"نشریه علوم و فناوری بذر ایران"
جلد یازدهم، شماره ۱، بهار ۱۴۰۱
(ص ۷۱-۵۳)
مقاله پژوهشی

Iranian Journal of
Seed Science and Technology
Vol.: 11, No.: 1, Spring 2022
(pp: 53-71)
DOI: 10.22034/ijsst.2021.354410.1393
Research Article

اثر پرایمینگ بذر بر خصوصیات فیزیولوژیک و شاخص‌های جوانه‌زنی بذور فرسوده کدو پوست کاغذی رقم استریاکا (*Cucurbita pepo* L. *var. styriaca*) در شرایط تنش شوری

پریسا شیخ‌نوازجاهد[۱]، محمد صدقی[۲*]، رئوف سیدشریفی[۳]، امید سفالیان[۴]

۱. دانشجوی دکتری زراعت، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، گروه زراعت و اصلاح نباتات
۲، ۳ و ۴. استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه محقق اردبیلی
(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۳/۱۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۲۷)

چکیده

به منظور بررسی اثر پرایمینگ بر جنبه‌های مختلف جوانه‌زنی بذور فرسوده کدو پوست کاغذی آزمایشی تحت تنش شوری به صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی با ۴ تکرار در آزمایشگاه اجرا شد. تیمارها شامل سطوح مختلف فرسودگی (شاهد، ۸۵٪ و ۷۵٪ جوانه‌زنی شاهد) و تنش شوری (صفر، ۷۵ و ۱۵۰میلی‌مولار) و پرایمینگ (شاهد، هیدرو، جیرلین، Gr24، بنزیل‌آمینوپورین و اسپرمیدین) بود. بذرها به روش فرسودگی سریع به سطح بنیه مورد نظر رسید. صفات مورفولوژیک با استفاده از آزمون رشد گیاهچه مورد مطالعه قرار گرفتند. صفات فیزولوژیکی شامل تحرک ذخایر لیپیدی، رنگدانه‌های فتوسنتزی، کربوهیدرات، شدت فتوسنتز، آلفاآمیلاز و میزان یون سدیم جذب شده مورد مطالعه قرار گرفتند. در برر سی صفات مربوط به جوانه‌زنی، تحرک ذخایر لیپیدی، کربوهیدرات، کلروفیل a، فتو سنتز و میزان سدیم، تنش شوری، فرسودگی و پرایمینگ منجر به ایجاد تغییر معنی‌دار آن‌ها نسبت به شاهد گردید. در حالی‌که در مورد وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه، کلروفیل b، و نسبت کلروفیل a/b تحت تاثیر شوری، فرسودگی و پرایمینگ تغییر معنی‌داری از نظر آماری نسبت بذور شاهد مشاهده نگردید. به طور کلی بیشترین تاثیر پرایمینگ بذور مربوط به جیبرلین در مورد صفات جوانه‌زنی و اسپرمیدین درمورد صفات فیزیولوژیک مشاهده شد.

کلمات کلیدی: پرایمینگ، جوانه‌زنی، تنش، بذر، خصوصیات فیزیولوژیک.

Effect of seed priming on physiological and germination characteristics of deteriorated seed of squash (*Cucurbita pepo* L. *var. styrica*) under salinity stress

Parisa Sheikhnavazjahed[1], Mohammad Sedghi[2*], Raouf Seyed Sharifi[3], Omid Sofalian[4]

1. PhD Student in Agriculture, Mohaghegh Ardabili University, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Department of Agriculture and Plant Breeding
2, 3 & 4. Professor, Department of Agriculture and Plant Breeding, Mohaghegh Ardabili University
(Received: Jun. 02, 2021 – Accepted: Sept. 18, 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), salt stress (0, 75 and 150 mM) and priming (control, hydro, gibberellin, GR24, benzyl aminopurine and spermidine). The seeds reached the desired vigor level by accelerated ageing test. Morphological traits were also studied using seedling growth test. Mobility of seed lipid reserves, carbohydrate, number of photosynthetic pigments, photosynthesis, α-amylase and the amount of sodium ions were measured. In the study of germination traits, motility of lipid reserves, carbohydrates, chlorophyll a, photosynthesis and sodium content, salinity stress, seed deterioration and priming led to a significant change in them compared to the control seed. While in the case of shoot and root dry weight, chlorophyll b, and chlorophyll a / b ratio under salinity, seed deterioration and priming, no statistically significant change were compared to the control seed, the greatest effect of gibberellin-related seed priming was observed on germination traits and spermidine on physiological traits.

Keywords: priming, germination, stress, seed, Physiological characteristics.

* Email: m_sedghi@uma.ac.ir

مقدمه

شوری یکی از مهم‌ترین تنش محیطی‌های ا ست که با کاهش نرخ جوانه زنی و تأخیر در شـروع جوانه زنی و ا ستقرار گیاهچه بعدی، بهره وری و پایداری کشاورزی را در مناطق خشـک و نیمه خشـک محدود می‌کند (Zörb *et al*., 2019). در مناطق خشـک و نیمه‌خشـک، علاوه بر کمبود آب، شـوری یکی از موانع تولید محصـولات زراعی و باغی اسـت (Kaya *et al*., 2001). به‌دلیل قرار داشـتن ایران در منطقه آب و هوایی خشـک و نیمه خشک نزدیک به ۵۰٪ سطح زیر کشت محصولات کشـاورزی به‌درجات مختلف با مشـکل شـوری و قلیایی بودن روبه‌رو می باشـند (Magistrate *et al*., 2012). بر اسـاس آزمایشـات متعدد مشـخص شـده اسـت با افزایش دوره‌ی انباری بذور، در صد جوانه‌زنی کاهش چشم‌گیری را نشـان داده اسـت. مهم‌ترین عوامل فرسـودگی بذر طی انبارداری، دما، رطوبت نسـبی و به‌دنبال آن رطوبت بذر هسـتند (Sharma *et al*., 2007). برای افزایش عملکرد گیـاهـان زراعی روش‌هـای مختلفی وجود دارد هر یـک بـه‌نحوی منجر بـه بهتر شـدن عملکرد بـذرهـا از نظر ویژگی های جوانه‌زنی و رشـد بهتر گیاهچه می گردد. از مهم‌ترین و حسـاس‌ترین مرحله دوره‌ی زندگی هر گیاه، می‌توان به جوانه‌زنی اشـاره کرد. جوانه‌زنی شـامل خروج ریشه‌چه از بذرکه با عمل پاره کردن پوسته بذر همراه بوده و تحت تاثیر عوامل محیطی و عوامل داخلی بذر می‌باشـد. انجمن متخصـصـان تجزیه بذر، جوانه‌زنی را به‌صـورت ظهور و توسعه ساختارهای ضروری (بسته به نوع بذر) از جنین تعریف کرده‌اند، نشـان دهنده توانمندی بذر در تولید یک گیاه طبیعی در شـرایط مطلوب می باشـد (AOSA, 2000). یکی از متـدهـایی کـه منجر بـه بهبود جوانه‌زنی بذور ضـعیف می گردد، روش پیش تیمار بذر قبل از کاشـت نام دارد. افزایش درصـد جوانه‌زنی،کاهش مدت زمان جوانه‌زنی و افزایش رشـد و قدرت جوانه‌زنی گیاهچه در شـرایط مسـاعد و نامسـاعد محیطی از جمله اهداف پرایمینگ می‌باشـد (Sedghi *et al*., 2010). گیاه کدوی تخم کاغذی از جمله گیاهانی دارویی اسـت که از دیرباز مورد توجه بشـر بوده اسـت. این گیاه متعلق به تیره *Cucurbitaceae*، زیـر تـیـره *Cucurbitinae*، طـایـفـه *Cucurbiteae* و زیر طـایفـه *Cucurbitinae* می‌بـاشـد (Jellin *et al*., 2000). دانه‌های کدو در دهه‌ی اخیر به‌عنوان یک منبع دارویی مهم تلقی می شود. دانه‌های این بذر حاوی ۶۰-۴۰ درصـد روغن حاوی اسـیدهای چرب با چند پیوند دوگانه است که نقش مهمی در فعالیت مغز و سیستم عصبی می تواننـد ایفـا کنـد (Makai and Balatincz, 2000). مطالعات نشـان داده که روغن دانه و فرآورده‌های حاصـل از آن به‌واسطه دارا بودن اسید لینولئیک و β-سیستواسترول در درمان بیماری‌های مختلفی نظیر هیپرپلازی پروسـتات، کاهش کلسـترول و اسـیدهای چرب اشـباع خون کاربرد دارد (Frunhwirth and Hermetter, 2008). همچنین کوکوربیتاسـین موجود در دانه‌ها فعالیت ضـد کرم دارنده به‌طوری که از فرآورده های دا نه های این گیاه به‌عنوان داروی ضـد کرم، کشـنده کرم و رفع دو نوع کرم کدو و کرمک اسـتفاده می‌شـود (Tyler, 1993). دانه‌های کدو پوسـت کاغذی با واسـطه داشـتن ویتامین α-توکوفرول از بیماری قلبی و نیز پیشرفت بیماری آلزایمر جلوگیری کرده و در کـاهـش درد و و ورم مـفـاصـل مـوثـر اسـت (Wang and Quinn, 1999). از مهم‌ترین ویژگی‌های این گیاه دانه‌های فاقد پوست آن است (Mitra, 2001). جهش در این گیاه منجر به نازک شدن پوسته دانه شده است که این امر اسـتحصـال روغن سـبز رنگ را تسـهیل می کند (Frunhwirth and Hermetter, 2008). روغن به‌دسـت آمده از این گیاه حاوی مواد بسـیار ارزشـمندی اسـت که اسـیدهای چرب غیر اشـباع، ویتامین A، ویتامینE ، مواد معدنی، فیتواسـترول‌ها، کاروتنوئیدها و پروتوکلروفیل از جمله آن‌ها هسـتند. مهم‌ترین اسـیدهای چرب که تقریبا ۹۰٪ محتوای روغن را تشـکیـل می‌دهنـد عبـارتنـد

