



علوم و تحقیقات بذر ایران

سال نهم/ شماره دوم/ ۱۴۰۱ (۴۸ - ۳۱)

مقاله پژوهشی

DOI: 10.22124/jms.2022.6150

## تأثیر پرایمینگ بر جوانه‌زنی و ویژگی‌های گیاهچه در بذور فرسوده کدو پوست کاغذی تحت شرایط تنش خشکی

پریسا شیخ‌نواز جاهد<sup>۱</sup>، محمد صدقی<sup>۲\*</sup>، رؤف سید شریفی<sup>۳</sup>، امید سفالیان<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۶/۲۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۸/۲۴

### چکیده

به‌منظور بررسی اثر پرایمینگ بر جوانه‌زنی بذور فرسوده کدو پوست کاغذی تحت تنش خشکی، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی با ۳ تکرار در آزمایشگاه اجرا شد. تیمارها شامل فرسودگی (شاهد، ۸۵ درصد و ۷۵ درصد)، تنش خشکی (صفر، ۰/۷۵- و ۱/۵- مگاپاسکال) و پرایمینگ (شاهد، هیدروپرایمینگ، پرایمینگ با جبرلین، پرایمینگ با GT24، پرایمینگ با بنزیل‌آمینوپورین و پرایمینگ با اسپرمیدین) بودند. در این پژوهش صفات درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، یکنواختی جوانه‌زنی، وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه، محتوای کلروفیل a و b، نسبت کلروفیل a/b، فتوسنتز، محتوای قندهای محلول، درصد چربی کل و فعالیت آنزیم آلفا‌آمیلاز مورد مطالعه قرار گرفت. کم‌ترین درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه، کلروفیل a، کلروفیل b، نسبت کلروفیل a/b، شدت فتوسنتز و فعالیت آنزیم آلفا‌آمیلاز در تیمار خشکی ۱/۵- مگاپاسکال و فرسودگی ۷۵ درصد بود. کم‌ترین یکنواختی جوانه‌زنی در تیمار هورمون پرایمینگ با جبرلین در شرایط عدم تنش به‌دست آمد. کم‌ترین محتوای قندها و درصد چربی کل در سطح شاهد (بدون تنش خشکی)، فرسودگی ۷۵ درصد و در شرایط عدم پرایمینگ بود. بیشترین درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه و فعالیت آنزیم آلفا‌آمیلاز در تیمار هورمون پرایمینگ با جبرلین، کلروفیل a، کلروفیل b و شدت فتوسنتز در پرایمینگ بذر با اسپرمیدین و نسبت کلروفیل a/b در هیدروپرایمینگ و در شرایط عدم تنش خشکی و فرسودگی به‌دست آمد. بیشترین یکنواختی جوانه‌زنی در خشکی ۱/۵- مگاپاسکال و فرسودگی ۷۵ درصد در پرایمینگ شاهد به‌دست آمد. بیشترین محتوای قندها در شرایط عدم فرسودگی، خشکی ۰/۷۵- مگاپاسکال و تیمار به‌روش هیدروپرایمینگ به‌دست آمد. بیشترین درصد چربی کل در خشکی ۱/۵- مگاپاسکال، عدم فرسودگی و در پرایمینگ با اسپرمیدین مشاهده شد. به‌طور کلی اعمال تنش خشکی بر روی بذور فرسوده کدو پوست کاغذی منجر به اختلال و یا کاهش در صفات فیزیولوژیک گردید. از طرفی پرایمینگ بذور با روش‌های مختلف اثرات سوء ناشی از تنش خشکی و فرسودگی بذور را را تقلیل بخشید.

### واژه‌های کلیدی: صفات رشدی، گیاهچه، وزن تر، هورمون

jahed.parisa@yahoo.com

m\_sedghi@uma.ac.ir

rssharif@yahoo.com

sofalian@uma.ac.ir

۱- دانشجوی دکتری، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

۲- استاد، گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

۳- استاد، گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

۴- استاد، گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

\*نویسنده مسئول: m\_sedghi@uma.ac.ir

## مقدمه

کدو پوست کاغذی جز گیاهان دارویی و روغنی مهم محسوب می‌شود. عملکرد روغن این گیاه نیز ۴۰ تا ۳۰ درصد می‌باشد (Omidbeyghi, 2000). ۹۰ درصد محتوای روغن بذر را اسیدهای چرب تشکیل می‌دهند که مهم‌ترین آن‌ها اسید لینولئیک، اولئیک و پالمیتیک و ... می‌باشند. همچنین ۵۰ درصد اسیدهای چرب آن را اسید لینولئیک تشکیل می‌دهد (Fruhworth and Hermetter, 2008). مطالعات نشان می‌دهد که روغن دانه و فراورده‌های حاصل از آن به‌واسطه دارا بودن اسید لینولئیک و  $\beta$ -سیستواسترول در درمان بیماری‌های مختلفی نظیر هیپرپلازی پروستات، کاهش کلسترول و اسیدهای چرب اشباع خون کاربرد دارد (Fruhworth and Hermetter, 2008). با وجود این‌که گزارش کمی در مورد قوه نامیه پایین در بذرهای کدو پوست کاغذی وجود دارد اما پژوهش‌های مختلفی در مورد تاثیر فرسودگی بذر گیاه کدو تخم‌کاغذی (Ghahremani et al., 2017) و تاثیر منفی آن بر جوانه‌زنی انجام شده است که نشان می‌دهد در اثر شرایط نامساعد محیطی جوانه‌زنی و رشد گیاهچه کاهش می‌یابند. مرحله جوانه‌زنی گیاهچه از مراحل حساس و مهمی است که با استقرار مطلوب گیاهچه‌ها در فرایند تولید، نقش مهمی را ایفا می‌کند (Joodi and Sharifzade, 2009). بروز تنش شوری و خشکی در مرحله جوانه‌زنی بسیار آسیب‌زا می‌باشند (Riazi and Sharifzade, 2009). گفته شده است تنش خشکی جوانه‌زنی را به‌تاخیر می‌اندازد (Hardegree and Emmerich, 1990). کریم‌زاده حسینیان و همکاران (Karimzadeh Hoseinian et al., 2013) کاهش شاخص‌های جوانه‌زنی گیاه کدو در اثر تنش خشکی را گزارش کردند. باید اذعان شود که کیفیت بذر از جمله عوامل تاثیرگذار بر ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر و سبز شدن آن می‌باشد. فرسودگی بذر پدیده‌ای فیزیولوژیک است که پس از رسیدگی فیزیولوژیک بذر و در دوره پس از برداشت در شرایط بالابودن دما، رطوبت و فشار اکسیژن محیط نگهداری بذر، به‌تدریج آغاز می‌شود و موجب تخریب DNA و RNA ریبوزومی، افزایش فعالیت آنزیم‌های تنفسی و نفوذپذیری غشاهای سلولی می‌شود. این عوامل منجر به کاهش قوه نامیه و بنیه بذر و گیاهچه و در نهایت عملکرد محصول می‌شوند (Hampton, 2003). پیش-

تیمار بذر به‌عنوان یک تکنیک در علوم و تکنولوژی بذر می‌تواند به ظهور بهینه پتانسیل بذر کمک نماید (Rowse et al., 2001). پژوهش‌های متنوعی در مورد تاثیر پرایمینگ بر جوانه‌زنی بذر گیاهان مختلف انجام شده است (Sedghi et al., 2014; Zanganeh et al., 2018).

در آزمایشی که در مورد اثر rac-Gr24 بر جوانه‌زنی بذرهای لوپین در شرایط تنش گرما استفاده شد، مشاهده شد که این ماده بر جوانه‌زنی بذرهای لوپین موثر بود (Omoarelojie et al., 2020). نتایج تحقیق صدقی و همکاران (Sedghi et al., 2010) نشان داد که پرایمینگ بذور با هورمون جبرلین، شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه را در بذور پرایم شده در مقایسه با بذور شاهد بهبود دادند (Moradi and Younesi, 2009). همچنین تیمار هیدروپرایم بذور اثر معنی‌داری بر جوانه‌زنی ارزن علوفه‌ای داشت و پیش‌تیمار بذور این گیاه موجب ایجاد تفاوت معنی‌داری در سرعت و درصد جوانه‌زنی شد (Riazi et al., 2007). همچنین در گیاه برنج کاربرد پرایمینگ برنج جوانه‌زنی را بهبود بخشید (Sheteiwy et al., 2017). با وجود این‌که گزارش‌های کمی در مورد عدم کیفیت بذر و تاثیر تنش خشکی بر جوانه‌زنی گیاه کدو تخم‌کاغذی وجود دارد، اما احتمال فرسودگی بذر و یا قرارگرفتن در شرایط نامطلوب محیطی، به‌خصوص تنش خشکی در ایران دور از انتظار نیست، به‌همین جهت این پژوهش طراحی و اجرا شد. هدف از این تحقیق ارزیابی گیاهچه‌های حاصل از بذور فرسوده کدو پوست کاغذی در شرایط تنش خشکی بود. همچنین بررسی روش‌های مختلف پیش‌تیماردهی برای کاهش اثرات منفی و یا بهبود صفات مورد بررسی تحت شرایط تنش از اهداف این پژوهش می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۷ در آزمایشگاه علوم و تکنولوژی بذر دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی به‌صورت فاکتوریل سه عامله در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار انجام شد. تیمارها شامل سطوح مختلف فرسودگی (شاهد، ۸۵ درصد و ۷۵ درصد جوانه‌زنی شاهد) و تنش خشکی (شاهد، ۰/۷۵- و ۱/۵- مگاپاسکال) و همچنین پرایمینگ (شاهد، هیدروپرایمینگ، هورمون

بین ۱۰ و ۹۰ درصد جوانه‌زنی است که از رابطه زیر به- دست می‌آید (Fazel et al., 2014).

$$GU=1/n \quad (\text{رابطه ۴})$$

در این رابطه GU، یکنواختی جوانه‌زنی و n تعداد بذرهای جوانه‌زده می‌باشد. برای بررسی رشد گیاهچه در پایان روز هشتم کشت و پس از بازشدن کامل برگ‌های لپه‌ای، ده گیاهچه نرمال از هر تیمار انتخاب و صفات مود نیاز اندازه‌گیری شدند. برای به‌دست آوردن وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه، پس از پیچیده‌شدن در فویل آلومینیومی به آن با دمای ۸۰ درجه سلسیوس به‌مدت ۲۴ ساعت منتقل شدند و وزن خشک بر حسب میلی‌گرم با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت یک هزارم به‌دست آمد. برای اندازه‌گیری میزان رنگدانه‌های فتوسنتزی، ۱۴ روز پس از شروع جوانه‌زنی، مقدار یک گرم از برگ جدا و به‌همراه ۱۵ cc استون در هاون چینی سائیده شد. پس از عبور از کاغذ صاف و قیف، میزان جذب نور محلول با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج‌های ۶۴۵، ۶۵۲ و ۶۶۳ نانومتر خوانده شد. نتایج حاصل از رنگیزه‌های گیاه بر حسب میلی‌گرم وزن تر گزارش شد. با استفاده از روابط زیر میزان کلروفیل a و کلروفیل b بر حسب میلی‌گرم وزن تر بافت تعیین شد (Bruisma, 1963).

$$\text{Chl a} = (0.0131) (A663) - (0.0029) (A645) \quad (\text{رابطه ۵})$$

$$\text{Chl b} = (0.0237) (A645) - (0.004593) (A652) \quad (\text{رابطه ۶})$$

شدت فتوسنتز خالص و هدایت روزنه‌ای در پایان دوره اعمال تیمارها (روز ۱۱۷ پس از جوانه‌زنی) با استفاده از دستگاه تبادلات گازی مادون قرمز قابل حمل (فتوسنتز متر پرتابل) مدل LCi ساخت شرکت ADC Biosledge Ltd انگلستان بر روی جوان‌ترین برگ‌گی که به‌طور کامل گسترش یافته بود، سنجش شد. اندازه‌گیری‌ها از ساعت ۹ صبح تا ۱۲ ظهر و ۵ ثانیه پس از قراردادن برگ در داخل محفظه شیشه‌ای دستگاه اعداد ثبت گردید (Bastam et al., 2013).

