علوم و تحقیقات بذر ایران
سال پنجم/ شماره چهارم/ ۱۳۹۷ (۱۱ - ۱)

DOI: 10.22124/jms.2018.2941

اثر پرایمینگ بذر با اسید سالیسیلیک بر شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه چای ترش (*Hibiscus sabdariffa*) توده بومی سیستان تحت تنش خشکی

الهه احمدپور دهکردی[۱]، عبدالرزاق دانش شهرکی*[۲]، پریسا خسروی لمجیری[۱]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۳/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۳

چکیده

به‌منظور بررسی اثر پرایمینگ بذر با اسید سالیسیلیک بر شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه چای ترش تحت تنش خشکی، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. عامل اول شامل سطوح مختلف تنش خشکی در چهار سطح (۰، ۲- ، ۴- و ۶- بار) و فاکتور دوم شامل سطوح مختلف اسید سالیسیلیک در چهار سطح (۰، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ میلی‌مولار) بود. صفات اندازه‌گیری شده شامل درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، میانگین زمان جوانه‌زنی، ضریب سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و وزن خشک گیاهچه بود. نتایج نشان داد که در بین سطوح اسید سالیسیلیک پرایمینگ با سطح ۱ میلی مولار به ترتیب سبب افزایش ۴۲ و ۱۴ درصدی سرعت جوانه‌زنی و ضریب سرعت جوانه‌زنی در مقایسه با تیمار شاهد شد. غلظت ۰/۵ میلی مولار اسید سالیسیلیک نیز به ترتیب باعث افزایش ۱۷، ۱۸ و ۲۷ درصدی طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و وزن خشک گیاهچه در مقایسه با تیمار شاهد گردید. پرایمینگ میانگین زمان جوانه‌زنی را به‌طور معنی‌داری در شرایط تنش خشکی کاهش داد. تنش خشکی نیز سبب کاهش کلیه صفات مورد بررسی به جز متوسط زمان جوانه‌زنی گردید. در مجموع نتایج نشان داد که پیش تیمار بذر چای ترش با اسید سالیسیلیک در شرایط تنش خشکی می‌تواند تا حدی موجب افزایش مقاومت این گیاه و بهبود جوانه‌زنی آن در مراحل اولیه جوانه‌زنی و رشد گیاه گردد.

واژه‌های کلیدی: بهبود بذر، تنش خشکی، تیمار بذر، سرعت جوانه‌زنی، گیاهان دارویی

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
۲- استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
*نویسنده مسئول: ar_danesh2000@yahoo.com

مقدمه

چای ترش یا چای مکی با نام انگلیسی Roselle و نام علمی *Hibiscus sabdariffa* L. گیاهی است یکساله که بومی آفریقا می‌باشد و به سرما و یخبندان بسیار حساس است (Seghatoleslami *et al*., 2013). این گیاه جهت استفاده خوراکی از کاسبرگ‌ها و جهت استفاده از الیاف یا چوب، یا هر دو مورد، کشت می‌شود (Askari and Solangi, 1995). علی‌رغم این‌که دانه‌های این گیاه تا حدودی تلخ است ولی به دلیل داشتن میزان پروتئین بالا در آفریقا در وعده‌های غذایی مردم قرار می‌گیرد و به علاوه از دانه‌های بو داده آن به‌عنوان جایگزینی برای قهوه استفاده می‌شود. همچنین دانه‌ها حاوی مقدار قابل توجهی روغن که شبیه روغن پنبه دانه است، می‌باشد (Mohammed *et al*., 2007). کشت این گیاه در سراسر جهان به دلیل کاربردهای دارویی در حال توسعه است. مصرف چای ترش موجب جلوگیری از سرطان، کاهش فشار خون و بهبود کارایی دستگاه گوارش انسان می‌گردد. استفاده از عصاره کاسبرگ چای ترش می‌تواند درمانی مؤثر برای بیماران مبتلا به کلیه باشد (Prasongwatana *et al*., 2008).

تنش خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده رشد و تولید محصول در سراسر دنیا به شمار می‌آید. این تنش از طریق ایجاد تغییرات آناتومیک، مورفولوژیک، فیزیولوژیک و بیوشیمیایی بر جنبه‌های مختلف رشد و نمو گیاه تأثیر می‌گذارد (Prisco *et al*., 1992). گزارش‌های متعدد حاکی از آن است که بذرهایی که بتوانند در مرحله جوانه‌زنی واکنش مناسبی نسبت به تنش خشکی نشان دهند، در مرحله گیاهچه‌ای رشد بهتری داشته و سیستم ریشه‌ای توسعه یافته‌تری را تولید می‌کنند (Halmer, 2004). بنابراین، سرعت جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه در شرایط تنش، نقش مهمی را در افزایش رشد گیاه ایفا می‌کنند. یکی از تکنیک‌های ساده‌ای که به منظور افزایش سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی در مزرعه و ظهور گیاهان مقاوم استفاده می‌شود پرایمینگ بذر می‌باشد (Ashraf and Foolad, 2007). این تکنیک به تیمارهای خاصی گفته می‌شود که برای افزایش درصد و یکنواختی جوانه‌زنی بذر و بهبود رشد گیاهچه‌ها و شاخص‌های بنیه بذر به کار گرفته می‌شود (Ansari and Sharif zadeh, 2010). پرایمینگ با کاهش مرحله توقف، بین مرحله آبنوشی و جوانه‌زنی و تغییر وقایع جوانه‌زنی و همین‌طور بازسازی متابولیکی صدمات وارد شده به بذر موجب بهبود جوانه‌زنی می‌شود.