از اسید لینولئیک، اولئیک و پالمتیک که ۵۰٪ اسیدهای چرب آن را اسید لینولئیک تشکیل می‌دهد (Frunhwirth and Hermetter, 2008). کدو تخم کاغذی از نظر مقاومت به شوری (Zhu, 2001) در گروه گیاهان حساس قرار دارد. کاهش و تاخیر در جوانه‌زنی بذور کدو پوست کاغذی تحت شرایط مختلف شوری توسط مقدم (۱۳۹۷) گزارش شد. همچنین به گفته گوعل (Goel *et al*., 2003) بذرهای روغنی دارای اسیدهای چرب غیر اشباع بسیار مستعد فرسودگی هستند. قهرمانی و همکاران (۱۳۹۶) طی ازمایشی نشان دادند فرسودگی بذر کدو طبی طی انبارداری منجر به کاهش درصد جوانه‌زنی می‌گردد. همچنین کاهش سرعت جوانه زنی به‌دلیل تاخیر در فرآیندهای متعدد جذب آب و شروع فعالیت آنزیمی توسط ایشان گزارش شده است. گزارشات بسیار زیادی حاکی از بهبود رفتار جوانه‌زنی و شاخص‌های مربوط به آن اعم از متوسط زمان جوانه‌زنی، بنیه بذر، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، نرخ جوانه‌زنی و استقرار اولیه در بذور پرایمینگ شده می‌باشد (Afzal *et al*., 2006; Yagmur and Kaydan, 2008; Rashid *et al*., 2006). در دهه‌ی اخیر به‌عنوان یکی از از مشکلاتی که کشاورزان در کشورهای در حال توسعه با آن روبه رو هستند، ناهمگنی خاک و عدم شرایط مناسب خاک است که سبب بروز مسائلی مانند کاهش درصد جوانه‌زنی و عدم سبز شدن یکنواخت محصول، رشد نابرابر گیاهان جوانه‌زده و رقابت نابرابر آن‌ها با یکدیگر در استفاده از منابعی مانند نور و مواد غذایی و آب می‌شود و این امر سبب تفاوت در عملکرد گیاهان یک گونه می‌شود. همچنین با توجه به استاندارد نبودن شرایط انبارداری، بذرهایی با درجه فرسودگی مختلف نمایان می‌شود. با وجود اینکه گزارش‌های کمی که در مورد عدم کیفیت بذر و تاثیر تنش شوری بر جوانه‌زنی گیاه کدو تخم‌کاغذی وجود دارد، اما احتمال فرسودگی بذر و یا قرار گرفتن در شرایط نامطلوب محیطی به خصوص تنش شوری در ایران دور از انتظار نیست، به همین جهت این پژوهش طراحی و اجرا شد. هدف از این تحقیق ارزیابی گیاهچه‌های حاصل از بذور فرسوده کدو پوست کاغذی در شرایط تنش بود 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 سال‌های ۹۷ و ۹۸ در آزمایشگاه علوم و تکنولوژی بذر دانشکده‌ی علوم کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی با ۴ تکرار انجام شد. تیمارها شامل سطوح مختلف فرسودگی (شاهد، ۸۵٪ و ۷۵٪ جوانه‌زنی شاهد) و تنش خشکی (شاهد، ۰/۷۵- و ۱/۵- مگاپاسکال) و پرایمینگ (شاهد، هیدرو، جیبرلین، Gr24، بنزیل آمینوپورین و اسپرمیدین) بودند. بذور کدو پوست کاغذی رقم استریاکا (*Cucurbita pepo* L. *var. styriaca*) از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه گردید. این بذور در شهر اصفهان با عرض جغرافیایی ۵۱ درجه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۱ درجه شمالی و ارتفاع ۱۵۷۰ متر از سطح دریا در اوایل اردیبهشت کشت گردیده و در اواسط شهریور ماه برداشت شده است. پس از جداسازی بذور سالم از بذرهای شکسته و ناسالم از نظر فیزیکی مورد آزمایش قرار گرفتند. این بذور دارای قوه نامیه ۹۰ درصد بودند. دو توده بذری ۱۰۰ تایی کدوپوست کاغذی از طریق قرار گرفتن در داخل آون با دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۱۰۰٪ به مدت ۵ و ۱۰ روز، به درجات فرسودگی ۸۵٪ و ۷۵٪ رسیدند (Delouche and Baskin, 1973). برای اندازه گیری شاخص‌های رشدی گیاهچه، ۲۵ عدد بذر از هر تیمار درون ظروف یک‌بار مصرف به‌روش بین کاغذی کشت شد. ظروف به‌درون ژرمیناتور مدل IKH.RI تنظیم شده با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد منتقل گردیدند (ISTA, 2007). شمارش بذور جوانه‌زده به‌مدت ۸ روز،

روزانه انجام گرفت. معیار جوانه‌زنی یک بذر، خروج ۲ میلی‌متر ریشه چه از پوسته بذر در نظر گرفته شد (AkramGaderi, *et al*., 2008). 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 به‌میزان ۱ میکرولیتر از محلول به هر کاغذ صافی جهت اعمال تنش شوری اضافه گردید.

درصد و سرعت جوانه‌زنی

درصد و سرعت جوانه‌زنی بر اساس روابط زیر (Kader, 2005) بدست آمدند.

$$GP=100\times(niti/s) \quad \text{رابطه (۱)}$$

در این رابطه GP[1] درصدجوانه‌زنی، ni بذر های جوانه‌زده در زمان ti و S تعدادکل بذر می‌باشد.

$$GR=\Sigma ni/ti \quad \text{رابطه (۲)}$$

در این رابطه GR[2] سرعت جوانه‌زنی، ti تعداد روزهای پس از جوانه‌زنی و Σn تعداد کل بذرهای جوانه‌زده در دوره آزمون می‌باشد.

یکنواختی جوانه‌زنی

مدت زمان لازم بین ۱۰ و ۹۰٪ جوانه‌زنی است که از رابطه زیر به‌دست می‌آید (Fazel *et al*., 2014).

$$GU=1/n \quad \text{رابطه(۳)}$$

در این رابطه GU (Germination Uniformity)، یکنواختی جوانه‌زنی و n تعداد بذرهای جوانه‌زده می‌باشد.

برای آزمون رشد گیاهچه در پایان روز هشتم کشت و پس از باز شدن کامل برگ های لپه‌ای، ۱۰ عدد از گیاهچه‌های عادی از هر تیمار انتخاب و صفات مود نیاز اندازه‌گیری شدند.

سنجش فعالیت آلفاآمیلاز (α-Amylase)

فعالیت آلفاآمیلاز اواسط دوره جوانه‌زنی اندازه‌گیری شد (Doman *et al*., 1982). ابتدا بذر ها در بافر ۶۰ میلی‌لیتر (pH=۸/۶) هموژنیزه گردیده و به مدت ۱۵ دقیقه در سانتریفیوژ با سرعت ۱۲۰۰۰ دور در دقیقه قرار گرفت. فعالیت آنزیم در محیط واکنشی که شامل ۶۰ میلی‌مولار بافر فسفات (PH=۸/۶)، ۴۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر کلسیم کلراید و ۵۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر نشاسته بود، تعیین گردید. ۲۰ دقیقه پس از آنکوباسیون عصاره‌ی آنزیم (۱ میلی‌لیتر) در حمام آب گرم به محیط آز مایش اضافه گردید. فعالیت آنزیم آلفاآمیلاز با استفاده از نشاسته و با طول موج ۶۲۰ نانومتر به‌صورت میکروگرم نشاسته بر گرم‌دردقیقه بافت تازه قرائت گردید.

وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه

برای توزین وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه، پس از پیچیده شدن در فویل آلومینیومی به آون با دمای ۸۰ درجه به‌مدت ۲۴ ساعت منتقل شدند سپس اندازه‌گیری بر حسب گرم با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت یک هزارم صورت گرفت.

اندازه‌گیری میزان کلروفیل a وb

پس از طی ۸ روز گیاهچه ها از ژرمیناتور خارج و در دمای ۲۵ درجه و محیط روشن در سکوهای موجود در آزمایشگاه نگه داری شدند. اندازه‌گیری میزان رنگدانه‌های فتوسنتزی، ۱۴ روز پس از شروع جوانه‌زنی آغاز شد. برای این منظور ابتدا مقدار ۱ گرم از برگ را جدا و به‌همراه cc ۱۵ 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. برای اندازه‌گیری از روش برویسما (Bruisma, 1963)

[1] Germination Persentage
[2] Germination Rate

استفاده شد. با استفاده از رابطه‌های ذیل میزان کلروفیل b و کلروفیل a برحسب میلی‌گرم وزن تر بافت تعیین شد.

رابطه (۴)

Chl a= (0.0131) (A663) -(0.0029) (A645)
Chl b= (0.0237) (A645) -(0.004593) (A652)

اندازه‌گیری شدت فتوسنتز

شدت فتوسنتز خالص و هدایت روزنه در پایان دوره اعمال تیمارها (روز ۱۷ام پس از جوانه‌زنی) با استفاده از دستگاه تبادلات گازی مادون قرمز قابل حمل (فتوسنتزمتر پرتابل) مدل LCi ساخت شرکت ADC Biosledgeledge Ltd. انگلستان بر روی جوان‌ترین برگ به‌طور کامل گسترش یافته سنجش شد. اندازه‌گیری‌ها از ساعت ۹ صبح تا ۱۲ ظهر و ۵ ثانیه پس از قرار دادن برگ در داخل محفظه شیشه‌ای د ستگاه اعداد دستگاه ثبت گردید (Bastam *et al*., 2013).

اندازه‌گیری میزان کربوهیدرات

اندازه‌گیری میزان کربوهیدرات بر اساس روش دوبویس و همکاران (Duboise *et al*., 1956) اندازه‌گیری شد. ابتدا ۰/۱ گرم نمونه برگی با استفاده از الکل ۷۰٪ به حجم ۱۵ میلی‌لیتر رسانده شد سپس مخلوط مورد نظر به مدت یک هفته در یخچال نگهداری شد. پس از یک هفته ۲ میلی‌لیتر از نمونه با یک میلی‌لیتر فنل ۵٪ مخلوط سپس ۵ میلی‌لیتر اسید سولفوریک غلیظ به آن افزوده شد. پس از طی نیم ساعت جذب محلول‌ها در طول موج ۴۸۵ نانومتر قرائت شد.

اندازه‌گیری درصد روغن کل

یکی از متداول ترین روش‌های عصاره گیری، پرکولاسیون سوکسله می‌باشد (Yaniv *et al*., 1999). برای این منظور ابتدا دو هفته پس از شروع جوانه‌زنی نمونه بذری را در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴ ساعت در داخل آون قرار گرفت. بعد از اندازه‌گیری وزن بالن سوکسله (خالی) مقدار ۲۲۰ میلی‌لیتر حلال شامل ۲ قسمت متانول به‌ا ضافه ۱ قسمت کلروفرم به‌داخل آن ریخته شد. سپس ۵ گرم از نمونه به‌صورت پودری درآورده شده پس از قرار گرفتن در کارتوش داخل لوله استخراج قرار گرفت. دستگاه پس از تنظیم جریان آب به‌مدت ۴/۵ ساعت بر روی منبع حرارتی قرار گر فت. پس از طی ز مان مذکور روغن طی فرآیند تقطیر به‌صورت ماده‌ای غلیظ و سبز رنگ در بالن باقی ماند. بالن همراه با روغن توزین و با استفاده از رابطه زیر درصد هرکدام از نمونه‌ها محاسبه گردید:

رابطه(۵) درصد روغن نمونه =(A-a)×100/B

در این رابطه A وزن بالن به‌همراه روغن، a وزن بالن خالی و B وزن نمونه مورد آزمایش است.

