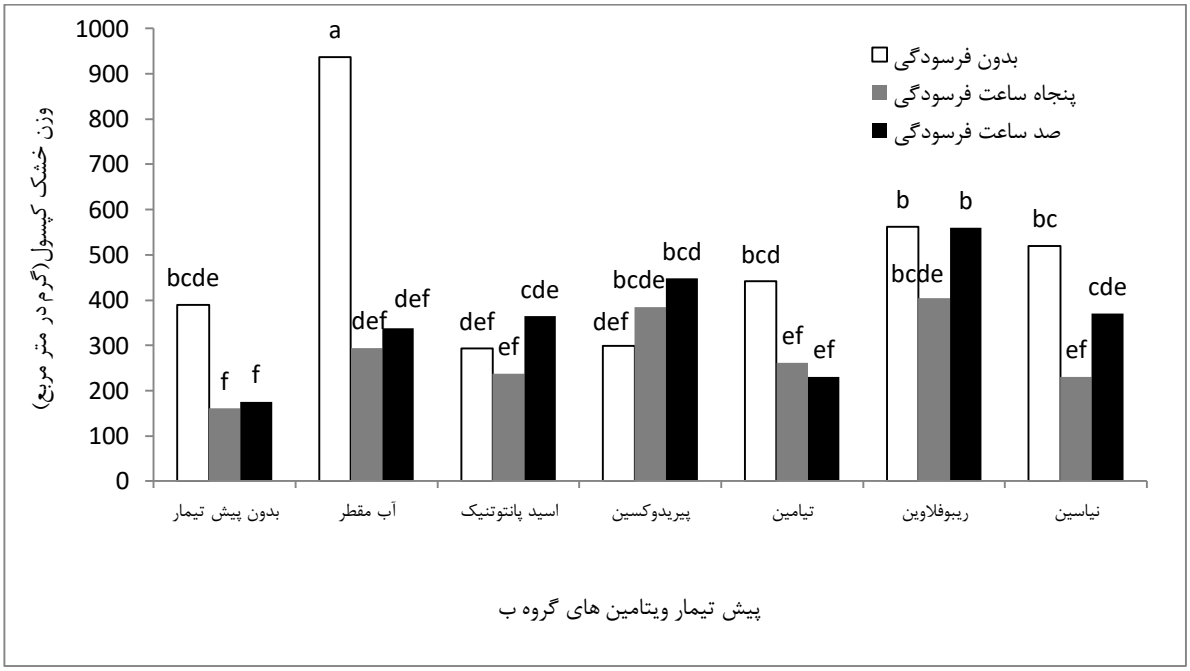



شکل ۴-۲- مقایسه میانگین وزن خشک ساقه تحت تأثیر فرسودگی بذر

**۴-۱-۳- وزن خشک کپسول**

اثر فرسودگی و پیش‌تیمار و نیز اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال ۱ درصد بر این صفت معنی‌دار شد (جدول پیوست ۱). در بذور غیرفرسوده بیشترین سطح مربوط به‌پیش‌تیمار آب مقطر بود که مقدار آن ۹۳۶/۷۵ گرم در مترمربع بود که در بین تمام تیمارهای مورد مطالعه به لحاظ آماری برتری داشت. در مابقی پیش‌تیمار ویتامین‌ها تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشتند. اگرچه ویتامین‌هایی از قبیل ریبوفلاوین و نیاسین اثر افزایشی داشتند. با اعمال فرسودگی ۵۰ ساعت به شدت وزن خشک کپسول در سطح بدون پیش‌تیمار کاهش یافت. در این شرایط پیش‌تیمار بذر با ریبوفلاوین و پیریدوکسین به‌طور معنی‌داری این صفت را نسبت به شاهد افزایش دادند. در فرسودگی ۱۰۰ ساعت پیش‌تیمار ریبوفلاوین از بقیه مؤثرتر بود که مقدار آن ۵۵۹/۶۸ گرم در مترمربع بود اگرچه در بذور غیر فرسوده این تیمار اختلاف معنی‌داری با پیریدوکسین نداشت ولی تأثیر آن در بهبود وضعیت بذور بسیار فرسوده چشمگیر بود به‌طوری که وزن خشک کپسول را نسبت به بذور فرسوده بدون پیش‌تیمار ۷۴ درصد افزایش داد که این مقدار حتی از گیاهان شاهد (هرچند غیرمعنی‌دار) بیشتر بود. در این تیمار فرسودگی شدید فقط پیش‌تیمارهای آب مقطر و تیامین با شرایط بدون پیش‌تیمارتفاوت معنی-

دار نداشتند. زمانی که تیمار فرسودگی شدید به بذور اعمال شد برخی از پیش‌تیمارها اثر مثبت خود را نشان دادند شکل (۴-۳). درتحقیقات ناهد و همکاران (۲۰۰۷) مشخص گردید که ویتامین‌ها از جمله ویتامین C و B1 سبب افزایش وزن خشک اندام گیاهان می‌شود. محلول پاشی با اسید آسکوربیک در شرایط تنش کم‌آبی موجب افزایش معنی‌دار وزن خشک طبق بارور در گیاه گلرنگ گردید (عرب و همکاران، ۱۳۹۵).



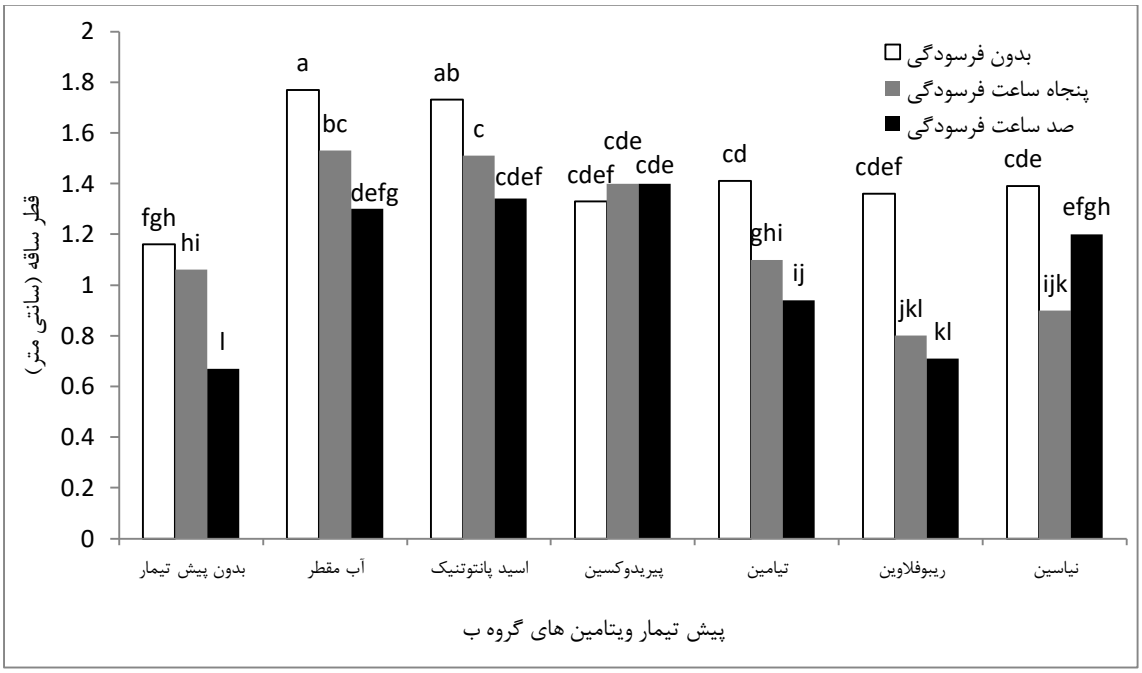

شکل۴-۳- مقایسه میانگین وزن خشک کپسول تحت تأثیر برهم کنش فرسودگی و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب

### ۴-۲- شاخص سطح برگ

یکی دیگر از شاخص‌ها در آنالیز رشد، شاخص سطح برگ می‌باشد که نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که هیچ کدام از منابع تغییر اثر معنی‌داری بر این صفت نداشتند (جدول پیوست ۱). تکرونی و اگلی (۱۹۹۱) گزارش کردند که تفاوت توده‌های بذری با قدرت بذر مختلف، تنها در مراحل اولیه رشد رویشی نمایان می‌شود و در مراحل بعدی رشد وجود ندارد یا کمتر است.

### ۴-۳- قطر ساقه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول پیوست ۳) نشان داد که اثر فرسودگی، پیش‌تیمار و اثر متقابل فرسودگی و پیش‌تیمار در سطح ۱ درصد معنی‌دار شدند. مطابق شکل ۴-۴ فرسودگی موجب کاهش قطر ساقه گردید. به‌طور مشخص در شرایط بدون پیش‌تیمار، قطر ساقه گیاهان حاصل از بذوری که در معرض ۱۰۰ ساعت فرسودگی قرار داشتند کمتر از بقیه تیمارها و ۴۳/۵۸ درصد کمتر از شاهد بود. به‌طور کلی پیش‌تیمار بذر موجب افزایش قطر ساقه شد. در شرایط بدون فرسودگی تنها دو پیش‌تیمار پیریدوکسین و ریبوفلاوین با شاهد تفاوت معنی‌دار نداشتند. بیشترین قطر ساقه هم مربوط به پیش‌تیمار آب مقطر و اسید پانتوتنیک بود. زمانی که بذور در معرض تیمار ۵۰ ساعت فرسودگی قرار گرفتند باز هم پیش‌تیمار با آب مقطر، اسید پانتوتنیک و البته پیریدوکسین جهت بهبود قطر ساقه مفید واقع شدند. در سطح فرسودگی شدید همه تیمارها به جز ریبوفلاوین اثر قابل توجه و معنی‌داری بر بهبود قطر ساقه داشتند طوری که حتی قطر ساقه ثبت شده در حد گیاهان شاهد (در تیمارهای آب مقطر، اسید پانتوتنیک و نیاسین) و حتی بهتر از شاهد (در تیمار پیریدوکسین) بود (شکل ۴-۴). صفت قطر ساقه از نظر تأمین استحکام و پایداری گیاه، مقاومت آن به ورس و نیز برخی از بیماری‌های قارچی حائز اهمیت است. ویتامین‌ها همواره به‌عنوان افزایش دهنده رشد در گونه‌های مختلف گیاهی شناخته شده‌اند و به‌عنوان یک نیاز برای رشد و تمایز گیاهان مطرح می‌باشند. ویتامین‌ها با دارا بودن خواص آنتی‌اکسیدانی مانع تخریب کلروفیل و به‌طور غیرمستقیم سبب افزایش آن می‌شوند که در افزایش شاخص‌های رشدی از قبیل و قطر ساقه مؤثر می‌باشند (دولت آبادیان و همکاران، ۲۰۱۰)

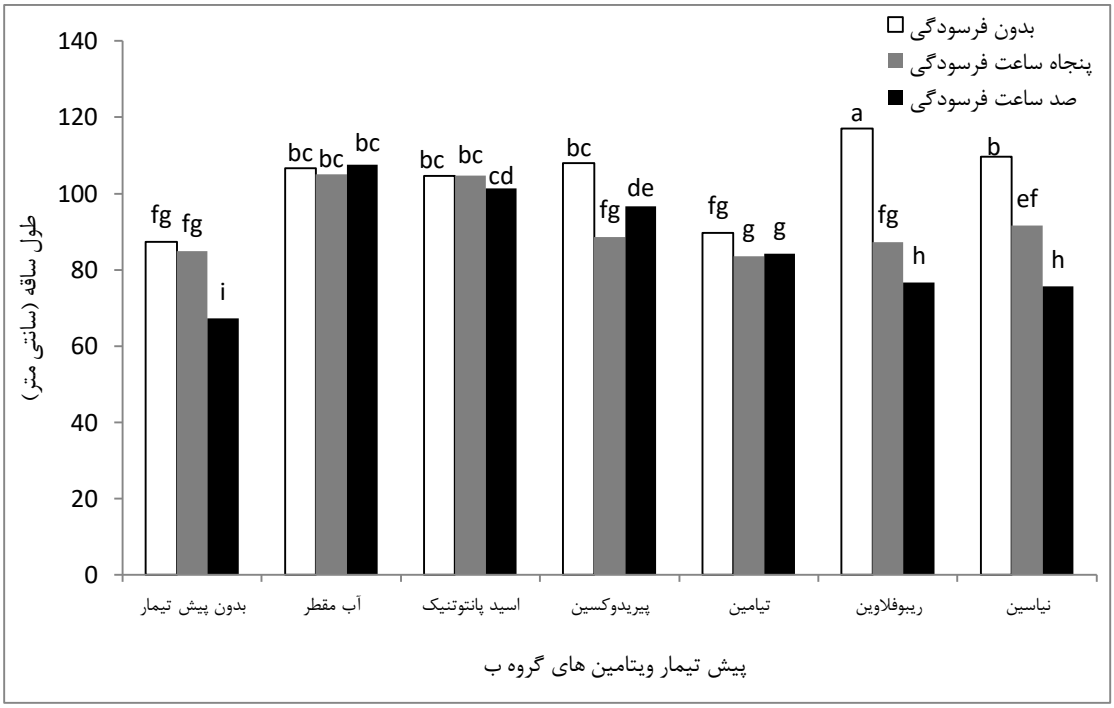



شکل ۴-۴- مقایسه میانگین قطر ساقه تحت تأثیر برهم کنش فرسودگی و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب

### ۴-۴- طول ساقه

تجزیه واریانس حاصل از این صفت (جدول پیوست ۳) نشان داد که اثر فرسودگی، پیش‌تیمار و اثر متقابل آن‌ها در سطح ۱ درصد معنی‌دار گردید. در بذور غیرفرسوده تنها پیش‌تیمار تیامین با شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت مابقی پیش‌تیمارها موجب افزایش این صفت گردیدند. بیشترین طول ساقه مربوط به‌پیش‌تیمار بذور غیر فرسوده با ریبوفلاوین بود. که در بین تمام ترکیبات تیماری مورد مطالعه در گروه برتر آماری قرار گرفت. هنگامی که تیمار ۵۰ ساعت فرسودگی اعمال شد تنها دو پیش‌تیمار آب مقطر و اسید پانتوتنیک با شرایط عدم پیش‌تیمار تفاوت معنی‌دار داشتند و این صفت را بهبود بخشیدند. به‌طور کلی طول ساقه گیاهانی که از بذور تیمار شده با آب مقطر و اسید پانتوتنیک حاصل شده بودند حدود ۱۷ سانتی‌متر بیشتر از شاهد بود و هیچ‌گونه کاهش ناشی از فرسودگی در این تیمارها مشاهده نشد، در حالی که در سایر سطوح پیش‌تیمار اثر فرسودگی بر طول ساقه به‌ویژه فرسودگی شدید مشهود بود. زمانی که تیمار ۱۰۰ ساعت فرسودگی اعمال گردید کاهش قابل توجهی در طول ساقه گیاهان حاصل از بذور تیمار نشده ثبت شد به‌طوری که کمترین طول ساقه بود. در این

شرایط تمام پیش‌تیمارها افزایش معنی‌داری نشان دادند و بالاترین اثر مربوط به پیش‌تیمار با آب مقطر بود (شکل ۴-۵). عجم نوروزی و همکاران (۱۳۹۰) گزارش کردند که فرسودگی عامل کاهش طول ساقه است و از طرفی احمد و همکاران (۲۰۰۵) مشاهده کردند که محلول پاشی با ویتامین B باعث افزایش ارتفاع بوته و طول ساقه گردید. کاربرد ویتامین‌ها موجب بهبود شاخص‌های رشد و افزایش قابل توجهی در تقسیم سلولی می‌گردد (برکات، ۲۰۰۳). همچنین سلطانی و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که محلول‌پاشی پیریدوکسین در گیاه همیشه بهار موجب افزایش طول ساقه می‌گردد.

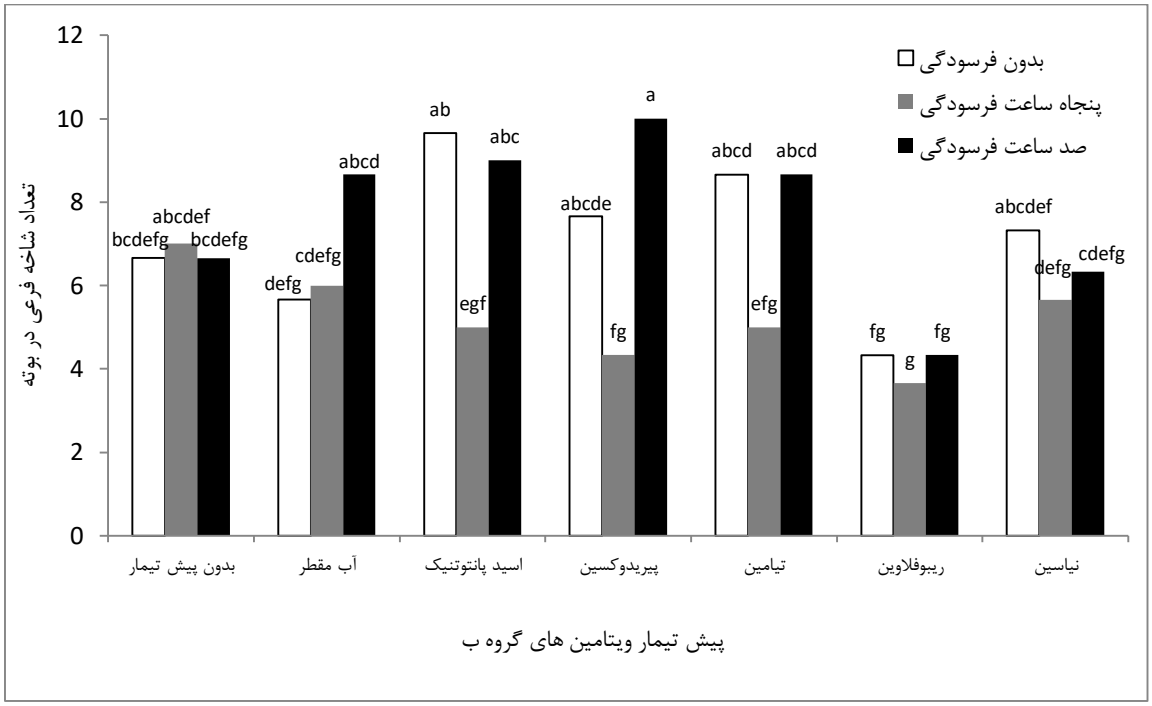



شکل ۴-۵- مقایسه میانگین طول ساقه تحت تأثیر بر هم کنش فرسودگی و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب

### ۴-۵- تعداد شاخه فرعی

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس، اثر متقابل فرسودگی و پیش‌تیمار برای این صفت در سطح ۱ درصد معنی‌دار گردید (جدول پیوست ۳). تعداد شاخه فرعی در گیاهان شاهد ۶/۶۶ شاخه در بوته بود و فرسودگی بذر اثر معنی‌داری بر این صفت نداشت. اگرچه اسید پانتوتنیک و تیامین در بذور غیر فرسوده و همین ویتامین‌ها به‌علاوه آب مقطر در شرایط فرسودگی شدید این صفت را بهبود

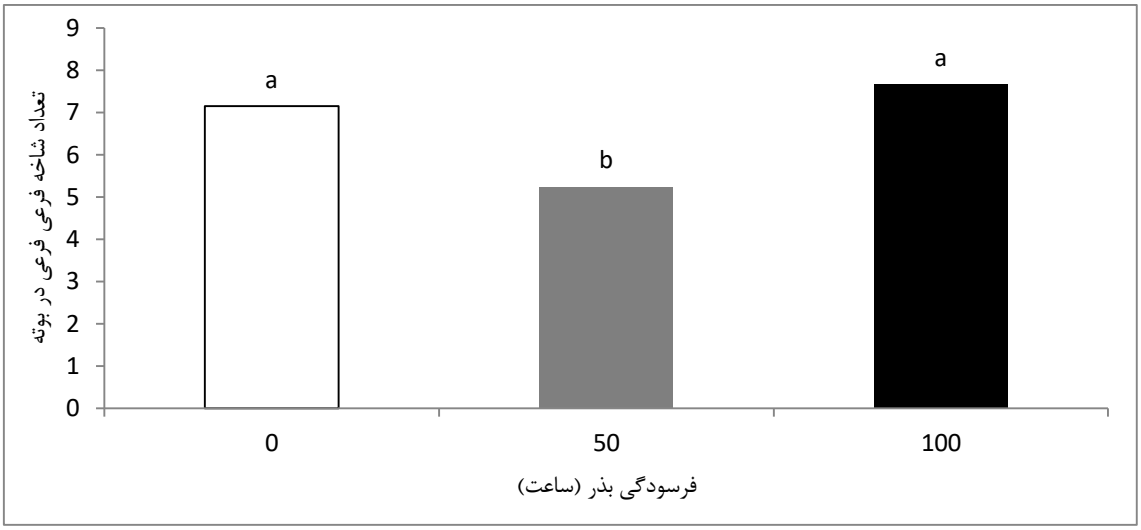
بخشیدند ولی اختلاف آن‌ها به‌لحاظ آماری معنی‌دار نبود. تنها پیش‌تیمار بذر با پیریدوکسین در بذوری که ۱۰۰ ساعت فرسوده شده بودند، توانست به‌طور معنی‌داری این صفت را نسبت به شاهد افزایش دهد (شکل ۴-۶). پیش از این گزارش شده است که برخی از ویتامین‌های گروه B به دلیل افزایش جذب از ریشه سبب افزایش تعداد شاخه در گیاه لوبیا شدند (احمد و همکاران، ۲۰۰۶).




شکل ۴-۶- مقایسه میانگین تعداد شاخه فرعی تحت تأثیر برهم کنش فرسودگی و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب

### ۴-۶- تعداد شاخه فرعی فرعی

از بین منابع تغییر، اثر فرسودگی بر تعداد شاخه فرعی فرعی معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) شد (جدول پیوست ۳). مطابق شکل۴-۷ تعداد شاخه فرعی فرعی که بیشتر جنبه زایشی دارند تنها در سطح دوم فرسودگی (۵۰ ساعت) به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. این صفت تحت تأثیر فرسودگی شدید بذر قرار نگرفت. در فرسودگی شدید به‌دلیل کاهش درصد جوانه‌زنی و در نتیجه تراکم کمتر فضای بیشتری در اختیار هر بوته قرار می‌گیرد، که سبب گسترش بوته می‌شود (ایزدی و همکاران، ۱۳۸۹).



