تاثیر هیدروپرایمینگ در کاهش اثرات تنش شوری بر جوانه‌زنی و محتوای پرولین بذر دو گونه دارویی سرخارگل (*Echinacea angustifolia*) و کاسنی (*Chicorium intybus*)

آرزو پراور[1*]، حشمت امیدی[2]، نسرین سادات عیسی‌نژاد[1]، مجید امیرزاده[1]

[1]دانشجوی کارشناسی ارشد، علوم و تکنولوژی بذر، دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد

[2]استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه شاهد

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۸/۰۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۱/۱۰

چکیده

تنش شوری یک عامل محیطی محدود کننده تولید محصول در گیاهان است و امروزه به‌عنوان یک مشکل روز افزون در کشاورزی مطرح است. به‌منظور بررسی تاثیر هیدرو پرایمینگ بذر بر برخی خصوصیات بذرهای سرخارگل و کاسنی آزمایشی در آزمایشگاه علوم و تکنولوژی بذر دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد در بهار ۱۳۹٤ به‌صورت فاکتوریل بر مبنای طرح کاملا تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. در این تحقیق سه عامل مورد بررسی قرار گرفت، عامل اول هیدروپرایمینگ با آب مقطر در سه زمان (شاهد، ۱۰ و ۲۰) و عامل دوم تنش شوری که شامل پنج سطح (صفر، ۳، ٦، ۹ و ۱۲) دسی‌زیمنس‌برمتر نمک طبیعی دریاچه قم و استفاده از بذرهای دو گیاه کاسنی و سرخارگل بود. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در بذرهای هیدروپرایم شده ۱۰ ساعته سرخارگل حداکثر جوانه‌زنی (۹۱/٦٦ درصد) و سرعت جوانه‌زنی (۷۹/٦۸ بذر در ساعت) در تنش شوری ٦ دسی‌زیمنس‌برمتر نسبت به کاسنی داشت. نتایج افزایش مقدار طول ریشه‌چه (۱/۳۳ سانتی‌متر) و ساقه‌چه (۱/٤۹ سانتی‌متر) بذرهای هیدرو پرایم شده ۱۰ ساعت سرخارگل در سطح شوری ٦ دسی‌زیمنس‌برمتر را نسبت به کاسنی نشان داد. مقدار شاخص بنیه بذرهای هیدرو پرایم شده ۱۰ ساعت سرخارگل (۳۵۷) در سطح شوری ٦ دسی‌زیمنس‌برمترنسبت به کاسنی مشاهده شد. بذرهای هیدرو پرایم شده ۱۰ساعت سرخارگل بیشترین محتوای پرولین ریشه‌چه (۱/۲٤ میکرومول بر گرم بر وزن تر) و ساقه‌چه (۱/۳ میکرو مول بر گرم وزن تر) را در سطح شوری ۱۲ دسی‌زیمنس‌برمتر نسبت به کاسنی داشت.

واژه‌های کلیدی: بنیه بذر، پرولین،جوانه‌زنی،مدت زمان پرایمینگ.

*نویسنده مسئول: paravararezoo@yahoo.com

مقدمه

در اکثر مناطق دنیا تنش شوری عمده ترین تنش محیطی است که از طریق کاهش پتانسیل اسمزی و اختلال در جذب برخی عناصر غذایی رشد و عملکرد محصولات زراعی را محدود می‌کند (Sha Rajabiyan and Moradi, 2009). مرحله جوانه‌زنی بذر یکی از حساس‌ترین مرحله رشدی گیاه نسبت به تنش شوری تلقی می‌شود. تاثیر منفی تنش شوری بر جوانه‌زنی بذرها را می‌توان به کاهش پتانسیل اسمزی و یا به اثر سمی کلر و سدیم نسبت داد (Ebrahimi et al., 2015). برای مقابله با تنش شوری، شناسایی و انتخاب ارقام متحمل به شوری، بسیار لازم به نظر می‌رسد (ISTA, 2010). تنش شوری باعث افزایش سرعت، تنفس، سمیت یونی (Turan et al., 2010) افزایش بیوسنتز پرولین، کاهش بیوسنتز کلروفیل (Omid Beygi, 2005) و کاهش کارایی فتوسنتز (Turan et al., 2010) شده که در نهایت منجر به کاهش تولید اقتصادی می‌گردد.

