فصلنامه (علمی)

زیست شناسی تکوینی

سال شانزدهم، شماره ۱، زمستان ۱۴۰۲ ص. ۲۶-۱۱

مقاله پژوهشی

بررسی اثر پیش تیمار ویتامین ث و هیدروکینون بر ویژگی‌های تکوینی و فیتوشیمیایی گیاهچه‌های حاصل از بذرهای پیر کلزا

حورا نقی شریفی[۱]، مریم کلاهی[۲*]، محمد جواهریان[۱]، بهروز زرگر[۱]

[۱] گروه شیمی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

[۲] گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

[*] (نویسنده مسئول مکاتبات): m.kolahi@scu.ac.ir

تاریخ دریافت: مهر ۱۴۰۱ تاریخ پذیرش: مرداد ۱۴۰۲

https://doi.org/10.30495/jdb.2023.1969359.1334

چکیده

کلزا با نام علمی *Brassica napus* L. به دلیل محتوی بالای روغن در دانه، یک سوم کل روغن‌های خوراکی در سراسر جهان را تولید می‌کند که در بهبود نیازهای غذایی جوامع نقش مهمی دارد. آزمون پیری تسریع شده یکی از مهم‌ترین آزمون‌های استفاده شده برای ارزیابی زنده مانی و پتانسیل فیزیولوژیکی بذرها و تهیه اطلاعاتی از درجه سازگاری آن‌ها می‌باشد. شرایط نامناسب محیطی و همچنین شرایط انبارداری بذر می‌تواند زمینه ساز وقوع تنش اکسیداتیو در بذرها و سایر بافت‌های گیاهی گردد. در این پژوهش اثر بهبودی پیش تیمار ویتامین ث و هیدروکینون بر بذر کلزای تحت پیری تسریع شده و ویژگی‌های تکوینی و فیتوشیمیایی گیاهچه‌های حاصل از بذرهای پیر کلزا شامل صفات ریخت شناسی، شاخص‌های جوانه زنی و تغییرات فیتوشیمیایی مورد بررسی قرار گرفت. پیش تیمار بذر با ترکیبات آنتی اکسیدان موجب کاهش خسارت ناشی از زوال، بهبود کیفیت بذر و گیاهچه‌های کلزا و نیز تغییر در ترکیبات فیتوشیمیایی گیاهچه‌ها شد. کاهش بنیه بذر و ضعف صفات مورفومتری گیاهچه‌های حاصل از بذرهای پیر بیانگر ارتباط تغییرات فیتوشیمیایی بذرها با فرایند پیری می‌باشد. گیاهچه‌های حاصل از بذرهای پیر با توان رویش، تغییرات فیتوشیمیایی در مسیرهای متابولیکی کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌ها را نشان دادند. فرایند پیری بذر اگر منجر به مرگ بذر نگردد گیاهچه‌های حاصل از آن سرنوشتی متفاوت با توان بالا برای مقابله با تنش اکسیداتیو کسب می‌کنند. بنظر می‌رسد گیاهچه ها با دریافت سیگنال حاصل از رادیکال‌های آزاد پیری بذر موجب رویش گیاهچه هوشمند برای مقابله با تنش می‌شوند.

کلیدواژه‌ها: پیری، تکوین، جوانه‌زنی، فیتوشیمیایی، کلزا.

مقدمه

روغن‌ها بعد از هیدروکربن‌ها دومین منبع تأمین انرژی در تغذیه انسان هستند، روغن‌های گیاهی اغلب از مغز میوه‌ها یا بذر گیاهان تهیه می‌شوند. اغلب روغن‌های گیاهی دارای مواد ازت‌دار هستند، به همین دلیل برای تولید پروتئین‌های با ارزش، اسیدهای چرب مورد نیاز برای متابولیسم‌های بدن و ویتامین‌های محلول در چربی استفاده می‌شوند [۱]. انبارداری بذر گیاهان در شرایط نامساعد موجب افزایش رادیکال‌های آزاد و غیرفعال شدن

آنزیم‌ها، تخریب پروتئین و اختلال در غشاهای سلولی و تخریب DNA بذر می‌شود [۲]. آسیب ناشی از تنش اکسیداتیو می‌تواند منجر به کاهش بنیه‌ی بذر و زنده‌مانی بذر شود. پیری یا زوال بذر به از دست دادن کیفیت یا زنده مانی بذر تعبیر می‌شود. این یک صفت بیولوژیکی پیچیده شامل شبکه‌ای از فرآیندهای مولکولی، بیوشیمیایی، فیزیولوژیکی و فیتوشیمیایی است که مکانیسم‌های دقیق آن هنوز به خوبی شناسایی نشده‌است. عوامل زیادی در روند پیری بذر نقش دارند. به‌نظر می‌رسد که تغییرات فیتوشیمیایی و گونه‌های فعال اکسیژن (ROS)[1] از عوامل اصلی در پیری بذر باشند [۳،۴]. گیاهان براسیکا منبع بسیار غنی و اقتصادی انواع مواد مغذی (کربوهیدرات‌ها ، لیپیدها، پروتئین‌ها، ویتامین‌ها و مواد معدنی) و ترکیبات فیتوشیمیایی با ارزش دارویی هستند. قسمت‌های خوراکی گیاهان براسیکا منبع غنی از ترکیبات فیتوشیمیایی[2] هستند که دارای پتانسیل آنتی اکسیدانی[3] قوی می‌باشند. کلزا[4] با نام علمی *Brassica napus* از خانواده‌ی چلیپیان می‌باشد که به صورت یک ساله رشد می‌کند و از بذر آن عمدتاً برای تولید روغن استفاده می‌شود [۲]. شرایط محیطی نگهداری بذر تعیین‌کننده مدت زمانی است که جوانه‌زنی و قدرت آن حفظ می‌شود. زوال بذر در طی انبارداری باعث کاهش کیفیت بذر، استقرار گیاهچه و در نهایت عملکرد گیاه در مزرعه خواهد شد. کلزا به عنوان یکی از مهم‌ترین گیاهان روغنی، به دلیل روغنی بودن بذر و اکسیداسیون چربی توانایی جوانه‌زنی خود را بسیار سریع‌تر از دانه‌های گیاهان دیگر از دست می‌دهد [۵،۶].

با توجه به اهمیت دانه روغنی کلزا و کاهش کیفیت و بینه بذرها ناشی شرایط انبارداری، هدف از این پژوهش بررسی اثر پیش تیمار آنتی اکسیدان‌ها بر بذرهای کلزای تحت پیری تسریع شده و ویژگی‌های تکوینی، صفات فیتوشیمایی و رنگیزه‌های گیاهچه‌های حاصل بذز های پیر می‌باشد.

روش کار

آماده‌سازی گیاهچه‌های بذر کلزا

بذرهای کلزا در سال ۱۳۹۹ از مرکز تحقیقات صفی آباد شهر دزفول تهیه شد و توسط آزمایشگاه گیاه‌شناسی بخش زیست شناسی دانشکده علوم، دانشگاه شهید چمران اهواز مورد شناسایی قرار گرفتند. جهت اعمال پیری تسریع شده، بذرها طی شش روز در دمای $55\ ^{\circ}C$ و رطوبت ۱۰۰% در آون قرارگرفتند. بذرهای کلزا با آب مقطر، ویتامین ث و هیدروکینون بمدت ۲۴ ساعت پیش تیمار شدند. بذرهای کلزای شاهد و تحت پیری تسریع شده پس از ضدعفونی در گلدان های حاوی پرلیت کشت شدند. پس از جوانه زنی بذرهای کلزا، گلدان‌ها به شرایط کشت فتوپریود روشنایی(۱۶ h) و تاریکی (۸ h)، دمای ($30\ ^{\circ}C$ - ۲۵)، رطوبت ۶۰-۵۰% و شدت نور ۶۰۰۰ لوکس انتقال یافتند و جهت انجام سنجش‌ها در فریزر نگهداری شدند.

عصاره گیری گیاهچه‌های بذر کلزا به روش ماسیراسیون

۱ گرم وزن تر گیاهچه‌های کلزا با حلال اتانول ۹۸% (۱۰ mL) ورتکس شد و روی دستگاه شیکر مدل (TATSHAF50) به مدت ۴۸ ساعت قرار گرفته شد؛ سپس ۱۲۰ دقیقه درون دستگاه روتاری به مدل(Heidolph) دمای محیط قرار داده شد و برای عصاره‌گیری به مدت ۱۵ دقیقه با دور ۴۰۰۰ سانترفیوژ (Shimifan) انجام شد.

سنجش طول ساقه‌چه و ریشه‌چه

براساس نظر براسزیک (۲۰۱۰) پس از پایان دوره جوانه‌زنی (۱۴ روز) از هر ظرف پتری دیش ۱۰ نمونه، به طور اتفاقی انتخاب و طول گیاهچه، ساقه‌چه و ریشه‌چه با استفاده از خط کش با دقت (۱ mm) اندازه‌گیری شد.

تعیین وزن گیاهچه

براساس تقسیم بندی کومار (۲۰۱۲) پس از ۱۴ روز گیاهچه‌های رشد کرده را با ترازو آزمایشگاه بر حسب گرم وزن شد.

سنجش سرعت جوانه زنی

رابطه ۲-۱۶

$$\Sigma n_i / d_i = RG$$

Σn_i = تعداد بذرهای جوانه زده d_i = تعداد روز پس از شروع آزمایش (۹)

[1] Reactive Oxygene Species; ROS
[2] Phytochemical
[3] Antioxidant
[4] Rapeseed

سنجش میزان رنگدانه‌های فتوسنتزی گیاهچه‌ها

سنجش رنگیزه‌های فتوسنتزی به روش کومار انجام شد [۱۰]. سنجش آنتوسیانین و کاروتنوئید به روش کارتنا انجام شد[۱۱].