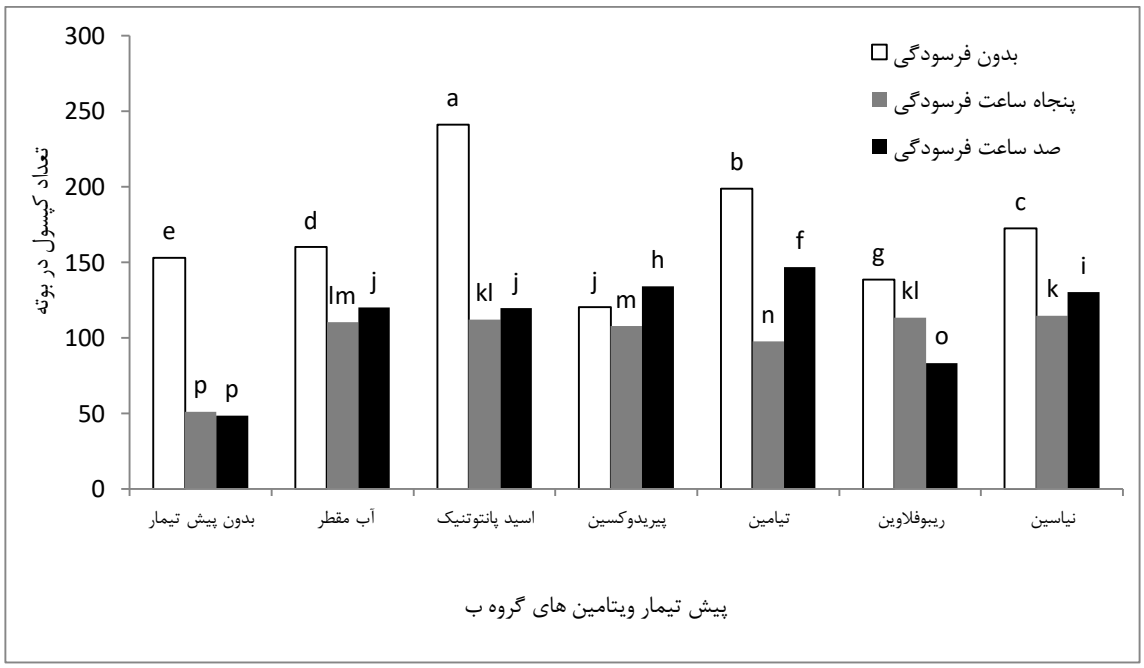

شکل۴-۷- مقایسه میانگین تعداد شاخه فرعی فرعی تحت تأثیر فرسودگی بذر

## ۴-۷- عملکرد و اجزای عملکرد

### ۴-۷-۱- تعداد کپسول در بوته

بسیاری از پژوهشگران در بین اجزای عملکرد، تعداد کپسول در بوته را یکی از مهم‌ترین صفات در تعیین عملکرد می‌دانند که بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه دارد (بیات و همکاران، ۲۰۱۰). اثر فرسودگی، پیش‌تیمار و اثر متقابل فرسودگی در پیش‌تیمار روی این صفت معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) شد (جدول پیوست ۵). مطابق شکل ۴-۸ فرسودگی در بذور بدون پیش‌تیمار تقریباً سبب کاهش ۳ برابری این صفت نسبت به شاهد شد. بین ۵۰ و ۱۰۰ ساعت فرسودگی از این لحاظ اختلافی وجود نداشت در تیمار بدون فرسودگی بیشترین تعداد کپسول در بوته مربوط به پیش‌تیمار اسید پانتوتنیک بود که نسبت به شاهد افزایش ۳۶/۵۰ درصدی داشت در کنار اثر مثبت سطوح مختلف پیش‌تیمار، اثر منفی پیش‌تیمار با پیریدوکسین قابل توجه بود به‌طوری که با تعداد ۱۲۰/۲۲ کپسول در بوته کاهش ۲۱/۴۸ درصدی نسبت به شاهد نشان داد. همه سطوح پیش‌تیمار بذر شامل آب مقطر و ویتامین‌های ب این جزء عملکردی را در گیاهان حاصل از بذور فرسوده به‌طور معنی‌داری افزایش دادند. در سطح فرسودگی شدید اثر تیامین و پیریدوکسین چشمگیرتر بود به‌طوری که تیامین با تولید ۱۴۴/۶۶

کپسول در بوته با کاهش اثر منفی فرسودگی بذر، مقدار این صفت را به گیاهان شاهد نزدیک نمود. 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 (خان و همکاران، ۲۰۰۱). ال باسیونی (۲۰۰۵) با محلول‌پاشی ویتامین E روی باقالا مشاهده کرد که اجزای عملکرد این گیاه افزایش یافت. همچنین عجم نوروزی و همکاران (۱۳۹۰) گزارش کردند که فرسودگی موجب کاهش تعداد سنبله در گیاه گندم می‌شود.

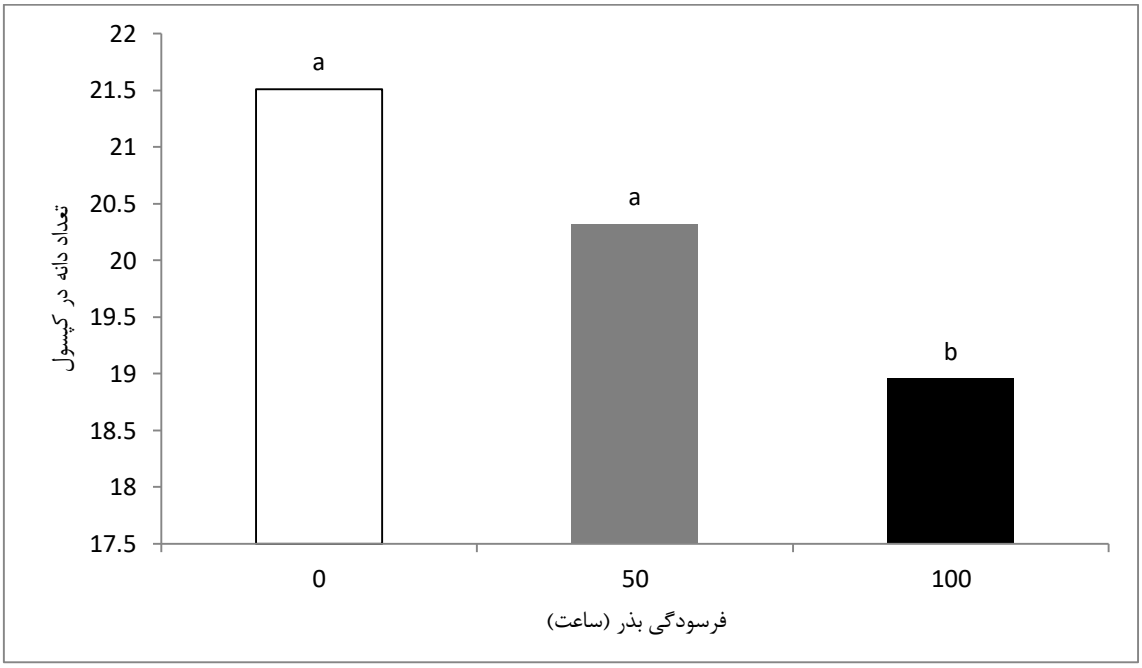



شکل ۴-۸- مقایسه میانگین تعداد کپسول در بوته تحت تأثیر برهم کنش فرسودگی و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب

**۴-۷-۲- تعداد دانه در کپسول**

همان‌طور که در نتایج حاصل از تجزیه واریانس در جدول پیوست ۵ مشاهده می‌گردد، تنها اثر تیمار فرسودگی بر این صفت در سطح ۱ درصد معنی‌دار گردید. مطابق شکل ۴-۹ تعداد دانه در کپسول در شرایط عدم اعمال تیمار فرسودگی و ۵۰ ساعت فرسودگی به‌ترتیب ۲۱/۵ و ۲۰/۳۲ دانه در کپسول بود که 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 به‌تیمار بدون فرسودگی ۱۱/۸۵

درصد کاهش داشت. از آن‌جا که تعداد دانه‌های کلزا از اجزای مهم عملکرد دانه محسوب می‌شود با افزایش تعداد دانه در کپسول، مخازن بیشتری برای جذب مواد به‌وجود خواهد آمد و هر عاملی که سبب کاهش آن شود منجر به‌کاهش عملکرد دانه خواهد شد. گزارش‌های دیگری نیز مبنی بر اثر فرسودگی بر این صفت وجود دارد. به‌عنوان مثال فرسودگی سبب کاهش تعداد سنبل‌چه در سنبله، تعداد دانه در سنبله و عملکرد کل در گندم شده است (عجم نوروزی و همکاران، ۱۳۹۰).




شکل ۴-۹- مقایسه میانگین تعداد دانه در کپسول تحت تأثیر فرسودگی بذر

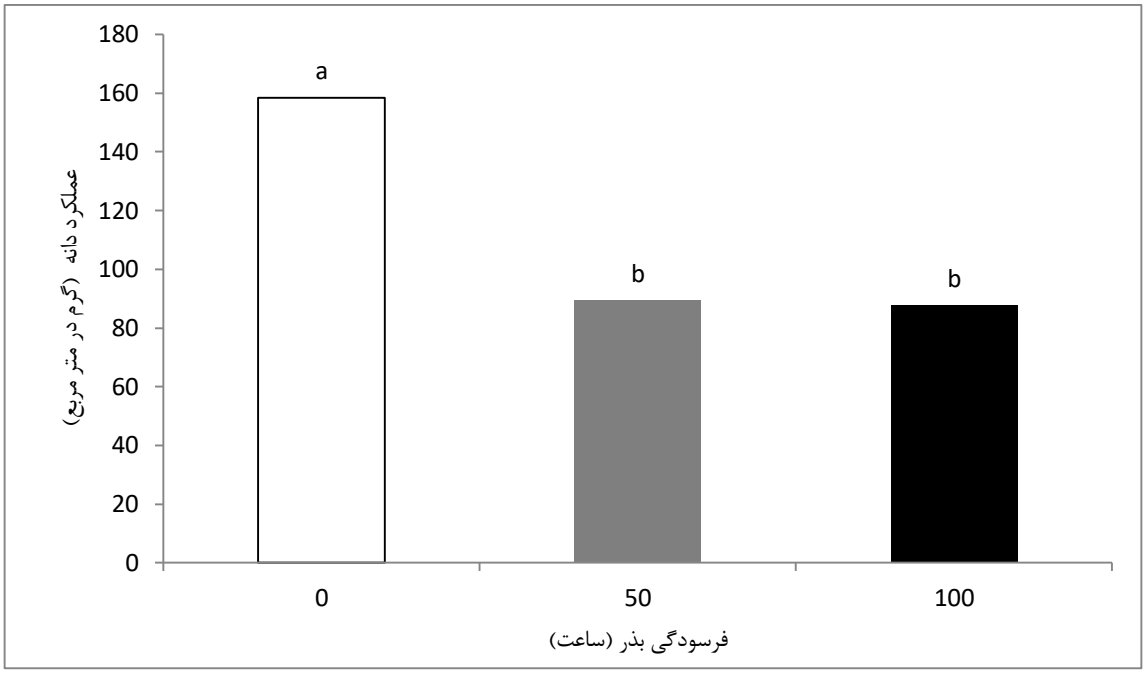
**۴-۷-۳- وزن هزار دانه**

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر هیچ کدام از منابع تغییر بر وزن هزار دانه کلزا معنی‌دار نشد (جدول پیوست ۵). کاهش وزن هزار دانه در تراکم‌های بالا ممکن است از برتری اندام-های رویشی در رقابت با اندام‌های زایشی ناشی شده باشد (گاردنر، ۲۰۰۷). همچنین وود و همکاران (۲۰۰۳) بیان کردند که تنش فرسودگی سبب کاهش وزن هزار دانه می‌شود.

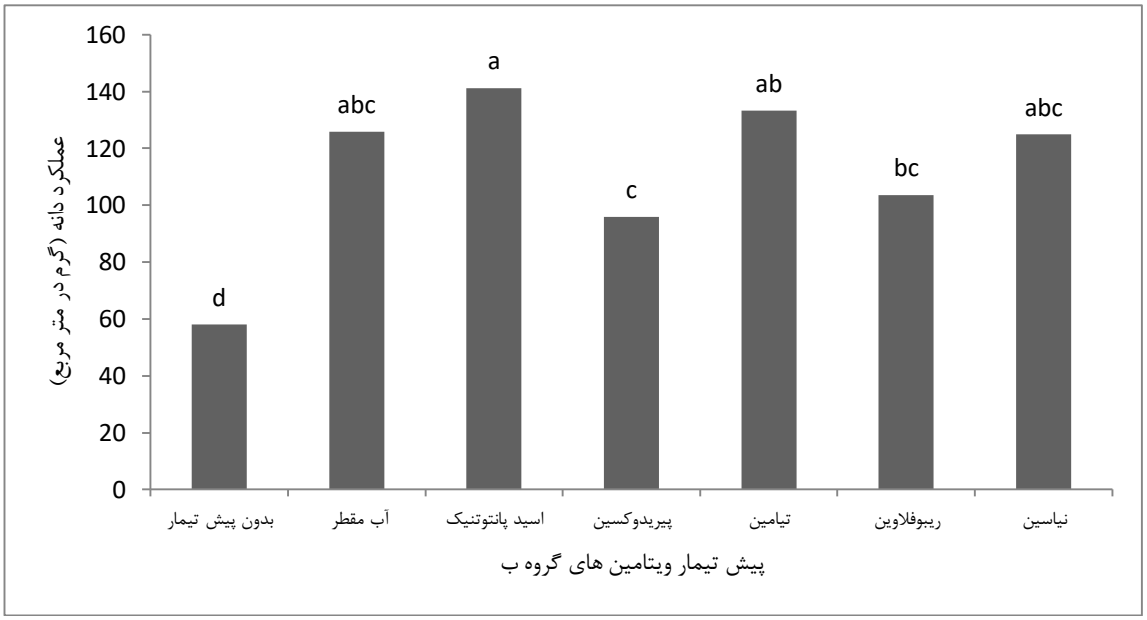
### ۴-۷-۴- عملکرد دانه

دانه آخرین مقصد مواد فتوسنتزی هستند و کارآیی یک رقم یا یک کشت یا تیمار نهایتاً تولید اقتصادی را در زراعتی که دانه هدف تولید است، تعیین می‌کند و ممکن است کاهش یک جزء و افزایش اجزای دیگر تغییرات چندانی در عملکرد ایجاد نکند ولی مقدار مناسب اجزاء عملکرد در حد آستانه اقتصادی سبب تولید عملکرد مناسبی گردد.

عملکرد دانه کلزا از فرسودگی بذر و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب در سطح احتمال ۱ درصد اثر پذیرفت (جدول پیوست ۵). بیشترین مقدار عملکرد مربوط به عدم اعمال فرسودگی معادل ۱۵۸/۵۴ گرم در مترمربع بود که با فرسوده کردن بذور به ۸۸ گرم در مترمربع رسید و کاهش ۴۴ درصدی را همراه داشت البته اختلافی بین دو سطح فرسودگی از نظر تأثیر بر این صفت وجود نداشت (شکل ۴-۱۰). لک و دانایی فر (۱۳۹۱) در تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند که فرسودگی روی شاخص‌های مزرعه‌ای چون تعداد دانه در سنبله، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه تأثیر کاهنده‌ای دارد. همچنین پیش‌تیمار بذر با ویتامین‌های گروه ب سبب افزایش عملکرد دانه شد. مطابق شکل ۴-۱۱ مقادیر بالایی از عملکرد دانه در شرایط پیش‌تیمار اسید پانتوتنیک به میزان ۱۴۱/۲۲ گرم در مترمربع ثبت شد که البته تفاوت معنی‌داری با آب مقطر، تیامین و نیاسین نداشت ولی افزایش ۵۹ درصدی را نسبت به عدم پیش‌تیمار نشان داد. دو تیمار دیگر (پیریدوکسین و ریبوفلاوین) نیز به‌طور معنی‌داری این صفت را افزایش دادند. نقش افزایش دهنده ویتامین‌ها در میزان جذب ریشه باعث سرعت ظهور برگ می‌شود که این به نوبه خود موجب افزایش توان فتوسنتزی و در نتیجه افزایش میزان ماده خشک و محصول تولیدی از طریق تأثیر مثبت روی سرعت جذب خالص می‌شود (خان و همکاران، ۱۹۹۵). همچنین حیدری و همکاران (۱۳۹۶) گزارش کردند که استفاده از محلول پاشی اسید پانتوتنیک و پیریدوکسین سبب افزایش عملکرد در لوبیا سبز می‌شود.




۴-۱۰- مقایسه میانگین عملکرد دانه تحت تأثیر فرسودگی بذر




۴-۱۱- مقایسه میانگین عملکرد دانه تحت تأثیر پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب

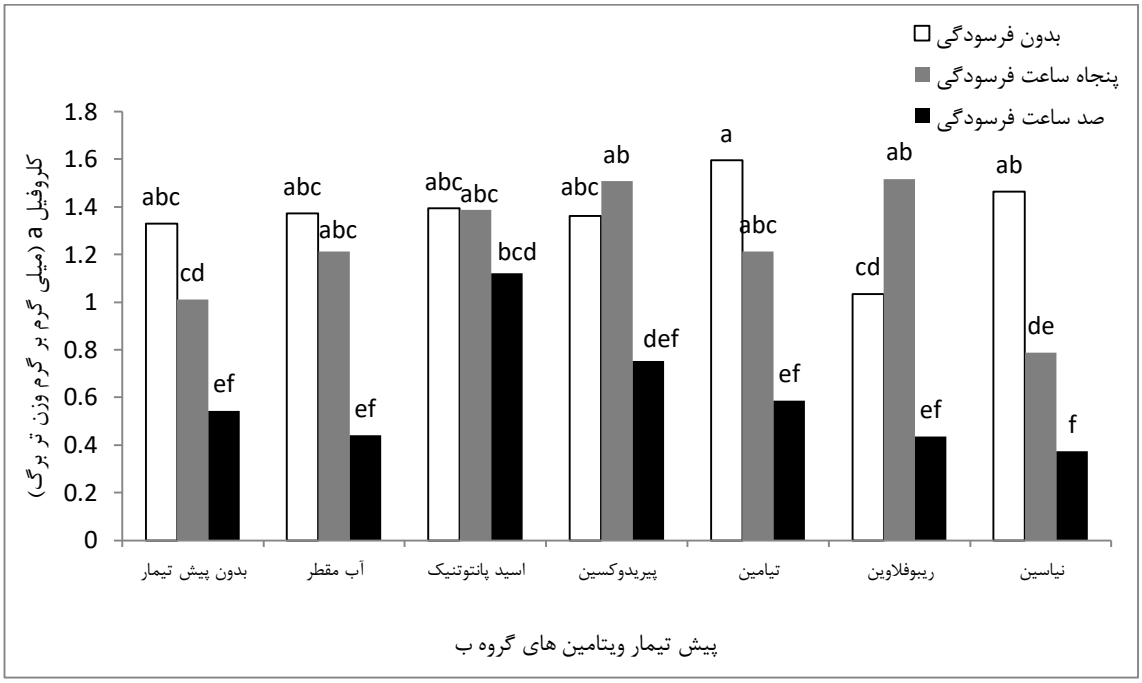
## ۴-۸- صفات فیزیولوژیک

### ۴-۸-۱- رنگ دانه‌های فتوسنتزی

#### ۴-۸-۱-۱- کلروفیل a

آنالیز داده‌ها حاکی از آن بود که کلروفیل a از تمام منابع تغییر تأثیر پذیرفت (جدول پیوست ۷). در شکل ۴-۱۲مشاهده می‌شود که ۱۰۰ ساعت فرسودگی بذر اثر منفی و معنی‌داری بر مقدار کلروفیل a موجود در برگ گیاهان حاصل از این بذور دارد. در تیمار فرسودگی شدید اگرچه مقدار این صفت در کلیه پیش‌تیمارها باهم تفاوت عددی داشت ولی تنها تیمار اسید پانتوتنیک تفاوت معنی-داری با سایر تیمارها به‌جز تیمار پیریدوکسین نشان داد و نسبت عدم پیش‌تیمار افزایش ۵۱/۷۸ درصدی داشت. در شرایط اعمال تیمار ۵۰ ساعت فرسودگی، تنها دو پیش‌تیمار پیریدوکسین و ریبوفلاوین با شاهد تفاوت معنی‌دار داشتند، به‌طوری که مقدار این صفت در گیاهان حاصل از بذور تیمار نشده ۱/۰۱۱ و در این دو تیمار به‌ترتیب ۱/۵۰۷ و ۱/۵۱۶ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ کلروفیل a بود. در تیمار بدون فرسودگی هیچ‌کدام از پیش‌تیمارها با شاهد تفاوت معنی‌داری از نظر آماری نداشتند. در این شرایط مقدار کلروفیل a در پیش‌تیمار تیامین قابل توجه و معادل ۱/۵۹۵ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ بود. یکی از مهم‌ترین دلایل کاهش کلروفیل‌ها، تخریب آن‌ها به‌وسیله گونه‌های فعال اکسیژن می‌باشد (گیبن و همکاران، ۲۰۰۰). گزارش شده که کاربرد خارجی ویتامین B (تیتز و همکاران، ۲۰۰۶) موجب افزایش ظرفیت مقابله در برابر تنش‌های غیرزنده و کاهش استرس-های اکسیداتیو در گیاهان می‌شوند. اشرفی و رزمجو (۱۳۸۸) در تحقیقات خود مشاهده کردند که پیش‌تیمار بذر سبب افزایش کلروفیل چه در حالت تنش و چه حالت بدون تنش می‌شود. ثابت شده است که محلول پاشی با ویتامین E روی باقالا کلروفیل a را افزایش می‌دهد (ال باسیونی، ۲۰۰۵). همچنین بیان شد که این ویتامین‌ها می‌توانند به‌عنوان انتقال دهنده فعال قوی الکترون عمل کنند

(کودندرمایی و رائو، ۱۹۸۴). همچنین اقا براتی و مارالیان (۱۳۹۲) در آزمایشات خود مشخص کردند که با افزایش مدت فرسودگی و افزایش دما، میزان کلروفیل کاهش معنی‌داری پیدا می‌کنند.

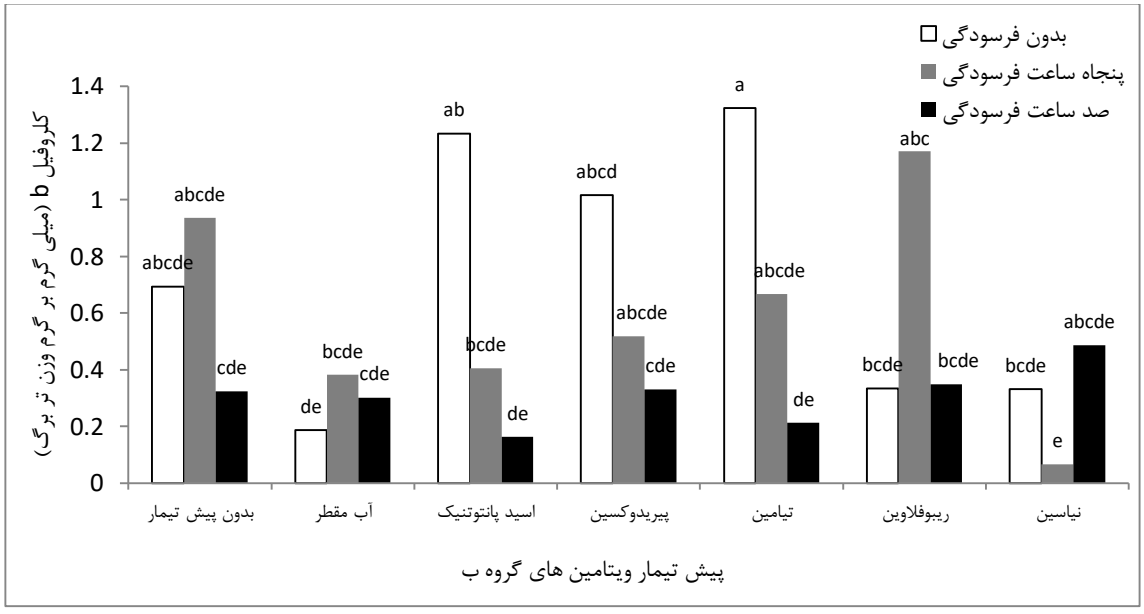



شکل ۴-۱۲- مقایسه میانگین کلروفیل a تحت تأثیر برهم کنش فرسودگی و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب

### ۴-۸-۱-۲- کلروفیل b

اثر همه منابع تغییر به‌جز تکرار در سطح احتمال ۱ درصد بر صفت کلروفیل b معنی‌دار بود (جدول پیوست ۷). همان‌طور که در شکل ۴-۱۳ مشاهده می‌شود، مقدار کلروفیل b در برگ گیاهان شاهد ۰/۶۷ میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ بود. اگرچه در ترکیبات تیماری مختلف اثر منفی فرسودگی بذر و آثار مثبت پیش‌تیمار با برخی ویتامین‌ها مشهود است ولی هیچ‌یک از تیمارها اختلاف معنی‌داری با شاهد نداشتند. مقدار کلروفیل b ثبت شده در شرایط بدون فرسودگی و پیش‌تیمار با تیامین معادل ۱/۳۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تر و در شرایط ۵۰ ساعت فرسودگی و پیش‌تیمار با نیاسین ۰/۰۵ بود که به‌ترتیب بیشترین و کمترین مقدار مشاهده شده برای این صفت بود.

پیش‌تیمار بذور می‌تواند باعث افزایش میزان کلروفیل کل، محتوای کلروفیل a و b و میزان فتوسنتز شود (روی و سریواستاوا، ۲۰۰۰). نتایج برخی از تحقیقات حاکی از آن است که فرسودگی بذر سبب کاهش رشد رویشی در تمام مراحل زندگی گیاه گندم می‌شود (سلطانی و گالشی، ۲۰۰۲). مطالعات نشان داده است که کاهش پروتئین محلول و کلروفیل با کاهش فعالیت روبیسکو در برگ همراه است که خود می‌تواند عامل کاهش رشد در گیاه باشد و کاهش فعالیت روبیسکو باعث کاهش فتوسنتز خالص می‌شود (هولادی و همکاران، ۱۹۹۲). ویتامین‌ها به دلیل خواص آنتی‌اکسیدانی خود از تخریب کلروفیل جلوگیری کرده و به‌طور غیر مستقیم سبب افزایش آن می‌شود (دولت آبادیان و همکاران، ۲۰۱۰).