نتایج و بحث

درصد جوانه‌زنی

بر اساس نتایج تجز یه وار یانس (جدول ۱) در این آزمایش اثر سطوح مختلف شوری، فرسودگی و پرایمینگ و نیز اثرات متقابل آن‌ها بر میزان تغییرات درصد جوانه‌زنی در سطح یک درصد معنی دار بود. نتایج حاصل از مقایسه میانگین (جدول ۵) آزمایش حاکی از آن است کم‌ترین درصد جوانه‌زنی (۳۰/۳۳) مربوط به تیمار شوری با غلظت ۱۵۰ میلی‌مول، با درجه‌ی فر سودگی ۷۵٪ در شرایط بدون پرایمینگ بود. تحقیقات نشان می‌دهد قرار گفتن بذور در شرایط تنش شوری باعث افزایش تنش اکسیداتیو می گردد (Farhangi-Abriz and Torabian, 2017; Zhu, 2016). و افزایش تنش اکسیداتیو بیشترین تاثیر را بر فعالیت جوانه‌زنی دانه ها دارد (Ma *et al*., 2017). طی تحقیقات ثابت شده است از بین شاخص‌های جوانه‌زنی بذر، درصد و سرعت جوانه‌زنی از مهم‌ترین عوامل تاثیرپذیر در شرایط تنش شوری می‌باشد (Rajabi and Postini, 2005). از طرفی احمدلو و همکاران (Ahmadloo *et al*., 2012) در آزمایش‌های خود دریافتند پیری بذر بر متوسط زمان و درصد جوانه‌زنی بذرهای کاج بروسیا به‌طور معنی‌داری اثر داشته و بیشترین میانگین و درصد جوانه‌زنی در تیمار شاهد و کمترین آن در تیمار ۹۶ ساعت پیری مشاهده شد. تمامی

تیمارهای پرایمینگ تاثیر مثبتی بر بهبود صفات جوانه‌زنی بذور در شرایط عادی و تنش داشتند و بیشترین درصد جوانه‌زنی بذور کدو پوست کاغذی (۹۸/۰۳) در تیمار با هورمون جیبرلین در شرایط عدم تنش شوری و فرسودگی بدست آمد. انصاری و همکاران (Ansari *et al*., 2013) نیز گزارش کردند پیش تیمار بذور چاودار باعث کاهش اثرات ناشی از شوری شده باعث افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی همچنین وزن خشک گیاهچه‌ها شد. بوبک و همکاران (Bobak *et al*,. 2015) اثر اسیدجیرلیک و هیدروکسید پتاسیم را بر روی بذرهای فرسوده ذرت مورد بررسی قرار دادند. تیمار بذرهای فرسوده با این ترکیبات منجر به بهبود صفات جوانه‌زنی شد.

سرعت جوانه‌زنی

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) اثر سطوح مختلف شوری، فرسودگی و پرایمینگ و نیز اثرات متقابل آن‌ها بر میزان تغییرات سرعت جوانه‌زنی در سطح یک درصد معنی دار بود. نتایج حاصل از مقایسه میانگین (جدول ۵) بیانگر آن است کم‌ترین سرعت جوانه‌زنی (۱/۱۱) در غلظت ۱۵۰میلی‌مول تنش شوری و درجه فرسودگی ۷۵٪ و در شرایط بدون پرایمینگ مشاهده شد. بیشترین سرعت جوانه‌زنی (۱۵/۵۷) در تیمار با هورمون جیبرلین و در شرایط عدم تنش شوری و فرسودگی بذر صورت گرفت. کافی و همکاران (Kafi *et al*., 2010) گزارش کردند طی تنش شوری، سرعت جوانه‌زنی کاهش و متوسط زمان جوانه‌زنی افزایش پیدا می‌کند.

جدول ۱- تجزیه واریانس تاثیر تنش شوری و فرسودگی بذر بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذور پرایم شده کدو پوست کاغذی

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

منابع تغییر SOV	درجه آزادی Df	میانگین مربعات MS					
		درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	یکنواختی جوانه‌زنی Germination uniformity	آلفاآمیلاز α-amylase	وزن خشک ریشه‌چه Radical dry weight	وزن خشک ساقه‌چه Plumule dry weight
شوری Salt	2	22015**	565.7**	37.5**	4767.2**	0.0008**	0.0002**
پرایمینگ Priming	5	437.4**	16.9**	2.11**	537.5**	0.00005**	0.00002**
فرسودگی Ageing	2	5413**	269.2**	28.6**	13280.7**	0.00054**	0.0005**
شوری×پرایمینگ Salt×Priming	10	29.9**	0.23**	0.07**	12.6**	0.0000011**	0.000004**
شوری×فرسودگی Salt×Ageing	4	2.07**	3.42**	0.65**	122.04**	0.000004**	0.0000011*
پرایمینگ×فرسودگی Priming×Ageing	10	0.62**	0.19**	0.07**	16.7**	0.000001^{ns}	0.00000009^{ns}
شوری×فرسودگی×پرایمینگ Salt×Ageing×Priming	20	1.14**	0.24**	0.031*	7.2**	0.000001^{ns}	0.000001^{ns}
خطا Erorr	108	0.12	0.002	1.4	0.09	0.00000007	0.0000001
درصد ضریب تغییرات %CV		0.54	0.58	4.3	0.66	2.57	4.36

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

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

همچنین در گزارشی دیگری اعلام کردند، چنانچه جذب آب توسط بذر دچار اختلال گردد و یا جذب به آرامی صورت گیرد، فعالیت‌های متابولیکی جوانه‌زنی در داخل بذر به آرامی انجام خواهد شد و درنتیجه مدت زمان خروج ریشه‌چه از بذر افزایش و لذا سرعت جوانه‌زنی کاهش می‌یابد (Sharma *et al*., 2014). پوری و همکاران (Pouri *et al*., 2012) نیز نشان دادند با افزایش شدت فرسودگی و شدت شوری، سرعت و درصد جوانه‌زنی و همچنین وزن خشک گیاهچه پنبه کاهش پیدا کرد. فرسودگی بذر موجب تغیراتی مانند کاهش فعالیت آنزیم‌های هیدرولیتیک، کاهش سیالیت غشای پلاسمایی و پراکسیداسیون لیپیدی شده که در مجموع صفات مرتبط با جوانه‌زنی را مختل کرده و موجب کاهش راندمان تولید می‌گردد (Khajeh-Hosseini *et al*., 2003). افزایش سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی و سبز شدن در تنش‌های مختلف محیطی از قبیل شوری و خشکی با استفاده از تیمار پرایمینگ گزارش شده است (Soltani and Soltani, 2015). بذرهای پرایمینگ شده میزان آدنوزین‌تری‌فسفات بالاتری داشته و سرعت رشد جنین در آن‌ها نیز بیشتر است (Varier *et al*., 2010).

یکنواختی جوانه‌زنی

اثر سطوح مختلف شوری، فرسودگی بذر و پرایمینگ و نیز اثرات متقابل آن‌ها بر میزان یکنواختی جوانه‌زنی بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) در سطح یک درصد معنی دار بود. نتایج حاصل از مقایسه میانگین (جدول ۵) حاکی از آن است بیشترین یکنواختی جوانه‌زنی (۵/۸۲) در شوری با غلظت ۱۵۰ میلی‌مول و درجه فرسودگی ۷۵٪ و در تیمار شاهد پرایمینگ بدست آمد. کم‌ترین میزان یکنواختی جوانه‌زنی (۰/۹۷) در تیمار با جیبرلین و شرایط بدون تنش شوری و فرسودگی محاسبه شد. نتو و همکاران (Neto *et al*., 2004) گزارش کردند علت کاهش اجزای جوانه‌زنی را می‌توان به کاهش سرعت و میزان جذب آب و نیز اثرات منفی پتانسیل اسمزی پایین و سیمیت یون‌های Cl^- و Na^+ بر فرآیندهای بیوشیمیایی مراحل کاتابولیک و آنابولیک جوانه‌زنی نسبت داد. گزارش شده است که پرایمینگ بذر با اسید جیبرلیک و اسید سالیسیلیک سبب بهبود جوانه‌زنی، یکنواختی جوانه‌زنی و استقرار مطلوب بذر گیاهان می‌شود (Ansari and Sharifzadeh., 2012). نتایج رضوانی‌اقدم (Rezvani Aqdam, 2011) نشان داد که پرایمینگ بذر باعث افزایش ضریب یکنواختی بذور فرسوده می‌گردد.

آلفاآمیلاز

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱)، اثر سطوح مختلف شوری، فرسودگی و پرایمینگ و نیز اثرات متقابل آن‌ها بر میزان تغییرات آلفاآمیلاز در سطح یک درصد معنی دار بود. نتایج مقایسه میانگین (جدول ۵) گویای آن است کم‌ترین میزان آلفاآمیلاز (۵/۴ میکروگرم نشاسته برگرم دقیقه بافت تازه) در شوری با غلظت ۱۵۰ میلی‌مول، درجه فرسودگی ۷۵٪ و بذور پرایم نشده مشاهده شد. بیشترین میزان این آنزیم (۶۶/۸۵ میکروگرم نشاسته برگرم دقیقه بافت تازه) در بذور پرایم شده با جیبرلین در شرایط بدون تنش شوری و فرسودگی دیده شد. در نواحی دارای خاک‌های شور از عوامل مهمی که منجر به کاهش فعالیت آنزیم‌های جوانه‌زنی می‌گردد می‌توان به ایجاد سمیت ناشی از یون‌ها و اختلال در فعالیت‌های آنزیم‌ها در اثر کاهش متابولیسم ترکیبات ذخیره‌ای بذر اشاره کرد (Dkhil and Denden, 2010). سلطانی و همکاران (Soltani *et al*., 2001) با بررسی اثر فرسودگی بذر بر تخلیه ذخایر ژنتیکی بذرها و رشد هتروتروفیک گیاهچه گندم گزارش دادند با افزایش دوره فرسودگی بذر امیزان فعالیت آنزیم‌های آلفا و بتا آمیلاز کاهش یافته و این امر منجر به کاهش روند جوانه‌زنی بذرها می‌گردد. گزارش شده پرایمینگ از طریق تحریک سلول‌های آلئورون به ترشح بیشتر آنزیم‌های جوانه‌زنی از طریق افزایش تنفس جنین و ترشح جیبرلین، موجب افزایش فعالیت آنزیم‌های آلفاآمیلاز و بتاآمیلاز شده است (Dai *et al*., 2007).

وزن خشک ریشه‌چه

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان می‌دهد اثر سطوح مختلف شوری، فرسودگی و پرایمینگ و نیز اثر متقابل بین پرایمینگ در شوری و شوری در فرسودگی بر میزان تغییرات وزن خشک ریشه‌چه در سطح یک درصد معنی دار بود. اما اثرات متقابل پرایمینگ در فرسودگی و اثرات متقابل پرایمینگ در شوری در فرسودگی معنی دار نبود. نتایج حاصل از مقایسه میانگین (جدول ۳) حاکی از آن است با افزایش پتانسیل اسمزی ناشی از شوری و همچنین افزایش درجه فرسودگی بذور از وزن خشک کاسته شد. نتایج مقایسه میانگین (جدول ۴) مشخص کرد پرایمینگ بذور منجر به افزایش در مقدار وزن خشک ریشه‌چه گردید. به‌طوری که هورمون جیبرلین نسبت به سایر پرایمینگ‌ها وزن خشک ریشه‌چه را بیشتر افزایش داد. کاهش در وزن خشک در پاسخ به شوری در نتیجه افزایش در میزان مواد مصرف شده در بذور و کاهش در مواد ذخیره‌ای گزارش شده است (Ansari *et al*., 2013). به‌نظر می‌رسد از دلایل کاهش وزن خشک ریشه چه در بذور فرسوده کدو پوست کاغذی کاهش فعالیت‌های بیوشیمیایی در بذر باشد. زیرا فرسودگی بذر اثر سوئی بر آنزیم‌های مورد نیاز برای تبدیل مواد ذخیره‌ای جنین به فرم قابل استفاده و در نهایت تولید گیاهچه‌های عادی را دارد (Sung and Chang, 1993). پرز و همکاران (Perez *et al*., 1994) نشان دادند رابطه بین قوه نامیه بذر با وزن گیاهچه‌های حاصل از آن مستقیم می‌باشد. سرعت جوانه‌زنی بالا نیز از عوامل افزایش وزن خشک گیاهچه و در نتیجه بهبود استقرار آن می‌باشد (Farooq *et al*., 2006). گزارش شده است جیبرلین، از طریق ایجاد تعادل هورمونی در بذر و کاهش مواد بازدارنده رشد مانند آبسیزیک اسید است منجر به افزایش پارامتر های جوانه‌زنی می‌گردد (Ghasemi Pirbalouti *et al*., 2007).

