مقاله پژوهشی

# تأثیر پرایمینگ بر ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر فرسوده‌شده کدو پوست کاغذی (*Cucurbita pepo*) در شرایط تنش شوری

**پریسا شیخ‌نواز جاهد، محمد صدقی*، رئوف سیدشریفی و امید سفالیان**

**گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل**

**(تاریخ دریافت:۱۴۰۰/۰۸/۱۳، تاریخ پذیرش نهایی:۱۴۰۱/۰۱/۱۶)**

**چکیده**

**به‌منظور بررسی اثر پرایمینگ بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذور فرسوده کدو پوست کاغذی تحت تنش شوری آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در سال ۹۷ درآزمایشگاه علوم و تکنولوژی بذر دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی اجرا شد. تیمارها شامل فرسودگی بذر (بدون فرسودگی، ۸۵ و ۷۵ درصد)، تنش شوری (صفر، ۷۵ و ۱۵۰ میلی‌مولار حاصل از NaCl) و پرایمینگ بذر (بدون پرایمینگ، هیدرو پرایمینگ، جیبرلین، هورمون Gr24 (نوعی استریگولاکتون)، بنزیل آمینوپورین و اسپرمیدین) بودند. نتایج نشان داد که تنش شوری و فرسودگی موجب کاهش صفات درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، محتوی آب نسبی (RWC)، پروتئین و کاروتنوئید شد به‌طوریکه تیمار شوری ۱۵۰ میلی‌مولار، درجه فرسودگی ۷۵ درصد کمترین میزان این صفات را نشان داد. همچنین میزان فعالیت CAT، POX و SOD در اثر فرسودگی ۷۵ درصد کمتر از سایر تیمارها بود. درحالیکه پرایمینگ با اسپرمیدین توانست میزان این آنزیم‌ها را به‌طور معنی‌داری در شرایط شوری شدید افزایش دهد. MDA که یکی از مهمترین نتایج تنش است در شرایط تنش شوری و فرسودگی کاهش یافت اما پرایمینگ بذر بخصوص در پرایمینگ با اسپرمیدین MDA به‌شدت کاهش یافت. علاوه‌براین پرایمینگ بذر توانست اثرات تنش شوری و فرسودگی را به‌طور معنی‌داری کاهش دهند به‌طوریکه درصد جوانه‌زنی و پروتئین در پرایمینگ جیبرلین، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در پرایمینگ با Gr24، RWC و کاروتنوئید در پرایمینگ اسپرمیدین افزایش یافتند. تنش شوری اعمال‌شده بر روی بذور فرسوده منجر به اختلال و کاهش در صفات فیزولوژیکی گردید درحالیکه پرایمینگ بذور با روش‌های مختلف منجر به کاهش و بهبود اثر سوء تنش‌ها گردید.**

**واژه‌های کلیدی: استریگولاکتون، جیبرلین، مالون دی‌آلدهید، Gr24**

**مقدمه**

دانه‌های کدو به‌عنوان یک منبع دارویی مهم تلقی می‌شود. دانه‌های این بذر حاوی ۶۰-۴۰ درصد روغن حاوی اسیدهای چرب با چند پیوند دوگانه است که نقش مهمی در فعالیت مغز و سیستم عصبی می‌توانند ایفا کند (Makai and Balatincz, 2009). جوانه‌زنی این گیاه تحت تأثیر فرسودگی بذر قرار می‌گیرد. قدرت بذر اولین جزء از کیفیت بذر است که تحت تأثیر فرسودگی بذر، کاهش می‌یابد و به‌دنبال آن ظرفیت جوانه‌زنی و قوه نامیه نیز کاهش می‌یابند (De Figueiredo *et al.*, 2003). یکی از دلایل افزایش فرسودگی بذر انواع اکسیژن

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: m_sedghi@uma.ac.ir

[ Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.50.19.4 ]

فعال (ROS) است. ROS می‌تواند در تضعیف آندوسپرم در طول جوانه‌زنی از طریق شل‌شدن دیواره سلولی شرکت کند، اما تولید بیش از حد ROS می‌تواند منجر به تنش اکسیداتیو و آسیب سلولی شود که منجر به فرسودگی بذر، جلوگیری از جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه می‌شود (Han *et al.*, 2021). علاوه بر فرسودگی بذر، تنش‌های مختلف از جمله تنش شوری نیز بر جوانه‌زنی مؤثر هستند و موجب کاهش جوانه‌زنی می‌شوند.

شوری یک تنش غیرزیستی عمده است که بر رشدونمو گیاه تأثیر می‌گذارد و باعث اختلال در تعادل پتانسیل آب و توزیع یون می‌شود که منجر به آسیب مولکولی، کاهش رشد و حتی مرگ سلولی می‌شود (Li *et al.*, 2020). تمام خاک‌های کشاورزی و آب آبیاری دارای املاح معدنی هستند. مقدار و نوع نمک موجود به ترکیب خاک و آب آبیاری بستگی دارد (Hanson *et al.*, 2006). ترکیب یونی آب آبیاری به اندازه سطح شوری آب مهم است. هر نوع نمک موجود در خاک و آب آبیاری ممکن است اثرات متفاوتی بر رشد گیاه داشته باشد. به‌ویژه در مناطق نیمه‌خشک جهان، تأمین آب با کیفیت کافی برای آبیاری یک مشکل مهم است (Bimurzayev *et al.*, 2021).

به‌طورکلی، توانایی یک محصول برای زنده ماندن و رشد در شرایط شوری به تحمل نمک آن بستگی دارد که می‌تواند در بین محصولات مختلف و مراحل رشدی متفاوت باشد (Akbari *et al.*, 2007). جوانه‌زنی بذر اولین مرحله رشدونمو گیاه در طول چرخه زندگی گیاه است. بنابراین، توانایی جوانه‌زنی بالای محصولات در شرایط شوری برای رشدونمو بعدی ضروری است. گزارش شده است که تنش شوری می‌تواند منجر به کاهش قابل‌توجهی در سرعت جوانه‌زنی شود، زیرا توانایی گیاهان برای جذب آب را کاهش می‌دهد و درنتیجه باعث مهار رشد و کاهش عملکرد می‌شود (Li *et al*, 2020). جوانه‌زنی بذر یکی از مهمترین مراحل رشدی گیاهان به شمار می‌رود، زیرا این مرحله به‌طور مستقیم بر استقرار نسل بعدی گیاهان تأثیر می‌گذارد. جوانه‌زنی بذر فرآیندی پیچیده است و طبق تعریف، جوانه‌زنی بذر توسط عوامل ژنتیکی و محیطی تعیین می‌شود (Tan *et al.*, 2013) و با جذب آب آغاز می‌شود و با بیرون آمدن ریشه از پوشش بذر تکمیل می‌شود (Zhang *et al.*, 2017). و به‌طورکلی جوانه‌زنی بذر شامل سه مرحله است. در مرحله اول (فاز I، جذب سریع آب)، جذب سریع آب توسط دانه خشک اتفاق می‌افتد تا زمانی که تمام محتویات سلولی کاملاً هیدراته شود. فاز دوم (فاز II، فعال شدن مجدد متابولیسم) دوره جذب آب محدود است و جوانه‌زنی بذر تکمیل نشده است. در مرحله سوم (مرحله III، ظهور ریشه‌چه)، بذر به جذب آب ادامه می‌دهد تا جوانه‌زنی کامل شود. در بین این سه فاز، فاز II حیاتی‌ترین است زیرا تمام مسیرهای متابولیکی لازم و فرآیندهای فیزیولوژیکی دوباره فعال می‌شوند و جوانه‌زنی انجام می‌شود (Zhang *et al.*, 2017).

پرایمینگ بذرها یک تکنیک آسان، مقرون به صرفه و ایمن برای افزایش سبزشدن، رشد گیاهچه، عملکرد و تحمل به تنش خشکی محصولات زراعی است (Hussain *et al.*, 2015). این یک تکنیک هیدراتاسیون کنترل شده است که فرآیندهای متابولیک قبل از جوانه‌زنی مانند افزایش جذب آب، فعال‌سازی ذخیره آمیلاز، سلولاز و زایلاناز (Xylanase) را بدون جوانه‌زنی واقعی در دانه‌ها تحریک می‌کند و منجر به استقرار و رشد گیاهچه می‌شود (Marthandan *et al.*, 2020; Hussain *et al.*, 2015). پرایمینگ باعث افزایش فعالیت پروتئازها، لیپازها و آمیلازها می‌شود که ذخایر غذایی را برای افزایش رشدونمو جنین تجزیه می‌کنند. پرایمینگ همچنین اثر تنش غیرزیستی را در مرحله جوانه‌زنی به حداقل می‌رساند و درنهایت منجر به رویش بیشتر گیاهچه و همچنین استقرار قوی گیاهچه می‌شود. این فعالیت‌های بیولوژیکی در اثر پرایمینگ، برای کشاورزان مفید است. زیرا زمان سبزشدن، هزینه کاشت مکرر، کوددهی و آبیاری اضافی را کاهش می‌دهد (Acharya *et al.*, 2020). امروزه استفاده از انواع هورمون‌ها، ویتامین‌ها و اسیدهای آمینه و... برای پرایمینگ بذور مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این پژوهش از انواع پرایمینگ‌ها شامل بدون پرایمینگ، هیدرو

[ Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.50.19.4 ]

پرایمینگ، جیبرلین، هورمون Gr24 (نوعی استریگولاکتون)، بنزیل آمینوپورین و اسپرمیدین برای افزایش جوانه‌زنی بذر کدو در شرایط تنش شوری و فرسودگی بذر استفاده شد. از آنجایی که ایران جز مناطق خشک و نیمه‌خشک است. بنابراین همواره تنش شوری اتفاق می‌افتد. به همین دلیل، یکی از مهمترین اهداف این بررسی، بهبود جوانه‌زنی در شرایط تنش شوری بود. از دیگر اهداف این پژوهش افزایش جوانه‌زنی در بذرهای فرسوده شده کدو بخصوص در شرایط نامطلوب بود. علاوه‌براین مطالعات کمی در مورد استفاده از Gr24 و انواع پلی‌آمین‌ها برای افزایش جوانه‌زنی در بذرهای کدو وجود دارد. بنابراین این پژوهش می‌تواند برای افزایش آگاهی در مورد تأثیر این تیمارها بر فرایند جوانه‌زنی، سیستم آنتی‌اکسیدانی و مکانیزم‌های تحمل به تنش در بذرهای فرسوده و در شرایط تنش در بذرهای کدو مفید باشد.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال‌های ۹۷ و در آزمایشگاه علوم و تکنولوژی بذر دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام شد. تیمارها شامل سطوح مختلف فرسودگی بذر (بدون فرسودگی، ۸۵ و ۷۵ درصد جوانه‌زنی شاهد) و تنش شوری (صفر، ۷۵ و ۱۵۰ میلی‌مولار) و پرایمینگ (بدون پرایمینگ، هیدروپرایمنگ، هورمون پرایمینگ با جیبرلین، هورمون پرایمینگ با Gr24 (نوعی استریگولاکتون)، هورمون پرایمینگ با بنزیل آمینوپورین و پرایمینگ با اسپرمیدین) بودند. بذور به‌منظور اعمال پرایمینگ به‌مدت ۲۴ ساعت، در دمای ۲۵ درجه سلسیوس و در غلظت ۱۰۰ میکرومولار تیمارهای پرایمینگ خیسانده شدند. برای تیمار شاهد از آب‌مقطر استفاده گردید.

بذرهای کدو پوست کاغذی 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 سیلیوس 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 شوری از کلرید سدیم (NaCl) استفاده گردید. محلول‌های مورد نظر در غلظت‌های صفر، ۷۵ و ۱۵۰ میلی‌مولار تهیه شد، در طول آزمایش درون شیشه‌های درب‌دار نگه داری شدند. بعد از انجام کشت بذور، روزانه به میزان ۱ میکرولیتر از محلول به هر کاغذ صافی جهت اعمال تنش شوری اضافه گردید.

برای انجام آزمون رشد گیاهچه، تعداد ۲۵ بذر از هر تیمار به روش بین کاغذی درون ظروف یک‌بار مصرف کشت شد. سپس ظروف به درون ژرمیناتور مدل IKH.RI تنظیم‌شده با دمای ۲۵ درجه سلسیوس و ۸ ساعت روشنایی منتقل گردیدند. شمارش بذور جوانه‌زده به‌صورت روزانه و به‌مدت ۷ روز انجام گردید. معیار جوانه‌زنی یک بذر، رشد ریشه‌چه و خروج آن به میزان دو میلی‌متر از پوسته بذر در نظر گرفته شد (ISTA, 2007).

درصد جوانه‌زنی براساس رابطه زیر بدست آمد (ISTA, 2002).