سالیسیلیک اسید از ترکیباتی است که جهت بهبود جوانه‌زنی بذر به کار می‌رود (El-Tayeb, 2005). مکانیسم عمل سالیسیلیک اسید در برابر تنش‌ها به نقش آن در تنظیم آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و ترکیبات دارای گونه‌های اکسیژن فعال در گیاه برمی‌گردد (Khan, *et al*., 2003; Shi and Zhu. 2008).

اسید سالیسیلیک از طریق افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، گیاه را از صدمات به دست آمده از واکنش‌های اکسیداتیو حفظ می‌کند. استفاده از اسید سالیسیلیک به صورت کاربرد بذری در گیاهان گوجه‌فرنگی و لوبیا میزان مقاومت به تنش‌هایی همچون گرما، خشکی و سرما را افزایش داد (Senaranta *et al*., 2002). مشاهده شد که کاربرد خارجی سالیسیلک اسید باعث تحریک جوانه‌زنی می‌شود (Shakirova *et al*., 2003). در مطالعه‌ای با بررسی اثر پرایمینگ بذر برنج با اسید سالیسیلیک (با غلظت ۱۰ و ۲۰ پی‌پی‌ام به مدت ۴۸ ساعت) بیان داشتند که تیمار اولیه با اسید سالیسیلیک باعث افزایش قوه نامیه بذر در شرایط تنش خشکی شد (Farooq *et al*., 2006). آن‌ها همچنین گزارش کردند که استفاده از این روش باعث جوانه‌زنی یکنواخت و سریع بذرهای تیمار شده گردید و طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن تر و خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه را در شرایط تنش خشکی افزایش داد. در بررسی اثر اسید سالیسیلیک بر جوانه‌زنی گندم تحت شرایط تنش خشکی مشاهده شد که اسید سالیسیلیک اثر تحریک کننده و مثبت بر جوانه‌زنی گندم دارد (Singh and Usha, 2003).

با توجه به این‌که مرحله جوانه‌زنی و استقرارگیاهچه اهمیت ویژه‌ای در تعیین تراکم نهایی بوته در واحد سطح دارد و از مهم‌ترین مراحل در چرخه زندگی گیاه می‌باشد، این آزمایش با هدف بررسی عکس‌العمل گیاه دارویی چای ترش نسبت به سطوح مختلف تنش خشکی در مرحله جوانه‌زنی و تأثیر اسید سالیسیلیک به عنوان تیمار پرایمینگ

بر شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه‌های چای ترش تحت تنش خشکی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در آزمایشگاه تکنولوژی بذر دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد به اجرا درآمد. بذر گیاه چای ترش توده محلی منطقه سیستان خرداد ماه ۱۳۹۴ از بذور تولیدی سال ۱۳۹۳، از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شد. تیمارها شامل اسید سالیسیلیک در چهار سطح (۰، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ میلی‌مولار) به عنوان فاکتور اول و پتانسیل آب در چهار سطح (۰، ۲- ، ۴- و ۶- بار) به عنوان فاکتور دوم بودند. به منظور ایجاد تنش خشکی از پلی اتیلن گلایکول ۶۰۰۰ و به میزان ۳۰ میلی لیتر برای هر تیمار استفاده شد. به منظور تهیه پتانسیل‌های مورد نظر، مقادیر PEG_{6000} با استفاده از معادله میچل و کافمن (Michel and Kaufmann, 1937) محاسبه شد:

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

Ψ_s = پتانسیل اسمزی (بار)؛ C = غلظت (گرم بر لیتر)؛ T =دما (درجه سانتی‌گراد)

به منظور اعمال تیمارهای پرایمینگ، بذور پس از ضدعفونی سطحی با آب معمولی و آب مقطر، به مدت ۱۰ ثانیه در اتانول ۷۰ درصد قرار داده و پس از شست و شو با آب مقطر به مدت ۱۰ دقیقه در محلول هیپوکلریت سدیم ۱۰ درصد قرار گرفتند و در نهایت چندین بار با آب مقطر شست و شو داده شدند. سپس بذور ضدعفونی شده را در پتری‌های ۹ سانتی‌متری ریخته و به هر پتری ۲۰ میلی‌لیتر از محلول‌های مورد نظر تهیه شده، اضافه شد (بذور در سطح صفر میلی‌مولار اسید سالیسیلیک درون آب مقطر قرار گرفتند) و در نهایت پتری‌ها به مدت ۸ ساعت در شرایط تاریکی و در دمای ثابت ۲۵ درجه سانتی‌گراد در ژرمیناتور (Metwally *et al*., 2003) قرار گرفتند. پس از سپری شدن زمان مورد نظر پرایمینگ، بذور پرایم شده را چندین مرتبه با آب مقطر شست و شو داده به گونه‌ای که مواد موجود در سطح بذور کاملاً شسته شود و به منظور خشک کردن، بذور به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق قرار گرفتند. برای تعیین بهترین مدت زمان خشک کردن بذور، ابتدا تعداد مشخصی بذر (۵۰ عدد) شمارش شد و وزن اولیه آنها با ترازوی ۳ صفر اندازه‌گیری شد. پس از پرایمینگ، بذور را هر ۸ ساعت وزن نموده تا جایی که به وزن اولیه خود برسند. سپس، ۲۵ عدد از بذرهای خیس خورده در محلول اسید سالیسیلیک، لابه‌لای کاغذ جوانه‌زنی (BP) کشت شدند. بذور کشت شده به روش BP درون جعبه جوانه‌زنی در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد به مدت ۱۰ روز (ISTA, 2009) در ژرمیناتور قرار گرفته و در پایان آزمایش جوانه‌زنی پس از شمارش گیاهچه‌ها،۱۰ گیاهچه از هر واحد آزمایشی انتخاب و سپس طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه آن‌ها با استفاده از خط‌کش اندازه‌گیری گردید (Baraani Dastjerdi *et al*., 2014). به‌منظور تعیین وزن خشک گیاهچه، گیاهچه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد در آون قرار داده شدند. پس از شمارش روزانه تعداد بذور جوانه‌زده، درصد جوانه‌زنی از رابطه ۱ محاسبه گردید (Ikic *et al*., 2012):