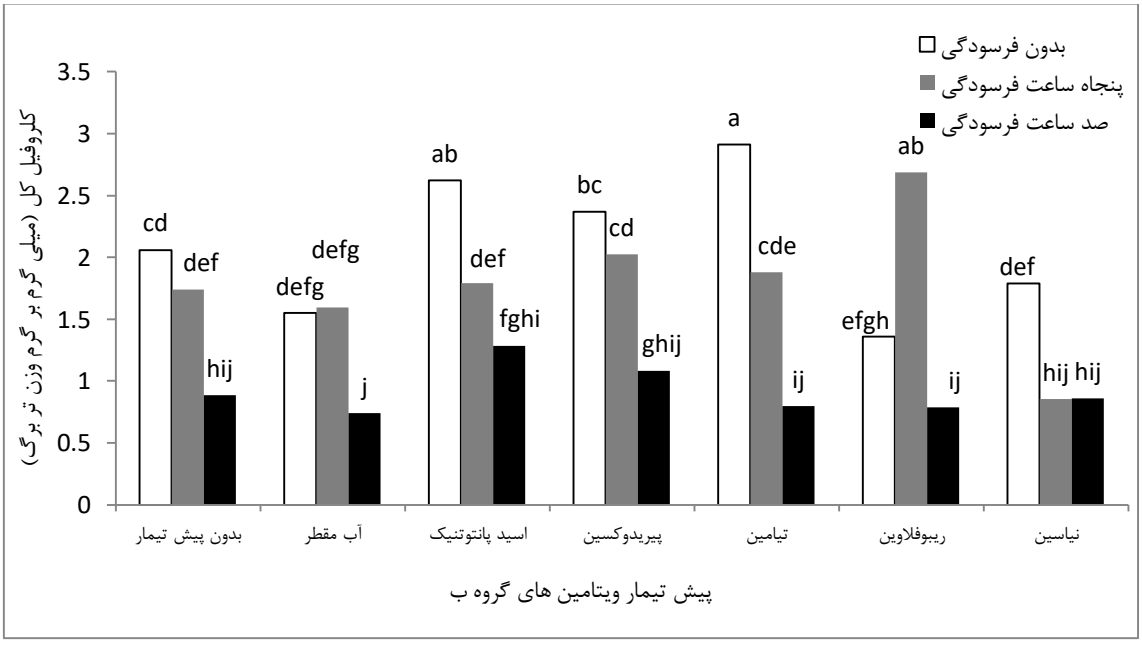



شکل ۴-۱۳- مقایسه میانگین کلروفیل b تحت تأثیر برهم کنش فرسودگی و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب

**۴-۸-۱-۳- کلروفیل کل**

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر تمام منابع تغییر بر این صفت در سطح ۱ درصد معنی‌دار شدند (جدول پیوست ۷). با توجه به شکل ۴-۱۴ فرسودگی می‌تواند عامل کاهش کلروفیل کل می‌باشد. در تیمار فرسودگی شدید بیشترین مقدار مربوط به پیش‌تیمار اسید پانتوتنیک با مقدار

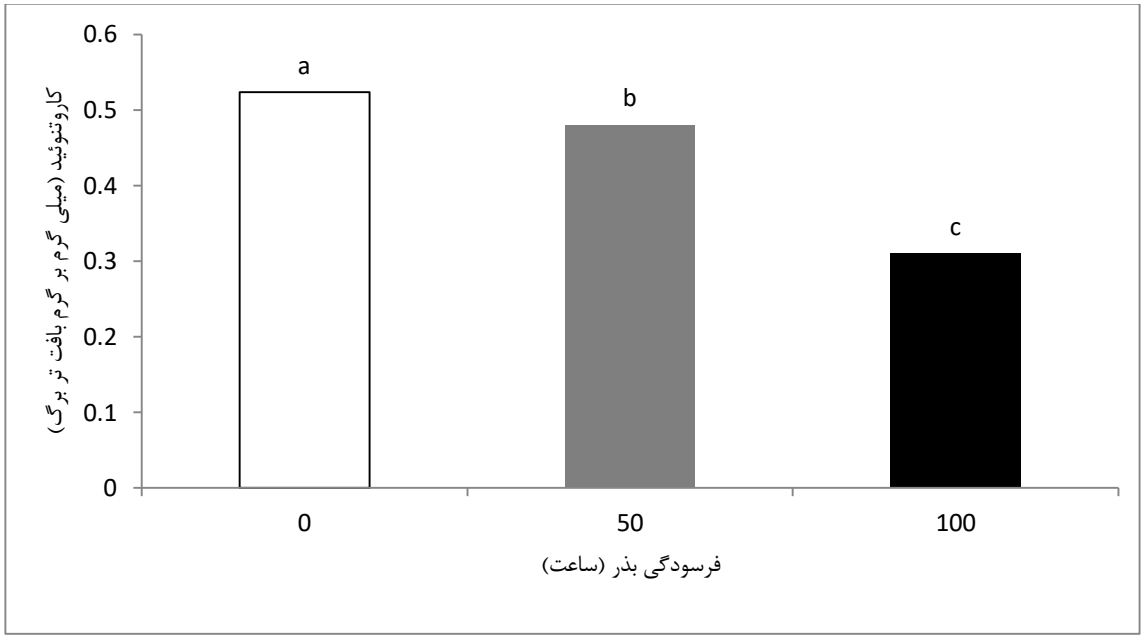
۱/۲۸۵ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ بود که تنها با کمترین مقدار کلروفیل کل یعنی پیش‌تیمار آب مقطر با مقدار ۰/۷۴۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ تفاوت معنی‌داری داشت. بنابراین در شرایط ۱۰۰ ساعت فرسودگی بذر، پیش‌تیمار با ویتامین‌های ب نتوانست کاهش کلروفیل را جبران نماید. در تیمار ۵۰ ساعت فرسودگی بیشترین مقدار مربوط به پیش‌تیمار ریبوفلاوین بود که نسبت به عدم پیش‌تیمار افزایش ۳۵/۰۷ 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 ۵۰/۸۶ درصدی داشت. بقیه تیمارها یعنی آب مقطر، اسید پانتوتنیک، پیریدوکسین و تیامین تغییر معنی‌داری نداشتند. زمانی که تیمار فرسودگی به بذور اعمال نشد، بیشترین مقدار مربوط به پیش-تیمار تیامین (با مقدار ۲/۹۱۹ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ و افزایش ۲۹/۴۲ درصدی نسبت به شاهد) و پیش‌تیمار اسید پانتوتنیک بود. ویتامین‌های گروه B موجب افزایش ظرفیت مقابله برابر تنش‌های غیرزنده و کاهش استرس اکسیداتیو در گیاهان می‌شوند (چن و یانگ، ۲۰۰۵). خان و همکاران (۱۹۹۶) گزارش کردند که تحت تأثیر برخی از ویتامین‌های گروه B و کودهای نیتروژن شاخص‌های رشد و میزان کلروفیل برگ‌ها تغییر می‌یابد.




شکل ۴-۱۴- مقایسه میانگین کلروفیل کل تحت تأثیر برهم کنش فرسودگی و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب

**۴-۸-۱-۴- کاروتنوئید**

تجزیه داده‌های حاصل از اندازه‌گیری میزان کاروتنوئید موجود در برگ نشان داد که اثر فرسودگی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول پیوست ۷). همان‌طور که در شکل ۴-۱۵ مشخص است، کمترین مقدار کاروتنوئید با ۰/۳۱ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ مربوط به‌تیمار ۱۰۰ ساعت فرسودگی بود. که نسبت به عدم فرسودگی تقریباً ۴۰ درصد کاهش داشت. در رتبه بعدی تیمار ۵۰ ساعت فرسودگی است که نسبت به‌تیمار بدون فرسودگی کاهش ۵/۰۶ درصد داشت. مقدار این صفت در تیمار بدون فرسودگی ۰/۵۲۳ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ بود. کاروتنوئیدها دسته‌ای از رنگدانه‌ها هستند که در جذب نور در گیاهان نقش مهمی ایفا می‌کنند و به‌عنوان ترکیبات آنتی اکسیدان و ترکیبات ضروری دستگاه فتوسنتزی ایفای نقش می‌کنند. این ترکیبات در از بین بردن گونه‌های فعال اکسیژن در کمپلکس فتوسنتزی دخالت دارند (هولت و پوگسون، ۲۰۰۶). پیش از این نیز گزارش شده است که زوال بذر موجب کاهش محسوس در کاروتنوئید گیاهچه‌های سویا شد (منصوری گندمانی و امیدی، ۱۳۹۵).




شکل ۴-۱۵- مقایسه میانگین کارتنوئید تحت تأثیر فرسودگی بذر

**۴-۸-۲- مقدار نسبی آب برگ**

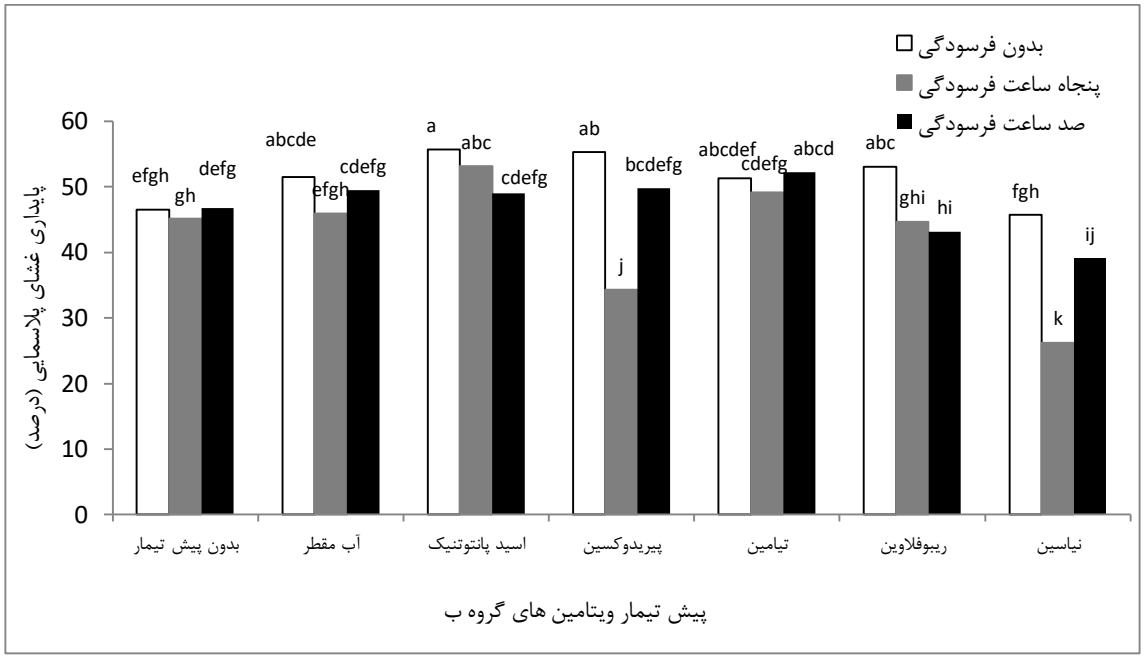
براساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس، اثر هیچ کدام از منابع تغییر بر مقدار نسبی آب برگ معنی‌دار نبود (جدول پیوست ۹). محتوای نسبی آب یکی از ویژگی‌های مؤثر در تداوم رشد تحت شرایط تنش بوده و مقدار بالاتر آن می‌تواند عامل استمرار رشد در شرایط تنش باشد. چنان‌چه محتوای نسبی آب برگ بالا باشد گیاه تورم سلولی خود را حفظ کرده و رشد آن تداوم می‌یابد (یاسن و مامری، ۱۹۹۵).

**۴-۸-۳- پایداری غشاء پلاسمایی**

این صفت تحت تأثیر فرسودگی، پیش‌تیمار و اثر متقابل فرسودگی و پیش‌تیمار در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول پیوست ۹). با توجه به شکل ۴-۱۶ فرسودگی عامل کاهش پایداری غشاء پلاسمایی و افزایش نشت مواد الکترولیت به خارج از سلول است. فرسودگی بذر مریم گلی نیز باعث افزایش میزان نشت پتاسیم و هدایت الکتریکی شد (عیسوند و فرج الهی، ۱۳۹۶).

در تیمار ۱۰۰ ساعت فرسودگی اثر مثبتی از ویتامین‌های ب مشاهده نشد. در این سطح از فرسودگی زمانی که از پیش‌تیمار نیاسین و ریبوفلاوین استفاده شد پایداری غشاء کم شد ولی مابقی پیش‌تیمارها با عدم پیش‌تیمار تفاوت معنی‌داری نداشتند. در شرایط اعمال تیمار ۵۰ ساعت فرسودگی، پیش‌تیمار نیاسین و پیریدوکسین به‌ترتیب با مقادیر ۲۶/۵۰ و ۳۴/۳۱ اثر منفی قابل توجهی داشتند ولی پیش‌تیمار با اسید پانتوتنیک بهبود پایداری غشاء را درپی داشت. در تیمار بدون فرسودگی، اگرچه به جز نیاسین بقیه تیمارها موجب تقویت پایداری غشا شدند ولی فقط اختلاف مربوط به پیش‌تیمارهای اسید پانتوتنیک، پیریدوکسین و ریبوفلاوین با شاهد معنی‌دار بود. پیش‌تیمار نیاسین بیشترین نشت مواد الکترولیت را داشت که البته با شاهد تفاوت معنی داری نداشت. استیر و کانتی لایف (۱۹۸۳) در آزمایشات خود به این نتیجه رسیدند که پیش‌تیمار سبب کاهش نشت متابولیت‌ها به خارج از سلول می‌شود. تغییرات پراکسیداتیو درترکیبات اسیدهای چرب غشاها سبب

تغییر در کارکرد غشاهای سلولی شده که این‌ها خود سبب کاهش ویسکوزیته و افزایش نفوذپذیری غشاها شده و در نهایت سبب افزایش نشت الکترولیت‌ها و میزان هدایت الکتریکی می‌گردد (پریستلی، ۱۹۸۶).

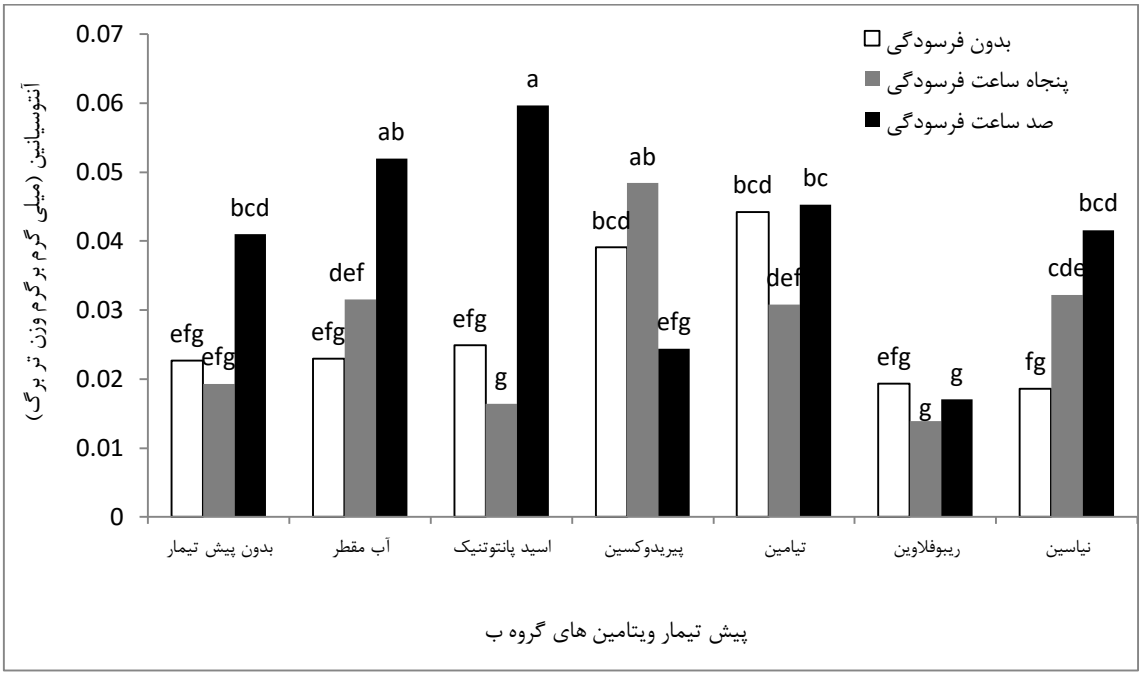



شکل ۴-۱۶- مقایسه میانگین پایداری غشاء پلاسمایی تحت تأثیر برهم کنش فرسودگی و پیش‌تیمار ویتامین‌های ب

### ۴-۸-۴- میزان آنتوسیانین

نتایج حاصل از تجزیه واریانس این صفت نشان داد که اثر فرسودگی بذر، پیش‌تیمارهای ویتامین و اثر مقابل این دو یعنی فرسودگی در پیش‌تیمار معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) شد (جدول پیوست ۹). مطابق شکل ۴-۱۷در مجموع تیمار فرسودگی به‌ویژه سطح شدید آن از عوامل افزایش این صفت بود. با اعمال فرسودگی شدید بیشترین میزان آنتوسیانین برگ مربوط به پیش‌تیمارهای اسید پانتوتنیک با مقدار ۰/۰۵۹۷ و بعد از آن آب مقطر با مقدار ۰/۰۵۲۰ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ بود که البته اگرچه از نظری عددی با یکدیگر متفاوت هستند اما از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارد و وجود حرف a صحت این موضوع را نشان می‌دهد. در سطح فرسودگی شدید پیش‌تیمارهای نیاسین و تیامین تفاوت معنی‌داری با عدم پیش‌تیمار نداشتند. اما پیش‌تیمارهای پیریدوکسین و ریبوفلاوین به-

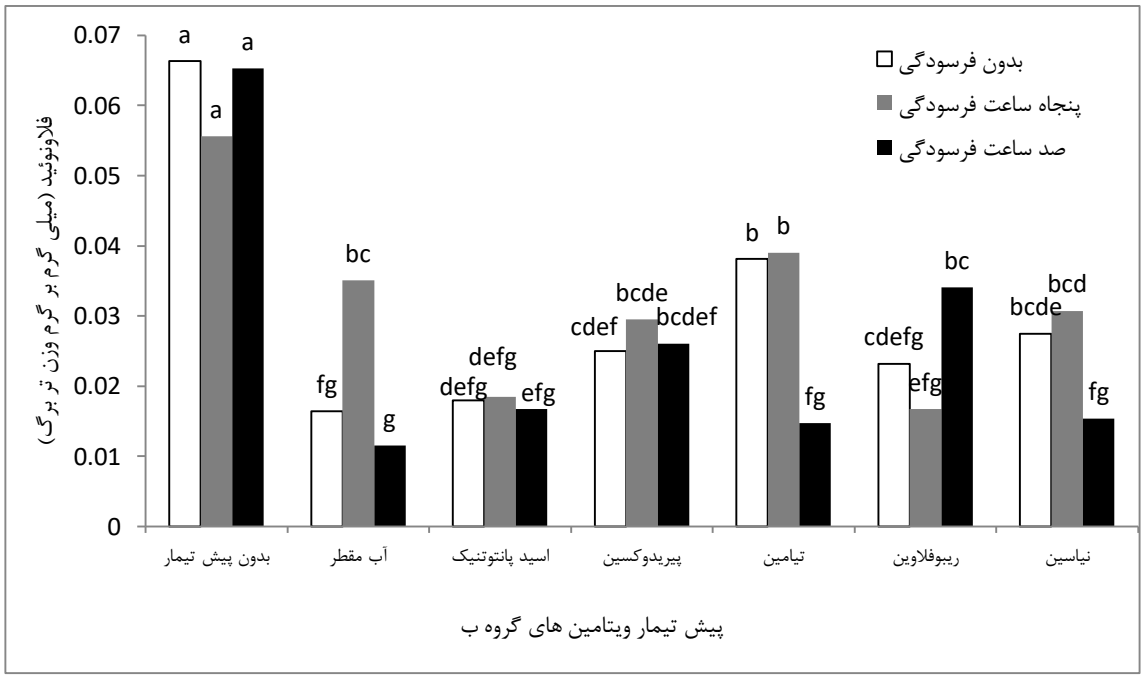
ترتیب با مقدار ۰/۰۲۴۴ و ۰/۰۱۷۱ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ به‌ترتیب با کاهش ۴۰/۴۸ و ۵۸/۲۹ درصدی نسبت به عدم پیش‌تیمار همراه بودند و اختلاف معنی‌داری با شاهد نداشتند. در تیمار فرسودگی ۵۰ ساعت، اثر پیش‌تیمار پیریدوکسین بسیار قابل توجه بود به‌طوری که این تیمار در گروه برتر آماری قرار گرفت و نسبت به عدم پیش‌تیمار 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 در گیاه انگور مؤثر است و این ویتامین بیان ژن آنزیم‌های مسیر فنیل پروپانویید را فعال می‌کند و ترکیبات فنلی و آنتوسیانین را افزایش می‌دهد (بوبکری و همکاران، ۲۰۱۳).




شکل ۴-۱۷- مقایسه میانگین میزان آنتوسیانین تحت تأثیر برهم کنش فرسودگی و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب

**۴-۸-۵- میزان فلاونوئید**

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر فرسودگی بذور، پیش‌تیمار ویتامین ب و اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول پیوست ۹). مطابق شکل ۴-۱۸ مقدار فلاونوئید در برگ گیاهان شاهد معادل ۰/۰۶۶۳ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ بود که در کنار هر دو سطح فرسودگی در شرایط عدم پیش‌تیمار بذر بیشترین مقادیر این صفت را دارا بودند. به عبارت دیگر پیش‌تیمار بذر با آب مقطر و ویتامین‌های ب در تمام سطوح فرسودگی موجب کاهش قابل توجه این صفت در برگ گیاهان حاصل از این بذور گردید. اگرچه اختلافات معنی‌دار فراوانی وجود دارد ولی به‌طور کلی وضعیت فلاونوئید برگ در گیاهان حاصل از بذور ۵۰ ساعت فرسوده شده و پیش‌تیمار با تیامین، آب مقطر، نیاسین و پیریدوکسین بهتر از بقیه بود. فلاونوئید نه تنها رادیکال آزاد را از بین می‌برد بلکه از تولید بیشتر آن‌ها در گیاه جلوگیری می‌کند (تریپاتیو و همکاران، ۲۰۰۶).