(رابطه ۲)

$$GP = (Ni/N) \times 100$$

در این رابطه GP درصدجوانه‌زنی، Ni بذرهای جوانه‌زده و N تعدادکل بذر است. برای اندازه‌گیری طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، در پایان روز هفتم کشت و پس از بازشدن کامل برگ‌های لپه‌ای، به‌وسیله خط‌کش میلی‌متری اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری میزان RWC مقدار ۰/۵ گرم از نمونه‌های برگی جدا بلافاصله با استفاده از ترازوی دقیق یک هزارم گرم توزین شدند. سپس نمونه‌ها در داخل لوله‌های آزمایش دربدار محتوی ml ۱۰۰ آب‌مقطر غوطه‌ور شدند و به مدت ۶ ساعت در محیط نسبتاً خشک و بدون نور نگهداری شدند. سپس برگ‌ها از لوله‌های آزمایش خارج و سریعاً با کاغذ خشک‌کن آب برگ‌ها خشک گردید و مجدداً با ترازوی یک هزارم گرم وزن تورگر آنها تعیین شد. سپس نمونه‌های برگی به داخل آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس منتقل شدند و پس از ۷۲ ساعت وزن خشک

[ Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-19 ]
[ DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.50.19.4 ]

برگ‌ها تعیین گردید. بدین ترتیب مقدار RWC با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (Qasim *et al.*, 2003).

(رابطه ۳)

$$RWC = (FW-DW/TW-DW) \times 100$$

در این رابطه FW بیانگر وزن تر، DW وزن خشک و TW وزن در آماس کامل است.

با هدف اندازه‌گیری میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت، گیاهچه‌ها در داخل فویل آلومینیومی قرار گرفته و به‌منظور استخراج عصاره آنزیمی در یخچال با دمای ۲±۷۰- درجه نگه‌داری شدند. برای استخراج عصاره آنزیمی، ابتدا ۰/۵ گرم نمونه از هر تیمار اندازه‌گیری شده و به‌وسیله هاون چینی توسط نیتروژن مایع همگن گردید سپس، ۵ میلی‌لیتر از بافر فسفات سرد (pH=۷/۵) حاوی ۰/۵ میلی‌مولار EDTA به هاون اضافه گردید. پس از آن، مایع همگن به اپندورف‌های ۲ میلی‌لیتری انتقال داده شده به‌مدت ۱۵ دقیقه و در g ۱۵۰۰۰ با دمای ۴°C سانتریفیوژ شدند. روشناور بدست آمده به سه قسمت تقسیم گردید تا از اثر مضر انجماد و ذوب متوالی نمونه‌ها جلوگیری شود و درنهایت تا زمان اندازه‌گیری آنزیم‌ها در دمای ۲۰°C نگهداری شدند (Sairam, 2002).

فعالیت آنزیم کاتالاز (CAT) براساس روش Abi (۱۹۸۴) از برگ لپه‌ای اندازه‌گیری گردید. ۳ میلی‌لیتر کمپلکس واکنش، شامل ۰/۵ میلی‌لیتر پراکسید هیدروژن ۷/۵ میلی‌مولار، ۱/۵ میلی‌لیتر بافر فسفات پتاسیم ۱۰۰ میلی‌مولار (pH=۷) و ۵۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی بود تهیه گردید که با افزودن پراکسید هیدروژن واکنش آغاز گردید. فعالیت ویژه آنزیم در طول‌موج ۲۴۰ نانومتر توسط اسپکتوفتومتر اندازه‌گیری شد.

فعالیت آنزیم پراکسیداز (POX) طبق روش Kato و Shimizu (۱۹۸۷) انجام شد. در این روش محول آزمایش حاوی ۱۰۰ میلی‌مولار بافر سدیم فسفات (pH=۵/۸) و ۷/۲ میلی‌مولار گایاکول، ۱۱/۸ میلی‌مولار $H_2O_2$ و ۰/۱ میلی‌لیتر از عصاره آنزیمی بود. تغییرات جذب با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر و در طول‌موج ۴۷۰ نانومتر ثبت گردید.

(رابطه ۴)

$$(Unit.mg^{-1}) = \frac{POX/min}{13.3}$$

سنجش فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسمیوتاز (SOD) به روش Giannopolitis و Ries (۱۹۷۷) انجام گردید. بافرهای مورد استفاده عبارتند از: بافر فسفات ۵۰ میلی‌مولار، حاوی EDTA ۰/۱ میلی‌مولار، متیونین ۱۳ mM و نیتروبلوتترازولیوم ۷۵µM در pH=۷، محلول ریبوفلاوین ۰/۱۲ mM نمونه شاهد از ترکیب ۸۸۵ میکرولیتر بافر ۱+۱۵ میکرولیتر بافر ۲+۱۰۰ میکرولیتر بافر فسفات و نمونه بلانک از ترکیب ۸۸۵ میکرولیتر بافر ۱+۱۵ میکرولیتر بافر ۲+۱۰۰ میکرولیتر بافر فسفات همچنین نمونه آنزیمی از ترکیب ۸۸۵ میکرولیتر بافر ۱+۱۵ میکرولیتر بافر ۲+۱۰۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی بدست آمد. میزان جذب در طول‌موج ۵۶۰ نانومتر با دستگاه اسپکتوفتومتری خوانده شد.

(رابطه ۵)

$$(Unit\ mg^{-1}) = 100\text{-}[OD\ control\text{-}OD]\ /OD\ control \times 100/50$$

میزان مالون دی‌آلدهید (MDA) طبق روش McCue و Shetty (۲۰۰۲) اندازه‌گیری شد. در لوله‌های آزمایش، ۲۰۰ میلی‌لیتر از بافت هموژن با ۸۰۰ میلی‌لیتر آب‌مقطر مخلوط شد. ۵۰۰ میلی‌لیتر از تری‌کلرو استیک اسید ۲۰ درصد با ml ۱ از تیوباربوتیریک اسید ۱۰ میلی‌مولار مخلوط شد. لوله‌های آزمایش به‌مدت ۳۰ دقیقه در انکوباتور ۱۰۰°C قرار گرفتند. سپس، به‌مدت ۱۰ دقیقه در g ۱۳۰۰۰ سانتریفیوژ شدند. از روشناور حاصل برای اندازه‌گیری میزان MDA استفاده شد. مقدار جذب روشناور در طول‌موج ۵۳۲ نانومتر خوانده شد.

اندازه‌گیری پروتئین دانه به روش Jung و همکاران ۲۰۰۳ صورت گرفت. در این روش ابتدا ازت آلی دانه‌ها با اضافه شدن اسید سولفوریک غلیظ و کاتالیزور به ۰/۵ گرم نمونه محاسبه گردیده و سپس به‌منظور بدست آوردن میزان پروتئین نمونه در عدد ۶/۲۵ ضرب گردید.

(رابطه ۶)

$$Protein\ (\%) = \%\ TN \times 6.25$$

پرولین به روش Bates و همکاران (۱۹۷۳) اندازه‌گیری شد. ابتدا ۰/۰۲ گرم از بافت تر برگ لپه‌ای در محلول ml ۱۰۰ سه درصد اسید سولفوسالیسیلیک همگن‌سازی شد. ml ۲ از محلول فیلترشده با ml ۲ از معرف نین‌هیدرین و ml ۲ اسید

[ Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.50.19.4 ]

استیک خالص ترکیب و ml ۶۴ تولوئن به آن اضافه شد. محلول تا تشکیل دو لایه ثابت نگه داشته شده و مقدار معینی از محلول رویی را برداشته شده میزان جذب آن در طول‌موج ۵۲۰ نانومتر در دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد.

اندازه‌گیری کاروتنوئید توسط روش Bruisma (۱۹۶۳) انجام شد. ۱ گرم از برگ را جدا و به همراه cc ۱۵ استن همگن شد، سپس میزان جذب نور محلول با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول‌موج‌های ۴۸۰، ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر خوانده و با استفاده از فرمول زیر میزان کاروتنوئید تعیین گردید.

(رابطه ۷)

$$Car = A480 + [(0.114)(A663) - (0.638)(A645)]$$

تجزیه آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.4 و شکل‌ها به کمک نرم‌افزار Excel ترسیم شده‌اند. مقایسه میانگین تیمارها بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت.

## نتایج و بحث

**درصد جوانه‌زنی**: اثر سطوح مختلف شوری، فرسودگی و پرایمینگ و نیز اثرات متقابل آنها بر درصد جوانه‌زنی در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). شوری و فرسودگی موجب کاهش جوانه‌زنی در بذرهای کدو شدند و اثر منفی آنها در زمانی شدت یافت که تنش شوری بر بذرهای فرسوده اعمال شد. به‌طوریکه کم‌ترین درصد جوانه‌زنی (۳۰/۳۳) در شوری ۱۵۰ میلی‌مولار، درجه فرسودگی ۷۵ درصد و در شرایط بدون پرایمینگ بود. با این وجود کاربرد انواع پرایمینگ موجب بهبود جوانه‌زنی نسبت به شاهد شدند. بیشترین درصد جوانه‌زنی بذور کدو پوست کاغذی (۹۸/۰۳) در تیمار با جیبرلین در شرایط بدون تنش (تنش شوری و فرسودگی) بدست آمد که اختلاف ۳۷/۴۸ درصدی با شاهد داشت. در شرایط یکسان تنش نیز اختلاف ۲۷/۲۶ درصدی بین بذور پرایم‌شده با جیبرلین و بدون پرایم وجود داشت (جدول ۲).

در این پژوهش مشاهده شد که افزایش غلظت تنش شوری موجب کاهش شدید جوانه‌زنی شد که با نتایج (Kumar Srivastava *et al.*, 2017) در گیاه برنج همخوانی دارد. شوری حاصل از املاح در غلظت‌های سمی، منجر به کاهش جوانه‌زنی و تأخیر در فرآیندهای آن می‌گردد (Patade *et al.*, 2009). در پژوهش که (Kumar Srivastava *et al.*, 2017) انجام داد مشخص شد که از دلایل کاهش جوانه‌زنی در اثر تنش شوری افزایش انواع اکسیژن فعال بخصوص $H_2O_2$ بود. با توجه به مشاهدات Ahmadloo و همکاران (۲۰۱۲) پیری بذر بر درصد جوانه‌زنی بذرهای کاج بروسیا به‌طور معنی‌داری اثر داشت. با این وجود در این پژوهش تأثیرات مثبت پرایمینگ بذر بر ویژگی‌های جوانه‌زنی در شرایط تنش شوری و فرسودگی بذر مشاهده شد که با نتایج (Kaya *et al.*, 2006) در آفتابگردان (Kumar Srivastava *et al.*, 2017) برنج و (سیادت و همکاران، ۱۳۹۰) ذرت مطابقت دارد. سیادت و همکاران (۱۳۹۰) اعلام کردند درصد جوانه‌زنی بذور ذرت که تحت تأثیر پیری قرار گرفته بودند با پرایمینگ جیبرلین بهبود یافتند. به‌نظر می‌رسد تیمار پرایمینگ نمی‌تواند طول عمر انبارداری را افزایش دهد. اما احتمالاً بر فرایندهایی مانند جوانه‌زنی مؤثر است و از کاهش آن جلوگیری می‌کند.

**طول ریشه‌چه**: اثر سطوح مختلف شوری، فرسودگی و پرایمینگ و نیز اثرات متقابل آنها بر تغییرات طول ریشه‌چه در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). طول ریشه‌چه در اثر فرسودگی بذر و تنش شوری کاهش یافت. کم‌ترین طول ریشه‌چه (۵/۸۴ سانتی‌متر) در شوری ۱۵۰ میلی‌مولار و درجه فرسودگی ۷۵ درصد و در تیمار شاهد پرایمینگ بدست آمد بنابراین ۶۵/۳۱ درصد از طول ریشه‌چه نسبت به شاهد کاسته شده است. کاربرد پرایمینگ‌های مختلف موجب افزایش طول ریشه‌چه نسبت به شاهد شدند و همچنین از کاهش طول ریشه‌چه در اثر تنش شوری و فرسودگی جلوگیری کردند. به‌طوریکه بیشترین طول ریشه‌چه (۱۵/۷۳ سانتی‌متر) در تیمار با هورمون Gr24 و شرایط عدم تنش مشاهده شد که ۴/۱ درصد بیش از شاهد بود (جدول ۲). در این پژوهش هورمون Gr24 در شرایط نرمال و بذور زوال‌یافته منجر به افزایش طول ریشه‌چه گردید. درحالیکه در شرایط توأم شدن تنش شوری با بذور فرسوده، هورمون بنزیل آمینوپورین منجر به تولید

[ Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.50.19.4 ]