$$GP = \left(GS / TS\right) \times 100 \qquad \text{رابطه (۱)}$$

که در این رابطه GP، GS و TS به ترتیب درصد جوانه‌زنی، تعداد بذر جوانه‌زده و تعداد کل بذر کشت شده می‌باشند.

سرعت جوانه‌زنی از رابطه ۲ محاسبه شد (Karta and Bekele, 2012):

$$GR = \Sigma\ (Gt / Dt) \qquad \text{رابطه (۲)}$$

GR = سرعت جوانه‌زنی، Gt = تعداد بذور جوانه‌زده در روز t ام، Dt = زمان پس از کشت مرتبط با Gt بر حسب روز، متوسط زمان جوانه‌زنی از رابطه ۳ محاسبه گردید (Ellis and Roberts, 1981):

$$MGT = \Sigma\ Dn / N \qquad \text{رابطه (۳)}$$

MGT = متوسط زمان جوانه‌زنی، D = تعداد روزها از شروع جوانه‌زنی، n = تعداد بذر جوانه‌زده در روز d ام، N= تعداد کل بذور جوانه‌زده

ضریب سرعت جوانه‌زنی با استفاده از رابطه ارائه شده توسط کوتوسکی (Kotowski, 1926) محاسبه شد.

$$CVG = [N / \sum nt] \times 100 \qquad \text{رابطه (۴)}$$

n = بذوری که در زمان t جوانه زده‌اند، N = تعداد کل بذور جوانه‌زده در پایان آزمایش

داده‌های حاصل از آزمایش با نرم افزار آماری SAS تجزیه و مقایسه میانگین ها نیز با نرم افزار MSTATC و آزمون LSD در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که تنش خشکی اثر معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، ضریب سرعت جوانه‌زنی و متوسط زمان جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و وزن خشک گیاهچه داشت (جدول ۱). بیشترین مقدار ضریب سرعت جوانه‌زنی مربوط به تیمار شاهد و کمترین آن در تیمار ۶- بار بود (جدول ۲). در مورد شاخص متوسط زمان جوانه‌زنی نتایج معکوسی به‌دست آمد و بیشترین مقدار مربوط به تیمار ۶- بار بود (جدول ۲). با افزایش شدت تنش خشکی مدت زمان جوانه‌زنی بذور افزایش یافت که با نتایج سایر محققین مطابقت می‌کند (Mazaheri Tirani and Kalantari, 2006).

اثر پرایمینگ بذور نیز بر شاخص‌های ضریب سرعت جوانه‌زنی و میانگین زمان جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و وزن خشک گیاهچه معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین ضریب سرعت جوانه‌زنی در تیمار ۱ میلی مولار اسید سالیسیلیک با میانگین ۳۹/۹۲ درصد حاصل شد که تفاوت معنی‌داری با تیمار ۱/۵ میلی مولار نداشت. کمترین آن نیز در تیمار شاهد با میانگین ۳۴/۸۳ درصد به‌دست آمد (جدول ۲). کمترین و بیشترین میزان میانگین زمان جوانه‌زنی، به ترتیب در تیمارهای ۱/۵ میلی مولار و شاهد مشاهده گردید. بین تیمارهای ۰/۵ و ۱/۵ میلی مولار و همچنین ۱ و ۱/۵ میلی مولار تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۲). نتایج حاصل از این آزمایش نشان‌دهنده افزایش معنی‌دار قوه نامیه بذر در شرایط پرایمینگ بذور با اسید سالیسیلیک می‌باشد. اثر تحریک‌کنندگی اسید سالیسیلیک بر جوانه‌زنی بذر جو گزارش شده است (El-Tayeb, 2005). در آزمایشی مشاهده شد که کاربرد خارجی اسید سالیسیلیک باعث تحریک جوانه‌زنی بذر می‌شود (Rajasekaran, 2002).

