نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۷ شمارهٔ۱، صفحهٔ ۸۰-۶۵، نیمهٔ اول ۱۳۹۵

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 7, No. 1, 2016, p. 65-80

تأثیر تنش شوری و هیدروپرایمینگ بر ویژگی‌های جوانه‌زنی بذور ماش‌سبز (*Vigna radiata* (L.) Wilczek)

مجید قنبری[1*]، کامران منصور قناعی پاشاکی[2]، صابر صفایی عبدالمناف[2] و خدیجه عزیز علی‌آبادی[2]

۱- دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس

۲- دانش‌آموختگان کارشناسی‌ارشد زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۵/۰۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۴/۰۲

چکیده

جوانه‌زنی و سبزشدن سریع بذر، یک عامل مهم و تعیین‌کننده عملکرد نهایی گیاهان است. تنش شوری مهم‌ترین عامل غیرزیستی تهدیدکننده گیاهان به‌ویژه لوبیا است. امروزه تکنیک پیش‌تیمار بذر به‌عنوان عامل بهبوددهنده جوانه‌زنی و استقرار تحت تنش‌های محیطی معرفی‌شده است. این تحقیق با هدف بررسی اثر هیدروپرایمینگ بر ویژگی‌های جوانه‌زنی ماش‌سبز تحت تأثیر تنش شوری به‌صورت آزمایش فاکتوریل، در قالب طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل پیش‌تیمار بذر، در چهارسطح، صفر، ۸، ۱۶ و ۲۴ساعت هیدروپرایمینگ و تنش شوری در پنج‌سطح، صفر، ۲، ۴، ۶، ۸ دسی‌زیمنس بر متر بود. در این آزمایش صفات درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن تَر ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه، ضریب‌آلومتریک، درصد آب بافت گیاهچه و بنیه بذر اندازه‌گیری شد. نتایج این آزمایش نشان‌داد که در کلیه متغیرهای موردبررسی اختلاف بسیار معنی‌داری بین سطوح تیمارها وجود داشت. علاوه‌بر این، در برهم‌کنش هیدروپرایمینگ و تنش شوری، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن تَر و وزن‌خشک ریشه‌چه، وزن‌خشک ساقه‌چه، ضریب‌آلومتریک و درصد آب بافت گیاهچه اختلاف معنی‌داری در سطح یک‌درصد داشته و از نظر وزن تَر ساقه‌چه در سطح پنج‌درصد اختلاف معنی‌داری دیده شد. این درحالی است که از نظر میانگین و درصد جوانه‌زنی و بنیه بذر تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید. بیشترین میانگین درصد جوانه‌زنی، طول و وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه و بنیه بذر در تیمار آب‌مقطر و ۲۴ساعت هیدروپرایمینگ مشاهده شد. بیشترین وزن تَر ریشه‌چه و ضریب‌آلومتریک در تیمار آب‌مقطر و ۸ساعت هیدروپرایمینگ مشاهده شد. از نظر درصد آب بافت گیاهچه، تیمار آب‌مقطر و ۲۴ساعت هیدروپرایمینگ کمترین مقدار را به‌خود اختصاص داد. کلیه متغیرهای موردبررسی به‌جُز درصد آب بافت گیاهچه در شوری ۸دسی‌زیمنس بر متر و بدون هیدروپرایمینگ کمترین مقادیر را داشتند. به‌طور کلی، هیدروپرایمینگ توانست از طریق ارتقاء سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی و افزایش میزان بنیه گیاهچه، اثرات نامطلوب تنش شوری را بهبود داده و موجب افزایش شاخص‌های جوانه‌زنی گردد.

کلمات کلیدی: پیش‌تیمار آبی، جوانه‌زنی، شاخص‌های رشدی گیاهچه، ماش‌سبز، نمک

مقدمه

حبوبات، مهم‌ترین منبع تأمین پروتئین گیاهی بوده و ماش‌سبز (*Vigna radiate* (L.) Wilczek) با تولید دانه‌هایی حاوی ۲۵-۲۲درصد پروتئین، از ارزش تغذیه‌ای بالایی برای انسان برخوردار بوده و در اکثر جوامع امروزی از منابع عمده تأمین پروتئین به‌شمار می‌رود. علوفه ماش‌سبز نیز با دارابودن ۱۰ تا ۲۰درصد پروتئین گیاهی، به‌عنوان علوفه‌ای خوش‌خوراک جهت تغذیه حیوانات مورداستفاده قرار می‌گیرد (Rastgar, 2005; Majnoon-Hoseini, 1993).

تغییرات آب‌وهوایی، رشد بی‌رویه جمعیت و تنش‌های غیرزیستی از جمله چالش‌های مهمی هستند که کشاورزی امروزی با آن روبه‌رو است. در این بین، تنش شوری با کاهش میزان و درصد جوانه‌زنی، کاهش رشد و نمو اندام‌های هوایی و کاهش دوره رشد گیاهچه بر عملکرد محصولات‌زراعی تأثیر منفی گذاشته و می‌تواند پتانسیل تولید مادهٔ خشک در اغلب زمین‌های زراعی را به‌شدت کاهش دهد (Wallace, 2000;

* **نویسندهٔ مسئول:** دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده کشاورزی،گروه زراعت، صندوق پستی: ۳۳۳-۱۴۱۱۵، majid.ghanbari@modares.ac.ir، همراه: ۰۹۱۱۵۵۱۳۶۸۹، تلفن: ۳-۴۴۱۹۶۵۲۲

Wang *et al*., 2003). از یک‌سو، تنش شوری از طریق تجمیع رادیکال‌های سوپراکسید در سلول‌ها، لیپیدهای غشاء، پروتئین‌ها و نوکلئیک‌اسیدها را تخریب‌کرده و علاوه‌بر مختل‌کردن روابط آبی گیاه از طریق تأثیرات اسمزی موجب سمیت یون‌های سدیم و پتاسیم در بافت‌ها و سلول‌های گیاه می‌شود (Rajabi & Postini, 2005; Greenwood & Macfarlen, 2009). از سویی‌دیگر، تنش شوری از طریق ایجاد تنش خشکی به‌وسیله کاهش پتانسیل آب در منطقه ریشه، یا ایجاد سمیت یون‌های سدیم و کلر در گیاهچه و یا از طریق ایجاد عدم‌تعادل عناصرغذایی به‌وسیله کاهش در میزان جذب یا کاهش در میزان انتقال آن در اندام‌های هوایی رشدونمو گیاهان را تحت تأثیر خود قرار دهد (Gama *et al*., 2007). Greive *et al*, (1992) در بررسی میزان عملکرد گندم تحت شرایط تنش شوری گزارش کردند که با افزایش سطوح تنش شوری، میانگین و درصد جوانه‌زنی و میزان سبزشدن گیاهچه به‌شدت کاهش‌یافته که این امر در نتیجه افزایش پتانسیل‌اسمزی و ایجاد سمیت یون داخل سلول‌ها ایجاد می‌گردد. آزمایش‌ها نشان می‌دهد که تنش شوری به‌طور معنی‌داری بر میانگین و درصد جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه و وزن تَر ساقه‌چه و ریشه‌چه اثرگذار است (Tajbakhsh & Sadeghi, 1999). Khodabakhsh *et al*, (2010) در بررسی‌های خود روی تأثیر هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ تحت شرایط تنش شوری در دو رقم تجاری نخود اظهار داشتند که افزایش سطوح تنش شوری موجب کاهش میانگین و درصد جوانه‌زنی و طول ساقه‌چه و ریشه‌چه می‌گردد. آزمایش‌ها نشان‌داد که افزایش میزان تنش شوری بر رشد ریشه‌چه بیش از ساقه‌چه تأثیرگذار بوده و میزان آن را کاهش می‌دهد (Soltani *et al*., 2001). همچنین از نتایج تحقیقات محققان چنین برمی‌آید که افزایش سطوح غلظت‌های تنش شوری، جوانه‌زنی غیرعادی بذور را افزایش‌داده و بنیه بذور را کاهش می‌دهد (Tajbakhsh, 1996).