سنجش ترکیبات فیتوشیمیایی گیاهچه‌ها

جهت اندازه‌گیری میزان کربوهیدرات بذر کلزا از روش فنول _ سولفوریک اسید با اعمال کمی تغییرات استفاده شد [۱۲]. میزان پروتئین کل با استفاده از معرف رنگی سنجش پروتئین به روش تاناکا اندازه‌گیری شد [۱۳]. اندازه‌گیری میزان فنول کل از روش اسلینکارد و سینگلتون[1] با آزمون فولین- سیوکالیتو انجام شد و جذب نمونه‌ها در طول‌موج ۷۶۰ نانومتر خوانده شد [۱۴]. برای اندازه‌گیری میزان فلاونوئید، از روش چنگ و همکاران استفاده شد [۱۵]. و طول موج نمونه در ۴۳۰ نانومتر بررسی شد. جهت اندازه‌گیری میزان فلاونول‌کل از روش کوماران[2] و همکاران استفاده گردید و جذب نمونه ها در طول‌موج ۴۴۰ نانومتر خوانده شد [۱۶].

نتایج و بحث

بررسی میزان تغییرات طول ریشه‌چه در گیاهچه‌های کلزای حاصل از پیش‌تیمار بذرهای تحت پیری تسریع شده

بررسی تغییرات طول ریشه‌چه‌ی گیاهچه‌های کلزای حاصل از پیش‌تیمار بذرهای تحت پیری تسریع شده نشان داد که بین نمونه‌ی شاهد و نمونه‌های پیش‌تیمار با ویتامین ث و هیدروکینون تفاوت معناداری وجود دارد. بیشترین و کمترین میزان تغییرات طول ریشه‌چه به ترتیب مربوط به شاهد پیش‌تیمار با ویتامین ث و نمونه تحت پیری تسریع شده بود. میزان تغییرات طول ریشه‌چه در نمونه‌ی تحت پیری تسریع شده نسبت به نمونه‌ی شاهد حدود یک سوم کاهش پیدا کرد. همین روند در نمونه شاهد با پیش‌تیمار هیدروکینون و ویتامین ث مشاهده شد که نسبت به نمونه تحت پیری تسریع شده با پیش‌تیمار هیدروکینون و ویتامین ث کاهش معناداری داشت ($p<۰/۰۵$) (شکل ۱).

مک کاوی و همکاران در سال ۱۹۹۹ گزارش کردند که با افزایش دما و رطوبت، طول ریشه‌چه گیاهچه‌های کلزا کاهش می‌یابد (۱۷). کاپور و همکاران در سال ۲۰۰۶ گزارش کردند که پیری تسریع شده بذر کلزا با تأثیرگذاری بر طول ریشه‌چه و ساقه‌چه گیاهچه‌های کلزا باعث کاهش طول گیاهچه می‌گردد که این کاهش رشد در سطح ریشه‌چه بیشتر از ساقه‌چه می‌باشد [۱۸]. جاین و همکاران در سال ۲۰۰۶ عنوان کردند که از آنجایی که ریشه‌چه در قسمت انتهایی گیاهچه‌های بذر کلزا در معرض رطوبت و اکسیژن قرار دارد نسبت به دیگر اجزای بذر بیشتر تحت تاثیر پیری تسریع شده قرار می‌گیرد [۱۹]. کایا و همکاران در سال ۲۰۰۶ نشان دادند که بذر جو، آفتابگردان و گندم پیش تیمار شده با آنتی اکسیدان‌ها در مقایسه با بذر شاهد، طول ریشه‌چه بیشتری داشتند. افزایش در طول ریشه‌چه به واسطه پیش تیمار آبی احتمالا به علت تحریک فعالیت‌های متابولیکی داخل جنین می‌باشد بنابراین در هنگام جذب آب، سنتز DNA، تحریک فعالیت RNA و در نتیجه پروتئین سازی، ترمیم غشای سلولی و افزایش غلظت هورمون‌های محرك جوانه زنی از جمله اتیلن صورت گرفته که مجموع این عوامل مقدمات جوانه زنی را فراهم می‌آورند و زمانی که بذور پیش تیمار شده تحت شرایط جوانه زنی قرار می‌گیرند در مقایسه با شاهد عکس العمل مطلوب‌تری را به نمایش می‌گذارند [۲۰]. سامیولا و همکاران در سال ۱۹۹۷ عنوان نمودند که پیش تیمار بذرهای خردل موجب افزایش طول ریشه‌چه آن‌ها می‌شود و علت آن را افزایش فعالیت آنزیم‌های هیدرولیتیک و به دنبال آن افزایش میزان استفاده از ذخایر بیان کردند [۲۱]. در آزمایش فو و همکاران در سال ۱۹۸۸ اثر پیش تیمار ترکیبات آنتی اکسیدان را روی گندم بررسی کردند و دلیل افزایش طول ریشه‌چه را، تاثیر پیش تیمار بر افزایش قابلیت گسترش دیواره سلولی جنین دانستند. به طور کلی جبران خسارات ناشی از پیری به دلیل پیش تیمار بذرها در ناحیه محور مریستمی (نوك ریشه‌چه) اتفاق می‌افتد [۲۲]. لکیک و همکاران در سال ۲۰۱۵ نتیجه گرفتند که تنش پیری بذر باعث کاهش طول ریشه‌چه در گیاهانی نظیر کلزا و گلرنگ شد (۲۳).

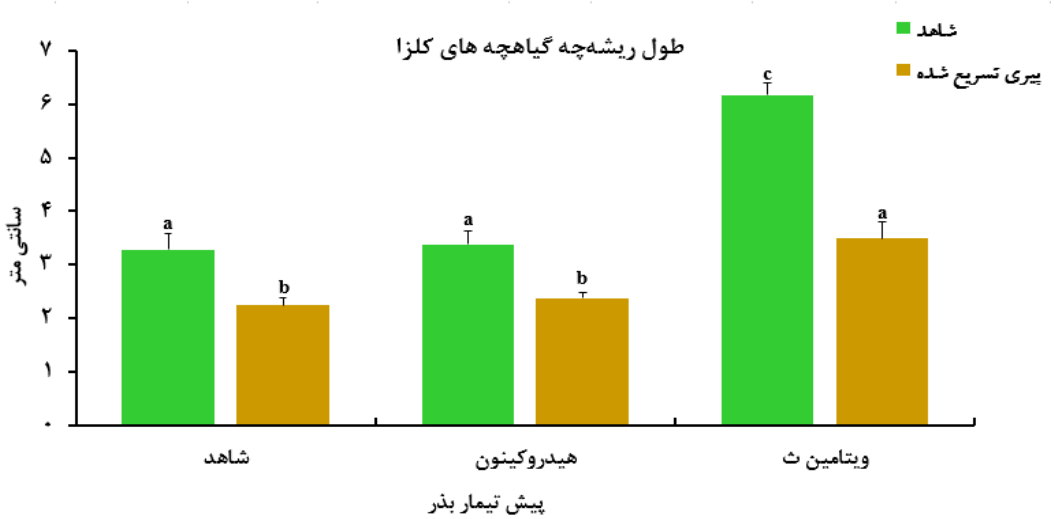
بررسی میزان تغییرات طول ساقه‌چه در گیاهچه‌های کلزای حاصل از پیش‌تیمار بذرهای تحت پیری تسریع شده

بررسی تغییرات طول ساقه‌چه‌ی گیاهچه‌های کلزای حاصل از پیش‌تیمار بذرهای تحت پیری تسریع شده نشان داد که بین نمونه‌ی شاهد و نمونه‌های پیش‌تیمار با ویتامین ث و هیدروکینون

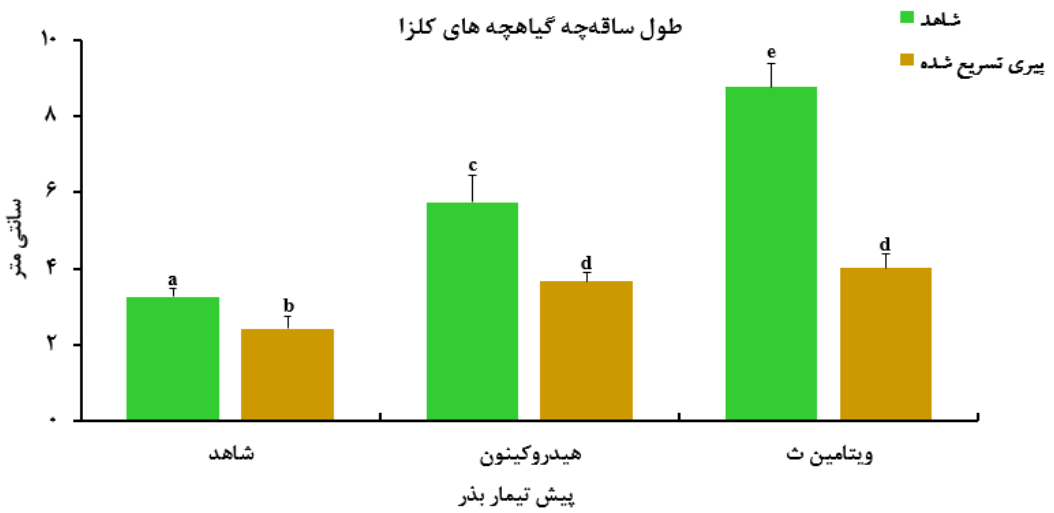
[1] Slinkard and Singleton
[2] Kumaran

تفاوت معناداری وجود دارد. بیشترین و کمترین میزان تغییرات طول ساقه‌چه به ترتیب مربوط به شاهد پیش‌تیمار با ویتامین ث و نمونه تحت پیری تسریع شده بود. میزان تغییرات طول ساقه‌چه در نمونه‌ی تحت پیری تسریع شده بدون پیش‌تیمار نسبت به نمونه‌ی شاهد کاهش داشت. همین روند در نمونه شاهد با پیش‌تیمار هیدروکینون و ویتامین ث مشاهده شد که نمونه تحت پیری تسریع شده با پیش‌تیمار ویتامین ث کاهش یک دومی و نمونه تحت پیری تسریع شده با پیش تیمار هیدروکینون نیز کاهش معناداری نشان داد ($p<۰/۰۵$) (شکل ۲).