اثرات متقابل تنش خشکی و پرایمینگ بر درصد جوانه-زنی، سرعت جوانه‌زنی و طول ریشه‌چه معنی‌دار بود (جدول ۱). تنش خشکی سبب کاهش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی شد اما پرایمینگ بذور اثرات تنش را به صورت معنی‌داری کاهش داد (شکل ۱). بیشترین و کمترین درصد جوانه‌زنی به ترتیب در تیمار پتانسیل صفر بار و ۱ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک (۱۰۰ درصد) و پتانسیل ۶- بار و صفر میلی مولار اسید سالیسیلیک (۶/۶۶ درصد) مشاهده گردید (شکل ۱). کاهش درصد جوانه‌زنی تحت تأثیر تنش خشکی به کاهش رطوبت سلول و تأثیر آن بر ساخت پروتئین‌ها و ترشح هورمون‌ها نسبت داده شده و به‌طور کلی به‌دلیل کاهش پتانسیل آب سلول‌های در حال رشد، درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی کاهش می‌یابد (Mazaheri Tirani and Kalantari, 2006). سرعت جوانه‌زنی یکی از شاخص‌های مهم در ارزیابی تحمل به خشکی در مرحله جوانه‌زنی است، زیرا هر چه سرعت جوانه‌زنی بیشتر باشد، شانس سبز شدن تحت شرایط تنش بیشتر خواهد شد. بیان شده است که اگر جذب آب توسط بذر دچار اختلال گردد، فعالیت‌های متابولیکی جوانه‌زنی در داخل بذر به آرامی صورت خواهد گرفت، در نتیجه مدت زمان خروج ریشه‌چه از بذر افزایش و از این رو سرعت جوانه‌زنی کاهش می‌یابد (Mayer and Polijakoff-Mayber, 1989). چنین به نظر می‌رسد که کاهش جذب آب به‌وسیله بذر در اثر اعمال پتانسیل‌های آب منجر به کاهش درصد جوانه‌زنی بذر چای ترش گردید. اما پیش تیمار بذر با اسید سالیسیلیک موجب افزایش صفت مذکور در شرایط تنش گردید. در تنش‌های صفر، ۲- و ۴- بار بالاترین سرعت جوانه‌زنی مربوط به تیمار پرایمینگ ۱ میلی مولار اسید سالیسیلیک بود، اما در شرایط تنش ۶- بار تیمار پرایمینگ ۰/۵ میلی مولار بیشترین سرعت جوانه‌زنی را داشت که تفاوت معنی‌داری با تیمارهای شاهد، ۱ و ۱/۵ میلی مولار نداشت (شکل ۲). در شرایط تنش ۶- بار بین تیمارهای مختلف پرایمینگ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۲).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر پرایمینگ بذر و تنش خشکی بر شاخص‌های جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و وزن خشک گیاهچه

Table 1. Results of variance analysis (mean squares) of priming and drought stress on germination indices and root length, shoot length and seedling dry weight

منابع تغییر (Source of variance)	درجه آزادی (df)	درصد جوانه‌زنی Germination Percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination Rate	متوسط زمان جوانه‌زنی MGT	ضریب سرعت جوانه‌زنی CVG	طول ریشه‌چه Radicle Length	طول ساقه‌چه Shoot Length	وزن خشک گیاهچه Seedling Dry Weight
بلوک Replication	3	34.78^{ns}	0.143^{ns}	0.08^{ns}	22.42^{*}	1.05^{*}	1.71^{ns}	65.76^{**}
اسید سالیسیلیک Salicylic Acid	3	287.25^{**}	15.95^{**}	0.45^{**}	71.73^{**}	36.33^{**}	20.40^{**}	1.84^{**}
تنش خشکی Drought Stress	3	26687.58^{**}	473.91^{**}	2.74^{**}	489.93^{**}	96.62^{**}	92.98^{**}	3.79^{**}
اسید سالیسیلیک × تنش خشکی Salicylic Acid× Drought stress	9	147.13^{**}	2.18^{**}	0.05^{ns}	2.78^{ns}	1.42^{*}	1.01^{ns}	0.08^{ns}
خطا Error	45	24.83	0.33	0.03	5.81	0.31	1.28	0.09
ضریب تغییرات C.V.(%)		7.99	8.25	6.38	6.40	2.65	7.05	7.77

* و ** به ترتیب بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد؛ ns: عدم وجود تفاوت معنی‌دار

* and** indicate significant differences at 5% and 1% levels, respectively; ^{ns}: not significant.

در این پژوهش سرعت جوانه‌زنی در مقایسه با درصد جوانه‌زنی نسبت به تنش خشکی حساس‌تر بود. اسید سالیسیلیک به‌عنوان یک مولکول پیام رسان مهم در پاسخ به تنش‌های زیستی و غیر زیستی شناخته شده است که با تأثیر بر آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز و تنظیم‌کننده‌های اسمزی مثل پرولین، گلیسین و بتائین آثار ناشی از تنش خشکی، فلزات سنگین، گرما و سرما را کاهش می‌دهد (Senaranta *et al*., 2002). در بررسی اثر اسید سالیسیلیک بر جوانه‌زنی گندم تحت شرایط تنش خشکی دریافتند که اسید سالیسیلیک اثر تحریک‌کننده و مثبت بر جوانه‌زنی گندم دارد (Singh and Usha, 2003). در گیاه زیره سیاه در شرایط تنش خشکی کاربرد اسید سالیسیلیک باعث کاهش اثرات تنش خشکی در این گیاه گردید (Kabiri *et al*., 2012).