وزن خشک ساقه‌چه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) اثر سطوح مختلف شوری، فرسودگی و پرایمینگ و نیز اثر متقابل پرایمینگ در شوری در سطح یک درصد معنی دار گردید. همچنین اثر متقابل شوری در فرسودگی در سطح ۵٪ بر میزان تغییرات وزن خشک ساقه‌چه معنی دار بود. اثرات متقابل پرایمینگ در فرسودگی و اثر متقابل سه جانبه پرایمینگ در شوری در فرسودگی معنی دار نبود. نتایج حاصل از مقایسه میانگین (جدول ۴) حاکی از آن است تنش شوری منجر به کاهش وزن خشک ساقه‌چه می‌گردد این درحالی ست پرایمینگ بذور با تیمارهای مختلف نه تنها منجر به جبران این کاستی شد بلکه وزن خشک ساقه‌چه حاصل از بذور پرایم شده بیش از تیمار شاهد بود. بیشترین اثر مربوط به هورمون جیبرلین بود. با توجه به مقایسه میانگین (جدول ۳) بذور قرار گرفته در شرایط پیری تسریع شده تحت تنش شوری منجر به تولید ساقه‌چه‌هایی با وزن خشک گردید. علت کاهش وزن خشک ساقه‌چه را می‌توان کاهش پتانسیل آب موجود در خاک یا اثر اسمزی ناشی از حضور نمک، در خاک دانست که جذب آب به‌وسیلهٔ ریشه را محدود می‌سازد (Akbari Quzhi *et al*., 2010). سلطانی و همکاران (Soltani *et al*., 2008) گزارش کردند وزن خشک گیاهچه با افزایش دوره انبارداری کاهش یافت. همچنین اعلام کردند کاهش وزن خشک گیاهچه ها می‌تواند به‌علت کاهش میزان پویایی ذخایر بذر یا کاهش کارایی تبدیل ذخایر پو یا به‌علت اختلال در کارکرد آنزیم‌های هیدرولیتیک طی پیری باشد. پژوهشگران با بررسی تأثیر پرایمینگ بر تغییرات خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه برنج بیان داشتند افزایش سطوح پرایمینگ بذر موجب بهبود وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌گردد (GholamiTilehBoni *et al*., 2012). همچنین اثرات مفید پرایمینگ با جیبرلین ممکن است بواسطه نقش غلظت بهینه آن در تسریع جوانه‌زنی و افزایش طویل شدن و تقسیم سلولی در گیاهچه‌های تولیدی باشد (DaSilva *et al*., 2005).

جدول ۲- تجزیه واریانس تاثیر تنش شوری و فرسودگی بر شاخص‌های فیزیولوژیک بذور پرایم شده کدو پوست کاغذی

Table 2- Analysis of variance for the effect of salt stress and seed deterioration on physiological traits of Pumpkin

منابع تغییر SOV	درجه آزادی Df	میانگین مربعات MS						
		کلروفیل a Chlorophyll a	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل a/b chlorophyll a/b ratio	فتوسنتز photosynthesis	کربوهیدرات Carbohydrat	درصد روغن کل Seed lipid percentage	سدیم Na^+
پرایمینگ Priming	5	8.28**	0.4**	7.08**	27.87**	2399351**	13.23**	21502**
شوری Salt	2	0.25**	0.1**	0.14**	1.77**	15226**	1.53**	720.4**
فرسودگی Ageing	2	1.68**	0.44**	0.005ns	72.8**	2260209**	358.6**	0.05**
شوری×پرایمینگ Salt×Priming	10	0.01**	0.008**	0.03**	0.08**	9917**	0.36**	1281.4**
شوری×فرسودگی Salt×Ageing	4	0.06**	0.01**	0.07**	0.56**	45623**	0.71**	0.03**
پرایمینگ×فرسودگی Priming×Ageing	10	0.004**	0.0004ns	0.037ns	0.08**	4951**	0.11**	0.05**
شوری×فرسودگی×پرایمینگ Salt×Ageing×Priming	20	0.001**	0.0002ns	0.006ns	0.07**	5287**	0.07**	0.05**
خطا Erorr	108	0.0005	0.0002	0.003	0.02	3.92	0.007	0.004
درصد ضریب تغییرات %CV		1.7	2.47	2.52	3.6	0.24	0.52	0.2

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

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

کلروفیل a

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) اثر سطوح مختلف شوری، فرسودگی و پرایمینگ و نیز اثرات متقابل آن‌ها بر میزان تغییرات کلروفیل a در سطح یک درصد معنی دار بود. نتایج حاصل از مقایسه میانگین (جدول ۵) مشخص کرد اعمال تنش شوری و فرسودگی منجر به کاهش میزان کلروفیل اندازه‌گیری شده گردید و شدت کاهش ناشی از تنش شوری بیش از فرسودگی بود. کم‌ترین میزان کلروفیل a (۰/۶ میلی‌گرم برگرم وزن تر) در شوری با غلظت ۱۵۰ میلی‌مول و درجه فرسودگی ۷۵٪ در بذور پرایم نشده مشاهده شد. بیشترین میزان کلروفیل a (۱/۸۷۷ میلی‌گرم برگرم وزن تر) در شرایط بدون تنش شوری و فرسودگی بذر در پرایمینگ با هورمون اسپرمیدین دیده شد. در تنش شوری کاهش محتوای کلروفیل به‌دلیل افزایش فعالیت آنزیم کلروفیلاز در اثر افزایش هورمون آبسیز یک اسید و اتیلن می باشد (Redy and Vora, 2005). کاهش محتوای کلروفیلی در شرایط تنش‌هایی مانند پیری تسریع شده ناشی از افزایش سرعت تخریب این رنگیزه ها یا کاهش سنتز آن ها به علت اختلال در فعالیت آنزیم‌ها می‌باشد (AhmadiMousavi, 2007). می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد کاهش میزان کلروفیل در اثر تنش، مربوط به تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن در سلول است که باعث پراکسیداسیون و تجزیه کلروفیل می‌شود. کاربرد

اسپرمیدین به‌عنوان یک فرآیند مقاوم‌سازی در شرایط تنش عمل نموده است و با افزایش فعالیت آنتی اکسیدانتی سلول و تجمع کاروتنوئیدها موجب کاهش پراکسیداسیون لیپیدها شده و سبب حفاظت بیشتر از غشای سلولی و رنگیزه‌های فتو سنتزی و مانع از کاتابولیسم کلروفیل شده است (Sultana *et al*., 1999).

کلروفیل b

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) اثر سطوح مختلف شوری، فرسودگی و پرایمینگ و نیز اثرات متقابل پرایمینگ در شوری و شوری در فرسودگی بر میزان تغییرات کلروفیل b در سطح یک درصد معنی دار بود. در حالی که اثر متقابل پرایمینگ در فرسودگی و پرایمینگ در شوری در فرسودگی معنی دار نبود. نتایج حاصل از مقایسه میانگین (جدول ۳) حاکی از آن است با شدت گرفتن تنش شوری و فرسودگی از میزان کلروفیل b کاسته شد و مطابق با نتایج مقایسه میانگین (جدول ۴) پرایمینگ با هورمون اسپرمیدین بیش از سایر متدهای پیش تیمار میزان این رنگریزه را افزایش داد. افزایش شوری تخریب کلروفیل برگ را در پی دارد، چرا که شوری باعث افزایش فعالیت آنزیم تخریب کننده کلروفیل (کلروفیلاز) و ایجاد تغییرات در کلروپلاست شامل چروکیدگی و به‌هم‌ریختن ساختمان گرانا می‌شود (Chaparzadeh and Zarandi Miandoab, 2011). به‌طور کلی کاهش میزان کلروفیل در خلال فرسودگی بذر یکی از مهم‌ترین شاخص‌های تشخیص پیری در سلول‌های گیاهی است (Hukmani and Tripath, 1994). گزارش شده است تنش باعث ایجاد اختلال در سیستم‌های آنزیمی فرونشاننده‌ی گونه‌های فعال اکسیژن می‌گردد که این امر منجر به افزایش پراکسیداسیون چربی‌های غشایی و در نتیجه خسارت به غشای سلولی و همچنین تخریب رنگدانه‌ها می‌گردد (Masoumi *et al*., 2010). بر اساس مطالعات سونگور و همکاران (Sevengor *et al*., 2011) محتوای کلروفیل در شرایط پرایمینگ به‌دلیل فعالیت بالای آنزیم‌های آنتی اکسیدانتی محافظت شده و از تخریب کلروفیل برگ جلوگیری می‌شود. با توجه به اینکه گونه‌های فعال اکسیژن مانند H_2O_2 می‌توانند موجب تخریب کلروفیل‌ها شوند، پلی آمین‌ها می‌توانند با اتصال به پروتئین کلروپلاست مانع از فعالیت کلروفیلاز و تخریب کلروفیل شوند (Baatour *et al*., 2009).

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف تنش فرسودگی بذر و تنش شوری بر صفات فیزیولوژیک کدو پوست کاغذی

Table 3- Effect of different levels of seed deterioration and salt stress on physiological traits of pumpkin

شوری Salt	فرسودگی Ageing	وزن خشک ریشه‌چه (گرم) Dry Weight of radical (g)	وزن خشک ساقه‌چه (گرم) Dry Weight of plumule (g)	کلروفیل b (میلی‌گرم برگرم وزن تر) Chlorophyll b (mg. g^{-1}FW)	نسبت کلروفیل a/b Chlorophyll ratio a/b
شاهد Non-Salt	0	0.0167^{a}	0.018^{a}	0.773^{a}	2.41^{b}
	85%	0.0136^{b}	0.016^{a}	0.707^{bc}	2.45^{b}
	75%	0.0115^{c}	0.013^{c}	0.645^{de}	2.52^{a}
۷۵ میلی‌مول 75 Mmol	0	0.0146^{b}	0.014^{b}	0.754^{ab}	2.19^{c}
	85%	0.0109^{c}	0.013^{bc}	0.621^{e}	2.25^{c}
	75%	0.0077^{e}	0.008^{e}	0.563^{f}	2.22^{c}
۱۵۰ میلی‌مول 150 Mmol	0	0.0098^{d}	0.0112^{c}	0.666^{cd}	1.81^{d}
	85%	0.0061^{f}	0.01^{d}	0.515^{f}	1.76^{d}
	75%	0.0029^{g}	0.005^{f}	0.443^{g}	1.68^{e}

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

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

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف پرایمینگ و تنش شوری بر صفات فیزیولوژیک گیاه کدو پوست کاغذی

Table 4- Effect of different levels of salt stress and priming on physiological traits of pumpkin