در این‌راستا هیدروپرایمینگ، یکی از روش‌های بهبود کیفیت ویژگی‌های جوانه‌زنی در بذور محسوب‌شده که در آن بذور به‌صورت کنترل‌شده آب را جذب‌کرده، به‌نحوی‌که فعالیت متابولیکی و فیزیولوژیکی بذور جهت جوانه‌زنی پیش از خروج ریشه‌چه تکمیل‌شده و سپس بذور به رطوبت‌اولیه خود رسانیده می‌شوند (Farooq *et al*., 2006; Harris *et al*., 1999). به‌عبارتی‌دیگر، هدف از انجام هیدروپرایمینگ، کاستن از مدت‌زمان لازم جهت جوانه‌زنی، بهبود در استقرار گیاهچه و بهبود در شاخص‌های مربوط به جوانه‌زنی است (Hill, 1999). انجام پرایمینگ با استفاده از آب‌خالص روشی بسیار ساده و مقرون به‌صرفه بوده و از طریق کاهش زمان لازم برای جذب آب در بذور، میزان و درصد جوانه‌زنی را بهبود بخشیده و سبزشدن و استقرار گیاهچه را تسریع می‌کند (Windauer *et al*., 2007). به‌طور کلی پرایمینگ سبب بهبود کیفیت جوانه‌زنی بذر از طریق آغاز رویدادهای اولیه جوانه‌زنی در شرایط عدم وقوع تقسیم سلولی در بذر شده (Abutalebian *et al*., 2008) و از طریق ارتقاء سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی موجب افزایش بنیه بذر و بهبود عملکرد محصولات‌زراعی می‌گردد (Farooq *et al*., 2008). Esmaeili Pour & Majdam, (2009) در بررسی اثر هیدروپرایمینگ در بهبود جوانه‌زنی و رشد گیاهچه سورگوم‌شیرین تحت شرایط تنش شوری گزارش کردند که افزایش سطوح تنش شوری صفات میانگین و درصد جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه و وزن‌خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه را کاهش‌داده و باوجود این‌که هیدروپرایمینگ بذور باعث تعدیل اثرات شوری بذر شد، اما این کاهش از نظر آماری معنی‌دار نبود. Agah & Nabavi Kalat, (2013) در بررسی اثر پیش‌تیمار بذر بر جوانه‌زنی و قدرت گیاهچه لوبیا تحت شرایط تنش شوری دریافتند که پرایمینگ توانست تحت شرایط تنش شوری شدید مؤلفه‌های میانگین و درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن‌خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه و ضریب‌آلومتریک گیاهچه را بهبود دهد. همچنین پژوهشگران در بررسی اثر تیمارهای مختلف پرایمینگ در مقاومت به شوری در مراحل مختلف جوانه‌زنی گزارش دادند که صفات میانگین و درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و شاخص بنیه بذر در بذور پرایم‌شده بهبود پیدا کرده‌اند (Shakarami *et al*., 2011). Saglam *et al*, (2010) در بررسی تأثیر هیدروپرایمینگ بر پارمترهای جوانه‌زنی عدس در شرایط تنش شوری بیان‌کردند که افزایش سطوح تنش شوری موجب افزایش ضریب‌آلومتریک و افزایش محتوای آب نسبی گیاهچه شده است. این پژوهش به‌منظور بررسی اثر تنش شوری بر ویژگی‌های جوانه‌زنی بذور پرایم‌شده ماش‌سبز در شرایط آزمایشگاهی صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی تأثیر تنش شوری و هیدروپرایمینگ بر ویژگی‌های جوانه‌زنی بذور ماش‌سبز، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در چهارتکرار در آزمایشگاه زراعت دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان در سال ۱۳۹۲انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل پیش‌تیمار بذر، در چهارسطح صفر، ۸ساعت، ۱۶ساعت و ۲۴ساعت هیدروپرایمینگ و تنش شوری، در پنج‌سطح، صفر، ۲، ۴، ۶،

۸دسی‌زیمنس بر متر بود. قبل از اجرای آزمایش، بذور با محلول ۱۰درصد هیپوکلریت‌سدیم به‌مدت ۱۵دقیقه ضدعفونی‌شده و ۳مرتبه با آب‌مقطر شستشو داده‌شدند. جهت هیدروپرایمینگ، بذور مطابق سطوح زمانی مشخص‌شده در آب‌مقطر در دمای ۲۵درجه سلیسیوس (دمای اتاق) خیسانده شدند. سپس برای کشت به‌تعداد ۲۵عدد درون هر پتری‌دیش سترون دارای کاغذصافی قرار گرفتند. تنش شوری با استفاده از NaCl خالص مرک، مطابق رابطه زیر ایجاد شد.

$$TDS = 640 \times EC \quad (۱)$$

که در آن TDS، میزان نمک‌خالص بر حسب گرم بر لیتر و EC میزان هدایت‌الکتریکی بر حسب دسی‌زیمنس بر متر است (Mahdavi, 2005). برای پتانسیل آب معادل صفر بار، از آب‌مقطر استفاده شد. به هر پتری‌دیش، پنج میلی‌لیتر محلول NaCl با پتانسیل‌های ۲، ۴، ۶، ۸ دسی‌زیمنس بر متر و برای پتانسیل صفر دسی‌زیمنس بر متر، آب‌مقطر اضافه شد. پس از اعمال تیمارها، ظروف توسط پارافیلم پوشیده و پتری‌دیش‌ها در ژرمیناتور در دمای ۲۵درجه سلیسیوس و در تاریکی به‌مدت ۸روز قرار داده شدند.

شمارش جوانه‌زنی از روز پنجم آغاز و تا روز هشتم ادامه یافت (ISTA, 2004) و معیار جوانه‌زنی خروج ریشه‌چه به‌اندازه ۲میلی‌متر بود (Soltani *et al*., 2001). میانگین و درصد جوانه‌زنی به‌ترتیب بر اساس رابطه ۱ و ۲ محاسبه شدند.

$$MG = \frac{\sum D_n}{\sum n} \quad (۱)$$

در این فرمول D تعداد روزها پس از شروع آزمون جوانه‌زنی و n تعداد بذرهای جوانه زده در روز D است (Ellis *et al*., 1980).

$$PG = N_i/N \times 100 \quad (۲)$$

در آن N_i تعداد بذر جوانه زده شده تا روز هشتم و N تعداد کل بذر است (Fallah & Babaei, 2006). طول ریشه‌چه و ساقه‌چه با خط‌کش میلی‌متری اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن تَر ریشه‌چه و ساقه‌چه از ترازوی حساس (Sartorius research (R300S)) با دقت ۰/۰۰۰۱گرم استفاده شد. ساقه‌چه و ریشه‌چه پس از تفکیک به‌مدت ۲۴ساعت در دمای ۷۲درجه سلیسیوس در آون قرار داده شدند و وزن خشک آن‌ها اندازه‌گیری شد. ضریب‌آلومتریک، درصد آب بافت گیاهچه و شاخص بنیه بذر به‌ترتیب بر اساس رابطه ۳، ۴ و ۵ محاسبه شدند.

$$\text{ضریب آلومتریک} = \frac{\text{وزن خشک ریشه چه}}{\text{وزن خشک ساقه چه}} \quad (۳)$$

(Hoseini *et al*., 2011).

$$\text{درصد آب بافت گیاهچه} = \left(\frac{\text{میانگین وزن خشک گیاهچه} - \text{میانگین وزن تر گیاهچه}}{\text{میانگین وزن تر گیاهچه}}\right) \times ۱۰۰ \quad (۴)$$

(Fowler *et al*., 1981).

$$\text{شاخص بنیه بذر} = \text{درصد نهایی جوانه زنی} \times \text{طول گیاهچه} \quad (۵)$$

(Agrawal, 2003).

داده‌ها بااستفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹ تجزیه شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون Tukey و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

جوانه‌زنی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌داد که تأثیر هیدروپرایمینگ و تنش شوری بر میانگین و درصد جوانه‌زنی ماش‌سبز در سطح یک‌درصد معنی‌دار است (جدول ۱). بیشترین تأثیرپذیری هیدروپرایمینگ بر میانگین و درصد جوانه‌زنی ماش‌سبز در تیمار ۱۶ساعت هیدروپرایمینگ به‌ترتیب ۷/۳۰، ۷۳/۰۰درصد بود که تفاوت معنی‌داری با تیمار ۲۴ساعت هیدروپرایمینگ نداشته و کمترین میزان آن در تیمار بدون هیدرپرایمینگ (صفر) به‌ترتیب ۴/۶۵، ۴۶/۵۰درصد مشاهده شد (جدول ۲). همچنین از نظر تنش شوری، بیشترین میزان میانگین و درصد جوانه‌زنی در تیمار شاهد (آب‌مقطر)، به‌ترتیب ۸/۵۶، ۸۵/۶۲ درصد و کمترین میزان آن در شوری ۸دسی‌زیمنس بر متر به‌ترتیب ۳/۵۶، ۳۵/۶۲درصد مشاهده گردید (جدول ۲). بررسی‌های انجام‌شده روی میانگین و درصد جوانه‌زنی بذر نخودفرنگی و همچنین جوانه‌زنی و رشد گیاهچه چهار رقم grasspea نشان‌داد که افزایش سطوح تنش شوری، میانگین و درصد جوانه‌زنی بذور را به‌طور معنی‌داری کاهش داد و بیشترین تأثیر منفی آن در شوری ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد (Mahdavi & Modarres Sanavi, 2007; Shoeoan & Garo, 1985). Khajeh-Hoseini *et al*, (2003) در تحقیقات خود به نقش یون‌های کلر و سدیم در به‌وجودآوردن پتاسیل‌های بالای اسمزی و جلوگیری از جذب آب توسط بذر و همچنین ایجاد حالت سمیت شدید ناشی از یون‌های سدیم و کلر حاصل از تنش شوری اشاره داشتند. تحقیقات پژوهشگران در زمینه تنش شوری از ورود یون‌های سدیم و کلر به درون غشای سلولی و نشت محلول‌های الکترولیتی و سیتوسولی درون‌غشایی به بیرون و در نتیجهٔ آن، کاهش کارآیی و پایداری دیواره سلولی و غشای پلاسمایی حکایت دارد (Allen *et al*., 1995) که کاهش میانگین و درصد جوانه‌زنی بذور را موجب می‌گردد. بررسی‌ها روی تأثیر

هیدروپرایمینگ بذر بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گندم زمستانه نشان‌داد که هیدروپرایمینگ توانسته موجب افزایش میانگین و درصد جوانه‌زنی بذور گردد (Giri & Schilinger, 2003). تحقیقات پژوهشگران در مورد اثرات پرایمینگ بر جوانه‌زنی ذرت‌شیرین تحت تنش شوری نشان‌داد که هیدروپرایمینگ بر میانگین و درصد جوانه‌زنی تأثیر معنی‌داری داشته و مؤلفه‌های جوانه‌زنی را تحت شرایط تنش شوری بهبوددهاده است (Hasanzadeh Kahal Sofla *et al*., 2012). همچنین محققان در بررسی اثر پرایمینگ بر بذور پنبه و آفتابگردان دریافتند که پرایمینگ موجب بهبود میانگین و درصد جوانه‌زنی بذور گردیده است (Soltani *et al*., 2008; Demir Kaya *et al*., 2006). پرایمینگ با افزایش میزان آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت مانند گلوتاتیون و آسکوربات در شرایط تنش شوری، واکنش‌های پراکسیداسیون لیپید در خلال جوانه‌زنی را کاهش داده و موجب افزایش میانگین و درصد جوانه‌زنی می‌گردد (Hasanzadeh Kahal Sofla *et al*., 2012).