برای اندازه‌گیری محتوای قندها از روش دوبویس و همکاران (Dubios et al., 1956) استفاده شد. در این روش ۰/۱ گرم نمونه برگ‌گی با الکل ۷۰ درصد به حجم ۱۵ میلی‌لیتر رسانده شد و مخلوط حاصل یک هفته در یخچال نگهداری و روزانه هم زده شد. پس از یک هفته ۲ میلی‌لیتر از نمونه با یک میلی‌لیتر فنل ۵ درصد به‌خوبی مخلوط شد. سپس ۵ میلی‌لیتر اسید سولفوریک غلیظ

پرایمینگ با جیبرلین، پرایمینگ با Gr24، هورمون- پرایمینگ با بنزیل آمینوپورین و پرایمینگ با اسپرمیدین بودند. بذور به‌منظور اعمال پرایمینگ به‌مدت ۲۴ ساعت در غلظت ۱۰۰ میکرومولار تیمارهای پرایمینگ خیس‌انده شدند. بذرها از شرکت پاکان بذر خریداری شدند و قوه نامیه آن‌ها ۹۰ درصد بود.

جهت ایجاد فرسودگی (پیری زودرس) توده‌های بذری در داخل آون با دمای ۴۰ درجه سلسیوس و رطوبت ۱۰۰ درصد به‌مدت ۵ و ۱۰ روز، قرار گرفتند، تا به درجات فرسودگی ۸۵ درصد و ۷۵ درصد برسند (Delouche and Baskin, 1973). برای تهیه محلول‌های خشکی از پلی‌اتیلن‌گلایکول ۶۰۰۰ استفاده گردید. به‌منظور ایجاد پتانسیل اسمزی مورد نظر جهت اعمال تنش خشکی از رابطه میشل و کافمن استفاده گردید (Michel and Kaufman, 1973).

$$\Psi_s = -(1.18 \times 10^{-2})C - (1.18 \times 10^{-4})C^2 + (2.67 \times 10^{-4})CT + (8.39 \times 10^{-7})C^2T \quad (\text{رابطه ۱})$$

در این رابطه  $\Psi_s$  معادل فشار اسمزی بر حسب بار (Bar)، C غلظت پلی‌اتیلن‌گلایکول ۶۰۰۰ بر حسب گرم بر کیلوگرم آب (g/kg H<sub>2</sub>O) و همچنین T درجه حرارت بر حسب سلسیوس (C) می‌باشد. برای انجام آزمون جوانه‌زنی استاندارد، تعداد ۲۵ بذر از هر تیمار درون ظروف یک‌بار مصرف کشت شد. ظروف به‌درون ژرمیناتور مدل IKH.RI تنظیم‌شده با دمای ۲۵ درجه سلسیوس و نور ۸ ساعت روشنایی منتقل شدند. شمارش بذور جوانه‌زده به‌صورت روزانه و به‌مدت ۸ روز انجام گردید. معیار جوانه‌زنی یک بذر، رشد ریشه‌چه و خروج آن به‌میزان ۲ میلی‌متر از پوسته بذر در نظر گرفته شد (ISTA, 2007). درصد جوانه‌زنی بر اساس رابطه زیر به‌دست آمد (ISTA, 2002).

$$GP = 100 \times (\text{nit}/s) \quad (\text{رابطه ۲})$$

در این رابطه GP درصد جوانه‌زنی، ni بذرهاى جوانه‌زده در زمان ti و S تعداد کل بذر می‌باشد. سرعت جوانه‌زنی بر اساس رابطه زیر به‌دست آمد (ISTA, 2002).

$$GR = \sum ni/ti \quad (\text{رابطه ۳})$$

در این رابطه GR سرعت جوانه‌زنی، ti تعداد روزهای پس از جوانه‌زنی و  $\sum n$  تعداد کل بذرهاى جوانه‌زده در دوره آزمون می‌باشد یکنواختی جوانه‌زنی، مدت زمان لازم

### نتایج

**درصد جوانه‌زنی:** مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) اثر سطوح مختلف خشکی، فرسودگی و پرایمینگ و نیز اثرات متقابل آن‌ها بر درصد جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. با افزایش شدت تنش خشکی همچنین مدت زمان قرار گرفتن بذور در دما و رطوبت بالا، درصد جوانه‌زنی بذور کاهش یافت، به طوری که نتایج حاصل از جدول ۲ نشان داد که کم‌ترین درصد جوانه‌زنی (۴۳/۶ درصد) مربوط به تیمار خشکی با شدت ۱/۵- مگاپاسکال و با درجه فرسودگی ۷۵ درصد در شرایط بدون پرایمینگ بود. همچنین، شرایط تنش خشکی بیش از فرسودگی بذر، منجر به کاهش درصد جوانه‌زنی بذور گردید. تنش خشکی و فقدان آب در خاک درصد جوانه‌زنی و میانگین سرعت جوانه‌زنی را کاهش می‌دهد زیرا کاهش جذب آب منجر به کند شدن متابولیسم در بافت‌های جنینی گردیده در نتیجه ظهور و توان گیاهچه کاهش می‌یابد (Larcher, 2001). دلایل متعدد بیوشیمیایی و متابولیک برای کاهش توان جوانه‌زنی بذرهای فرسوده عنوان شده است که از آن جمله می‌توان به پراکسیداسیون چربی‌ها، خسارت به غشای سلولی، آسیب به فرایند سنتز RNA، تخریب DNA، همچنین رسوب و غیرفعال شدن آنزیم‌ها اشاره کرد (Basra et al., 2003). این درحالی بود که پرایمینگ بذور با اسپرمیدین و جیبرلین، بنزیل آمینوپورین و Gr24 منجر به افزایش درصد جوانه‌زنی در شرایط عادی و تنش شده و خسارت ناشی از تنش‌ها را جبران نمود، به طوری که بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی (۹۸/۰۳ درصد) در تیمار پرایمینگ با هورمون جیبرلین در شرایط عدم تنش خشکی و فرسودگی به دست آمد. کاربرد هورمون جیبرلین به صورت پرایمینگ می‌تواند به حفظ یکپارچگی غشا و کاهش نفوذپذیری آن در طی تنش خشکی کمک کند و در نتیجه با افزایش فعالیت آنزیم‌های لیپاز و پروتئاز منجر به آزادسازی مواد ذخیره‌ای و تبدیل آن‌ها به مواد قابل انتقال ساکاروز و گلوکز و بهبود قدرت و شاخص جوانه‌زنی گردد (Mohamed et al., 2010). توکل افشاری و همکاران (Tavakol Afshari et al., 2009) گزارش کردند کاهش قدرت بذر به علت کاهش سنتز، تخریب و فساد پروتئین‌های سلولی و افزایش هدایت الکتریکی و نشت-

روی آن افزوده، نیم ساعت بعد جذب محلول‌ها در طول موج ۴۸۵ نانومتر قرائت گردید.

برای اندازه‌گیری چربی، از پرکولاسیون سوکسله استفاده شد (Yaniv et al., 1999). برای این منظور، ابتدا دو هفته پس از شروع جوانه‌زنی نمونه بذری در دمای ۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت در داخل آون قرار گرفت. بعد از اندازه‌گیری وزن بالن سوکسله (خالی) مقدار ۲۲۰ میلی‌لیتر حلال شامل ۲ قسمت متانول به اضافه ۱ قسمت کلروفرم به داخل آن ریخته شد. سپس ۵ گرم از نمونه به صورت پودری در آورده شده پس از قرار گرفتن در کارتوش داخل لوله استخراج قرار گرفت. دستگاه پس از تنظیم جریان آب به مدت ۴/۵ ساعت بر روی منبع حرارتی قرار گرفت. پس از طی زمان مذکور چربی طی فرآیند تقطیر به صورت ماده‌ای غلیظ و سبز رنگ در بالن باقی ماند. بالن همراه با چربی توزین و با استفاده از فرمول زیر درصد هر کدام از نمونه‌ها محاسبه گردید:

$$\text{Lipid content (\%)} = (A-a) \times 100/B \quad (\text{رابطه ۷})$$

در این رابطه، Lipid content (%) درصد چربی، A وزن بالن به همراه چربی، a وزن بالن خالی و B وزن نمونه مورد آزمایش است.

فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز اواسط دوره جوانه‌زنی و مطابق روش دومان و همکاران (Doman et al., 1982) مشخص شد. بذرها در بافر ۶۰ میلی‌لیتر (PH=۸/۶) هموزنیزه شدند و سپس در ۱۲۰۰۰g و به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفوژ شدند. فعالیت آنزیم در محیط واکنش که حاوی ۶۰ میلی‌مولار بافر فسفات (PH=۸/۶)، ۴۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر کلسیم کلراید و ۵۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر نشاسته بود، مشخص شد. عصاره آنزیمی (یک میلی‌لیتر) پس از ۲۰ دقیقه آنکوباسیون در حمام آب گرم به محیط آزمایش اضافه شد. فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز با استفاده از نشاسته و با طول موج ۶۲۰ نانومتر به صورت میکروگرم نشاسته بر گرم در دقیقه بافت تازه مشخص شد. تجزیه-های آماری به کمک نرم‌افزار SAS انجام و شکل‌ها به کمک نرم‌افزار Excel کشیده شدند. مقایسه میانگین تیمارها بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال P=0.05 صورت گرفت.

پذیری سلول طی فرسودگی می‌باشد که اعمال پرایمینگ باعث ترمیم بذرها و افزایش قدرت آن می‌شود.

### جدول ۱- تجزیه واریانس تاثیر تنش خشکی و فرسودگی بذر بر شاخص‌های جوانه‌زنی کدو پوست کاغذی

Table 1. Analysis of variance for the effect of drought stress and seed deterioration on Germination traits of Pumpkin.