شوری Salt	پرایمینگ Priming	وزن خشک ریشه‌چه (گرم) Dry Weight of radical (g)	وزن خشک ساقه‌چه (گرم) Dry Weight of plumule (g)	کلروفیل b (میلی‌گرم برگرم وزن تر) Chlorophyll b (mg. g^{-1}FW)	نسبت کلروفیل a/b Chlorophyll ratio a/b
شاهد Non-Salt	شاهد Non-P	0.0162^{f}	0.016^{a}	0.7433^{de}	2.52^{a}
	هیدروپرایمینگ Hydro-Priming	0.0164^{i}	0.0159^{a}	0.76^{bcde}	2.46^{a}
	جیبرلین Gibberlline	0.0174^{a}	0.01657^{a}	0.78^{bc}	2.377^{b}
	GR24	0.0171^{b}	0.01653^{a}	$0/75^{cde}$	2.48^{a}
	بنزیل آمینوپورین BanzylAminopurine	0.0166^{d}	0.0161^{a}	0.783^{b}	2.375^{b}
	اسپرمیدین Spermidin	0.0168^{c}	0.0163^{a}	0.823^{a}	2.28^{cd}
۷۵ میلی‌مول 75 Mmol	شاهد Non-P	0.0121^{j}	0.0121^{bcd}	0.636^{g}	2.37^{bc}
	هیدروپرایمینگ Hydro-Priming	0.0142^{h}	0.013^{bc}	0.68^{f}	2.24^{de}
	جیبرلین Gibberlline	0.0126^{i}	0.0157^{a}	0.76^{bcde}	2.16^{e}
	GR24	0.0159^{g}	0.0147^{ab}	0.73^{e}	2.19^{e}
	بنزیل آمینوپورین BanzylAminopurine	0.016^{fg}	0.0126^{bcd}	0.77^{bcd}	2.24^{de}
	اسپرمیدین Spermidin	0.0166^{cd}	0.0141^{ab}	0.816^{a}	2.17^{e}
۱۵۰ میلی‌مول 150 Mmol	شاهد Non-P	0.0071^{o}	0.009^{e}	0.57^{l}	1.89^{f}
	هیدروپرایمینگ Hydro-Priming	0.0091^{m}	0.0099^{de}	0.603^{h}	1.85^{fg}
	جیبرلین Gibberlline	0.0076^{n}	0.0121^{bcd}	0.69^{f}	1.8^{fgh}
	GR24	0.0108^{l}	0.0102^{de}	0.646^{g}	1.81^{fgh}
	بنزیل آمینوپورین BanzylAminopurine	0.0115^{k}	0.0092^{e}	0.743^{de}	1.78^{gh}
	اسپرمیدین Spermidin	0.0126^{i}	0.0105^{cde}	0.77^{bcd}	1.75^{h}

نسبت کلروفیل a/b

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) اثر سطوح مختلف شوری و پرایمینگ و نیز اثرات متقابل بین آن‌ها در سطح یک درصد و نیز اثر متقابل شوری در فرسودگی در سطح ۵٪ بر تغییرات معنی دار بود. اما اثر فرسودگی، اثر متقابل پرایمینگ بر فرسودگی و اثر متقابل بین پرایمینگ، شوری و فرسودگی معنی دار نبود. نتایج حاصل از مقایسه میانگین (جدول ۳) حاکی از آن است نسبت کلروفیل a/b تحت تنش شوری کاهش یافت، اما درگیاهچه‌های حاصل از بذور فرسوده که در محیط شاهد قرار داشتند این نسبت، با افزایش درجه فرسودگی بیشتر شد. در محیط رشدی با غلظت نمک ۷۵ میلی‌مول این نسبت با افزایش فرسودگی روند ثابتی داشت و در نهایت در تنش شوری با غلظت ۱۵۰میلی‌مول نسبت کلروفیل a/b کاهش یافت. در این میان بر اساس نتایج مقایسه میانگین (جدول ۴) پرایمینگ بذور با تیمارهای مختلف سبب گردید تا نسبت کلروفیل a/b بدست آمده کاهش یابد. کم‌ترین میزان این نسبت نیز مربوط به تیمار اسپرمیدین

بود. در بسیاری از گیاهان نظیر *Triticum aestivum* (Bahari *et al*., 2013)، *Ocmium basilicum* (Golpayegani and Gholami-Tilebeni, 2011) و *Nicotian rustica* (Hajiboland *et al*., 2012) کاهش فتوسنتز و محتوای رنگدانه‌های فتوسنتزی (کلروفیل‌های a، b و نسبت کلروفیل b/a) طی بروز تنش شوری گزارش شده است. در محیط‌های تنش‌زا، به‌دلیل حساسیت بیشتر کلروفیل a به تنش، کاهش محتوای کلروفیل a بیشتر از b است (Jaleel *et al*., 2009) که موید نتایج آزمایش است.

فتوسنتز

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) اثر سطوح مختلف شوری، فرسودگی و پرایمینگ و نیز اثرات متقابل بین آن‌ها بر میزان فتو سنتز در سطح یک در صد معنی دار بود. نتایج حاصل از مقایسه میانگین (جدول ۵) حاکی از آن است هر دو تنش اعمال شده به کدو پوست کاغذی منجر به کاهش شدت فتوسنتز آن گردید در این بین، کاهش شدت فتوسنتز ناشی از فرسودگی بذور بیش از تنش شوری قابل مشاهده بود. کم‌ترین میزان شدت فتوسنتز (۱/۹۵ میکرومول دی اکسید کربن در متر مربع در ثانیه) در بذور شاهد و در شرایط تنش با غلظت ۱۵۰میلی‌مول و فرسودگی با درجه ۷۵٪ اندازه‌گیری شد. بیشترین میزان فتوسنتز (۵/۹ میکرومول دی اکسید کربن در متر مربع در ثانیه) در شرایط بدون تنش محیطی و در بذور پرایم شده با اسپرمیدین دیده شد. از عواملی که در طی تنش شوری منجر به کاهش فتوسنتز می‌گردد می‌توان به کاهش هدایت روزنه‌ای، کاهش جذب کربن، اختلال در ظرفیت فتوسنتزی، اختلال در شکل‌گیری کلروپلاست، ناپایداری کمپلکس‌های پروتئینی رنگدانه، تخریب کلروفیل، و کاهش و تغییر کاروتنوئید ها اشاره کرد (Ashraf and McNeielly, 2004). همچنین، در گیاهان عالی تنش شوری باعث جلوگیری از فعالیت PSII می‌گردد، به‌طوری که در برخی از گزارش‌ها علت کاهش فعالیت PSII در واکنش به شوری، جدایی باند خارجی پلی پپتیدی Da23 عنوان شده است (Sudhir and Murthy, 2004). از فرآیندهایی که در طی فرسودگی به‌وقوع می‌پیوندد می‌توان به تخریب دستگاه فتوسنتزی، تجزیه کلروپلاست و کاهش چشمگیر کلروفیل اشاره کرد (Hörtensteiner and Feller, 2002). تنش‌های غیر زیستی باعث کاهش سنتز و تخریب آنزیم روبیسکو و به‌تبع آن موجب کاهش فتوسنتز می‌گردد (Ono *et al*., 2014). پلی آمین‌ها به خاطر اثرات ضد پیری که ناشی از خاصیت آنتی اکسیدانتی و خنثی کنندگی اسید آن است، به خوبی شناخته شده است (Singh Gill and Tuteja, 2010) گفته می‌شود پلی آمین‌ها برخی فرآیندهای فیزیولوژیک مانند رشد رویشی و فعالیت‌های فتوسنتزی را تحریک می‌کنند (Chattopadayay *et al*., 2002). به نظر می‌رسد اسپرمیدین در شرایط تنش از طریق افزایش فراهمی آنزیم‌های مؤثر در فعالیت دستگاه فتوسنتزکننده، همچنین با جلوگیری از تخریب ساختار رنگریزه‌های فنوسنتزی منجر به جبران کاهش و یا حتی افزایش شدت فتوسنتز می‌گردد.

میزان کربوهیدرات

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) اثر سطوح مختلف شوری، فرسودگی و پرایمینگ و نیز اثرات متقابل آن‌ها بر میزان تغییرات کربوهیدرات در سطح یک در صد معنی دار بود. تاثیر فرسودگی بذور و تنش شوری بر میزان کربوهیدرات عکس همدیگر بود، به‌طوری که شوری منجر به افزایش و فرسودگی منجر به کاهش میزان قندهای محلول می‌گردد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین (جدول ۵) حاکی از آن است کم‌ترین میزان کربوهیدرات (۳۵۴/۳ میکرومول بر گرم وزن تر) در شرایط عدم تنش شوری، درجه فرسودگی بذر ۷۵٪ و در بذور شاهد پرایمینگ مشاهده گردید. بیشترین میزان کربوهیدرات (۱۲۹۲/۷ میکرومول بر گرم وزن تر) در شوری با غلظت ۱۵۰ میلی‌مول و بذور شاهد فرسودگی تیمار شده با هیدروپرایمینگ مشاهده شد. قندهای محلول به‌عنوان

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات جوانه‌زنی و فیزیولوژیک بذور پرایم شده کدو پوست کاغذی تحت تنش شوری و فرسودگی

Table 5- Means of germination and physiological traits of primed seed of Pumpkin affected by salt stress and seed aging

