علوم و تحقیقات بذر ایران
سال هفتم/ شماره سوم/ ۱۳۹۹ (۳۸۹ - ۳۷۵)

DOI: 10.22124/jms.2019.4598

تأثیر پیش‌تیمارهای مختلف و تنش شوری بر جوانه‌زنی بذر و صفات کیفی گیاه دارویی شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum*)

زینب ولی پور دهنو[۱]، مجید امینی دهقی[۲]، شکوفه غلامی[۳*]

تاریخ دریافت: ۹۷/۹/۶ تاریخ پذیرش: ۹۸/۴/۳۰

چکیده

به‌منظور بررسی تاثیر پرایمینگ بر ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر، رشد و صفات فیزیولوژیک گیاه دارویی شنبلیله تحت تنش شوری، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار در آزمایشگاه تکنولوژی بذر دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه شاهد در سال ۱۳۹۶ اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل ۵ سطح (شاهد (بدون پرایم)، هیدروپرایمینگ آب مقطر به‌مدت ۲۴ ساعت، هیدروپرایمینگ آب مقطر به‌مدت ۴۸ ساعت، پرایم با نیترات پتاسیم سه درصد و سالیسیلیک اسید پنج درصد) و تنش شوری در چهار سطح (شاهد (صفر)، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار) بود. نتایج تجزیه واریانس حاکی از تأثیر معنی‌دار ترکیب تیماری پرایمینگ و تنش شوری بر صفات درصد و سرعت جوانه‌زنی، میانگین مدت جوانه‌زنی، شاخص طولی و وزنی بنیه گیاهچه، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، رنگیزه‌های فتوسنتزی و محتوای پرولین بود. نتایج مقایسه میانگین اثر برهمکنش نشان داد که کاربرد هیدروپرایمینگ ۲۴ ساعت در سطوح تنش شوری دارای میانگین ۱۰۰ درصد جوانه‌زنی بود. هیدروپرایمینگ ۴۸ ساعت در صفاتی مانند طول ساقه‌چه و ریشه‌چه، شاخص طولی بنیه گیاهچه، محتوای کلروفیل، محتوای کارتنوئید و محتوای پرولین با افزایش تنش شوری نسبت به سطوح دیگر دارای برتری نسبی بود. به نظر می‌رسد گیاه شنبلیله گیاهی مقاوم به تنش می‌باشد.

واژه‌های کلیدی:پرولین، شاخص طولی و وزنی بنیه گیاهچه، شنبلیله، کارتنوئید، کلروفیل

۱- کارشناسی ارشد علوم و تکنولوژی بذر، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران
۲- دانشیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران
۳- دانشجوی دکتری زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران
*نویسنده مسئول: shocofehgholmi@gmail.com

مقدمه

شنبلیله (*Trigonella*) از خانواده لگومینوز (Fabaceae) می‌باشد که بر اساس فلور ایرانیکا، ۳۲ گونه آن در نقاط مختلف ایران پراکنش دارد. آلکالوئید و فلاونوئید محتوای دانه شنبلیله می‌توانند به‌ترتیب مسئول اثرات ضد دردی و ضد التهابی باشند (Mandegari *et al*., 2012). شنبلیله به‌علت توانایی رشد در شرایط تنش شوری و ارزش دارویی و اقتصادی آن، می‌تواند یک گیاه مناسب در اکوسیستم‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک باشد (Misra and Dwivedi, 2004). اگر چه شنبلیله به شوری مقاوم است، ولی جوانه‌زنی آن به‌طور قابل توجهی تحت تأثیر شوری خاک قرار می‌گیرد (Misra and Dwivedi, 2004). شوری می‌تواند ممانعت از رشد، کاهش فتوسنتز، تنفس و سنتز پروتئین‌ها را در گیاهان موجب گردد و در نهایت، سطوح بالاتر تنش شوری، موجب مرگ شود. بنابراین انتخاب و شناسایی خصوصیات گیاهان متحمل به تنش شوری برای افزایش تولید گیاهان زراعی در این مناطق حائز اهمیت می‌باشد (Arzani, 2008). افزایش تحمل به تنش‌های زیست‌محیطی می‌تواند از طریق روش‌های قبل از جوانه‌زنی با پس از برداشت حاصل شود (Paparella *et al*., 2015). بر اساس پژوهش‌های انجام‌شده پیش‌تیمار یا پرایمینگ بذر با مواد مختلف درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه و وزن خشک گیاهچه را افزایش داده و منجر به کاهش میانگین زمان جوانه‌زنی در گیاه زیره سبز شد (Kumari *et al*., 2017; Saeedi Goraghani *et al*., 2017). گزارش‌های مختلف حاکی از آن است که پرایمینگ باعث افزایش درصد، سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی بذر و سبزشدن گیاهچه آفتابگردان می‌گردد (Demir Kaya *et al*., 2006; Miar Sadegi *et al*., 2011). اثر مثبت پرایمینگ در شرایط تنش بر ویژگی‌های جوانه‌زنی و روند رشد گیاهان مختلف نیز پیش از این توسط چندین پژوهشگر گزارش شده‌است (Fatheiamirkhiz *et al*., 2012; Saadatyan *et al*., 2012; Kaur *et al*., 2005). دونالدسون و همکاران (Donaldson *et al*., 2001) نیز اعلام کردند که یکی از روش‌هایی که برای افزایش بنیه بذر و در نتیجه بهبود کلی جوانه‌زنی و رشد گیاهچه به‌کار می‌رود، پرایمینگ بذر است. نخستین پاسخ‌ها به پرایمینگ، شامل افزایش جوانه‌زنی بذر و سبزشدن گیاهچه است که باعث استقرار بهتر گیاه، افزایش عملکرد و کیفیت محصول می‌شود (Halmer, 2004). برخی محققان معتقدند که توانایی بالاتر جذب آب در بذرهای پرایم‌شده نسبت به بذرهای پرایم‌نشده منجر به تأثیر مثبت بر درصد و سرعت جوانه‌زنی می‌شود (Ghana and Schillinger, 2003). سالیسیلیک اسید و نیترات پتاسیم به‌عنوان پیش‌تیمار برای افزایش جوانه‌زنی بذرها استفاده می‌شوند. سالیسیلیک اسید یک ترکیب فنلی و هورمونی می‌باشد که به‌عنوان تنظیم کننده رشد داخلی نقش مهمی را در مکانیزم‌های دفاع در برابر تنش‌های زنده و غیرزنده بازی می‌کند (Zalai *et al*., 2000). شکاری و همکاران (Shekari *et al*., 2010) گزارش کردند که پرایمینگ بذرهای گاوزبان با سالیسیلیک اسید موجب گردید تا سرعت و درصد گیاهچه‌های سبزشده در مزرعه افزایش یابد. کائور و همکاران (Kaur *et al*., 2002) اثر هیدروپرایمینگ را بر روی نخودفرنگی بررسی کردند و مشاهده کردند که ۲۴ ساعت تیمار بذور با آب موجب تولید گیاهچه‌هایی با ریشه و ساقه بزرگ‌تر می‌شود. عده‌ای از محققان اعلام کردند که پرایمینگ بذر با نیترات پتاسیم طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه بذرهای جوانه‌زده در گیاهان مختلف را تحت شرایط تنش شوری افزایش داده است (Yagmur and Kaydan, 2008). تحقیق حاضر با هدف ارزیابی اثر سطوح مختلف پرایمینگ بر خصوصیات مورفولوژیک، بنیه بذر و برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک توده هندی گیاه دارویی شنبلیله تحت تنش شوری اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با چهار تکرار در آزمایشگاه تکنولوژی بذر دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه شاهد در سال ۱۳۹۶ انجام گرفت. فاکتورهای آزمایش شامل سطوح پرایمینگ (شاهد (آب مقطر)، هیدروپرایمینگ آب مقطر به‌مدت ۲۴ ساعت، هیدروپرایمینگ آب مقطر به‌مدت ۴۸ ساعت، نیترات پتاسیم سه درصد و سالیسیلیک اسید پنج درصد) و تنش شوری در چهار سطح (۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار) در چهار تکرار بود. قبل از اعمال پرایمینگ، ابتدا بذرهای توده هندی شنبلیله با هیپوکلریت سدیم ۵ درصد

به‌مدت ۳۰ ثانیه ضدعفونی و سپس سه بار با آب مقطر شسته شدند. بذرهای شنبلیله به پنج قسمت تقسیم شدند که برای شاهد از آب مقطر استفاده شد و اعمال محلول-های مختلف پرایمینگ به این صورت بود که، برای هیدروپرایمینگ ۲۴ و ۴۸ ساعت، بذور به‌مدت ۲۴ و ۴۸ ساعت جداگانه درون آب مقطر در دمای ۴ درجه سلسیوس قرار گرفتند. برای پیش‌تیمار با محلول نیترات پتاسیم با غلظت سه درصد بذرهای ضدعفونی‌شده بعد از خشک‌شدن به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ درجه سلسیوس، برای مقدار پنج درصد سالیسیلیک اسید بذرهای ضدعفونی‌شده به‌مدت ۲۴ ساعت و در دمای ۴ درجه سلسیوس درون این محلول‌ها قرار گرفتند (Ghasemi Jobshahr and Khoramivafa, 2013). سپس نمونه‌ها از محلول‌ها خارج و در دمای اتاق خشک شدند. در هر پتری‌دیش ۲۵ عدد بذر بر روی کاغذ واتمن قرار داده شد. به هر کدام از آن‌ها آب مقطر یا سطوح مختلف تنش شوری (کلرید سدیم) افزوده و به‌منظور کاهش تبخیر آب دور پتری‌ها با پارافیلم بسته شد. سپس پتری‌ها به درون ژرمیناتور با دمای ۱±۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۷۰ درصد منتقل شدند. در این آزمایش، وزن خشک گیاهچه پس از قرار دادن نمونه‌ها در درون آون با دمای ۶۰ درجه سلسیوس به‌مدت ۴۸ ساعت تعیین گردید (Fatheiamirkhiz *et al.*, 2012). شاخص‌های بنیه گیاهچه (SVI: شاخص طولی بنیه گیاهچه، SVI: شاخص وزنی بنیه گیاهچه) طبق استانداردها اندازه‌گیری شد (ISTA, 2008; Ellis and Roberts, 1981).