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات MS				
		درصد جوانه‌زنی Germination Percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	یکنواختی جوانه‌زنی Germination uniformity	وزن خشک ریشه‌چه Radical dry weight	وزن خشک ساقه‌چه Plumule dry weight
Drought (D) خشکی	2	22015**	565.7**	37.5**	0.0001**	0.0003**
Priming (P) پرایمینگ	5	437.4**	16.9**	2.11**	0.00001**	0.000006**
Ageing (A) فرسودگی	2	5413**	269.2**	28.6**	0.0005**	0.0005**
D×P	10	29.9**	0.23**	0.07**	0.0000001ns	0.0000002**
D×A	4	2.07**	3.42**	0.65**	0.00001**	0.000005**
P×A	10	0.62**	0.19**	0.07**	0.0000004*	0.00000003ns
D×A×P	20	1.14**	0.24**	0.031*	0.0000002ns	0.00000008ns
Error خطا	108	0.12	0.002	0.014	0.0000001	0.00000005
CV (%) درصد ضریب تغییرات		0.54	0.58	4.3	2.5	1.63

\*\*، \* و ns به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد، ۵ درصد و غیرمعنی‌داری را نشان می‌دهند.

ns, \* and \*\*, significant at 1%, 5% and not significant probability levels, respectively

فعالیت‌های متابولیک جوانه‌زنی در داخل بذر به آرامی صورت گرفته در نتیجه مدت زمان خروج ریشه‌چه از بذر افزایش می‌یابد، بنابراین سرعت جوانه‌زنی کاهش می‌یابد. همچنین بیش‌ترین سرعت جوانه‌زنی (۱۵/۵۶ بذر در روز) در تیمار پرایمینگ با هورمون جیبرلین در شرایط عدم تنش خشکی و فرسودگی به دست آمد. در آزمایشی مشابه، اثر اسید جیبرلیک را بر درصد ظهور گیاهچه و عملکرد خود تحت شرایط تنش موجب بهبود این صفات گردید (Shariatmadari et al., 2017). به نظر می‌رسد دلیل بالابودن سرعت جوانه‌زنی در خصوص آزادسازی آنزیم‌های تجزیه‌کننده قند و پروتئین در داخل بذر باشد. نتایج سایر پژوهش‌ها نشان داد که سرعت جوانه‌زنی در اثر هیدروپرایمینگ (Khalaki et al., 2019) و اسپرمیدین (Sheteiwiy et al., 2017) افزایش یافت آن‌ها بیان کردند که افزایش توانایی سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانت موجب بهبود سرعت جوانه‌زنی می‌شود.

**یکنواختی جوانه‌زنی:** طبق جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) اثر سطوح مختلف خشکی، فرسودگی و پرایمینگ و نیز اثرات متقابل بین آن‌ها بر میزان تغییرات یکنواختی جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود و اثر متقابل خشکی، فرسودگی و پرایمینگ بر یکنواختی جوانه‌زنی در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود.

**سرعت جوانه‌زنی:** طبق جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) اثر سطوح مختلف خشکی، فرسودگی و پرایمینگ و نیز اثرات متقابل آن‌ها بر میزان تغییرات سرعت جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. با کاهش میزان رطوبت لازم جهت جوانه‌زنی بذور کدو پوست کاغذی و فرسوده شدن بذور از سرعت جوانه‌زنی آن‌ها کاسته شد. به طوری که بذور تحت تنش خشکی و فرسودگی ۸۳/۵۸ درصد کاهش در میزان سرعت جوانه‌زنی را نسبت به شاهد نشان دادند. نتایج حاصل از جدول مقایسه میانگین (جدول ۲) نشان داد کم‌ترین میزان سرعت جوانه‌زنی (۲/۱۱ بذر در روز) مربوط به تیمار خشکی با شدت ۱/۵- مگاپاسکال و با درجه فرسودگی ۷۵ درصد بود. رستگار و همکاران (Rastegar et al., 2011) در تحقیقی بر روی بذور سویا اظهار داشتند با افزایش درجه فرسودگی بذور، سرعت جوانه‌زنی کاهش می‌یابد. در اثر فرسودگی، بذر برای بهبود خسارت‌های وارد شده به غشا و دیگر قسمت‌های سلول، همچنین مقابله با تنش اکسیداتیو به کمک سیستم آنتی‌اکسیدانت نیاز به زمان دارد و جبران این خسارت‌ها فقط پس از جذب آب توسط بذر امکان‌پذیر است، بنابراین مدت زمان لازم برای تکمیل فرایند جوانه‌زنی بذرها فرسوده افزایش می‌یابد که نتیجه آن کاهش سرعت جوانه‌زنی است (Goel et al., 2003). در شرایط خشکی نیز به علت این‌که جذب آب توسط بذر دچار اختلال گردیده و یا جذب به آرامی صورت می‌گیرد،



گزارش شده است (Sheidai *et al.*, 2016). در یک بررسی گزارش شد که پیری بذر سبب کاهش فعالیت پمپ پروتون غشای پلاسمایی می‌شود. کاهش فعالیت آنزیم ATP-ase ممکن است از طریق کاهش اسیدی-شدن دیواره سلولی و کاهش نیروی محرک لازم برای جذب فعال مواد اسمزی نظیر یون‌ها و قندها توسط سلول‌های در حال توسعه شده و در نتیجه فشار تورگر لازم جهت توسعه سلول را کم می‌کند (Sveinsdottir *et al.*, 2009). به نظر می‌رسد فرسودگی از طریق کاهش کیفیت بذور، باعث صدمه به پارامترهای رشدی گیاهچه می‌شود. بیشترین میزان وزن خشک ریشه‌چه  $0.183$  گرم) در خشکی با شدت  $0.75$ - و در شرایط عدم فرسودگی در تیمار پرایمینگ با هورمون جیبرلین به-دست آمد (شکل ۲).

شکل ۲ نشان داد که پرایمینگ موجب افزایش میزان وزن خشک ریشه‌چه شد که در این میان جیبرلین و Gr24 نسبت به سایر پیش‌تیمارها نتایج بهتری نشان دادند، به طوری که بیشترین میزان وزن خشک ریشه‌چه در اثر هورمون پرایمینگ با جیبرلین ( $0.17$  گرم) مشاهده شد. در حالی که عدم پرایمینگ کمترین میزان وزن خشک ریشه ( $0.12$  گرم) را نشان داد. بر اساس شکل ۳ فرسودگی و افزایش شدت آن موجب کاهش وزن خشک ریشه گردید، به طوری که در شرایط فرسودگی  $75$  درصد، کمترین میزان وزن خشک ریشه ( $0.069$  گرم) قابل مشاهده بود. در حالی که کاربرد پرایمینگ‌های مختلف به بهبود وزن خشک ریشه در شرایط نرمال و فرسودگی کمک کردند، به طوری که مشاهده شد در شرایط نرمال بیشترین میزان وزن خشک ریشه ( $0.17$  گرم) به کاربرد جیبرلین تعلق گرفت. با این حال در شرایط فرسودگی شدید نیز کاربرد جیبرلین بیش‌تر از سایر تیمارها از کاهش وزن خشک ریشه در اثر فرسودگی جلوگیری کرد. علاوه بر این جهانبخشی و همکاران (Jahanbakhshi *et al.*, 2012) نیز در آزمایشی مشابه به کاهش اثرات سوء فرسودگی بر وزن خشک گیاهچه در اثر پیش‌تیمار بذور با جیبرلین اشاره کردند. بذرها پیش‌تیمار شده سرعت و درصد جوانه‌زنی بالاتری نسبت به بذرها داشتند، این امر موجب شد تا در یک زمان معین، سریع جوانه‌زده و ماده خشک بیش‌تری نسبت به بذور شاهد تولید کنند (Shekari *et al.*, 2010).

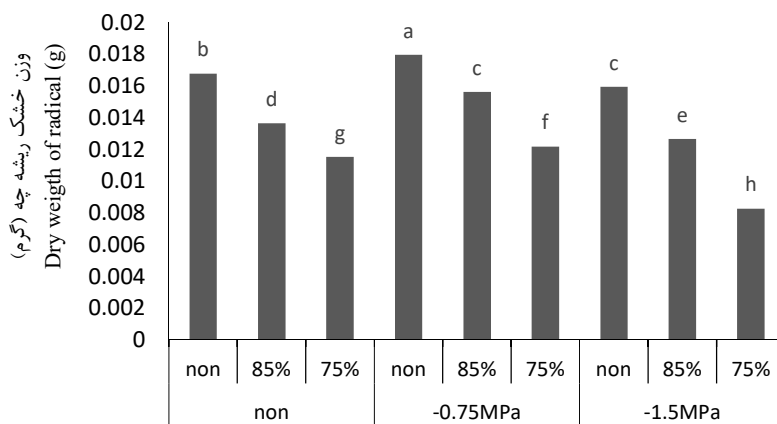
نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که کمترین میزان یکنواختی جوانه‌زنی ( $0.97$ ) توسط تیمار پرایمینگ با هورمون جیبرلین در شرایط عدم تنش خشکی و فرسودگی به‌دست آمد. بیش‌ترین یکنواختی جوانه‌زنی ( $4/87$ ) در خشکی با شدت  $1/5$ - مگاپاسکال و درجه فرسودگی  $75$  درصد در پرایمینگ شاهد به‌دست آمد.

در یکنواختی جوانه‌زنی هرچه عدد به‌دست آمده کم‌تر باشد، نشانگر یکنواختی بیش‌تر است (Soltani *et al.*, 2001). کمبود آب معمولاً عامل محدودکننده جوانه‌زنی بذور بوده و بر درصد، سرعت و یکنواختی ظهور تأثیر می‌گذارد (Yagmur and Kaydan, 2008). در مطالعه‌ای که توسط خلیلی اقدم (Khaliliaghdam, 2011) روی گیاه سویا صورت گرفت ایشان بیان داشتند با افزایش فرسودگی کاهش معنی‌داری در درصد و یکنواختی جوانه‌زنی روی می‌دهد. نتایج آزمایش نشان داد که درصد جوانه‌زنی، متوسط زمان جوانه‌زنی، و یکنواختی جوانه‌زنی در بذور پرایم شده گندم، یونجه، ذرت، برنج، به‌طور معنی‌داری بهبود یافتند، که این امر نشان از تسریع جوانه‌زنی و افزایش بنیه بذر در اثر کاربرد تیمارهای پیش‌تیمار بذر دارد (Duman, 2006).