شوری Salt	پرایمینگ Priming	فرسودگی Ageing	درصد جوانه‌زنی (درصد) Germination percentage (%)	سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز) Germination rate (Seeds per day)	یکنواختی جوانه‌زنی Germination uniformity	آلفاآمیلاز (میکروگرم نشاسته بر گرم در دقیقه بافت تر) Alpha-Amylase (μg.g^{-1}.min^{-1}FW)	کلروفیل a (میلی گرم بر گرم وزن تر) Chlorophyll a (mg. g^{-1}FW)	فتوسنتز (میکرومول دی اکسید کربن بر متر مربع بر ثانیه) Photosynthesis (μMCo^{2}.mm^{-1}. s^{-1})	کربوهیدرات (میکرو مول بر گرم وزن خشک) Carbohydrat (μm. g^{-1}DW)	درصد روغن کل Seed lipid percentage	سدیم (میلی گرم بر گرم وزن خشک) Na^{+} (mg. g^{-1}DW)
شاهد Non-Salt	شاهد Non-P	0	92.3±0.2	13.07±0.21	1.4±0.02	66.2±0.37	1.87±0.01	5.76±0.03	761.8±3.6	18.73±0.09	13.35±0.3
		85%	83.4±0.2	9.88±0.01	1.90±0.02	49.86±0.32	1.647±0.02	4.62±0.04	539.3±1.9	17.51±0.05	13.45±0.02
		75%	71.53±0.15	8.31±0.02	2.6±0.03	33.5±0.36	1.543±0.03	2.94±0.54	354.3±2.1	13.72±0.03	12.94±0.05
	هیدروپرایمینگ Hydro-Priming	0	94.46±0.15	13.6±0.1	1.35±0.03	66.23±0.3	1.87±0.01	5.78±0.02	797.9±2.3	18.82±0.05	11.66±0.05
		85%	84.4±0.1	10.25±0.02	1.88±0.01	54.5±0.2	1.69±0.01	4.75±0.04	742±3.4	17.64±0.03	11.77±0.04
		75%	75.03±0.15	8.69±0.02	2.51±0.03	39.6±0.47	1.58±0.01	3.65±0.02	513.1±3.6	14.06±0.09	11.48±0.07
	جیبرلین Gibberlline	0	98.03±0.20	15.57±0.02	0.97±0.02	66.58±0.27	1.87±0.02	5.79±0.02	788.8±1.4	19.13±0.05	12.5±0.03
		85%	89.5±0.21	12.23±0.01	1.53±0.01	62.16±0.21	1.757±0.01	4.93±0.02	707±4.6	18.45±0.09	12.5±0.06
		75%	78.33±0.24	10.8±0.01	1.96±0.02	46.39±0.52	1.677±0.02	3.94±0.14	483.3±4.2	14.93±0.07	12.75±0.03
	GR24	0	95.93±0.27	14.47±0.02	1.24±0.02	66.36±0.16	1.857±0.01	5.78±0.02	776.4±2.1	19.21±0.04	10.07±0.06
		85%	87.6±0.23	11.32±0.02	1.77±0.04	52.45±0.25	1.727±0.02	4.67±0.03	651.6±0.9	18.61±0.03	10.18±0.03
		75%	77.26±0.15	9.6±0.02	2.10±0.03	36.23±0.26	1.617±0.02	3.75±0.62	447.8±3.1	15.21±0.07	9.97±0.07
	بنزیل آمینوپورین BanzylAminopurine	0	95.03±0.2	14.03±0.14	1.31±0.03	66.33±0.16	1.863±0.03	5.8±0.02	772.7±2.8	18.98±0.14	9.17±0.04
		85%	85.13±0.2	10.48±0.03	1.72±0.14	61.27±0.43	1.79±0.03	5.39±0.04	621.9±2.6	18.23±0.04	9.18±0.02
		75%	75.76±0.15	9.06±0.04	2.31±0.06	44.14±0.21	1.74±0.02	4.24±0.03	412±1.5	14.63±0.09	9.25±0.03
	اسپرمیدین Spermidin	0	97.3±0.2	15.3±0.03	1.04±0.07	66.23±0.36	1.877±0.01	5.9±0.03	768.2±3	18.94±0.03	10.85±0.01
		85%	86.5±0.17	11.9±0.06	1.68±0.04	57.6±0.1	1.827±0.03	5.66±0.03	572.7±1.5	17.96±0.03	10.66±0.04
		75%	76.43±0.05	10.21±0.08	2.04±0.04	41.85±0.48	1.79±0.01	4.57±0.04	382±2.4	14.27±0.06	11.06±0.08
۷۵ میلی‌مول 75 Mmol	شاهد Non-P	0	69.9±0.32	7.29±0.04	3.24±0.02	55.33±0.44	1.5±0.01	5.27±0.07	985.66±1.52	18.87±0.07	44.23±0.06
		85%	60.43±0.3	5.91±0.04	4.06±0.09	36.74±0.42	1.24±0.01	4.08±0.04	761.66±0.57	17.57±0.04	44.36±0.06
		75%	49.44±0.25	3.41±0.02	4.98±0.01	17.34±0.22	1.08±0.02	2.53±0.11	574±1	13.65±0.07	44.25±0.08
	هیدروپرایمینگ Hydro-Priming	0	70.6±0.2	7.72±0.03	3.13±0.02	59.71±0.8	1.52±0.01	5.38±0.03	1023±0.98	18.9±0.06	49.23±0.04
		85%	62.4±0.32	6.21±0.03	3.86±0.04	43.28±0.35	1.28±0.01	4.14±0.1	800.66±1.15	17.59±0.06	49.41±0.09
		75%	50.13±0.4	3.66±0.03	4.74±0.03	24.28±0.27	1.13±0.01	2.64±0.03	613.66±1.52	13.71±0.12	49.51±0.03
	جیبرلین Gibberlline	0	83.2±0.26	10.61±0.04	2.67±0.04	66.4±0.27	1.65±0.005	5.72±0.02	1014±2	19.15±0.11	23.36±0.05
		85%	74.07±0.3	7.11±0.03	3.19±0.05	52.72±0.34	1.41±0.01	4.51±0.04	789±1.1	17.86±0.12	23.47±0.03
		75%	63.7±0.26	5.06±0.06	3.99±0.09	34.08±0.22	1.27±0.02	3.06±0.07	598.33±1.11	13.81±0.04	23.57±0.04
	GR24	0	71.33±0.15	8.25±0.04	2.97±0.03	56.76±0.4	1.6±0.02	5.07±0.53	1000.66±1.53	19.24±0.05	47.35±0.07
		85%	63.86±0.3	6.34±0.03	3.61±0.07	39.55±0.4	1.37±0.01	4.23±0.02	772.66±1.51	17.51±0.08	47.14±0.06
		75%	51.86±0.45	3.88±0.04	4.67±0.04	20.43±0.18	1.22±0.02	2.76±0.06	584±1	14.2±0.12	47.54±0.02
	بنزیل آمینوپورین BanzylAminopurine	0	79.56±0.3	9.56±0.04	2.72±0.03	63.07±0.11	1.73±0.02	5.75±0.03	998.33±1.5	18.96±0.18	47.18±0.11
		85%	69.73±0.41	6.71±0.13	3.26±0.04	47.66±0.25	1.48±0.05	4.54±0.03	770.67±1.52	18.13±0.16	47.12±0.02
		75%	59.64±0.25	4.35±0.2	4.12±0.02	29.53±0.34	1.34±0.01	3.07±0.11	581±0.98	14.47±0.23	47. 3±0.06
	اسپرمیدین Spermidin	0	75.3±0.55	9.13±0.02	2.86±0.04	61.8±0.3	1.77±0.01	5.83±0.03	993±1.97	19.26±0.05	23.32±0.13
		85%	67.26±0.28	6.58±0.03	3.42±0.03	45.85±0.38	1.55±0.01	4.71±0.05	768±1.2	18.06±0.05	23.41±0.12
		75%	54.73±0.15	4.12±0.03	4.45±0.03	27.61±0.26	1.42±0.01	3.26±0.11	576±2	14.55±0.07	23.34±0.08

ادامه جدول ۵

Table 5- Continued

شوری Salt	پرایمینگ Priming	فرسودگی Ageing	درصد جوانه‌زنی (درصد) Germination percentage (%)	سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز) Germination rate (Seeds per day)	یکنواختی جوانه‌زنی Germination uniformity	آلفاآمیلاز (میکروگرم نشاسته بر گرم در دقیقه بافت تر) Alpha-Amylase (µg.g^{-1}.min^{-1}FW)	کلروفیل a (میلی گرم بر گرم وزن تر) Chlorophyll a (mg. g^{-1}FW)	فتوسنتز (میکرومول دی اکسید کربن بر متر مربع بر ثانیه) Photosynthesis (µMCo^{2}.mm^{-1}. s^{-1})	کربوهیدرات (میکرو مول بر گرم وزن خشک) Carbohydrat (µm. g^{-1}DW)	درصد روغن کل Seed lipid percentage	سدیم (میلی گرم بر گرم وزن خشک) Na^{+} (mg. g^{-1}DW)
۱۵۰ میلی‌مول 150 Mmol	شاهد Non-P	0	49.53±0.11	5.33±0.04	3.78±0.05	36.16±0.3	1.07±0.02	4.43±0.08	1255.34±1.54	18.23±0.03	64.26±0.06
		85%	40.76±0.94	3.59±0.03	4.99±0.09	19.08±0.27	0.78±0.02	3.33±0.08	1024.66±1.5	16.85±0.11	64.24±0.03
		75%	30.33±0.25	1.11±0.01	5.82±0.02	5.4±0.29	0.6±0.02	1.95±0.03	830±2	12.66±0.08	64.32±0.05
	هیدروپرایمینگ Hydro-Priming	0	50.8±0.36	5.62±0.04	3.66±0.05	41.65±0.31	1.12±0.01	4.45±0.08	1292.7±1.49	18.27±0.08	57.16±0.07
		85%	42.8±0.37	3.8±0.05	4.6±0.04	23.96±0.31	0.83±0.02	3.02±0.67	1063±0.98	16.94±0.03	57.1±0.13
		75%	31±0.45	1.43±0.02	5.63±0.09	9.46±0.29	0.65±0.02	2.07±0.09	866.1±1.2	13.07±0.05	56.95±0.05
	جیبرلین Gibberlline	0	61.86±0.3	6.92±0.03	3.38±0.04	52.63±0.33	1.24±0.01	4.67±0.11	1284.67±1.55	18.34±0.02	60.1±0.06
		85%	53.73±0.35	5.05±0.036	3.63±0.03	37.03±0.29	0.95±0.02	3.63±0.21	1054±1.13	17.08±0.05	60.23±0.06
		75%	41.7±0.55	3.37±0.035	4.83±0.05	19±0.39	0.81±0.01	2.35±0.03	585±1.11	13.07±0.06	60.31±0.05
	GR24	0	53.06±0.35	5.77±0.12	3.06±0.03	38.42±0.21	1.17±0.02	4.57±0.11	1270±2.1	18.55±0.06	30.66±0.07
		85%	44.46±0.25	4.22±0.03	4.83±0.05	20.51±0.31	0.87±0.02	3.42±0.08	1037.34±1.15	17.36±0.04	30.83±0.01
		75%	32.73±0.25	2.19±0.04	3.6±0.03	7.63±0.2	0.74±0.03	2.13±0.06	840.66±1.16	13.28±0.08	30.89±0.04
	بنزیل آمینوپورین BanzylAminopurine	0	58.43±0.35	6.28±0.54	3.41±0.04	48.7±0.22	1.32±0.02	4.68±0.06	1268±1.99	18.44±0.04	32.53±0.09
		85%	49.5±0.34	4.53±0.56	3.92±0.03	33.12±0.23	1.06±0.04	3.68±0.07	1035±2.13	17.12±0.02	32.53±0.13
		75%	37.9±0.4	2.57±0.54	4.97±0.05	14.94±0.27	0.88±0.05	2.4±0.09	834.34±1.53	13.18±0.06	32.54±0.03
	اسپرمیدین Spermidin	0	56.33±0.35	5.79±0.56	3.54±0.03	44.98±45	1.35±0.03	4.77±0.06	1261±1.52	18.66±0.06	54.59±0.03
		85%	47.76±0.25	4.08±0.52	4.13±0.03	28.36±0.18	1.08±0.05	3.8±0.01	1030.33±2.51	17.36±0.04	54.73±0.03
		75%	35.63±0.3	2.17±0.54	5.22±0.04	11.37±0.4	0.93±0.04	2.5±0.08	830±2.44	13.56±0.02	54.72±0.07

اسمولیت‌های سازگار برای خنثی کردن اثرهای اسمزی ایجاد شده در شرایط تنش تاثیر بسزایی دارند، همچنین قند های محلول می‌توانند به‌عنوان مولکول های سیگنالینگ در شبکه علامت‌دهی گیاه تحت تنش عمل کنند (Azuma *et al*., 2010). نتایج شیدائی و همکاران (Sheidaei *et al*., 2016) نشان داد طی انبارداری طولانی مدت از کیفیت بذر کاسته و به‌تدریج فرسودگی می‌یابد و بین فرسودگی بذر و میزان قندهای محلول و پروتئین بذر رابطه معکوسی وجود دارد و با افزایش پیری و فرسودگی بذر از میزان آن‌ها کاسته می‌شود. برخی از این تغییرات که طی پرایمینگ رخ می‌دهد شامل ترمیم غشاها، افزایش سنتز پروتئین و پویایی بیشتر ذخایر قندی و پروتئینی هستند (Bittencourt *et al*., 2005). پرایمینگ بذور باعث افزایش سازگاری گیاه به شوری و کاهش اثرات سمیت یونی در شرایط شوری می‌شود که به‌دلیل توانمندی بالاتر تعدیل اسمزی، کاهش جذب سدیم، افزایش جذب پتاسیم و افزایش سنتز کربوهیدرات‌های محلول نسبت به گیاهان شاهد در شرایط شوری است (Sivritepe *et al*., 2005).