**جدول ۱- تجزیه واریانس شاخص‌های جوانه‌زنی بذور پرایم‌شده کدو پوست کاغذی تحت تنش شوری، فرسودگی بذر**

| منابع تغییر | درجه آزادی | میانگین مربعات | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | درصد جوانه‌زنی | طول ریشه‌چه | طول ساقه‌چه | محتوی نسبی آب | کاتالاز | پراکسیداز | سوپراکسید دیسموتاز | مالون دی آلدهید | پروتئین | پرولین | کاروتنوئید |
| شوری | ۲ | ۲۲۰۱۵$^{**}$ | ۲۰۱/۳$^{**}$ | ۷/۹۳$^{**}$ | ۳۳۸۵۱$^{**}$ | ۱۳۰۲/۷$^{**}$ | ۴۶۷۲/۸$^{**}$ | ۲۲۶۸۰$^{**}$ | ۲۴۱۶$^{**}$ | ۱۰۸/۱$^{**}$ | ۸/۰۹$^{**}$ | ۹۹/۵۷$^{**}$ |
| پرایمینگ | ۵ | ۴۳۷/۴$^{**}$ | ۸/۶۸$^{**}$ | ۰/۶$^{**}$ | ۵۴۱/۱$^{**}$ | ۳۱۰/۱۵$^{**}$ | ۴۶۲/۹$^{**}$ | ۱۱۶۲/۹$^{**}$ | ۲۴/۴۸$^{**}$ | ۵/۳۲$^{**}$ | ۰/۶۸$^{**}$ | ۱/۴۲$^{**}$ |
| فرسودگی | ۲ | ۵۴۱۳$^{**}$ | ۲۲۰/۰۸$^{**}$ | ۱۴۳/۸$^{**}$ | ۱۳۰۲/۱۷$^{**}$ | ۶۷۵/۳$^{**}$ | ۳۹۳۴/۷$^{**}$ | ۳۲۹۹۲$^{**}$ | ۲۴۷۳$^{**}$ | ۱۴۸/۱$^{**}$ | ۲/۰۹$^{**}$ | ۳۳/۴۵$^{**}$ |
| پرایمینگ×شوری | ۱۰ | ۲۹/۹$^{**}$ | ۰/۹۶$^{**}$ | ۰/۰۲$^{*}$ | ۳/۶۷$^{**}$ | ۱۷/۹۳$^{**}$ | ۸/۲۸$^{**}$ | ۸/۲۵$^{**}$ | ۱/۶۱$^{**}$ | ۰/۹$^{**}$ | ۰/۰۱۷$^{**}$ | ۰/۲$^{**}$ |
| فرسودگی×شوری | ۴ | ۲/۰۷$^{**}$ | ۲۰/۱۴$^{**}$ | ۰/۲۶$^{**}$ | ۴/۳۹$^{**}$ | ۱۹/۴۵$^{**}$ | ۲۷/۷۶$^{**}$ | ۳۳۵/۳۴$^{**}$ | ۸۰/۴۳$^{**}$ | ۲۵/۳$^{**}$ | ۰/۰۴۵$^{*}$ | ۰/۶$^{**}$ |
| پرایمینگ×فرسودگی | ۱۰ | ۰/۶۲$^{**}$ | ۰/۷۳$^{**}$ | ۰/۰۱$^{ns}$ | ۰/۵۳$^{*}$ | ۰/۷۸$^{**}$ | ۳/۲۶$^{**}$ | ۱/۷۲$^{**}$ | ۲/۰۷$^{**}$ | ۰/۵۳$^{**}$ | ۰/۰۰۲$^{**}$ | ۰/۰۰۷$^{**}$ |
| شوری×پرایمینگ×فرسودگی | ۲۰ | ۱/۱۴$^{**}$ | ۰/۶$^{**}$ | ۰/۰۰۸$^{ns}$ | ۰/۸۴$^{**}$ | ۰/۷۹$^{**}$ | ۱/۹$^{*}$ | ۳/۰۸$^{**}$ | ۰/۸$^{**}$ | ۰/۸$^{**}$ | ۰/۰۰۱$^{ns}$ | ۰/۰۰۷$^{**}$ |
| خطا | ۱۰۸ | ۰/۱۲ | ۰/۰۱ | ۰/۰۰۹ | ۰/۲۲ | ۰/۳۱ | ۱/۱۲ | ۰/۰۱۷ | ۰/۰۸ | ۰/۰۱ | ۰/۰۰۰۸ | ۰/۰۰۰۵ |
| ضریب تغییرات | | ۰/۵۴ | ۰/۸۲ | ۳/۴۸ | ۰/۹۴ | ۱/۷۸ | ۱/۱۶ | ۰/۳۲ | ۱/۹ | ۴/۱۷ | ۲/۳۳ | ۰/۰۵ |

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

**جدول ۲- مقایسه میانگین شاخص‌های جوانه‌زنی بذور پرایم‌شده کدو پوست کاغذی تحت تنش شوری و فرسودگی**

| شوری | پرایمینگ | فرسودگی | درصد جوانه‌زنی | طول ریشه‌چه (سانتی متر) | محتوی نسبی آب (درصد) | کاتالاز (میکرومول بر دقیقه بر گرم پروتئین) | پراکسیداز | سوپراکسید دیسموتاز | مالون دی آلدهید (میلی‌مول بر گرم وزن تر) | پروتئین (میلی‌گرم بر گرم وزن تر) | کاروتنوئید (میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم وزن تر) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| صفر | شاهد | شاهد | ۹۲/۳±۰/۲ | ۱۵/۱۱±۰/۰۱ | ۷۲/۴۸±۰/۶ | ۲۶/۶±۰/۳۱ | ۸۵/۱۷±۰/۳۵ | ۱۱۸/۶۷±۰/۳ | ۴/۴±۰/۰۳ | ۵/۲۴±۰/۱۲ | ۶/۲۶۲±۰/۰۱ |
| | | ٪۸۵ | ۸۳/۴±۰/۲ | ۱۴/۰۳±۰/۰۲ | ۶۸/۲±۰/۸ | ۲۴±۰/۰۵ | ۷۸/۹±۰/۳۱ | ۱۰۳/۱۲±۰/۵۵ | ۹/۳۱±۰/۰۳ | ۲/۶۶±۰/۰۶ | ۵/۸۴±۰/۱۰۲ |
| | | ٪۷۵ | ۱۳/۵۴±۰/۰۲۷۱/۵۳±۰/۱۵ | | ۶۵/۹±۰/۸ | ۲۱/۵۱±۰/۱ | ۶۶/۱۳±۰/۲۲ | ۷۶/۳۷±۰/۱۹ | ۱۵/۷۱±۰/۱۶ | ۱/۷۶±۰/۱۲ | ۴/۹۳±۰/۰۱۶ |
| | هیدروپرایمینگ | شاهد | ۱۵/۳۵±۰/۰۲۹۴/۴۶±۰/۱۵ | | ۷۵/۵±۰/۹ | ۲۸/۴۶±۰/۲۵ | ۸۹/۳۵±۰/۲۱ | ۱۲۲/۴±۰/۳ | ۴/۳۱±۰/۰۴ | ۶/۲۱±۰/۱۱ | ۶/۲۷۶±۰/۰۱۷ |
| | | ٪۸۵ | ۸۴/۴±۰/۱ | ۱۴/۱۵±۰/۰۲ | ۷۱/۹۱±۰/۷ | ۲۶/۶۴±۰/۱۶ | ۸۳/۱۹±۰/۳۲ | ۱۰۵/۲±۰/۳۷ | ۸/۴۴±۰/۱۲ | ۲/۷۶±۰/۰۹ | ۵/۹۸۴±۰/۱۱۰ |
| | | ٪۷۵ | ۱۳/۷۲±۰/۰۴۷۵/۰۳±۰/۱۵ | | ۶۶/۳±۱/۰۵ | ۲۴/۷±۰/۳۸ | ۷۱/۳±۰/۲۳ | ۸۱/۸±۰/۱۶ | ۱۳/۹±۰/۱۷ | ۱/۹۶±۰/۰۹ | ۵/۰۶۶±۰/۰۱۵ |
| | جیبرلین | شاهد | ۹۸/۰۳±۰/۲ | ۱۵/۲۲±۰/۰۲ | ۷۷/۶۴±۱/۰۴ | ۳۰/۷±۰/۷۳ | ۹۲/۰۲±۰/۰۸ | ۱۲۵/۶±۰/۶ | ۴/۲۴±۰/۱۴ | ۹/۵۵±۰/۲ | ۶/۲۷۳±۰/۰۰۱ |
| | | ٪۸۵ | ۸۹/۵±۰/۲۱ | ۱۵/۰۸±۰/۰۲ | ۷۳/۴±۰/۵۶ | ۲۷/۳±۰/۱۳ | ۸۵/۷±۰/۱۲ | ۱۰۸/۸±۰/۴ | ۷/۸۵±۰/۲۴ | ۳/۵۸±۰/۱۶ | ۶/۰۴۵±۰/۰۲۲ |
| | | ٪۷۵ | ۱۳/۶۴±۰/۰۲۷۸/۳۳±۰/۲۴ | | ۶۸/۰۲±۰/۷۲ | ۲۵/۱۹±۰/۱ | ۷۳/۹۳±۰/۱ | ۸۵/۶۲±۰/۵ | ۱۲/۵۶±۰/۱۳ | ۲/۶۷±۰/۱۳ | ۵/۱۲±۰/۰۰۵ |
| | Gr24 | شاهد | ۱۵/۷۳±۰/۰۱۹۵/۹۳±۰/۲۷ | | ۷۹/۳۲±۱/۰۹ | ۲۷/۷±۰/۱۳ | ۸۸/۰۶±۰/۲۶ | ۱۲۱/۴±۰/۴۶ | ۴/۴۱±۰/۰۴ | ۸/۴۵±۰/۱۲ | ۶/۲۷۴±۰/۰۱ |
| | | ٪۸۵ | ۱۴/۱۲±۰/۰۱ ۸۷/۶±۰/۲۳ | | ۷۵/۳۲±۰/۴۸ | ۲۵/۶۷±۰/۱ | ۸۱/۸±۰/۱۵ | ۱۰۳/۵۳±۰/۳ | ۸/۷۵±۰/۲۲ | ۲/۹۷±۰/۱۴ | ۵/۹۲۵±۰/۰۱۱ |
| | | ٪۷۵ | ۱۳/۷۸±۰/۰۲۷۷/۲۶±۰/۱۵ | | ۶۹/۲ ±۰/۳۵ | ۲۳/۱±۰/۲ | ۶۹/۳۶±۰/۱۱ | ۷۹/۶۳±۰/۲۸ | ۱۴/۲۹±۰/۱۴ | ۲/۲۳±۰/۰۶ | ۴/۹۹±۰/۰۲۶ |
| | بنزیل آمینوپورین | شاهد | ۹۵/۰۳±۰/۲ | ۱۵/۵۲±۰/۰۱ | ۸۳/۰۱±۰/۱۸ | ۲۹/۰۲±۰/۲ | ۹۳/۲±۰/۱۴ | ۱۲۸/۱±۰/۳ | ۳/۹۴±۰/۰۳ | ۷/۲۶±۰۵ | ۶/۲۷۴±۰/۰۱ |
| | | ٪۸۵ | ۸۵/۱۳±۰/۲ | ۱۴/۳۴±۰/۰۱ | ۲۵/۳۴±۰/۱۶۷۸/۰۴±۰/۵۶ | | ۸۷/۱۹±۰/۲ | ۱۱۳/۲۱±۰/۴۴ | ۵/۵۳±۰/۰۸ | ۲/۸۳±۰/۰۹ | ۶/۰۹±۰/۰۰۸ |
| | | ٪۷۵ | ۱۳/۸۷±۰/۰۱۷۵/۷۶±۰/۱۵ | | ۷۰/۹۱±۰/۵ | ۲۲/۹۵±۰/۰۷ | ۷۶/۲±۰/۳۱ | ۸۹/۵±۰/۱۱ | ۱۰/۷۸±۰/۱۳ | ۱/۹۴±۰/۰۷ | ۵/۱۸±۰/۰۰۶ |
| | اسپرمیدین | شاهد | ۹۷/۳±۰/۲ | ۱۵/۶۲±۰/۰۱ | ۳۲/۲۶±۰/۲۸۸۳/۶۴±۰/۷۴ | | ۹۵/۷۱±۰/۱۸ | ۱۳۱/۶±۰/۳ | ۳/۷۵±۰/۱۲ | ۹/۲۲±۰/۰۳ | ۶/۲۸۱±۰/۰۱۴ |
| | | ٪۸۵ | ۸۶/۵±۰/۱۷ | ۱۴/۲۷±۰/۰۲ | ۸۰/۴۷±۰/۷۵ | ۲۹/۳۷±۰/۱ | ۸۸/۰۱±۰/۰۲ | ۱۱۹/۱۴±۰/۳ | ۴/۹۳±۰/۲ | ۳/۰۸±۰/۱۱ | ۶/۱۵±۰/۰۰۷ |
| | | ٪۷۵ | ۱۳/۸±۰/۰۴ ۷۶/۴۳±۰/۰۵ | | ۷۲/۸۵±۰/۶ | ۲۷/۰۹±۰/۲ | ۷۶/۳۴±۰/۲۱ | ۹۲/۱۸±۰/۴۱ | ۵/۹۵±۰/۲۶ | ۲/۲۸±۰/۰۶ | ۵/۲۶±۰/۰۰۹ |
| ۷۵ | شاهد | شاهد | ۶۹/۹±۰/۳۲ | ۱۴/۲۳±۰/۰۳ | ۳۰/۷۲±۰/۲۴۵۰/۲۴±۰/۱۳ | | ۹۲/۵۷±۰/۲۱ | ۱۳۹/۱۸±۰/۹۴ | ۹/۰۳±۰/۲۲ | ۳/۶۹±۰/۸ | ۵/۲۳±۰/۰۰۹ |

[ Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.50.19.4 ]

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| میلی مول | | ٪۸۵ | ۶۰/۴۳±۰/۳ | ۲۷/۰۸±۰/۳۶۴۶/۰۷±۰/۲۹۱۲/۴۲±۰/۰۴ | ۸۶/۲۳±۰/۲۶ | ۱۲۰/۷±۰/۴ | ۱۵/۵۲±۰/۱۹ | ۲/۰۶±۰/۵ | ۴/۶۲±۰/۰۱۳ |
| | | ٪۷۵ | ۴۹/۴۴±۰/۲۵ | ۹/۷۶±۰/۰۵ | ۷۸/۳۶±۰/۳۲ | ۲۴/۲۴±۰/۲۹۴۱/۱۲±۰/۴۹ | ۹۲/۵۴±۰/۴۲ | ۲۴/۳۳±۰/۱۴ | ۰/۹۸±۰/۱ | ۳/۵۲±۰/۰۱۴ |
| هیدروپرایمینگ | شاهد | | ۷۰/۶±۰/۲ | ۱۴/۵۴±۰/۱ | ۳۲/۹۲±۰/۲۴۵۲/۴۴±۰/۳۱ | ۹۵/۰۸±۰/۶ | ۱۴۳/۶۴±۰/۳۲ | ۸/۴۴±۰/۱۱ | ۳/۴۵±۰/۱ | ۵/۳۳±۰/۰۱۹ |
| | ٪۸۵ | | ۶۲/۴±۰/۳۲ | ۱۷۱۲/۸۸±۰/۰۴ | ۲۹/۶۲±۰/۳۱۴۸/۴۴±۰/ | ۸۹/۲۸±۰/۴۳ | ۱۲۴/۲۱±۰/۳۳ | ۱۴/۸۳±۰/۱۲ | ۱/۸۴±۰/۱۱ | ۴/۷۶±۰/۰۲۴ |
| | ٪۷۵ | | ۵۰/۱۳±۰/۴ | ۲۶/۷۵±۰/۲۳۴۳/۶۴±۰/۳۳۱۰/۳۶±۰/۰۴ | ۸۱/۶۷±۰/۲۸ | ۹۵/۸۶±۰/۴۴ | ۲۳/۵۵±۰/۲۷ | ۰/۸۶±۰/۶ | ۳/۷۶±۰/۰۱۹ |
| جیبرلین | شاهد | | ۸۳/۲±۰/۲۶ | ۱۴۸/۴۸±۰/۳۸ | ۹۷/۷۳±۰/۲۹ | ۳۵/۸۹±۰/۲۶۵۵/۳۵±۰/۸۲۱۴/۳۸±۰/۰۴ | ۸/۱۱±۰/۱ | ۴/۱۴±۰/۱۱ | ۵/۵۱±۰/۰۱۲ |
| | ٪۸۵ | | ۷۴/۰۷±۰/۳ | ۵۱/۴۷±۰/۸۲۱۲/۸۳±۰/۰۲ | ۹۱/۷۶ ±۰/۳۶ | ۳۲/۱۹±۰/۳ | ۱۲۸/۶±۰/۳۶ | ۱۴/۴۱±۰/۱۲ | ۲/۷۱±۰/۱۲ | ۴/۹۳±۰/۰۲ |
| | ٪۷۵ | | ۶۳/۷±۰/۲۶ | ۱۰/۴۸±۰/۰۵ | ۸۳/۲۹±۰/۲۷ | ۲۸/۴۸±۰/۳۱ ۴۶/۴۳±۰/۹ | ۹۷/۹۵±۰/۴ | ۲۳/۰۴±۰/۲۷ | ۱/۸۴±۰/۱۱ | ۳/۹۵±۰/۱۷ |
| Gr24 | شاهد | | ۳۲/۱۴±۰/۲۸۵۷/۰۶±۰/۳۴۱۴/۸۶±۰/۰۵۷۱/۳۳±۰/۱۵ | | ۹۴/۱±۰/۳۱ | | ۱۴۱/۴۶±۰/۴۴ | ۸/۸۱±۰/۱۴ | ۳/۷۷±۰/۱۱ | ۵/۶۷±۰/۰۲۵ |
| | ٪۸۵ | | ۶۳/۸۶±۰/۳ | ۱۳/۰۶±۰/۰۴ ۵۳/۲۲±۰/۷۷ | ۲۷/۹۲±۰/۴۷ | ۸۸/۵±۰/۲۶ | ۱۲۲/۰۹±۰/۴۱ | ۱۵/۴۵±۰/۶ | ۲/۲۳±۰/۱۳ | ۵/۰۷±۰/۵۸ |
| | ٪۷۵ | | ۲۵/۵۳±۰/۳۷۴۷/۹۴±۰/۸۳۱۰/۴۱±۰/۰۴۵۱/۸۶±۰/۴۵ | | ۷۹/۳۵±۰/۲۳ | | ۹۴/۷۲±۰/۳۲ | ۲۴/۲۹±۰/۴ | ۱/۲۵±۰/۶ | ۴/۱۳±۰/۰۲ |
| بنزیل آمینوپورین | شاهد | | ۷۹/۵۶±۰/۳ ۵/۰۴±۰/۰۸ | ۶۰/۱۶±۰/۳ | ۳۸/۰۲±۰/۲۴ | ۹۹/۱۵±۰/۳۶ | ۱۵۴/۱۱±۰/۳ | ۷/۸۲±۰/۲۹ | ۳/۹۹±۰/۱۴ | ۵/۸۱±۰/۰۱۹ |
| | ٪۸۵ | | ۱۳/۷۵±۰/۰۵۶۹/۷۳±۰/۴۱ | ۵۶/۵±۰/۲ | ۳۴/۶۵±۰/۲۹ | ۹۳/۷۸±۰/۳۴ | ۱۳۳/۵۳±۰/۳۸ | ۱۴/۲۱±۰/۳ | ۲/۴۳±۰/۱۱ | ۵/۲۵±۰/۰۲۱ |
| | ٪۷۵ | | ۱۱/۰۵±۰/۰۸۵۹/۶۴±۰/۲۵ | ۵۱/۹۳±۰/۸ ۳۸ | ۳۱/۴۸±۰/۳۸ | ۸۵/۱۲±۰/۴ | ۱۰۲/۹۲±۰/۵ | ۲۲/۶۳±۰/۳۱ | ۱/۵۲±۰/۱ | ۴/۲۹±۰/۰۲۳ |
| اسپرمیدین | شاهد | | ۷۵/۳±۰/۵۵ | ۱۴/۷±۰/۱۶ | ۱۰۲/۷۴±۰/۳۵ ۴۱/۹۳±۰/۴ | ۶۲/۱۴±۰/۴ | ۱۵۸/۱۱±۰/۷ | ۷/۵۷±۰/۱۵ | ۴/۳۳±۰/۱۵ | ۶/۰±۰/۲۶ |
| | ٪۸۵ | | ۵۷۱۲/۹۱±۰/۰۷۶۷/۲۶±۰/۲۸ | | ۳۷/۵۴±۰/۴۲۵۸/۸۹±۰/ | ۹۷/۵۲±۰/۳۷ | ۱۳۸/۰۱±۰/۵۱ | ۱۳/۶۸±۰/۲۷ | ۲/۸۶±۰/۱۲ | ۵/۴۵±۰/۰۲ |
| | ٪۷۵ | | ۳۴/۲۴±۰/۳۹۵۴/۰۹±۰/۸۲۱۰/۳۵±۰/۰۳۵۴/۷۳±۰/۱۵ | | ۸۸/۴۱±۰/۲۷ | | ۱۰۷/۸۹±۰/۳۴ | ۲۱/۷۲±۰/۳۹ | ۲/۰۴±۰/۱۷ | ۴/۵±۰/۰۲۹ |
| ۱۵۰ میلی مول | شاهد | | ۳۶/۵۸±۰/۳۷۲۴/۲۲±۰/۳۹۱۱/۸۲±۰/۰۳۴۹/۵۳±۰/۱۱ | | ۱۰۴/۶۲±۲۵ | | ۱۶۶/۰۱±۰/۵۱ | ۱۴/۱±۰/۲۶ | ۲/۰۵±۰/۰۳ | ۳/۶۴±۰/۰۲ |
| | ٪۸۵ | | ۹/۶۶±۰/۰۴ ۴۰/۷۶±۰/۹۴ | ۱۹/۱۸±۰/۲۷ | ۳۱/۱۹±۰/۷ | ۹۶/۱±۰/۳۳ | ۱۴۳/۵۶±۰/۴۲ | ۲۱/۶۳±۰/۳۱ | ۰/۹۴±۰/۳ | ۲/۹۵±۰/۰۲۲ |
| | ٪۷۵ | | ۵/۸۴±۰/۰۳ ۳۰/۳۳±۰/۲۵ | ۱۳/۱۹±۰/۴ | ۲۵/۲۸±۰/۳ | ۸۴/۷۳±۰/۲۷ | ۱۰۸/۲±۰/۳۴ | ۳۱/۴۹±۰/۲۴ | ۰/۳۳±۰/۰۷ | ۱/۷۴±۰/۰۰۵ |
| هیدروپرایمینگ | شاهد | | ۵۰/۸±۰/۳۶ | ۱۲/۷۵±۰/۰۳ | ۲۵/۵۱±۰/۳ | ۳۸/۶۵±۰/۷۸ | ۱۶۹/۱۴±۰/۳۵ ۱۰۷/۳۵±۳۴ | ۱۳/۷۴±۰/۲۳ | ۲/۰۹±۰۷ | ۳/۷۱±۰/۰۱۵ |
| | ٪۸۵ | | ۴۲/۸±۰/۳۷ | ۱۰/۶±۰/۱۲ | ۲۳/۴ ±۰/۲۷ | ۳۸/۰۱±۰/۳۹ | ۱۵۱/۲۲±۰/۳۳ ۱۰۲/۷۲±۲۸ | ۲۰/۳۶±۰/۸۹ | ۱/۵۱±۰/۰۴ | ۳/۱۹±۰/۰۱۹ |
| | ٪۷۵ | | ۴۱/۷±۰/۵۵ | ۶/۴۳±۰/۰۴ | ۳۳/۱۸±۰/۷۵۱۷/۵۹±۰/۳۱ | ۹۲/۷۷±۳۴ | ۱۱۶/۲۱±۰/۲۴ | ۳۰/۳۱±۰/۲۷ | ۰/۹۶±۰/۱۹ | ۲/۰۱±۰/۰۱۱ |
| Gr24 | شاهد | | ۱۰۹/۶۶±۰/۳۱۴۱/۳۹±۰/۹۳۲۸/۱۷±۰/۴۲۱۲/۴۸±۰/۰۵ ۶۱/۸۶±۰/۳ | | | | ۱۷۴/۳۲±۰/۴۶ | ۱۳/۴۹±۰/۳۳ | ۲/۴۵±۰/۰۶ | ۳/۸۷±۰/۰۲ |
| | ٪۸۵ | | ۱۱/۳۱±۰/۰۴۴۴/۴۶±۰/۲۵ | | ۲۵/۶۲±۱۶ | ۳۳/۶۵±۰/۴۶ | ۱۴۴/۹۷±۰/۴۲ | ۲۱/۳۶±۰/۲۸ | ۱/۳۳±۰/۰۵ | ۳/۳±۰/۰۲ |
| | ٪۷۵ | | ۳۲/۷۳±۰/۲۵ ۷/۸۱±۰/۰۵ | ۱۹/۸۴±۳۷ | ۲۷/۷ ±۰/۵۳ | ۸۵/۲۳±۰/۳۶ | ۱۱۰/۶۵±۰/۴۴ | ۳۰/۷۹±۰/۸ | ۰/۸۲±۰/۱۴ | ۲/۲۱±۰/۰۱۴ |
| بنزیل آمینوپورین | شاهد | | ۱۱۳/۹۵±۰/۰۳۵۸/۴۳±۰/۳۵ | | ۱۱۳/۵۲±۰/۲۷۴۴/۶۶±۰/۲۸۳۳/۵۴±۰/۹ | | ۱۷۹/۷۹±۰/۳۸ | ۱۳/۱۴±۰/۲۲ | ۲/۳۲±۰/۷ | ۴/۶±۰/۰۳ |
| | ٪۸۵ | | ۴۹/۵±۰/۳۴ | ۱۱/۷۴±۰/۰۳ | ۲۹/۰۵±۰/۷ | ۳۹/۱۹±۰/۴۵ | ۱۵۶/۱۵±۰/۴۶ ۱۰۵/۱±۰/۳۹ | ۲۰/۲۳±۰/۲۴ | ۱/۴۳±۰/۰۲ | ۳/۵±۰/۰۱۷ |
| | ٪۷۵ | | ۳۷/۹±۰/۴ ۸/۲۷±۰/۰۴ | | ۳۵/۸۵±۰/۴۱۲۳/۱۴±۰/۳۶ | ۹۵/۶۴±۰/۳۲ | ۱۲۱/۷۷±۰/۳۳ | ۲۹/۷±۰/۴ | ۰/۸۵±۰/۱۱ | ۲/۳۳±۰/۰۱۷ |
| اسپرمیدین | شاهد | | ۱۱۶/۵۱±۰/۴۴۴۶/۵۸±۰/۱۷۳۶/۱۴±۰/۴۲۱۳/۳۲±۰/۰۴۵۶/۳۳±۰/۳۵ | | | | ۱۸۵/۷۴±۰/۳ | ۱۲/۹۲±۰/۳۷ | ۲/۵۴±۰/۱۱ | ۴/۵۵±۰/۰۲۳ |
| | ٪۸۵ | | ۱۱/۰۲±۰/۱۲۴۷/۷۶±۰/۲۵ | | ۳۱/۷۸±۰/۵ | ۱۰۸/۴۱±۰/۴۳۴۲/۶۶±۰/۲۷ | ۱۶۲/۳±۰/۱۷ | ۱۹/۸۵±۰/۳۸ | ۱/۵۹±۰/۷ | ۳/۶۹±۰/۰۱۹ |
| | ٪۷۵ | | ۳۵/۶۳±۰/۳ ۷/۱۳±۰/۰۲ | | ۲۶/۱۴±۰/۴۲ ۳۸/۱۴±۰/۳ | ۹۹/۰۳±۰/۴۱ | ۱۲۷/۳۹±۰/۳ | ۲۸/۸۲±۰/۴۹ | ۱/۰۸±۰/۲ | ۲/۵۳±۰/۰۱۳ |

ریشه‌چه‌های طویل‌تری (۸/۲۷ سانتی‌متر) گشت که اختلاف ۴۱/۶ درصد با بذور قرار گرفته در شرایط تنش و بدون پرایمینگ داشت.