با شمارش روزانه بذرهای جوانه‌زده، درصد جوانه‌زنی (GP)[1]، میانگین مدت زمان جوانه‌زنی (MGT)[2] و سرعت جوانه‌زنی (GR)[3] طبق روابط ۱، ۲ و ۳ تعیین گردیدند .متوسط مدت زمان جوانه‌زنی مرتبط با مدت زمانی (روز) است که ریشه‌چه خارج می‌شود، هرچه مقدار عددی آن کوچک‌تر باشد نشان از جوانه‌زنی سریع‌تر است) که شاخصی از سرعت و شتاب جوانه‌زنی محسوب می‌گردد (Ayub *et al.*, 2013).

$$GP = \times 100\frac{S}{T} \quad \text{(رابطه ۱)}$$

$$MGT = \frac{\sum Ti\,Ni}{\sum Ni} \quad \text{(رابطه ۲)}$$

$$GR = \Sigma Ni/Ti \quad \text{(رابطه ۳)}$$

در این معادله، S: تعداد بذرهای جوانه‌زده، T: تعداد کل بذرها، Ti: تعداد بذرهای جوانه‌زده در هرروز،Ni: تعداد روزهـا از ابتدای جوانه‌زنی و ∑Ni: نیز کل تعداد بذرهای جوانه‌زده است.

اندازه‌گیری میزان کلروفیل و کارتنوئید بافت برگ: میزان کلروفیل با استفاده از روش (Arnon, 1949) و میزان کارتنوئید با استفاده از روش (Gu *et al.*, 2008) انجام گرفت. ۰/۵ گرم بافت تازه برگ را با ۲۰ سی‌سی استن ۸۰ درصد به‌طور کامل عصاره‌گیری نموده سپس عصاره حاصل را با کاغذ صافی صاف کرده و آن را به حجم رسانده و به‌وسیله اسپکتروفوتومتر میزان کلروفیل در طول موج‌های ۶۶۳ و ۶۴۵ نانومتر و میزان کارتنوئید در طول موج ۴۸۰ نانومتر قرائت شد.

غلظت کلروفیل‌های a، b و کل و کارتنوئید از روابط زیر محاسبه شد.

$$C_a\,(mg.gFW^{-1}) = 12.7\,(A_{663}) - 2.69\,(A_{645}) \times V/1000W \quad \text{(رابطه ۴)}$$

$$Cb\,(mg.gFW\text{-}1) = 22.9\,(A_{645}) - 2.69\,(A_{663}) \times V/1000W \quad \text{(رابطه ۵)}$$

$$C_T\,(mg.gFW^{-1}) = 20.2\,(A_{645}) + 8.02\,(A_{663}) \times V/1000W \quad \text{(رابطه ۶)}$$

$$Carotenoid\,(mg.gFW^{-1}) = 7.6\,(A_{480}) - 14.9\,(A_{510}) \times VD/1000W \quad \text{(رابطه ۷)}$$

C میزان غلظت بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر برگ، V حجم عصاره، W وزن نمونه، A میزان جذب نوری و D نسبت رقت می‌باشند.

اندازه‌گیری محتوی پرولین بافت برگ: برای تعیین مقدار پرولین بافت برگ، از روش بیتس و همکاران (Bates *et al.*, 1973) استفاده شد. برای این منظور، ابتدا مقدار ۰/۲ گرم از بافت برگ تر توزین شد و در هاون چینی در ۱۰ میلی‌لیتر اسید سولفوسالیسیلیک ۳ درصد، به خوبی ساییده شد. ماده همگن حاصل در دستگاه سانتریفیوژ با دور ۱۳۰۰۰ دور در دقیقه، در دمای ۴ درجه سلسیوس و به‌مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شد. سپس، دو میلی‌لیتر از عصاره‌های صاف‌شده را به لوله‌های درب‌دار منتقل نموده و به همه لوله‌ها مقدار دو میلی‌لیتر معرف نین هیدرین و دو میلی‌لیتر اسید استیک گلاسیال، اضافه شد. پس از بستن درب لوله‌ها، آن‌ها به‌مدت یک ساعت در آب ۱۰۰ درجه سلسیوس قرار گرفتند و بعد از سردشدن،

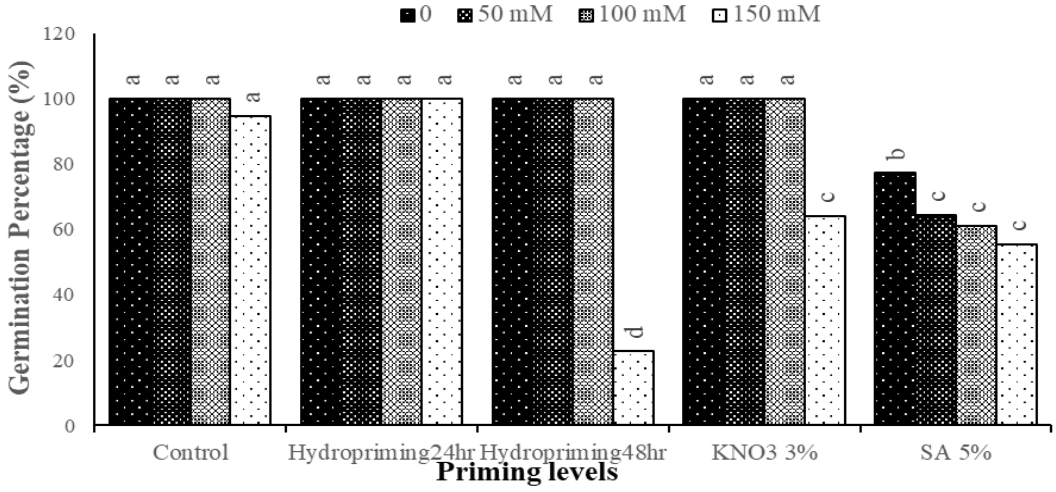
[1] Germination percentage
[2] Mean germination time
[3] Germination rate

به هر یک از لوله‌ها مقدار چهار میلی‌لیتر تولوئن اضافه شد. برای مخلوط‌کردن این دو محلول، به‌مدت ۲۰- ۱۵ ثانیه با استفاده از ورتکس لوله‌ها تکان داده شدند. سرانجام فاز رویی که به رنگ قرمز در آمده و حاوی پرولین محلول در تولوئن بود را برداشته و همزمان با نمونه‌های استاندارد، میزان جذب آن با اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۲۰ نانومتر قرائت گردید و غلظت پرولین بر حسب میلی‌گرم بر گرم بافت تر برگ، با استفاده از منحنی استاندارد تعیین شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها، به کمک نرم‌افزار SAS 9.1 انجام شد و میانگین تیمارها توسط آزمون LSD در سطح پنج درصد مورد مقایسه و رسم نمودار با نرم‌افزار Excel صورت گرفت.

نتایج

درصد جوانه‌زنی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که پرایمینگ، تنش شوری و اثر متقابل آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر صفت درصد جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد داشت (جدول ۱). شوری ۱۵۰ میلی‌مولار باعث کاهش درصد جوانه‌زنی در تیمار شاهد (عدم پرایم)، هیدروپرایمینگ ۴۸ ساعت، نیترات پتاسیم و سالیسیلیک اسید شد. بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی (۱۰۰ درصد) در هیدروپرایمینگ ۲۴ ساعت مشاهده شد. کم‌ترین درصد جوانه‌زنی نیز در تنش ۱۵۰ میلی‌مولار و هیدروپرایمینگ ۴۸ ساعت مشاهده شد. کاربرد سالیسیلیک اسید پنج درصد در تمام سطوح تنش شوری با کاهش درصد جوانه-زنی بذر روبرو شد. همچنین کاربرد سالیسیلیک اسید نسبت به شاهد در تمامی سطوح تنش شوری روندی کاهشی را بر صفت درصد جوانه‌زنی داشت که نشان دهنده این است که تیمار سالسیلیک اسید دارای غلظت مناسب نیست و بایستی از غلظت‌های بالاتر این ترکیب برای افزایش درصد جوانه‌زنی در شرایط تنش شوری استفاده کرد (شکل ۱).