درصد روغن کل

درصد روغن کل در این آزمایش با شروع تنش شوری ابتدا افزایش و سپس با شدت گرفتن تنش شوری روند نزولی به خود گرفت. در حالی که در بذور فرسوده رابطه معکو سی بین درجه فر سودگی و در صد روغن کل وجود داشت. با نظر بر نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) مشخص شد اثر سطوح مختلف شوری، فرسودگی و پرایمینگ و نیز برهمکنش بین آن‌ها بر میزان تغییرات درصد روغن در سطح یک درصد معنی دار بود. نتایج حاصل از مقایسه میانگین (جدول ۵) حاکی از آن است کم‌ترین درصد روغن کدو پوست کاغذی (۱۲/۶۶) در بذور شاهد تحت تنش فرسودگی ۷۵٪ مشاهده شد. بیشترین درصد روغن کل (۲۱/۲۱) در شرایط تنش شوری با غلظت ۱۵۰ میلی مول و تیمار فرسودگی در سطح شاهد همچنین در پیش‌تیمار با هورمون اسپرمیدین بدست آمد. گزارش شده است با افزایش تنش‌های محیطی، شاخص‌های مربوط به مصرف مواد ذخیره‌ای بذر کاهش می‌یابد (Mohammadi, 2013). در بررسی انجام شده مشخص شد با افزایش زمان انبارداری افزون بر افزایش اسیدهای چرب آزادشده، ادغام ریزکیسه[1]های گیاهی به افزایش نشت سلولی منجر می‌شود (Sveinsdottir, 2009). اثر پیش‌تیمارهای مختلف بذر تحت شرایط تنش نشان داد ا ستفاده از پرایمینگ سبب افزایش مصرف مواد ذخیره‌ای بذر می‌شود. افزایش مصرف مواد ذخیره‌ای در بذر تیمار شده چندین گیاه گزارش شده است (Ansari and SharifZadeh 2012; Sheykhbaglou *et al*., 2014). در نتیجه بررسی انجام شده چنین به نظر می‌رسد شرایط تنش مانع تحرک ذ خایر و دست نخوردن میزان روغن بذر خواهند شد در نتیجه مقدار روغن بیشتری در بذر باقی می‌ماند. از طرفی پیش‌تیمار باعث تحرک بیشتر ذ خایر گردیده و منجر به فراهمی بیشتر ذخایر جهت استفاده در مراحل جوانه‌زنی می‌شود.

میزان سدیم

جدول نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان می‌دهد اثر سطوح مختلف شوری، فرسودگی و پرایمینگ و نیز اثرات متقابل آن‌ها بر میزان تغییرات سدیم در سطح یک درصد معنی دار بود. نتایج حاصل از جدول مقایسه میانگین (جدول ۲) حاکی از آن است کم‌ترین میزان سدیم (۰/۴۵۸ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) در بذور پرایم شده با بنزیل آمینوپورین و شرایط بدون تنش دیده شد. تغییر در میزان سدیم تحت تاثیر فرسودگی به‌صورت ناچیز بود، اما شرایط شوری منجر به افزایش در میزان آن گردید. پرایمینگ بذور با تیمارهای مختلف باعث شد تا میزان سدیم موجود در بافت ریشه‌چه کاهش یابد در این بین کم‌ترین تاثیر مربوط به هورمون جیبرلین و بیشترین مربوط به بنزیل‌آمینوپورین بود. بیشترین میزان سدیم (۳/۲۱۶ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) در بذور شاهد و تحت تنش شوری با غلظت ۱۵۰ میلی‌مول و درجه فرسودگی ۷۵٪ بود. اثرات نمک بر گیاهان در نتیجه افزایش غلظت محلول‌های یونی در محیط ریشه می‌باشد این امر جذب رطوبت توسط گیاه را مختل می‌کند در حالی که تنش سدیم به علت تغییرات نسبت یون سدیم به پتاسیم به‌وجود می‌آید. همچنین، اثر سوء تنش شوری بر گیاهان می‌تواند نتیجه ایجاد سمیت توسط Cl^-,Na^+ و تنش اسمزی باشد (Chinnusamy *et al*., 2005). به طور کلی گیاهان تنش نمک را هم به‌صورت یونی و هم از طریق سیگنال‌های استرس اسمزی احساس می‌کنند. همچنین گیاهان می‌توانند افزایش Na^+ را از طریق سطح غشای پلاسمایی بوسیله پروتئین‌های تراغشایی و آنزیم‌های حساس به Na^+ احساس نمایند (Chinnusamy *et al*., 2005). گزارشی مبنی بر تاثیر فرسودگی بذر بر میزان جذب شده سدیم در ریشه‌چه ارایه نشده است. گزارش شده است تنش شوری سبب افزایش غلظت سدیم وکاهش غلظت پتاسیم اندام هوایی گیاهچه‌های کدو تخم کاغذی می‌شود. همچنین، در این

[1] Vesicle

ازمایش عنوان شده است پرایمینگ تاثیری بر میزان سدیم بذور شاهد نداشت اما در زمان تنش شوری منجر به کاهش آن شد (Gholamalipour, 2010) که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. پرایمینگ بذر منجر به کاهش تجمع سدیم و پتاسیم می‌گردد، می‌تواند شرایط مناسبی برای تحمل شوری در گیاه ایجاد کند (Hu and Schmindhalter, 1997). گیاهان متحمل به تنش شوری توانایی محدود کردن انتقال سدیم و رسوب در ریشه‌ها را دارند این امر منجر به حفاظت از فرایندهای متابولیکی درون سلولی می‌گردد (Razmjoo *et al*., 2008) که در گیاه حساس به شوری مانند کدو پوست کاغذی عکس این حادثه رخ می‌دهد. به نظر می‌رسد پرایمینگ از طریق تاثیر بر رشد ریشه و افزایش آن منجر به کاهش غلظت سدیم در ریشه می‌گردد.

نتیجه‌گیری کلی

مهم‌ترین هدف این پژوهش بررسی تاثیر متقابل تنش شوری و فرسودگی بر جوانه‌زنی بذر و بهبود شرایط از طریق پرایمینگ با مواد مختلف بود. با توجه به نتایج به دست آمده هورمون پرایمینگ جیبرلین بیشتر از سایر تیمارها بر شرایط نامساعد غلبه کرد اما سایر تیمارها نیز نتایج قابل قبولی داشتند. با این وجود Gr24 و اسپرمیدین در شرایط تنش و بدون تنش (شاهد) توانایی زیادی در بهبود جوانه‌زنی بذر داشتند. به نظر می‌رسد می‌توان در پژوهش بعدی از بهترین نتایج این آزمایش برای کوتینگ بذر استفاده کرد.

منابع

Reference

AhmadiMousavi, A., S.T. Manouchehri Kalantari, and M. Turkzadeh. 2007. The effect of brassinosteroids on the accumulation of malondialdehyde, proline, sugar and photosynthetic pigments in rapeseed was dehydrated. Iranian J. Biol. 18(4): 295-306. (In Persian)

Ahmadloo, F., M. Tabari, and B. Behtari. 2012. Effect of water stress and accelerated ageing on some physiological characteristics of Pinus brutia Ten. seeds. Iran. J. Range. For. Plant Breed. Genet. Res. 19(2): 345-358. (In Persian)

Akbari Quzhi, E., A. Izadi Darbandi, A. Borzoi, and A. Majd Abadi. 2010. An investigation on morphologic changes in Wheat (*Triticum aestivum* L.) genotype on salinity condition. J. Sci. Technol. Greenhouse Cult. 4: 71-82. (In Persain)

Akram Gaderi, F., B. Kamkar, and A. Soltani. 2008. Seed Science and Technology. Jihad-e- Daneshgahi of Mashhad University Press, Iran.

Ansari, O., and F. Sharifzadeh. 2012. Slow moisture content reduction (SMCR) Can improve some seed germination in primed seeds of Mountion Rye (*Secale montanum* L.) under accelerated aging conditions. J. Seed Sci. Technol. 3(2): 68-76. (In Persian)

Ansari, O., M.S. Azadi, F. Sharif-Zadeh, F. and E. Younesi. 2013. Effect of hormone priming on germination characteristics and enzyme activity of mountain rye (*Secale montanum*) seeds under drought stress conditions. J. Physiol. Biochem. 9 (3): 61-71.

Ashraf, M., and T. McNeielly. 2004. Salinity tolerance in Brassica oil seeds. Crit. Rev. Plant Sci. 23: 157-174.

Association of Official Seed Analysts (AOSA). 2000. Rules for Testing Seeds. AOSA, Washington D.C.

Azuma, R., N. Ito, N. Nakayama, R. Suwa, N.N. Tran, J.A. Larrinaga-Mayoral, M. Esaka, H. Fujiyama, and H. Saneoka. 2010. Fruits are more sensitive to salinity than leaves and stems in pepper plants (*Capsicum annuum* L.). Sci. Hortic. 125: 171-178.

Baatour, O., R. Kaddour, W. Aidi Wannes, M. Lachaal, and B. Marzouk. 2009. Salt effects on the growth, mineral nutrition, essential oil yield and composition of marjoram (*Origanum majorana*). Acta Physiol. Planta. 32: 45-51

Bahari, A., H. Pirdashti, and M. Yaghubi. 2013. The effects of amino acid fertilizers spraying on photosynthetic pigments and antioxidant enzymes of wheat (*Triticum aestivum* L.) under salinity stress. Int. J. Agron. Plant Prod. 4: 787-793.

Bastam, N., B. Baninasab, and C. Ghobadi. 2013. Improving salt tolerance by exogenous application of salicylic acid in seedlings of pistachio. Plant Growth Regul. 69: 275-284.

Bittencourt, M.L.C., D.C. Dias, L.A. Dias, and E.F. Araújo. 2005. Germination and vigor of primed Asparagus seeds. Sci. Agricola. 62(4): 319-324

Bruisma. J. 1963. The quantitative analysis of chlorophyll a and b in plant extract. J. Photochem. Photobiol. 12: 241-249.

Chaparzadeh, N., and L. Zarandi Miandoab. 2011. The effects of salinity on pigments content and growth of two canola (*Brassica napus* L.) cultivars. Plant Biol. 9: 13-26.

Chattopadayay, M.K., B.S. Tiwari, G. Chattopadhayay, A. Bose, D.N. Sengupta, and B. Ghosh. 2002. Protective role of exogenous polyamines on salinity-stressed rice (*Oryza sativa*) plants. Physiol. Planta. 16: 192-199.