با افزایش تنش خشکی طول ساقه‌چه کاهش یافت. بیشترین طول ساقه‌چه در پتانسیل صفر بار با ۱۹/۳۳ میلی‌متر و کمترین آن در پتانسیل ۶- بار با ۱۳/۹۲ میلی‌متر مشاهده گردید (جدول ۳). نتایج برخی آزمایشات نیز کاهش طول ساقه‌چه را به دلیل اختلال در فعالیت‌های مؤثر در رشد بذر و همچنین کاهش سرعت جوانه‌زنی در اعمال پتانسیل اسمزی نشان داده‌اند (Kafi *et al*., 2005). چنین به نظر می‌رسد که اختلال در جذب آب به دلیل اعمال تنش خشکی، باعث کاهش یا عدم انتقال مواد غذایی از لپه‌ها شده که در نهایت، منجر به کاهش رشد ساقه‌چه می‌شود. علاوه بر آن، کاهش جذب آب توسط بذر به دلیل کاهش ترشح هورمون‌های مؤثر در تنظیم رشد و نمو گیاهچه باعث اختلال در رشد و در نتیجه کاهش طول ساقه‌چه می‌شود. با کاهش پتانسیل آب از صفر به ۶- بار، کاهش ۵۲/۴۲ درصدی در وزن خشک گیاهچه چای ترش مشاهده گردید (جدول ۳).

پرایمینگ بذور با اسید سالیسیلیک سبب افزایش معنی‌دار طول ساقه‌چه در مقایسه با تیمار شاهد شد. البته بین دو تیمار ۱ و ۱/۵ میلی مولار تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۳). غلظت‌های صفر و ۱ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک با ۲/۶۶ و ۳/۰۱ گرم به ترتیب کمترین و بیشترین وزن خشک گیاهچه را دارا بودند (جدول ۳). نتایج برخی آزمایشات نیز افزایش وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه را در

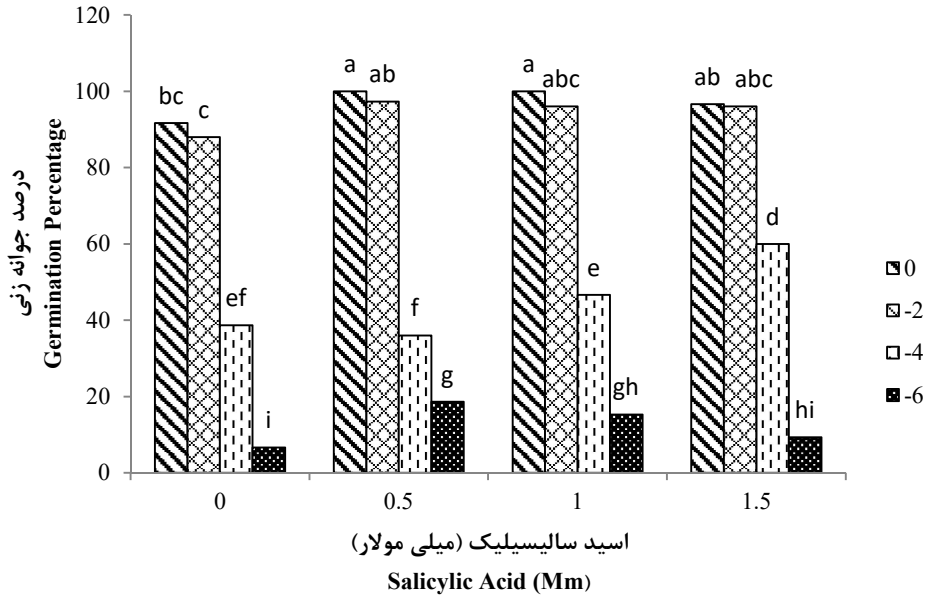
جدول ۲- مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بذر و تنش خشکی بر درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، ضریب سرعت جوانه‌زنی و میانگین زمان جوانه‌زنی

Table 2. Mean comparison effect of priming and drought stress on germination percent, germination rate (GR) coefficient of velocity of germination (CVG) and mean germination time (MGT)

تیمار (Treatment)		ضریب سرعت جوانه‌زنی CVG	متوسط زمان جوانه‌زنی (روز) MGT (day)
اسید سالیسیلیک (میلی مولار) (Mm) Salicylic Acid	0	34.83^{c}	2.94^{a}
	0.5	37.62^{b}	2.72^{b}
	1	39.92^{a}	2.54^{c}
	1.5	38.22^{ab}	2.66^{bc}
تنش خشکی (بار) Drought Stress (bar)	0	43.49^{a}	2.32^{c}
	-2	41.12^{b}	2.43^{c}
	-4	34.4^{c}	2.91^{b}
	-6	31.58^{d}	3.21^{a}