عیسوند و همکاران در سال ۲۰۰۰ گزارش کردند که در بذر گیاهان روغنی به دلیل اکسیداسیون سریع اسیدهای چرب در اثر پیری تسریع شده، افت قوه نامیه و پارامترهای مرتبط با قدرت بذر اتفاق می‌افتد [۲۴]. ورما و همکاران در سال ۲۰۰۳ با بررسی آزمون پیری تسریع شده بر روی سه رقم کلزا مشاهده کردند که با افزایش زمان پیری تسریع شده بذر، طول ساقه گیاهچه‌های بذر پیر شده در هر سه رقم کاهش یافت [۲۵]. نتایج سانگ و همکاران در سال ۱۹۹۶ نشان داد که پیش تیمار بذرهای روغنی بر درصد جوانه زنی، بنیه بذر و طول ریشه‌چه و ساقه‌چه تأثیر مثبت دارد [۲۶].



شکل ۱: تغییرات طول ریشه‌چه گیاهچه‌های کلزای حاصل از پیش‌تیمار بذرهای تحت پیری تسریع شده. مقادیر ذکر شده میانگین ۳ بار تکرار± خطای استاندارد می‌باشد. حروف مشابه در بالای ستون‌ها معرف عدم تفاوت معناداری بین میانگین‌ها می‌باشد.



شکل۲: تغییرات طول ساقه‌چه گیاهچه‌های کلزای حاصل از پیش‌تیمار بذرهای تحت پیری تسریع شده. مقادیر ذکر شده میانگین ۳ بار تکرار± خطای استاندارد می‌باشد. حروف مشابه در بالای ستون‌ها معرف عدم تفاوت معناداری بین میانگین‌ها می‌باشد.

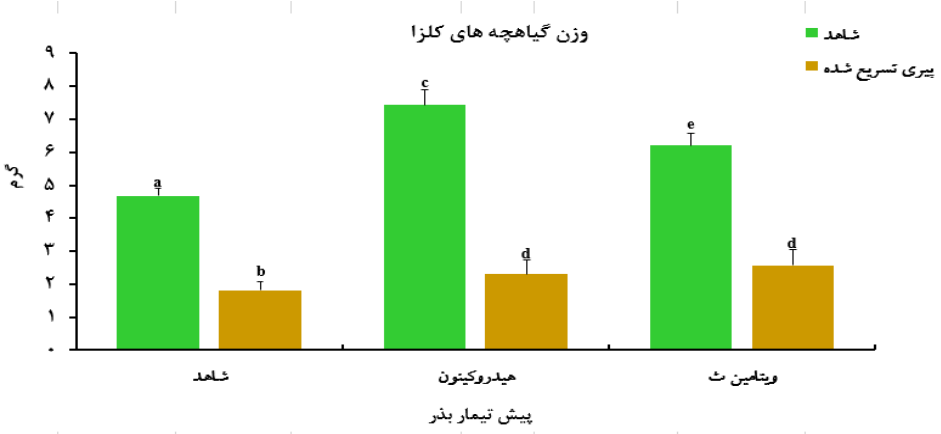
بررسی میزان تغییرات وزن خشک گیاهچه‌های کلزای حاصل از پیش‌تیمار بذرهای تحت پیری تسریع شده

بررسی تغییرات وزن گیاهچه‌های کلزای حاصل از پیش‌تیمار بذرهای تحت پیری تسریع شده نشان داد که بین نمونه‌ی شاهد و نمونه‌های پیش‌تیمار با ویتامین ث و هیدروکینون تفاوت معناداری وجود دارد. بیشترین و کمترین میزان تغییرات وزن به ترتیب مربوط به شاهد پیش‌تیمار با هیدروکینون و نمونه تحت پیری تسریع شده بود. میزان وزن در نمونه‌ی تحت پیری تسریع شده نسبت به نمونه‌ی شاهد حدود یک سوم کاهش پیدا کرد. همین روند در نمونه شاهد با پیش‌تیمار هیدروکینون و ویتامین ث مشاهده شد که نسبت به نمونه تحت پیری تسریع شده با پیش‌تیمار هیدروکینون و ویتامین ث کاهش معناداری نشان داد ($p<۰/۰۵$) (شکل ۳).

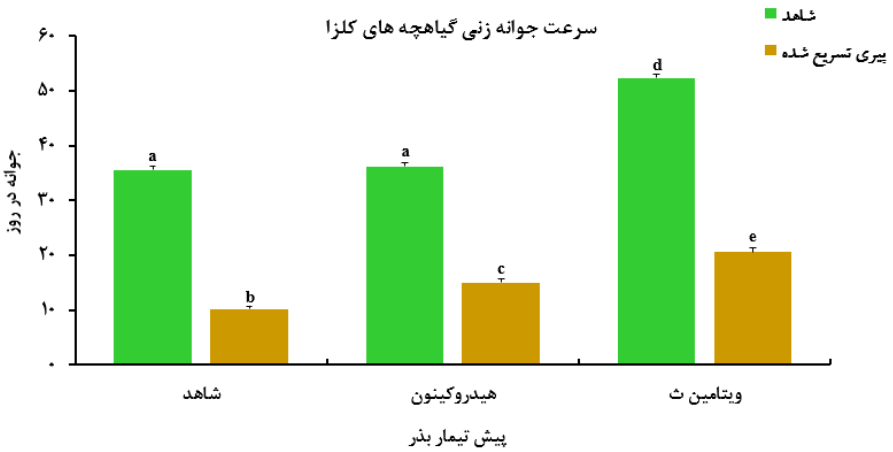
دمیر و همکاران در سال ۲۰۰۵ گزارش کردند که پیش تیمار بعد از پیری تسریع شده بذر آفتابگردان نسبت به پیش تیمار قبل از زوال آن، تاثیر مثبت بیشتری بر وزن خشک گیاهچه داشت [۲۷]. روسالس و همکاران در سال ۲۰۰۶ گزارش کردند که پیش تیمار، باعث افزایش وزن خشک گیاهچه آفتابگردان در شرایط تنش پیری شد (۲۸). افشاری و همکاران در سال ۲۰۰۹ گزارش کردند که گیاهچه‌های حاصل از بذرهای کلزای هیدروپرایمینگ شده حدود ۲سانتی‌متر بلندتر و ۷ درصد سنگین‌تر از شاهد بودند. با در نظر گرفتن اثرات پیش تیمار بر فعالیت آنزیم آلفا-آمیلاز و استفاده از ذخایر بذرهای هیدروپرایمینگ شده، افزایش طول و وزن خشک گیاهچه در مطابقت با یافته‌های سایر محققان قابل توجیه بود [۲۹]. خماری و همکاران در سال ۲۰۱۸ دریافتند که با افزایش زمان پیری بذر، وزن خشک گیاهچه کلزا به طور معناداری کاهش یافت. در این راستا کاهش وزن خشک گیاهچه‌های حاصل از بذرهای با قدرت پایین و افزایش وزن خشک گیاهچه تحت تأثیر هیدروپرایمینگ در گیاهان مختلف گزارش شده‌است [۳۰]. موسویان و همکاران در سال ۲۰۱۶ عنوان کردند که استفاده از پیش تیمارهای هیدروکینون بذرهای روغنی، سبب افزایش شاخص‌های جوانه زنی بذر آفتابگردان و کلزای پیر شده و باعث بهبود درصد جوانه زنی تحت شرایط پیری می‌شود [۳۱].

بررسی میزان تغییرات سرعت جوانه زنی گیاهچه‌های کلزای حاصل از پیش‌تیمار بذرهای تحت پیری تسریع شده

بررسی تغییرات سرعت جوانه زنی گیاهچه‌های کلزای حاصل از پیش‌تیمار بذرهای تحت پیری تسریع شده نشان داد که بین نمونه‌ی شاهد و نمونه‌های پیش‌تیمار با ویتامین ث و هیدروکینون تفاوت معناداری وجود دارد. بیشترین و کمترین میزان تغییرات سرعت جوانه زنی به ترتیب مربوط به شاهد پیش‌تیمار با ویتامین ث و نمونه تحت پیری تسریع شده بدون پیش‌تیمار بود. میزان تغییرات سرعت جوانه زنی در نمونه‌ی تحت پیری تسریع شده نسبت به نمونه‌ی شاهدحدود یک سوم کاهش پیدا کرد. همین روند در نمونه شاهد با پیش‌تیمار هیدروکینون و ویتامین ث مشاهده شد که نسبت به نمونه تحت پیری تسریع شده با پیش‌تیمار هیدروکینون و ویتامین ث کاهش معناداری داشت ($p<۰/۰۵$) (شکل ۴).



شکل ۳ تغییرات وزن گیاهچه‌های کلزای حاصل از پیش‌تیمار بذرهای تحت پیری تسریع شده. مقادیر ذکر شده میانگین ۳ بار تکرار± خطای استاندارد می‌باشد. حروف مشابه در بالای ستون‌ها معرف عدم تفاوت معناداری بین میانگین‌ها می‌باشد.



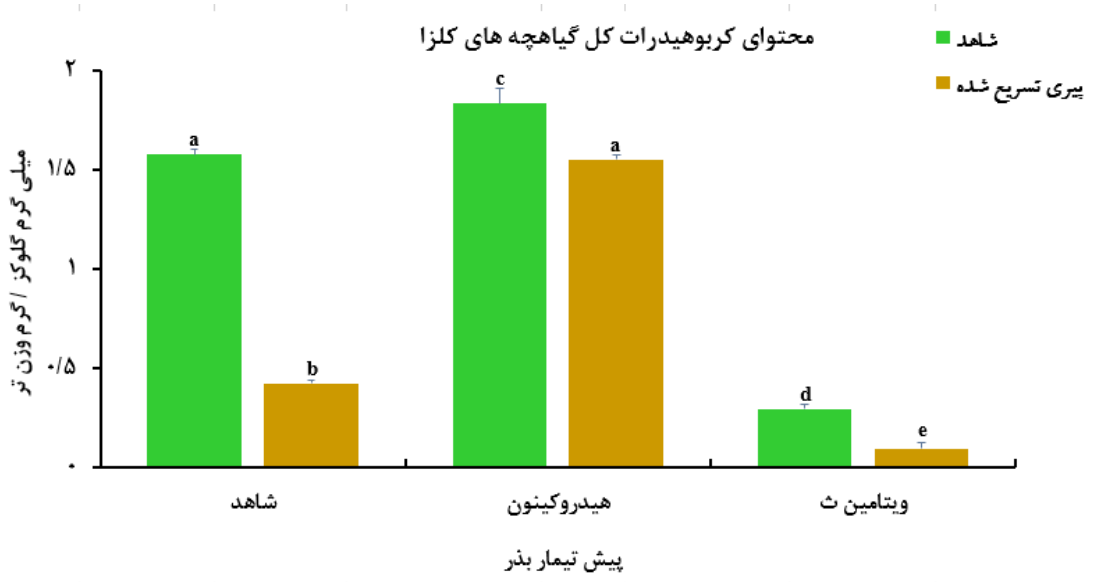
شکل ۴ تغییرات سرعت جوانه زنی گیاهچه‌های کلزای حاصل از پیش‌تیمار بذرهای تحت پیری تسریع شده. مقادیر ذکر شده میانگین ۳ بار تکرار± خطای استاندارد می‌باشد. حروف مشابه در بالای ستون‌ها معرف عدم تفاوت معناداری بین میانگین‌ها می‌باشد.