با توجه به نیاز روز افزون کشور به گیاهان دارویی، توسعه کشت گیاهان دارویی از اهمیت به سزایی برخوردار است علاوه بر این گیاهان دارویی از دیر زمان در طب سنتی جایگاه ویژه‌ای داشته‌اند (Sudhir and Murthy, 2004). هر دو گیاه سرخارگل و کاسنی به خانواده آستراسه تعلق دارند. تمام اندام‌های گیاه سرخارگل حاوی مواد ارزشمندی نظیر ترکیبات آلکیل آمیدی، ایزوبوتیل آمید، متیل بوتیل آمید و اسید شیکوریک است و علاوه مواد موثره این گیاه سبب تقویت سیستم دفاعی بدن و افزایش تولید ایمونوگلوبولین ج می‌شود (Amiri et al., 2009). در حالی که کاسنی به عنوان ملین و افزاینده صفرا مورد استفاده قرار می‌گیرد. اشتهاآور، تسهیل‌کننده هضم، ملین ضعیف، تقویت کننده کبد استفاده می‌شود (Nik Ramezani and Fatemi, 2013).

پرایمینگ یکی از روش‌های بهبود کارکرد بذر می‌باشد. در پرایمینگ اجازه داده می‌شود که بذرها مقداری آب جذب کنند طوری که مراحل اولیه جوانه‌زنی انجام شود اما ریشه‌چه خارج نشود و بذرها تا مرحله دوم آبنوشی پیش می‌روند اما وارد مرحله سوم نمی‌شوند (Soltani et al., 2008). یکی ازبهترین روش‌های پرایمینگ، هیدروپرایمینگ است که در این روش بذور بدون هیچ ماده شیمیایی با آب خالص پرایمینگ می‌شوند که این نوع پرایمینگ ساده و مقدار جذب آب از طریق مدت زمانی که بذور در تماس با آب هستند، کنترل می‌شوند (Paravar et al., 2015). گزارش‌هایی مبنی بر افزایش میزان اسید آمینه پرولین برای تنظیم اسمزی درون سلولی در شرایط تنش شوری در کلزا وجود دارد (Omid Beygi, 2005). نتایج مطالعات در بررسی اثر تنش شوری بر جوانه‌زنی بذرهای پرایم شده سرخارگل تحت تنش شوری نشان داد که تیمار هیدروپرایمینگ ۱۰ ساعته منجر به افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی و شاخص بنیه بذرهای سرخارگل تحت تنش شوری ٦ دسی زیمنس‌برمتر شد (Paravar et al., 2015).

هدف از این پژوهش تعیین بهترین مدت زمان هیدرو پرایمینگ و بررسی اثر آن بر روی صفات مختلف رشدی در هنگام جوانه‌زنی بذر سرخارگل و کاسنی می‌باشد که مجموعه این صفات موجب رشد سریع‌تر و استقرار بهتر گیاهچه‌های سرخارگل و کاسنی در شرایط نامطلوب به خصوص شرایط شوری شده و منجر به تحمل بهتر این شرایط می‌شود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در آزمایشگاه علوم و تکنولوژی بذر دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد در بهار ۱۳۹٤ به‌صورت فاکتوریل بر مبنای طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکراراجرا شد.در این تحقیق سه عامل مورد بررسی قرار گرفت، عامل اول

هیدروپرایمینگ با آب مقطر در سه زمان (شاهد، ۱۰ و ۲۰) (Farzane et al., 2012) و عامل دو شوری که شامل پنج سطح (صفر، ۳، ٦، ۹ و ۱۲) دسی‌زیمنس‌برمتر نمک طبیعی دریاچه قم (Paravar et al., 2015) و استفاده از بذرهای دو گونه کاسنی و سرخارگل بود. سپس پتری‌ها را به‌منظور پرایم کردن به‌مدت ٦ ساعت در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد درون ژرمیناتور قرار داده شد (Metwally et al., 2013). برای ارزیابی خصوصیات جوانه‌زنی ۱۰۰ عدد بذر برای هر تیمار در نظر گرفته شد در داخل پتری‌ها برای هر تیمار محلول نمک با غلظت‌های متفاوت ریخته شد سپس پتری‌ها در داخل ژرمیناتور با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و سیکل نوری ١٦ ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی به مدت پنج روز قرار داده شد.در نهایت درصد جوانه‌زنی (Kalsa and Abebie, 2012) و سرعت جوانه‌زنی (Misra and Dwivedi, 2004) و شاخص بنیه بذر (Jabari et al., 2010) به‌ترتیب بر اساس رابطه‌های زیر تعیین گردید.