شکل ۴-۱۸- مقایسه میانگین میزان فلاونوئید تحت تأثیر برهم کنش فرسودگی و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب

**۴-۸-۶- قند محلول برگ**

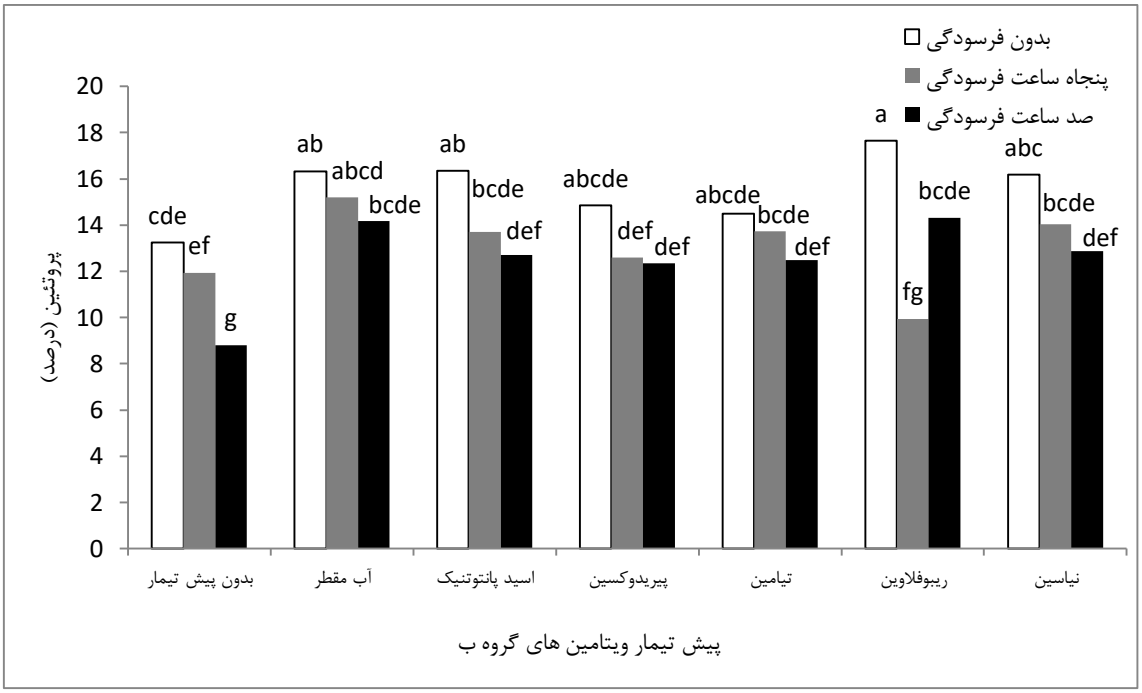
مطابق جدول پیوست ۹ فقط اثر پیش‌تیمار بذر با ویتامین ب در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. با توجه به شکل ۴-۱۹ مقدار قند محلول ثبت شده در برگ گیاهان شاهد ۰/۰۹۱۳ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ بود که در اثر پیش‌تیمار بذر بین ۱/۴۲ (در پیش‌تیمار اسید پانتوتنیک) تا ۵/۸ درصد (در پیش‌تیمار پیریدوکسین) کاهش یافت. البته کاهش رخ داده در اثر اسید پانتوتنیک و نیاسین به لحاظ آماری معنی‌دار نبود و سایر تیمارها نیز در یک گروه آماری قرار گرفتند. قندهای محلول از نظر حفاظت پایداری پروتئین‌ها و غشاها حائز اهمیت هستند (سانچز و همکاران، ۱۹۹۸). در تحقیقاتی که سلطانی و همکاران (۲۰۱۲) روی گیاه همیشه بهار داشتند به‌این نتیجه رسیدند که تیمار ۱۰۰ پی‌پی‌ام پیریدوکسین باعث افزایش ۳۵ درصدی قند محلول نسبت به‌شاهد می‌گردد. اما در این تحقیق نتیجه عکس رخ داد و پیش‌تیمار پیریدوکسین با مقدار ۰/۰۸۶۳ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ، کاهش ۵/۴۷ درصدی نسبت به شاهد داشت (شکل ۴-۱۹). افزایش قندهای محلول از نوع مونو و دی ساکاریدها طی انبارداری و در طی زوال بذر نشان‌دهنده وضعیت نامطلوب بذر و نیز تجزیه ذخایر بذری باشد (بمال لوگو و لوپد، ۱۹۹۲).

شکل ۴-۱۹- مقایسه میانگین قند محلول تحت تأثیر پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب

## ۴-۹- صفات کیفی

### ۴-۹-۱- درصد پروتئین دانه

پروتئین دانه در سطح احتمال ۱ درصد تحت تأثیر فرسودگی، پیش‌تیمار و اثر متقابل فرسودگی در پیش‌تیمار قرار گرفت (جدول پیوست ۱۱). در شکل ۴-۲۰ مشاهده می‌شود که در شرایط عدم پیش-تیمار بذر درصد پروتئین دانه در گیاهان شاهد ۱۳/۲۴درصد بود که در اثر فرسودگی ۵۰ و ۱۰۰ ساعت به ۱۱/۹۲ و ۸/۸۱ درصد رسید. کاهش رخ داده در سطح فرسودگی ۱۰۰ ساعت معنی‌دار بود. زمانی که به بذور فرسودگی اعمال نشده بود، کلیه پیش‌تیمارها پروتئین دانه را نسبت به شاهد افزایش دادند ولی تنها دو پیش‌تیمار ریبوفلاوین و اسید پانتوتنیک به‌ترتیب با مقادیر ۱۷/۶۵ و ۱۶/۳۴ تفاوت معنی‌داری با شاهد داشتند. زمانی که تیمار ۵۰ ساعت اعمال گردید به‌جز آب مقطر که اثر مثبت و معنی‌داری داشت، سایر پیش‌تیمارها اثر معنی‌داری نداشتند. درصد پروتئین مربوط به پیش‌تیمار آب مقطر ۱۵/۱۹ درصد بود که نسبت به عدم پیش‌تیمار در همین سطح از فرسودگی ۳/۳ درصدی بیشتر بود. در تیمار فرسودگی شدید همه پیش‌تیمارها به‌طور قابل توجهی سبب بهبود این صفت شدند به-طوری که مقادیر ثبت شده نزدیک به گیاهان شاهد بود و با شاهد در یک گروه آماری قرار داشتند. کریشنان و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند که فرسودگی بذر سبب افزایش تنفس در گیاه‌چه گندم شد و همچنین میزان DNA سینتاز و سنتز پروتئین در اثر فرسودگی بذر کاهش یافت.

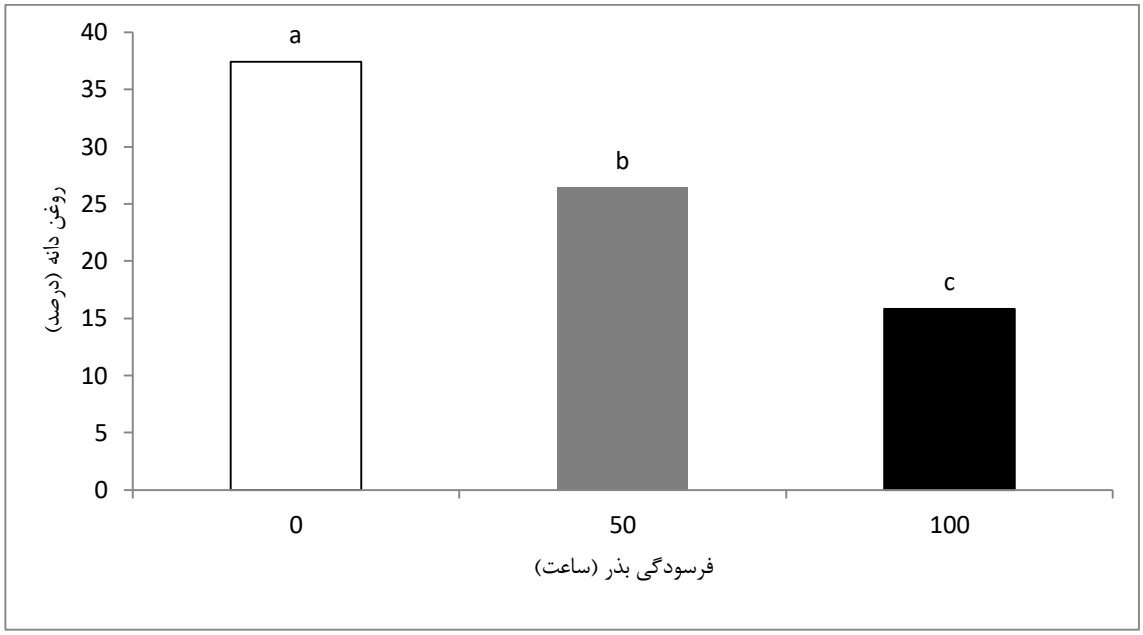



شکل ۴-۲۰- مقایسه میانگین درصد پروتئین تحت تأثیر بر هم کنش فرسودگی و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب

**۴-۹-۲- درصد روغن دانه**

درصد روغن دانه از منابع تغییری چون فرسودگی بذر و پیش‌تیمار ویتامین ب در سطح احتمال ۱ درصد تأثیر پذیرفت (جدول پیوست ۱۱). با توجه به‌شکل ۴-۲۱ می‌توان دریافت که فرسودگی بذر عامل کاهش درصد روغن دانه می‌باشد. هرچه زمان فرسودگی افزایش یافت روغن کمتری از محصول به‌دست آمد. در تیمار بدون فرسودگی که بالاترین رتبه را به‌خود اختصاص داد درصد روغن دانه بالاتر از ۳۷ درصد بود این در حالی است که فرسودگی شدید موجب کاهش ۱۶ درصدی این صفت گردید. دانشمندی و همکاران (۱۳۹۶) به‌نتایج مشابهی رسیدند در آزمایش آن‌ها شرایط پیری تسریع شده محتوای روغن بذر گیاه دارویی بالنگو شیرازی را ۱۵/۲ درصد کاهش داد و همچنین باعث افزایش اسیدهای چرب اشباع در مقابل اسیدهای غیراشباع گردید. با توجه به شکل ۴-۲۲ تفاوت معنی‌داری بین پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب با پیش‌تیمار آب مقطر و شاهد دیده شد. مقدار این صفت در پیش‌تیمار پیریدوکسین ۳۰/۳۵ درصد (که البته تفاوت معنی‌داری با سایر پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب نداشت) بود که نسبت به تیمار شاهد ۸ درصد بیشتر بود. گزارش شده است که پیش‌تیمار

سبب افزایش مقدار روغن گلرنگ تحت شرایط تنش و بدون تنش می‌شود (اشرفی و رزمجو، ۱۳۸۸و ۱۳۹۳). فرسودگی بذر سبب کاهش آنزیم‌های پالاینده گونه‌های فعال اکسیژن شده و طی آن پراکسیداسیون لیپیدها صورت می‌گیرد. (قادری فر و همکاران، ۱۳۹۲).




شکل ۴-۲۱- مقایسه میانگین درصد روغن تحت تأثیر فرسودگی بذر

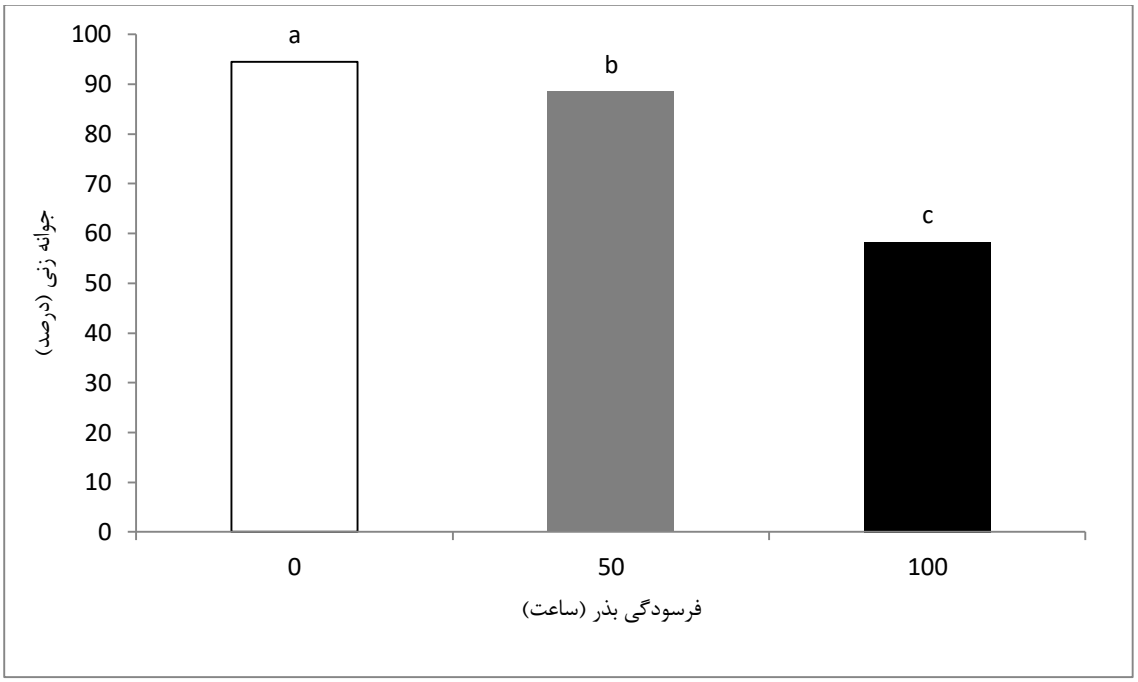
شکل ۴-۲۲- مقایسه میانگین درصد روغن تحت تأثیر پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب

## ۴-۱۰- صفات مرتبط با جوانه‌زنی

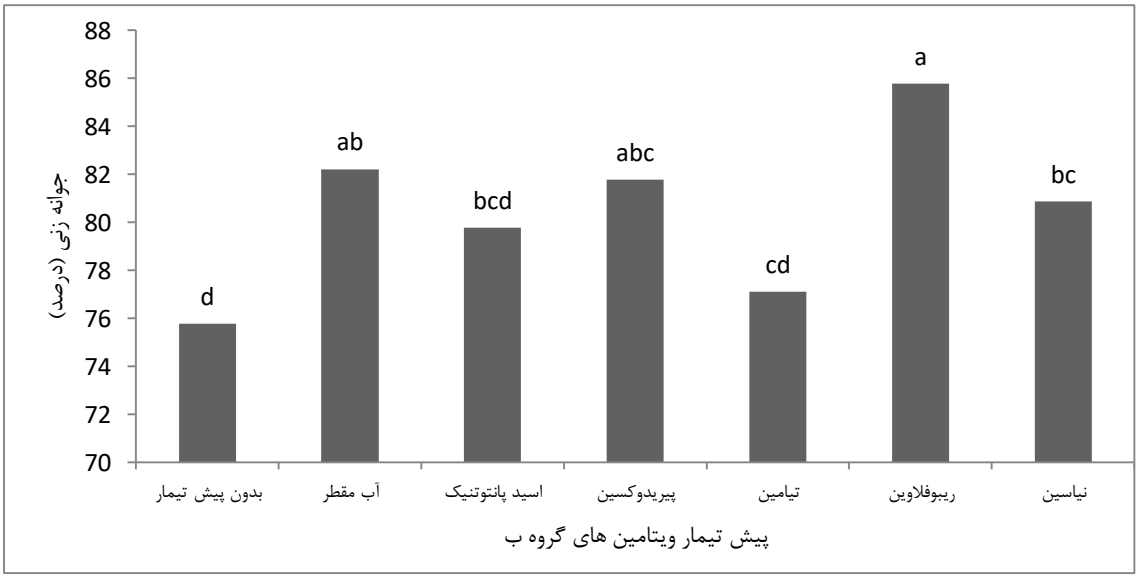
### ۴-۱۰-۱- درصد جوانه‌زنی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول پیوست ۱۳) نشان داد که اثر فرسودگی و اثر پیش‌تیمار بذری در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شدند. همان طور که در شکل ۴-۲۳ نشان داده شده است هرچه به زمان فرسودگی و شدت آن افزوده شد از درصد جوانه‌زنی کاسته شد. به‌طوری که در شرایط بدون فرسودگی درصد جوانه‌زنی ۹۴/۵۷ درصد بود و این مقدار زمانی که بذور ۵۰ و ۱۰۰ ساعت فرسوده شده بودند به‌ترتیب به ۸۸/۵۷ و ۵۸/۲۸ درصد رسید. گزارش‌های دیگر نیز نشان می‌دهد که با افزایش دوره پیری تسریع شده، شاخص‌های جوانه‌زنی در بذر کلزا کاهش می‌یابد (یه و همکاران، ۲۰۰۵). یکی از مهم‌ترین اثرات فرسودگی بذر، تخریب و فساد پروتئین‌های سلولی و افزایش هدایت الکتریکی است. هرچه میزان هدایت الکتریکی و نشت‌پذیری بیش‌تر باشد درصد جوانه‌زنی کم‌تر خواهد شد (روزرخ و قاسمی گلعذانی، ۱۹۹۹).

همچنین پیش‌تیمار بذر با آب مقطر و ویتامین‌های ب (به‌جز تیامین، نیاسین و اسید پانتوتنیک) اثر قابل توجه و معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی داشت. درصد جوانه‌زنی در پیش‌تیمار ریبوفلاوین ۸۵/۷۷ درصد بود که نسبت به شاهد (۷۵/۷۷ درصد) افزایش ۱۰ درصدی داشت که البته تفاوت معنی‌داری با پیش‌تیمارهای آب مقطر و پیریدوکسین نداشت (۴-۲۴). خان و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند، پرایم بذور گندم با اسید آسکوربیک حداکثر درصد جوانه‌زنی و سبز شدن، افزایش طول ساقه-چه و ریشه‌چه، افزایش وزن خشک ساقه و ریشه نسبت به شاهد و همچنین افزایش قندهای محلول در گیاه گندم را به‌دنبال داشت. در این آزمایش ثابت شد که مقدار ۲۰ پی‌پی‌ام اسید آسکوربیک برای تقویت بذور گندم مناسب‌تر است.




شکل ۴-۲۳- مقایسه میانگین درصد جوانه‌زنی تحت تأثیر فرسودگی بذر

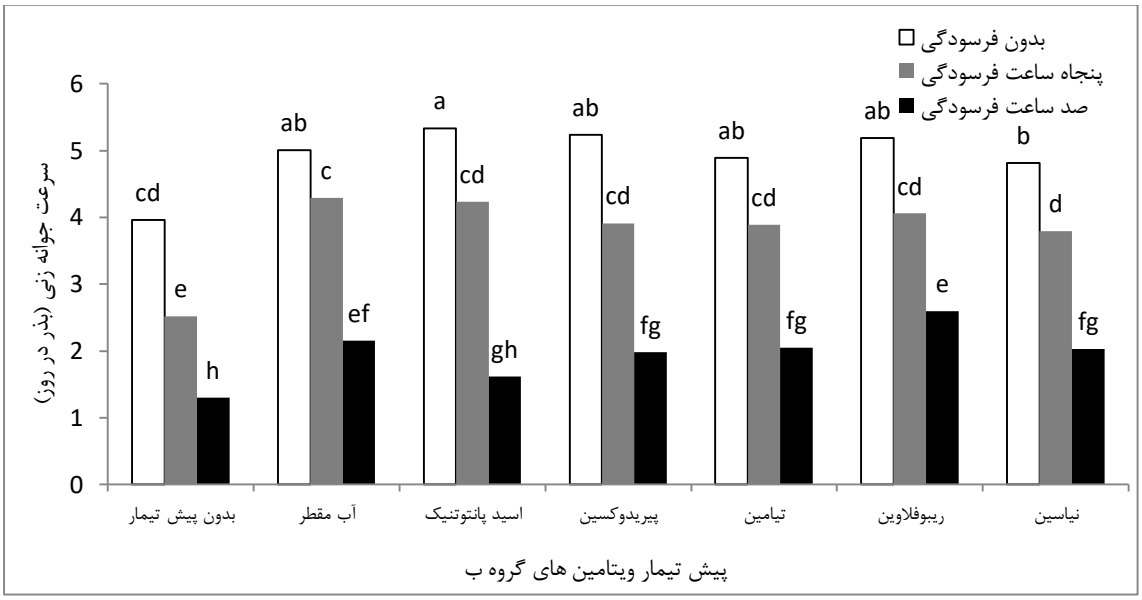



شکل ۴-۲۴- مقایسه میانگین درصد جوانه‌زنی تحت تأثیر پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب

**۴-۱۰-۲- سرعت جوانه‌زنی**

نتایج حاصل از تجزیه واریانس این صفت نمایش داد که کلیه منابع تغییر در سطح ۱ درصد معنی-دار شدند (جدول پیوست ۱۳). مطابق شکل ۴-۲۵ با افزایش روند فرسودگی سرعت جوانه‌زنی افت و کاهش چشم‌گیری داشت طوری که در بذور پرایم نشده، اعمال ۵۰ و ۱۰۰ ساعت فرسودگی به‌ترتیب

موجب کاهش ۳۶ و ۶۷ درصدی در این صفت گردید. در تیمار بدون فرسودگی کمترین سرعت جوانه‌زنی مربوط به حالت شاهد بود که در اثر پیش‌تیمار با ویتامین‌های B و آب مقطر به‌طور معنی-داری افزایش یافت. پیش‌تیمارها اگرچه از لحاظ عددی با یکدیگر تفاوت داشتند اما از نظر آماری تفاوت معنی‌دار نداشتند. در حالت ۵۰ ساعت فرسودگی نیز پیش‌تیمار با آب مقطر و ویتامین‌های گروه B کاهش رخ داده در سرعت جوانه‌زنی را جبران نمودند به‌حدی که اختلاف معنی‌داری با گیاهان شاهد نداشتند. زمانی که تیمار ۱۰۰ ساعت فرسودگی به بذور اعمال شد، بذور تیمار نشده کمترین سرعت جوانه‌زنی را دارا بودند که البته تفاوت معنی‌داری با پیش‌تیمار اسید پانتوتنیک نداشت. ریبوفلاوین و پس از آن آب مقطر تأثیر بیشتری در این شرایط داشتند. اگرچه پیش‌تیمار با سایر ویتامین‌ها نیز در این شرایط سرعت جوانه‌زنی را به‌طور معنی‌داری بهبود بخشید ولی باز هم به‌طور قابل توجهی از شاهد کمتر بود. سرعت جوانه‌زنی یکی از شاخصه‌های مهم در تعیین کیفیت بذر است. هرچه بذر بتواند در مدت زمان کمتری، درصد جوانه‌زنی بیشتری داشته باشد، از سرعت جوانه‌زنی بالاتری برخوردار است. با بررسی اثر فرسودگی بذر ذرت و سورگوم مشخص گردید که سرعت جوانه-زنی تحت تأثیر فرسودگی کاهش می‌یابد (مک دونالد و همکاران، ۲۰۰۴). کاهش در سرعت جوانه‌زنی احتمالاً به‌دلیل وقفه‌ای است که در شروع فرآیندها در بذرهای پیر شده ایجاد می‌شود. علت این وقفه احتمالاً این است که بذرها برای جبران خسارت‌های وارد شده به غشاء و دیگر قسمت‌های سلول، همچنین آغاز مجدد فعالیت‌های سیستم آنتی‌اکسیدانی و جلوگیری از بروز تنش اکسیداتیو نیاز به زمان دارند. جبران این خسارت‌ها نیز فقط با جذب آب توسط بذر امکان‌پذیر است. بنابراین مدت زمان لازم برای تکمیل فرآیند جوانه‌زنی در بذرهای پیر افزایش می‌یابد که نتیجه آن کاهش شاخص‌های جوانه‌زنی است (بیلی و همکاران، ۲۰۰۰).



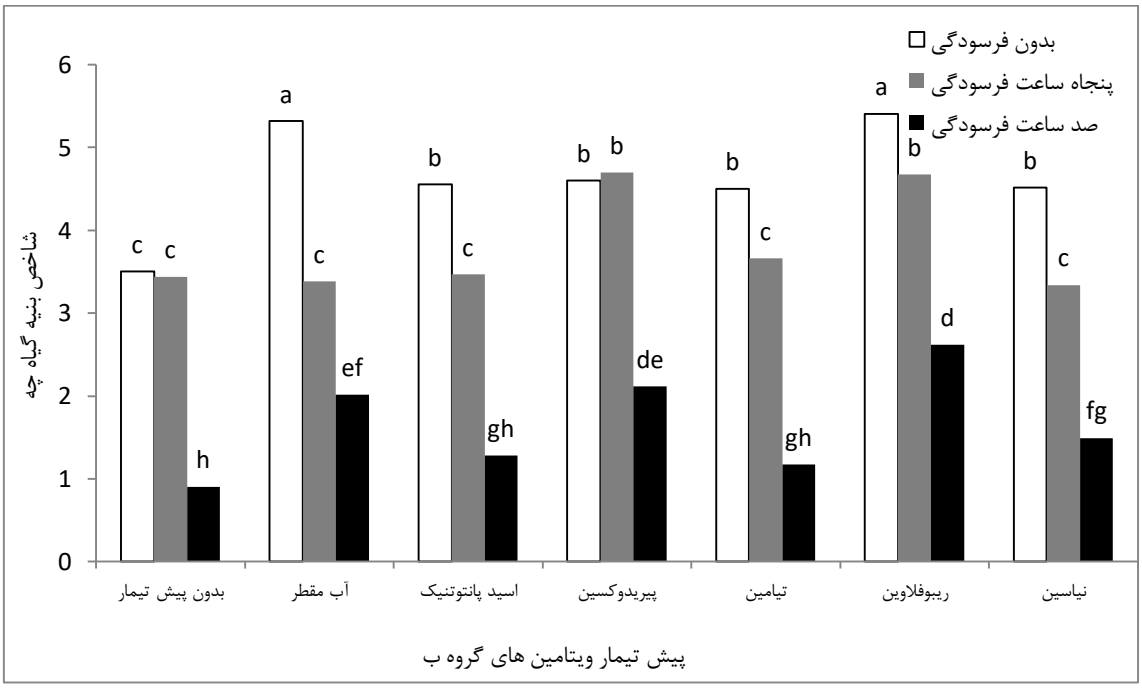

شکل ۴-۲۵- مقایسه میانگین سرعت جوانه‌زنی بذر تحت تأثیر برهم‌کنش فرسودگی و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب

**۴-۱۰-۳- بنیه گیاهچه**

بنیه بذر عبارت از مجموعه خصوصیاتی از بذر است که سطح بالقوه فعالیت و کارآیی بذر یا توده آن را به‌هنگام جوانه زنی و سبز شدن تعیین می‌نماید (همپتون و تکرونی، ۱۹۹۵). بنیه بذر میزان سبز شدن گیاهچه در مزرعه، سرعت سبز شدن گیاهچه‌ها و یکنواختی آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد که کلیه این عوامل، به‌طور بالقوه می‌تواند بر میزان تجمع ماده خشک توسط جامعه گیاهی و در نتیجه عملکرد مؤثر واقع گردند (هیدکر، ۱۹۷۷). مطابق جدول پیوست ۱۳ اثر فرسودگی، پیش‌تیمار و اثر متقابل فرسودگی و پیش‌تیمار بر شاخص بنیه گیاهچه معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) شد. برای صفت قدرت گیاهچه پیش‌تیمار ریبوفلاوین و آب مقطر بالاترین رتبه را زمانی که بذور فرسوده نشده بودند، به‌خود اختصاص دادند نقش ربیوفلاوین و پس از آن پیریدوکسین در بهبود بنیه گیاهچه حاصل از بذور فرسوده در هر دو سطح فرسودگی ۵۰ و ۱۰۰ ساعت برجسته بود. به‌طوری که مقدار بنیه گیاهچه مربوط به‌پیش‌تیمار ریبوفلاوین و پیریدوکسین در شرایط فرسودگی شدید به‌ترتیب ۲/۶۱۶ و ۲/۱۱۵ بود که نسبت به‌عدم پیش‌تیمار در همین شرایط افزایش ۶۵/۳۶ و ۵۷/۱۶ درصدی داشت. شایان ذکر است که پیش‌تیمار با آب مقطر و نیاسین نیز در شرایط فرسودگی شدید بذر نقش مؤثری داشتند و

شاخص بنیه گیاه‌چه را به‌طور معنی‌داری بهبود بخشیدند. نکته قابل توجه در نتایج به‌دست آمده این بود که هرگونه پیش‌تیمار بذرهای سالم و غیرفرسوده با آب مقطر و ویتامین‌های ب سبب تقویت بنیه گیاه‌چه گردید (شکل ۴-۲۶).