هالدر و همکاران در سال ۱۹۸۳ گزارش کردند که کاهش درصد و سرعت جوانه زنی در اثر پیری تسریع شده در بذرهای آفتابگردان و سویا، از عواقب مهم پیری بذر، تخریب غشای سلولی، مختل شدن متابولیسم سلولی است [۳۲]. طبق تحقیقات توسلی و همکاران روی پنبه در سال ۲۰۰۳ نشان داد که پیش تیمار، باعث افزایش سرعت جوانه زنی پنبه تحت تنش دمایی شد اما تاثیر معناداری بر درصد جوانه زنی نداشت [۳۳]. جودی و همکاران در سال ۲۰۰۶ دریافتند که با افزایش پیری تسریع شده بذر، سرعت جوانه زنی توده های بذر در کلزا به طور معناداری کاهش یافت. پیش تیمار آبی بذر سبب کم شدن اثرات منفی پیری بر سرعت جوانه زنی در بذر کلزا شد به طوری که سرعت جوانه زنی بذرهای پیش تیمار شده نسبت به بذرهای شاهد افزایش نشان داد (۳۴). قاسمی گلزانی و همکاران در سال ۲۰۰۸ گزارش کردند که پیش تیمار موجب تحریك فعالیت‌های متابولیکی جوانه زنی شده و قندهای ساده به سرعت قابل استفاده می‌گردند و این امر باعث بهبود سرعت جوانه زنی و یکنواختی رشد گیاهچه‌ها می‌شود [۳۵]. ردفرن و همکاران در سال ۱۹۹۷ گزارش کردند که پیش تیمار بذر کلزا موجب افزایش سرعت جوانه زنی و بهبود رشد گیاهچه‌های کلزا می‌شود. بنابراین فعالیت‌های تنفسی در بذرهای پیش تیمار شده‌ی کلزا، تولید ATP، تحریک فعالیت‌های RNA و پروتئین سازی انجام می‌شود (۳۶). تونند و همکاران در سال ۱۹۹۶ عنوان نمودند که فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز در بذرهای پرایم شده‌ی برنج در راستای جوانه زنی بهتر، افزایش یافت و این امر در بذرهای تحت پیری تسریع شده مشهودتر بود. پیش تیمار در گیاهان باعث رشد سریع‌تر، بهتر و یکنواخت‌تر گیاهچه‌ها می‌شود [۳۷]. مدرسی و همکاران در سال ۲۰۰۲ گزارش کردند که کاهش سرعت جوانه‌زنی در اثر پیری بذر کلزا احتمالاً به دلیل وقفه‌ای است که در شروع فرآیند جوانه زنی در بذرهای پیر شده ایجاد می‌شود، چرا که بذر برای تعمیر خسارت‌های وارد شده به غشا و دیگر قسمت‌های سلول و همچنین آغاز مجدد فعالیت سیستم آنتی اکسیدان و جلوگیری از بروز تنش اکسیداتیو نیاز به زمان داشته و ترمیم این آسیب‌ها فقط پس از جذب آب توسط بذر امکان پذیر است. بنابراین مدت زمان لازم برای تکمیل فرآیند جوانه زنی در بذرهای پیر کلزا افزایش می‌یابد که نتیجه آن کاهش سرعت جوانه زنی می‌باشد [۳۸]. کائور و همکاران در سال ۲۰۰۳ گزارش کردند که با افزایش زمان پیری بذر نخود و هندوانه سرعت جوانه زنی به صورت خطی کاهش یافت. همچنین عنوان نمودند که پیش‌تیمار می‌تواند موجب بهبود سرعت جوانه زنی بذر و سبز شدن گیاهچه در بسیاری از گونه‌های زراعی شود. افزایش سرعت جوانه‌زنی بر اثر پیش تیمار بذر برای گیاهانی نظیر مارچوبه ،گوجه فرنگی، ذرت و پنبه نیز گزارش شد [۳۹]. سیوریتپ و همکاران در سال ۱۹۹۵ عنوان نمودند که پیش تیمار می‌تواند موجب بهبود در سرعت جوانه زنی و سبز شدن برای بسیاری از گونه‌های زراعی کلزا شود [۴۰].

بررسی میزان تغییرات کربوهیدرات در گیاهچه‌های کلزای حاصل از پیش‌تیمار بذرهای تحت پیری تسریع شده

بررسی میزان کربوهیدرات در گیاهچه‌های کلزای حاصل از پیش‌تیمار بذرهای تحت پیری تسریع شده نشان داد که بین نمونه‌ی شاهد و نمونه‌های پیش‌تیمار با ویتامین ث و هیدروکینون تفاوت معناداری وجود دارد. بیشترین و کمترین میزان کربوهیدرات به ترتیب مربوط به شاهد پیش‌تیمار با هیدروکینون و نمونه تحت پیری تسریع شده پیش‌تیمار با ویتامین ث بود. میزان کربوهیدرات در نمونه‌ی تحت پیری تسریع شده نسبت به نمونه‌ی شاهد حدود یک چهارم کاهش یافت. همین روند در نمونه شاهد با پیش‌تیمار هیدروکینون و ویتامین ث مشاهده شد که نسبت به نمونه تحت پیری تسریع شده با پیش‌تیمار هیدروکینون و ویتامین ث کاهش معناداری وجود داشت ($p<۰/۰۵$) (شکل ۵).

فاتیچین و همکاران در سال ۲۰۱۳ گزارش کردند که با افزایش زمان پیری در بذر کدو تخم کاغذی میزان قند محلول گیاهچه تغییر یافت. به طور کلی با افزایش سطوح پیری بذر مقدار قندهای الیگوساکارید نظیر ساکارز کاهش و میزان قندهای منوساکارید مانند گلوکز افزایش می‌یابد [۴۱]. فوکوتوکو و همکاران در سال ۱۹۸۱ بیان کردند که پیش تیمار بذرها با اسیدآسکوربیک ارتباط معناداری با کاهش فعالیت آنزیم آمیلاز همزمان با افزایش محتوای قندهای محلول و نامحلول دارد. ویتامین ث می‌تواند اثرات بازدارندگی تنش‌ها را از طریق جلوگیری از فعالیت آمیلاز کاهش دهد. مواد آلی محلول نقش مهمی در کاهش اثرات تنش‌های محیطی مختلف در گیاهان دارند [۴۲]. موچاو و همکاران در سال ۱۹۸۹ نتیجه گرفتند که افزایش در قندهای محلول به عنوان یك مکانیسم در تنظیم پتانسیل اسمزی بین سیتوپلاسم و واکوئل سلول‌ها در شرایط تنشی می‌باشد. تجمع قندهای محلول در گیاهان در شرایط تنش‌های مختلف به دلیل کاهش در فعالیت گلوکوکیناز می‌باشد. کاهش فعالیت گلوکوکیناز از طریق تجمع قندهای محلول یك از مهم‌ترین جنبه‌های مقاومت به تنش‌های اکسیداتیو در شرایط کاربرد اسید آسکوربیک می‌باشد. پیش تیمار گندم با اسید آسکوربیک موجب افزایش قندهای محلول در شرایط تنش دمای بالا می‌شود [۴۳]. اسلوکومب و همکاران در سال ۲۰۰۹ نتیجه گرفتند که اعمال پیش تیمار اسیدآسکوربیك در بذر آفتابگردان تحت پیری تسریع شده موجب کاهش معناداری در فعالیت آنزیم آمیلاز همزمان با افزایش محتوای قندهای محلول و نامحلول شد. ویتامین ث می‌تواند اثرات بازدارندگی تنش‌ها را از طریق بهبود مسیر اکسیداتیو کاهش دهد [۴۴].

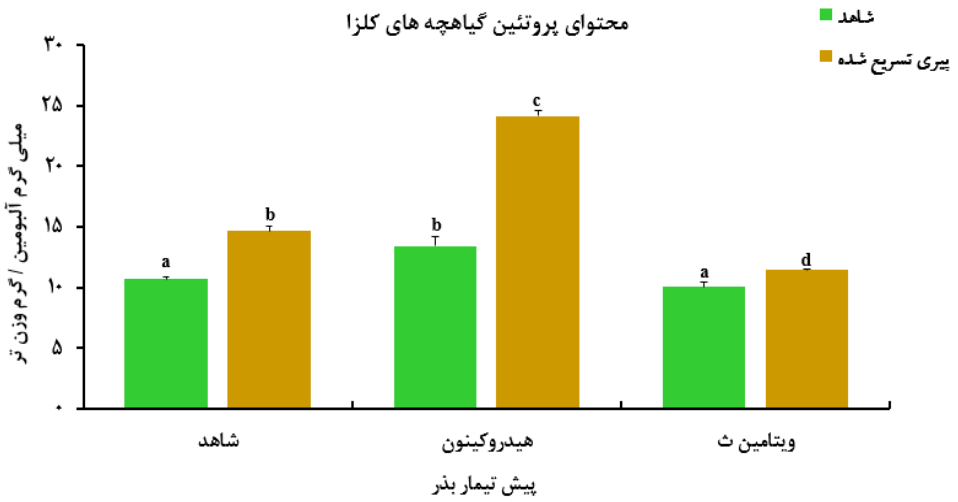


شکل ۵: محتوای کربوهیدرات گیاهچه‌های کلزا حاصل از پیش‌تیمار بذرهای تحت پیری تسریع شده. مقادیر ذکر شده میانگین ۳ بار تکرار± خطای استاندارد می‌باشد. حروف مشابه در بالای ستون‌ها معرف عدم تفاوت معناداری بین میانگین‌ها می‌باشد.