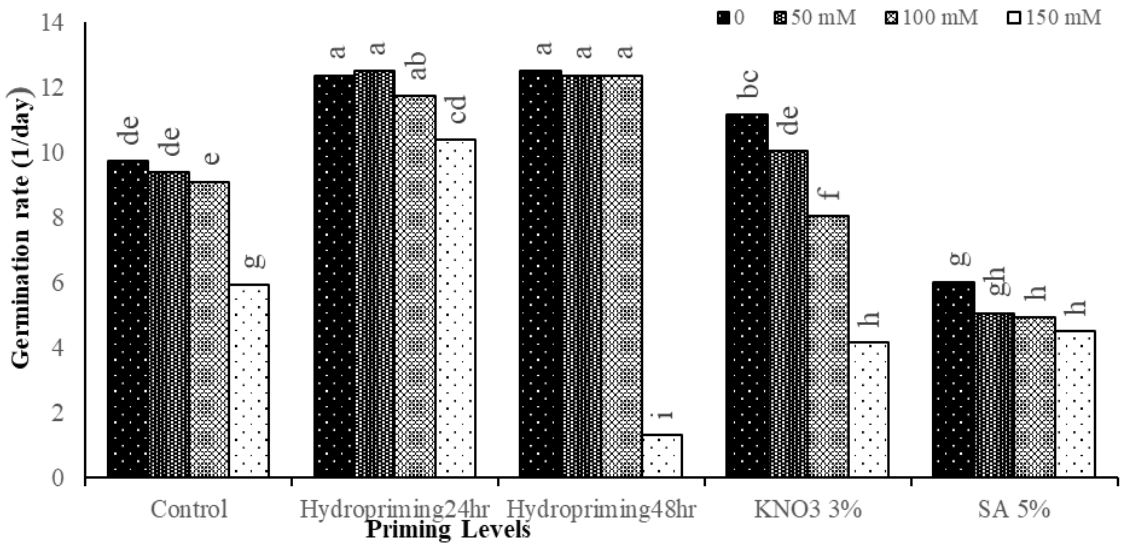
شکل ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل پرایمینگ × تنش شوری بر درصد جوانه‌زنی

Figure 1. Mean comparison of germination percentage in Priming × Salinity interaction

Similar letters indicate that there is no significant difference between the mean of treatments

سرعت جوانه‌زنی

طبق جدول تجزیه واریانس اثرات ساده پرایمینگ، تنش شوری و اثر متقابل آن‌ها بر سرعت جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شدند (جدول ۱). همان‌طور که از شکل ۲ بر می‌آید، در بین تیمارهای مختلف پرایمینگ تیمار هیدروپرایمینگ به‌مدت ۲۴ ساعت تاثیر مثبتی داشته و بیش‌تر از سایر تیمارها سرعت جوانه‌زنی را تحت تاثیر قرار داده است. همچنین نتایج نشان داد که با افزایش سطوح تنش شوری سرعت جوانه-زنی رو به کاهش می‌باشد و بیش‌ترین سرعت جوانه‌زنی در هیدورپراینگ ۴۸ ساعت و غلظت صفر تیمار شوری مشاهده شد. در تیمار هیدروپرایمینگ ۴۸ ساعت در سه سطح اول تنش شوری کاهش جزئی در سرعت جوانه‌زنی مشاهده شد، ولی در تنش ۱۵۰ میلی‌مولار به‌پایین‌ترین حد رسید. در این بین سالیسیلیک اسید پنج درصد در تمام سطوح تنش شوری دارای کم‌ترین تغییرات بود.



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل پرایمینگ × تنش شوری بر سرعت جوانه‌زنی

Figure 2. Mean comparison of germination rate in Priming × Salinity interaction

Similar letters indicate that there is no significant difference between the mean of treatments

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مختلف گیاه شنبلیله تحت تأثیر پرایمینگ و تنش شوری

Table 1. Analysis of variance (mean square) the different characteristics of Fenugreek strain affected by priming and salt stress

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	درصد جوانه‌زنی GP	سرعت جوانه‌زنی GR	میانگین مدت زمان جوانه‌زنی MGT	طول ساقه‌چه Shoot Length	طول ریشه‌چه Root Length	وزن خشک گیاهچه Seedling dry weight	شاخص طولی بنیه گیاهچه SVI 1	شاخص وزنی بنیه گیاهچه SVI 2
پرایمینگ (P)	4	2305.73**	69.52**	2.92**	2.52**	1.97**	0.0001*	5204.64**	5.90**
شوری (S)	3	2236**	81.34**	0.24*	53.71**	19.93**	0.0004ns	868887.66**	4.21**
P × S	12	848.66**	13.28**	0.65**	1.47**	0.80**	0.0002*	1954.88**	2.58**
خطاError	40	12.8	0.31	0.06	0.39	0.21	0.0005	499.46	0.39
ضریب تغییرات CV (%)		4.08	6.50	10.62	14.26	20.09	18.14	13.36	17.19

ns، * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

ns, *and**respectively non-significant and significant at 5% and 1%.

ادامه جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مختلف گیاه شنبلیله تحت تأثیر پرایمینگ و تنش شوری

Table 1. Analysis of variance (mean square) the different characteristics of Fenugreek strain affected by priming and salt stress

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	محتوای کلروفیل a Content Chlorophyll a	محتوای کلروفیل b Content Chlorophyll b	محتوای کلروفیل کل Content Total Chlorophyll	محتوای کارتنوئید Content Carotenoids	محتوای پرولین Content Prolin
پرایمینگ (P)	4	7.09**	13.28**	10.61**	86.03*	0.43**
شوری (S)	3	6.25**	4.35**	3.51**	82.70*	0.60**
P × S	12	4.59**	7.38**	5.87**	106.94**	0.20**
خطاError	40	0.09	0.35	0.27	26.99	0.001
ضریب تغییرات (%) CV		13.82	24.72	24.42	27.94	4.87

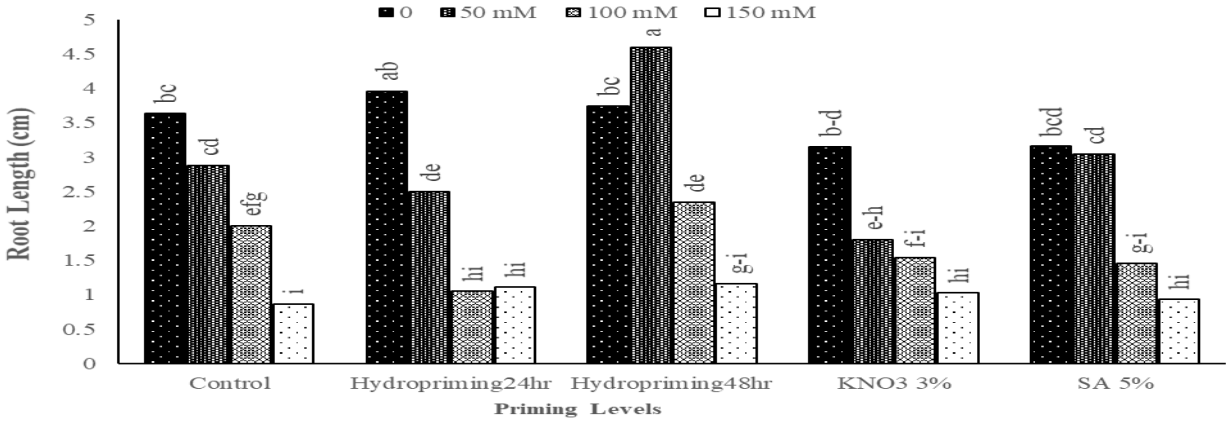
ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns, *and**respectively non-significant and significant at 5% and 1%.

طول ریشه‌چه

نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان از تأثیر معنی‌دار اثر بر هم کنش تیمار پرایمینگ و تنش شوری بر صفت طول ریشه‌چه در سطح احتمال یک درصد دارد (جدول ۱). با توجه به نتایج ترکیب تیماری پرایمینگ و تنش شوری استفاده از هیدروپرایمینگ ۴۸ ساعت در

تنش ۵۰ میلی‌مولار دارای بیش‌ترین طول ریشه‌چه با میانگین ۴/۶ سانتی‌متر بود، همچنین نتایج نشان داد که در این سطح پرایمینگ افزایش طول ریشه‌چه با افزایش تنش شوری به‌دست آمد. تنش شوری بیش‌ترین کاهش طول ریشه‌چه در عدم کاربرد پرایمینگ و تنش ۱۵۰ میلی‌مولار به‌دست آمد. طول ریشه‌چه در تمام سطوح پرایمینگ با افزایش تنش شوری کاهش یافت (شکل ۳).



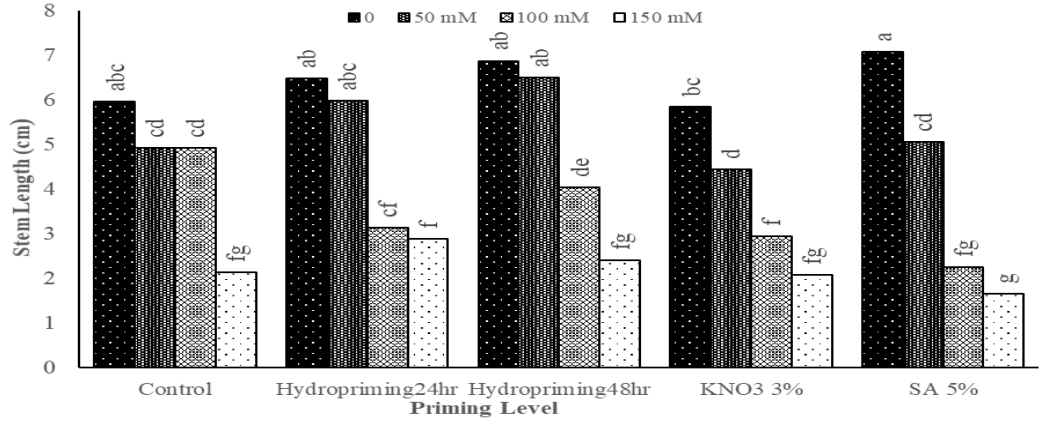
شکل ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل پرایمینگ × تنش شوری بر طول ریشه‌چه

Figure 3. Mean comparison of root length in Priming × Salinity interaction

Similar letters indicate that there is no significant difference between the mean of treatments

طول ساقه‌چه

طی نتایج به‌دست آمده از جدول تجزیه واریانس داده‌ها اثر ساده پرایمینگ، تنش شوری اثر پرایمینگ × تنش شوری اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر صفت طول ساقه‌چه داشتند (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که تنش شوری باعث کاهش طول ساقه‌چه شد. استفاده از سالیسیلیک پنج درصد با میانگین ۷/۰۸ سانتی‌متر در عدم تنش شوری و در تنش ۱۵۰ میلی‌مولار با میانگین ۱/۶۶ سانتی‌متر به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین طول ساقه‌چه مشاهده شد.