طول ریشه‌چه و ساقه‌چه

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس نشان‌داد که طول ریشه‌چه و ساقه‌چه ماش‌سبز از نظر هیدروپرایمینگ، تنش شوری و برهم‌کنش هیدروپرایمینگ×تنش شوری در سطح احتمال یک‌درصد معنی‌دار است (جدول ۱).

مقایسه میانگین طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در برهم‌کنش هیدروپرایمینگ×تنش شوری نشان‌داد (جدول ۳)، که بیشترین میزان طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در تیمار شاهد (آب‌مقطر) و ۲۴ساعت هیدروپرایمینگ به‌ترتیب ۱۲/۵۰سانتی‌متر و ۲۷/۳۷ سانتی‌متر و کمترین میزان طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در شوری ۸دسی‌زیمنس بر متر و بدون هیدروپرایمینگ به‌ترتیب ۶/۸۷سانتی‌متر و ۱۶/۴۰سانتی‌متر است. پژوهشگران در بررسی سطوح مختلف تنش شوری بر جوانه‌زنی ارقام مختلف لوبیا نشان‌دادند که تأثیر تنش شوری بر طول ریشه‌چه و ساقه‌چه معنی‌دار بوده و با افزایش سطوح تنش شوری از میزان طول ریشه‌چه و ساقه‌چه کاسته شده است. بیشترین میزان طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در تیمار شاهد (آب‌مقطر) و رقم جولس و کمترین میزان آن در شوری ۳دسی‌زیمنس بر متر و رقم جی ۱۴۰۸۸مشاهده شد (Bagheri & Hassabaygi, 2009).

جدول ۱- تجزیه واریانس تأثیر مقادیر مختلف شوری بر ویژگی‌های جوانه‌زنی بذور پرایم شده ماش‌سبز

Table1. Analysis of variance of values for the effect of salinity on primed seed germination characteristics of vigna radiata

منابع تغییر Source of Variation	درجه آزادی df	میانگین جوانه‌زنی Mean of Germination	درصد جوانه‌زنی Percent of Germination	طول ریشه‌چه Radicle Length	طول ساقه‌چه Plumule Length	وزن تر ریشه‌چه Radicle Fresh Weight	وزن تر ساقه‌چه Plumule Fresh Weight	وزن خشک ریشه‌چه Radicle Dry Weight	وزن خشک ساقه‌چه Plumule Dry Weight	ضریب آلومتری Allometric Index	درصد آب بافت گیاهچه Seedling Tissu Water Percentage	بنیه بذر Seed Vigor
هیدروپرایمینگ Hydropriming	3	32.14 **	3214.58 **	20.79 **	234.59 **	1.78 **	31.61 **	0.6413 **	0.0631 **	0.0740 **	18.22 **	8396425.43 **
تنش شوری Salt Stress	4	60.66 **	6066.87 **	30.98 **	27.27 **	0.4058 **	1.27 **	0.1504 **	0.0081 **	0.1132 **	6.93 **	9285932.48 **
هیدروپرایمینگ×تنش شوری Hydropriming×Salt Stress	12	0.5520 ns	55.20 ns	0.1462 **	0.1594 **	0.0031 **	0.0082 *	0.0114 **	0.000081 **	0.0206 **	0.1680 **	50718.63 ns
خطای آزمایش Erorr	60	0.3958	39.58	0.0568	0.0537	0.0008	0.0038	0.0000091	0.000024	0.0035	0.0159	41229.97
ضریب تغییرات CV	–	10.04	10.04	2.51	1.06	3.45	1.84	6.95	5.51	12.30	0.1298	9.98

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

ns، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد

ارزیابی جوانه‌زنی و رشد رویشی گیاه روناس در غلظت‌های مختلف شوری نشان‌داد که با افزایش سطوح تنش شوری طول ساقه‌چه و ریشه‌چه کاهش یافت، به‌طوری‌که طول ساقه‌چه در سطح ۵دسی‌زیمنس بر متر و طول ریشه‌چه در سطح ۲۵دسی‌زیمنس بر متر کاهش معنی‌داری داشت (Abbassi *et al*., 2009).

افزایش سطوح تنش شوری با ایجاد اثرات تخریبی بر غشای پلاسمایی و ورود بیش از حد یون‌های کلر و سدیم به درون سلول‌های ریشه‌چه و ساقه‌چه و به‌وجودآوردن سمیت‌یونی (Zahtabian *et al*., 2005) فعالیت برخی از آنزیم‌های مؤثر در رشد گیاهچه را تحت تأثیر خود قرار داده (Farkhah *et al*., 2003) و با افزایش پتانسیل‌اسمزی محیط کشت، از ورود آب به درون بذر جلوگیری کرده و با اختلال در روند رشد طبیعی گیاهچه (Azarnivand *et al*., 2005) موجب کاهش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌گردند. پژوهشگران در بررسی تأثیر پرایمینگ بر تغییرات خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه برنج بیان داشتند که افزایش سطوح پرایمینگ بذر موجب بهبود طول ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌گردد (Gholami Tileh-boni *et al*., 2012). محققان همچنین در آزمایش‌های دیگر که روی ارقام مختلف جو، خیار و فلفل انجام شد، بیان داشتند که هیدروپرایمینگ موجب افزایش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه گردید (Judi & Sharifzadeh, 2004; Sanchez *et al*., 2001). هیدروپرایمینگ با افزایش آزادسازی کربوهیدرات‌های محلول در بذر، فعالیت متابولیکی بذر را تحریک‌کرده و با استفاده از ذخایر بذر (Sung & Chang, 1993) از طریق افزایش فعالیت آنزیم‌های ساکارز سنتتاز و گلوتامین سنتتاز (Kaur *et al*., 2002) موجب افزایش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌گردد.

وزن تَر ریشه‌چه و ساقه‌چه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌داد که وزن تَر ریشه‌چه و ساقه‌چه ماش‌سبز از نظر هیدروپرایمینگ و تنش شوری در سطح احتمال یک‌درصد و برهم‌کنش هیدروپرایمینگ×تنش شوری برای وزن تَر ریشه‌چه در سطح احتمال یک‌درصد و برای وزن تر ساقه‌چه در سطح احتمال پنج‌درصد معنی‌دار است (جدول ۱). مقایسه میانگین وزن تر ریشه‌چه ماش‌سبز در برهم‌کنش هیدروپرایمینگ×تنش شوری نشان‌داد که بیشترین میزان وزن تر ریشه‌چه در تیمار شاهد (آب‌مقطر) و ۸ساعت هیدروپرایمینگ (۱۲/۸۹گرم) و کمترین میزان آن در شوری ۸دسی‌زیمنس بر متر و بدون هیدروپرایمینگ (۰/۲۹گرم) وجود داشت (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین‌های وزن تَر ساقه‌چه ماش‌سبز نشان‌داد که در برهم‌کنش هیدروپرایمینگ×تنش شوری، بیشترین وزن تَر ساقه‌چه در تیمار شاهد (آب‌مقطر) و ۲۴ساعت هیدروپرایمینگ (۵/۱۷گرم) و کمترین میزان آن در شوری ۸دسی‌زیمنس بر متر و بدون هیدروپرایمینگ (۱/۵۶گرم) وجود داشت (جدول ۳). پژوهشگران با بررسی تأثیر تنش شوری بر پاسخ‌های یک‌گونه گیاه هالوفیت و برخی از ارقام چغندرقند دریافتند که افزایش سطوح تنش شوری کاهش چشمگیری را در وزن تَر ریشه‌چه و ساقه‌چه ایجاد می‌کند (Vicente *et al*., 2004; Hussain *et al*., 2004). ارزیابی تأثیر تنش شوری بر گیاهچه جو نشان‌داد که تولید ترکیبات‌ثانویه جهت تنظیم اسمزی درون‌سلولی و حفظ‌ونگهداری فشار تورژسانس با مصرف زیاد انرژی همراه‌بوده که منجربه کاهش وزن اندام‌های هوایی گیاهچه به‌ویژه وزن تَر آن شده است (Penuelas *et al*., 1997). در پژوهشی‌دیگر با بررسی تأثیر تنش شوری بر گیاه آتریپلکس عنوان شد که سطوح بالای تنش شوری موجب کاهش وزن تَر ریشه‌چه و ساقه‌چه گردید. آنان جذب غیرعادی یون توسط گیاهچه به‌دلیل وجود سمیت‌یونی ناشی از تنش شوری و در نتیجهٔ آن اختلال بروز اختلالات متابولیکی در گیاهچه را عامل کاهش وزن تَر ریشه‌چه و ساقه‌چه عنوان کرده‌اند (Karimi *et al*., 2004). محققان با بررسی تأثیر پرایمینگ پیازخوراکی در شرایط تنش شوری گزارش دادند که پرایمینگ باعث افزایش معنی‌دار وزن تَر ریشه‌چه و ساقه‌چه شده است (Khodadadi *et al*., 2003). در آزمایش‌هایی دیگر، پژوهشگران با بررسی تأثیر پرایمینگ و مدت‌زمان آن بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه برنج، گندم و جو دریافتند که افزایش مدت‌زمان پرایمینگ باعث افزایش وزن تَر ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌گردد (Karaki, 1998; Ramazani & Rezaei Sookht Abandani, 2011). پرایمینگ با تأثیر بر رشد محور جنین و نموّ گیاهچه موجب افزایش هدایت‌الکتریکی شده و با تحت‌تأثیرقراردادن فرایندهای فیزیولوژیک و متابولیکی گیاهچه موجب افزایش جذب آب و افزایش وزن تَر ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌گردد (Basra *et al*., 2006). باتوجه به نتایج به‌دست آمده، تیمار هیدروپرایمینگ با آب‌مقطر نتیجه معکوس داده و با افزایش سطوح هیدروپرایمینگ کاهش چشمگیری در وزن تَر ریشه‌چه و ساقه‌چه مشاهده شد. بیشترین وزن تَر ریشه‌چه در ۸ساعت هیدروپرایمینگ مشاهده شد. به‌نظر می‌رسد هیدروپرایمینگ با آسیب به سلول‌های بخش جنینی بذر سبب کاهش وزن تَر ریشه‌چه گردیده است (Abutalebian *et al*., 2008). به‌علت بالابودن پتانسیل آب، سرعت جذب آب در طول هیدروپرایمینگ بالابوده و زمان لازم جهت پرایم‌شدن بذر