بررسی میزان تغییرات پروتئین در گیاهچه‌های کلزای حاصل از پیش‌تیمار بذرهای تحت پیری تسریع شده

بررسی میزان پروتئین در گیاهچه‌های کلزای حاصل از پیش‌تیمار بذرهای تحت پیری تسریع شده نشان داد که بین نمونه‌ی شاهد و نمونه‌های پیش‌تیمار با ویتامین ث و هیدروکینون تفاوت معناداری وجود دارد. بیشترین و کمترین میزان پروتئین به ترتیب مربوط به پیش‌تیمار بذرهای تحت پیری تسریع شده با هیدروکینون و نمونه شاهد بدون پیش تیمار بود. میزان پروتئین در نمونه‌ی تحت پیری تسریع شده بدون پیش‌تیمار شاهد نسبت به نمونه‌ی شاهد افزایش معناداری را نشان داد. همین روند در نمونه تحت پیری تسریع شده با هیدروکینون به نمونه شاهد با پیش تیمار هیدروکینون افزایش دو برابری داشت و در نمونه ویتامین ث مشاهده شد که نمونه تحت پیری تسریع شده با پیش‌تیمار ویتامین ث نسبت به شاهد آن افزایش وجود داشت ($p<۰/۰۵$) (شکل۶).

ساحا و همکاران در سال ۲۰۰۸ گزارش کردند که فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز (یکی از مهم‌ترین آنزیم‌های هیدرولیز کننده ذخایر بذری است) در بذرهای پیر شده پیش تیمار برنج افزایش یافته است. پیش تیمار بذر، قابلیت جوانه‌زنی را از طریق ترمیم RNA، DNA و تحریک بیوسنتز پروتئین‌ها و متابولیت‌های جوانه زنی و نیز ترمیم غشاهای بذری را افزایش می‌دهد (۴۵). گیدرول و همکاران در سال ۱۹۹۸ دریافتند که در گیاهچه‌های حاصل از بذرهای کلزای تحت پیری تسریع شده، کاهش کیفیت بذر موجب تغییر معنادار میزان پروتئین کل گیاهچه‌ها گردید. در صورتی که پیش تیمار بذر ضمن بهبود اثرات منفی ناشی از پیری باعث افزایش محتوای پروتئین کل گیاهچه شد [۴۶]. داویسون و همکاران در سال ۱۹۹۱ عنوان کردند که آسیب‌های ژنتیکی و عدم یکنواختی غشای سلولی از دلایل عمده کاهش سنتز پروتئین در بذر پیر شده طی جوانه‌زنی می‌باشند؛ لذا پیش تیمار از طریق ترمیم و بیوسنتز اسیدهای نوکلئیک، سنتز پروتئین و همچنین ترمیم غشای سلولی موجب افزایش مقدار پروتئین گیاهچه می‌گردد (۴۷). گنری و همکاران در سال ۲۰۰۳ نشان دادند که پیش تیمار کردن بذرهای تحت پیری تسریع شده کتان، منجر به تکثیر زودهنگام DNA، افزایش RNA و بیوسنتز پروتئین می‌شود [۴۸]. جاندا و همکاران در سال ۱۹۹۹ عنوان کردند که تنش اکسیداتیو و افزایش سطح رادیکال‌های آزاد اکسیژن موجب افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان به منظور تحمل گیاه به تنش‌های محیطی می‌باشد. به دنبال آن افزایش سرعت سنتز DNA در بافت جنین و افزایش پروتئین در بذرهای پیش تیمار شده نیز گزارش شده‌است [۴۹]. موران و همکاران در سال ۱۹۹۴ عنوان کردند که ممکن است کاهش میزان پروتئین محلول تحت پیری تسریع شده به علت تخریب آنها به وسیله‌ی آنزیم‌های پروتئینازها می‌باشد که سبب هضم پروتئین‌ها می‌گردند و اشاره به فعالیت پتروتئولیتیکی بیشتر درطی زوال دارد. برخی اختلالات در ترکیبات پروتئین‌های غشا درنتیجه واکنش گلیکوسیون غیر آنزیمی پروتئین‌ها و آمینواسیدها با قندهای احیایی در واکنش‌های آمادوری و میلارد می‌باشد [۵۰].



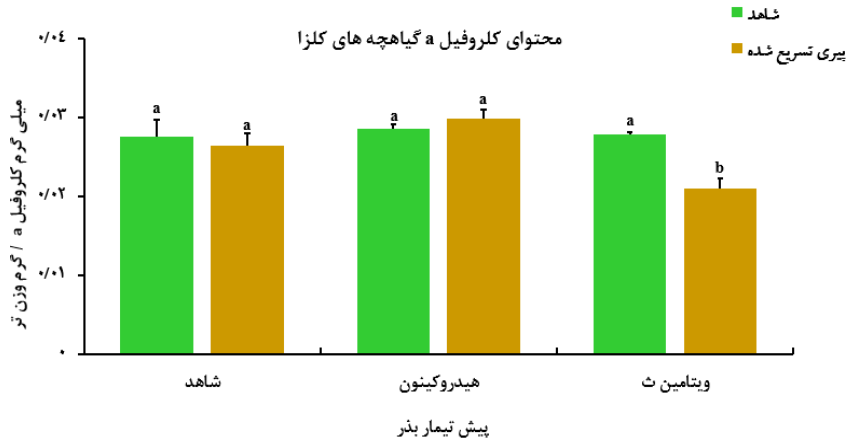
شکل ۶: محتوای پروتئین گیاهچه‌های کلزا حاصل از پیش‌تیمار بذرهای تحت پیری تسریع شده. مقادیر ذکر شده میانگین ۳ بار تکرار± خطای استاندارد می‌باشد. حروف مشابه در بالای ستون‌ها معرف عدم تفاوت معناداری بین میانگین‌ها می‌باشد.

بررسی میزان تغییرات کلروفیل a در گیاهچه‌های کلزای حاصل از پیش‌تیمار بذرهای تحت پیری تسریع شده

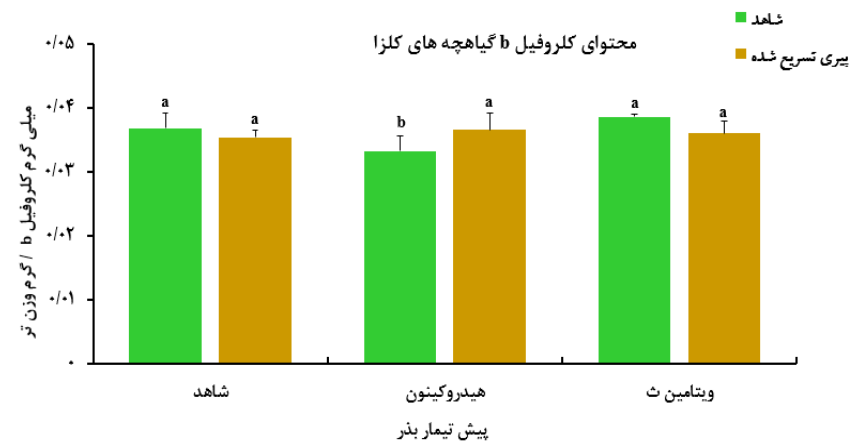
بررسی میزان کلروفیل a در گیاهچه‌های کلزای حاصل از پیش‌تیمار بذرهای تحت پیری تسریع شده نشان داد که بین نمونه‌ی شاهد و نمونه‌های پیش‌تیمار با ویتامین ث و هیدروکینون تفاوت وجود ندارد. کمترین میزان کلروفیل a مربوط به نمونه‌ی تحت پیری تسریع شده پیش‌تیمار با ویتامین ث بود و در میزان کلروفیل a در نمونه‌های کنترل و تحت پیری تسریع شده بدون پیش تیمار، نمونه‌های کنترل و تحت پیری تسریع شده پیش تیمار با هیدروکینون تفاوتی دیده نشد. میزان کلروفیل a در نمونه‌ی تحت پیری تسریع شده پیش‌تیمار با ویتامین ث کاهش یک سومی را نسبت به نمونه کنترل پیش تیمار ویتامین ث نشان داد. ($p<۰/۰۵$) (شکل ۷).

بررسی میزان تغییرات کلروفیل b در گیاهچه‌های کلزای حاصل از پیش‌تیمار بذرهای تحت پیری تسریع شده

بررسی میزان کلروفیل b در گیاهچه‌های کلزای حاصل از پیش‌تیمار بذرهای تحت پیری تسریع شده نشان داد که بین نمونه‌ی شاهد و نمونه‌های پیش‌تیمار با ویتامین ث و هیدروکینون تفاوت معناداری وجود نداشت. نمونه‌های شاهد و تحت پیری تسریع شده بدون پیش‌تیمار، نمونه‌های شاهد و تحت پیری تسریع شده پیش‌تیمار ویتامین ث تفاوتی نشان ندادند. میزان کلروفیل b در نمونه شاهد پیش تیمار هیدروکینون نسبت به نمونه تحت پیری تسریع شده پیش تیمار هیدروکینون افزایش داشت. ($p<۰/۰۵$) (شکل ۸).



شکل ۷: محتوای کلروفیل a گیاهچه‌های کلزا حاصل از پیش‌تیمار بذرهای تحت پیری تسریع شده. مقادیر ذکر شده میانگین ۳ بار تکرار± خطای استاندارد می‌باشد. حروف مشابه در بالای ستون‌ها معرف عدم تفاوت معناداری بین میانگین‌ها می‌باشد.



شکل ۸: محتوای کلروفیل b گیاهچه‌های کلزا حاصل از پیش‌تیمار بذرهای تحت پیری تسریع شده. مقادیر ذکر شده میانگین ۳ بار تکرار± خطای استاندارد می‌باشد. حروف مشابه در بالای ستون‌ها معرف عدم تفاوت معناداری بین میانگین‌ها می‌باشد.