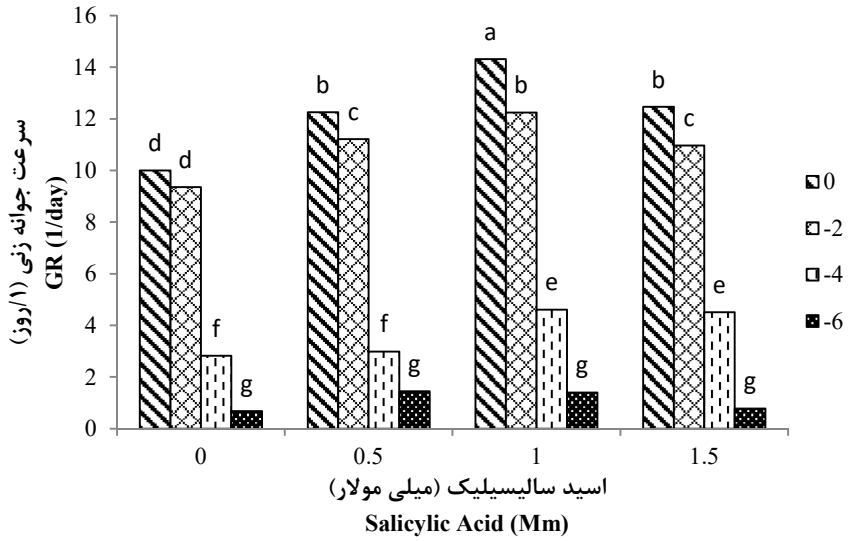
در هر ستون، میانگین هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک باشند براساس آزمون LSD تفاوت معنی داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند

In each column, means followed with at least one same letter(s) don't have significantly different at the 5% Probability level-Using LSD Test.



شکل ۱- اثرات متقابل پرایمینگ و تنش خشکی بر درصد جوانه‌زنی

Figure 1. Interactions of priming and drought stress on germination percent .



شکل ۲- اثرات متقابل پرایمینگ و تنش خشکی بر سرعت جوانه‌زنی

Figure 2. Interactions of priming and drought stress on germination rate

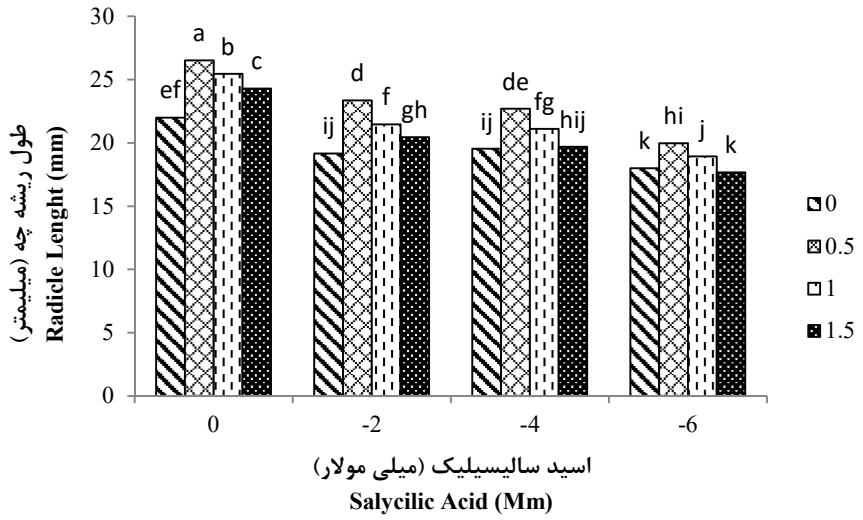
جدول ۳- مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بذر و تنش خشکی بر طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و وزن خشک گیاهچه

Table 3. Mean comparison effect of priming and drought stress on root length, shoot length and seedling dry weight

تیمار (Treatment)		طول ساقه‌چه (میلی‌متر) Shoot Length (mm)	وزن خشک گیاهچه (گرم) Seedling Dry Weight (g)
اسید سالیسیلیک (میلی مولار) (Mm) Salicylic Acid	0	14.8^{c}	3.63^{c}
	0.5	17.55^{a}	4.46^{a}
	1	15.98^{b}	4.07^{b}
	1.5	15.78^{b}	4.03^{b}
تنش خشکی (بار) Drought Stress (bar)	0	19.33^{a}	4.67^{a}
	-2	16.34^{b}	4.07^{b}
	-4	14.61^{c}	3.95^{b}
	-6	13.92^{c}	3.49^{c}

در هر ستون، میانگین هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک باشند براساس آزمون LSD تفاوت معنی داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند

In each column, means followed with at least one same letter(s) don't have significantly different at the 5% Probability level-Using LSD Test.



شکل ۳- اثرات متقابل پرایمینگ و تنش خشکی بر طول ریشه‌چه
Figure 3. Interactions of priming and drought stress on root length