به‌طور کلی می‌توان عنوان نمود که، کاهش بنیه گیاه‌چه ناشی از کاهش اجزای آن، یعنی درصد جوانه‌زنی و کاهش وزن خشک گیاه‌چه می‌باشد که هر دو در شرایط زوال کاهش می‌یابند. فرسودگی بذر به‌دلیل تخریب DNA سلول منجر به اختلال در رونویسی و در نتیجه سنتز ناقص برخی از آنزیم-های ضروری در مراحل اولیه جوانه‌زنی بذر می‌شود که در نهایت سبب کاهش شاخص قدرت گیاه‌چه می‌گردد (کاپور و همکاران، ۲۰۱۰). طباطبایی (۲۰۱۴) در پژوهش خود عنوان نمود که استفاده از تکنیک پیش‌تیمار بذر موجب افزایش بنیه گیاه‌چه می‌شود. سینک و رائو (۱۹۹۳) گزارش کردند که پیش‌تیمار بذور باعث بهبود جوانه‌زنی، رشد گیاه‌چه و شاخص بنیه گیاه‌چه در هیبریدهای ذرت گردیده است.

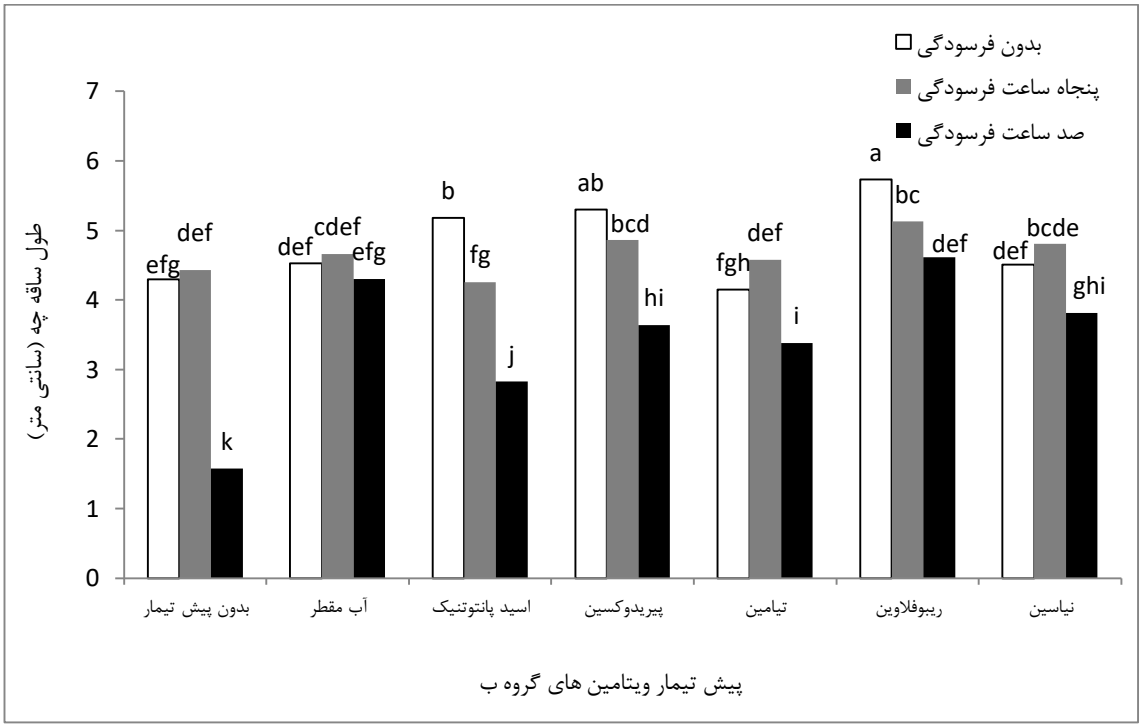



شکل ۴-۲۶- مقایسه میانگین بنیه گیاه‌چه تحت تأثیر بر هم کنش فرسودگی و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب

**۴-۱۰-۴- طول ساقه‌چه**

طول ساقه‌چه تحت تأثیر کلیه منابع تغییر ($p<۰/۰۱$) قرار گرفت (جدول پیوست ۱۵). همان‌طور که در شکل ۴-۲۷ مشاهده می‌شود مقایسه ترکیبات تیماری حاصل از فرسودگی و پیش‌تیمار بذر نشان داد که بیشترین طول ساقه‌چه مربوط به‌پیش‌تیمار بذور غیر فرسوده با ریبوفلاوین و پیریدوکسین به‌ترتیب با اندازه‌ی ۵/۷۳ و ۵/۳۰ سانتی‌متر بود. هنگامی که بیشترین زمان فرسودگی به بذور اعمال شد حالت بدون پیش‌تیمار افت شدیدی در این صفت نشان داد به‌گونه‌ای که طول ساقه-چه به کمترین مقدار یعنی ۱/۵۸ سانتی‌متر رسید. همه سطوح پیش‌تیمار در این شرایط سبب بهبود قابل توجه در این صفت شدند. در این بین بیشترین اثر مربوط به آب مقطر، ریبوفلاوین و نیاسین بود که ضمن جبران کاهش ناشی از فرسودگی، این صفت را به حد گیاهان شاهد رساند. طول ساقه‌چه در پیش‌تیمار بذور فرسوده با ریبوفلاوین ۴/۶۱ سانتی‌متر بود که البته مقدار آن با پیش‌تیمار آب مقطر تفاوت معنی‌داری نداشت. نتایج به‌دست آمده با دیگر نتایج محققین در بذور مختلف مطابقت داشت (نظامی و همکاران، ۲۰۱۴؛ عیسیوند و همکاران، ۲۰۱۱). سونگ و چانگ (۱۹۹۳) علت افزایش طول کلئوپتیل در بذرهای پیش‌تیمار شده را افزایش کربوهیدرات‌های آزاد بذور ذکر کردند که موجب افزایش فعالیت‌های متابولیکی و استفاده از ذخایر بذر می‌گردد. از طرفی کائور و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند که میزان آنزیم‌های آلفا و بتا آمیلاز و ساکارز سینتاز در ساقه‌چه بذرهای پیش‌تیمار شده افزایش می‌یابد که افزایش چنین آنزیم‌هایی می‌تواند از افزایش طول ساقه‌چه بذرهای پیش‌تیمار شده باشد. طبق گزارش‌های مرتبط با فرسودگی بذر، میزان فعالیت آلفا و بتا آمیلاز که از آنزیم‌های هیدرولیتیک در فرآیند جوانه‌زنی هستند، کاهش می‌یابند (مک دونالد، ۱۹۹۹). ورما و همکاران (۲۰۰۳) گزارش دادند که در بذرهای فرسوده کلزا درصد جوانه‌زنی، طول گیاه‌چه، سرعت جوانه‌زنی، عملکرد بذر، بنیه بذر، میزان تنفس، درصد و محتوای پروتئین کل کاهش یافت. هدایت الکتریکی عصاره نیز با طولانی شدن زوال بذر افزایش یافت. در آزمایشی اثر پیش‌تیمار بذر برنج با اسید

آسکوربیک و اسید سالسیلیک بررسی گردید و مشاهده شد که جوانه‌زنی سریع‌تر بود و طول ساقه‌چه و ریشه‌چه و وزن تر و خشک افزایش یافت (فاروق و همکاران، ۲۰۰۶).




شکل ۴-۲۷- مقایسه میانگین طول ساقه‌چه تحت تأثیر بر هم کنش فرسودگی و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب

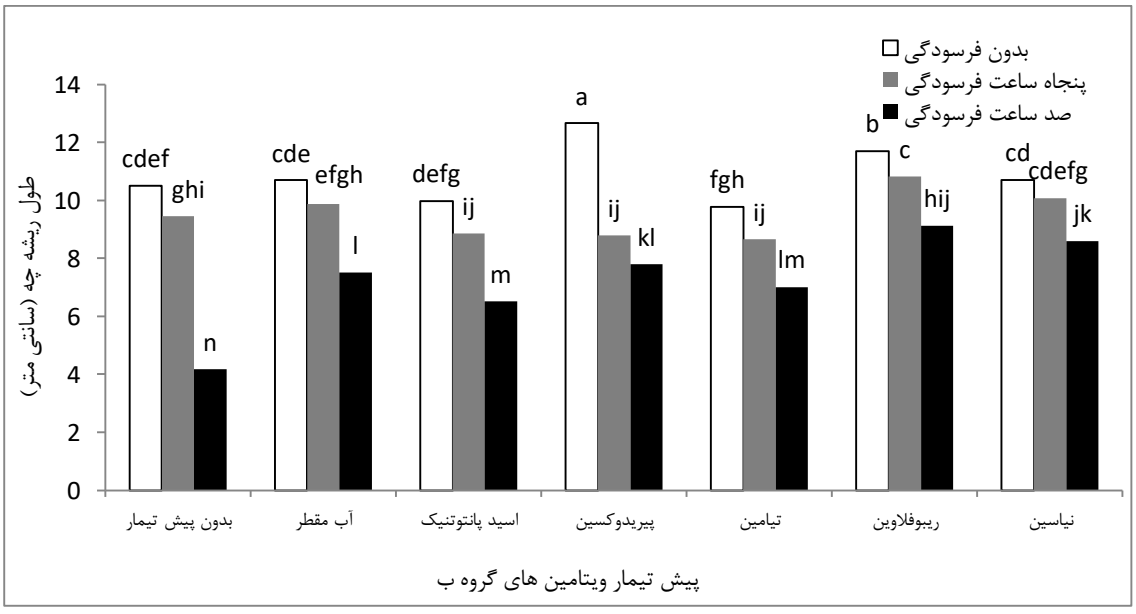
**۴-۱۰-۵- طول ریشه‌چه**

گیاهانی که دارای سیستم‌های ریشه‌ای توسعه یافته هستند، کارایی بیشتری در استفاده از آب و مواد غذایی محدود کننده از خاک دارند و شرایط نامساعد را بهتر تحمل می‌کنند. همچنین بین رشد اولیه قوی گیاه‌چه‌ها و عملکردهای بالا، رابطه مثبت وجود دارد (هریس و همکاران، ۱۹۹۹).

طول ریشه‌چه تحت تأثیر کلیه منابع تغییر ($p<۰/۰۱$) قرار گرفت (جدول پیوست ۱۵). مطابق شکل ۴-۲۷ مقایسه طول ریشه‌چه بذوری که فرسوده نشده بود نشان داد که، تنها دو پیش‌تیمار پیریدوکسین و ریبوفلاوین با طول ریشه‌چه ۱۲/۶۶ و ۱۱/۷۶ سانتی‌متری با شاهد (۱۰/۵۰ سانتی‌متر) تفاوت معنی‌داری داشتند و این صفت را افزایش دادند. در تیمار ۵۰ ساعت فرسودگی پیش‌تیمار ریبوفلاوین، نیاسین و آب مقطر با جبران فرسودگی طول ریشه‌چه را به حد گیاهان شاهد رساندند.

ولی فقط اثر ریبوفلاوین معنی‌دار بود. زمانی که تیمار ۱۰۰ ساعت فرسودگی به‌بذور اعمال شد طول ریشه‌چه در شرایط عدم پیش‌تیمار با کاهش چشمگیر مواجه شد و به‌طور متوسط ۴/۱۸ سانتی‌متر به‌دست آمد. در این شرایط تمام پیش‌تیمارها اعم از ویتامین‌های گروه B و آب مقطر موجب افزایش این صفت شدند. بیشترین میزان طول ریشه‌چه در این شرایط مربوط به بذور پیش‌تیمار شده با ریبوفلاوین و نیاسین بود. لذا این صفت در پیش‌تیمار ریبوفلاوین بزرگترین طول را داشت (۹/۱۳ سانتی‌متر) که نسبت به کمترین مقدار ثبت شده افزایش ۵۴/۲۱ درصدی نشان داد.

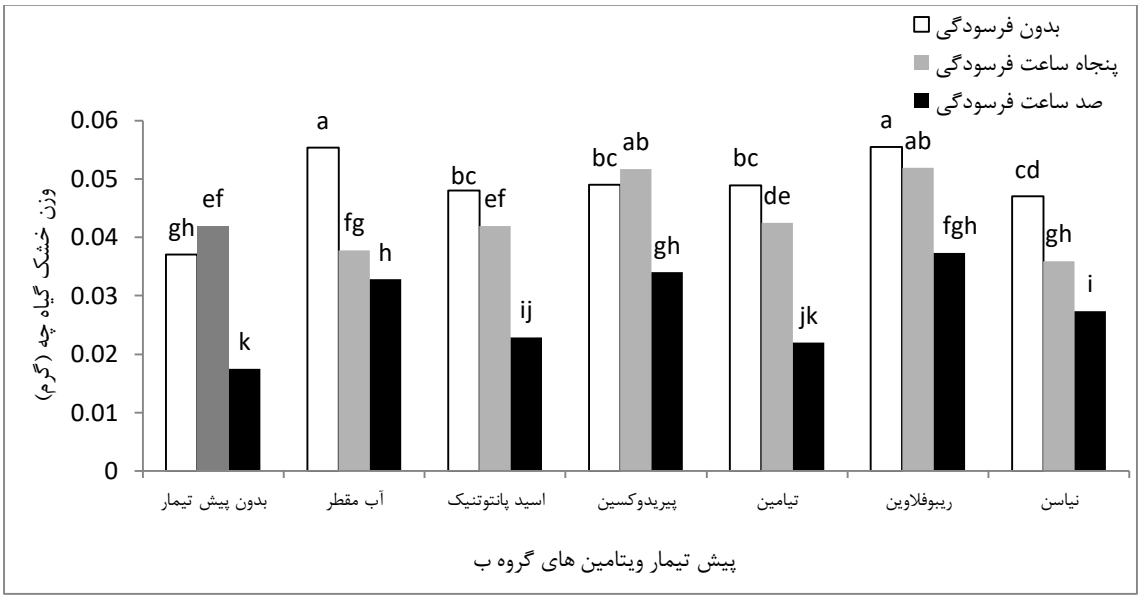
پژوهشگران در مطالعات مختلفی اعلام نموده‌اند که با افزایش میزان فرسودگی طول ریشه‌چه کاهش می‌یابد (مک دونالد، ۱۹۸۶؛ باسرا، ۲۰۰۳). از آن‌جایی که ریشه‌چه در قسمت انتهایی بذر در محل ورود رطوبت و اکسیژن قرار دارد، بنابراین نسبت به‌سایر اجزای بذر بیشتر تحت فرسودگی قرار می‌گیرد (مک دونالد، ۱۹۹۹). افزایش طول ریشه‌چه به‌واسطه پیش‌تیمار احتمالاً به‌علت افزایش قابلیت گسترش دیواره سلولی جنین و تحریک فعالیت‌های متابولیکی داخل جنین می‌باشد (باسرا و همکاران، ۲۰۰۳).




شکل ۴-۲۸- مقایسه میانگین اثر متقابل طول ریشه‌چه تحت تأثیر برهم کنش فرسودگی و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب

**۴-۱۰-۶- وزن خشک گیاه‌چه**

مطابق جدول پیوست ۱۵ عواملی چون تیمار فرسودگی، پیش‌تیمار بذر و اثر متقابل این دو در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. همان‌طور که در شکل ۴-۲۹ مشخص است، وزن خشک گیاه‌چه در تیمار بدون فرسودگی همراه با پیش‌تیمارهای آب مقطر و ریبوفلاوین به‌ترتیب ۰/۰۵۵۳ و ۰/۰۵۵۵ گرم در بوته بود که نسبت به شاهد (۰/۰۳۷ گرم در بوته) به‌ترتیب افزایش ۳۳/۰۹ و ۳۳/۳۳ درصدی داشتند. البته این ترکیبات تیماری با پیش‌تیمارهای ریبوفلاوین و پیریدوکسین در شرایط ۵۰ ساعت فرسودگی در یک گروه آماری قرار داشتند و بیشترین مقادیر را رقم زدند. کاهش این صفت در تیمار ۱۰۰ ساعت فرسودگی بسیار ملموس بود به‌طوری که کمترین مقدار این صفت مربوط به‌عدم پیش-تیمار و ۱۰۰ ساعت فرسودگی با وزن ۰/۰۱۷۵ گرم بود که البته با پیش‌تیمار تیامین در این شرایط تفاوت معنی‌داری نداشت و نسبت به شاهد ۵۴ درصد کمتر بود. سایر سطوح پیش‌تیمار موجب کاهش اثرات منفی فرسودگی بر این صفت شدند. ریبوفلاوین، پیریدوکسین و آب مقطر بیشترین اثر را داشتند. بیان شده است که بذرهای ضعیف تولید ساقه‌چه ضعیف‌تری می‌کنند که از وزن خشک کمتری برخوردار هستند (نتو وهمکاران، ۲۰۰۱). کاهش وزن خشک ساقه‌چه حاصل از بذور فرسوده می‌تواند به‌علت کاهش میزان پویایی ذخایر بذر و یا کاهش کارایی تبدیل ذخایر پویا شده باشد (سلطانی و همکاران، ۲۰۰۶). اثر افزایشی پیش‌تیمار بر وزن خشک ساقه‌چه ممکن است به‌این دلیل باشد که در اثر جوانه‌زنی سریع بذر، ساقه‌چه فرصت بیشتری برای رشد و تجمع ماده خشک در دوره معین دارد ( طباطبایی و همکاران، ۲۰۱۴).




شکل ۴-۲۹- مقایسه میانگین وزن خشک ساقه‌چه تحت تأثیر تیمار فرسودگی و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب

### ۴-۱۱- نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست آمده از این تحقیق، فرسودگی موجب کاهش برخی صفات از قبیل وزن خشک بوته، طول و قطر ساقه، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، عملکرد دانه، مقدار کلروفیل و کاروتنوئید برگ، درصد روغن و پروتئین دانه و کلیه صفات آزمایشگاهی شامل درصد و سرعت جوانه‌زنی و بنیه گیاه‌چه شد.

تقریباً اکثر پیش‌تیمارها سبب افزایش صفات اندازه‌گیری شده گردید ولی پیش‌تیمار با اسید پانتوتنیک در صفت تعداد کپسول در بوته و عملکرد، تیامین در کلروفیل کل، ریبوفلاوین در درصد پروتئین دانه، کلیه پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب در درصد روغن و صفات آزمایشگاهی افزایش این صفات را درپی داشتند.

در نهایت با توجه به بررسی های انجام شده می‌توان نتیجه گرفت که اگرچه فرسودگی سبب کاهش صفات مختلف در گیاه کلزا گردید ولی اعمال پیش‌تیمارهای بذری با ویتامین‌های گروه ب خصوصاً اسید پانتوتنیک تأثیر بالایی بر صفات زراعی، فیزیولوژیک و کیفی کلزا داشت و توانست گاهی به‌طور کامل و گاهی تا حد زیادی خسارت ناشی از فرسودگی بذر را التیام بخشد.

### ۴-۱۲- پیشنهادات

۱- انجام مطالعات گسترده‌تر در به کارگیری ویتامین‌های گروه ب، زیرا تحقیقات اندکی در مورد آن‌ها صورت گرفته است.

۲- پیشنهاد می‌شود این آزمایش روی سایر گیاهان انجام شود، زیرا احتمال پاسخ مثبت سایر گیاهان به پیش‌تیمار بذر ویتامین‌های گروه ب وجود دارد.

۳- در این پژوهش از یک غلظت از ویتامین‌های ب استفاده شد و این احتمال وجود دارد که غلظت‌های بالاتر و پایین‌تر واکنش متفاوتی درپی داشته باشند لذت پیشنهاد می‌شود در مورد فرسودگی بذر و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب، غلظت‌های بیشتری مورد بررسی قرار گیرد.

۴- در این آزمایش اثر پیش‌تیمار اسید پانتوتنیک برجسته‌تر بود و سبب افزایش بسیاری از خصوصیات گیاه کلزا گردید. لذا تمرکز بیشتری روی این ویتامین قابل توصیه خواهد بود.