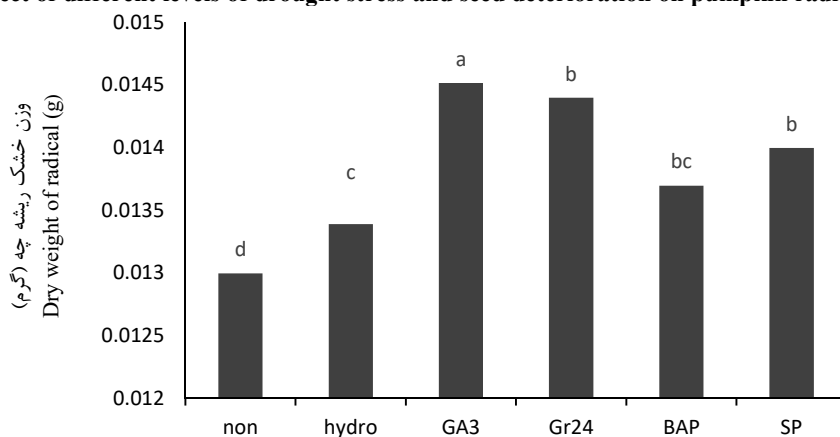
در آزمایش‌های مختلف تأثیر پرایمینگ‌های مختلف شامل rac-Gr24 بر جوانه‌زنی بذرها لویین (Omoarelojie *et al.*, 2020) پرایمینگ بذور با هورمون جیبرلین (Sedghi *et al.*, 2010) هیدروپرایم بذور بر جوانه‌زنی ارزن علوفه‌ای (Riazi *et al.*, 2007) جوانه‌زنی بذور برنج در اثر پرایمینگ اسپرمیدین (Sheteiwy *et al.*, 2017) مشاهده شد.

**وزن خشک ریشه‌چه:** با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) اثر متقابل خشکی و فرسودگی بر میزان تغییرات وزن خشک ریشه‌چه در سطح یک درصد معنی‌دار بود. همچنین اثر متقابل پرایمینگ در فرسودگی در سطح  $5$  درصد معنی‌دار بود. با این وجود اثر متقابل پرایمینگ در خشکی همچنین اثر متقابل پرایمینگ در خشکی و فرسودگی معنی‌دار نبود.

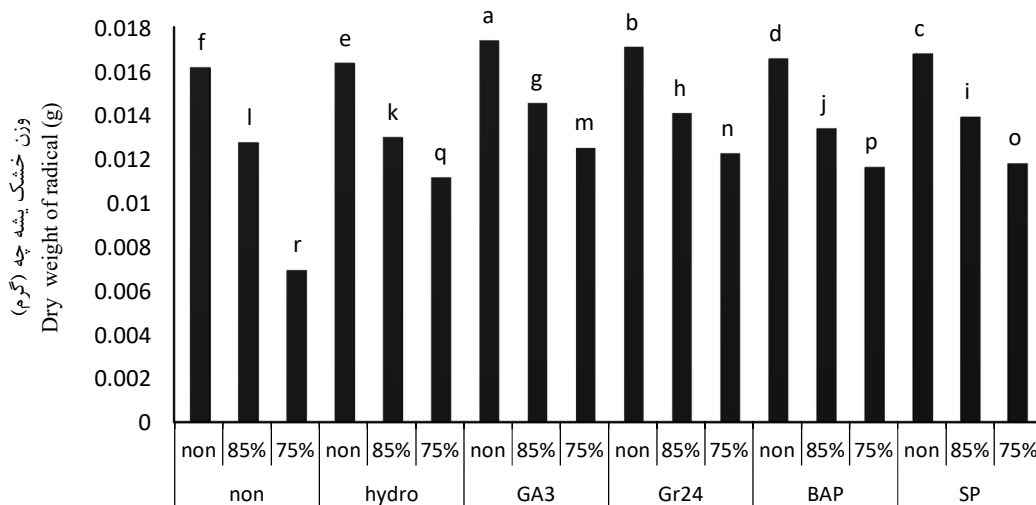
مطابق نمودار مقایسه میانگین (شکل ۱) کمترین میزان وزن خشک ریشه‌چه ( $0.07$  گرم) در خشکی با شدت  $1/5$ - مگاپاسکال و درجه فرسودگی  $75$  درصد و در شرایط عدم پرایمینگ بود. کاهش معنی‌دار وزن خشک ریشه‌چه در بذور فرسوده در شرایط مختلف محیطی



شکل ۱- اثر سطوح مختلف تنش خشکی و فرسودگی بذر بر وزن خشک ریشه چه گیاه کدو پوست کاغذی  
 Figure 1. Effect of different levels of drought stress and seed deterioration on pumpkin radicle dry weight



شکل ۲- اثر تیمارهای مختلف پرایمینگ بر وزن خشک ریشه چه گیاه کدو پوست کاغذی  
 Figure 2. Effect of different priming treatments on pumpkin radicle dry weight



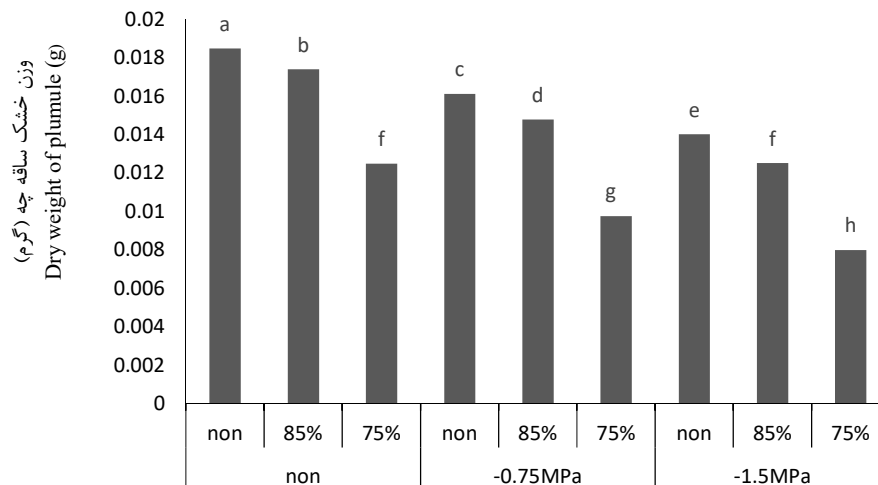
شکل ۳- اثر سطوح مختلف پرایمینگ و فرسودگی بذر بر وزن خشک ریشه چه گیاه کدو پوست کاغذی  
 Figure 3. Effect of different priming treatments and seed deterioration on pumpkin radicle dry weight



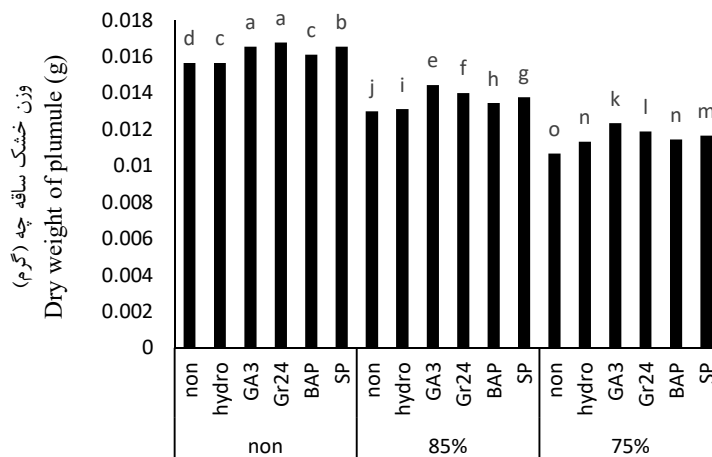
خشکی و در تیمار پرایمینگ با هورمون Gr24 به‌دست آمد (شکل ۵). Gr24 به‌عنوان یک استریگولاکتون سنتزی می‌تواند از طریق کاهش پراکسیداسیون لیپیدی و افزایش مواد اسمزی مانند پرولین به تحمل تنش کمک کند (Omoarelojie *et al.*, 2020). سایر پرایمینگ‌ها نیز تاثیر مثبتی بر شاخص‌های جوانه‌زنی از جمله وزن خشک ساقه‌چه و یسه‌چه داشتند. نتایج برخی از پژوهشگران نشان داد که پرایمینگ بذر گیاهان مختلف با اسپرمیدین (Sheteiwy jie *et al.*, 2017) و Gr24 (Omoarelojie *et al.*, 2020) موجب بهبود جوانه‌زنی و افزایش وزن خشک گردید.

شکاری و همکاران (Shekari *et al.*, 2010) گزارش کردند که هر چه بذرها دارای سرعت جوانه‌زنی بالاتری باشند، گیاهچه‌های حاصل طول‌تر و وزن خشک بیش تری خواهند داشت و این امر موجب استقرار بهتر و تولید گیاهچه‌های قوی‌تری می‌شوند. نتایج پرایمینگ بذر در گیاه خربزه نشان داد که افزایش وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه با افزایش سطوح هیدروپرایمینگ می‌تواند ناشی از افزایش سنتز آنزیم‌های هیدرولیک و به‌همراه آن افزایش میزان پویایی ذخایر بذر و افزایش راندمان تبدیل ذخایر پویاشده باشد (Sivritepe *et al.*, 2003).

**وزن خشک ساقه‌چه:** اثرات ساده سطوح مختلف خشکی، فرسودگی و پرایمینگ همچنین اثر متقابل سطوح خشکی در پرایمینگ و خشکی در فرسودگی بر میزان تغییرات وزن خشک ساقه‌چه در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). نمودار مقایسه میانگین (شکل ۴) نشان می‌دهد که کم‌ترین میزان وزن خشک ساقه‌چه (۰/۰۰۸۱ گرم) در خشکی با شدت ۱/۵- مگاپاسکال و درجه فرسودگی ۷۵ درصد و در شرایط عدم پرایمینگ بود. طول و وزن ساقه‌چه در هر شرایطی تحت تنش خشکی کاهش می‌یابد (Pessaraki, 2002). سلطانی و همکاران (Soltani *et al.*, 2006) کاهش وزن خشک ساقه‌چه گیاهچه‌های حاصل از بذور فرسوده را کاهش کارایی استفاده از ذخایر دانسته‌اند. به‌نظر می‌رسد کاهش وزن ساقه‌چه در پتانسیل‌های آب پایین، تحرک کم مواد غذایی و انتقال کم‌تر آن‌ها از لپه به محور جنینی باشد و یا این‌که گیاه انرژی خود را برای مقابله با آسیب‌های وارد شده توسط ROSها به غشای سلولی، همچنین جلوگیری از پراکسیداسیون لیپیدی صرف کرده است. بنابراین در بذور فرسوده به زمان بیش‌تری برای تکمیل فرآیندها نیاز است و همین امر منجر به کاهش شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد می‌گردد (Baily *et al.*, 2000). بیش‌ترین میزان وزن خشک ساقه‌چه (۰/۰۱۶۷ گرم) در شرایط بدون تنش



شکل ۴- اثر سطوح مختلف تنش خشکی و فرسودگی بذر بر وزن خشک ساقه‌چه گیاه کدو پوست کاغذی  
Figure 4. Effect of different levels of drought stress and seed deterioration on pumpkin plumule dry weight



شکل ۵- اثر تنش خشکی و تیمارهای مختلف پرایمینگ بر وزن خشک ساقه‌چه گیاه کدو پوست کاغذی

Figure 5. Effect of drought stress and different priming treatments on pumpkin plumule dry weight

(جدول ۲) کم‌ترین محتوای کلروفیل a (۰/۴۰۳ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) در خشکی با شدت ۱/۵- مگاپاسکال و درجه فرسودگی ۷۵ درصد و در شرایط عدم پرایمینگ اندازه‌گیری شد. تنش شوری و خشکی، به‌واسطه تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژنی در تیلاکوئیدها، موجب کاهش غلظت کلروفیل‌ها و کاروتنوئیدهای بافت‌های گیاهی می‌شوند.