را فراهم‌نکرده و حتی موجب خسارت به غشای سلول‌های در حال جذب گردیده و وزن تَر ریشه‌چه را کاهش‌داده است (McDonald, 2000; Powell, 1998).

وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه

باتوجه به نتایج تجزیه واریانس داده‌های ماش‌سبز، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه از نظر هیدروپرایمینگ، تنش شوری و برهم‌کنش هیدروپرایمینگ×تنش شوری در سطح احتمال یک‌درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان‌داد که بیشترین میزان وزن خشک ریشه‌چه ماش‌سبز (۰/۰۹۰گرم) در برهم‌کنش هیدروپرایمینگ×تنش شوری (جدول ۳) در تیمار شاهد (آب‌مقطر) و ۲۴ساعت هیدروپرایمینگ و کمترین مقدار آن (۰/۰۰۲گرم) در شوری ۸دسی‌زیمنس بر متر و بدون هیدروپرایمینگ مشاهده شد. علاوه‌بر این، نتایج مقایسه میانگین داده‌های ماش‌سبز نشان‌دهنده این مطلب است که بیشترین میزان وزن خشک ساقه‌چه در برهم‌کنش هیدروپرایمینگ×تنش شوری (جدول ۳)، در تیمار شاهد (آب‌مقطر) و ۲۴ساعت هیدروپرایمینگ (۰/۱۹۰گرم) و کمترین میزان آن در شوری ۸دسی‌زیمنس بر متر و بدون هیدروپرایمینگ (۰/۰۰۶گرم) است. آزمایش‌های پژوهشگران در بررسی تأثیر تنش شوری و خشکی روی جوانه‌زنی بذور سورگوم‌علوفه‌ای، ارزن‌مرواریدی و مارتیغال نشان‌داد که تأثیر سطوح مختلف تنش شوری بر وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه معنی‌دار بوده و با افزایش سطوح تنش شوری از وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه کاسته شد (Khalesro & Aghaalikhani, 2007; Yazdani Boyouki *et al*., 2011). باتوجه به بررسی‌های انجام‌شده با افزایش سطوح تنش شوری، در اثر کاهش پتانسیل‌اسمزی ایجادشده و ورود بیش از حد یون، سمیت‌یونی در گیاهچه اتفاق افتاده و رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه را مختل‌کرده (Redmann *et al*., 1994) و با کاهش مستمر در استفاده از ذخایر دانه موجب کاهش وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌گردد (Soltani *et al*., 2001). محققان در بررسی اثر هیدروپرایمینگ در ظهور گیاهچه ارقام آفتابگردان دریافتند که با افزایش سطوح هیدروپرایمینگ، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه افزایش یافت (Mahmoudzadeh Ardahaei *et al*., 2010). در آزمایشی دیگر، پژوهشگران با بررسی تأثیر پرایمینگ بر تغییرات خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه برنج بیان‌داشتند که افزایش سطوح پرایمینگ بذر موجب بهبود وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌گردد (Gholami Tileh-boni *et al*., 2011). پژوهش‌ها در زمینه پرایمینگ بذور خربزه نشان می‌دهد که افزایش وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه با افزایش سطوح هیدروپرایمینگ می‌تواند ناشی از افزایش سنتز آنزیم‌های هیدرولیکی و به‌همراه آن افزایش میزان پویایی ذخایر بذر و افزایش راندمان‌تبدیل ذخایر پویاشده باشد (Sivritepe *et al*., 2003).

ضریب‌آلومتریک

تخصیص مادهٔ خشک تولیدشده هنگام جوانه‌زنی به دو قسمت ریشه‌چه و اندام‌های هوایی فرآیندی متغیر است که می‌تواند پتانسیل تولید محصول گیاه‌زراعی را تحت تأثیر خود قرار دهد (Mcmical & Quisen Berry, 1991). نسبت وزن خشک ریشه‌چه به وزن خشک ساقه‌چه بیان‌گر نوعی مکانیسم تحمل نسبت به تنش‌های محیطی است. هر چند که این نسبت تحت کنترل عوامل ژنتیکی است، ولی تاحدودی تحت تأثیر عوامل محیطی نیز قرار دارد (Kochaki & Zarif Ketabi, 1996). نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌داد که ضریب‌آلومتریک در هیدروپرایمینگ، تنش شوری و برهم‌کنش هیدروپرایمینگ×تنش شوری در سطح احتمال یک‌درصد ($P<0/01$) معنی‌دار است (جدول ۱). بیشترین میزان ضریب‌آلومتریک ماش‌سبز در برهم‌کنش هیدروپرایمینگ×تنش شوری (جدول ۳)، در تیمار شاهد (آب‌مقطر) و ۸ساعت هیدروپرایمینگ (۰/۵۷) و کمترین میزان آن در شوری ۸دسی‌زیمنس بر متر و بدون هیدروپرایمینگ (۰/۳۳) مشاهده شد. محققان در بررسی اجزای جوانه‌زنی بذور کلزا و ماشک در شرایط تنش‌های محیطی دریافتند که تأثیر تنش شوری بر ضریب‌آلومتریک معنی‌دار بود و با افزایش سطوح تنش شوری از میزان ضریب‌آلومتریک کاسته شد (Zeinali *et al*., 2002; Golami *et al*., 2010). پژوهشگران در بررسی تأثیر تنش شوری بر جوانه‌زنی جو بدون پوشینه اعلام‌کردند که با افزایش سطوح تنش شوری ضریب‌آلومتریک کاهش‌یافته و حساسیت ریشه‌چه نسبت به ساقه‌چه بیش‌تر است (Mashi & Galeshi, 2006). تنش شوری با تحت تأثیر قراردادن انتقال موادغذایی از لپه‌ها به محور جنین، سرعت رشد محور جنین را کاهش‌داده و با جلوگیری از رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه میزان ضریب‌آلومتریک را کاهش می‌دهد (Datta & Dayal, 1991). یون‌های کلر و سدیم حاصل از تنش شوری با ایجاد پتانسیل‌اسمزی منفی فرآیندهای هیدرولیزی بذر را مختل‌کرده و با ایجاد سمیت یون، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه را کاهش‌داده و با افزایش سطوح تنش شوری روندی کاهشی به ضریب‌آلومتریک می‌بخشند (Rehman *et al*., 1997). محققان با بررسی تأثیر پرایمینگ بر صفات جوانه‌زنی چهارگونه مرتعی در شرایط تنش

دریافتند، با افزایش سطوح پرایمینگ‌بذر میزان وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه افزایش‌یافته که به‌دنبال آن ضریب‌آلومتریک نیز افزایش یافت (Shahsavand *et al*., 2009). همچنین پژوهشگران در ارزیابی بهبود کیفیت فیزیولوژیک بذرهای زوال‌یافته با استفاده از پرایمینگ گزارش‌دادند که تأثیر پرایمینگ بر ضریب‌آلومتریک معنی‌دار بوده و با افزایش سطوح پرایمینگ بر میزان ضریب‌آلومتریک افزوده شد (Eisvand *et al*., 2008). تیمار هیدروپرایمینگ به‌دلیل فعال‌سازی فعالیت‌های متابولیکی جنین، مانند همانندسازی DNA، تحریک فعالیت RNA و در نتیجه افزایش پروتئین‌سازی، ترمیم غشای سلولی و تولید هورمون‌های تحریک‌کننده جوانه‌زنی موجب افزایش وزن خشک گیاهچه شده و به‌دنبال آن موجب افزایش ضریب‌آلومتریک می‌گردد (Chojnovski & Come, 1997). افزایش معنی‌دار ضریب‌آلومتریک در شرایط تنش، بیان‌کننده این واقعیت است که رشد ساقه‌چه در مقایسه با رشد ریشه‌چه به کاهش پتانسیل‌اسمزی حساس‌تر بوده و آستانه فشار آماس سلول‌های ریشه‌چه نسبت به سلول‌های ساقه‌چه کمتر است (Eisvand *et al*., 2008).