نتایج این پژوهش نشان داد که تنش شوری و فرسودگی بذر موجب کاهش طول ریشه‌چه در بذر کدو پوست کاغذی شدند که با نتایج پژوهشگران در مورد کاهش طول ریشه‌چه در

[ Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.50.19.4 ]

اثر تنش شوری بر کدو پوست کاغذی (Kurum *et al.*, 2013) و فرسودگی در گیاهچه‌های هویج (Eisvand *et al.*, 2011) مطابقت دارد. کاهش رشد ریشه در اثر تنش شوری احتمالاً افزایش غلظت نمک‌های محلول در محیط رشد ریشه سبب منفی‌تر شدن پتانسیل اسمزی محیط و درنهایت کاهش جذب آب است که منجر به کاهش تقسیم و طویل‌شدن سلول‌ها در منطقه رشد می‌گردد (Manchanda and Garg, 2008).

از آنجایی که بسیاری از آسیب‌های ناشی از تنش شوری از جمله کاهش وزن خشک و همچنین کاهش طول ریشه و ساقه ناشی از افزایش ROS است، بنابراین، افزایش پتانسیل سلول‌های گیاهی برای بهبود صدمات ناشی تنش شوری و $H_2O_2$ ضروری است (Krishna Paladi *et al.*, 2021). علاوه بر این یکی از روش‌های کاهش اثرات منفی تنش اکسیداتیو کاربرد پرایمینگ می‌باشد (Krishna Paladi *et al.*, 2021). کاربرد پرایمینگ با برخی از پلی‌آمین‌ها و هورمون‌ها می‌تواند تا حد زیادی به افزایش توانایی آنها در کاهش اکسیداسیون مرتبط باشد.

Gr24 یکی از انواع استریگولاکتون‌ها است که به‌صورت سنتتیک ساخته شده است. براساس سایر پژوهش‌ها این ماده می‌تواند در فرایندهای گیاهی مؤثر باشد به‌طوریکه مشاهده شده است تیمار بذور با Gr24 می‌تواند تحمل گیاهان را به شوری افزایش دهد (Kapulnik and Koltai, 2014). یکی از اثرات Gr24 افزایش قندهای محلول از جمله گلوکز و افزایش بیان تنظیم پروتئین کیناز است (Modi *et al.*, 2017). پروتئین کیناز (Price *et al.*, 2012) و قندهای محلول ( Hao *et al.*, 2021) تأثیر مهمی در تحمل به انواع تنش‌ها دارند. بنابراین احتمالاً Gr24 از طریق افزایش قندهای محلول و افزایش بیان پروتئین کیناز به افزیش تحمل به تنش شوری در بذرهای کدو کمک کرده است.

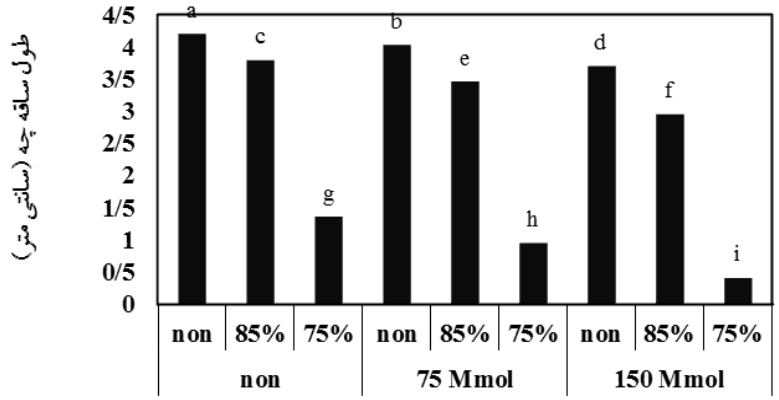
از طرفی کاربرد بنزیل آمینوپورین (نوعی هورمون سیتوکنین) به افزایش طول ریشه‌چه کمک کرد. برخی از پژوهشگران بیان کرده‌اند که استفاده از این هورمون می‌تواند منجر به افزایش رشد طولی ریشه و بهبود وزن ریشه در گیاهان تحت تنش شوری شود (Wang *et al.*, 2015).

**طول ساقه‌چه**: اثر سطوح مختلف شوری، فرسودگی و پرایمینگ و نیز اثرات متقابل شوری در پرایمینگ همچنین اثر متقابل شوری در فرسودگی بر تغییرات طول ساقه‌چه در سطح یک درصد معنی‌دار بود. اما اثر متقابل سطوح پرایمینگ در فرسودگی و نیز اثرات متقابل شوری در پرایمینگ در فرسودگی معنی‌دار نبود (جدول ۱). با توجه به نتایج (شکل ۱) طول ساقه‌چه به‌طور معنی‌داری در اثر تنش شوری و فرسودگی کاهش یافت. به‌طوریکه کم‌ترین طول ساقه‌چه (۰/۴۱ سانتی‌متر) در شوری ۱۵۰ میلی‌مولار و درجه فرسودگی ۷۵ درصد در شرایط بدون پرایمینگ بدست آمد. طبق شکل ۲ پرایمینگ‌های مختلف موجب افزایش طول ساقه‌چه نسبت به شاهد شدند. اما بیشترین طول ساقه‌چه (۴/۲۶ سانتی‌متر) در پرایمینگ باGr24 و در شرایط بدون تنش شوری و فرسودگی مشاهده شد. این در حالی بود که در شرایط تنش کاربرد پرایمینگ‌ها از کاهش طول ساقه‌چه جلوگیری کردند. به‌طوریکه کمترین طول ساقه‌چه (۳/۶۳ سانتی‌متر) در شرایط بدون پرایمینگ و تنش شدید (۱۵۰ میلی‌مولار) قابل مشاهده بود (شکل ۲).

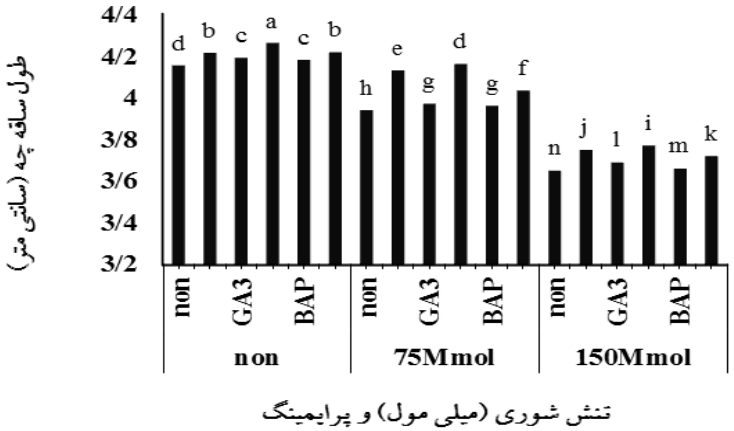
از مهمترین دلایل کاهش تولید گیاهچه‌های نرمال فرسودگی و تنش شوری است که در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج این پژوهش نشان داد که طول ساقه‌چه به‌طور معنی‌داری در اثر فرسودگی و تنش شوری کاهش یافت که با نتایج سایر مطالعات در مورد کاهش طول ساقه‌چه در اثر تنش شوری بر کدو پوست کاغذی (Ambede *et al.*, 2012) و فرسودگی در گیاهچه‌های هویج (Eisvand *et al.*, 2011) و افرا (Aghabarati and Maralian, 2011) مطابقت دارد. از دلایل کاهش طول ساقه‌چه در شرایط تنش شوری، مختل‌شدن آنزیم‌های مؤثر در متابولیسم به‌دلیل اتصال یون‌ها به ساختمان مولکولی آنها (Yazdani Biuki, 2010) همچنین کاهش یا عدم انتقال مواد غذایی از لپه‌ها به جنین (کافی و همکاران، ۱۳۸۴) می‌توان اشاره کرد. از طرفی تنش موجب ایجاد تنش اکسیداتیو

[ Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.50.19.4 ]




**شکل ۱- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف تنش شوری و فرسودگی بذر بر طول ساقه‌چه گیاه کدو پوست کاغذی در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه می‌باشند براساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.**




**شکل ۲- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف تنش شوری و پرایمینگ بر طول ساقه‌چه گیاه کدو پوست کاغذی در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه می‌باشند براساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.**

بخصوص افزایش $H_2O_2$ می‌شود که اثرات تخریبی شدید دارند و از رشد گیاهچه جلوگیری می‌کنند (Krishna Paladi *et al.*, 2021). در این پژوهش مشاهده شد که کاربرد Gr24 موجب افزایش طول ساقه‌چه نسبت به سایر انواع پرایمینگ و شاهد در شرایط نرمال و تنش شوری شد. سایر پژوهشگران گزارش کردند که استریگولاکتون با تنظیم اکسین منجر به افزایش رشد اندام‌های هوایی می‌شود (Ferguson and Beveridge, 2009). همچنین با افزایش قندهای محلول و پروتیئن کیناز همراه است (Modi *et al.*, 2017). پروتئین کیناز (Price *et al.*, 2012) و قندهای محلول (Hao *et al.*, 2021) نیز تأثیر مهمی در تحمل به انواع تنش‌ها دارند. بنابراین تیمار-کردن بذور با این هورمون می‌تواند نقش بسزایی را در افزایش رشد ساقه‌چه در شرایط تنش شوری داشته باشد.

**RWC**: اثر سطوح مختلف شوری، فرسودگی و پرایمینگ و نیز اثرات متقابل بین پرایمینگ، فرسودگی و شوری در سطح یک درصد بر میزان RWC معنی‌دار بود (جدول ۱). میزان RWC تحت تأثیر تنش شوری و فرسودگی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. به‌طوریکه کم‌ترین میزان RWC (۱۳/۱۹ درصد) در شوری ۱۵۰ میلی‌مولار و درجه فرسودگی ۷۵ درصد بدست آمد و منجر به کاهش ۸۱/۸ درصد نسبت به بذور شاهد شد. از

[ Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-19 ]
[ DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.50.19.4 ]

طرفی کاربرد پرایمینگ‌های مختلف تواتست از تأثیر منفی تنش کاهش دهد و حتی در شرایط بدون تنش موجب افزایش RWC شود. به‌طوریکه بیشترین RWC (۸۳/۶۴ درصد) در پرایمینگ با اسپرمیدین و شرایط بدون تنش مشاهده شد (جدول ۲). پرایمینگ بذور با اسپرمیدین در شرایط تنش شوری با غلظت ۱۵۰ میلی‌مولار، درجه فرسودگی ۷۵ درصد نسبت به شرایط عدم پرایمینگ بذور منجر به افزایش ۹۸/۱۸ درصدی محتوی نسبی آب گردید. کاهش محتوای نسبی و به‌دنبال آن افزایش کمبود آب اشباع برگ در شرایط تنش شوری در گیاهچه سورگوم (Sadeghi *et al.*, 2010) و در بذور سویا تحت آزمون پیری تسریع شده (منصوری گندمانی و امیدی، ۱۳۹۶) گزارش شده است که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. به‌نظر می‌رسد که وجود نمک در محیط رشد گیاهچه‌های کدو باعث می‌شود گیاه برای جذب آب نیروی بیشتری صرف کند که این امر می‌تواند عامل تنش برای گیاه باشد. در سویا نیز تحت تنش اسمزی تیمار با اسپرمیدین باعث کاهش خسارات واردشده به‌واسطه تنش و افزایش محتوی آب نسبی گردید (Radhakrishnan and Lee, 2012). با توجه به نقش پلی‌آمین‌ها در تعدیل تنش‌ها، انتظار می‌رود که این هورمون از طریق کاهش خسارت‌ها منجر به افزایش پارامترهای مرتبط به RWC گشته و میزان آن را افزایش داده است.