شرایط پیش تیمار با اسید سالیسیلیک اثبات کرده‌اند (El-Tayeb, 2005; Hanan, 2007). ثابت شده است که اسید سالیسیلیک به‌طور معنی‌داری نشت یونی و تجمع یون‌های سمی را در گیاه کاهش می‌دهد و باعث کاهش اثرگذاری تنش‌های محیطی از طریق افزایش هورمون‌های تنظیم کننده رشد از جمله اکسین و سیتوکینین می‌شود (Senaranta *et al*., 2002). تنش خشکی سبب کاهش معنی‌دار طول ریشه‌چه شد اما پرایمینگ بذور اثرات تنش را به صورت معنی‌داری کاهش داد (شکل ۳). بسیاری از آزمایش ها نیز کاهش طول ریشه‌چه را در اثر اعمال تنش خشکی گزارش کرده‌اند (Kafi *et al*., 2005). کمترین میزان طول ریشه‌چه مربوط به تیمار ۶- بار و پرایمینگ ۱/۵ میلی مولار اسید سالیسیلیک و بیشترین آن در تیمار عدم تنش و غلظت ۰/۵ میلی مولار اسید سالیسیلیک بود (شکل ۳). در تنش صفر، ۲- بار، ۴- بار و ۶- بار بالاترین طول ریشه‌چه مربوط به تیمار پرایمینگ ۰/۵ میلی مولار اسید سالیسیلیک بود (شکل ۳). کاهش جذب آب توسط بذر در شرایط تنش سبب کاهش ترشح هورمون‌ها و آنزیم‌ها و در نتیجه آن اختلال در رشد گیاهچه (ریشه‌چه و ساقه‌چه) می‌گردد. به‌طور کلی با افزایش تنش رشد ریشه‌چه کاهش یافت. با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک از ۰/۵ به ۱ میلی مولار تحت شرایط تنش طول ریشه‌چه افزایش و از آن به بعد افزایش غلظت سبب کاهش طول ریشه‌چه شد (شکل ۳).

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد تنش خشکی سبب کاهش معنی‌دار شاخص‌های جوانه‌زنی چای ترش می‌گردد. به‌طور کلی تیمار پرایمینگ بذور با استفاده از ۰/۵ و ۱ میلی مولار اسید سالیسیلیک بیشترین تأثیر را در کاهش اثرات خشکی داشت به گونه‌ای که غلظت ۰/۵ میلی مولار سبب بهبود ۱۷، ۱۸ و ۲۷ درصدی طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و وزن خشک گیاهچه و غلظت ۱ میلی مولار سبب بهبود ۴۲ و ۱۴ درصدی سرعت جوانه‌زنی و ضریب سرعت جوانه‌زنی در مقایسه با تیمار شاهد شد. پیش تیمار بذر چای ترش با اسید سالیسیلیک می‌تواند در بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی این گیاه در مناطق خشک و نیمه خشک موثر باشد و چنین به نظر می‌رسد که اسید سالیسیلیک می‌تواند از اثرات سوء ناشی از این تنش بکاهد

منابع

Agrawal, P.K. and Dadlani, M. 1995. Techniques in seed science and technology. Second Edition. South Asian Publishers.

Askari, A. and solangi, M. S. 1995. Autecological studies of exotic plant *Hibiscus sabdariffa* L. (Roselle), a multipurpose plant, for is introduction and cultur. Pakistan Journal of Scientific and Industrial Reserch. 38: 17-21. **(Journal)**

Ansari, O. and Sharif Zadeh, F. 2010. Osmo and hydro priming mediated germination improvement under cold stress conditions in mountain rye (*Secale montanum*). Cercetări Agronomice in Moldova. 3: 53-62. **(Journal)**

Ashraf, M. and Foolad, M. R. 2007. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. Environmental and Experimental Botany. 59:206-216. **(Journal)**

Baraani Dastjerdi, M., Rafieiolhossaini, M. and Danesh-Shahraki, A.R. 2014. Effects of drought stress and foliar application of zinc and manganese on seed quality of red bean during the accelerated aging test. Crop Production. 7:77-95. (In Persian) **(Journal)**

Ellis, R. A. and Roberts, E. H. 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. Seed Science and Technology. 9:373-409. **(Journal)**

El-Tayeb, M. A. 2005. Response of barley grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. Plant Growth Regulation. 45:215-225. **(Journal)**

Farooq, M., Basra, S. M. A., Wahid, A. and Khan, M. B. 2006. Rice seed invigoration by hormonal and vitamin priming. Seed Science and Technology. 34:775-780. **(Journal)**

Farooq, M., Basra, S. M. A., Tabassum, R. and Ahmed, N. 2006. Evaluation of seed vigor enhancement techniques on physiological and biochemical basis in coarse rice (*Oryza sativa* L.). Seed Science and Technology. 34:741-750. **(Journal)**

Halmer, P. 2004. Methods to improve seed performance in the field. In: Benech-Arnold, R.L. And Sanchez, R.A. (Eds.) Handbook of Seed Physiology; Application to Agriculture. The Haworth Press, New York. pp: 125-165.

Hanan, E.D. 2007. Influence of salicylic acid on stress tolerance during seed germination of *Triticum aestivum* and *Hordeum vulgare*. Biological Research. 1:40-48. **(Journal)**

Ikic, I., Maric evic, M., Tomasovic, S., Gunjaca, J., Atovic, Z. S. and Arcevic, H. S. 2012. The effect of germination temperature on seed dormancy in Croatian-grown winter wheats. Euphytica. 188: 25- 34. (Journal)

ISTA (International Seed Testing Association). 2009. International Rules for Seed Testing. International Seed Testing Association, Bassersdorf, Switzerland.

Kabiri, R., Farahbakhsh, H. and Nasibi, F. 2012. Effect of drought stress and its interaction with salicylic acid on black cumin (*Nigella sativa*) germination and seedling growth. World Applied Sciences Journal. 18: 520-527. (In Persian) **(Journal)**

Kafi, M., Nezami, A., Hosaini, H. and Masomi, A. 2005. Physiological effects of drought stress by polyethylene glycol on germination of lentil (*Lens culinaris* Medik.) genotypes. Journal of Iranian Field Crop Research. 3: 69-80. (In Persian) **(Journal)**

Karta, k. k. and Bekele. A. 2012. Influence of seed priming on germination and vigor traits of *Vicia villosa*. African Journal of Agricultural Recearch. 7 (21): 3202- 3208. **(Journal)**

Khan, W., Prithiviraj, B. and Smith, D. L. 2003. Photosynthetic response of corn and soybean to foliar application of salicylates. Journal of Plant Physiology. 160: 485-492. **(Journal)**

Mayer, A.M. and Polijakoff-Mayber, A. 1989. The Germination of Seeds (4th Ed.). Pergamon Press. Oxford.