شکل ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل پرایمینگ × تنش شوری بر طول ساقه‌چه

Figure 4. Mean comparison of stem length in Priming × Salinity interaction

Similar letters indicate that there is no significant difference between the mean of treatments

هیدروپرایمینگ ۲۴ ساعت با توجه این‌که از لحاظ آماری با شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت ولی دارای بیش‌ترین طول ساقه‌چه در شرایط تنش ۱۵۰ میلی‌مولار بود (شکل ۴).

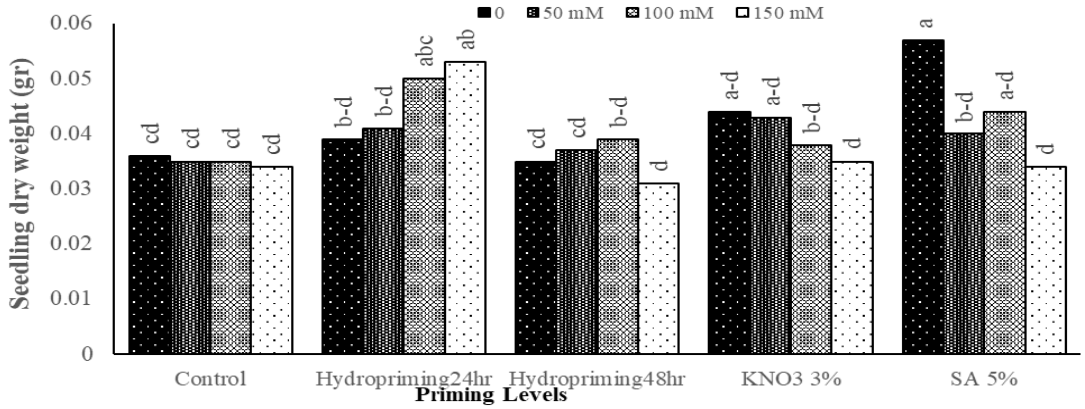
وزن خشک گیاهچه

طبق نتایج تحقیق حاضر اثر پرایمینگ و ترکیب تیماری پرایمینک × تنش شوری تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک گیاهچه در سطح احتمال یک درصد داشتند (جدول ۱). در نتایج مقایسه میانگین اثر دوگانه تیمارهای مورد آزمایش کاهش وزن خشک گیاهچه را با افزایش تنش شوری در سطوح شاهد، هیدروپرایمینگ ۴۸ ساعت، نیترات پتاسیم سه درصد و سالیسیلیک اسید پنج درصد می‌توان مشاهده کرد. هیدروپرایمینگ ۲۴ ساعت در تنش ۱۵۰ میلی‌مولار با افزایش وزن خشک گیاهچه با میانگین

۰/۰۵۳ گرم روبرو شد. بیش‌ترین وزن خشک گیاهچه با میانگین ۰/۰۵۷ گرم در عدم تنش شوری و کاربرد سالیسیلیک اسید پنج درصد مشاهده شد، کم‌ترین آن در پیش‌تیمار هیدروپرایمینگ ۴۸ ساعت در تنش ۱۵۰ میلی‌مولار به‌دست آمد، البته با افزایش تنش تا سطح ۱۰۰ میلی‌مولار وزن خشک افزایش یافت (شکل ۵).

وزن خشک گیاهچه

طبق نتایج تحقیق حاضر اثر پرایمینگ و ترکیب تیماری پرایمینک × تنش شوری تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک گیاهچه در سطح احتمال یک درصد داشتند (جدول ۱). در نتایج مقایسه میانگین اثر دوگانه تیمارهای مورد آزمایش کاهش وزن خشک گیاهچه را با افزایش تنش شوری در سطوح شاهد، هیدروپرایمینگ ۴۸ ساعت، نیترات پتاسیم سه درصد و سالیسیلیک اسید پنج درصد می‌توان مشاهده کرد. هیدروپرایمینگ ۲۴ ساعت در تنش ۱۵۰ میلی‌مولار با افزایش وزن خشک گیاهچه با میانگین ۰/۰۵۳ گرم روبرو شد. بیش‌ترین وزن خشک گیاهچه با میانگین ۰/۰۵۷ گرم در عدم تنش شوری و کاربرد سالیسیلیک اسید پنج درصد مشاهده شد، کم‌ترین آن در پیش‌تیمار هیدروپرایمینگ ۴۸ ساعت در تنش ۱۵۰ میلی‌مولار به‌دست آمد، البته با افزایش تنش تا سطح ۱۰۰ میلی‌مولار وزن خشک افزایش یافت (شکل ۵).



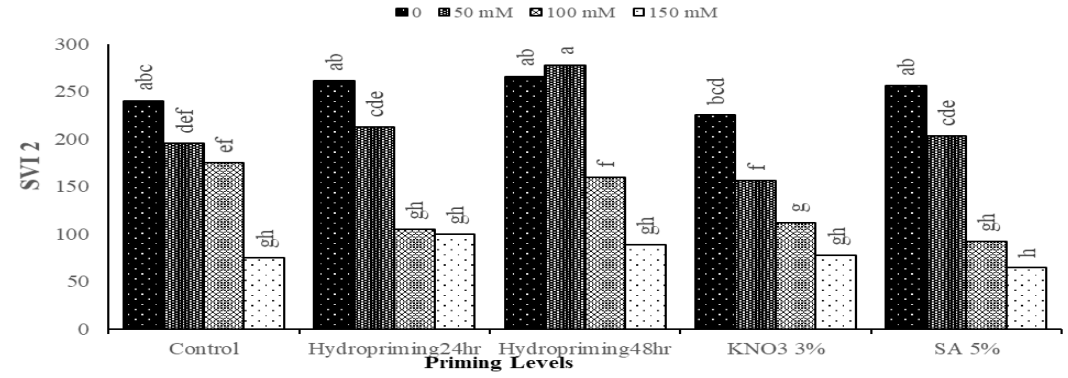
شکل ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل پرایمینگ × تنش شوری بر وزن خشک گیاهچه

Figure 5. Mean comparison of seedling dry weight in Priming × Salinity interaction

Similar letters indicate that there is no significant difference between the mean of treatments

شاخص طولی و وزنی بنیه گیاهچه

طی بررسی نتایج تجزیه واریانس داده‌ها اثر پرایمینگ، تنش شوری و اثر متقابل پرایمینگ × تنش شوری در سطح احتمال یک درصد بر صفات شاخص طولی و وزنی بنیه گیاهچه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول۱). شاخص طولی بنیه گیاهچه با افزایش سطوح تنش شوری در پیش‌تیمارهای مورد آزمایش کاهش یافت. البته در تنش ۵۰ میلی‌مولار پیش‌تیمار هیدروپرایمینگ ۴۸ ساعت با افزایش جزئی روبرو بود و با افزایش سطوح تنش شوری نیز کاهش یافت. بیش‌ترین و کم‌ترین شاخص وزنی بنیه گیاهچه به‌ترتیب مربوط به هیدروپرایمینگ ۲۴ ساعت با میانگین ۹۹/۷۵ و کاربرد پیش‌تیمار سالیسیلیک اسید پنج درصد در تنش ۱۵۰ میلی‌مولار با میانگین ۶۴/۸۳ بود (شکل ۶).

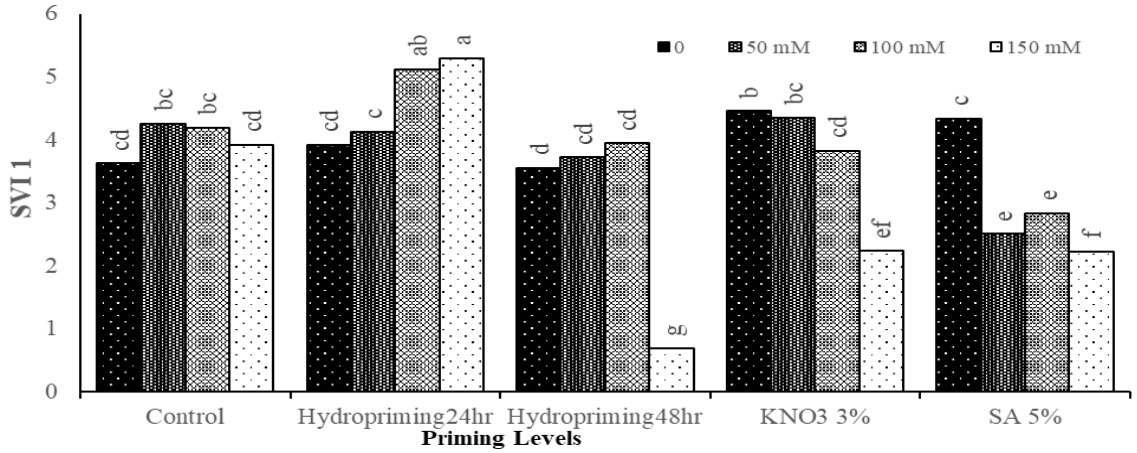


شکل ۶- مقایسه میانگین اثر متقابل پرایمینگ × تنش شوری بر شاخص طولی بنیه گیاهچه

Figure 6. Mean comparison of SVI 2 in Priming × Salinity interaction

Similar letters indicate that there is no significant difference between the mean of treatments

با توجه به این‌که شاخص وزنی بنیه گیاهچه تحت تأثیر تیمارهای مورد پژوهش قرار گرفت، بر اساس شکل ۷ می‌توان نتایج مقایسه میانگین ترکیب تیماری اثر ترکیب تیماری پرایمینگ و تنش شوری را بر این صفت این‌گونه تفسیر کرد که در عدم پرایمینگ با افزایش تنش شوری شاهد بیش‌تر شدن شاخص وزنی بنیه گیاهچه مورد بررسی می‌باشیم. همچنین این افزایش را در کاربرد هیدروپرایمینگ ۲۴ ساعت با افزایش تنش شوری می‌توان مشاهده کرد. در دیگر سطوح تیماری افزایش تنش شوری باعث کاهش شاخص وزنی بنیه گیاهچه شنبلیله شد. البته در هیدروپرایمینگ ۴۸ ساعت ابتدا شاهد افزایش شاخص وزنی بنیه گیاهیچه می‌باشیم و در تنش ۱۵۰ میلی‌مولار به پایین‌ترین سطح رسید.