سنیتاتا و همکاران در سال ۱۹۹۹ گزارش کردند که کاهش میزان کلروفیل در اثر تنش اکسیداتیو ناشی از تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن در گیاهچه‌های بذر سویای تحت پیری تسریع شده می‌باشد [۵۱]. طبق نتایج بهرا و همکاران در سال ۲۰۰۳، در گیاه برنج تحت تنش پیری تسریع شده میزان کلروفیل نسبت به نمونه شاهد، کاهش می‌یابد که این کاهش باعث میزان رشد و عملکرد گیاهچه‌ها می‌شود [۵۲]. راپانی و همکاران در سال ۲۰۱۸ گزارش کردند که شرایط دمای بالا باعث اختلال در سنتز کلروفیل گیاه نخل و تجزیه آن می‌گردد، علت کاهش میزان کلروفیل در این گیاه را می‌توان ناشی از تشکیل رادیکال‌های فعال اکسیژن و اثر تخریبی آنها بر کلروفیل دانست [۵۳]. آسگدوم و همکاران در سال ۲۰۰۱ عنوان کردند که پیش تیمار با ترکیبات آنتی اکسیدانی، اثرات مضر پیری بذر نخود را بهبود می‌بخشد. پیش تیمار بهبود محتوای نسبی آب، پایداری غشاء، محتوای کلروفیل و عملکرد دانه گیاه نخود را سبب می‌شود [۵۴]. چادردوز جدیدی و همکاران در سال ۲۰۱۵ دریافتند که طی پیری بذر گندم سطح برگ گیاهان کاهش می‌یابد، نتیجه کاهش سطح برگ به معنای فتوسنتز کمتر است که می‌تواند مزیت پیش تیمار بذررا در بهبود شاخص سطح برگ آشکار سازد [۵۵].

بررسی میزان تغییرات آنتوسیانین در گیاهچه‌های کلزای حاصل از پیش‌تیمار بذرهای تحت پیری تسریع شده

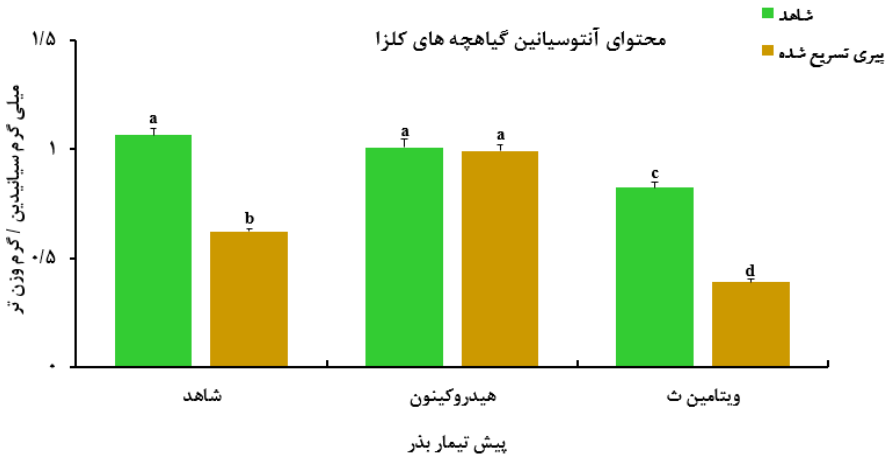
بررسی میزان تغییرات آنتوسانین در گیاهچه‌های کلزای حاصل از پیش‌تیمار بذرهای تحت پیری تسریع شده نشان داد که بین نمونه‌ی شاهدو نمونه‌های پیش‌تیمار با ویتامین ث و هیدروکینون تفاوت معناداری وجود دارد. بیشترین میزان آنتوسانین مربوط به نمونه شاهد و نمونه پیش‌تیمار با هیدروکینون و کمترین میزان آنتوسانین در نمونه‌ی تحت پیری تسریع شده پیش‌تیمار با ویتامین ث بود. میزان آنتوسانین در نمونه‌ی تحت پیری تسریع شده بدون پیش‌تیمار نسبت به نمونه‌ی شاهد کاهش معناداری نشان داد. همین روند در نمونه پیش‌تیمار با هیدروکینون و ویتامین ث مشاهده شد که نسبت به نمونه تحت پیری تسریع شده با پیش‌تیمار هیدروکینون افزایش معناداری نشان داد. در گیاهچه تحت پیری تسریع شده با پیش‌تیمار ویتامین ث مشاهده شد که نسبت به نمونه شاهد پیش‌تیمار با ویتامین ث میزان آنتوسانین نصف شده‌است ($p<۰/۰۵$) (شکل ۹).

بررسی میزان تغییرات فنول کل در گیاهچه‌های کلزای حاصل از پیش‌تیمار بذرهای تحت پیری تسریع شده

بررسی میزان فنول کل در گیاهچه‌های کلزای حاصل از پیش‌تیمار بذرهای تحت پیری تسریع شده نشان داد که بین نمونه‌ی شاهد و نمونه‌های پیش‌تیمار با ویتامین ث و هیدروکینون تفاوت معناداری وجود دارد. بیشترین و کمترین میزان فنول به ترتیب مربوط به نمونه‌ی تحت تیمار پیری تسریع شده پیش‌تیمار با هیدروکینون و نمونه‌ی تحت پیری تسریع شده پیش‌تیمار با ویتامین ث بود. میزان فنول در نمونه‌ی تحت پیری تسریع شده نسبت به نمونه‌ی شاهد افزایش معناداری نشان داد. همین روند در نمونه‌ی پیری تسریع شده با پیش‌تیمار هیدروکینون و شاهد دیده شد که نسبت به نمونه شاهد با پیش‌تیمار هیدروکینون افزایش محتوای فنول دیده شد. در صورتی که در گیاهچه‌های تحت پیری تسریع شده با پیش‌تیمار ویتامین ث نسبت به نمونه شاهد پیش‌تیمار با ویتامین ث کاهش معناداری در محتوای فنول نشان داد ($p<۰/۰۵$) (شکل ۱۰).

بررسی میزان تغییرات فلاوونوئید کل در گیاهچه‌های کلزای حاصل از پیش‌تیمار بذرهای تحت پیری تسریع شده

بررسی میزان فلاوونوئید در گیاهچه‌های کلزای حاصل از پیش‌تیمار بذرهای تحت پیری تسریع شده نشان داد که بین نمونه‌ی شاهد و نمونه‌های پیش‌تیمار با ویتامین ث و هیدروکینون تفاوت وجود دارد، نمونه‌های تحت تیمار پیری تسریع شده شاهد، نمونه‌های شاهد و تحت پیری تسریع شده پیش‌تیمار با هیدروکینون تفاوتی را نشان ندادند. میزان فلاوونوئید در نمونه تحت پیری تسریع شده بدون پیش‌تیمار نسبت به نمونه شاهد آن افزایش نشان داد. نمونه پیری تسریع شده پیش‌تیمار با ویتامین ث کاهش در محتوای فلاوونوئید نسبت به شاهد نشان داد ($p<۰/۰۵$) (شکل ۱۱).



شکل ۹: محتوای آنتوسانین گیاهچه‌های کلزا حاصل از پیش‌تیمار بذرهای تحت پیری تسریع شده. مقادیر ذکر شده میانگین ۳ بار تکرار± خطای استاندارد می‌باشد. حروف مشابه در بالای ستون‌ها معرف عدم تفاوت معناداری بین میانگین‌ها می‌باشد.

شکل ۱۰: تغییرات فنول کل گیاهچه‌های کلزای حاصل از پیش‌تیمار بذرهای تحت پیری تسریع شده. مقادیر ذکر شده میانگین ۳ بار تکرار± خطای استاندارد می‌باشد. حروف مشابه در بالای ستون‌ها معرف عدم تفاوت معناداری بین میانگین‌ها می‌باشد.

شکل ۱۱: محتوای فلاوونوئید گیاهچه‌های کلزا حاصل از پیش‌تیمار بذرهای تحت پیری تسریع شده. مقادیر ذکر شده میانگین ۳ بار تکرار± خطای استاندارد می‌باشد. حروف مشابه در بالای ستون‌ها معرف عدم تفاوت معناداری بین میانگین‌ها می‌باشد.

بررسی میزان تغییرات فلاوونول کل در گیاهچه‌های کلزای حاصل از پیش‌تیمار بذرهای تحت پیری تسریع شده

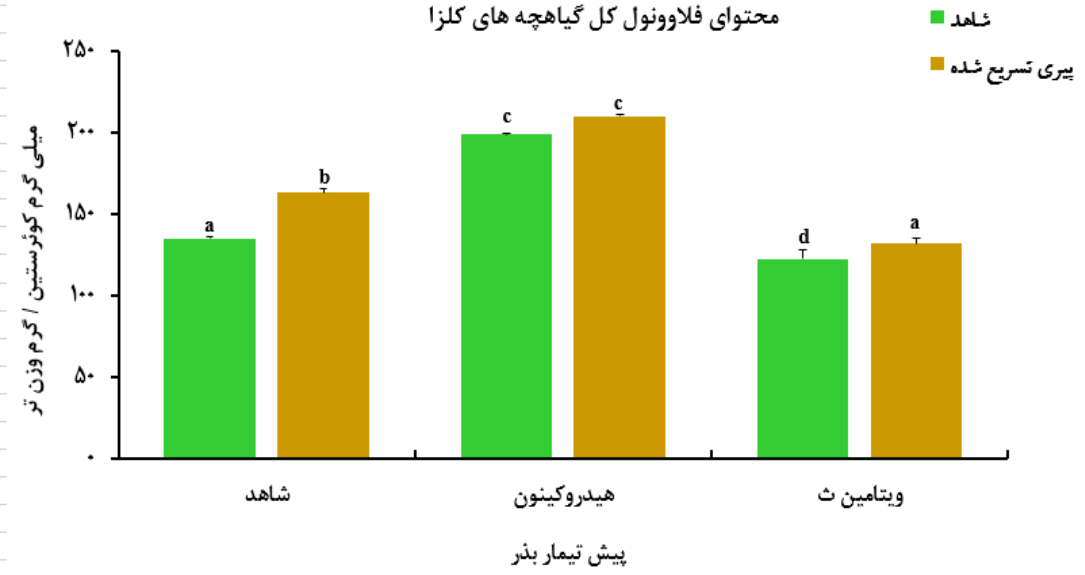
بررسی میزان فلاوونول در گیاهچه‌های کلزای حاصل از پیش‌تیمار بذرهای تحت پیری تسریع شده نشان داد که بین نمونه شاهد و نمونه‌های پیش‌تیمار با ویتامین ث و هیدروکینون تفاوت وجود دارد. بیشترین میزان فلاوونول مربوط به نمونه‌ی تحت پیری تسریع شده پیش‌تیمار با هیدروکینون و کمترین میزان فلاوونول مربوط به دو نمونه‌ی شاهد و نمونه پیش‌تیمار با ویتامین ث بود ($p<۰/۰۵$) (شکل ۱۲).