محتوای کلروفیل a: مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) اثر سطوح مختلف خشکی، فرسودگی و پرایمینگ و نیز اثرات متقابل خشکی در فرسودگی همچنین تاثیر متقابل خشکی در فرسودگی در پرایمینگ بر میزان تغییرات کلروفیل a در سطح یک درصد معنی‌دار بود، اما اثر متقابل پرایمینگ در خشکی و پرایمینگ در فرسودگی معنی‌دار نبود. مطابق جدول مقایسه میانگین

جدول ۲- تجزیه واریانس تاثیر تنش خشکی و فرسودگی بر برخی خصوصیات فیزیولوژیک کدو پوست کاغذی

Table 2. Analysis of variance for the effect of drought stress and seed deterioration on some physiological traits of Pumpkin

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات MS						
		محتوای کلروفیل a Chlorophyll a	محتوای کلروفیل b Chlorophyll b	نسبت کلروفیل a/b Chlorophyll a/b ratio	فتوسنتز Photosynthesis	محتوای قندهای محلول Carbohydrat	درصد چربی کل Seed lipid percentage	فعالیت آلفا آمیلاز α- Amylase
خشکی (D) Drought	2	16.37**	0.6**	19.8**	64.5**	3894546**	52.4**	4767.2**
پرایمینگ (P) Priming	5	0.101**	0.02**	0.007*	4.24**	143193**	3.61**	537.5**
فرسودگی (A) Ageing	2	1.71**	0.17**	1.06**	74.72**	4367397**	436.5**	13280.7*
D×P	10	0.0009ns	0.0004**	0.02**	0.08**	6754.1**	0.04**	12.6**
D×A	4	0.102**	0.005**	0.65**	0.73**	184633**	6**	122.04**
P×A	10	0.001ns	0.0003ns	0.003ns	0.14**	21457ns	0.32**	16.7**
D×A×P	20	0.005**	0.0002ns	0.008*	0.07**	4121.6**	0.02**	7.2**
خطا Error	108	0.0006	0.0002	0.003	0.01	9.51	0.003	0.09
CV (%) درصد ضریب تغییرات		2.06	2.35	2.92	3.29	0.33	0.35	0.66

\*\*، \* و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد، ۵ درصد و غیرمعنی‌داری را نشان می‌دهند.

\*\*، \* and ns., significant at 1%, 5% and not significant probability levels, respectively

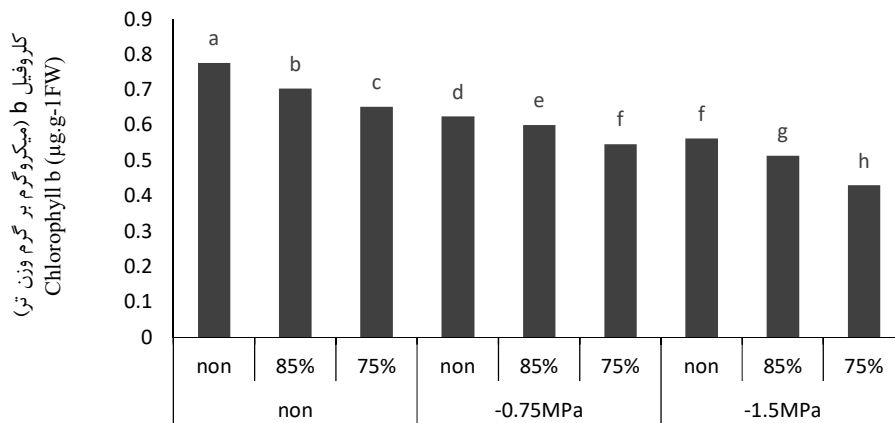
وزن تر) در شرایط عدم خشکی و فرسودگی و در پرایمینگ با اسپرمیدین به‌دست آمد. پلی آمین‌ها باعث کاهش تخریب کلروفیل می‌شوند که از طریق کاهش

این کاهش می‌تواند به‌دلیل بازدارندگی مراحل مختلف بیوسنتز کلروفیل باشد (Kato and Shimizu, 1985). بیش‌ترین مقدار این کلروفیل (۱/۸۷۶ میلی‌گرم بر گرم

مقایسه میانگین (شکل ۶) در اثر افزایش شدت تنش خشکی و فرسودگی میزان کلروفیل b به‌طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد، به‌طوری‌که کم‌ترین مقدار کلروفیل b (۰/۴ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) در خشکی شدید با شدت ۱/۵- مگاپاسکال و درجه فرسودگی ۷۵ درصد و در شرایط عدم پرایمینگ مشاهده شد. پژوهشگران کاهش کلروفیل در پاسخ به استرس خشکی را به افزایش فعالیت آنزیم کلروفیلاز نسبت داده‌اند (Ashraf *et al.*, 1994). در شرایط تنش فرسودگی، کاهش رنگدانه‌های فتوسنتزی و کاهش سرعت واکنش هیل به‌علت تجزیه کلروپلاست، کاهش سنتز کلروفیل و کاهش تعداد پلاستیدها می‌باشد (Heba *et al.*, 2014).

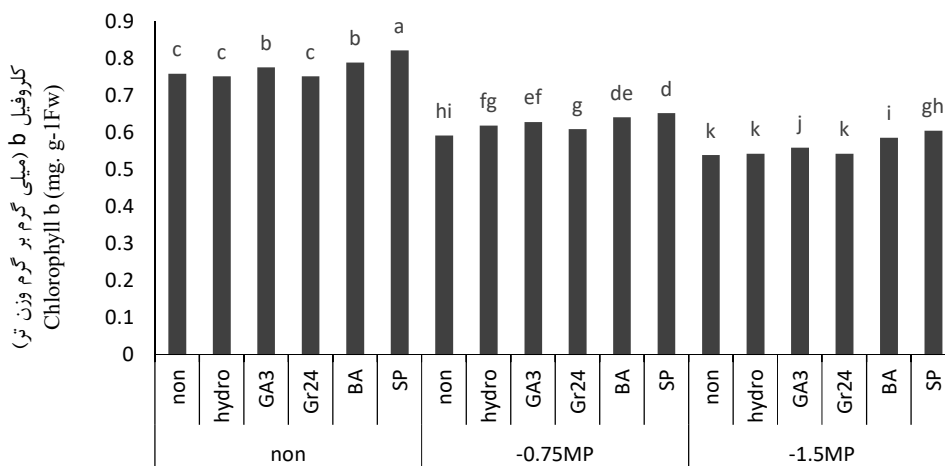
فعالیت آنزیم‌های هیدرولیتیک روی غشای تیلاکوئید کلروپلاست اثر خود را می‌گذارند (Valero *et al.*, 2002). گزارش شده است که افزایش محتوای کلروفیل در بذور پرایم‌شده می‌تواند به‌منظور جبران کاهش سنتز کربن و یا تداوم چرخه آن در شرایط پیشروی شرایط تنش خشکی باشد (Maxwell and Johnson, 2000).

**محتوای کلروفیل b:** طبق جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) اثر سطوح مختلف خشکی، فرسودگی و پرایمینگ و نیز اثرات متقابل خشکی در پرایمینگ و فرسودگی بر تغییرات کلروفیل b در سطح یک درصد معنی‌دار بود. اما اثرات متقابل پرایمینگ و فرسودگی همچنین اثر متقابل خشکی در خشکی در پرایمینگ معنی‌دار نبود. بر اساس نمودار



شکل ۶- اثر سطوح مختلف تنش خشکی و فرسودگی بذر بر محتوای کلروفیل b گیاه کدو پوست کاغذی

Figure 6. Effect of different levels of drought stress and seed deterioration on chlorophyll b content of pumpkin



شکل ۷- اثر سطوح مختلف تنش خشکی و پرایمینگ بذر بر محتوای کلروفیل b گیاه کدو پوست کاغذی

Figure 7. Effect of different levels of drought stress and priming on chlorophyll b content of pumpkin

نسبت کلروفیل  $a/b$  کاهش می‌یابد. بیش‌ترین نسبت کلروفیل  $a/b$  (۲/۶۱) در شرایط عدم خشکی و فرسودگی و در تیمار بذور با هیدرو پرایمینگ به‌دست آمد. طبق تحقیقات انجام‌شده بر گندم تریتیکاله مشخص شده است که محتوای کلروفیل  $a$ ،  $b$  و کاروتنوئید تحت تاثیر تنش خشکی در بذور پرایم‌شده نسبت به شاهد کم‌تر کاهش یافته و این در حالی است که افزایش در نسبت کلروفیل  $a/b$  در بذور پرایم‌شده مشاهده گردیده است (Abid et al., 1984).

**فتوسنتز:** اثر سطوح مختلف خشکی، فرسودگی و پرایمینگ و نیز اثرات متقابل خشکی در پرایمینگ و فرسودگی بر میزان تغییرات فتوسنتز در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بر اساس جدول مقایسه میانگین (جدول ۲) کم‌ترین میزان فتوسنتز (۰/۷۲۳ میکرومول دی اکسیدکربن بر متر مربع بر ثانیه) در خشکی با شدت ۱/۵- مگاپاسکال و درجه فرسودگی ۷۵ درصد و در عدم پرایمینگ بود. زمانی که دسترسی به آب محدود است، افزایش تنفس نوری به‌واسطه فعالیت اکسیژنازی بیش‌تر رویسکو سبب کاهش راندمان مصرف کربن می‌گردد (Caramelo and Iusem, 2009). علاوه بر مسیر تنفس نوری، فعالیت آنزیم رویسکو در شرایط تنش خشکی نیز بازداشته می‌شود (Iannucci et al., 2000). همچنین، به‌نظر می‌رسد کاهش سرعت فتوسنتزی تحت تنش آبی در نتیجه کاهش فتوفسفریلاسیون و مهار سنتز ریبولوز بیس فسفات است که با مقادیر کم ATP در نتیجه کاهش سنتز ATP ارتباط دارد (Lawlor and Cornie, 2002). از دیگر تاثیر تنش خشکی بر فتوسنتز می‌توان به بازدارندگی پس‌خوری، اشاره کرد این امر در شرایطی اتفاق می‌افتد که انتقال مواد فتوسنتزی به اندام‌های مقصد با محدودیت مواجه گردد (Wahid and Rasul, 2005). با توجه به این‌که گیاه کدو پوست کاغذی از ارقام حساس به تنش خشکی می‌باشد، بنابراین انتظار می‌رود با افزایش شدت خشکی از RWC بافت این گیاه کاسته شده و به-تبع آن عملکرد و فتوسنتز کاهش یابد. مطالعات نشان داده است در بذور فرسوده کاهش پروتئین محلول و کلروفیل با کاهش فعالیت رویسکو در برگ همراه است (Holaday et al., 1992). کاهش مقدار و فعالیت رویسکو باعث کاهش فتوسنتز خالص می‌گردد (Salvucci and Crafts-Brandner, 2004). بنابراین،

با توجه به نتایج این پژوهش هر چه میزان فرسودگی و شدت تنش کم‌تر بود، میزان کلروفیل  $b$  نیز بیش‌تر بود همچنین کاربرد پرایمینگ‌های مختلف توانست میزان کلروفیل  $b$  را بهبود بخشد، به‌طوری‌که بیش‌ترین این کلروفیل  $b$  (۰/۸۲۳ میلی‌گرم برگرم وزن تر) در شرایط عدم خشکی و فرسودگی و در پرایمینگ با اسپرمیدین به-دست آمد (شکل ۷). کاربرد اسپرمیدین در شرایط تنش خشکی و فرسودگی شدید نیز بهترین تیمار برای افزایش کلروفیل  $b$  بود. در شرایط تنش خشکی، پرایمینگ با افزایش محتوای رنگرزه‌ها، آسیب به فعالیت کلروفیل متصل به پروتئین‌ها، که مرتبط با فتوسیستم II هستند را، به حداقل رسانده‌اند. بنابراین این پدیده می‌تواند به‌عنوان مکانیسم محافظ نوری سیستم فتوسنتزی در نظر گرفته شود که از طریق کاهش انتقال انرژی تهیج‌یافته به مرکز واکنش PSII منجر به کاهش جذب انرژی نور توسط سیستم‌های فتوسنتزی می‌شود (Špundová et al., 2003). در نتیجه پرایمینگ از طریق حفظ ساختار و عملکرد رنگرزه‌های فتوسنتزی، از سیستم فتوسنتز II محافظت می‌کند.