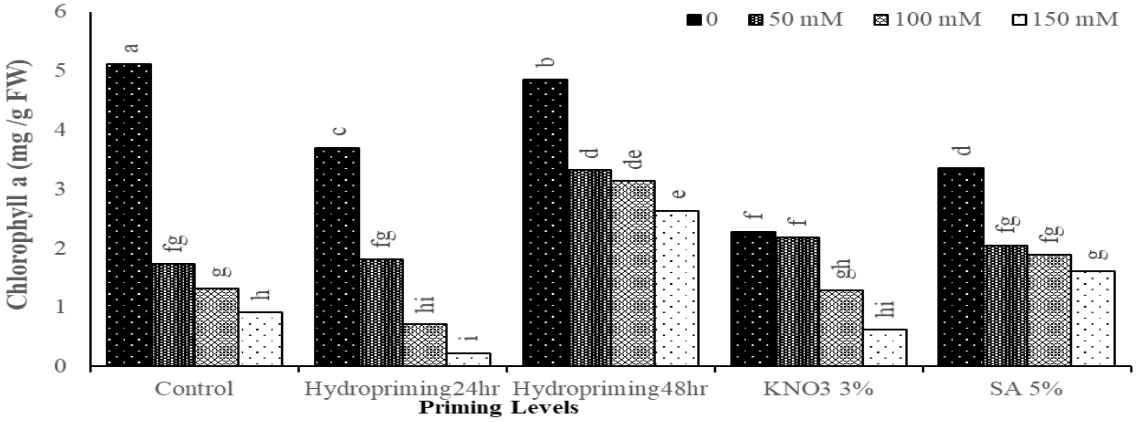
شکل ۷-مقایسه میانگین اثر متقابل پرایمینگ × تنش شوری بر شاخص وزنی بنیه گیاهچه

Figure 7. Mean comparison of SVI 1 in Priming × Salinity interaction

Similar letters indicate that there is no significant difference between the mean of treatments

محتوای کلروفیل

نتایج حاصل از بررسی جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان تأثیر معنی‌دار اثر اصلی پرایمینگ، تنش شوری و ترکیب تیماری پرایمینگ و تنش شوری بر محتوای کلروفیل a، b و کل دارد (جدول ۱). محتوای کلروفیل a تحت تأثیر پیش‌تیمار هیدروپرایمینگ با افزایش تنش شوری کاهش یافت به گونه‌ای که از ۵/۱۱ به ۰/۹۲ میلی-گرم بر گرم روبرو شد. هم‌چنین در دیگر تیمارها کاهش محتوای کلروفیل a را با افزایش تنش در سطوح پیش-تیمارهای مختلف می‌توان مشاهده کرد. بیش‌ترین محتوای کلروفیل a در عدم تنش و پرایمینگ با میانگین ۵/۱۱ میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر به‌دست آمد. در این صفت هیدروپرایمینگ ۴۸ ساعت تغییرات کم‌تری نشان داد و در تنش ۱۵۰ میلی‌مولار دارای بیش‌ترین محتوای کلروفیل a بود (شکل ۸).

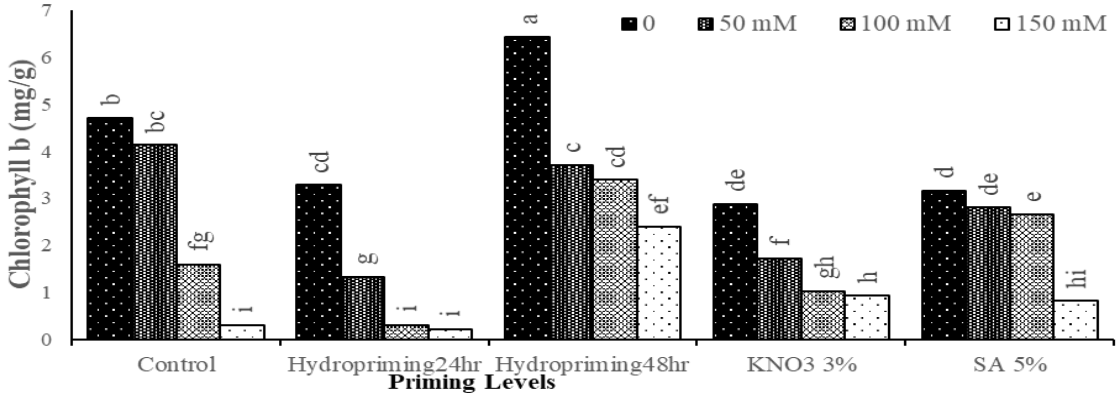


شکل ۸- مقایسه میانگین اثر متقابل پرایمینگ × تنش شوری بر محتوای کلروفیل a

Figure 8. Mean comparison of Chlorophyll a in Priming × Salinity interaction

Similar letters indicate that there is no significant difference between the mean of treatments

مقایسه میانگین اثر برهمکنش پرایمینگ و تنش شوری بر صفت محتوای کلروفیل b نشان داد که، کاربرد پیش‌تیمار هیدروپرایمینگ ۴۸ ساعت در عدم تنش شوری دارای بیش‌ترین محتوای کلروفیل b بود. در دیگر سطوح تیماری میزان کلروفیل b در تنش ۱۵۰ میلی‌مولار نسبت به عدم تنش در توده‌ها کاهش پیدا کرد. بیش‌ترین کاهش پیش‌تیمار هیدروپرایمینگ ۲۴ ساعت و تنش ۱۵۰ میلی-مولار مشاهده شد و بیش‌ترین محتوای کلروفیل b در هیدروپرایمینگ ۴۸ ساعت و عدم تنش شوری به‌دست آمد (شکل ۹).

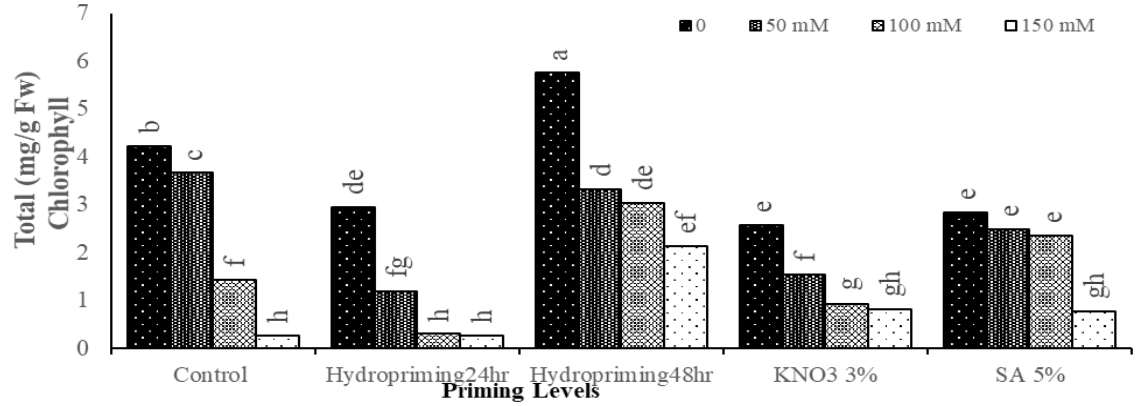


شکل ۹- مقایسه میانگین اثر متقابل پرایمینگ × تنش شوری بر محتوای کلروفیل b

Figure 9. Mean comparison of Chlorophyll b in Priming × Salinity interaction

Similar letters indicate that there is no significant difference between the mean of treatments

آن‌چه از نتایج مقایسه میانگین ترکیب تیماری پرایمینگ و تنش شوری به‌دست آمد، نشان از کاهش محتوای کلروفیل کل با افزایش تنش شوری بود. در بین تیمارهای مورد بررسی پیش‌تیمار هیدروپرایمینگ ۴۸ ساعت دارای برتری نسبت به دیگر پیش‌تیمارها بود. بیش‌ترین محتوای کلروفیل کل در هیدروپرایمینگ ۴۸ ساعت و عدم تنش شوری با میانگین ۵/۷۶ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ به‌دست آمد. همچنین این تیمار در شرایط تنش ۱۵۰ میلی‌مولار نیز دارای بیش‌ترین محتوای کلروفیل کل بود. در شرایط عدم کاربرد پرایمینگ در تنش ۱۵۰ میلی‌مولار کم‌ترین میزان محتوای کارتنوئید مشاهده شد (شکل ۱۰).