کاهکونن و همکاران در سال ۱۹۹۹ در بررسی شرایط نگهداری ترکیبات فنولی عصاره‌های گیاهی پی بردند که با افزایش دما و رطوبت طی هفت روز نگهداری، محتوای فنول افزایش و در طولانی مدت روند کاهشی نشان داد (۵۶). آماراویسز و همکاران در سال ۲۰۰۴ در طی بررسی اثر دما و رطوبت بر بذر سویا دریافتند که با افزایش دما میزان محتوای فنول افزایش یافت و پس از افزایش دما و رطوبت مواد ساختاری درون سلول‌ها مانند لیگنین پلیمریزه شده و به صورت کووالانسی به سلولز در دیواره سلولی متصل می‌شوند و در نهایت به دلیل واکنش‌پذیری به معرف‌های تشخیص فنول مانند فولین باعث افزایش محتوا فنول کل می‌شوند [۵۷].

کلیمسزکا ملکا و همکاران در سال ۲۰۰۷ گزارش کردند که فنول در طی پیری تسریع شده کاهش یافته و پیش تیمار با سطوح مختلف اسید آسکوربیک موجب افزایش فنول نسبت به نمونه شاهد (بدون پیش تیمار) شد. تأثیر انبارداری بر ترکیبات فنولی به مدت زمان، شرایط نگهداری و زمان برداشت بستگی دارد. به طوری که با افزایش مدت زمان نگهداری مقدار فنول کل بیشتر کاهش می‌یابد [۵۸]. گنز و همکاران در سال ۲۰۱۳ دریافتند که پیش تیمار بذر سویا با ایلیت باعث افزایش محتوای ویتامین ث، عناصر معدنی، فنول کل، فلاوونوئید کل و ایزوفلاوونول‌ها در گیاهچه‌های بذر تحت پیری تسریع شده سویا می‌شود [۵۹].

نتیجه گیری

مطالعه ویژگی‌های نموئی بذر پیر کلزا نشان داد فرایند پیری بذر موجب کاهش بنیه بذر و ضعف صفات مورفومتری گیاهچه‌های حاصل از بذرهای پیر می شود. به نظر می‌رسد این ویژگی‌های کاهش یافته در گیاهچه‌ها با تغییرات فیتوشیمیایی بذرها در ارتباط هستند. پیش‌تیمار بذر ضمن بهبود اثرات منفی ناشی از پیری باعث افزایش محتوای پروتئین گیاهچه می‌شود و صدمات ناشی از زوال را کاهش می‌دهد. به دنبال پیش تیمار بذر، افزایش محتوای فنول، فلاوونوئید و فلاوونول‌ها در گیاهچه‌های بذر تحت پیری تسریع شده کلزا، دیده شد. بررسی



شکل ۱۲: محتوای فلاوونول گیاهچه‌های کلزا حاصل از پیش‌تیمار بذرهای تحت پیری تسریع شده. مقادیر ذکر شده میانگین ۳ بار تکرار± خطای استاندارد می‌باشد. حروف مشابه در بالای ستون‌ها معرف عدم تفاوت معناداری بین میانگین‌ها می‌باشد.

رنگیزه‌های بذر پیر کلزا نشان داد که متابولیسم و محتوای رنگیزه‌ها نقش مهمی در فرایند پیری بذر کلزا ندارد. پیش‌تیمار موجب تحریك فعالیت‌های متابولیکی جوانه زنی شده، این امر باعث بهبود سرعت جوانه زنی و یکنواختی رشد گیاهچه‌ها شد. اگرچه اعمال پیری بذر باعث کاهش% ۷۰ قدرت جوانه زنی بذرها شد اما گیاهچه‌های حاصل از بذرهای دارای توان رویش، تغییراتی در مسیرهای متابولیکی کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌های بافت های اولیه گیاهچه نشان دادند. از طرفی سیگنال‌ها، مسیر های فیتوشیمیایی گیاهچه های در حال رشد را نیز تحت تاثیر قرار می‌دهند. فرایند پیری بذر اگر منجر به مرگ بذر نگردد گیاهچه‌های حاصل از آن سرنوشتی متفاوت با توان بالا برای مقابله با تنش اکسیداتیو را کسب می‌کنند، با دریافت سیگنال‌ها از بذر موجب رویش گیاهچه هوشمند برای مقابله با تنش‌ها می شود. دما و رطوبت نامناسب در شرایط نگهداری بذر های روغنی می‌تواند موجب تغییرات بیوشیمیایی و فیتوشیمیایی در گیاهچه های حاصل از آن‌ها شود.

References

[1] Nawaz, H., Shad, M.A., Muzaffar, S. Phytochemical composition and antioxidant potential of Brassica. *Breed. Util*. **2018**, (1): 7-26.

[2] Chew, S.C. Cold-pressed rapeseed (*Brassica napus*) oil chemistry and functionality. *Food Res. Int.* **2020**, 131: 108997.

[3] Hoffman, R., Gerber, M. Can rapeseed oil replace olive oil as part of a Mediterranean-style diet. *Br. J. Nutr.* **2014**, 112(11): 1882-1895.

[4] Misra, B.B. Cataloging the *Brassica napus* seed metabolome. *Cogent. Food. Agric*. **2016**, 2(1): 1254420.

[5] Sharaf Eldin, S.G., Ziena, H., Khair, S., Rozan, M.A. Canola seed meal as a potential source of natural antioxidant. *Agric. Sci. Exch. J*. **2018**, 39: 615-619.

[6] Szydlowska-Czerniak, A., Bartkowiak-Broda, I., Karlovic, I., Karlovits, G., Szlyk, E. Antioxidant capacity, total phenolics, glucosinolates and colour parameters of rapeseed cultivars. *Food. Chem.* **2011**. 127(2): 556-563.

[7] Pallavi, M., Kumar, S., Dangi, K., Reddy, A. Effect of seed ageing on physiological, biochemical and yield attributes in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Morden. *Seed Res-New Delhi. J.* **2003**, 31(2): 161-168.

[8] Shahverdikandi, M.A, Tobeh, A., Godehkahriz, S.J., Rastegar, Z. The study of germination index of canola cultivars for drought resistance. *Int. J. Agron. Plant. Prod.* **2011**, 2(3): 89-95.

[9] Derakhshan, A., Bakhshandeh, A., Siadat, S.A-a., Moradi-Telavat, M-R., Andarzian, S.B. Quantifying the germination response of spring canola (*Brassica napus* L.) to temperature. *Ind. Crops. Prod.* **2018**, 122: 195-201.

[10] Kumar, S.S., Manoj, P., Shetty, N.P., Giridhar, P. Effect of different drying methods on chlorophyll, ascorbic acid and antioxidant compounds retention of leaves of (*Hibiscus sabdariffa* L). *J. Sci. Food. Agric.* **2015**, l95(9): 1812-1820.

[11] Cartea, M.E., Francisco, M., Soengas, P., Velasco, P., Phenolic compounds in Brassica vegetables. *Molecul.* **2010**, 16(1): 251-280.

[12] . Liu, D., Wong, P., Dutka, B. Determination of carbohydrate in lake sediment by a modified phenol-sulfuric acid method. *Water Res.* **1973**, 7(5): 741-746.

[13] Tanaka, T., Abo, Y., Hamano, S., Fujishima, Y., Kaneo, Y. Intracellular disposition of arabinogalactan and asialofetuin in HepG2 cells. *J. Drug. Deliv. Sci. Technol.* **2013**, 23(5):435-438.

[14] Singleton, V.L., Orthofer, R., Lamuela-Raventos, R.M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Enzymology* . **1999**, 152-178.

[15] Chang, C.C., Yang, M.H., Wen, H.M., Chern, J.C. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *J. Food. Drug. Anal.* **2002**, 10(3): 178-182.

[16] Kumaran, A., Karunakaran, R.J. In vitro antioxidant activities of methanol extracts of five Phyllanthus species from India. *LWT-Food. Sci. Technol*. **2007**, 40(2): 344-352.