**نسبت کلروفیل  $a/b$ :** نسبت کلروفیل  $a/b$ ، نشانگر مهم مورد استفاده در توصیف توانایی گیاه در استفاده از انرژی طول موج‌های مختلف نور می‌باشد (Dale and Causton, 1992). با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) اثر سطوح مختلف خشکی، فرسودگی و پرایمینگ و نیز اثرات متقابل خشکی در پرایمینگ و فرسودگی در سطح یک درصد و اثرات متقابل خشکی، فرسودگی و پرایمینگ در سطح ۵ درصد بر میزان تغییرات نسبت کلروفیل  $a/b$  معنی‌دار بود. تفاوت معنی-داری در اثر متقابل فرسودگی و میزان فرسودگی وجود نداشت. مطابق جدول مقایسه میانگین (جدول ۲) کم‌ترین میزان (۰/۹۹) در خشکی با شدت ۱/۵- مگاپاسکال و درجه فرسودگی ۷۵ درصد و در شرایط عدم پرایمینگ بود. کاهش در محتوای کلروفیل و کاروتنوئید و افزایش در نسبت کلروفیل  $a/b$  در بذور شاهد نشان‌دهنده آسیب به سیستم فتوسنتزی و عدم سازگاری گیاه به شرایط نامساعد می‌باشد (Abid et al., 1984). با توجه به این‌که در آزمایش انجام شده شدت خسارت ناشی از تنش خشکی و فرسودگی بذور بر محتوای کلروفیل  $a$  بیش از کلروفیل  $b$  بود (حدود ۲ برابر)، بنابراین در این شرایط

کاهش فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز طی تنش خشکی، منجر به کاهش تحرک مواد غذایی بذور گردید. بنابراین با توجه به نتایج مربوط به فعالیت آلفا آمیلاز می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که در طی تنش، ذخایر بذری کم‌تر مصرف شده و مقدار کربوهیدرات باقی‌مانده در بذر بیش‌تر بود. همچنین در جریان فرایند فرسودگی بذر انسجام غشای سلولی کاهش می‌یابد و نفوذپذیری آن به شدت تحت تاثیر قرار می‌گیرد، در نتیجه نشت الکترولیت‌ها از غشا نظیر هیدرات‌های کربن محلول، صورت می‌گیرد.

**درصد چربی کل در بذر:** اثر سطوح مختلف خشکی، فرسودگی و پرایمینگ و نیز اثرات متقابل خشکی در پرایمینگ و فرسودگی بر میزان تغییرات درصد چربی کل در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). جدول مقایسه میانگین (جدول ۲) نشان داد که کم‌ترین درصد چربی کل (۱۱/۱۶) در سطح شاهد خشکی، فرسودگی ۷۵ درصد و در شرایط عدم پرایمینگ است. افزایش سطح اسید آبسزیک یکی از دلایل اصلی کاهش تحرک ذخایر غذایی طی جوانه‌زنی باشد (Penfield et al., 2005). به نظر می‌رسد کاهش جذب آب بر اثر تنش موجب تخریب ماکرومولکول‌ها می‌شود و فعالیت آنزیم‌های هیدرولیتیک را کاهش می‌دهد و با کاهش فعالیت این آنزیم‌ها تحرک ذخایر غذایی نیز کاهش پیدا می‌کند. با افزایش مدت زمان فرسودگی در بذرها روغنی، درصد اسیدهای چرب غیر اشباع، کاهش می‌یابد (Maristal and Robelval, 2007). در نتیجه در شرایط فرسودگی بذور میزان تحرک ذخایر لیپیدی کم‌تر شده، بنابراین درصد روغن باقی‌مانده در بذر افزایش می‌یابد. بیش‌ترین درصد چربی کل (۲۱/۲) در شرایط خشکی با شدت ۱/۵- مگاپاسکال، عدم فرسودگی و در پرایمینگ با اسپرمیدین مشاهده شد (جدول ۲). بسرر و همکاران (Basra et al., 2003) گزارش کردند که استریگولاکتون منجر به افزایش درصد روغن می‌گردد. عباس‌صدر و همکاران (Abbas Sadr et al., 2018) افزایش درصد روغن بذور پرایم‌شده کرچک را تحت تنش خشکی گزارش دادند. بنابراین به نظر می‌رسد پرایمینگ بذور می‌تواند افزایش درصد چربی ناشی از تنش خشکی بذر را تقلیل بخشد.

**فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز:** اثر سطوح مختلف خشکی، فرسودگی و پرایمینگ و نیز اثرات متقابل آن‌ها بر میزان تغییرات آنزیم آلفا آمیلاز در سطح یک درصد معنی‌دار بود

با توجه به خسارت وارد شده بر فعالیت رنگریزه‌ای نوری طی فرسودگی بذر کاهش میزان فتوسنتز قابل توجیه است. بیش‌ترین میزان (۵/۸۳۳) میکرومول دی اکسید کربن بر متر مربع بر ثانیه) در شرایط عدم خشکی و فرسودگی و در پرایمینگ با اسپرمیدین مشاهده شد. پلی-آمین‌ها از طریق کاهش تخریب کلروفیلی و یا بهبود آن منجر به افزایش کارایی جذب نور و بهبود فتوسنتز خالص می‌گردند (Adam and Murthy, 2013). فاروق و همکاران (Farooq et al., 2009) گزارش کردند کاربرد خارجی پلی‌آمین‌ها منجر به بهبود ویژگی‌ها فتوسنتزی، راندمان مصرف آب و به‌ویژه فتوسنتز خالص در سطوح مختلف تنش خشکی گردید. با توجه به تاثیر اسپرمیدین بر روابط آبی گیاه در شرایط تنش به نظر می‌رسد این هورمون از طریق بهبود وضعیت آب سلولی منجر به رشد بهتر بذور و به‌تبع آن بهبود میزان تولید و فتوسنتز گردیده است. از طرفی (Omoarelojie et al., 2020) نشان داد که پرایمینگ بذر با Gr24 از طریق افزایش سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانت موجب بهبود جوانه‌زنی شد.

**محتوای کل قندهای محلول:** مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) اثر سطوح مختلف خشکی، فرسودگی و پرایمینگ و نیز اثرات متقابل خشکی در پرایمینگ و فرسودگی همچنین تاثیر متقابل خشکی، فرسودگی و پرایمینگ بر محتوای تغییرات محتوای کل قندهای محلول در سطح یک درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل پرایمینگ در فرسودگی معنی‌دار نبود. با افزایش شدت فرسودگی محتوای قندهای محلول کاهش یافت، این در حالی بود که خشکی موجبات افزایش آن را فراهم کرد و مطابق جدول مقایسه میانگین (جدول ۲) کم‌ترین محتوای قندهای محلول (۳۵۴/۳۳) میلی‌گرم بر گرم وزن (تر) در درجه فرسودگی ۷۵ درصد در شرایط عدم خشکی در بذر شاهد به‌دست آمد. بیش‌ترین محتوای قندهای محلول (۱۵۶۱/۳۳) میلی‌گرم بر گرم وزن (تر) در شرایط عدم فرسودگی، خشکی با شدت ۰/۷۵- مگاپاسکال و تیمار به‌روش هیدروپرایمینگ به‌دست آمد. گزارش شده است که تنش خشکی با محدود کردن جذب آب توسط بذر، بر حرکت و انتقال ذخایر بذر تأثیر گذاشته، بنابراین از این طریق جوانه‌زنی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Dodd and Donovan, 1999). صدقی و طلوعی (Sedghi and Tolouie, 2018) نیز در بررسی سویا بیان نمودند

خشکی و فرسودگی بر جوانه‌زنی بذر و بهبود شرایط از طریق پرایمینگ با مواد مختلف بود. با توجه به نتایج به دست آمده کاربرد پرایمینگ‌های مختلف از جمله جیبرلین، Gr24، بنزیل آمونوپورین، اسپرمیدین و حتی هیدروپرایمینگ توانستند به افزایش شاخص‌های فیزیولوژیک در زمان تنش و فرسودگی‌های شدید کمک کنند، اما هورمون پرایمینگ با جیبرلین بیش‌تر از سایر تیمارها بر شرایط نامساعد غلبه کرد. با این وجود Gr24 و اسپرمیدین در شرایط تنش و بدون تنش (شاهد) توانایی زیادی در بهبود جوانه‌زنی بذر داشتند، به طوری که در شرایط تنش خشکی و فرسودگی شدید، اسپرمیدین در مورد کلروفیل b و وزن خشک ساقچه‌چه توانست تاثیر بیش‌تر و موثرتری نسبت به جیبرلین داشته باشد. از طرفی کاربرد جیبرلین، Gr24، بنزیل آمونوپورین، اسپرمیدین و هیدروپرایمینگ در شرایط نرمال نیز به افزایش صفات مربوط به جوانه‌زنی کمک کردند که نشان می‌دهد هر کدام از این مواد می‌توانند تاثیر مثبتی بر جوانه‌زنی بذرهای کدو داشته باشند.

#### تشکر و قدردانی

نگارندگان از مسئول آزمایشگاه علوم و تکنولوژی بذر دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی تشکر و قدردانی می‌نمایند.