**فعالیت آنزیم CAT**: اثر سطوح مختلف شوری، فرسودگی و پرایمینگ و نیز اثرات متقابل بین آنها بر میزان CAT در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). فعالیت آنزیم CAT تحت تأثیر تنش شوری وفرسودگی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. به‌طوریکه کم‌ترین میزان فعالیت CAT (۲۱/۵۱ میلی‌مولار بر دقیقه بر میلی‌گرم پروتئین) در درجه فرسودگی ۷۵ درصد و در شرایط بدون تنش شوری و پرایمینگ بدست آمد که کاهش ۱۹/۳۷ درصدی را نسبت به شاهد را نشان داد. بیشترین میزان فعالیت CAT (۴۶/۵۸ میلی‌مول بر دقیقه بر میلی‌گرم پروتئین) در بذور فاقد فرسودگی، شوری ۱۵۰ میلی‌مول و در پرایمینگ با اسپرمیدین، مشاهده شد (جدول ۲).

همچنین در گیاهچه‌های بذور فرسوده با درجه ۷۵ درصد که در شرایط شاهد شوری قرار داشتند و با هورمون اسپرمیدین پیش‌تیمار شده بودند اختلاف ۲۵/۹۴ درصدی با بذور بدون پرایمینگ مشاهده شد. مطالعات نشان دادند که فعالیت آنزیم آنتی‌اکسیدانتی در شرایط تنش شوری کدو تنبل افزایش یافته است (Sevengor *et al.*, 2011). آنزیم CAT از دسته پروتئین‌های آهن‌دار محسوب می‌شود و هنگامی در سلول‌های گیاهی وارد عمل می‌شود که مقدار پراکسید هیدروژن در محیط زیاد باشد (Garratt *et al.*, 2002). بنابراین طبیعی است که در هنگام وقوع تنش، برای پاکسازی ROSها و جلوگیری از خسارت احتمالی ناشی از آنها، مقدار آن افزایش یابد. در ارتباط با اثر فرسودگی بذور بر فعالیت آنزیم‌ها، گزارش‌های متعددی در خصوص کاهش فعالیت ویژه CAT وجود دارد (Seiadat *et al.*, 2012; Sveinsdottir *et al.*, 2009). کاهش فعالیت CAT در طول دوره فرسودگی را می‌توان به تخریب پروتئین‌ها و افزایش فعالیت فرم‌های فعال اکسیژن نسبت داد، واحد سازنده آنزیم، پروتئین‌ها هستند و با تخریب پروتئین‌ها طی فرسودگی به‌تبع آن فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت کاهش می‌یابد. همچنین در بررسی بذور فرسوده گندم گزارش شده است پیری تسریع شده باعث کاهش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز شد و پرایمینگ تا حدودی باعث بهبود این شاخص‌ها گردید (Ghasemi *et al.*, 2014). نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد اسپرمیدین موجب افزایش فعالیت کاتالاز در شرایط تنش شوری شد که نشان می‌دهد اسپرمیدین در افزایش تحمل به تنش شوری موثر است. به‌طوریکه سایر پژوهشگران بیان کردند که پلی‌آمین‌ها ممکن است آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی را افزایش و تولید رادیکال‌های آزاد را کنترل نمایند و درنهایت باعث بهبود رشد گیاهچه‌های تحت تنش شوری گردند (Verma and Mishra, 2005).

**فعالیت آنزیم POX**: اثر سطوح مختلف شوری، فرسودگی و پرایمینگ و نیز اثرات متقابل بین آنها در سطح یک درصد و نیز اثر متقابل پرایمینگ در شوری در فرسودگی در سطح ۵

[ Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.50.19.4 ]

درصد بر میزان فعالیت POX معنی‌دار بود (جدول ۱). نشان داد فعالیت آنزیم POX تحت تأثیر تنش شوری وفرسودگی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. به‌طوریکه کم‌ترین میزان فعالیت آنزیم POX (۶۶/۱۳ میکرومول بر دقیقه بر میلی‌گرم پروتئین) در درجه فرسودگی ۷۵ درصد و در شرایط عدم پرایمینگ و تنش شوری محاسبه گردید. در مقایسه کم‌ترین میزان فعالیت این آنتی‌اکسیدانت با شرایط نرمال مشاهده می‌گردد که شرایط تنش منجر به کاهش ۲۲/۳۵ درصدی پراکسیداز گردیده است. بیشترین میزان POX (۱۱۶/۵۱ میلی‌مول بر دقیقه بر میلی‌گرم پروتئین) نیز در پرایمینگ با اسپرمیدین، شوری ۱۵۰ میلی‌مول و در بذور بدون فرسودگی بدست آمد (جدول ۲). پرایمینگ با هورمون اسپرمیدین منجر به افزایش ۱۵/۴۳ درصدی این آنتی‌اکسیدانت نسبت به عدم پرایمینگ گردید. افزایش آنزیم POX در اثر شوری توسط Levent و همکاران (۲۰۰۷) اشاره شده است. بررسی فعالیت پراکسیداز در جو نشان داد که فرسودگی باعث کاهش فعالیت این آنزیم می‌گردد (Tavakolafshari *et al.*, 2009). یکی از مکانیزم‌های احتمالی پلی‌آمین‌ها در هنگام تنش‌ها در تولید نیتریک اکساید است که این ماده سبب کاهش رادیکال‌های آزاد و افزایش مقاومت گیاه به تنش‌ها می‌گردد (Nasibi *et al.*, 2013). SOD موجب تولید پراکسید هیدروژن می‌گردد که در مراحل بعد به‌کمک POX یا CAT به آب تجزیه می‌شود. بنابراین افزایش فعالیت این آنزیم در شرایط تیمار با پلی‌آمین‌ها نشان از بهبود شرایط فیزیولوژیک بذرهای فرسوده دارد.

**فعالیت آنزیم SOD**: اثر سطوح مختلف شوری، فرسودگی و پرایمینگ و نیز اثرات متقابل آنها بر میزان تغییرات SOD در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). شوری و فرسودگی موجب افزایش فعالیت SOD در بذرهای کدو شدند. به‌طوریکه کم‌ترین میزان فعالیت SOD (۷۶/۳۷ میکرومول بر دقیقه بر میلی‌گرم پروتئین) در شرایط بدون تنش شوری و بذور شاهد پرایمینگ در فرسودگی ۷۵ درصد مشاهده شد که اختلاف ۳۵/۶۴ درصدی با بذور شاهد داشت. از طرفی کاربرد پرایمینگ به افزایش فعالیت SOD کمک کرد. بیشترین میزان (۱۸۵/۷۴ میکرومول بر دقیقه بر میلی‌گرم پروتئین) در شوری ۱۵۰ میلی‌مول، در پرایمینگ اسپرمیدین و در شرایط بدون فرسودگی بدست آمد (جدول ۲). در گیاهچه‌های بذور فرسوده با درجه ۷۵ درصد که در شرایط شاهد شوری قرار داشتند و با هورمون اسپرمیدین پیش‌تیمار شده بودند اختلاف ۲۰/۷ درصدی با بذور بدون پرایمینگ مشاهده شد. افزایش فعالیت آنزیم SOD طی تنش شوری اشاره شده است (Artha *et al.*, 2008). کاهش فعالیت SOD در بذرهای فرسوده سویا گزارش شده است (Xia *et al.*, 2014). کاربرد پلی‌آمین‌ها در بذور تحت تنش شوری، از پراکسیداسیون لیپیدها جلوگیری می‌کند (Tang and Newton, 2005). به‌نظر می‌رسد پلی‌آمین‌ها با افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت از طریق کاهش میزان MDA و سلول‌ها، به گیاهان کمک می‌کند.

**مقدار MDA**: اثر سطوح مختلف شوری، فرسودگی و پرایمینگ و نیز اثرات متقابل بین آنها بر تغییرات MDA در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج نشان داد که شوری و فرسودگی موجب افزایش MDA در بذرهای کدو شدند درحالیکه کاربرد پرایمینگ‌های محتلف از تأثیر منفی تنش کاست و موجب کاهش MDA شد. به‌طوریکه کم‌ترین میزان MDA (۳/۷۵ میلی‌مول بر گرم وزن تر) در شرایط بدون تنش و در پرایمینگ با اسپرمیدین، بدست آمد که نسبت به شاهد ۱۴/۷۷ درصد بود و بیشترین میزان MDA (۳۱/۴۹ میلی‌مول بر گرم وزن تر) در شوری ۱۵۰میلی‌مولار و درجه فرسودگی ۷۵ درصد و در شرایط بدون پرایمینگ مشاهده گردید (جدول ۲). اعمال پرایمینگ اسپرمیدین این میزان را ۸/۴۷ درصد نسبت به شاهد کاهش داد.

با توجه به مشاهدات Bandeoglu و همکاران (۲۰۰۴) شوری تولید MDA و تخریب غشای سلولی را در برگ‌های برنج افزایش می‌دهد. تنش شوری احتمالاً موجب اختلال در فرآیند انتقال الکترون شده و با تولید رادیکال‌های آزاد، موجب آسیب اکسیداتیو به غشاء و درنتیجه افزایش در مقدار پراکسیداسیون لیپیدها و تولید MDA گردیده است. افزایش پراکسیداسیون لیپیدی و به‌تبع آن افزایش میزان MDA با

[ Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.50.19.4 ]

افزایش فرسودگی در سویا گزارش شده است (Xia *et al.*, 2014). نقش اسپرمیدین و اسپرمین در حفاظت از غشاها و ممانعت از نشت الکترولیت‌ها و اسیدهای آمینه در طی تنش شوری در گیاه جو دیده شده است (Liu *et al.*, 2006). بیان شده است که علت، کاهش اثرات مخرب رادیکال‌های آزاد و حفاظت از غشا توسط پرایمینگ می‌باشد که بدین وسیله از صدمه اسیدهای چرب غیراشباع و کاهش نفوذپذیری غشا جلوگیری می‌کنند (Qi *et al.*, 2010). بنابراین علت کاهش پراکسیداسیون لیپیدها را می‌توان درنتیجه عملکرد پلی‌آمین‌ها در از بین‌بردن رادیکال‌های آزاد دانست.

**مقدار پروتئین**: اثر سطوح مختلف شوری، فرسودگی و پرایمینگ و نیز اثرات متقابل آنها بر میزان پروتئین در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). کم‌ترین میزان پروتئین (۰/۳۳ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) در شرایط شوری با غلظت ۱۵۰ میلی‌مول و درجه فرسودگی ۷۵ درصد و بدون پرایمینگ بذور بدست آمد که نسبت به شاهد اختلاف ۹۳/۷ درصدی را نشان داد. بیشترین میزان (۹/۵۵ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) در شرایط عدم تنش شوری و فرسودگی و در پرایمینگ جیبرلین بدست آمد (جدول ۲). پیش‌تیمار با هورمون جیبرلین نیز کم‌ترین میزان پروتئین مشاهده شده در شرایط تنش را ۱۹۰/۹ درصد نسبت به شرایط بدون پرایمینگ افزایش داد.

شوری جوانه‌زنی و رشد گیاهچه را سرکوب کرده، سنتز پروتئین را مختل می‌کند (Farooq *et al.*, 2015). چنین به‌نظر می‌رسد که در شوری با غلظت بالا، به‌علت اختلال در ساختمان آنزیم و پروتئین‌ها، کاهش در میزان محتوای پروتئین رخ می‌دهد. متابولیسم پروتئین‌ها در بذرهای فرسوده از طریق کربونیل‌دار کردن، جابه‌جایی پروتئین و تغییر ساختار فعال پروتئین به فرم غیرفعال، مختل و موجب از بین‌رفتن قدرت بذر می‌شود (Nigama, 2019). افزایش میزان پروتئین ناشی از اعمال پلی‌آمین می‌تواند به‌علت نقش این تنظیم‌کننده در نابودی رادیکال‌های آزاد و حفظ ماکرومولکول‌هایی نظیر DNA و پروتئین‌ها باشد (Groppa and Benavides, 2008). درنتیجه، اسپرمیدین با از بین‌بردن رادیکال‌های فعال اکسیژن در کاهش تجزیه و افزایش بیوسنتز پروتئین نقش داشته است.