درصد آب بافت گیاهچه

بررسی نتایج جدول تجزیه واریانس نشان‌داد که درصد آب بافت گیاهچه بذور ماش‌سبز از نظر هیدروپرایمینگ، تنش شوری و برهم‌کنش هیدروپرایمینگ×تنش شوری در سطح یک‌درصد معنی‌دار است (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین بذور ماش‌سبز نشان‌داد که در برهم‌کنش هیدروپرایمینگ×تنش شوری (جدول ۳)، بیشترین مقدار درصد آب بافت گیاهچه در شوری ۸دسی‌زیمنس بر متر و بدون هیدروپرایمینگ (۹۹/۵۳درصد) و کمترین مقدار آن در تیمار شاهد (آب‌مقطر) و ۲۴ساعت پرایمینگ (۹۵/۶۷درصد) وجود دارد. پژوهشگران در بررسی تأثیر تنش شوری بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی دو رقم ذرت و رشد و احیای نیترات در گیاه *Prosopis alba* دریافتند که محتوای آب نسبی گیاهچه با افزایش سطوح تنش شوری کاهش‌یافته و ساقه‌چه نسبت به ریشه‌چه از حساسیت بیشتری برخوردار بود (Cicek & Cakirlar, 2002; Meloni *et al*., 2004). گزارش این پژوهشگران برخلاف یافته‌های این آزمایش می‌باشد. افزایش محتوای آب نسبی در سطوح بالای تنش شوری می‌تواند به‌این‌علت باشد که گیاه جهت سنتز محلول‌های سازگار در شرایط تنش شوری، بخشی از منابع کربوهیدراتی خود را جهت ساختن این محلول‌ها مصرف‌کرده و در نتیجه با ایجاد پتانسیل‌اسمزی درون‌سلولی منفی و افزایش جذب آب و رقیق‌سازی نمک‌های موجود در گیاه، نوعی سازگاری در شرایط تنش شوری برقرار می‌کند، هرچند که این کار برای گیاه پرهزینه محسوب می‌شود (Khan *et al*., 2000). محققان در بررسی تأثیر پرایمینگ بر جوانه‌زنی بذور گندم اعلام‌کردند که با افزایش سطوح پرایمینگ محتوای رطوبت‌نسبی بذور افزایش یافته است (Singh & Usha, 2003). پژوهشگران همچنین در آزمایشی دیگر، در بررسی اثر پرایمینگ بر پاره‌ای از خصوصیات فیزیولوژیک لوبیا چشم‌بلبلی دریافتند که اثر پرایمینگ بر محتوای آب نسبی معنی‌دار بوده و با افزایش سطوح پرایمینگ بر محتوای آب نسبی افزوده می‌شود (Shekari *et al*., 2010). هیدروپرایمینگ با بهبود تقسیم سلولی و رشد گیاهچه، میزان فتوسنتز خالص و سنتز پروتئین را افزایش‌داده و با ایجاد تعادل اسمزی مانع از کاهش فشار تورژسانس گیاه شده و از پلاسمولیز گیاه جلوگیری می‌کند (Ma *et al*., 2006). هیدروپرایمینگ از طریق افزایش قابلیت دسترسی به ATP، افزایش میزان یکپارچگی غشای سلولی، تغییر برخی از اجزای غشاء مانند اسیدهای چرب و جلوگیری از نشت مواد به خارج از بذر در طول پرایمینگ بذر و در نتیجه افزایش توان رشدی گیاهچه موجب افزایش محتوای آب نسبی گیاهچه می‌گردد (Mazor *et al*., 1984; McDonald, 2000).

بنیه بذر

بنیه بذر از نظر هیدروپرایمینگ و تنش شوری در سطح یک‌درصد ($P<0/01$) معنی‌دار است (جدول ۱). بیشترین تأثیرپذیری هیدروپرایمینگ بر بنیه بذر ماش‌سبز (جدول ۲)، در تیمار ۲۴ساعت هیدروپرایمینگ (۲۶۹۷/۰۰) و کمترین میزان آن در تیمار بدون هیدروپرایمینگ (۱۲۸۳/۹۵) مشاهده شد. همچنین از نظر تنش شوری، بیشترین بنیه بذر در تیمار شاهد (آب‌مقطر)، به‌ترتیب (۲۹۸۰/۳۱) و کمترین میزان آن در شوری ۸دسی‌زیمنس بر متر به‌ترتیب (۱۰۲۹/۸۸) مشاهده گردید (جدول ۲). پژوهشگران در بررسی تأثیر تنش شوری و خشکی بر جوانه‌زنی بذر و شبدر برسیم، سورگوم علوفه‌ای و ارزن مرواریدی دریافتند که با افزایش سطوح تنش شوری، شاخص بنیه بذر به‌طور معنی‌داری کاهش‌یافته و در سطوح بیش از حد شوری، حتی به صفر می‌رسد (Tamartash *et al*., 2010; Khalesro & Aghaalikhani, 2007). افزایش سطوح تنش شوری از طریق کاهش میزان آب بافت گیاهچه، در اثر کاهش فشار آماس و تجمع مادهٔ خشک در بافت‌های ذخیره‌ای ریشه و ایجاد فعالیت‌های غیرطبیعی در اثر سمیت یون‌های کلر و سدیم و ایجاد پتانسیل‌اسمزی منفی در گیاهچه باعث کاهش بنیه بذر می‌گردد (Zia & Khan, 2004;

Sharma *et al.*, 2004). محققان در آزمایشی روی جو نشان‌دادند که هیدروپرایمینگ باعث افزایش شاخص بنیه بذر شد (Judi & Sharifzadeh, 2004). پژوهشگران در آزمایشی دیگر در بررسی اثر هیدروپرایمینگ روی بذور لوتوس دریافتند که هیدروپرایمینگ اثر مثبت و بهبوددهنده‌ای روی شاخص بنیه بذر دارد (Artola *et al., 2003*). بر خلاف نتایج حاصل‌شده از آزمایش، اگرچه هیدروپرایمینگ اثر افزاینده‌ای روی شاخص بنیه بذر دارد، ولی افزایش مدت‌زمان هیدروپرایمینگ سبب ایجاد مسمومیت و تولید موادسمی در بذر شده و ممکن است شاخص بنیه بذر را کاهش دهد (Buyukalaca, 1999).

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان‌داد که با افزایش تنش شوری تمام شاخص‌های جوانه‌زنی کاهش یافت. تیمار هیدروپرایمینگ، شاخص‌های جوانه‌زنی بذر را تحت تنش شوری در ماش‌سبز بهبود بخشید. از آنجا که تیمار هیدروپرایمینگ شیوه‌ای آسان، کم‌هزینه و کم‌خطر است، می‌تواند به‌عنوان یک راهکار مؤثر برای افزایش میانگین و درصد جوانه‌زنی، سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی، سبزشدن بذرها و بهبود کمی و کیفی محصول تحت شرایط نامساعد محیطی مورداستفاده قرار گرفته و مقاومت در برابر تنش شوری در گیاهان را افزایش دهد.

جدول ۲- مقایسه میانگین تأثیر سطوح تنش شوری بر صفات مختلف جوانه‌زنی در بذور پرایم‌شده گیاه ماش‌سبز (*Vigna radiata*)

Table 2. Mean comparison effect of different levels of salinity stress on germination traits, in primed seed of mungbean *Vigna radiata*

ویژگی‌های مورد ارزیابی Traits Assessment												
بنیه بذر Seed Vigor	درصد آب بافت گیاهچه Seedling Tissue Water Percentage	ضریب آلومتریک Allometric Index	وزن خشک ساقه‌چه (گرم) Plumule Dry Weight (g)	وزن خشک ریشه‌چه (گرم) Radicle Dry Weight (g)	وزن تر ساقه‌چه (گرم) Plumule Fresh Weight (g)	وزن تر ریشه‌چه (گرم) Radicle Fresh Weight (g)	طول ساقه‌چه (سانتی متر) Plumule Length (cm)	طول ریشه‌چه (سانتی متر) Radicle Length (cm)	درصد جوانه‌زنی Percent of Germination	میانگین جوانه‌زنی Mean of Germination	تیمار Treatment	
1283.95[d]	98.38[a]	0.57[a]	0.02[d]	0.01[d]	1.94[d]	0.51[d]	18.21[d]	8.48[d]	46.50[c]	4.65[c]	Zero	هیدرو پرایمینگ Hydropriming
1720.25[c]	97.38[b]	0.47[b]	0.06[c]	0.03[c]	2.86[c]	0.68[c]	19.73[c]	8.82[c]	85.50[b]	5.85[b]	8 Hour	
2432.60[b]	96.64[c]	0.47[b]	0.11[b]	0.05[b]	3.83[b]	0.98[b]	22.94[b]	9.92[b]	73.00[a]	7.30[a]	16 Hour	
2697.00[a]	96.20[d]	0.42[b]	0.15[a]	0.07[a]	4.86[a]	1.17[a]	25.89[a]	10.70[a]	72.50[a]	7.25[a]	24 Hour	
2980.31[a]	96.33[e]	0.55[a]	0.12[a]	0.06[a]	3.76[a]	1.02[a]	23.26[a]	11.14[a]	85.62[a]	8.56[a]	0= EC	تنش شوری Salt Stress
2511.00[b]	96.73[d]	0.55[a]	0.10[b]	0.05[b]	3.51[b]	0.94[b]	22.55[b]	10.46[b]	75.00[b]	7.50[b]	2= EC	
2447.97[c]	97.16[c]	0.55[ab]	0.08[c]	0.04[c]	3.35[c]	0.84[c]	21.76[c]	9.50[c]	64.37[c]	6.43[c]	4= EC	
1598.13[d]	97.52[b]	0.46[b]	0.07[d]	0.03[d]	3.18[d]	0.74[d]	20.96[d]	8.63[d]	52.50[d]	5.25[d]	6= EC	
1029.88[e]	98.02[a]	0.35[c]	0.06[e]	0.02[e]	3.04[e]	0.62[e]	19.93[e]	7.66[e]	35.62[e]	3.56[e]	8= EC	

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون، در سطح احتمال یک‌درصد بر اساس آزمون توکی اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means with similar letters in each column are not significantly different at the 1% level (Tukey MRT).