Chinnusamy, V., A. Jagendorf, J.K. Zhu. 2005. Understanding and Improving salt tolerance in plant. Crop Sci. 45:437-448.

Dai, S., T. Wang, X. Yan, and S. Chen. 2007. Proteomics of pollen development and germination. J. Proteome Res. 6(12): 4556-4563.

Da Silva, E.A.A., P.E. Toorop, J. Nijsse, J.D. Bewley, and H.W.M. Hilhorst. 2005. Exogenous gibberellins inhibit coffee (*Coffea arabica* cv. *Rubi*) seed germination and cause cell death in the embryo. J. Exp. Bot. 56 (413): 1029 1038.

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

Dkhil, B.B., and M. Denden, 2010. Salt stress induced changes in germination, sugars, starch and enzyme of carbohydrate metabolism in *Abelmoschus esculentus* L. (Moench.) seeds. Afr. J. Agric. Res. 5(12): 1412-1418.

Doman, D.C., J.C. Walker, R.N. Trelease, and B.D. Moore. 1982. Metabolism of carbohydrate and lipidreserves in germinated cotton seeds. Planta. 155(6):502-510.

Dubois, M., K.A. Gilles, J.K. Hamilton, P.A.T. Rebers, and F. Smith. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Anal. Chem. 28(3): 350-356.

Fazel Kakhaki, F., A. Nazemi, M. Parsa, and M. Kafi. 2014. Evaluation of germination indices and seedling growth of native sesame under salinity stress. Environ. Stresses Agric. Sci. 7 (2): 232-217. (In Persian)

Farhangi-Abriz, S., and S. Torabian. 2017. Antioxidant enzyme and osmotic adjustment changes in bean seedlings as affected by biochar under salt stress. Ecotoxicol. Environ. Safety. 137: 64-70.

Farooq, M., S.M.A. Basra, E.A. Warraichand, and A. Khaliq. 2006. Optimization of hydropriming Technigues for rice seed invigoration. Seed Sci. Technol. 34: 529-534.

Ghasemi Pirbalouti, A.A., A.R. Golparvar, M. Riahi Dehkordi. 2007. The effect of different treatments on dormancy breaking and stimulation of seed germination of five species of medicinal plants in Chaharmahal and Bakhtiari region. J. Res. Construction. 74: 192-185. (In Persian)

Gholamalipour, R. 2010. The effect of seed priming on vegetative growth and salinity tolerance in squash (*Cucurbita pepo var. Styriaca*) under salinity stress. J. Agric. Plant Breed. (6) 2: 52-43. (In Persian)

Gholami Tileh-boni, H., M. Salehi Balashahri, and R. Farhadi. 2012. The effect of Priming and deterioration of seed germination and seedling growth changes of rice (*Oryza sativa* L.). Seed Sci. Technol. 2(1): 1-13.

Golpayegani, A. and H. Gholami-Tilebeni. 2011. Effect of biological fertilizers on biochemical and physiological parameters of basil (*Ociumum basilicm* L.) medicine plant. Amer. Eur. J. Agric. Environ. Sci. 11(3): 445-450.

Hajiboland, R., N. Ebrahimi, and C.H. Poschenrieder. 2012. Bound Putrescine, a Distinctive Player under Salt Stress in the Natrophilic Sugar Beet in Contrast to Glycophyte Tobacco. J. Sci. 32(2): 105-114.

Hörtensteiner, S., and U. Feller. 2002. Nitrogen metabolism and remobilization during senescence. J. Exp. Bot. 53: 927-937.

Hu, Y., and U. Schmidhalter. 1997. Interactive effects of salinity and macronutrient level on wheat. J. Plant Nutr. 20: 1169-1182

Hukmani, P., and B.C. Tripathy. 1994. Chlorophyll biosynthetic reactions during senescence of excised barley (*Hordeum vulgare L.* cv *IB 65*) leaves. Plant Physiol. 105: 1295-1300.

Jaleel, C.A., P. Manivannan, A. Wahid, M. Farooq, H. Jasim, R. Somasundaram, and R. Pannerselvam. 2009. Drought stress in plants: a review on morphological characteristics and pigments composition. Int. J. Agric. Biol. 11: 100-105.

Jellin, J.M., P. Gregory, F. Batz, K. Hitchhens, S. Burson, K. Shaver, and K. Palacioz. 2000. Natural Medicines Comprehensive Database. Pharm. Lett. 1530.

Kader, M.A., 2005. A comparison of seed germination calculation formulae and the associated interpretation of resulting data. J. Proc. Royal Soc. New South Wales. 138: 65–75.

Kafii, M., A. Eishi Rezaii, M. Hagighikhah, and S. Gorbanim. 2010. Effect of salinity and seed priming on germination and seedling characteristics of two medicinal citrus species. J. Agric. Ecol. Res. 2: 245-255.

Kaya, C., D. Higgs, and H. Kirnak. 2001. The effects of high salinity (NaCl) and supplementary phosphorus and potassium on physiology and nutrition development of spinach. Bulg. J. Plant Physiol. 27: 47-59.

Khaje-hosseini, M., A.A. Powell, I.J. Bingham. 2003. The interaction between salinity stress and seed vigour during germination of soybean seeds. Seed Sci. Technol. 31: 715-725.

Ma, N., C. Hu, L. Wan, Q. Hu, J. Xiong, and C. Zhang. 2017. Strigolactones improve plant growth, photosynthesis, and alleviate oxidative stress under salinity in rapeseed (*Brassica napus* L.) by regulating gene expression. Front. Plant Sci. 8: 1671. doi:10.3389/fpls.2017.01671.

Magistrate, N., H. Evangelical, and C. Ktably. 2012. Effects of salt stress induced by sodium chloride on growth and biological nitrogen fixation in soybean cultivars. Seed Sci. Technol. 26: 131-137.

Masoumi, A., M. Kafi, H.R. Khazaei, and K. Davari. 2010. Effect of drought stress on water status, electrolyte Leakage and enzymatic antioxidants of Kochia (*Kochia scoparia*) under saline conditions. Pak. J. Bot. 42 (5): 3517-3524.

Mohammadi, H. 2013. The Role of Priming on Seed reserve Utilization and Germination of Barley (*Hordeumvulgare* L.) Seeds under Drought Stress. Int. J. Agron. Plant Prod. 4(10): 2543-2547. (In Persian)

Neto, N.B.M., S.M. Saturnino, D.C. Bomfim, and C.C. Custodio. 2004. Water stress induced by mannitol and sodium chloride in soybean cultivars. Braz. Biol. Technol. 47: 521-529.

Ono, Y., S. Wada, M. Izumi, A. Makino, and H. Ishida. 2013. Evidence for contribution of autophagy to Rubisco degradation during leaf senescence in Arabidopsis thaliana. Plant Cell Environ. 36: 1147-1159.

Perez, M.A., Aiazzi, M.T., Arguello, J.A. 1994. Physiology of seed vigour in groundnuts (*Arachis hypogaea* L.) in relation to low temperatures and drought. Agropec. Manfredi. 1: 13-23.

Pouri, K., F. Akbari, and F. Ghaderrifar. 2012. Reaction deteriorated seeds of cotton to salinity during germination and seedling growth. J. Plant Prod. Res. 19(2): 53-68.

Rajabi, R., and K. Postini. 2005. Effects of NaCl on thirty cultivars of bread wheat seed germination. Agric. Sci. J. 27: 29-45.

Razmjoo, K., P. Heydarizadeh, and M.R. Sabzalian. 2008. Effect of salinity and drought stresses on growth parameters and essential oil content of Matricaria chamomile. Int. J. Agric. Biol. 10: 451-454.

Reddy, M.P. and A.B. Vora. 2005. Salinity induced changes in pigment composition and chlorophyllase activity of chelidonium. Indian J. Plant Physiol. 29: 331-334.

Rezvani Aqdam, A. 2011. The effect of soaking time and electrical conductivity of water used for hydropriming on germination factors of native white onion mass of Kashan. 1st Nat. Cong. New Agric. Sci. Technol. Zanjan, Zanjan University.

Sedghi, M., A. Nemati, and B. Esmaielpour. 2010. Effect of seed priming on germination and seedling growth of two medicinal plants under salinity. Emir. J. Food Agric. 22(2): 130-139.

Sevengor, S., F. Yasar, S. Kusvuran, and S. Ellialtioglu. 2011. The effect of salt stress on growth. chlorophyll content, lipid peroxidation and antioxidative enzymes of pumpkin seedlings. Afr. J. Agric. Res. 6: 4920-4924.

Sharma, S., S. Gambhir, and S.K. Munshi. 2007. Changes in lipid and carbohydrate composition of germinating soybean seeds under different storage conditions. Asian J. Plant Sci. 6: 502-507.

Sharma, A.D., S.V.S. Rathore, R.K. Kalyani Srinivasan Tyagi. 2014. Comparison of various seed priming methods for seed germination, seedling vigour and fruit yield in okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench). Sci. Hortic. 165: 75-81.

Sheidaei, S., H. Heidari Sharisabad, A. Hamidi, G. Noormohammadi, and A. Moghaddam. 2016. Effect of storage condition, initial seed moisture content and germination on soybean seed deterioration. Iranian J. Seed Res. 2 (2): 31-47. (In Persian).

Sheykhbaglou, R., S. Rahimzadeh, O. Ansari, and M. Sedghi. 2014. The effect of salicylic acid and gibberellin on seed reserve utilization, germination and enzyme activity of Sorghum (*Sorghum bicolor* L.) seeds under drought stress. J. Stress Physiol. Biochem. 10(1):5-13.

Singh Gill, S., and N. Tuteja. 2010. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants: a review. Plant Physiol. Biochem. 48: 909-930.

Sivritepe, H.O., N. Sivritepe, A. Eriş, and E. Turha. 2005. The effects of NaCl pre-treatments on salt tolerance of melons grown under long-term salinity. Hortic. Sci. 106: 568-581.

Soltani, E., and A. Soltani, 2015. Meta-analysis of seed priming effects on seed germination, seedling emergence and crop yield: Iranian studies. Int. J. Plant Prod. 9(3): 413-432. (In Persian)

Sudhir, P., and S.D. Murthy. 2004. Effects of salt stress on basic processes of Photosynthesis. Photosynt. 42: 481-486.

Sultana, N., T. Ikeda, and R. Itoh. 1999. Effect of NaCl salinity on Photosynt hesis and dry matter accumulation in developing rice grain. Environ. Exp. Bot. 42: 211-220.

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

Sveinsdottir, H., F. Yan, and Y. Zhu. 2009. Seed ageing-induced inhibition of germination and postgermination root growth is related to lower activity of plasma membrane H^+-ATPase in maize roots. J. Plant Physiol. 166: 128-135.

Varier, A., A.K. Vari, and M. Dadlani. 2010. The subcellular basis of seed priming. Curr. Sci. 99(4): 450-456.

Yaniv, Z., E. Shabelsky, and D. Schafferman. 1999. Colocynth: Potential Arid Land Oilseed from an Ancient Cucurbit. Pp 25-261. In J. Janick (ed.). Perspectives on new crops and new uses. ASHS Press, Alexandria, VA.

Zhu, J.K. 2016. Abiotic stress signaling and responses in plants. Cell. 167: 313-324.

Zörb, C., C.M. Geilfus, and KJ. Dietz. 2019. Salinity and crop yield. Plant Biol. 21:31-38