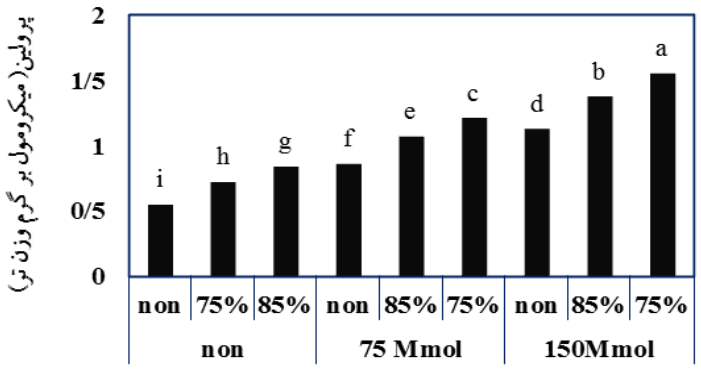
**مقدار پرولین**: با وجود اینکه اثر متقابل بین پرایمینگ، شوری و فرسودگی در مورد میزان پرولین معنی‌دار نشد اما اثر متقابل بین پرایمینگ، شوری و همچنین اثر متقابل شوری و فرسودگی بر میزان پرولین در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج نشان داد که میزان پرولین در شرایط بدون تنش کمتر بود و تنش شوری و فرسودگی وهمچنین کاربرد پرایمینگ‌های مختلف موجب افزایش پرولین شدند. کم‌ترین میزان پرولین (۰/۵۵ میکرومول بر گرم وزن تر) در بذور شاهد (بدون تنش شوری و فرسودگی) بود (شکل ۳). بیشترین میزان پرولین ۱/۸۶۳ (میکرومول بر گرم وزن تر) در شرایط تنش شوری ۱۵۰ میلی‌مول و پرایمینگ با هورمون اسپرمیدین اندازه‌گیری شد (شکل ۴).

دلیل افزایش پرولین تحت تنش شوری را افزایش فعالیت آنزیم پرولین سنتتاز، یا کاهش اکسیداسیون آن به گلوتامات و یا کاهش دخالت آن در سنتز پروتئین گزارش شده است (Nasir Khan *et al.*, 2007). بذور کدو پوست کاغذی زمانی که دچار فرسودگی می‌گردند، نفوذپذیری انتخابی غشاهای سلولی از بین رفته درنتیجه، مواد سیتوپلاسمی داخل سلول به فضاهای بین سلولی نشت پیدا می‌کنند و به‌دلیل هیدرولیز فسفولیپیدهای غشا و اکسیداسیون خود به خود آنها غشا سلولی آسیب می‌بیند (قادری‌فر و همکاران، ۱۳۹۳). اثر اسپرمیدین در افزایش میزان پرولین در شرایط تنش شوری را به‌دلیل نقش حمایت‌کننده آن از پروتئین‌ها و آنزیم‌های دخیل در سنتز پرولین، حفظ فتوسنتز و تعدیل عناصر غذایی اشاره شده است (Wang *et al.*, 2009). می‌توان نتیجه‌گیری کرد که پرولین با قابلیت انحلال زیاد سبب تنظیم اسمزی ومحافظت از ماکرومولکول‌ها در تنش شوری می‌گردد (Fiorillo *et al.*, 2020).

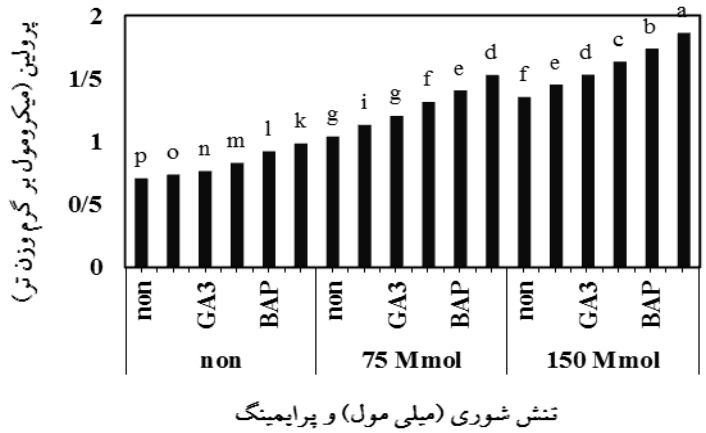
**کاروتنوئید**: اثر سطوح مختلف شوری، فرسودگی و پرایمینگ و اثرات متقابل آنها بر میزان کاروتنوئید در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). با توجه به نتایج، کارتنوئید در

[ Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.50.19.4 ]




**شکل ۳- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف تنش شوری و فرسودگی بر میزان پرولین گیاه کدو پوست کاغذی. در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه می‌باشند براساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.**




**شکل ۴- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف تنش شوری پرایمینگ بر میزان پرولین گیاه کدو پوست کاغذی. در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه می‌باشند براساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.**

شرایط تنش شوری و فرسودگی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. با توجه به اینکه کارتنوئیدها از عوامل تحمل به تنش هستند، کاربرد انواع پرایمینگ نیز به افزایش این ماده کمک کردند. کم‌ترین میزان کاروتنوئید (۱/۷۴ میلی‌گرم برگرم وزن تر) در شوری ۱۵۰ میلی‌مولار، درجه فرسودگی ۷۵ درصد و در شرایط بدون پرایمینگ بود که کاهش ۷۲/۲۴ درصدی نسبت به شاهد داشت. بیشترین میزان (۶/۲۸۱ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) در پرایمینگ اسپرمیدین و در بذور شاهد (بدون تنش شوری و فرسودگی) بود (جدول ۲). پرایمینگ با اسپرمیدین در شرایطی که تنش شوری و فرسودگی در بالاترین حد خود قرار داشتند، ۴۵/۴ درصد، میزان کاروتنوئید را نسبت به شرایط بدون پرایمینگ افزایش داد. کاهش مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی در شرایط تنش شوری می‌تواند به‌دلیل تخریب ساختمان کلروپلاست و دستگاه فتوسنتزی، فتواکسیداسیون کلروفیل‌ها و ممانعت از بیوسنتز کلروفیل‌های جدید باشد (Sultan *et al.*, 2001). از آن‌جایی که گیاه کدو پوست کاغذی جز گیاهان حساس به شوری طبقه‌بندی شده است، بنابراین کاهش محتوی کاروتنوئید در پتانسیل اسمزی بالا قابل توجیه است. پژوهشگران دریافتند که در شرایط تنش فرسودگی، کاهش رنگدانه‌های فتوسنتزی و کاهش سرعت واکنش هیل، به‌علت

[ Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-19 ]
[ DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.50.19.4 ]

تجزیه کلروپلاست، کاهش سنتز کلروفیل و کاهش تعداد پلاستیدها است (Heba and Samia, 2014). کاهش محتوی رنگدانه‌ها در اثر تنش و جبران و افزایش محتوی آنها در اثر کاربرد تیمارهای پرایمینگ در مطالعات دیگر نیز گزارش شده است (Hussain *et al*., 2017; Shahverdi *et al*., 2017).

**نتیجه‌گیری**

مهم‌ترین هدف این پژوهش بررسی تأثیر متقابل تنش شوری و فرسودگی بر جوانه‌زنی بذر و بهبود شرایط از طریق پرایمینگ با مواد مختلف بود. با توجه به نتایج بدست آمده تنش شوری و فرسودگی موجب کاهش شدید جوانه‌زنی و صفات فیزیولوزیک در بذرهای کدو شدند. با این وجود کاربرد انواع پرایمینگ موجب کاهش اثرات منفی تنش شوری و فرسودگی شدند. علاوه‌براین در شرایط نرمال نیز به افزایش جوانه‌زنی کمک کردند. به‌طوریکه هورمون پرایمینگ با جیبرلین بیشتر از سایر تیمارها بر شرایط نامساعد غلبه کرد. همچنین مشاهده شد که Gr24 بیشتر از سایر انواع پرایمینگ به افزایش رشد و تحمل به تنش شوری و کاهش اثرات مخرب فرسودگی کمک کرد. همچنین اسپرمیدین در شرایط تنش و بدون تنش (شاهد) توانایی زیادی در بهبود جوانه‌زنی بذر داشتند. به‌نظر می‌رسد می‌توان در پژوهش بعدی از بهترین نتایج این آزمایش برای کوتینگ بذر استفاده کرد.

**منابع**


سیادت، ع.، شرفی‌زاده، م. و موسوی، س. ا. (۱۳۹۰) اثر هورمون پرایمینگ بر کاهش فرسودگی بذر ذرت. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی ۳: ۸۵-۶۷.

قادری‌فر، ف.، سلطانی ا. و صادقی‌پور، ح. ر. (۱۳۹۳) تغییرات بیوشیمیایی طی زوال بذرهای کدوی تخم کاغذی، پراکسیداسیون لیپیدی و صدمات غشا. زیست‌شناسی گیاهی ایران ۶: ۱۱۲-۹۶.

کافی، م.، نظامی، ا.، حسینی، ح. و معصومی، ع. (۱۳۸۴) اثرات فیزیولوژیک تنش خشکی ناشی از پلی‌اتیلن گلایکول بر جوانه‌زنی ژنوتیپ‌های عدس. مجله پژوهش‌های زراعی ایران ۳: ۷۹-۶۹.

منصوری گندمانی، و. و امیدی، ح. (۱۳۹۶) اثر نانو ذره‌ای دی‌اکسید سیلیس ($SiO_2$) بر بهبود جوانه‌زنی بذور سویا رقم ویلیامز تحت آزمون پیری تسریع‌شده. نشریه علوم و فناوری بذر ایران ۶: ۳۰۲-۱۶۲.

Abi, H. (1984) Catalase in vitro. Method of Enzymology 105: 121-126.

Acharya, P., Jayaprakasha, G. K., Crosby, K. M., Jifon, J. L. and Patil, B. S. (2020) Nanoparticle-mediated seed priming improves germination, growth, yield, and quality of watermelons (*Citrullus lanatus*) at multi-locations in Texas. Scientific Reports 10: 1-16.

Aghabarati, A. and Maralian, H. (2011) The effect of seed deterioration on germination and vigor of maple *Acer cineracens* Boiss. Quarterly Journal of Natural Ecosystems Iran 2: 25-35.

Ahmadloo, F., Tabari, M. and Behtari, B. (2012) Effect of water stress and accelerated ageing on some physiological characteristics of *Pinus brutia* Ten. seeds. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research 19: 345-358.

Akbari, G., Sanavy, S. A. and Yousefzadeh, S. (2007) Efect of auxin and salt stress (NaCl) on seed germination of wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.). Pakistan Journal of Bioligy Science 10: 2557-2561.

Ambede, J. G., Netondo, G. W., Mwai, G. N. and Musyimi, D. M. (2012) NaCl salinity affects germination, growth, physiology, and biochemistry of bambara groundnut. Brazilian Journal of Plant Physioogyl 24: 151-160.

Bandeoglu, E., Eyidogan, F., Yucel, M. and Oktem, H. A. (2004) Antioxidant response of shoots and roots of lentil to NaCl salinity stress. Plant Growth Regulation 42: 69-77.

Bates, L. S., Waldern, R. P. and Tear, I. D. (1973) Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soil Science 39: 205-207.

Bimurzayev, N., Sari, H., Kurunc, A., Hayri Doganay, K. and Asmamaw, A. (2021) Efects of diferent salt sources and salinity levels on emergence and seedling growth of faba bean genotypes. Scientific Reports 11: 18198.

Bruisma, J. (1963) The quantitative analysis of chlorophyll a and b in plant extract. Journal of Photochemistry and Photobiology 12: 241-249.


[ Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.50.19.4 ]

De Figueiredo, E., Albuquerque, M. C. and De Carvalho, N. M. (2003) Effect of the type ofenvironmental stress on the emergence of sunflower (*Helianthus annus* L.), soybean (*Glycine max* L.) and maize (*Zea mays* L.) seeds with different levels of vigor. Seed Science and Technology 31: 465-479.

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.

Eisvand, H. R., Shahrosvand, S., Zahedi, B., Heidari, S. and Afrougheh, S. H. (2011) Effects of hydro-priming and hormonal priming by gibberellin and salicylic acid on seed and seedling quality of carrot (*Daucus carota* var sativus). Iranian Journal of Plant Physiology 1: 233-239.

Farooq, M., Hussain, M., Wakeel, A. and Siddique, K. H. M. (2015) Salt stress in maize: Effects, resistance mechanisms, and management. A review. Agronomy for Sustainable Development 35: 461-481.

Ferguson, B. J. and Beveridge, C. A. (2009) Roles for auxin, cytokinin, and strigolactone in regulating shoot branching. Plant Physiology 149: 1929-1944.

Fiorillo, A., Mattei, M., Aducci, P., Visconti, S. and Camoni, L. (2020) The salt tolerance related protein (STRP) mediates cold stress responses and abscisic acid signalling in *Arabidopsis thaliana*. Frontiers in Plant Science 11: 1251.

Garratt, L. C., Janagoudar, B. S., Lowe, K. C., Anthony, P., Power, B. J. and Davey, M. R. (2002) Salinity tolerance and antioxidant status in cotton cultures. Free Radical Biology and Medicine 33: 502-511.

Ghasemi, E., Goodarzian Ghahfarokhi, M., Darvishi, B. and Heidari, Z. (2014) The effect of hydropriming on germination charactristics, seedling growth and antioxidant activity of accelerated aging wheat seeds. Cercetari Agronomice in Moldova 4: 41-48.