جدول ۳- میانگین ویژگی‌های مورد مطالعه در برهم‌کنش هیدروپرایمینگ × تنش شوری

Table 3. Average characteristics of the study in hydropriming × salt stress interaction

تیمار Treatment		صفات مورد ارزیابی Traits Assessment							
هیدروپرایمینگ Hydropriming	تنش شوری Salt Stress	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر) Radicle Length (cm)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر) Plumule Length (cm)	وزن تر ریشه‌چه (گرم) Radicle Fresh Weight (g)	وزن تر ساقه‌چه (گرم) Plumule Fresh Weight (g)	وزن خشک ریشه‌چه (گرم) Radicle Dry Weight (g)	وزن خشک ساقه‌چه (گرم) Plumule Dry Weight (g)	ضریب آلومتریک Allometric Index	درصد آب بافت گیاهچه Seedling Tissu Water Percentage
		میانگین± انحراف استاندارد Means± SD	میانگین± انحراف استاندارد Means± SD	میانگین± انحراف استاندارد Means± SD	میانگین± انحراف استاندارد Means± SD	میانگین± انحراف استاندارد Means± SD	میانگین± انحراف استاندارد Means± SD	میانگین± انحراف استاندارد Means± SD	میانگین± انحراف استاندارد Means± SD
صفر Zero	0= EC	9.95±0.19	19.45±0.12	0.71±0.01	2.37±0.06	0.034±0.002	0.052±0.005	0.66±0.04	97.21±0.16
	2= EC	9.25±0.23	18.92±0.22	0.61±0.03	2.08±0.07	0.023±0.003	0.035±0.004	0.68±0.09	97.83±0.19
	4= EC	8.50±0.08	18.45±0.12	0.52±0.02	1.92±0.03	0.014±0.001	0.023±0.002	0.61±0.06	98.43±0.14
	6= EC	7.85±0.23	17.82±0.20	0.41±0.03	1.75±0.09	0.008±0.002	0.015±0.002	0.56±0.16	98.92±0.08
	8= EC	6.87±0.29	16.40±0.36	0.29±0.04	1.56±0.05	0.002±0.001	0.006±0.002	0.33±0.09	99.53±0.18
۸ساعت 8 Houre	0= EC	10.60±0.18	21.55±0.17	0.91±0.02	3.32±0.08	0.052±0.002	0.092±0.004	0.57±0.03	96.58±0.07
	2= EC	9.92±0.27	20.60±0.33	0.79±0.01	3.00±0.08	0.042±0.003	0.077±0.005	0.54±0.02	96.86±0.14
	4= EC	8.80±0.16	19.72±0.17	0.69±0.01	2.85±0.06	0.029±0.002	0.065±0.005	0.44±0.00	97.35±0.17
	6= EC	7.72±0.35	18.92±0.25	0.56±0.02	2.62±0.04	0.018±0.002	0.052±0.004	0.36±0.08	97.76±0.05
	8= EC	7.05±0.20	17.87±0.29	0.43±0.02	2.50±0.03	0.008±0.002	0.040±0.003	0.20±0.05	98.34±0.17
۱۶ساعت 16 Houre	0= EC	11.52±0.12	24.67±0.15	1.17±0.01	4.20±0.08	0.073±0.003	0.147±0.005	0.50±0.04	95.88±0.02
	2= EC	10.90±0.18	23.90±0.25	1.10±0.01	3.96±0.06	0.064±0.003	0.124±0.006	0.51±0.03	96.28±0.11
	4= EC	9.87±0.29	22.92±0.25	0.99±0.04	3.79±0.06	0.051±0.003	0.107±0.005	0.48±0.01	96.67±0.11
	6= EC	9.12±0.26	22.02±0.17	0.88±0.03	3.66±0.05	0.043±0.003	0.094±0.006	0.46±0.03	96.96±0.13
	8= EC	8.17±0.20	21.20±0.18	0.76±0.02	3.54±0.03	0.033±0.002	0.087±0.005	0.42±0.04	97.40±0.10
۲۴ساعت 24 Houre	0= EC	12.50±0.08	27.37±0.18	1.32±0.02	5.17±0.05	0.090±0.002	0.190±0.004	0.47±0.00	95.67±0.05
	2= EC	11.77±0.22	26.77±0.17	1.26±0.03	5.00±0.03	0.083±0.003	0.170±0.003	0.49±0.02	95.24±0.02
	4= EC	10.85±0.26	25.97±0.23	1.17±0.02	4.85±0.04	0.074±0.002	0.156±0.004	0.47±0.00	96.17±0.07
	6= EC	9.85±0.31	25.07±0.29	1.11±0.02	4.71±0.03	0.066±0.003	0.141±0.005	0.46±0.01	96.43±0.10
	8= EC	8.55±0.34	24.27±0.26	1.01±0.03	4.57±0.05	0.055±0.004	0.123±0.006	0.44±0.01	96.80±0.14

*میانگین صفات در هر سطح برهم‌کنش ± انحراف استاندارد

*Mean of traits in each of interaction level ± Standard Division

منابع

1. Abbassi, F., Koocheki, A., and Jafari, A. 2009. Evaluation of germination and vegetative growth of modder (*Rubia tinctorum* L.) under different levels of NaCl. Journal of Iranian Field Crop Research 7(2): 515-525. (In Persian with English Summary).
2. Abutalebian, M.A., Sharifzadeh, F., Jahansooz, M.R., Ahmadi, A., and Naghavi, M.R. 2008. Effect of seed priming in wheat (*Triticum aestivum* L.) differing climates Iran Tuesday on germination, seedling growth and yield. Iranian Journal of Field Crop Science 39(1): 145-154. (In Persian).
3. Agah, F., and Nabavi Kalat, S.M. 2013. Study of seed priming on improvement seed germination indicators of Lentil (*Lens culinaris* Medik.) under salinity stress. Journal of Seed Science and Technology 3(2): 53-61. (In Persian).
4. Agrawal, R. 2003. Seed Technology. Pub. Co. PVT. LTD. New Delhi. India.
5. Allen, G.J., Wyn Jones, R.G., and Leigh, R.A. 1995. Sodium transport measured in plasma membrane vesicules isolated from wheat genotypes with differing K^+/Na^+ discrimination traits. Plant, Cell and Environment 18: 105-115.
6. Artola, A., Carrillo-Castaneda, G., and Santos, G.D.L. 2003. Hydropriming: A Strategy to increase *Lotus Corniculatus* L. Seed vigor. Seed Science and Technology 31: 455-463.
7. Azarnivand, H., Zandi Esfahan, E., and Shahriary, E. 2005. Effect of salinity stress on germination of *Haloxylon aphyllum*, *Seidlitzia rosmarinus* and *Hammada salicornica*. Journal of Desert 11(1): 187-196.
8. Bagheri, A.R., and Hassanbaygi, M. 2009. Effect of different levels of salinity on germination and accumulation of sodium and potassium ions in bean seed. Journal of environmental Stresses on Plant Science 1(2): 137-142.
9. Basra, A.S., Farooq, M., Afzal, I., and Hussain, M. 2006. Influence of osmopriming on the germination and early seedling growth of coarse and fine rice. International Journal of Agriculture Biology 8: 19-21.
10. Buyukalaca, S. 1999. The effect of NaCl priming on salt tolerance in melon seedling. Acta Horticulture 492: 77-84.
11. Chojnowski, F.C., and Come, D. 1997. Physiology and biochemical changes induced in sunflower seeds by osmopriming and drying, storage and aging. Seed Science Research 7: 323-331.
12. Cicek, N., and Cakirlar, H. 2002. The effect of salinity on some physiological parameters in two maize cultivars. Bulgarian Journal of Plant Physiology 28: 66-74.
13. Datta, K.S., and Dayal, J. 1991. Studies on germination and early seedling growth of gram (*Cicer arietinum* L.) as affected by salinity. In: K.K., Dhir, I.S., Dua, and K.S. Chark, (Eds.). New Trends in Plant Physiology p: 273-276.
14. Demir Kaya, M., Okçu, G., Atak, M., Çikili, Y., and Kolsarici, Ö. 2006. Seed treatment to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). European Journal Agronomy 24: 291-295.
15. Eisvand, H.R., Tavakkol Afshari, R., Sharifzadeh, F., Maddah Arefi, H., and Hesamzadeh Hejazi, S.M. 2008. Improve the physiological quality of the seeds of decline in tall wheat grass (*Agropyron elongatum* Host) using hormonal priming for stress and non-stress conditions. Iranian Journal of Field Crop Science 39(1): 53-65. (In Persian with English Summary).
16. Ellis, R.H., Hory, T.P., and Roberts, E.H. 1980. Towards a rational basis for testing seed quality. In: P.D. Hebblethwaite. Seed Production. Butterworth. London. p: 605-635.
17. Esmaeili Pour, N., and Majdam, M. 2009. Effect of hydropriming to improve germination and seedling growth of sweet sorghum under salt stress conditions. Journal of Special Crop Physiology- Islamic Azad University, Ahvaz, Iran 1(3): 51-59. (In Persian).
18. Fallah, A., and Babaei, M. 2006. The assessment of salinity stress on germination of rice. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources 4: 12-18. (In Persian).
19. Farkhah, A., Heydari Sharifabad, H., Ghorbanali, H.M., and Shakerbazarno, H. 2003. Effect of salinity on seed germination of three species saltiphyt *Salsola dendroides*, *Alhagi persarum* and *Aeluropus lagopoides*. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research 11(1): 1-3. (In Persian with English Summary).