(جدول ۳). جدول مقایسه میانگین (جدول ۲) نشان می‌دهد که کم‌ترین میزان فعالیت آلفا آمیلاز (۱۲/۳۷ میکروگرم نشاسته برگرم در دقیقه بافت تر) در خشکی با شدت ۱/۵- مگاپاسکال و درجه فرسودگی ۷۵ درصد و در شرایط عدم پرایمینگ بود. فعالیت چنین آنزیمی در تنش آبی بر اثر تأثیرات منفی بر متابولیسم قندها کاهش می‌یابد (Kaur et al., 2000). طبق گزارش‌های موجود با افزایش سطح فرسودگی بذر در گندم، میزان آلفا و بتا آمیلاز که از آنزیم‌های هیدرولیتیک در فرآیند جوانه‌زنی هستند، کاهش می‌یابد (McDonald, 1999). بیش‌ترین میزان (۶۶/۴۰ میکروگرم نشاسته برگرم در دقیقه بافت تر) در شرایط عدم خشکی و فرسودگی و در پرایمینگ بذر با هورمون جیبرلین به دست آمد. عنوان شده است که در اثر پرایمینگ بذر، آنزیم‌های تجزیه‌کننده ذخایر بذر از قبیل آلفا و بتا آمیلاز و آندوبتاماناز در تجزیه (هیدرولیز) کربوهیدرات‌ها و سست کردن آندوسپرم، ایزوسیترات لیاز در هیدرولیز چربی‌ها و پروتئاز در هیدرولیز پروتئین، فعالیت‌شان افزایش یافته و بر صفات جوانه‌زنی تاثیر مثبت داشتند (Anese, 2011). بنابراین جیبرلین با تاثیر بر فاکتورهای جوانه‌زنی از جمله آنزیم‌های مورد نیاز منجر به بهبود صفات جوانه‌زنی می‌گردد.

#### نتیجه‌گیری کلی

مهم‌ترین هدف این پژوهش بررسی تاثیر متقابل تنش

#### منابع

- AbbasiSadr, S., Sharafi, S. and Hassanzadeh Ghorttape, A.A. 2018. Effect of Drought Stress and Seed Priming on some Vegetative and Reproductive Traits of Castor bean (*Ricinus Communis* L.) var Esfahan. *Journal of Crop Plant Ecophysiology*, 12(45): 75-88. (In Persian)(**Journal**)
- Abi, H. 1984. Catalase in vitro. *Method of enzymology*, 105: 121-126. (**Journal**)
- Abida, M., Hakeema, A., Shaoa, Y., Liua, Y., Zahoora, R., Fanc, Y., Suyud, J., Ata-Ul-Karima, S.T., Tiana, Z., Jianga, D., Snidere, J. and Dai, T. 2018. Seed Osmopriming Invokes Stress Memory Against Post-Germinative Drought Dstress in Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Environmental and Experimental Botany*, 145: 12-20. (**Journal**)
- Adam, S. and Murthy, S. 2013. Role of Polyamines and Their Effect on Photosynthesis in Plants. *Pharmaceutical. Biological and Chemical Sciences*, 4: 596-605. (**Journal**)
- Anese, S. 2011. Seed Priming Improves Endosperm Weakening, Germination, and Subsequent Seedling Development of *Solanum lycocarpum* St. Hill. *Seed Science Technology*, 39: 125-139. (**Journal**)
- Ashraf, M.Y., Azmi, A.R., Khan, A.H. and Ala, S.A. 1994. Effect of Water Stress on Total Phenols, Peroxidase Activity and Chlorophyll Content in Wheat. *Acta Physiologiae Plantarum-Scimago*, 16(3): 185-191. (**Journal**)
- Bailly, C., Benamar, A., Corbineau, F. and Come, D. 2000. Antioxidant system in sunflower (*Helianthus annuus* L.) seeds as affected by priming. *Seed Science Research*, 10: 35-42. (**Journal**)

- Basra, S.M., Ullah, E., Warriach, E.A., Cheema, M.A. and Afzal, I. 2003. Effect of storage on growth and yield of primed canola (*Brassica napus* L.) seeds. International Journal of Agri and Biology, 5: 1117-1120. **(Journal)**
- Bastam, N., Baninasab, B. and Ghobadi, C. 2013. Improving salt tolerance by exogenous application of salicylic acid in seedlings of pistachio. Plant Growth Regulation, 69: 275-284. **(Journal)**
- Bruisma, J. 1963. The quantitative analysis of chlorophyll a and b in plant extract. Photochem. Photobil, 12: 241-249.
- Caramelo, J.J. and Iusem, N.D. 2009. When cells lose water: Lessons from biophysics and molecular biology. Progress in Biophysics and Molecular Biology, 99 :1-6. **(Journal)**
- Dale, M.P. and Causton, D.R. 1992. Use of the chlorophyll a/b ratio as a bioassay for the light environment of a plant. Functional Ecology, 6: 190-196. **(Journal)**
- Delouche, J.C. and Baskin, C.C. 1973. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. Seed Science and Technology, 1: 427-452. **(Journal)**
- Dodd, G.L. and Donovan, L.A. 1999. Water potential and ionic effects on germination and seedling growth of two cold desert shrubs. American Journal of Botany, 86:1146-153. **(Journal)**
- Doman, D.C., Walker, J.C., Trelease, R.N. and Moore, B.D. 1982. Metabolism of carbohydrate and lipidreserves in germinated cotton seeds. Planta, 155(6):502-510. **(Journal)**
- Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebers, P.A.T. and Smith, F. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Analytical Chemistry, 28(3): 350-356. **(Journal)**
- Duman, I. 2006. Effects of seed priming with PEG or K<sub>3</sub>P on Germination and seedling Growth in Lettuce. Pakistan Journal of Biological Science, 9(5): 923-928. **(Journal)**
- Farooq, M., Wahid, A. and Lee, D.J. 2009. Exogenously applied polyamine increases drought tolerance of rice by improving leaf water status, photosynthesis and membrane properties. Acta Physiol Plant, 31: 937-945. **(Journal)**
- Fazel Kakhaki, F., Nazemi, A., Parsa, M. and Kafi, M. 2014. Evaluation of germination indices and seedling growth of native sesame under salinity stress. Environmental Stresses in Agricultural Sciences, 7(2): 232-217. (In Persian)**(Journal)**
- Fruhwrith, G.O. and Hermetter, A. 2008. Production technology and characteristics of Styrian pumpkin seed oil. European Journal of Lipid Science Technology, 110: 637-644. **(Journal)**
- Ghahremani, S., Sedghi, M. and SeyedSharifi, R. 2017. Effect of different seed deterioration treatments and germination under different temperatures on the activity of antioxidant enzymes and lipid peroxidation in Pumpkin. Iranian Journal of Seed Science and Technology, 6(1), 205-218 (In Persian)**(Journal)**
- Goel, A., Goel, A.K. and Sheoran, I.S. 2003. Changes in oxidatives stress enzymes during artificial aging in Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) seed. Plant Physiology, 160: 1093-1100. **(Journal)**
- Hampton, J.G. 2003. Methods of Viability and Vigour Testing: a Critical and Appraisal In. Seed Quality. pp: 81-118. **(Book)**
- Hardegee, S.P. and W.E. Emmerich, 1990. Effect of polyethylene glycol exclusion on the water potential of solution saturated filter paper. Plant Physiology, 92: 462-466. **(Journal)**
- Heba, I. and Samia, M. 2014. Influence of Garlic Extract On Enzymatic and Non Enzymatic Antioxidants in Soybean Plants (*Glycine Max*) Grown under Drought Stress. Life Science Journal, 11(3): 46-58. **(Journal)**
- Holaday, A.S., Ritchie, S.W. and Neguyen, H.T. 1992. Effect of water deficit on gas exchange parameters and ribulose 1,5-bisphosphate carboxylase activation in wheat. Environmental and Experimental Botany, 32: 403-409. **(Journal)**
- Iannucci, A., Rascio, A., Russo, M., Fonzoand, N. and Martiniello, P. 2000. Physiological responses to water stress following a conditioning period in berseem clover. Plant and Soil, 223: 217-227. **(Journal)**
- ISTA, 2002. International Rules of Seed Testing. Seed Science and Technology, 20: 53-55. **(Journal)**
- ISTA, 2007. International Rules for Seed Testing. Seed Science and Technology, 13: 299-520. **(Journal)**
- Jahanbakhshi, P., Abdali, A.R., Habibi-Khaniani, B. and Sharafi-Zadeh, M. 2012. Effects of osmopriming on germination and yield of three mung bean cultivars under deterioration seed. Journal of Crop Physiology. Islamic Azad University, Ahvaz Branch, 4(16): 19-32. (In Persian)**(Journal)**

- Joodi, M. and Sharifzadeh, F. 2009. Investigation of hydropriming effects on barley cultivars. *Desert*, 11(1): 99-109. **(Journal)**
- Karimzadeh Hosseinian, Y., Barzegar, A.M., Sadrabadi Haghighi R. and Bakhtiari, S. 2013. Comparison of the effect of priming on improving the germination characteristics of squash seeds under drought stress conditions. *Journal of Seed Research*, 3(3): 64-53. **(Journal)**
- Kato, M. and Shimizu, S. 1985. Chlorophyll metabolism in higher plant. *Plant Cell Physiology*, 26: 1291-1301. **(Journal)**
- Kaur, S.A., Gupte, K. and Kaur, N. 2000. Seed priming increases crop yield possibly by modulating enzymes of sucrose metabolism in chickpea. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 191: 81-87. **(Journal)**
- Khalaki, M.A., Ghorbani, A. and Dadjou, F. 2019. Influence of Nano-Priming on *Festuca ovina* Seed Germination and Early Seedling Traits under Drought Stress, in *Laboratory Condition Influence of Nano-Priming on Festuca ovina Seed Germination and Early Seedling Traits under Drought Stress*, in *Laboratory*. *Ecopersia*, 7(3):133-139. **(Journal)**
- Khaliliaghdam, N. 2011. The effect of seed aging on the soybean seedling growth as affected by environmental factors. The thesis for the degree of Ph.D. in agronomy. Gorgan University of agricultural sciences and natural resources. **(Thesis)**
- Larcher, W. 2001. *Physiological Plant Ecology*. Springer verlag Berlin Heidelberg New York Germany, 505. **(Book)**
- Lawlor, D.W. and Cornie, G. 2002. Potosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants. *Plant Cell Environment*, 25: 275-294. **(Journal)**
- Maristal, P. and Robelval, D. 2007. Electrical conductivity and deterioration of soybean seeds exposed to deferent storage conditions. *Revista Brasileira de Sementes*, 29: 97-105. **(Journal)**
- Maxwell, K. and Johnson, G.N. 2000. Chlorophyll fluorescence-a practical guide. *Journal of Experimental Botany*, 51: 659-668. **(Journal)**
- McDonald, M.B. 1999. Seed deterioration: physiology, repair and assessment. *Seed Science Technology*, 27: 177-237. **(Journal)**
- Michel, B.E. and Kaufmann, M.R. 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. *Plant Physiology*, 51(5): 914-6. **(Journal)**
- Mohamed, A., Tayeb, E.L. and Naglaa, A. 2010. Response of wheat cultivars to drought and salicylic acid. *American-Eurasian Journal of Agronomy*, 3: 01-07. **(Journal)**
- Moradi, A. and Younesi, O. 2009. Effect of Osmo- and Hydro-priming on seed parametrs of Grain Sorghum (*Sorghum bicolor* L.). *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 3(3): 1696-1700. **(Journal)**
- Omoarelojie, L.O., Kulkarni, M.G., Finnie, J.F., Pospíšil, T., Strnad, M. and VanStaden, J. 2020. Synthetic strigolactone (rac-GR24) alleviates the adverse effects of heat stress on seed germination and photosystem II function in lupine seedlings. *Plant Physiology and Biochemistry*, 155: 965-979. **(Journal)**
- Penfield, S., Josse, E.M., Kannangara, R., Gilday, A.D., Halliday, K.J. and Graham, I.A. 2005. Cold and light control seed germination through the bHLH transcription factor SPATULA. *Current Biology*, 156(1): 1998-2006. **(Journal)**
- Pessaraki, M. 2002. *Handbook of Plant and Crop Physiology*. Marcel Dekker. NewYork. **(Book)**
- Rastegar, Z., Sedghi, M. and Khomari, S. 2011. Effects of accelerated aging on soybean seed germination indexes at laboratory conditions. *Notulae Scientia Biologicae*, 3: 126-129. **(Journal)**
- Riazi, A.E. and Sharifzadeh, F. 2009. Study of germination of primed seeds of forage millet species in response to low temperature, drought stress and salinity. *Iranian Journal of Crop Science*, 2(40): 53-66. (In Persian)**(Journal)**
- Riazi, A.E., Sharifzadeh, F. and Ahmadi, A. 2007. Effect of osmopriming on seeds germination of forage millet. *Research and construction in agriculture and horticulture*, 77: 72-82. (In Persian)**(Journal)**
- Rowse, H.R., Mckee, J.M.T. and Finch-Savage, W.E. 2001. Membrance priming: a method for small samples of high value seeds. *Seed Science and Technology*, 29: 587-597. **(Journal)**
- Salvucci, M.E. and Crafts-Brandner, S.J. 2004. Inhibition of photosynthesis by heat stress: the activation state of Rubisco as a limiting factor in photosynthesis, 120: 179-186. **(Journal)**