Giannopolitis, C. N. and Ries, S. K. (1977) Superoxide dismutase. I. Occueernce in higher plants. Journal Plant Physiology 59: 309-314.

Groppa, M. D. and Benavides, M. P. (2008) Polyamines and abiotic stress: recent advances Review Article Amino Acids 34: 35-45.

Han, X., Fangwen, Y., Zhao, Y., Chen, H., Wan, Z., Li, L., Sun, L., Liu, L., Jiao, C., Liu, C. and Sha, A. (2021) iTRAQ based protein profle analysis revealed key proteins involved in regulation of drought-tolerance during seed germination in Adzuki bean. Scientific Report 11: 23725

Hanson, B. R., Grattan, S. R. and Fulton, A. (2006) Agricultural salinity and drainage. Division of agriculture and natural resources publication 3375. Department of Land, Air and Water Resources, University of California.

Hao, S., Wang, Y., Yan, Y., Liu, Y., Wang, J. Chen, S. (2021) A review on plant responses to salt stress and their mechanisms of salt resistance. Horticulturae 7: 132.

Heba, I. and Samia, M. (2014) Influence of garlic extract on enzymatic and non enzymatic antioxidants in soybean plants grown under drought stress. Life Science Journal 11: 46-58.

Hussain, M., Farooq, M. and Lee, D. J. (2017) Evaluating the role of seed priming in improving drought tolerance of pigmented and non-pigmented rice. Journal of Agronomy and Crop Science 203: 269-276.

Hussain, S., Zheng, M., Khan, F., Khaliq, A., Fahad, S., Peng, S., Huang, J., Cui, K. and Nie, L. (2015) Benefts of rice seed priming are ofset permanently by prolonged storage and the storage conditions. Science Report 5: 8101.

ISTA (2002) International rules of seed testing. Seed Science and Technology 20: 53-55.

ISTA (2007) International rules for seed testing. Seed Science Technology 13: 299-520.

Jung, S., Rickert, D. A., Deak, N. A., Aldin, E. D., Recknor, J., Johnson, L. A. and Murphya, P. A. (2003) Comparison of Kjeldahl and Dumas methods for determining protein contents of soybean products. JAOCS 80: 1169-1174.

Kapulnik, Y. and Koltai, H. (2014) Strigolactone involvement in root development, response to abiotic stress, and interactions with the biotic soil environment. Plant Physiology 166: 560-569.

Kato, M. and Shimizu, S. (1987) Cholorophyll metabolism in higher plant, VII. Chorolophyll degradation in senescing tobacco leaves: Phenolic dependent peroxidative degradation. Canadian Journal of Botany 65: 729-735.

Kaya, M. D., Okcu, G., Atak, M., Cıkılı, Y. and Kolsarıci, O. (2006) Seed treatment to overcome salt and drought stress during germination in sunflower. European Journal of Agronomy 24: 291-295.

Krishna, M., Paladi, R., Kumar Srivastava, A. and Suprasanna, P. (2021) Thiourea and hydrogen peroxide priming improved $K^+$ retention and source-sink relationship for mitigating salt stress in rice. Scientific Report 11: 3000.

Kumar Srivastava, A., Sablok, G. and Suprasanna, P. (2017) Thiourea priming enhances salt tolerance through co-ordinated regulation of microRNAs and hormones in *Brassica juncea*. Scientific Report 7: 1-15.

Kurum, R., Ulukapi, K., Aydinsakir, K. and Onus, A. N. (2013) The influence of salinity on seedling growth of some pumpkin varieties used as rootstock. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca 41: 219-225.

Levent, T., Kaya, C., Dikilitas, M. and Higgs, D. (2007) The combined effects of gibberellic acid and salinity on some antioxidant enzyme activities, plant growth parameters and nutritional status in maize plants. Environmental and Experimental Botany 62: 1-9.

Li, W., Zhang, H., Zeng, Y., Xiang, L., Lei, Z., Huang, Q., Li, T., Fei, S. and Cheng, Q. (2020) A salt tolerance evaluation method for sunflower (*Helianthus annuus* L.) at the seed germination stage. Scientific Reports 10: 10626.

[ Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.50.19.4 ]

Liu, H., Li, F. and Jia, Y. (2006) Effects of shoot removal and soil water content on root respiration of spring wheat and soybean. Environmental and Experimental Botany 56: 28-35.

Makai, S. and Balatincz, J. (2009) Comparative examination of biologically active compounds of fatty oils medical alternativ herbs. Separated by cold-moulding. Pannon University of Agricultural Sciences, Mosonmagyarovar, Hungary 125-142.

Manchanda, G. and Garg, N. (2008) Salinity and its effects on the functional biology of legumes. Acta Physiologica Plant 30: 595-618.

Marthandan, V., Geetha, R., Kumutha, K., Vellaichamy Gandhimeyyan, R., Adhimoolam, K. and Ramalingam, J. (2020) Seed priming: A feasible strategy to enhance drought tolerance in crop plants. International Journal of Molecular Sciences 21: 1-23.

McCue, P. and Shetty, K. (2002) A biochemical analysis of mungbean response to microbial polysaccharides and potential phenolicenhancing effect for nutraceutical applications. Food Biotech 16: 57-79.

Modi, S., Yaluri, N., Kokkola, T. and Laakso, M. (2017) Plant-derived compounds strigolactone GR24 and pinosylvin activate SIRT1 and enhance glucose uptake in rat skeletal muscle cells. Scientific Report 7: 17606.

Nasibi, F., Heidari, T., Asrar, Z. and Mansoori, H. (2013) Effect of arginine pre-treatment on nickel accumulation and alleviation of the oxidative stress in *Hyoscyamus niger*. Journal of Soil Science and Plant Nutrition 13: 680-689.

Nasir Khan, M., Siddiqui, M. H., Mohammad, F., Masroor, M., Khan, A. and Naeem, M. (2007) Salinity induced change in growth, enzyme activites, photosynthesis, proline accumulation and yield in linseed genotypes. World Journal of Agricultural Sciences 3: 685-695.

Nigama, M., Abhay, P. M., Salehi, B., Manoj, K., Sahrifi-Rade, M., Coviellof, E., Iritig, M. and Sharifi-Radh, J. (2019) Accelerated ageing induces physiological and biochemical changes in tomato seeds involving MAPK pathways. Scientia Horticulturae 248: 20-28.

Patade, V. Y., Bhargava, S. and Suprasanna, P. (2009) Halopriming imparts tolerance to salt and PEG induced drought stress in Sugarcane. Agriculture, Ecosystems and Environment 134: 24-28.

Price, N. L., Gomes, A. P., Ling, A. J., Duarte, F. V., Martin-Montalvo, A., North, B. J., Agarwal, B., Ye, L., Ramadori, G., Teodoro, J. S., Hubbard, P., Varela, A. T., Davis, J. G., Varamini, B., Hafner, A., Moaddel, R., Rolo, A. P., Coppari, R., Palmeira, C. M., de Cabo, R., Baur, J. A. and Sinclair, D. A. (2012) SIRT1 is required for AMPK activation and the beneficial effects of resveratrol on mitochondrial function. Cell Metabolism 15: 675-90.

Qasim, M., Ashraf, M., Ashraf, M. Y., Rehman, S. U. and Rha, E. S. (2003) Salt-induced changes in two canola cultivars differing in salt tolerance. Biologia Plantarum 64: 629-632.

Qi, F. G., Wang, H. and Liu, X. (2010) Effect of MeJA on contents of endogenous hormones in wheat seedling under cold stress. Plant Physiology Communications 46: 1155-1158.

Radhakrishnan, R. and Lee, I. J. (2012) Spermine promotes acclimation to osmotic stress by modifying antioxidant, abscisic acid and jasmonic acid signals in soybean. Journal of Plant Growth Regul 32: 22-30.

Sairam, R. K., Rao, K. V. and Srivastava, G. C. (2002) Differential response of wheat genotypes to long term salinity stress in relation to oxidative stress, antioxidant activity and osmolyteconcentration. Plant Science 163: 1037-1046.

Sedeghi, M., Nemati, A. and Esmaielpour, B. (2010) Effect of seed priming on germination and seedling growth of two medicinal plants under salinity. Emirates Journal of Food and Agriculture 22: 130-139.

Seiadat, S. A., Moosavi, A. and Sharafizadeh, M. (2012) Effect of seed priming on antioxidant activity and germination characteristics of Maize seeds under different aging treatments. Research Journal of Seed Science 5: 51-62.

Sevengor, S., Yasar, F., Kusvuran, S. and Ellialtioglu, S. (2011) The effect of salt stress on growth. chlorophyll content, lipid peroxidation and antioxidative enzymes of pumpkin seedlings. African Journal of Agricultural Research 6: 4920-4924.

Shahverdi, M. A., Omidi, H. and Tabatabaei, S. J. (2017) Effect of nutri-priming on germination indices and physiological characteristics of Stevia seedling under salinity stress. Journal of Seed Science 39: 353-362.

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 $H^+$-ATPase in maize roots. Journal of Plant Physiology 166: 128-135.

Sultan, A. (2005) Effect of NaCl salinity on photosynthesis and dry matter accumulation in developing rice grains. Environmental and Experimental Botany 42: 211-220.

Tan, L., Chen, S., Wang, T. and Dai, S. (2013) Proteomic insights into seed germination in response to environmental factors. Proteomics 13: 1850-1870.

Tang, W. and Newton, J. R. (2005) Polyamines reduced salt induced oxidative damage by increasing the activities of antioxidant enzymes and decreasing lipid peroxidation in *Virginia pine*. Plant Growth Regulation 46: 31-43.

TavakolAfshari, 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.

[ Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.50.19.4 ]

Verma, S. and Mishra, S. N. (2005) Putrescine alleviation of growth in salt stressed *Brassica juncea* by inducing antioxidative defense system. Journal of Plant Physiology 162: 669-77.

Wang, W. B., Kim, Y. H., Lee, H. S., Kim, K. Y. and Kwask, S. S. (2009) Analysis of antioxidant enzymes activity during germination of alfalfa under salt and drought stresses. Plant Physiology and Biochemistry 47: 570-577.

Wang, Y., Shen, W., Chan, Z. H. and Wu, Y. (2015) Endogenous cytokinin overproduction modulates ROS homeostasis and decreases salt stress resistance in *Arabidopsis thaliana*. Frontiers in Plant Science 6: 1004.

Xia, X., Tian, Q., Yin, G., Chen, X., Zhang, J., Ng, S. and Lu, X. (2014) Reduced mitochondrial and ascorbate-glutathione activity after artificial ageing in soybean seed. Journal of Plant Physiology 171: 140-147.

Yazdani Biuki, R., Rezvani Moghaddam, P., Khazaie, H. R. and Astaraei, A. R. (2010) Qualitative and qualitative characteristics of milk thistle (*Silybum marianum* L.) in response to organic, biological and chemical fertilizers. Agroecology Journal 2: 548.

Zhang, N., Zhang, H. J., Sun, Q. Q., Cao, Y. Y., Li, X., Zhao, B., Wu, P. and Guo, Y. D. (2017) Proteomic analysis reveals a role of melatonin in promoting cucumber seed germination under high salinity by regulating energy production. Scientific Reports 7: 1-15.

[ Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.50.19.4 ]

# Effect of priming on germination indices of deteriorated seeds of pumpkin (*Cucurbita pepo*) in salinity conditions

**Parisa Sheikhnavaz Jahed, Mohammad Sedghi*, Raouf Seyed Sharifi and Omid Sofalian**

**Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil**

**(Received: 04/11/2021, Accepted: 05/04/2022)**

**Abstract**

In order to investigate the effect of priming on germination characteristics of aged pumpkin seeds, under salinity stress an experiment was performed as a factorial design in a completely randomized design with 4 replications. Experiment was done in the Seed Science and Technology Laboratory of the Faculty of Agriculture and Natural Resources, Mohaghegh Ardabili University. Treatments included seed deterioration (control, 85% and 75%), salinity stress (zero, 75 and 150 mM), and priming (control, hydropriming, gibberellin, Gr24, benzyl-aminopurine, and spermidine). The results showed that salinity stress and seed deterioration reduced germination percentage, root length, stem length, relative water content (RWC), protein and carotenoids so that salinity treatment of 150 mmol, degree of 75 % seed deterioration showed the lowest percentage of these traits. Also, the activity of CAT, POX and SOD due to seed deterioration was 75% lower than other treatments. While priming with spermidine was able to significantly increase the amount of these enzymes in conditions of high salinity MDA, which is one of the most important results of stress, decreased under salinity stress and aging, but seed priming decreased MDA sharply, especially in priming with spermidine. In addition, seed priming was able to significantly reduce the effects of salinity stress and seed deterioration so that the percentage of germination and protein in increased gibberellin priming, root and shoot length in priming with Gr24, as well, and RWC and carotenoids in priming Spermidine. Salinity stress applied on deteriorated seeds led to disruption and reduction in physiological traits, while seed priming by different methods led to a reduction and improvement of adverse stresses.

**Keywords:** Gibberellin, Gr24, Malondialdehyde, Strigolactone

Corresponding author, Email: m_sedghi@uma.ac.ir

[ Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.50.19.4 ]