20. Farooq, M., Basra, S.M.A., Hafeez-u-Rehman., and Saleem, A.B. 2008. Seed priming enhances the performance of late sown wheat (*Triticum aestivum*L.) by improving chilling tolerance. Journal of Agronomy and Crop Science 194(1): 55-60.
21. Farooq, M., Basra, S.M.A., Warraich, E.A., and Khaliq, A. 2006. Optimization of hydropriming techniques for rice seed invigoration. Seed Science and Technology 34: 529-534.
22. Fowler, D.B., Gusta, L.V., and Tyler, N.J. 1981. Selection for winter hardiness in wheat. III. Screening methods. Crop Science 21: 896-901.
23. Gama, P.B.S., Inanana, S., Tanaka, K., and Nakazawa, R. 2007. Physiological response of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seedlings to salinity stress. African Journal of Biotechnology 6: 79-88.
24. Gholami Tileh-boni, H., Salehi Balashahri, M., and Farhadi, R. 2012. The effect of priming and deterioration of seed germination and seedling growth changes of rice (*Oryza sativa* L.). Seed Science and Technology 2(1): 1-13. (In Persian).
25. Gholami, P., Ghorbani, J., Ghaderi, S., Salarian, F., and Karimzadeh, A. 2010. Evaluation of germination indices of tropical vetch (*Vicia monantha*) in salinity and drought conditions. Rangeland 4(1): 1-11. (In Persian).
26. Giri, G.S., and Schilinger, W.F. 2003. Seed priming winter wheat for germination, emergence, and yield. Crop Science 43: 2135-2141.
27. Greenwood., M.E., and Macfarlen, G.R. 2009. Effects of salinity on competitive interactions between two Juncos species. Journal of Aquatic Botany 90: 23-29.
28. Grieve, C.M., Lesch, S., Francois, L.E., and Maas, E.W. 1992. Analysis of main-spike yield components in salt-stressed wheat. Crop Science 32: 697-703.
29. Harris, D., Joshi, A., Khan, P.A., Gothakar, P., and Sodhi, P.S. 1999. On-farm seed priming in semi-arid agriculture: Development and evaluation in corn, rice and Chickpea in India using participatory method. Experimental Agriculture 35: 15-29.
30. Hassanzadeh Kahal Sofla, S., Taheri, G., and Mehrzad, J. 2012. Priming effects on germination of sweet corn (*Zea mays* cv. Basin) under sodium chloride stress. Seed Science and Technology 2(1): 62-70. (In Persian).
31. Hill, H.J. 1999. Advances in Seed Technology. Seed Dynamics, Inc. Originally Published in Journal of New Seeds, V. 1(1).
32. Hoseini, F., Siadat, S.A., Bakhshandeh, A.M., and Chab, A.N. 2011. Evaluate the effect of oxygen tension on germination and seedling growth of five components of wheat. Iranian Journal of Field Crops Research 9(4): 631-638. (In Persian).
33. Hussain, A., Khan, Z.I., Ashraf, M., Rashid, M.H., and Akhtar, M.S. 2004. Effect of salt stress on some growth attributes of sugarcane cultivars CP-77-400 and COJ-84. International Journal of Agriculture and Biology 6(1): 188-191.
34. International Seed Testing Association (ISTA). 2004. International Rules for Seed Testing. Zurich. Switzerland.
35. Judi, S., and Sharizadeh. F. 2004. Investigation of hydro priming effects on barley cultivars. Journal of Desert 11(1): 99-109. (In Persian).
36. Karaki, G.N. 1998. Response of wheat and barley during germination to seed osmopriming at different water potential. Journal of Agronomy and Crop Science 181(4): 229-235.
37. Karimi, G., Heydari Sharifabad, H., and Osareh, M.H. 2004. Salinity effects on germination, seedling growth and proline content in pasture species *Atriplex verrucifera*. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research 12(4): 419-433. (In Persian).
38. 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: 17-22.
39. Kaura, S., Gupta, A.K., and Kaur, N. 2006. Effect of hydro and osmopriming of chickpea (*Cicer arietinum* L.) seeds on enzymes of sucrose and nitrogen metabolism in nodules. Plant Growth Regulation 49: 177-182.
40. Kaya, M.D., Okcu, G., Atak, M., Ikili, Y., and Kolsarici, O. 2006. Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuls* L.). European Journal of Agronomy 24: 291-295.
41. Khajeh-Hosseini, M., Powell, A.A., and Bingham, I.J. 2003. The interaction between salinity stress and seed vigor during germination of soybean seeds. Seed Science and Technology 31: 715-725.

42. Khalesro, S., and Aghaalikhani, M. 2007. Effect of salinity and water Deficit stress on seed germination. Pajouhesh & Sazandegi 77: 153-163. (In Persian).
43. Khan, M.A., Ungar, I.A., and Showalters, A.M. 2000. The effect of salinity on the growth, water status, and ion content of a leaf succulent perennial halophyte, *Suaeda fruticosa* (L.). Forssk. Journal of Arid Environment 45: 73-84.
44. Khodabakhsh, F., Amooaghaie, R., Mostajeran, A., and Emtiazi, G. 2011. Effect of hydro and osmopriming in two commercial chickpea cultivars on germination, growth parameters and nodules number in salt stress condition. Journal of Plant Biology 2(6): 71-86. (In Persian).
45. Khodadadi, M., Omidbaygi, R., Majidi, E., and Khoshkholghsima, N.A. 2003. The effect of seed priming on germination traits of onion (cv. Sefid Kashan) under salinity stress conditions. Journal of Soil and Water 17(1): 39-47. (In Persian with English Summary).
46. Kochaki, A., and Zarif Ketabi, H. 1996. Determine the optimum temperature for germination and monitored for salinity and drought effects of several range species. Journal of Desert 1(1): 24-36. (In Persian).
47. Ma, Q.Q., Wang, W., Li, Y.H., Li, D.Q., and Zou, Q. 2006. Alleviation of photoinhibition in drought-stressed wheat (*Triticum aestivum*) by foliar applied glycinbetaine. Journal of Plant Physiology 163: 165-175.
48. Mahdavi, B., and Modarres Sanavi, S.A.M. 2007. Germination and seedling growth in grass pea (*Lathyrus stivus*) cultivars under salinity condition. Pakistan Journal of Biological Sciences 10(2): 273-279.
49. Mahdavi, M. 2005. Applied Hydrology. Vol II. University of Tehran Press. (In Persian).
50. Mahmoudzadeh Ardahaei, B.S., Aliabadi Farahani, H., Farahvash, F., and Hassanpour Darvishi, H. 2010. The effect of hydropriming on seedling emergence in seeds of sunflower varieties. Journal of Crop Echo-Physiology 2(4): 355-366. (In Persian).
51. Majnoon-Hoseini, N. 1993. Legumes in Iran. University of Tehran Press. 240 p. (In Persian).
52. Mashi, A., and Galeshi, S. 2007. The effect of salinity on germination indexes of four Hull-less barley genotypes. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources 13(6): 45-57.
53. Masoudi, P., Gazanchian, A., Jajarmi, V., and Bozorgmehr, A. 2008. Effect of seed priming on germination improvement and seedling vigor in three perennial grass species under saline conditions. Journal of Agricultural Sciences and Technology, Special Horticultural Science 22(1): 57-67. (In Persian).
54. Mazor, L., Perl, M., and Negbi, M. 1984. Changes in some ATP-dependent activities in seeds during treatment with polyethylene glycol and during the redlying process. Journal of Experimental Botany 35: 1119-1127.
55. McDonald, M.B. 2000. Seed Priming. In: M. Black and J.D. Bewley (Eds.). Seed Technology and Its Biological Basis, Sheffield Acad. Press, Sheffield. England. p: 287-326.
56. Mcmichal, B.L., and Quisen Berry, J.E. 1991. Genetic variation for root shoot relationships among cotton germplasm. Journal of Experimental Botany 36: 51-59.
57. Meloni, D.A., Gulotta, M.R., Martinez, C.A., and Oliva, M.A. 2004. The effect of salt stress on growth, nitrate reduction and praline and glycinebetaine accumulation in prosopis alba. Brazilian Journal of Plant Physiology 16: 39-43.
58. Powell, A.A. 1998. Seed improvement by selection and invigoration. Science of agriculture Piracicaba 55: 126-133.
59. Rajabi, R., and Postini, K. 2005. Effects of NaCl on thirty cultivars of bread wheat seed germination. Agricultural Science Journal 27: 29-45. (In Persian with English Summary).
60. Ramazani, M., and Rezaei Sookht Abandani, R. 2011. Effect of seed priming duration on germination and seedling growth parameters of rice (*Oryza sativa* cv. Tarom Daylamani). Journal of Biological Sciences Lahijan Branch 5(4): 93-107. (In Persian).
61. Rastgar, M.A. 2005. Forage Crops Cultivation. Brahmand Press. 520 p. (In Persian).
62. Redmann, R.E., Ql, M.Q., and Belyk, M. 1994. Growth of transgenic and standard canola (*Brassica napus* L.) varieties in response to soil salinity. Plant Science 74: 797-799.
63. Rehman, S., Harris, P.J.C., Bourne, W.F., and Wikin, J. 1997. The effect of sodium chloride on germination and the potassium and calcium contents of Acacia seeds. Seed Science and Technology 25: 45-57.