# پیوست

جدول پیوست ۱- میانگین مربعات تجمع ماده خشک در برگ، ساقه و کپسول و شاخص سطح برگ کلزا تحت تأثیر فرسودگی بـذر و پـیش-تیمار ویتامین‌های گروه ب

| منابع تغییر | درجه آزادی | وزن خشک برگ | وزن خشک ساقه | وزن خشک کپسول | شاخص سطح برگ |
|---|---|---|---|---|---|
| تکرار (R) | ۲ | ۷۸۹/۹۹ | ۶۵۳۴/۰۱ | ۸۶۳۷/۳۶ | ۰/۱۶۳ |
| فرسودگی (F) | ۲ | ۶۶۷۵/۰۸** | ۱۳۲۷۹۴/۳۸** | ۲۳۵۵۶۹/۷۹** | ۰/۵۰۱ |
| ویتامین (V) | ۶ | ۳۷۷۱/** | ۱۳۰۳۵/۰۶ | ۱۰۶۶۶۵/۹۲** | ۰/۲۵۵ |
| (F×V) | ۱۲ | ۳۹۴۲/۸۹** | ۱۱۰۷۵/۶۳ | ۶۰۴۹۳/۶۸ ** | ۰/۲۸۸ |
| خطا | ۴۲ | ۶۸۶/۸۲ | ۵۵۸۶/۶۱ | ۱۱۹۲۴/۰۶ | ۰/۱۷۲ |
| ضریب نغییرات (درصد) | | ۲۸/۸۶ | ۲۲/۱۷ | ۲۸/۸۷ | ۲۰/۱۱ |

* و ** به‌ترتیب بیانگر معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشد

جدول پیوست ۲- مقایسه میانگین وزن خشک برگ، ساقه و کپسول و شاخص سطح برگ تحت تأثیر فرسودگی بذر و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب

| تیمارها | وزن خشک برگ | وزن خشک ساقه | وزن خشک کپسول | شاخص سطح برگ |
|---|---|---|---|---|
| | (گرم در متر مربع) | | | |
| فرسودگی (ساعت) | | | | |
| ۰ | ۱۰۷/۷۴ a | ۴۱۶/۴۶ a | ۴۹۱/۵۹ a | ۲/۱۸ |
| ۵۰ | ۷۲/۲۰ b | ۳۳۷/۲۷ b | ۲۸۱/۸۶ c | ۱/۸۹ |
| ۱۰۰ | ۹۲/۴۳ a | ۲۵۷/۴۲ c | ۳۶۰/۹۶ b | ۲/۱۱ |
| LSD5% | ۱۶/۳۴ | ۴۶/۶۱ | ۶۸/۱۰ | ۰/۲۵۹ |
| ویتامین‌های گروه ب (۱۰۰پی‌پی‌ام) | | | | |
| شاهد | ۱۱۱/۹۹ ab | ۳۰۳/۹۴ | ۲۴۲c | ۲/۱۹ |
| آب مقطر | ۱۰۵/۶۷ ab | ۳۷۴/۷۴ | ۵۲۳/۱۷a | ۲/۱۶ |
| اسید پانتوتنیک | ۱۱۶/۳۵ a | ۳۲۲ | ۲۹۸/۱۵bc | ۲/۳۴ |
| پیریدوکسین | ۸۷/۸۰ bc | ۳۴۹/۸۵ | ۳۷۷/۳۲b | ۱/۹۸ |
| تیامین | ۷۴/۲۷c | ۳۵۵/۸۱ | ۳۱۱/۰۷bc | ۱/۹۷ |
| ریبوفلاوین | ۷۲/۹۹c | ۳۷۷/۱۵ | ۵۲۱/۷۵a | ۱/۸۹ |
| نیاسین | ۶۶/۴۸c | ۲۷۶/۰۲ | ۳۷۳/۵۰b | ۱/۹۱ |
| LSD5% | ۲۴/۹۶ | ۷۱/۲۱۲ | ۱۰۴/۰۴ | ۰/۳۹۵ |

جدول پیوست ۳- میانگین مربعات طول و قطر ساقه و تعداد شاخه فرعی و فرعی فرعی تحت تأثیر فرسودگی بذر و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب

| منابع تغییر | درجه آزادی | طول ساقه | قطر ساقه | شاخه فرعی | شاخه فرعی فرعی |
|---|---|---|---|---|---|
| تکرار (R) | ۲ | ۷۵/۴۴* | ۰/۰۱۰ | ۲/۴۹ | ۵۰/۳۰** |
| فرسودگی (F) | ۲ | ۱۴۳۵/۲۵** | ۰/۷۶۸** | ۸/۳۹ | ۳۴/۳۰* |
| ویتامین (V) | ۶ | ۷۹۱/۸۵** | ۰/۵۳۳** | ۵/۹۸ | ۱۳/۷۱ |
| (F×V) | ۱۲ | ۲۳۸/۹۹** | ۰/۰۷۵۰** | ۱۰/۶** | ۵/۵۶ |
| خطا | ۴۰ | ۱۷/۳۶ | ۰/۰۱۴۸ | ۳/۶۵ | ۶/۶۸ |
| ضریب تغییرات (درصد) | | ۴/۴۲ | ۹/۸۱ | ۲۹/۰۳ | ۳۸/۶۹ |

* و ** به‌ترتیب بیانگر معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

جدول پیوست ۴- مقایسه میانگین طول ساقه، قطر ساقه، تعداد شاخه فرعی فرعی و تعداد شاخه فرعی تحت تأثیر فرسودگی بذر و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب

| تیمار | طول ساقه | قطر ساقه | تعداد شاخه فرعی فرعی | تعداد شاخه فرعی |
|---|---|---|---|---|
| | (سانتی‌متر) | | (در بوته) | (در بوته) |
| فرسودگی | | | | |
| ۰ | ۱۰۳/۲۸a | ۱/۴۵a | ۷/۱۴a | ۶/۹۵ |
| ۵۰ | ۹۲/۲۸b | ۱/۱۸b | ۵/۲۳b | ۵/۸۵ |
| ۱۰۰ | ۸۷/۰۹c | ۱/۰۸c | ۷/۶۶a | ۶/۹۵ |
| LSD5% | ۲/۵۹ | ۰/۰۷۶ | ۱/۶۱ | ۱/۱۹ |
| ویتامین‌های گروه ب (۱۰۰ پی‌پی‌ام) | | | | |
| شاهد | ۷۹/۸e | ۰/۹۶d | ۶/۷۷ | ۶/۴۴ |
| آب مقطر | ۱۰۶/۴a | ۱/۵۳a | ۶/۷۷ | ۷/۱۱ |
| اسید پانتوتنیک | ۱۰۳/۵a | ۱/۵۲a | ۷/۸۸ | ۷/۴۴ |
| پیریدوکسین | ۹۷/۷۷b | ۱/۳۸b | ۷/۳۳ | ۶/۰۰ |
| تیامین | ۸۵/۸d | ۱/۱۵c | ۷/۴۴ | ۵/۱۱ |
| ریبوفلاوین | ۹۳/۶c | ۰/۹۶d | ۴/۱۱ | ۶/۷۷ |
| نیاسین | ۹۲/۳c | ۱/۱۶c | ۶/۴۴ | ۷/۲۲ |
| LSD5% | ۳/۹۶ | ۰/۱۱۶ | ۲/۴۶ | ۱/۸۲ |

جدول پیوست ۵- میانگین مربعات تعداد کپسول در بوته، دانه در کپسول، وزن هزار دانه و عملکرد دانه تحت تأثیر فرسودگی بذر و پیش‌تیمار ویتامین گروه ب

| منابع تغییر | درجه آزادی | کپسول در بوته | دانه در کپسول | وزن هزار دانه | عملکرد دانه |
|---|---|---|---|---|---|
| تکرار (R) | ۲ | ۱۹۳۶/۳۷ | ۲۴/۶۸** | ۰/۰۶۹ | ۷۲۴۲/۱۸ |
| فرسودگی (F) | ۲ | ۲۵۹۶۴/۴۵** | ۳۴** | ۰/۰۶۰ | ۳۴۳۷۲/۲۷** |
| ویتامین (V) | ۶ | ۵۹۲۹/۵۰** | ۱/۵۳۷ | ۰/۰۷۹ | ۷۳۵۰/۲۷** |
| (F×V) | ۱۲ | ۲۳۵۹/۱۲** | ۵/۱۲۹ | ۰/۰۲۲ | ۲۵۷۰/۴۶ |
| خطا | ۴۰ | ۷۸۴/۲۹ | ۳/۹۱ | ۰/۰۶۶ | ۱۳۹۲/۵۹ |
| ضریب تغییرات (درصد) | | ۲۱/۷۵ | ۹/۷۶ | ۲۴/۲۵ | ۳۳/۳۶ |

* و ** به‌ترتیب بیانگر معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

جدول پیوست ۶- مقایسه میانگین تعداد کپسول در بوته، دانه در کپسول و وزن هزار دانه تحت تأثیر فرسودگی بذر و پیش‌تیمار ویتامین گروه ب

| تیمارها | تعداد کپسول در بوته | تعداد دانه در کپسول | وزن هزار دانه (گرم) |
|---|---|---|---|
| فرسودگی (ساعت) | | | |
| ۰ | ۱۶۹/۱۷a | ۲۱/۵۱a | ۱/۱۲ |
| ۵۰ | ۱۰۵/۳۰b | ۲۰/۳۲a | ۱/۰۹ |
| ۱۰۰ | ۱۱۱/۷۵ | ۱۸/۹۶b | ۱/۰۴ |
| LSD5% | ۱۷/۴۶ | ۱/۲۳ | ۰/۱۶ |
| ویتامین‌های گروه ب (۱۰۰ پی‌پی‌ام) | | | |
| شاهد | ۸۴/۲۲d | ۱۹/۵۶ | ۱/۰۴ |
| آب مقطر | ۱۳۰/۱۵bc | ۲۰/۲۰ | ۱/۲۳ |
| اسید پانتوتنیک | ۱۵۷/۶۷a | ۱۹/۸۵ | ۱/۱۱ |
| پیریدوکسین | ۱۲۰/۶۳c | ۲۰/۵۳ | ۰/۹۵ |
| تیامین | ۱۴۷/۷۸ab | ۲۰/۴۲ | ۱/۰۵ |
| ریبوفلاوین | ۱۱۱/۷۰c | ۲۰/۶۷ | ۱/۰۹ |
| نیاسین | ۱۴۹/۰۷ab | ۲۰/۶۱ | ۰/۹۸ |
| LSD5% | ۲۶/۶۸ | ۱/۸۸ | ۰/۲۴۷ |

جدول پیوست ۷- میانگین مربعات رنگدانه‌های برگ کلزا تحت تأثیر فرسودگی بذر و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب

| منابع تغییر | درجه آزادی | کلروفیل a | کلروفیل b | کلروفیل کل | کاروتنوئید |
|---|---|---|---|---|---|
| تکرار (R) | ۲ | ۰/۲۸* | ۰/۰۸۹ | ۰/۶۷** | ۰/۰۰۶۵ |
| فرسودگی (F) | ۲ | ۳/۴۳** | ۰/۹۷۰** | ۷/۸۸** | ۰/۲۶۵** |
| ویتامین (V) | ۶ | ۰/۲۰۱** | ۰/۲۸۴** | ۰/۷۳۶** | ۰/۰۳۰ |
| (F×V) | ۱۲ | ۰/۱۴۹* | ۰/۴۰۴** | ۰/۶۲۲** | ۰/۰۳۶ |
| خطا | ۴۰ | ۰/۰۵۸ | ۰/۳۰ | ۰/۱۰۲ | ۰/۰۱۸۵ |
| ضریب تغییرات (درصد) | | ۲۲/۵۴ | ۳۱/۸۷ | ۱۹/۹۶ | ۳۰/۸۹ |

* و ** به‌ترتیب بیانگر معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

جدول پیوست ۸- مقایسه میانگین کلروفیل a، b و کل و کاروتنوئید تحت تأثیر فرسودگی بذر و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب

| تیمارها | کلروفیل a | کلروفیل b | کلروفیل کل | کاروتنوئید |
|---|---|---|---|---|
| | (میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ) | | | |
| فرسودگی (ساعت) | | | | |
| ۰ | ۱/۳۶a | ۰/۷۳a | ۲/۱a | ۰/۵۱a |
| ۵۰ | ۱/۲۳a | ۰/۶۲b | ۱/۷۹b | ۰/۴۹b |
| ۱۰۰ | ۰/۶۱b | ۰/۳۱c | ۰/۹۲c | ۰/۳۱c |
| LSD5% | ۰/۱۵ | ۰/۱۱ | ۰/۲۰ | ۰/۰۸۵ |
| ویتامین‌های گروه ب (۱۰۰ پی‌پی‌ام) | | | | |
| شاهد | ۰/۹۶cd | ۰/۶۵a | ۱/۵۶bc | ۰/۴۳ |
| آب مقطر | ۱/۰۱bcd | ۰/۲۸b | ۱/۳c | ۰/۵۲ |
| اسید پانتوتنیک | ۱/۳a | ۰/۶۱a | ۱/۹۰a | ۰/۴۵ |
| پیریدوکسین | ۱/۲ab | ۰/۶۲a | ۱/۸۲ab | ۰/۴۲ |
| تیامین | ۱/۱۳abc | ۰/۷۳a | ۱/۸۶ab | ۰/۳۹ |
| ریبوفلاوین | ۱/۰۰bcd | ۰/۶۱a | ۱/۶۱b | ۰/۳۶ |
| نیاسین | ۰/۹d | ۰/۳b | ۱/۱۷cd | ۰/۵۱ |
| LSD5% | ۰/۲۳ | ۰/۱۶ | ۰/۳۰ | ۰/۱۳ |

جدول پیوست ۹- میانگین مربعات قند محلول، فلاونوئید، آنتوسیانین، محتوای نسبی آب برگ و پایداری غشاء پلاسمایی کلزا تحت تأثیر فرسودگی بذر و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب

| منابع تغییر | درجه | قند محلول | فلاونوئید | آنتوسیانین | محتوای نسبی آب | پایداری غشاء پلاسمایی |
|---|---|---|---|---|---|---|
| تکرار (R) | ۲ | ۰/۰۰۰۰۰۰۸۳ | ۰/۰۰۰۱۱ | ۰/۰۰۰۰۰۰۱۹ | ۲۹/۲۷ | ۶/۹۶ |
| فرسودگی (F) | ۲ | ۰/۰۰۰۰۰۱۲۱ | ۰/۰۰۰۴۶** | ۰/۰۰۱۱۲** | ۳/۹۶ | ۳۸۸/۴۲** |
| ویتامین (V) | ۶ | ۰/۰۰۰۰۲۶** | ۰/۰۰۲۱۳** | ۰/۰۰۰۰۵۴** | ۱۰/۷۶ | ۲۲۴/۸۷** |
| (F×V) | ۱۲ | ۰/۰۰۰۰۰۷۸ | ۰/۰۰۰۳۸۸** | ۰/۰۰۰۴۲** | ۹/۷۶ | ۶۷/۴۲** |
| خطا | ۴۰ | ۰/۰۰۰۰۰۶۸ | ۰/۰۰۰۰۶۲ | ۰/۰۰۰۰۶۶ | ۱۱/۸۱ | ۷/۹۶ |
| ضریب تغییرات (درصد) | | ۲/۹۳ | ۲۵/۶۳ | ۲۵/۶۷ | ۴/۳۶ | ۶/۰۰ |

* و ** به‌ترتیب بیانگر معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

جدول پیوست۱۰- مقایسه میانگین قند محلول، فلاونوئید، آنتوسیانین، محتوای نسبی آب برگ و پایداری غشاء پلاسمایی تحت تأثیر فرسودگی بذر و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب.

| تیمارها | قند محلول | فلاونوئید | آنتوسیانین | محتوای نسبی آب برگ | پایداری غشاء پلاسمایی |
|---|---|---|---|---|---|
| | (میلی‌گرم به گرم وزن تر برگ) | | | (درصد) | (درصد) |
| فرسودگی (ساعت) | | | | | |
| ۰ | ۰/۰۸۸ | ۰/۰۳b | ۰/۰۲۷b | ۷۸/۴۰ | ۵۱/۲۹a |
| ۵۰ | ۰/۰۸۹ | ۰/۰۳۵a | ۰/۰۲۷b | ۷۹/۱۹ | ۴۲/۶۹c |
| ۱۰۰ | ۰/۰۸۸ | ۰/۰۲۶b | ۰/۰۴a | ۷۸/۴۹ | ۴۷/۱b |
| LSD5% | ۰/۰۰۲ | ۰/۰۰۵ | ۰/۰۰۵ | ۲/۱۴ | ۱/۷۶ |
| ویتامین‌های گروه ب (۱۰۰ پی‌پی‌ام) | | | | | |
| شاهد | ۰/۰۹۱a | ۰/۰۶۲a | ۰/۰۲۷c | ۷۹/۲۷ | ۴۶/۱۱d |
| آب مقطر | ۰/۰۸۸bc | ۰/۰۲۱cd | ۰/۰۳۵ab | ۷۸/۸۳ | ۴۸/۹۹bc |
| اسید پانتوتنیک | ۰/۰۹۰ab | ۰/۰۱۷d | ۰/۰۳۳abc | ۷۷/۵۴ | ۵۲/۶۵a |
| پیریدوکسین | ۰/۰۸۶c | ۰/۰۲۶c | ۰/۰۳۷ab | ۷۸/۷۲ | ۴۶/۴۵cd |
| تیامین | ۰/۰۸۸bc | ۰/۰۳۸b | ۰/۰۴ab | ۷۷/۰۴ | ۵۰/۸۸ab |
| ریبوفلاوین | ۰/۰۸۸bc | ۰/۰۲۴cd | ۰/۰۱۶a | ۷۹/۱۹ | ۴۶/۹۶cd |
| نیاسین | ۰/۰۹۰ab | ۰/۰۲۴cd | ۰/۰۳d | ۸۰/۲۷ | ۳۷/۱۱e |
| LSD5% | ۰/۰۰۲ | ۰/۰۰۷ | ۰/۰۰۷ | ۳/۲۷ | ۲/۶۹ |

جدول پیوست ۱۱- میانگین مربعات درصد پروتئین و روغن دانه تحت تأثیر فرسودگی بذر و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب

| منابع تغییر | درجه آزادی | پروتئین دانه | روغن دانه |
|---|---|---|---|
| تکرار (R) | ۲ | ۳/۰۶ | ۱۱/۹۲ |
| فرسودگی (F) | ۲ | ۳۸/۷۰** | ۲۴۵۱/۶۷** |
| ویتامین (V) | ۶ | ۱۳/۵۲ ** | ۱۰۱/۶۲** |
| (F×V) | ۱۲ | ۸/۸۱** | ۲۸/۵۱ |
| خطا | ۴۰ | ۳/۲۲ | ۱۹/۴۷ |
| ضریب تغییرات (درصد) | | ۱۳/۱۰ | ۱۶/۶۱ |

* و ** به‌ترتیب بیانگر معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشد

جدول پیوست۱۲- مقایسه میانگین درصد پروتئین تحت تأثیر فرسودگی و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب

| تیمارها | پروتئین دانه (درصد) |
|---|---|
| فرسودگی (ساعت) | |
| ۰ | ۱۵/۲۷a |
| ۵۰ | ۱۳/۰۲b |
| ۱۰۰ | ۱۲/۸۴b |
| LSD5% | ۱/۱۲ |
| ویتامین‌های گروه ب (۱۰۰ پی‌پی‌ام) | |
| شاهد | ۱۱/۳۲c |
| آب مقطر | ۱۵/۲۳a |
| اسید پانتوتنیک | ۱۴/۲۵ab |
| پیریدوکسین | ۱۳/۲۶b |
| تیامین | ۱۳/۵۷ab |
| ریبوفلاوین | ۱۳/۹۷ab |
| نیاسین | ۱۴/۳۶ab |
| LSD5% | ۱/۷۱ |

جدول پیوست ۱۳- میانگین مربعات درصد و سرعت جوانه‌زنی و شاخص بنیه گیاهچه تحت تأثیر فرسودگی بذر و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب

| منابع تغییر | درجه آزادی | درصد جوانه‌زنی | سرعت جوانه‌زنی | بنیه گیاهچه |
|---|---|---|---|---|
| فرسودگی (F) | ۲ | ۷۹۴۴/۵۷** | ۴۶/۹۵** | ۴۹/۸۱** |
| ویتامین (V) | ۶ | ۱۰۰/۳۵** | ۱/۸۰ ** | ۲/۵۶** |
| (F×V) | ۱۲ | ۳۴/۴۲ | ۰/۲۰۷ ** | ۰/۳۹۵** |
| خطا | ۴۲ | ۲۵/۲۶ | ۰/۰۷۵ | ۰/۱۰۲ |
| ضریب تغییرات (درصد) | | ۶/۲۴ | ۷/۷۰ | ۹/۴۵ |

* و ** به‌ترتیب بیانگر معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشد

جدول پیوست ۱۴- مقایسه میانگین سرعت جوانه‌زنی و شاخص بنیه گیاهچه تحت تأثیر فرسودگی بذر و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب

| تیمارها | سرعت جوانه‌زنی | شاخص بنیه گیاهچه |
|---|---|---|
| فرسودگی (ساعت) | | |
| ۰ | ۴/۹۲a | ۴/۶۲a |
| ۵۰ | ۳/۸۱b | ۳/۸۴b |
| ۱۰۰ | ۱/۹۶c | ۱/۶۵c |
| LSD5% | ۰/۱۷۱ | ۰/۱۹۸ |
| ویتامین‌های گروه ب (۱۰۰ پی‌پی‌ام) | | |
| شاهد | ۲/۵۹d | ۳/۶۱d |
| آب مقطر | ۳/۸۱ab | ۳/۵۷b |
| اسید پانتوتنیک | ۳/۷۲abc | ۳/۱۹c |
| پیریدوکسین | ۳/۷۰abc | ۳/۸۰b |
| تیامین | ۳/۶۱bc | ۳/۱۱c |
| ریبوفلاوین | ۳/۹۴a | ۴/۲۳a |
| نیاسین | ۳/۵۴c | ۳/۱۱c |
| LSD5% | ۰/۲۶۱ | ۰/۳۰۳ |

جدول پیوست ۱۵- میانگین مربعات طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و وزن خشک گیاه‌چه تحت تأثیر فرسودگی بذر و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب

| منابع تغییر | درجه آزادی | طول ریشه‌چه | طول ساقه‌چه | وزن خشک گیاه‌چه |
|---|---|---|---|---|
| فرسودگی (F) | ۲ | ۷۰/۱۴** | ۲۳/۶۸** | ۰/۰۰۵** |
| ویتامین (V) | ۶ | ۷/۴۸** | ۱۵/۵۶** | ۰/۰۰۱۵** |
| (F×V) | ۱۲ | ۲/۷۱** | ۱۰/۵۷** | ۰/۰۰۰۷۲** |
| خطا | ۴۲ | ۰/۲۴۴ | ۰/۰۹۸ | ۰/۰۰۰۰۰۸۴ |
| ضریب تغییرات (درصد) | | ۵/۲۷ | ۷/۲۷ | ۷/۲۶ |

* و ** به‌ترتیب بیانگر معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشد

جدول پیوست ۱۶- مقایسه میانگین طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و وزن خشک گیاه‌چه تحت تأثیر فرسودگی و پیش‌تیمار ویتامین‌های گروه ب

| تیمارها | طول ریشه‌چه | طول ساقه‌چه | وزن خشک گیاه‌چه |
|---|---|---|---|
| | (سانتی‌متر) | | (گرم در بوته) |
| فرسودگی (ساعت) | | | |
| ۰ | ۱۰/۸۷a | ۴/۸۱a | ۰/۰۴۸a |
| ۵۰ | ۹/۵۰b | ۴/۶۸a | ۰/۰۴۳b |
| ۱۰۰ | ۷/۲۵c | ۳/۴۵b | ۰/۰۲۷c |
| LSD5% | ۰/۳۰۸ | ۰/۱۹۵ | ۰/۰۰۱۸ |
| ویتامین‌های گروه ب (۱۰۰ پی‌پی‌ام) | | | |
| شاهد | ۸/۰۴c | ۳/۴۳e | ۰/۰۳۲e |
| آب مقطر | ۹/۳۶b | ۴/۵۰b | ۰/۰۴۲c |
| اسید پانتوتنیک | ۸/۴۵c | ۴/۰۹cd | ۰/۰۳۷d |
| پیریدوکسین | ۹/۷۵b | ۴/۶۰b | ۰/۰۴۵b |
| تیامین | ۸/۴۸c | ۴/۰۳d | ۰/۰۳۷d |
| ریبوفلاوین | ۱۰/۵۷a | ۵/۱۶a | ۰/۰۴۸a |
| نیاسین | ۹/۷۹b | ۴/۳۸bc | ۰/۰۳۷d |
| LSD5% | ۰/۴۷۰ | ۰/۲۹۸ | ۰/۰۰۲۸ |

# منابع

## منابع


آقا براتی، ا. و مارالیان، ح. ۱۳۹۲. تأثیر فرسودگی بذربر برخی صفات فیزیولوژیکی نهال‌های ون (*Fraxinus excelsior*). نشریه اکوسیستم‌های طبیعی ایران. ۲(۴): ۱۳-۲۱.

اسکویی، ب.، مجیدی هروان، ا.، حمیدی، آ.، مرادی، ف. و مقدم، ع. ۱۳۹۳. بررسی اثر زمان پیری تسریع شده بر بنیه بذر اندازه و شکل‌های مختلف بذر ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴. نشریه علوم و تحقیقات بذر ایران. ۲(۱) :۴۵-۵۳.

اشرفی، ا. و رزمجو، خ. ۱۳۸۸. بررسی اثر هیدروپرایمینگ بر خصوصیات فیزیولوژیک و بیوشیمیایی گلرنگ تحت تنش خشکی. نشریه اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. ۱(۱) : ۳۴-۴۳.

اشرفی، ا. و رزمجو، خ. ۱۳۹۳. اثر هیدروپرایمینگ بذر و رژیم آبیاری بر عملکرد دانه، عملکرد زیستی، درصد روغن و پروتئین دانه ارقام مختلف گلرنگ. نشریه زراعت. ۲۷(۱۰۳) : ۶۱-۶۸.

ایزدی، ز.، احمدوند، گ.، اثنی عشری، م. و پیری، خ. ۱۳۸۹. تأثیر نیتروژن و تراکم کاشت روی برخی ویژگی‌های رشد، عملکرد و میزان اسانس در نعناع فلفلی. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۸(۵): ۸۲۴-۸۳۶.