شکل ۱۰- مقایسه میانگین اثر متقابل پرایمینگ × تنش شوری بر محتوای کلروفیل کل

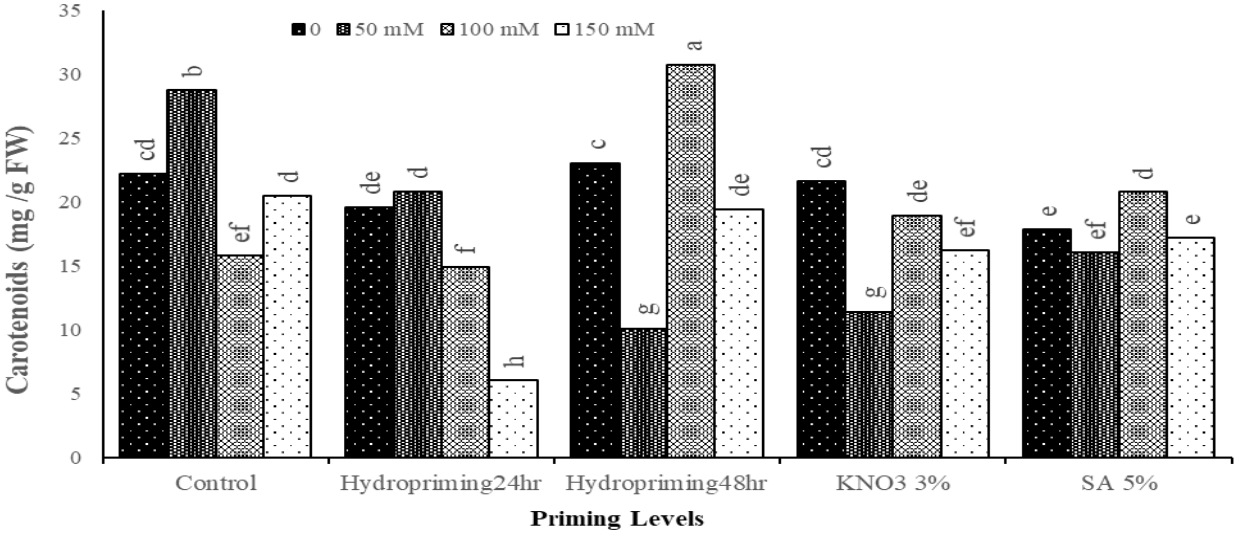
Figure 10. Mean comparison of Chlorophyll T in Priming × Salinity interaction

Similar letters indicate that there is no significant difference between the mean of treatments

محتوای کارتنوئید

نتایج تجزیه واریانس نشان‌دهنده اثر معنی‌دار پرایمینگ و تنش شوری در سطح احتمال پنج درصد و اثر متقابل پرایمینگ × تنش شوری در سطح احتمال یک درصد بر محتوای کارتنوئید بود (جدول ۱). محتوای کارتنوئید در تمامی سطوح پیش‌تیمار در تنش ۱۵۰ میلی‌مولار نسبت به عدم تنش شوری کاهش داشت. در شرایط عدم پرایمینگ و هیدروپرایمینگ ۲۴ ساعت در ابتدا با افزایش تنش شوری محتوای کارتنوئید افزایش نشان داد و در ادامه کاهش یافت. بیش‌ترین و کم‌ترین

محتوای کارتنوئید به‌ترتیب مربوط به هیدروپرایمینگ ۴۸ ساعت و تنش ۱۰۰ میلی‌مولار با میانگین ۳۰/۷۴ میلی-گرم بر گرم و هیدروپرایمینگ ۲۴ ساعت و تنش ۱۵۰ میلی‌مولار با میانگین ۶/۰۵ میلی‌گرم بر گرم می‌باشد (شکل ۱۱).



شکل ۱۱- مقایسه میانگین اثر متقابل پرایمینگ × تنش شوری بر محتوای کارتنوئید
Figure 11. Mean comparison of Carotenoids in Priming × Salinity interaction
Similar letters indicate that there is no significant difference between the mean of treatments

محتوای پرولین

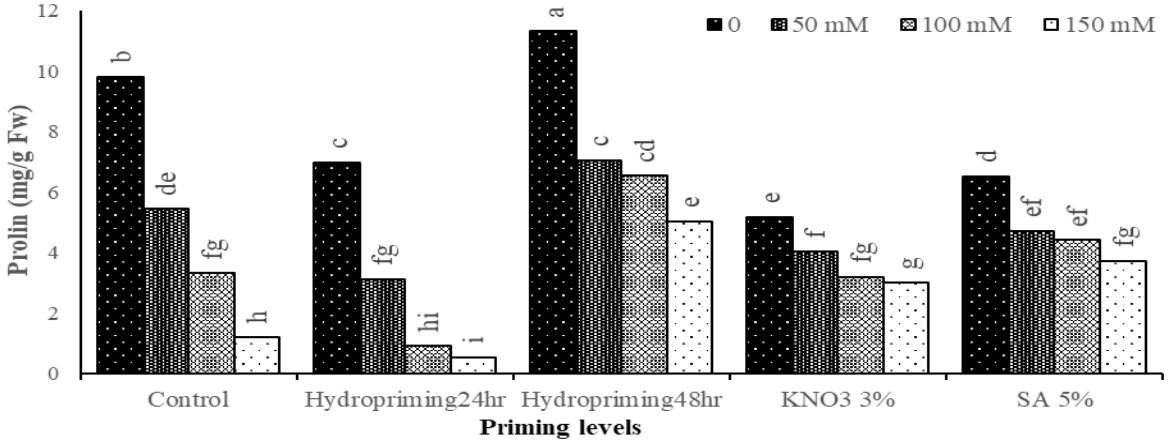
طی بررسی نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها اثر اصلی پرایمینگ، تنش شوری و اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال یک درصد تأثیر معنی‌داری بر محتوای پرولین بافت برگ گیاهچه داشتند (جدول ۱). طبق مشاهدات مقایسه میانگین ترکیب تیماری پرایمینگ و تنش شوری، میزان پرولین بافت برگ بر اثر تنش شوری در تمام سطوح پرایمینگ کاهش یافت. به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان آن را در عدم تنش شوری در هیدرو پرایمینگ ۴۸ ساعت می-توان مشاهده کرد. کم‌ترین محتوای پرولین در تنش شوری ۱۵۰ میلی‌مولار و پیش‌تیمار ۲۴ ساعت به‌دست آمد (شکل ۱۲)

بحث

نتایج نشان‌دهنده اثر کاهشی تنش شوری بر خصوصیات جوانه‌زنی، بنیه بذر و پارامترهای رشد گیاهچه شنبلیله بود، همچنین اثر بهبودبخشی پرایمینگ به-خصوص کاربرد هیدروپرایمینگ در برخی صفات در تنش ۱۵۰ میلی‌مولار مشاهده شد. طبق یافته‌های رومانی و احتشامی (Roumani and Ehteshami, 2014) تنش شوری ناشی از کلرید سدیم در سطح ۱/۸- مگاپاسکال کم‌ترین میزان خصوصیات جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه شنبلیله را در پی داشت، که با نتایج این تحقیق هم‌خوانی دارد. شوری می‌تواند به‌طور گسترده بر همه مراحل رشد و نمو گیاهان، از جمله جوانه‌زنی و خصوصیات رشد گیاهان، اثر گذاشته و در کنار کاهش عملکرد اقتصادی، سبب افت کیفی شود (Ashraf and Foolad, 2005). طبق یافته-های یوسفیان و همکاران (Yousefian *et al*., 2012) افزایش سطوح تنش شوری با کلرید سدیم صفات درصد و سرعت جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذر، طول ساقه‌چه و طول ریشه‌چه گیاه دارویی شنبلیله را به‌طور معنی‌داری کاهش داد، به گونه‌ای که بیش‌ترین کاهش در سطوح ۳۰۰ و ۴۰۰ میلی‌مولار مشاهده شد.

هیدروپرایمینگ ۲۴ ساعت باعث افزایش درصد جوانه-زنی (۱۰۰ درصد) در تنش ۱۵۰ میلی‌مولار شد. طی بررسی نتایج احیایی و خواجه‌حسینی (Ehyaii and Khajeh Hosseini, 2011) کاربرد نیترات پتاسیم ۰/۲ درصد باعث افزایش درصد جوانه‌زنی، گیاهچه نرمال و متوسط زمان جوانه‌زنی گیاه دارویی شنبلیله شد. وزن خشک گیاهچه با کاربرد پتاسیم سه درصد در تنش ۱۵۰ میلی‌مولار نسبت به شاهد افزایش نشان داد. عده‌ای از

محققان اعلام کردند که پرایمینگ بذر با نیترات پتاسیم طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه بذرهای جوانه‌زده در گیاهان مختلف را تحت شرایط تنش شوری افزایش داده است (Yagmur and Kaydan, 2008). کاربرد سالیسیلیک اسید ۱۵۰۰ میکرومولار باعث افزایش طول ساقه‌چه شد و افزایش سطوح تنش شوری اثر کاهشی بر طول ساقه‌چه، گیاهچه و شاخص بنیه طولی گیاهچه گیاه دارویی شنبلیله داشت (Abbasi *et al*., 2013). از آن‌جایی‌که در شرایط تنش اسمزی، دسترسی بذر به رطوبت، حفظ حالت تورگر، فرآیند تقسیم و طویل‌شدن سلول‌ها کاهش می‌یابد، در نتیجه طویل‌شدن گیاه کاهش می‌یابد یکی از دلایل کاهش طول ساقه‌چه گیاه در شرایط تنش اسمزی، تجزیه آهسته‌تر مواد آندوسپرم و در نتیجه کاهش یا عدم انتقال مواد غذایی از بافت‌های



شکل ۱۲-مقایسه میانگین اثر متقابل پرایمینگ × تنش شوری بر محتوای پرولین

Figure 12. Mean comparison of Prolin in Praiming × Salinity interaction

Similar letters indicate that there is no significant difference between the mean of treatments

ذخیره‌ای بذر به جنین ذکر شده است (Soltani *et al*., 2006). در پاسخ فیزیولوژیک گیاه بادرنجبویه به کاربرد سالسیلیک اسید به‌صورت پرایمینگ بالاترین درصد جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه و وزن تر و خشک گیاه در تیمار با سالسیلیک اسید نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد (Ardalani *et al*., 2014).