Mazaheri Tirani, M. and Kalantari, Kh. 2006. Effects of the role of salicylic acid, drought stress, ethylene and interaction of three factors on seed germination of *Brassica napus.* Iranian Journal of Biology. 19: 408-418. (In Persian) **(Journal)**

Metwally, A.I., Finkemeier, M., Georgi, K. and Dietz, J. 2003. Salicylic acid alleviates the cadmium toxicity in barley seedlings. Plant Physiology. 132: 272- 281. **(Journal)**

Michel, B.E. and Kaufmann, M.R. 1937. The osmotic potential of Polyethylene Glycol 6000. Plant Physiology. 51: 914- 916. **(Journal)**

Mohammed, R., Fernandez, J., Pineda, M. and Aguilar, M. 2007. Roselle (*Hibiscus sabdariffa*) seed oil is a rich source of gamma-tocopherol. Journal of Food Science. 72: 207– 211. **(Journal)**

Prasongwatana, V., Woottisin, S., Sriboonlue, P. and Kukongviriyapan, V. 2008. Uricosuric effect of roselle (*Hibiscus sabdariffa*) in normal and renal-stone former subject. Journal of Ethnopharmacology. 117: 491–495. **(Journal)**

Prisco, J.T., Babtista, C.R. and Pinheiro, J. L. 1992. Hydration dehydration seed Pre- treatment and its effects on seed germination under water stress condition. Plant, Cell and Environment. 15: 31-35. **(Journal)**

Rajasekaran, L.R.A., Stiles, M.A., Surette, A.V., Sturz, T.J., Blake, C. and Nowak, J. 2002. Effect of various temperature regimes on germination and the role of salicylates in promoting germination at low temperatures. Canadian Journal of Plant Science. 82: 443-450. **(Journal)**

Seghatoleslami, M. J., Mosavi, S.G. and Barzegaran, T. 2013. Effect of irrigation levels and planting date on yield and water use efficiency of *Hibiscus sabdariffa* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 29: 144-156. (In Persian) **(Journal)**

Senaranta, T., Teuchell, D., Bumm, E. and Dixon, K. 2002. Acetyl salicylic acid (aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. Plant Growth Regulation. 30: 157-161. **(Journal)**

Shakirova, F.M., Sahabutdinova, A.R., Bezrukova, M.V., Fatkhutdionova, R.A. and Fathkhutdiniva. D. R. 2003. Change in hormonal status of wheat seedling induced by salicylic acid and salinity. Plant Science. 164: 317-322. **(Journal)**

Shi, Q. and Zhu, Z. 2008. Effects of exogenous salicylic acid on manganese toxicity, element contents and antioxidative system in cucumber. Environmental and Experimental Botany. 63: 317-326. **(Journal)**

Singh, B. and Usha. K. 2003. Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedlings under water stress. Plant Growth Regulation. 39: 137-141. **(Journal)**

Effect of seed priming with salicylic acid on germination indices and seedling growth of sistan's native roselle (*Hibiscus sabdariffa*) under drought stress

Elahe Ahmadpoor Dehkordi[1], AbdolRazagh Danesh Shahraki[2*], Parisa Khosravi[1]

Received: June 8, 2017 Accepted: December 24, 2017

Abstract

In order to evaluate the effect of seed priming with salicylic acid on seed germination and seedling growth of *Hibiscus sabdariffa* under drought stress a factorial experiment was conducted in a randomized complete block design with four replications. First factor was included different levels of drought stress (0, -2, -4 and -6 bar) and the second factor was different levels of seed priming with salicylic acid at four levels (0, 0.5, 1 and 1.5 mM). Results showed that among different levels of seed priming, priming with 1 mM salicylic acid increased germination rate and coefficient of velocity of germination, compared with control by 42 and 14%, respectively. Salicylic acid concentrations of 0.5 mM enhanced, root length, shoot length and seedling dry weight compared with the control treatment, by 17, 18 and 27%, respectively. At drought conditions, priming reduced the mean germination time, significantly. Moreover drought stress decreased all measured traits except mean germination time. Overall, results showed that seed priming with salicylic acid in stress conditions improved roselle germination.

Keyword: Drought stress; Germination rate; Medicinal plant; Seed enhancement; Seed treatment

How to cite this article

Ahmadpoor Dehkordi, E., Danesh Shahraki, A. and Khosravi, P. 2019. Effect of seed priming with salicylic acid on germination indices and seedling growth of sistan's native roselle (*Hibiscus sabdariffa*) under drought stress. Iranian Journal of Seed Science and Research, 5(4): 1-11. (In Persian)**(Journal)**

COPYRIGHTS

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

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

1. Former Graduate Student of Agronomy, College of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran

2. Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran

* Corresponding author Email: ar_danesh2000@yahoo.com