تاجی، م.، راحمی کاریزکی، ع. و دانشمند خسروی، ک. ۱۳۹۳. اثر زوال بذر بر سبز شدن و خصوصیات مورفولوژیکی ارقام آفتابگردان. نشریه تحقیقاتی کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی. ۱(۴) : ۱۹-۳۰.

تمجیدی، ع. و شهریاری، ر. ۱۳۸۸. هیومات پتاسیم عاملی برای کاهش زوال بذر گندم. نشریه اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. ۱۰(۴) :۱۰۵۵-۱۰۷۰.

جوادی، ع.، اسفندیاری، ع.، پورمحمد، ع. و سیفی، ا. ۱۳۹۴. تأثیر تیامین بر کاهش خسارت ناشی از کلرید سدیم در طی جوانه‌زنی گندم. چهارمین کنفرانس ملی فیزیولوژی گیاهی ایران. ۱۱ شهریور. دانشگاه تربیت مدرس.

حجازی، ا. ۱۳۷۹. کلزا. انتشارات روزنه. ۲۱۲ صفحه.

حجازی، ا. ۱۳۹۱. فیزیولوژی بذر (ترجمه). انتشارات دانشگاه تهران. ۲۹۵ صفحه.

حسینی، ن.، منوچهری کلانتری، خ.، مظاهری، م. و احمدی موسوی، ع. ۱۳۸۷.اثر متیل ژاسمونات، اتیلن و برهمکنش آنها برجوانه‌زنی بذر و برخی پارامترهای بیوشیمیایی دانه فرسوده کلزا.(*Brassicanapus* L.). مجله زیست شناسی ایران. ۲۱(۲): ۲۰۶-۲۱۵.

حسینی خواه، ف.، پارسا، س.، توکل افشاری، ر. و اسماعیلی، ع. ۱۳۹۲. اثر اسید آسکوربیک و آلفا توکوفرول بر فرایند زوال بذر دو رقم کنجد. نشریه علوم و فناوری بذر ایران. ۲(۱) :۸۳-۱۰۰.

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 ایران. ۸ شهریور. دانشگاه زنجان.

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 ایران. ۸ شهریور. دانشگاه زنجان.

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(۴) : ۸۲۹-۸۳۸.

دادرسی، و. و ابوطالبیان، م. ۱۳۹۱. بررسی تأثیر پرایمینگ بذر بر روی صفات مورفولوژیکی، پروتئین دانه و کارایی مصرف آب دو هیبرید ذرت میان رس در شرایط مزرعه. نشریه زراعت. ۱۰۷ : ۸۲-۹۰.

دانشمندی، م.، توکل افشار، ر. و صدرآبادی حقیقی، ر. ۱۳۹۶. شناسایی ساختار شیمیایی و بیوشیمیایی بذر گیاه دارویی بالنگو شیرازی و بررسی تغییرات این صفات تحت شرایط پیری تسریع شده. نشریه علوم و فناوری بذر ایران. ۱(۶): ۲۳-۳۷.

ربانی چادگانی، ع. ۱۳۸۷. مبانی بیوشیمی. انتشارات و چاپ دانشگاه تهران. ۳۰۱ صفحه.

رحیمی، ا.، زیبایی، س. و دشتی، ح. ۱۳۹۱. تأثیر پرایمینگ بذر بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک رقم گلدشت گلرنگ در شرایط تنش شوری. مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. ۲(۳): ۲۸-۴۲.

رشیدی، س.، عباس دخت، ح.، غلامی، ا. و توکل افشاری، ر. ۱۳۹۶. اثر جیبرلین و سیتوکنین بر بهبود صفات جوانه‌زنی و بنیه بذر زوال یافته ذرت. فصل‌نامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۳۴(۹): ۷۹-۹۶.

رضایی زاده، ع. و زارعی سیاه بیدی، ا. ۱۳۹۴. دستور العمل فنی کاشت، داشت و برداشت کلزا در استان کرمانشاه. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه.

سیادت، ع.، شرقی زاده، م. و موسوی، ا. ۱۳۹۰. اثر هورمون پرایمینگ بر کاهش فرسودگی بذر ذرت. فصل‌نامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۱۰(۳): ۶۷-۸۳.

سیاوش مقدم، س.، رحیمی، ا.، نورحسینی، ع.، محمدی، ا. و محمدقاسمی، و. ۱۳۹۵. تأثیر پیش تیمار با اسید سالسیلیک بر ویژگی‌های گیاهچه و قابلیت جوانه‌زنی بذرهای پیر شده شنبلیله. نشریه تحقیقات بذر. ۲(۶) :۴۵-۵۴.

سید احمدی، ع. و عزیز احمدی، ف. ۱۳۸۲. دستور العمل کاشت، داشت و برداشت کلزا. سازمان جهاد کشاورزی خوزستان، مدیریت زراعت.

شعبانی،م.، قادری فر، ف.، صادقی پور، ح. و یامچی، ا. ۱۳۹۷. بررسیجوانهزنیوفعالیتآنتیاکسیدانتهای آنزیمیوغیرآنزیمیکلیدی دخیلدرزوالبذرنخود درطیانباردراریطبیعیوزوالمصنوعی. نشریه تولید گیاهان زراعی. ۱۱(۱): ۵۱-۷۱.

شهیدی، ا. و فروزان، ک. ۱۳۷۶. کلزا. انتشارات توسعه کشت دانه‌های روغنی. ۸۷ صفحه.

عبادی، ع.، پرمون، ق. و جهانبخش، س. ۱۳۹۵. تأثیر پیش‌تیمار بذر با نیترات پتاسیم بر شاخص‌های قدرت گیاهچه در بذرهای فرسوده مارتیغال. مجله پژوهش‌های گیاهی.۲۹(۳): ۵۵۳-۵۶۵.

عرب، ص.، برادران فیروزآبادی، م.، اصغری، ح.ر.، غلامی، ا. و رحیمی، م. ۱۳۹۵. اثر محلول پاشی اسید آسکوربیک و سدیم نیتروپروساید بر محتوای پروتئین، عملکرد دانه و برخی از صفات زراعی گلرنگ تحت تنش کم آبیاری. نشریه تولید گیاهان زراعی. ۹(۱): ۶۹-۸۷.

غریب عشقی، ا. و نعمتی، م. ۱۳۹۱. کاشت، داشت و برداشت کلزا. مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی استان زنجان.۲۷ صفحه.

غلامی تیله نبی، ح.، صالحی بالا شهری، م. و فرهادی، ر. ۱۳۸۸. تأثیر پرایمینگ و زوال بذر بر تغییرات خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه برنج. مجله علوم و تکنولوژی بذر. ۲(۱) :۱-۱۳.

قادری فر، ف.، سلطانی، ا. و صادقی پور، ح. ۱۳۹۲. تغییرات شیمیایی طی زوال بذرهای کدو تخم کاغذی: پراکسیداسیون لیپیدها و صدمات غشاء. مجله زیست شناسی گیاهی ایران. ۶(۲۰): ۹۶-۱۱۲.

قنبر زاده، ب. ۱۳۸۲.شیمی مواد غذایی. ناشر، آییژ. ۳۴۴ صفحه.

عجم نوروزی، ح.، صادق نژاد، 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(۶) : ۵۴-۶۲.

عیسوند، ح. و فرج الهی، ز. ۱۳۹۶. بررسی قابلیت انبارمانی و کیفیت فیزیولوژیک بذردو اکوتیپ گیاه مریم گلی با استفاده از آزمون پیری تسریع شده. نشریه پژوهش‌های تولیدات گیاهی. ۲۴(۲) : ۱۴۷-۱۵۱

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.

قاسمی گلعذانی، ک.، محمدیان، ر.، مقدم، ر. و صادقیان، ی. ۱۳۷۵. تأثیر فرسودگی بذر برجوانه‌زنی و رشد گیاهچه هفت توده اصلاحی چغندر تحت تنش شوری. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۳(۴): ۳۹-۴۳.

کدیور، ش.، قوامی، م.، قراچورلو، م و دلخوش، ب. ۱۳۸۹. ارزیابی شیمیایی روغن استخراج شده از ارقام مختلف دانه کلزا. نشریه علوم غذایی و تغذیه. ۷(۲) :۱۹-۲۹.

کوچکی، ع. و خواجه حسینی، م. ۱۳۸۷. زراعت نوین. انتشارات جهاد کشاورزی مشهد. ۵۵۰ صفحه.

لک، ش.، دانایی فر، ر. و شرفی زاده، م. ۱۳۹۱. بررسی اثر فرسودگی بذر و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرددانه گندم رقم چمران در شرایط آب و هوایی خوزستان. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۵(۷): ۷۷-۸۷.

محمدی، ه.، سلطانی، ا.، صادقی پور، ح.، زینلی، ا. و هزارجریبی، ر. ۱۳۸۷. تاثیر زوال بذر بر رشد رویشی و فلورسانس کلروفیل در سویا. نشریه علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۵(۵): ۱۱۲-۱۱۸.

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 زیست شناسی گیاهی. ۲(۶) : ۵۵-۷۰.

میرزا شاهی، ک.، سلیم چور، س.، دریاشناس، ع.، ملکوتی، ع. و رضایی، ح. ۱۳۷۹. تعیین مناسب مقدار و روش مصرف ازت در زراعت کلزا در صفی آباد. نشریه علمی و پژوهشی آب و خاک (ویژه کلزا). ۱۲(۱۲): ۷-۱۱.

میرعرب شاهی، ا. ۱۳۸۷. ویتامین‌ها چه فوایدی دارند. مجله دانشکده پیراپزشکی ارتش جمهوری اسلامی ایران. ۳(۲): ۱-۵.

منصوری، م.، شور، م.، تهرانی‌فر، ع. و سلاح ورزی، ی. ۱۳۹۳. بررسی تغییرات بیوشیمیایی ایجاد شده در اثر محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید و تیامین بر گل ژربرا رقم پینک الگانس.نشریه علوم باغبانی. ۲۹(۱) :۱۲۷-۱۳۳.

منصوری گندمانی، و. و امیدی، ح. ۱۳۹۵. اثر کیتوسان بر شاخص‌های مورفولوژیک و بیوشیمیایی گیاهچه‌های حاصل از بذور زوال یافته سویا. فصل‌نامه بوم‌شناسی گیاهان زراعی ۱۲(۲): ۱-۹.

مهاجری، ف.، رمرودی، م.، تقوایی، م. و گلوی، م. ۱۳۹۶. تأثیر پیری تسریع شده بر جوانه‌زنی و سایر مؤلفه‌های جوانه-زنی بذرهای حاصل از پرایمینگ گیاه مادری در ارقام لوبیا چیتی. نشریه علوم و فناوری بذر ایران. ۶(۱): ۱۰۱-۱۱۲.

نجفی، ق.، خماری، س. و جوادی، ا. ۱۳۹۴. پاسخ جوانه‌زنی بذرهای کلزا به‌تغییرات قدرت بذر و هیدروپرایمینگ. نشریه تحقیقات بذر. ۴(۵): ۵۴-۷۰.

نجفی، ق. ۱۳۹۳. مطالعه اثر قدرت بذر روی سودمندی پرایمینگ در ارتباط با قابلیت جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های ارقام مختلف کلزا. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی محقق اردبیلی. ۹۸ صفحه.

هاشمی، م. ۱۳۷۰. مواد معدنی و ویتامین‌ها در تغذیه حیوانات اهلی و انسان. انتشارات فرهنگ جامع. ۳۷۴ صفحه.

**Abdel-Aziz, N., Taha Lobna, G.S. and Ibrahim Soad, M.M. 2009.** Some studies on the effect of putrescine, ascorbic acid and thiamine on growth, flowering and some chemical constituents of Gladiolus plants at Nubaria. J. Appl. Sci. 2(2): 169-179.

**Abdolrahmani, B., Ghassemi- Golezani, K., Valizadeh, M. and Feizi Asl, V.2007.** Seed priming and seedling establishment of barley (*Hordium voulgare* L.). J. Food Agric. Environ. 5: 179-184.

**Aberg, B**. **1961.** Vitamins as growth factors in higher plants. In: Encyclopedia of plant physiol. 14: 418-449.

**Ahmadi, M. 2010.** Effect of zinc and nitrogen fertilizer rate on yield and yield components of oilseed rape (*Brassica napus* L.). Am-Euras. J. Agric. Environ. Sci. 7(3): 259-264.

**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 J. of Agric. 25: 7-13.

**AlHakimi, A.M.A. and Alghalibi, S. 2007**. Thiamin and salicylic acid as biological alternatives for controlling broad bean rot disease. Saudi J. of Biol. Sci. 14(2): 201-209.

**Alvardo, A.D. and Bradford, K.J. 1988.** Priming and storage tomato (*Lycopersicon Lycopersicum*) seeds. I. Effects of storage temperature on germination rate and viability. Seed Sci. and Technol. 16: 601-612.

**Amin, A., Rashad, E.M. and Gharib, A.E. 2008**. Changes in morphological, physiological and reproductive characters of wheat plants as affected by foliar application with salicylic acid and ascorbic acid. Aust. J. of Basic and Appl. Sci. 2(2): 252-261.

**Amin, R. and Khalil, S.K. 2005**. Effect of pre- and post-emergence herbicides and row spacing on canola. Sarhad J. Agric. 21: 165-170.

**Andoh, H. and Kobata, T. 2002.** Effect of seed hardening on the seedling emergence and alpha-amylase activity in the grains of wheat and rice sown in dry soil. Japan. J. Crop Sci. 71: 220-225.

**Antonopoulo, C., Dimassi, K., Therios, I., Chatzissavvidis, CH. and Tsirakoglou, V. 2005.** Inhibitory effects of riboflavin (vitamin B2) on the in vitro rooting and nutrient concentration of explants of peach rootstock GF 667 (*Prunus amygdalus* × *P. Persica*). Scientia Hortic.106: 268-272.

**Asgedom, H. and Becker, M. 2001.** Effects of seed priming with different nutrient solutions on germination, seedling growth and weed competitiveness of cereals in Eritrea, in Proc Deutscher Tropentag. University of Bonn and ATSAF, Margraf Publishers Press, Weickersheim. pp: 282.

**Asgedom, H. and Becker, M. 2001.** Effects of seed priming with different nutrient solutions on germination, seedling growth and weed competitiveness of cereals in eritrea, in proc. deutscher tropentag. university of bonn and ATSAF, Margraf Publishers Press, Weickersheim. 282p.

**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. Adv. Agro; 88: 223-271 .

**Ashraf, M. and Rauf, H. 2001**. Inducing salt tolerance in maize (*Zea mays* L.) through seed priming with chloride salte growth and ion transport at early growth stages .Acta Physiol. Plant.23:407-414.

**Ayub, M.A., Tanveer, K., Mahmud, A., Liand, M. and Azam, M. 1999.** Effects of nitrogen and phosphorus on fodder yield and quality of two sorghum cultivars. Pak. J. Biol. Sci. 2: 247-252.

**Azadi, M. S., Tabatabaei, S. A, Younesi, E., Rostami, M. R. and Mombeni, M. 2013**. Hormone priming improve germination charactritics and enzyme activrty of sorghum Seeds (Sorghum bicolor L.) under accelerated aging. Cercetari Agronomic in Moldova. 3(155): 49-56.

**Azizi, M., Soltani, A. and Khavari khorasani, S**. **2009**. Rapeseed (physiology, farming, breeding and biotechnology). University of Mashhad. Iran.

**Baalbaki, R., Zurayk, R., Bleik, M. and Talhouk, S. 1999.** Germination and seedling development of drought tolerant and susceptible wheat under moisture stress. Seed Sci. and Technol. 27: 291-302.

**Bailly, C., Benamar, A., Corbineau, F. and Come, D. 2000**. Antioxidant systems in sunflower (*Helianthus annuus* L.) seeds as affected by priming. Seed Sci. Res. 10: 35-42.

**Ban˜uelos, G.S., Bryla, D.R. and Cook, C.G. 2002**. Vegetative production of kenaf and canola under irrigation in central California. Ind. Crop Prod. 15: 237-245.

**Barakat, H. 2003.** Interactive effcts of salinity and certain vitamins on gens expression and cell division. Int. J.Agric. Biol. 5(3): 219-225.

**Basra, S.M.A., Ahmad, N., Khan, M.M., Iqbal, N. and Cheema, M.A. 2003**. Assessment of cottonseed deterioration during accelerated ageing. Seed Sci. Technol. 31: 373-409.

**Basra, S.M.A., Ashraf, M., Iqbal, N., Khaliq, A. and Ahmad, R. 2004.** Physilogical and biochemical aspect of pre-sowing heat stress on cotton seed. Seed Sci. and Technol. 32: 765-774.

**Bedour, A.A. and Eid, R.A. 2011.** Improving gladiolus growth, flower keeping quality by using some vitamins application. J. of American Sci. 7(3): 169-174.

**Behairy, R.T., El-Danasoury, M. and Craker L. 2012**. Impact of ascorbic acid on seed germination, seedling, growth, and enzyme activity of salt-stressed fenugreek. J. of Med. Active Plants. 1(3): 106-113.

**Bernal- Lugo, I and Leopld, A.C. 1992**. Changes in Soluble Carbohydrates during seed storage. Plant Physiol. 98: 1207-1210

**Benincasa, P., Pace, R., Quinet, M. and Lutts, S. 2013.** Effect of salinity and priming on seedling growth in rapeseed (*Brassica napus* var oleifera Del.). Acta Scientiarum. Agron. 35(4): 479-486.

**Blum, A., Mayer, J. and Gozland, G. 1982**. Infrared thermal sensing of plant canopies as a sereening technique for dehydration avoidance in wheat. Field Crops Res. 5: 137-146.

**Bobak, S. A., Parvis, N. K. and Ansari, W. M. 2015**. An assessment of the effects of seed ageing application of phytohormone and kno on aged corn seeds. African J. of Agron. 3: 235-243.

**Bradford, K. J. 1995**. Water relations in seed germination. In :Seed Development and Germination. J. Kigel and G. Galili (Eds). pp. 351-396. Marcel dekkerinc. New York.

**Boubakri, H., Poutaraud, A., Wahab, M. A. and Clayeux, C. 2013.** Thiamine modulates metabolism of the phenylpropanoid pathway leading to enhanced resistance to Plasmopara viticola in grapevine. BMC Plant Biol. 26: 13-31.

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

**Butler, L.H. and Hay, F.R. 2009.** Priming and re-drying improve the survival of mature seeds of Digitalis purpurea during storage. Ann. Bot. 103: 1261-70.

**Cakmak, I. 2002.** Plant nutrition research: Priorities to meet human needs for food in sustainable ways. Plant Soil. pp.3-24.

**Cakmak, I. 2005.** K alleviates detrimental effects of abiotic stresses in plants. J. Plant Nutr. 168: 521-530.

**Casenave., E.C. and Toselli, M. E. 2007.** Hydropriming as a pre-treatment for cotton germination under thermal and water stress conditions. Seed Sci. Technol. 35: 88-98.

**Chitra Devi, L., Kant, K., and Dadlani, m. 2003**. Effect of size grading and ageing onsinapine leakage in the seed of mustard (*Brassica juncea* L.). Seed Sci.Technol. 31: 505-509.

**Coons, M., Kuehl, R.O. and Simons N.R. 2010**. Tolerance of ten lettuce cultivars to high temperature combined with NaCl during germination. J. Am. Soc. Hort. Sci. 113: 1004-1006.

**Copeland, L.D. and McDonald, M.B. 2001**. Seed vigor and vigor tests.Pp. 121-144.In: Copeland LO and McDonald MB (eds.). Principles of Seed Sci and Technol. 4th ed. Kluwer Academic Publishing Group.

**Cruz-Garcia, F,. Gonzalez-Hernandez, V.A., Molina-Moreno, J. and Vazquez-Ramos, J.M. 1995**. Seed deterioration and respiration as related to DNA metabolism in germinating maize. Seed Sci. Technol. 23: 477-486.

**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 Jof Supercritical Fluids. 68:45-51.

**Dat, J.F., Foyer, C.R. and Scott, I.M. 1998**. Parallel changes in H2O2 and catalase during thermo tolerance induced by salicylic acid or heat acclimation in mustard seedlings. Plant physiol. 116: 1351-1357.

**De Figueiredeo, E., Albuquerque, M.C. and Carvalho, N.M. 2003**. Effect of the type of environmental stress on the emergence of sunflowers (*Helianthus annua* L.), soybean (*Glycine max* L.) and maize (*Zeamays* L.) seed with different levels of vigor. Seed Sci. and Technol. 31: 531-540.

**Delouche J.C., and Baskin C.C. 1973**. Accelerated ageing techniques for predicting the storability of seed lots. Seed Sci. Technol. 1: 427-452.

**Demir Kaya, M., Okçu, Gamze.,Atak, M., Çikili, Y. and Kolsarici, Ö .2006**. Seed treatment to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus*L.). Europ. J. Agron. 24: 291-295.

**Dolat-Abadian, A.S., Modaress-Sanani, A. and. Sharifi, M**. **2010**. Effects of water stress and foliar ascorbic acid on antioxidant enzyme activities and some biochemical changes in the leaves corn (*Zea maize* L.). J. of Bio. 22(3): 407-421.

**Eisvand, H.R., Shahrosv, S., Zahedi, B., Heidari, S. and Afroughe, Sh. 2011**. Effects of hydropriming and hormonal priming by gibberellin and salicylic acid on seed and seedling quality of carrot (*Daucus carota*var. sativus). J. Plant Physiol. 1: 233-239.

**El-Bassiouny, H.M.S., Gobarah, M.E. and Ramadan, A.A. 2005**. Effect of antioxidants on growth, yield, savism causative agents in seeds of *vicia faba* L. plants grown under reclaimed sandy soils. J. Agric. Pak. 7(4): 653-659.

**El-Fawakhry, F.M. and El-Tayeb, H.F. 2003**. Effect of some amino acids and vitamins on Chrysanthemum production. Alexandria J. of Agric. Res. 8(4): 755-766.

**Ellis, R.H. and Roberts, E.H. 1981**. The quantification of aging and survival in orthodox seeds. Seed Sci. Technol. 9: 373-409.

**Eradatmand Asli, D. and Houshmandfar, A. 2001**. Seed germination and early seedling growth of corn as affected by different seed pyridoxine-priming duration. Adv. in Environ. Biol. 5(5): 1014-1018.

**Fardet, A., Rock, E. and Christian, R. 2008**. 15th in vitro antioxidant potential of whole grain cereals and cereal produces well reflected in vivo. J. Cereal Sci. 48: 258-276.

**Farhoudi, R., Sharifzadeh, F., Poustini, K., Makkizadeh, M.T. and Kochak Por, M. 2007**. The effects of NaCl priming on salt tolerance in canola (*Brassica napus*) seedlings grown under saline conditions. Seed Sci. and Technol. 35(3): 754-759.

**Farooq, M., Basra, S.M.A., Wahid, A. and Khan, M.B. 2006**. Rice seed invigoration by hormonal and vitamin priming. Seed Sci. Technol. 34: 775-780.

**Farooq, M., Basra, S.M.A., Warraich, E.A. and Khaliq, A. 2006.** Optimization of hydro priming techniques for rice seed invigoration. Seed Sci. and Technol. 34: 529-534.

**Forcella, F., Benech, R.L., Arnold, Sanchez, R. and Ghersa, C.M. 2000**. Modeling seedling emergence. Field. Crop. Res. 67: 123-139.

**Foti, S., Cosentiono, S.L., Patane, C. and Ageosta, D. 2002**. Effect of osmoconditioning upon seed germination of sorghum moench under low temperature. Seed Sci. and Technol. 30: 521-531.

**Foyer, C.H., Leadis, M. and Kunert, K.J. 1994**. Photo oxidative stress in plants. Plant Physiol. 92: 696-717.

**Fu, J.R., Lu, X.H., Chen, R.Z., Zhang, B.Z., Liu, Z.S., Li, Z.S. and Cai, D.Y. 1133**. Osmoconditioning of peanut (*Arachis hypogaea* L.) seeds with PEG to improve vigour and some biochemical activities. Seed Sci. and Technol. 14: 116-212.

**Gardner, F. 2007.** Crops physiology. Jahad Daneshgehi press of mashhad. 300 p.

**Gibon,Y., Sulpice, R. and Larher,F. 2000.** Prolineaccumulation in canola leaf disc sublected to osmotic telated to stress is the loss of chlorophylls and to the decrease of mitochondrial activity. Plant Physiol. 11: 469-476.

**Ghassemi-Golezani K., Bakhshy, J., Raey, Y. and Hossinzadeh-Mahootchy, A. 2010**. Seed vigor afield performance of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) Cultivars. Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj. 3: 146-150.