در واقع احتمال داده می‌شود که اسید سالسیلیک طویل‌شدن و تقسیم سلولی را به همراه مود دیگری از قبیل اکسین تنظیم می‌نماید (Shakirova and Sahabutdinova, 2003). از طرفی اسید سالسیلیک از اکسیداسیون اکسین جلوگیری می‌کند (Fariduddin *et al*., 2003). البته در این آزمایش استفاده از غلظت پنج درصد اثر چشمگیری بر صفات کمی مورد مطالعه نداشت. شوری اثر منفی بر میزان کلروفیل a، b و کل و کارتنوئید گذاشت. افزایش کلرید سدیم کاهش میزان کلروفیل و کارتنوئید را نسبت به عدم تنش شوری در پی داشت. هیدروپرایمینگ ۴۸ ساعت در شرایط تنش شوری با افزایش محتوای کلروفیل و کارتنوئید بیش‌تری نسبت دیگر سطوح تیماری برخوردار بود. استفاده از سالیسیلیک پنج درصد سبب افزایش محتوای رنگدانه‌های فتوسنتزی نسبت به عدم پرایمینگ با افزایش تنش شوری شد. در گیاهان حساس به تنش شوری مانند گندم (Ehsanzadeh *et al*., 2009)، کلزا (Ashraf *et al*., 2004) و برنج (Kanawapee *et al*., 2012) کاهش غلظت کلروفیل، درحالی‌که در گیاه متحمل به شوری مانند چغندرقند افزایش غلظت کلروفیل تحت تنش شوری گزارش شده‌است (Jamil *et al*., 2007).

میتال و همکاران (Mittal *et al*., 2012) مشاهده نمودند که گیاهان متحمل به شوری کلزا محتوای کلروفیل بالاتری در شرایط تنش شوری نسبت به ارقام حساس دارا بودند، همان‌گونه که در گندم و گلرنگ نیز میزان کلروفیل بالاتر در شرایط تنش شوری می‌تواند به‌عنوان معیار انتخاب برای اصلاح مقاومت به تنش شوری به کار گرفته شود (Cuin *et al*., 2010). در واقع تنش شوری موجب تخریب کلروپلاست، تغییر تعداد و اندازه کلروپلاست‌ها و کاهش نامحسوس کلروفیل می‌شود. شوری همچنین باعث افزایش سدیم و کاهش پتاسیم می‌گردد و از آن‌جایی که پتاسیم در باز و بسته‌شدن روزنه‌ها

نقش داشته، بنابراین کاهش پتاسیم منجر به کاهش تبادلات گازی و میزان فتوسنتز شده که نتیجه آن کاهش میزان کلروفیل می‌شود. اولین آنزیم بیوسنتز کلروفیل، کلوتامات لیگاز می‌باشد که نمک از فعالیت آن ممانعت به‌عمل می‌آورد. بنابراین در شرایط شوری تولید کلروفیل به‌دلیل کاهش فعالیت آنزیم گلوتامات لیگاز کاهش می‌یابد (Mehrinfar *et al*., 2015). Khan و همکاران (2003) بیان کردند، میزان تعرق و هدایت روزنه‌ای در اثر کاربرد سالسیلیک اسید در شرایط شوری باعث افزایش کلروفیل و کاروتنوئید می‌شود. فاریدودین و همکاران (Fariduddin *et al*., 2003) گزارش کردند که سالیسیلیک اسید موجب افزایش سرعت فتوسنتز می‌شود. افزایش تنش شوری در گیاه شنبلیله، کاهش محتوای پرولین را در بر داشت. در واقع با افزایش سدیم و کلر تجمع پرولین القا شده، ولی فعالیت آنزیم پرولین دهیدورژناز که یک آنزیم تجزیه‌کننده پرولین است، کاهش پیدا می‌کند (Parida *et al.*, 2004). سالسیلیک اسید در افزایش متابولیسم پرولین تحت تنش شوری نقش دارد (Misra and Saxena, 2009). صراحی نوبر و همکاران (Sarahi Nobar *et al*., 2010) نیز در آزمایشی با بررسی تأثیر تنش شوری بر وزن تر و خشک گیاهچه و میزان پرولین چهار توده بومی شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.) در شرایط کشت بافت گزارش کردند که با افزایش غلظت نمک وزن تر و خشک هر چهار توده کاهش یافت، درحالی‌که محتوای پرولین با افزایش شوری در تمامی توده‌ها افزایش یافت، که با نتایج به‌دست آمده از محتوای پرولین در این پژوهش مطابقت نداشت. تجمع قندهای محلول داخل سلول‌ها در تنظیم اسمزی نقش مهم ایفا نموده و کمک می‌کند تا پتانسیل آب سلول کاهش یافته و آب بیش‌تری برای حفظ تورگر سلول باقی بماند (Sato *et al*., 2004). در واقع چنین گزارش شده که اسید سالسیلیک به‌دلیل القای تولید ABA، گیاه را نسبت به تنش سازگار کرده و هم‌چنین گیاه را به سنتز پروتئین‌های تنش وادار می‌کند. یکی از دلایل افزایش پرولین نیز احتمالا افزایش ABA درون‌زا می‌باشد که باعث القای تولید پرولین می‌شود و در نتیجه واکنش محافظت را ایجاد کرده و آسیب شوری را در گیاه کاهش می‌دهد (Shakirova *et al*., 2003). به نظر می‌رسد گیاه شنبلیله گیاهی مقاوم به تنش می‌باشد و کاربرد هیدروپرایمینگ نسبت به سطوحدیگر دارای اثر مثبت بر صفات مورد بررسی توده هندی شنبلیله است. طبق نتایج به‌دست آمده تیمار پرایمینگ و تنش شوری بر صفات درصد و سرعت جوانه‌زنی، میانگین مدت جوانه‌زنی، شاخص طولی و وزنی بنیه گیاهچه، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، رنگیزه‌های فتوسنتزی و محتوای پرولین تاثیرگذار بود و باعث کاهش صفاتی مثل وزن خشک گیاهچه و کلروفیل کل شد.

سپاسگزاری

نگارندگان بر خود لازم می‌دانند از مسئولین دانشکده کشاورزی و تکنولوژی بذر به خاطر فراهم‌کردن امکانات لازم برای انجام این تحقیق تشکر و قدردانی کنند.

منابع

Abbasi, R., Esmailzadeh, I. and Zeynali, A. 2013. Effect of seed priming with salicylic acid and salinity levels on Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*). National Conference of Passive Defense In Agriculture. Qeshm Island – November, 2013. **(Conference)**(In Persian).

Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Poly phenol oxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiology, 24(1): 1-150. **(Journal)**

Arzani, A. 2008. Improving salinity tolerance in crop plants: A biotechnological view. In Vitro Cellular and Developmental Biolo-Plant, 44: 373-383. **(Journal)**(In Persian)

Ardalani, H., Eradatmand Asli, D. and Moradi, P. 2014. Physiological and Morphological Response of Lemon Balm (Melissa officinalis L.) to Prime Application of Salicylic Hydroxamic Acid. Electronic Journal of Biology, 10(3): 93-97. **(Journal)**

Ashraf, M. and Foolad, M.R. 2005. Pre-sowing seed treatment-A shotgun approach to improve germination, plant growth, and crop yield under saline and none-saline conditions, Advances in Agronomy, 88: 223-271. **(Journal)**

Ashraf, M., Mukhtar, N., Rehman, S. and R.E.S. 2004. Salt-induced changes in photosynthetic activity and growth in a potential medicinal plant Bishop's weed (*Ammi majus* L.). Photosynthetica, 42(4):

543-550. **(Journal)**

Ayub, M., Ibrahim, M., Noorka, I.R., Tahir, M., Tanveer, A. and Ullah, A. 2013. Effect of seed priming on seed germination and seedling growth of garden cress (*Lepidium sativum* L.). International Journal of Agriculture and Applied Sciences, 5: 1-5. **(Journal)**

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

Cuin, T.A., Parsons, D. and Shabala, S. 2010. Wheat cultivars can be screened for NaCl salinity tolerance by measuring leaf chlorophyll content and shoot sap potassium. Functional Plant Biology, 37: 656-664. **(Journal)**

Demir Kaya, M., Gamze Okc¸ U., Atak, M. and Yakup, C. 2006. Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.), European Journal of Agronomy, 24: 291–295. **(Journal)**

Donaldson, E., Schillinger, W.F. and Stephen, M.D. 2001. Straw production and grain yield relationships in winter wheat. Crop Science, 41: 100 106. **(Journal)**

Ehsanzadeh, P., Nekoonam, M.S., Azhar, J.N., Pourhadian, H. and Shaydaee, S. 2009. Growth, chlorophyll, and cation concentration of tetraploid wheat on a solution high in sodium chloride salt: hulled versus free-threshing genotypes. Journal of Plant Nutrition, 32, 58-70. **(Journal)**(In Persian)

Ehyaii, H.R. and Khajeh Hosseini, M. 2011. Evaluation of germination and sleep characteristics in 30 seedlings of medicinal plants. Iran Agronomic Research, 9(4): 658-651. **(Journal)**(In Persian)

Ellis, R.H. and Roberts, E.H. 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. Seed Science and Technology, 9: 377-409. **(Journal)**

Fariduddin, Q., Hayat, S. and Ahmad, A. 2003. Salicylic acid influences on net photosynthetic rate, carboxylation efficiency, nitrate reductase activity and seed yield in Brassica juncea. Photosynthet, 41: 281-284. **(Journal)**