- Sedghi, M. and Tolouie, S. 2018. Effect of nano-zinc oxide and drought stress on the activity of hydrolytic enzymes and seed reserves mobilization of soybean (*Glycine max* L.) Cultivar Katul (DPX). Iranian Journal of Seed Science and Research, 5(3): 1-17. (In Persian)(**Journal**)
- Sedghi, M., Amanpour-Balaneji, B. and Bakhshi, J. 2014. Physiological enhancement of medicinal pumpkin seeds (*Cucurbita pepo*. var. styriaca) with different priming methods. Iranian Journal of Plant Physiology, 5(1):1209-1215. (In Persian)(**Journal**)
- Sedghi, M., Nemati, A. and Esmailpour, B. 2010. Effect of seed priming on germination and seedling growth of two medicinal plants under salinity. Emir Journal Food Agric, 22(2): 130-139. (**Journal**)
- Shariatmadri, M.H., Parsa, M., Nezami, A. and Kafi, M. 2017. Effect of hormonal priming with gibberlic acid on emergence, growth and yield of chickpea under drought stress. Bioscience Research, 1: 34-41. (**Journal**)
- Sheidaei, S., Heidari Sharisabad, H., Hamidi, A., Noormohammadi, G. and Moghaddam, A. 2016. Effect of storage condition, initial seed moisture content and germination on soybean seed deterioration. Iranian Journal of Seed Research, 2(2): 31-47. (In Persian)(**Journal**)
- Shekari, F., Baljani, R., Saba, J., Afsahi, K. and Shekari, F. 2010. Effect of seed priming with salicylic acid on growth characteristics of borage (*Borago officinalis* L.) plants seedlings. Journal of Agricultural Science, 6: 47-53. (**Journal**)
- Shekari, F., Miar Sadeghi, S., Fotut, R. and Zangani, A. 2010. The effect of salicylic acid pretreatment on vigor and canola seedling growth in water deficit conditions. Plant Biology, 2(6): 55-70. (In Persian)(**Journal**)
- Sheteiwy, M., Shen, H., Xu, J., Guan, Y., Song, W. and Hu, J. 2017. Seed polyamines metabolism induced by seed priming with spermidine and 5-aminolevulinic acid for chilling tolerance improvement in rice (*Oryza sativa* L.) seedlings. Environmental and Experimental Botany, 137:58-72. (**Journal**)
- Sivritepe, N., Sivritepe, H.O. and Eris, A. 2003. The effects of NaCl priming on salt tolerance in melon seedling grown under saline conditions. Scientia Horticulturae, 97(3-4): 229-237. (**Journal**)
- Soltani, A., Galeshi, S., Zeinali, E. and Latifi, N. 2001. Genetic variation for and interrelationships among seed vigor traits in wheat from the Caspian Sea coasts of Iran. Seed Science and Technology, 29: 653-662. (**Journal**)
- 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. Agriculture For Meteorol, 138: 156-167. (**Journal**)
- Špundová, M., Popelková, H., Ilík, P., Skotnica, J., Novotný, R. and Nauš, J. 2003. Ultrastructural and functional changes in the chloroplasts of detached barley leaves senescing under dark and light conditions. Journal of Plant Physiology, 160: 1051-1058. (**Journal**)
- Sveinsdottir, H., Yan, F. and Zhu, Y. 2009. Seed ageing-induced inhibition of germination and postgermination root growth is related to lower activity of plasma membrane H<sup>+</sup>-ATPase in maize roots. Journal of Plant Physiology, 166: 128-135. (**Journal**)
- Tavakol Afshari, R.S., Rashidi, S. and Alizadeh, H. 2009. Effects of seed aging on germination characteristics and on catalase and peroxidase activities in two canola cultivars (*Brassica napus* L.). Iranian Journal of Field Crop Science, 40: 125-133. (**Journal**)
- Valero, D., Martinez-Romero, D. and Serrano, M. 2002. The role of polyamines in the improvement of the shelf life of fruit. Trends in Food Science and Technology, 13: 228-234. (**Journal**)
- Wahid, A. and Rasul, E. 2005. Potosynthesis in, Stem, Flower, and Fruit. In: Pessarakli, M. ed. handbook of photosynthesis. pp: 4794-4797. (**Book**)
- Yagmur, M. and Kaydan, D. 2008. Alleviation of osmotic stress of water and salt in germination and seedling growth of triticale with seed priming treatments. African Journal of Biotechnology, 7(13): 2156-2162. (**Journal**)
- Yaniv, Z., Shabelsky, E. and Schafferman, D. 1999. Colocynth: Potential Arid Land Oilseed from an Ancient Cucurbit. Perspectives on new crops and new uses. Janick, J. (ed.), ASHS Press, Alexandria, VA. pp: 25-261. (**Book**)
- Zanganeh, R., Jamei, R. and Rahmani, F. 2018. Impacts of seed priming with salicylic acid and sodium hydrosulfide on possible metabolic pathway of two amino acids in maize plant under lead stress. Molecular Biology Research Communications, 7(2):83-88. (**Journal**)



## Effect of seed priming on germination and seedling characteristics of aged squash Seeds under drought stress

Parisa Sheikhnava Jahed<sup>1</sup>, Mohammad Sedghi<sup>2\*</sup>, Raouf Seyed Sharifi<sup>3</sup>, Omid Sofalian<sup>4</sup>

Received: September 19, 2021

Accepted: November 15, 2021

### Abstract

In order to investigate the effect of priming on different aspects of germination of aged pumpkin seeds under drought stress, a factorial experiment was conducted based on a completely randomized design with four replications in the laboratory. Treatments included different levels of aging (control, 85% and 75% of control germination), drought stress (0, -0.75 and -1.5 MPa), and priming with 100  $\mu\text{M}$  of (control, hydro, gibberellin, GR24, benzyl aminopurine and spermidine). The seeds reached the desired vigor level by accelerated ageing test. Results of mean comparison showed that the lowest germination rate (2.11), fresh weight of radical (0.075 g), fresh weight of plumule (0.123 g), dry weight of radical (0.0082 g), dry weight of plumule (0.0079 g), chlorophyll a (0.403  $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$ ), chlorophyll b (0.43  $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$ ), chlorophyll a/b (0.99), photosynthesis 0.723  $\mu\text{molCO}_2\cdot\text{mm}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ ) and  $\alpha$ -amylase activity (12.37  $\mu\text{gSturch}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{minFW}$ ) were related to drought treatment with an intensity of -1.5 MPa and with 75% aging in the absence of priming. The lowest of germination uniformity (0.97) was obtained in the absence of drought and aging in priming with gibberlin. The lowest amount of carbohydrates (354.33  $\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$ ) and total oil percentage (11.16) were obtained in the absence of drought and priming with 75% aging. The highest germination rate (15.56) in hormone-priming with gibberlin, fresh weight of radical (0.255 g) in priming with hydropriming, fresh weight of plumule (0.305 g) in priming with hydropriming, dry weight of radical (0.014 g) in hormone-priming with gibberlin, dry weight of plumule (0.0188 g) in priming with gibberlin, chlorophyll a (1.876  $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$ ) in priming with spermin, chlorophyll b (0.76  $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$ ) in priming with spermin, chlorophyll a/b (0.99) in priming with hydropriming, photosynthesis (5.833  $\mu\text{molCO}_2\cdot\text{mm}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ ) in priming with spermin and  $\alpha$ -amylase activity (66.4  $\mu\text{gSturch}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{minFW}$ ) in hormone-priming with gibberlin were obtained in the absence of drought and aging stress. The highest germination uniformity (4.87) was related to drought treatment with an intensity of -1.5 MPa and with 75% aging in the absence of priming. The highest amount of carbohydrate (1561.33  $\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$ ) was related to drought treatment with an intensity of -0.75 MPa and in the absence of aging and with of priming hydropriming. The highest amount of total oil percentage (21.2) was related to drought treatment with an intensity of -1.5 MPa, absence of ageing and priming with spermidin.

**Key Words:** Fresh weight; Growth traits; Hormones; Seedlings

### How to cite this article

Sheikhnava Jahed, P., Sedghi, M., Seyed Sharifi, R. and Sofalian, O. 2022. Effect of seed priming on germination and seedling characteristics of aged squash Seeds under drought stress. Iranian Journal of Seed Science and Research, 9(2): 31-48. (In Persian)(Journal)

DOI: [10.22124/jms.2022.6150](https://doi.org/10.22124/jms.2022.6150)

### COPYRIGHTS

Copyrights for this article are retained by the author(s) with publishing rights granted to the Iranian Journal of Seed Science and Research

The content of this article is distributed under Iranian Journal of Seed Science and Research open access policy and the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY4.0) License. For more information, please visit <http://jms.guilan.ac.ir/>

1. Ph.D. Student, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran. jahed.parisa@yahoo.com
2. Professor, Department of Plant Production and Genetics, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran. m\_sedghi@uma.ac.ir
2. Professor, Department of Plant Production and Genetics, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran. rssharif@yahoo.com
2. Professor, Department of Plant Production and Genetics, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran. sofalian@uma.ac.ir

\*Corresponding author: m\_sedghi@uma.ac.ir