**Ghassemi-Golezani, K., Hosseinzadeh-Mahootchy, A., Zehtab-Salmasi, S. and Tourchi, M.2012** .Improving field performance of aged chickpea seeds by hydro-priming under water stress. Int. J.Plant, Anim. Environ. Sci. 2: 168-176.

**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. J. Food Agric. Environ. 6: 222- 226.

**Goel, A., Goel, A.K. and Sheoran, I.S. 2003** .Changes in oxidative stress enzymes duringartificial ageing in cotton (*Gossypiumhirsutum* L.) seeds. Plant Physiol, 160:1093-1100.

**Gofman, F. and Mollers, C. 2000** .Changes in tochopherol and plastochermonal-8 contents in seeds and oil seed rapa during storage as influenced by temperature and oxygen. J. Agric. Food Chem. 48: 1605-1609.

**Grewal, H.S., Graham, R.D. and Stangoulis, J. 1998**. Zinc-boron interaction effect in oilseed rape. J. Plant Nutr. 21: 2231-2243.

**Grilli, I., Bacci, E., Lombardi, T., Spano, C. and Floris, C**. **1995**. Natural Aging: Poly (A) polymerase ingermination embryos of *Triticum* durum wheat. Ann. Bot. 76: 15–21.

**Hathout, T.A. 1995.** Diverse effect of uniconazole and nicotinamid on germination growth endogenous hormones and some enzymatic activity of peas. Egypt J. Physiol. Sci. 19: 77-95.

**Hamada, A.M. and AL-Hakimi**, **A.M. 2009**. Exogenous ascorbic acid or thiamine increases the resistance of sunflower and maize plants to salt stress. Biomedical and Life Sci. 57: 335-347.

**Hamidi, A., Rud,i D., Asgari, V. and Hajilui, S. 2009**. Study on applicability of controlled deterioration vigour test for evaluation of seed vigour and field performance of three oil-seed rape (*Brassica napus* L.) cultivars. J. of Plant and Seed. 24: 677-706.

**Hampton, J.G**. **2003**. Methods of viability and vigour testing: a critical and appraisal. In: A.S. Basra, (Ed.). Seed Quality, Basic Mechanisms and Agricultural Implications. CBS Publishers and Distributers, New Delhi, India. p. 81-118.

**Hampton, J.G. and Tekrony, D.M. 1995**. Handbook of Vigour Test Methods (3rd Ed.). International Seed Testing Association (ISTA). Zurich, Switzerland .117p.

**Harris, D. 2006**. Development and testing of on-farm seed priming. Adv. Agron. 90:129–138.

**Harris, D., Raghuwanshi, B.S., Gangwar, J.S., Singh, S.C. and Hollington, P.A. 1999**. Participatory evaluation by farmers of on-farm seed priming in wheat in India, Nepal and Pakistan. Exp. Agro. 37(3):403–415.

**Harris, D., Rashid, A., Hollington, P.A., Jasi, L. and Riches, C. 2002**. Prospects of improving maize yields with 'onfarm'seed priming. In: Rajbhandari, N.P., Ransom, J.K.,Adikhari, K., Palme, R.A.F.E. (Eds.), Sustainable Maize Production Systems for Nepal: Proceedings of aMaize Symposium held, Kathmandu, Nepal, December 3–5, 2001. NARC and CIMMYT. pp. 180–185.

**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. Agric. Sys. 69: 151-164.

**Hellubust J.A., and Caraigie J.S. 1978.** Handbook of physiological methods. Physiological and biochemical methods. Cambridge University Press.

**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 J. of Appl. Sci. 3(1):113-123.

**Heydecker, W. 1977**. Stress and seed germination: an agronomic view. In: A. Khan (Ed.). The Physiology and Biochemistry of Seed Dormancy and Germination. Elsevier/North Holland and Biomedical Press, Amsterdam. p. 237-282.

**Hiscox, J.D. and Israelstam, G.F. 1978**. A method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration. Can. J. Bot. 57: 1332-1334.

**Holaday, A.S., Ritchie, S.W. and Neguyen, H.T. 1992**. Effect of water deficit on gasexchange parameters and ribulose 1,5-bisphosphate carboxylase activation in wheat.Environ. Exp. Bot. 32: 403-409.

**Howltt, A.C. and Pogson, B.J. 2006.** Carotenoid accumulation and function in seeds and nongreen tissues. Plant, cell and Environ. 29: 435-445.

**Hormanes, N., Foyer, C.H., Potters, G. and Asard, H. 2000**. Ascorbate function and associated transport system in plants. *Plant* Physiol and Biol.38: 531-540.

**Hussain, M., Farooq, M., Basra, S.M.A. and Ahmad, N. 2006**. Influence of seed priming techniques on the seedling establishment, yield and quality of hybrid sunflower. Int. J. Agric. Biol. 8: 14-18.

**Iqbal, N,. Basra, S.M.A. and Rehman, Kh. 2002**. Evaluation of vigour and oil quality in cottonseed during accelerated ageing. Int. J. Agric. Biol. 4: 318-322.

**Jacobson, S.E. and Bach, A.P. 1998**. The influence of temperature on seed germination rate in quinoa. Seed Sci. and Technol. 26: 515-523.

**Jeller, H., Perez, S.C.J.G.A. and Raizer, J. 2013**. Water uptake, priming, drying and storage effects in Cassia excels schard seeds. Brazil. J. of Biol. 63:61-68.

**Jisha, K.C., Vijayakumari, K. and Puthur, T. 2013**. "Seed priming for abiotic stress tolerance: an overview." Acta Physiologiae Plantarum. 35(5): 1381-1396.

**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). Amer. J. Bot. 94: 819-826.

**Kapoor, N., Mohd. A.A., Siddiqui, A., Kumar, H. and Amir, A. 2011.** Physiological and biochemical changes during Seed deterioration in gged seeds of Rice (*Oryza sativa* L.). American J. Plant Physiol. 6: 28-35.

**Kaur, S., Gupta. A.K. and Kaur, N. 2000**. Seed priming increase crop yield possibly by modulating enzymes ofsucrose metabolism in chickpea. J Agron. Crop Sci. 191: 81-87.

**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. Inter Chickpea and Pigeonpea Newsletter. 10: 18-20.

**Khan, N.A., Khan, T., Hayat, S. and Khan, M. 1996.** Pyridoxine improves growth, nitrate reductase and carbonic anhydrase activity in wheat. Sci. Cult. 62: 160-161.

**Khan, A., Khalili, S.K., Khan, A.Z., Marwat, K.B. and Afzal, A. 2008.** The role of seed priming in semi-arid area for mung bean phenology and yield. Pak. J. Bot. 40(6): 2471-2480.

**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 J. plant physiol. 6(3): 300-305.

**Khan, M.B., Gurchani, M.A., Hussain, M., Freed, S. and Mahmood, K**. **2011**. Wheat seed enhancement by vitamin and hormonal priming. Pak. J. Bot. 43(3): 1495-1499.

**Kibinza, A., Bazin, J., Bailly, C., Farrant, J.M., and Corbineau, F. 2011**. Catalase is a key enzyme in seed recovery from ageing during priming. Plant Sci. 181: 309-315.

**Kibinza, S., Vinel, D., Come, D., Bailly, C. and Corbineau, F. 2006**. Sunflower seeddeterioration as related to moisture contentduring ageing, energy metabolism and activeoxygen species scavenging. PlantPhysiol. 128: 496-506.

**Krishnan, P., Nagarajan, S. and Moharir, A.V. 2003.** Thermodynamic characterization of seed deterioration during storage under accelerated aging conditions. J.Bio. Eng. 89: 425-433.

**Kodandaramaiah, J. and Gopala Rao, P. 1984**. Photosynthesis by isolated chloroplasts of cluster beans Taub. As influenced by B-vitamins. Indian J. plant physiol. 27: 166-71.

**Koehler, K.H., Voigt, B., Spittler, H. and Schelenz, M. 1116**. Biochemical events after priming and priming of seeds In: Ellis, R.H., Black, M.A., Murdoch, J. and Hong, T. D. (eds.), Basic and Applied Aspects of seed Biology, Proceeding of 3th International Workshop on Seeds Reading. pp: 331–334.

**Liang, Y. Chen, Q. Liu, W. Zhang, and R. Ding. 2003**. Exogenous silicone (Si) increases antioxidant enzyme activity and reduces lipid per oxidation in roots or salt stressed barley (*Hordeum Vulgare L.*). J. of Plant Physiol. 99:872-878.

**Licitra, G., T. Hernandez, and P. Van Soest. 1996**. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. Animal Feed Sci. and Technol. 57: 347-358.

**Lone, N.A., Khan, N.A., Hayat, S., Azam, Z.M. and Samiullah, N. 1999**. Evaluation of effect of some B-vitamins on root development of mustard. Ann. Appl. Biol. 134: 30-37.

**Mahgoub, H.M., Abdel-Aziz, G.N. and Mazhar, M.A. 2011**. Response of *Dahlia pinnata* L. plant to foliar spray with putrescine and thiamine on growth, flowering and photosynthetic pigments. AmericanEurasian J. of Agric. and Environ. Sci. 10(5): 769-775.

**Marshal, A.H. and Lewis, D.N. 2004**. Influnence of seed storage conditions on seedling emergence, seedling growth and dry matter production of temperate forage grasses. Seed Sci. Technol. 32: 493- 501.

**Mc Donald, M.B. and Nelson, C.J. 1986**. Physiology of Seed Deterioration. Crop Sci. Society of America, Madison, WI.

**McDonald, M.B. 1999**. Seed deterioration: physiology, repair and assessment. Seed Sci. Technol. 27: 177–237.

**Macdonald, C.M., Floyd, C.D. and Waniska, R.D. 2004.** Effect of accelerated aging on mazie,Sorghun and sorghum. J. of Cereal Sci. 39:301-351.

**Miguel, A., Rosales, Z., Juan, M., Ruiz, A., Hernandez, J., Soriano, T., Castilla, N. and Romero, L. 2006**. Antioxidant content and as ascorbate metabolism in cherry tomato exocarp in relation to temperature and solar radiation. J. of the Sci. of Food and Agric.86: 1545-1551.

**Mohamadi, H., Soltani, A., Sadeghipor, H. and Zeinali, A. 2007**. Effect of seed deterioration on vegetative growth and chlorophyll fluorescence in soybean (*Glycinemax*). Gorgan J. of Agri. Sci. and Natural Resources. 15 (5): 30-38.

**Mohammadi, L. and Shekari, F. 2015**. Examination the effects of hydro_priming and priming by salicylic acid on lentil aged seeds.International J of Agric and Crop Sci. 3: 420- 426.

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

**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 J. of Agric. Sci.3(3): 301-305.

**Neto, N.B.M., Custodio, C.C. and Takaki, M. 2001.** Evaluation of naturally and artificially aged seed of *phaseolus vulgaris* L. seed Sci. Technol., 29: 137-149.

**Nezami, A., khazaei, H.R., mirhashemi, S.M. and Hasanzade aval, F. 2014.** The effect of seed priming on germination and seedling growth of maize. J. seed sci. technol. 2 (1): 45-39.

**Omami, E.N**. **2005**.Salt tolerance of Amaranth as affected by seed priming. University of Pretoria. Etd.

**Ottenhoff, H.H., Ashurst, J.L., Whitney, H.M., Saldanha, S.A., Schmitzberger, F., Gweon, H.S., Blundell, T.L., Abell, C. and Smith, A.G. 2004**. Organisation of the pantothenate (vitamin B5) biosynthesis pathway in higher plants. J. Plant Physiol. 37: 61-72.

**Ouled Belgacem, A., Neffati, M., Papanaatasis, V.P. and Chaieb, M. 2006**. Effects of seed age and seedling depth on growth of stipa lagascae R. & Schseedlings. J. Arid environ. 65: 682-687.

**Parera, C.A. and Cantliffe, D.J. 1994**. Presowing seed priming. J. Hort. Rev. 16: 119-141.

**Parmoon, Gh., Ebadi, A., Jahanbakhsh Godahkahriz, S. and Davari, M. 2014.** Effect of seed priming by salicylic acid on the physiological and biochemical traits of aging milk thistle (*Silybum marianum*) seeds. Electrical J. of Crop Prod. 7(4): 223-234.

**Pirasteh-Anosheh, H. and Hamidi, R. 2013**. Does seed chemical priming improve germination and early growth of oil rapeseed? Inter J. Agron. Plant Product. 4(4): 805-808.

**Posmyk, M. M. and Janas, K. M. 2007**. Effects of seed hydropriming in presence of exogenous proline on chilling injury limitation in *Vigna radiata* L. seedlings. Acta Physiol Plantarum. 25:326-328.

**Priestley, D.A. 1986.** Seed ageing. Cornell University Press, Ithava, New York.

**Rajjou, L. and Debeaujon, I. 2008**. Seed longevity: survival and maintenance of high germination ability of dry seeds. Comptes Rendus Biologies. 331: 796-805.

**Ram, C. and Weisner, L.E. 1988**. Effect of artificial aging on physiological and biochemical parameters of seed quality in wheat. Seed Sci. Technol. 16: 579-587.

**Raman, S.B. and Rathinasabapathi, B. 2004**. Pantothenate synthesis in plants. Plant Sci. 167:961-968.

**Rashid, A., Hollington, P.A., Harris, D., Khan, P., Hollington, P. A., Harris, D. and Khan, P. 2006**. On-farm seed priming for barley on normal, saline and saline–sodic soils in North West Frontier Province,Pakistan. Europ. J. Agro. 24: 276–281.

**Rathke, G., Christen, W.O. and Diepenbrock, W. 2005**. Effect of nitrogen source and rate on productivity and quality of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) grown in different crop rotation. Field Crops Res. 94(3): 103-113.

**Rehman, S., Harris, P.J.C. and Bourne, W.F. 1999**. Effect of artificial ageing on the germination, ion leakage and salinity tolerance of Acacia tortilis and A. coriacea seeds. Seed Sci. Technol. 27: 141–149.

**Robinson, F.A. 1973.** Vitamins Phytochemistry. In lawrence P. Miller (ED) Van Nostrand Rinhold Comp. NewYork. 3: 195-198.

**Roozrokh, M. and Ghasemi Golezani, K. 1999.** The effect of seed deterioration on emergence and yield of five cultivar of rapeseed in Ahvaz climate conditions. Master Thesis Agriculture and Natural Resources University of Ahvaz. 258 p.

**Rowse, H.R., Mckee, J.M.T. and Finch-Savage, W.E. 2001**. Memberance priming: a method for small samples of high value seeds. Seed Sci. Technol. 29: 587-597.

**Roy, N.K. and Srivastava, A.K. 2000**. Adverse effect of salt stress conditions on chlorophyll content in wheat(*Triticum aestivum* L.) leaves and its amelioration through presoaking treatments. Indian J. Agric.Sci. 70: 777-778.

**Sadak, M.S.H., Rady, M.M., Badr, N.M. and Gaballah, M.S. 2010**. Increasing sunflower salt tolernce using nicotinaamide and vitamine E . Int. J. Acad. Res. 2(4): 263-270.

**Sadeghian, S.Y. and Yavari, N. 2004**. Effect of water-deficit stress on germination and early seedling growth in sugarbeet., J. Agro. Crop Sci. 190: 138–144.

**Saha R., Mandal, A.K. and Basu, R.N. 1990.** Physiology of seed invigoration treatments in soybean (*Glycine max* L.). Seed Sci. Technol. 18: 269-276.

**Samiullah Ansari, S.A. and Afridi, M.M.R.K. 1988**. B-vitamins in relation to crop productivity. Indian Rev. Life Sci. 8: 51-74.

**Sattler, S.E., Gilliland, l.U., Magllanes-Lunback, M., Polard, M. and Dellapenna, D. 2005**. Vitamin E is essential for seed longevity and for preventing lipid proxidation during germination. Plant Cell. 16: 1419-1432.

**Salehzade, H., Izadkhah Shishvan, M. and Chiyasi, M**. **2009**. Effect of seed priming on germination and seedlinggrowth of wheat (*Triticum aestivum* L.). J. of Biol. Sci. 4(5): 629-631.

**Sanchez, F.J., Manzanares, M., De Andres, E.F., Tenorio, J.L. and Ayerbe, L. 1998**. Turgor maintenance, osmotic adjustment and soluble suger and proline accumulation in 49 pea cultivars in response to water stress. Field crop Res. 59: 225-235.

**Scherer, H.W. 2001**. Sulphure in crop production. Euro. J. of Agron. 14: 81-111.

**Seefeldt, S.S., Kidwell, K.K. and Waller, J.E. 2002**. Base growth temperatures, germination rates and growth response of contemporary spring wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars from the US Pacific Northwest. Field Crops Res. 75:4752.

**Shane, M.W. and Lambers, H. 2005**. Cluster roots: A curiosity in context. Plant Soil. 274: 101-125.

**Sharma, D.N., Khadar, V.K., Sharma, R.A. and Singh, D. 1991**. Effect of different doses and sources of sulphur on the quality and yield of mustard (*Brassica juncea* L.). J. of Indian Society of Soil Sci. 39: 197-200.

**Sharma, H.C. 2002.** More potash is needed for high yield and quality of oil seeds crops in India. Indian J. Agric. Sci. 60: 205-210.

**Shshhat, I.M.A., Gazal, G.M. and Mohamed, G.S. 2014**. Effect of ascorbic acid and niacin on protein, oil fatty acids and antibacterial activity of *Lupinus termis* seeds. Inter. J. of Pharmacognosy and Phytochem. 6(4): 866-873.

**Singh, B.G. 1995**. Effect of hydration-dehydration seed treatments on vigor and yield of sunflower. Indian J. Plant Physiol. 38: 66–68.

**Singh, B.G. and Rao, G. 1993**. Effect of chemicals oaking of sunflower seed on vigor index.Indian J.Agric. Sci. 63: 232-233.

**Smith, P.T. and Mito, B.G. 1998**. Accelerated germination of pepper seed by priming with salt solutions and water. J. of HortScience. 24: 416-411.

**Soltani, A. and S. Galeshi. 2002**. Importance of rapid canopy closure for wheatproduction in atemperate sub-humid environment: experimentation and simulation. Field Crops Res. 77:17-30.

**Soltani, A., Robertson, M.J., Torabi, B., Yousefi-Daz, M. and Sarparast, R. 2006**. Modeling seedling emergence in chickpea as influenced by temperature and sowing depth. Agric. For. Meteorol. 138: 156-167.

**Soltani,Y., Saffari, V.R., Maghsoudi moud, A.A. and Mehrabani, M. 2012.** Effect of foliar application of alfa-tocopherol and pyridoxine on vegetative growth, flowering and some biochemical constituents of plant, Afri. J. of Biotech. 11(56): 11931-11935.

**Still, D.W. and Bradford, K.J. 1997**. Endo-B-maneganase activity from individual tomato endosperm caps and radicale tips in relation to germination rate. Plant physiol. 113: 21-29.

**Styer, R.C. and Cantliffe. D.J. 1983**. Evidence of repair processes in onion seed during storage at high seed moisture contents., J. Exp. Bot. 34: 277-282.

**Subedi, K.D. and Ma, B.L. 2005.** Seed priming does not improve corn Yield in a humid temperate environ. Agron. J. 97: 211-218.

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

**Tbatabaei, F.S., Gharine, M.H., Fathi, G.A. and Sayadat, S.A.A. 2014.** Effect of osmo and hydro priming on germination, seedling establishment and Wheat cultivars grain yield in the weather of Khuzestan. J. of seed Sci. and Technol. 3(5): 312-329.

**TeKrony, D.M. and Egli, D.B**. **1991**. Relationship of seed vigor to crop yield: A Review. Crop Sci.31:816-822.

**Tekrony, D.M., and Egli, D.B. 1997**. Accumulation of seed vigour during development and maturation. Basic and Applied Aspects of Seed Biology roceeding of the fifth international workshop on seeds held at reading, UK-on 10-15 september. 369-384 .

**Tilebeni, G.H. and Golpayegani, A. 2011**. Effect of seed ageing on physiological and biochemical changes in rice seed (*Oryza sativa* L.). Inter. J. of Agric. Sci. 1(3): 138-143.

**Titiz, O., Tambaasco-Studart, M., Warzych, E., Apel K.I., Amrhein, N., Laloi, C. AndFitzpatrick, T.B. 2006.** PDXI is essential for vitamin B6 biosynthesis, development and stress tolerance in Arabidopsis. The Plant J. 48: 933-946.

**Torres, R. M., Vieira, R. D. and Panobic, M. 2004**. Accelerated aging and seedling field emergence in soybean. Agric Research. 61: 476-480.

**Toselli, M.E. and Casenave, E.C. 2003**. Water content and the effectiveness of hydro and osmotic priming of cotton seeds. Seed Sci. and Technol. 31: 727-735.

**Tripathi, B.N., Mehta, S.K., Amer, a. and Gaur, J.P. 2006**. Oxidative stress in scendemus sp. During short- and long-term exposure to Cu and Zn. Chemosphere. 62: 538-544.

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

**Vermorel, M., Heaney, R.K. and Fenwick, G.R. 1986.** Nutritive value of rapeseed: Effect of individual glucosinolates. J. Sci. Food Agric. 37: 1197-1202.

**Ward, F.A. and Powell, A.A. 1983**. Evidence for repair processes in onion seeds during storage at high moisture contents. J. f Exp. Bot. 34: 277-282.

**Walters, C., Ballesteros, D. and Vertucci, V. A.** 2010. Structural mechanics of seed deterioration: Standing the test of time. Plant Sci, 179: 565–573.

**Wood, G.A. Welsh, J.P., Godwin, R.J. 2003.** Realtime measures of canopy size as basis for spatially varying nitrogen applications to winter wheat sown at different seed rates. Biosyst. Eng. 84: 513-531.

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

**Yassen, B.T., Mamari, A.L. 1995**. Further evaluation of the resistance of black barley to water stress. J. Agron. 174: 19-25

**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 antioxidantive activities during storage. Sci. entailsHortic. 107: 385-388.

**Youssef, A.A. and Talaat, I.M**. **2003**. Physiological response of rosemary plants to some vitamins. Egypt Pharm. J. 1: 81-93.

**Zhan, J., Li, W., He, H.Y., Li, C.Z. and He, L.F. 2014**. Mitochondrial alterations during Alinduced PCD in peanut root tips. Plant Physiol. and Biochem. 75: 105-113

**Abstract**

Seed vigor decreases depending on temperature and moisture during ripening, harvesting, inappropriate storage and transportation. This results in decrease germination precenting, seedling growth, increased sensitive to enviromental stress and ultimately reduced yield. Studis have been conducted today with vitamin pre-treatment to reduce effects of seed deterioration. Almost all the essential plant processes are dependent on B vitamins such as cell devision, water and nutrient uptake, photosynthesis and organic matter biosynthesis. For this purpose, an experiment has been designed to study effect of seed pre-treatment with B vitamins on growth and yield of rapseed under seed deterioration conditions of shahrood university of technology in 1396. Experimental treatments including 3 levels of seed deterioration (0, 50 and 100 hours and temperature of 40 ºc) and 7 levels of seed pre-treatment with B vitamins (100 ppm and 8 hours) as a factorial based on randomized complete block with 3 replications. Seeds were also evaluated in the laboratory for germination related traits including germination percentage, germination rate and seedling vigor as a factorial completely random design at germinator and temperature of 20 ºc and treatments were similar to field treatments. According to the results of seed deterioration caused a decrease dry weight bush, length and diameter stem, number of the pod in the bush, number of seed pre pod, seed yield, total chlorophyll and carotenoid leaves, grain protein and oil percentage and all laboratory traits including germination percentage, germination rate and seedling vigor. Also Riboflavin pre-treatment increased length stem and grain protein percentage. Pantothenic acid pre-treatment causes an increase of pod in the bush, plasma membrane stability and yield. Also thiamine pre-treatment had the highest leaf chlorophyll content and all vitamins pre-treatment increased grain oil content. Laboratory section Riboflavin pre-treatment had the highest germination precentage and seedling vigor and pretreatment Pantothenic acid had the highest germination rate.

Keyword: pantothenic acid, seed vigor, deterioration

**Shahrood University of Technology**

M.Sc. Thesis in Agronomy

# Effect of seed pre-treatment with B vitamins group on growth and yield of rapeseed under seed deterioration conditions

By: Saeid Moayeri

Supervisor:
Dr. M. Baradaran Firoz abadi

Advisor:
Dr. M. Gholipoor
Dr. M. Heydari

AUGUST 2019