Fatheiamirkhiz, K., Omidi, H., Heshmati, S. and Jafarzadeh, L. 2012. Evaluate the effect of accelerating on seed vigor and germination characteristics of medicinal plant Nigella sativa under salt stress. Iranian Journal of Field Crops Research, 10(2): 299-310. **(Journal)**(In Persian)

Ghana, S.G. and Schillinger, W.F. 2003. Seed priming winter wheat for germination, emergence, and yield. Crop Science, 43(6): 2135-2141. **(Journal)**

Ghasemi Jobshahr, E. and Khoramivafa, M. 2013. Effect of Pretreatment of Salicylic Acid on Germination and Seedling Properties *Callendulla officinalis* in Salt Stress Condition. Plant Production and Technology, 17(2): 57-70. **(Journal)** (In Persian)

Gu, Z., Chen, D., Han, Y., Chen, Z. and Gu, F. 2008. Optimization of carotenoids extraction from Rhodobacter sphaeroides, Learning With Technologies, 41: 1082–1088. **(Journal)**

Halmer, P. 2004. Methods to Improve Seed Performance in the Field. In: Benech-Arnold RL, Sanchez RA (Eds), Handbook of Seed physiology: Application to Agriculture, Pp: 65-125. **(Book)**

ISTA (International Seed Testing Association). 2008. International rules for seed testing. Seed Science and Technology. 24: 155-202. **(Handbook)**

Jamil, M., Rehman, S. and Rha, E.S. 2007. Salinity Effect on plant growth, PSII photochemistry and chlorophyll content in sugar beet (*Beta vulgaris* L.) and cabbage (*Brassica oleracea capitata* L.). Pakistan Journal of Botany, 39: 753-760. **(Journal)**

Kanawapee, N., Sanitchon, J., Lontom, W. and Threerakulpisut, P. 2012. Evaluation of salt tolerance at the seedling stage in rice genotypes by growth performance, ion accumulation, proline and chlorophyll content. Plant and Soil, 358: 235-249. **(Journal)**

Kaur, S., Gupta, A.K. and Kaur, N. 2002. Effect of osmo and hydro priming of chickpea seeds on seedling growth and carbohydrate metabolism under water deficit stress. Plant Growth Regulation, 37(1): 17-22. **(Journal)**

Kaur, S., Gupta, A.K. and Kaur, N. 2005. Seed priming increase crop yield possibly by modulating enzymes of sucrose metabolism in chickpea. Journal of Agronomy and Crop Science, 191(2): 81-87. **(Journal)**

Khan, W., Prithviraj, B., Smith, D.L., 2003. Photosynthetic responses of cornand soybean to foliar application of salicylates. J. Plant Physiology, 160: 485-492. **(Journal)**

Kumari, N., Rai, P.K., Bara, B.M. and Singh, I. 2017. Effect of halo priming and hormonal priming on seed germination and seedling vigour in maize (*Zea mays* L) seeds. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 6(4): 27-30. **(Journal)**

Mandegari, A., Pournamdari, M., Sharififar, F., Pournourmohammadi, Sh. Fardiar, R. and Sholi, S. 2012. Alkaloid and flavonoid rich fractions of fenugreek seeds (*Trigonellafoenum-graecum* L.) with antinociceptive and anti- inflammatory effects. Food and Chemical Toxicology, 50: 2503-2507. **(Journal)**

Mehrinfar, F., Nematzadeh, G., Pirdashti, H., Makarer, H. 2015. The Effect of Salinity on ionic Content, Plant Pigment and Soluble Sugar and Starch Halophyte Aeluropus Plant (*Aeluropus littoralis*) New Findings in Agriculture.8(3): **(Journal)**

Mir Sadegi, S., Shekari, F., Fotovat, R. and Zangani, E. 2011. The effect of priming by salicylic acid on vigor and seedling growth of canola (*Brassica napus*) under water deficit condition. Journal of Plant Biology, 6: 55-70. **(Journal)**(In Persian)

Misra, N. and Dwivedi, U.N. 2004. Genotypic difference in salinity tolerance of green gram cultivars. Plant Science, 166: 1135-1142. **(Journal)**

Misra, N. and Saxena, P. 2009. Effect of salicylic acid on proline metabolism in lentilgrown under salinity stress. Plant Science, 599: 525–529.

Mittal, S., Kumari, N. and Sharma, V. 2012. Differential response of salt stress on *Brassica juncea*: Photosynthetic performance, pigment, proline, D1 and antioxidant enzymes, Plant Physiology and Biochemistry, 54: 17-26. **(Journal)**

Paparella, S., Araújo, S.S., Rossi, G., Wijayasinghe, M., Carbonera, D. and Balestrazzi, A. 2015. Seed priming: state of the art and new perspectives. Plant Cell Reports, 34 (8): 1281-1293. **(Journal)**

Parida, A.K., Das, A.B. and Mohanty, P., 2004. Defense potentials to NaCl in a mangrove, *Bruguiera parviflora*: differential changes of isoforms of some antioxidative enzymes. Journal of Plant Physiology, 161(5): 531-542. **(Journal)**

Roumani, A. and Ehteshami, S.M. 2014. Effect of different levels of salinity stress on seed germination and early growth of fenugreek (*Trigonella foenum* L.) seedling. Journal of Seed Research, 1(1): 33-45. **(Journal)**(In Persian).

Saadatyan, B., Ahmadvand, Gh. and Soleimani, F. 2012. Seed priming effect on *Satureja hortensis* characteristics of drought stress and salt stress. Journal of Science and Technology of Seed, 2(2): 44-33. **(Journal)**(In Persian)

Saeedi Goraghani, H.R., Ranjbar Fordoei, A., Soleimani Sardo, M. and Mahdavi, M.J. 2017. Effect of salinity and drought stresses on germination stage and growth of black cumin (*Bunium Persicum* Boiss). Iranian Journal of Field Crops Research, 15(1): 1-7. **(Journal)**(In Persian)

Sarahi Nobar, M., Niknam, M. and Moradi, B. 2010. Effect of salinity stress on protein content, pigments, sugars and phenolic compounds in tissue culture of several species of Iranian fenugreek. Sciences University of Tehran, 36(2): 59-53. **(Journal)**(In Persian)

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

Shakirova, F.M. and D.R. Sahabutdinova. 2003. Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity.Plant Science, 164: 317-322. **(Journal)**

Shekari, F., Baljani, R., Saba, J., Afsahi, K. and Shekari, F. 2010. Effect of seed priming with salicylic acid on growth characteristics of borage (*Borago officinalis*) plants seedlings. Journal of New Agricultural Science, 6: 47-53. **(Journal)**(In Persian)

Soltani, A., Gholipoor, M. and Zeinali, E. 2006. Seed reserve utilization and seedling growth of wheat as affected by drought and salinity. Environmental and Experimental Botany, 55: 195-200. **(Journal)**

Yagmur, M. and Kaydan, D. 2008. Alleviation of osmotic stress of water and salt in germination and seedling growth of triticale with seed priming treatments. African Journal of Biotechnology, 7 (13): 2156-2162. **(Journal)**

Yousefian, M., Tatian, M., Tamartash, R. and Montazeri, F. 2012. Investigation of Salt Stress on Seed Germination of *Trigonella foenum-graecum*. National Conference on Environment and Plant Production. Islamic Azad University of Damghan. 15th and 16th of October, 2012. **(Journal)**(In Persian)

Zalai, G., Tari, I., Janda, T., Pestenácz, A. and Páldi, E. 2000. Effects of cold acclimation and salicylic acid on changes in ACC and MACC contents in maize during chilling. Biology of Plant, 43: 637-640. **(Journal)**

Effect of different pre-treatments and salinity on seed germination and qualitative traits of (*Trigonella foenum-graecum*) medicinal plant

Zeynab Valipour Dehno[1], Majid Amini Dehghi[2], Shokofeh Gholami[3*]

Received: November 27, 2018 Accepted: July 21, 2019

Abstract

In order to study priming on seed germination, growth and physiological characteristics of Fenugreek plant under salt stress, a factorial experiment was conducted in a completely randomized design with three replications at the Seed Technology Laboratory Faculty of Agricultural Sciences Shahed University in year 2017. The treatments consisted of 5 levels of priming(control (no prime) and hydropriming distilled water for 24 hours, hydroperiming distilled water for 48 hours, 3% potassium nitrate and 5% salicylic acid) and Salinity stress in four levels (0, 50, 100 and 150 mM). The results of analysis of variance indicated significant effect of priming treatment and salinity stress on germination percentage and rate, rash parameters, photosynthetic pigments and proline content. The results of the comparison of the mean effect of interaction indicated that 24-hour hydroperimage application at salinity levels had an average of 100% germination percentage. Hydropriming had a superior advantage in terms of stem and root length, longitudinal seedling index, chlorophyll content, carotenoid content and prolin content with increasing salinity stress compared to other levels. The herbaceous plant seems to be resistant to stress. In general, the use of hydro-priming is recommended for modifying the stress of salinity in Fenugreek.

Kay words: Carotenoid; Chlorophyll; Indian Fenugreek; Proline; Seedling length; Weight Index

How to cite this article
Valipour Dehno, Z., Amini Dehghi, M. and Gholami, S. 2020. Effect of different pre-treatments and salinity on seed germination and qualitative traits of (*Trigonella foenum-graecum*) medicinal plant. Iranian Journal of Seed Science and Research, 7(3): 375-389. (In Persian)(**Journal)**
DOI: 10.22124/jms.2020.4598

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. MSc. Student of Seed Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Shahed, Tehran, Iran
2. Associate Professor, Faculty of Agriculture, University of Shahed, Tehran, Iran
3. Ph.D Candidate of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Shahed, Tehran, Iran
*Corresponding author: shocofehgholmi@gmail.com