[17] Makkawi, M. The relationship between seed vigour tests and field emergence in Lentil (*Lens culinaris medikus*). *Seed. Sci. Technol*. **1998**, 27(2): 657-668.
[18] Kapoor, N., Arya, A., Siddiqui, M.A, Kumar, H., Amir, A. Physiological and biochemical changes during seed deterioration in aged seeds of rice (*Oryza sativa* L.). *American. J. Plant Physiol.* **2011**, 6(1): 28-35.
[19] Jain, N., Koopar, R., Saxena, S. Effect of accelerated ageing on seeds of radish (*Raphanus sativus* L.). *Asian. J. Plant Sci.* **2006**, 5(3): 461-464.
[20] Kaya, M.D, Okcu, G., Atak, M., Cıkılı, Y., Kolsarıcı, O. Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Euro. J. Agric*. **2006**, 24(4): 291-295.
[21] Samiullah Khan, N. Improving performance of Brassica juncea cultivars by seed treatment with pyridoxine. *NZ. J. Crop. Hortic. Sci*. **1997**, 25(1): 43-47.
[22] Fu, J., Lu, X., Chen, R., Zhang, B., Liu, Z. Osmoconditioning of peanut (*Arachis hypogea* L.) seeds with PEG to improve vigour and some biochemical activities. *Seed. Sci. Technol*. **1988**, 16(1): 197-212.
[23] Lekic, S., Draganic, I., Milivojevic, M., Todorovic, G. Germination and seedling growth response on sunflower seeds to priming and temperature stress. *Helia*. **2015**, 38(63): 241-252.
[24] Eisvand, H., Tavakkol-Afshari, R., Sharifzadeh, F., Maddah, H., Hesamzadeh, S. Improvement of physiological quality of deteriorated tall wheat grass (*Agropyron elongatum* L.) seeds by hormonal priming for non-drought and drought stress conditions. *Iran. J. Field. Crop. Sci.* **2008**, 39(1): 22.
[25] Verma, S., Verma, U., Tomer, R. Studies on seed quality parameters in deteriorating seeds in Brassica (*Brassica campestris* L.). *Seed. Sci. Technol*. **2003**, 31(2): 389-396.
[26] Sung J. Lipid peroxidation and peroxide-scavenging in soybean seeds during aging. *Physiol. Plant*. **1996**, 97(1): 85-89.
[27] Demir, I., Ermis, S., Okcu, G., Matthews, S. Vigour tests for predicting seedling emergence of aubergine (*Solanum melongena* L.) seed lots. *Seed. Sci. Technol*. **2005**, 33(2): 481-484.
[28] Rosales, M.A., Ruiz, J.M., Hernández, J., Soriano, T., Castilla, N., Romero, L. Antioxidant content and ascorbate metabolism in cherry tomato exocarp in relation to temperature and solar radiation. *J. Sci. Food. Agric.* **2006**, 86(10): 1545-1551.
[29] Afshari, R., Rashidi, S., Alizadeh, H. Effects of seed aging on germination characteristics and on catalase and peroxidase activities in two canola cultivars (*Brassica napus* L.). *Iran J. Field. Crop. Sci.* **2009**, 40(2): 125-133.
[30] Khomari, S., Najafi, G., Javadi, A., Ebadi, A. Effect of seed vigor on the hydro-priming usefulness associated with morphological and biochemical indices of two varieties of Canola. *Iran. J. Seed. Sci. Res.* **2018**, 5(1): 11-26.
[31] Mosavian, S.N., Esmaeilzade-Moridani, M. Effect of hydro-priming duration on germination and early seedling growth of rapeseed under salinity stress. *Afr. J. Agric. Res*. **2016**, 11(43): 4395-4400.
[32] Halder S, Kole S, Gupta K. On the mechanism of sunflower seed deterioration under two different types of accelerated ageing. *Seed. Sci. Technol*. **1983**, 11(2): 331-369.
[33] Toselli, M., Casenave, E. Water content and the effectiveness of hydro and osmotic priming of cotton seeds. *Seed. Sci. Technol*. **2003**, 31(3): 727-735.
[34] Joudi, M., Sharifzadeh, F. Investigation of hydropriming effects on barley cultivars. *J. Agron. Crop. Sci.* **2006**, 99-109.
[35] Ghassemi-Golezani, K., Aliloo, A.A., Valizadeh, M., Moghaddam, M. Effects of different priming techniques on seed invigoration and seedling establishment of lentil (*Lens culinaris* Medik.). *J. Food. Agricul. Environ*. **2008**, 6(2): 222.
[36] Redfearn, M., Osborne, D. Effects of advancement on nucleic acids in sugarbeet (*Beta vulgaris.*) seeds. *Seed. Sci. Res.* **1997**, 7(3): 261-268.
[37] Townend, J., Mtakwa, P., Mullins, C., Simmonds, L. Soil physical factors limiting establishment of sorghum and cowpea in two contrasting soil types in the

semi-arid tropics. *Soil. Tillage. Res.* **1996**, 40(1-2): 89-106.
[38] Modarresi, R., Rucker, M., Tekrony, D. Accelerating ageing test for comparing wheat seed vigour. *Seed. Sci. Technol.* **2002**, 30(3):683-687.
[39] Kaur, S., Gupta, A.K., Kaur, N. Priming of chickpea seeds with water and Mannitol overcomes the effect of salt stress on seedling growth. *Seed. Sci. Technol.* **2003**, 10: 18-20.
[40] Sivritepe, H., Dourado, A. The effect of priming treatments on the viability and accumulation of chromosomal damage in aged pea seeds. *Ann. Bot.* **1995**, 75(2): 165-171.
[41] Fatichin, S-H., Arima, S. Varietal difference in early vegetative growth during seedling stage in soybean. *Plant. Prod. Sci.* **2013**, 16(1): 77-83.
[42] Fukutoku, Y., Yamada, Y. Diurnal changes in water potential and free amino acid contents of water-stressed and non-stressed soybean plants. *Soil. Sci. Plant. Nutr*. **1981**, 27(2): 195-204.
[43] Muchow, R. Comparative productivity of maize, sorghum and pearl millet in a semi-arid tropical environment II. effect of water deficits. *Field. Crops. Res*. **1989**, 20(3): 207-219.
[44] Slocombe, S.P, Cornah, J., Pinfield-Wells, H., Soady, K., Zhang, Q., Gilday, A. Oil accumulation in leaves directed by modification of fatty acid breakdown and lipid synthesis pathways. *Plant. Bio. Technol. J.* **2009**, 7(7): 694-703.
[45] Saha, R.R., Sultana, W. Influence of seed ageing on growth and yield of soybean. *Bangladesh. J. Bot.* **2008**, 37(1): 21-26.
[46] Gidrol, X., Noubhani, A., Mocquot, B., Fournier, A., Pradet, A. Effect of accelerated aging on protein synthesis in two legume seeds. *Plant. Physiol. Bio. chem.* **1998**, 26(3): 281-288.
[47] Davison, P., Bray, C. Protein synthesis during osmopriming of leek (*Allium porrum* L.) seeds. *Seed. Sci. Res.* **1991**, 1(1): 29-35.
[48] Giri, G.S., Schillinger, W.F. Seed priming winter wheat for germination, emergence, and yield. *Crop. Sci*. **2003**, 43(6): 2135-2141.
[49] Janda, T., Szalai, G., Tari, I., Paldi, E. Hydroponic treatment with salicylic acid decreases the effects of chilling injury in maize (*Zea mays* L.) plants. *Planta*. **1999**, 208(2): 175-180.
[50] Moran, M., Clarke, T., Inoue, Y., Vidal, A. Estimating crop water deficit using the relation between surface-air temperature and spectral vegetation index. *Remote. Sens. Environ.* **1994**, 49(3): 246-263.
[51] Sanitata, L., Gabbriella, R. Response to Cd in higher plants–Review. *Environ. Exp. Bot.* **1999**, 45: 105-130.
[52] Behera, R.K., Choudhury, N.K. High irradiance-induced changes in carotenoid composition and increase in non-photochemical quenching of Chl a fluorescence in primary wheat leaves. *J. plant. physiol*. **2003**, 160(10): 1141-1146.
[53] Rupani, P.F., Embrandiri, A., Ibrahim, M.H., Ghole, V., Lee, C.T., Abbaspour, M. Effects of different vermicompost extracts of palm oil mill effluent and palm-pressed fiber mixture on seed germination of mung bean and its relative toxicity. *Environ. Sci. Pollut. Res*. **2018**, 25(36): 35805-33810.
[54] Asgedom, H., Becker, M. Effects of seed priming with different nutrient solutions on germination, seedling growth and weed competitiveness of cereals in Eritrea. *J. Agron. Crop. Sci*. **2001**, 6(2): 64-70.
[55] Chadordooz-Jeddi, A., Ghassemi-Golezani, K., Zehtab-Salmasi, S. The impact of seed size and aging on physiological performance of lentil under water stress. *J. Plant. Physiol. Breed.* **2015**, 5(1): 13-21.
[56] Kahkonen, M.P., Hopia, A.I., Vuorela, H.J, Rauha, J-P., Pihlaja, K., Kujala, T.S. Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. *J. Agric. Food. Chem.* **1999**, 47(10): 3954-3962.
[57] Amarowicz, R., Troszynska, A., Barylko-Pikielna, F., Shahidi, F. Polyphenolics extracts from legume seeds: correlations between total antioxidant activity, total phenolics content, tannins content and astringency. *J. Food. Lipids.* **2004**, 11(4): 278-286.
[58] Klimczak, I., Małecka, M., Szlachta, M., Gliszczyńska-Swigło, A. Effect of storage on the content of polyphenols, vitamin C

and the antioxidant activity of orange juices. *J. Food. Compost. Anal.* **2007**, 20 (3-4): 313-322.

[59] Ganz, T. Systemic iron homeostasis. *Physiol. Rev*. **2013**, 93(4): 1721-1741.

Journal of Developmental Biology
Vol. 16, No.1, Winter 2024

Investigating the vitamin C and hydroquinone pretreatment Effects on developmental and phytochemical characteristics of seedlings obtained from aged canola

H. Naghisharifi [1], M. Kolahi [2]*, M. Javaheriyan [1], B. Zargar [1]

[1] Department of Chemistry, Faculty of Science, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
[2] Department of Biology, Faculty of Science, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

* (Corresponding author): m.kolahi@scu.ac.ir

https://doi.org/10.30495/jdb.2023.1969359.1334

Received: September.2022 Accepted: July.2023

Abstract

Canola with the scientific name *Brassica napus* L., due to its high oil content in the seed, produces one-third of all edible oils worldwide, which plays an important role in improving the nutritional needs of societies. The accelerated aging test is one of the most important tests used to evaluate the viability and physiological potential of seeds. Unsuitable environmental conditions as well as seed storage conditions can cause oxidative stress in seeds and other plant tissues. In this study, the improvement effect of pretreatment of vitamin C and Hydroquinone on canola seed under accelerated aging and the developmental and phytochemical characteristics of seedlings obtained from aged canola seed including morphological traits, germination indices and phytochemical changes were investigated. Pre-treatment of seeds with antioxidant compounds reduced the damage caused by decay, improved the quality of canola seeds and seedlings, and also changed the phytochemical composition of the seedlings. The reduction of seed germination and weak morphometric characteristics of seedlings obtained from old seeds indicate the relationship between the phytochemical changes of seeds and the aging process. Seedlings obtained from old seeds showed phytochemical changes in the metabolic pathways of carbohydrates and proteins. If the aging process of the seed does not lead to death of seed, the resulting seedlings will have a different destiny with high power to deal with oxidative stress. It seems that the seedlings receive the signal from the free radicals of seed aging and cause the growth of intelligent seedlings to deal with the stress.

Keywords: Aging, Canola, Development, Morphometry, Phytochemical.