64. Saglam, S., Day, S., Kaya, G., and Gurbuz, A. 2010. Hydropriming increases germination of lentil (*Lens culinaris* Medik) under water stress. Notulae Scienctia Biologicae 2(2): 103-106.
65. Sanchez, J.A., Munoz, B.C., and Fresneda, J. 2001. Combine effect of hardening hydration dehydration and heat shock treatment on the germination of tomato, pepper and cucumber. Seed Science and Technology 29: 691-697.
66. Shahsavand, K., Tavakol Afshari, R., and Chaichi, M.R. 2009. The effect of the osmopriming on seed germination of four rangeland species under drought stress. Rangeland 3(3): 479-490.
67. Shakarami, B., Dianati-Tilaki, G., Tabari, M., and Behtari, B. 2011. The effect of priming treatments on salinity tolerance of *Festuca arundinacea* Schreb and *Festuca ovina* L. seeds during germination and early growth. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research 18(2): 318-328. (In Persian with English Summary).
68. Sharma, A.D., Thakur, M., Rana, M., and Singh, K. 2004. Effect of plant growth hormones and abiotic stresses on germination, growth and phosphates activities in *Sorghum bicolor* L. Moench seeds. African Journal of Biotechnology 3: 308-312.
69. Shekari, F., Pakmehr, A., Rastgoo, M., Vazayefi, M., and Ghoreyshi-Nasab, M.J. 2010. Effect of seed priming with salicylic acid on physiological characteristics of some cowpea (*Vigna unguiculata* L.) under water stress during pod packaging. Journal of Agricultural Sciences Islamic Azad University of Tabriz 4(13): 13-29. (In Persian with English Summary).
70. Shoeoan, I.S., and Garo, O.P. 1985. Effect of different types of salinities during germination: seedling growth and water relation. Indian Journal of Plant Physiology 26: 263-369.
71. 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.
72. Sivritepe, N., Sivritepe, H.O., and Eris, A. 2003.The effects of NaCl priming on salt tolerance in melon seedling grown under saline conditions. Scientia Holticuturae 97: 229- 237.
73. Soltani, A., Galeshi, S., Zeinali, E., and Latifi, N. 2001. Genetic variation for and interrelationships among seed vigor traits in wheat from the Caspian Sea coasts of Iran. Seed Science and Technology 29: 653-662.
74. Soltani, A., Galeshi, S., Zenali, E., and Latifi, N. 2001. Germination seed reserve utilization and growth of chickpea as affected by salinity and seed size. Seed Science and Technology 30: 51-60.
75. Soltani, E., Akram Ghaderi, F., and Maemar, H. 2008. The effect of priming on germination components and seedling growth of cotton seeds under drought. Journal of Agriculture Science and Nature and Resource 14(5): 9-16. (In Persian).
76. Sung, F.J., and Chang, Y.H. 1993. Biochemical activities associated with priming of sweet corn seeds to improve vigor. Seed Science and Technology 21: 97-105.
77. Tajbakhsh, M. 1996. Seed, Recognition-Certification and Control. (1th Ed.). Tabriz Ahrar Press. (In Persian).
78. Tajbakhsh, M., and Sadeghi, A. 1999. Effect of NaCl salinity on the cell membrane and embryo in susceptible and resistant cultivars of barley. Seed and Plant Journal, Research Institute of the Ministry of Agriculture 15(3) 251-261. (In Persian).
79. Tamartash, R., Shokrian, F., and Kargar, M. 2010. Effects of salinity and drought stress on *Trifolium alexanderium* L. seed germination properties. Rangeland 4(2): 288-297. (In Persian).
80. Vicente, O., Boscaiu, M., Naranjo, M.A., Esrrelles, E., Bellss, J.M., and Soriano, P. 2004. Responses to salt stress in the halophyte *Plantago crassifolia* (Plantaginaceae). Journal of Arid Environments 58: 463-481.
81. Wallace, J.S. 2000. Increasing agricultural water use efficiency to meet future food production. Agriculture, Ecosystems & Environment 82: 105-119.
82. Wang, H.Y., Chen C.L., and Sung, J.M. 2003. Both warm water soaking and solid priming treatments enhance anti-oxidation of bitter gourd seeds germinated at sub optimal temperature. Seed Science and Technology 31: 47-56.
83. Windauer, L., Altuna, A., and Benech-Arnold, R. 2007. Hydrotime analysis of *Lesquerella fendleri* seed germination responses to priming treatments. Industrial Crops and Products 25: 70-74.
84. Yazdani Boyouki, R., Rezvani Moghaddam, P., Khazaei, H.R., Ghorbani, R., and Astaraei, A.R. 2010. Effects of salt and drought stress on seed germination of (*Silybum marianum*). Iranian Journal of Field Crops Research 8(1): 12-19. (In Persian).

85. Zahtabian, G., Azarnivand, H., Javadi, M.R., and Shahriyari, E. 2004. The effect of salinity stress on germination of two species of Agropyron (*Agropyron elongatum- Agropyron afghanicum*). Journal of Desert 10(2): 301-310.
86. Zeinali, E., Soltani, A., and Galeshi, S. 2002. Response of germination of components to salinity stress in oilseed Rape (*Brassica napus* L.). Iranian Journal of Agricultural Sciences 33(1): 137-145. (In Persian with English Summary).
87. Zia, S., and Khan, M.A. 2004. Effect of light salinity and temperature on seed germination of *Limonium stocksii*). Canadian Journal of Botany 82: 1-151.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 7, No. 1, 2016, p. 65-80

Effect of salt stress and hydropriming on germination characteristics of Mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek)

Ghanbari[1*], M., Mansour Ghanaei Pashaki[2], K., Safaei Abdolmanaf[2], S. & Aziz Ali-abadi[2], Kh.

1. Ph.D Student in Crop Physiology, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University
2. Former MSc Student in Agronomy, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Sciences, Guilan University

Received: 31 July 2014
Accepted: 23 June 2015

Introduction

Legumes are the most important source of vegetable protein supply. Mungbean (*Vigna radiate* (L.) Wilczek) produces seeds contain 22-25 percent protein and high nutritional value for human and also is a major source of protein in most modern societies. Rapid seed germination and emergency, is an important factor determining the ultimate yield of the plant. Salinity is the most important non-life-threatening of plants, especially in the bean. Drought has affect plant growth by reducing water potential in the root zone or create toxicity the sodium and chlorine ions in seedling and or through nutrient imbalance by decrease in absorption rate or a reduction in the transmission rate of the shoots. Nowadays the seed pretreatment technique has introduced as an agent for improvement, seed germination and plant establishment under environmental stress. Seed priming with using pure water is a very simple and cost-effective method that reduce the time required for water absorption in seeds, the mean and percent of germination is improved and expedited emergence and establishment of seedling.

Materials & Methods

This study was conducted to evaluate the effect of hydropriming on germination component of mung bean under salinity stress, with a factorial experiment using a RBD design with four replications. The hydropriming at 4 levels (0, 8, 16 and 24 hours) and the salinity stress at 5 levels of 0, 2, 4, 6 and 8 dsi/m were used. Before running the test, seeds were washed with a solution of 10% sodium hypochlorite disinfectant for 15 minutes and then 3 times with distilled water. To hydropriming, Seeds were soaked according to levels specified time in distilled water at 25 °Celsius (room temperature). Then 25 seeds were placed within a sterile Petri dish with filter paper. The potential of zero bar was used for distilled water. Five ml of NaCl solution with the potential of 0, 2, 4, 6, 8 ds/m was added to each petri dish. Then petri dishes were coated by parafilm and placed in Germinator at 25 ° Celsius and in the dark for 8 days. The average and percent germination, the radicle and plumule length, fresh weight and dry weight, allometric index, seedling water percent and seed vigor of mung bean were measured.

Results & Discussion

The results showed that there were significant differences between treatments for all the variables. In addition, the interaction of hydropriming with salinity stress had a highly significant effect on radicle and plumule length, fresh weight and dry weight, allometric index, seedlings, water percent while there was no significant differences in treatments for average and percent germination and seed vigor. Mean comparisons showed that the highest percentage of germination, radicle and plumule length, dry weight and seed vigor were related to distilled water and 24 hours hydropriming treatment. The highest radicle and plumule fresh weight and allometric index were related to distilled water and 8 hour hydropriming. The lowest of seedling water percent was related to distilled water and 24 hour hydropriming. The lowest traits were observed in plants under salinity stress at 8 dsi/m and non-hydropriming except seedling water percent. The results of this study

* **Corresponding author:** majid.ghanbari@modares.ac.ir, Mobile: 09115513689

showed that with increasing of salinity all indicators of germination decreased. Hydropriming treatment improves seed germination indicators under salt stress in mungbean plant. Hydropriming improves cell division and growth seedling, increases the rate of net photosynthesis and protein synthesis and with modification of osmotic balance fixes turgor pressure in seedling and prevents plasmolysis of seedling. Hydropriming by increasing the availability of ATP, increase the integrity of cell membranes, change membrane components such as fatty acids and prevent spills out of the seeds during seed priming and thus increase seedling growth can improve germination indices.

Conclusion

Since the hydropriming is easy, low cost and low risk method, can be used as an effective strategy to increase the germination percentage, speed and uniformity of germination (McDonald, 2000), emergence of seeds and improving quality and quantity of the yield under the adverse conditions (Ma et al., 2006) and increase resistance to salinity in plants.

Key Word: Germination, Hydropriming, Salt, Seedling growth indicators, *Vigna radiate*