$GP=100\times(N_G/N_T)$ GP=درصد جوانه‌زنی، N_G= تعداد بذرهای جوانه‌زده و N_T تعداد کل بذرها

$D=\sum Ni/\sum di$ D= سرعت جوانه‌زنی، Ni =تعداد بذرهای جوانه‌زده در ساعت ، di= تعداد ساعات سپری شده

$SVI=SGP(\%)\times SL(cm)$ SVI=شاخص بنیه، SGP= درصد جوانه‌زنی استاندارد، SL= طول گیاهچه (سانتی‌متر)

اندازه‌گیری طول ریشه‌چه و ساقه‌چه: پس از سپری شدن دوره تیمارها، ریشه‌چه و ساقه‌چه گیاهچه‌های کاسنی و سرخارگل جدا شده و طول اندام‌ها با استفاده از خط‌کش با دقت یک میلی‌متر بدست آمد (Paravar et al., 2015)

سنجش پرولین: به‌منظور سنجش پرولین ریشه‌چه و ساقه‌چه دو نمونه گیاهی کاسنی و سرخارگل، ابتدا ۰/۲ گرم از قسمت ریشه‌چه و ساقه‌چه وزن شد و سپس ۳ میلی‌لیتر اسید سولفوسالیسیلیک ۳ درصد به آن اضافه و به طور کامل درهاون چینی سائیده شد. عصاره‌های حاصل در دور ۱۸۰۰۰ به‌مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ گشت. سپس ۲ میلی‌لیتر از عصاره‌های صاف شده را به لوله‌های فالکون منتقل نموده و به تمام لوله‌ها ۲ میلی‌لیتر معرف ناین هیدرین و ۲ میلی‌لیتر اسید گلاسیال اضافه شد. محلول حاصل به‌مدت یک ساعت در بن ماری در دمای ۱۰۰ درجه قرار داده شدند. پس از سرد کردن لوله‌ها به‌مدت ۱۵ تا ۲۰ ثانیه با استفاده از دستگاه ورتکس تکان داده شد. پس از آن فاز روئی را که به رنگ قرمز و حاوی پرولین محلول در توئولن بوده برداشته و همزمان با نمونه‌های استاندارد در دستگاه اسپکتروفوتومتر قرار گرفت و اعداد در طول موج ۵۲۰ نانومتر قرائت گردید (Farzane et al., 2012).

آنالیز آماری داده‌ها

تجزیه واریانس داده‌ها به وسیله نرم‌افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد و رسم نمودارها هم توسط نرم افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

درصد جوانه‌زنی: نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر گیاه، پرایمینگ و تنش شوری و همچنین اثر متقابل گیاه، شوری و پرایمینگ بر درصد و سرعت جوانه‌زنی معنی‌دار شد (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد روند تغییرات تیمارهای مختلف متفاوت بوده است به‌طوری‌که بذرهای پرایم نشده کاسنی در شرایط عدم تنش شوری، حداکثر جوانه‌زنی (۸۷ درصد) را در شرایط عدم تنش شوری نسبت به به بذرهای پرایم نشده سرخارگل (۸۱ درصد) در سطح

شوری ۳ دسی‌زیمنس‌برمتر داشتند. بیشترین جوانه‌زنی بذرهای هیدروپرایم شده ۱۰ ساعت، کاسنی (۹۱/٦٦ درصد) و سرخارگل (۹۹ درصد) به‌ترتیب در سطح تنش شوری ۳ و ٦ دسی‌زیمنس‌برمتر مشاهده شد. در شرایط هیدروپرایمینگ ۲۰ ساعت، میزان جوانه‌زنی کاسنی (۸۳/٦٦ درصد) و سرخارگل (۸۵/٦٦ درصد) در سطح شوری ۳ دسی‌زیمنس‌برمتر مشاهده شد (شکل ۱). مطالعات نشان داده است که تنش شوری در مرحله اول با افزایش فشار اسمزی و کاهش جذب آب توسط بذرها از طریق اثرات سمی یون‌های سدیم و کلر جوانه‌زنی بذرها را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Aghighi Shahverdi et al., 2014) و در مرحله دوم باعث ایجاد تغییر در فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان مانند سوپر اکسید دیسموتاز، کاتالاز و گلوتاتیون ریداکتاز می‌شود و به نوبه خود بر جوانه‌زنی بذر تاثیر می‌گذارد (Munns and Tester, 2008). نتایج مقایسه میانگین نشان داد، میزان سرعت جوانه‌زنی بذرهای هیدرو پرایم نشده سرخارگل (٤٧/٥٢ بذر در ساعت) و کاسنی (٤٧/٠٤ بذر در ساعت) در شرایط عدم تنش شوری افزایش یافت. سرعت جوانه‌زنی بذرهای هیدرو پرایم شده ۱۰ ساعت سرخارگل (۷۹/٦۸ بذر در ساعت) و کاسنی (۷٤/۱ بذر در ساعت) به‌ترتیب در سطح ٦ و ۳ دسی‌زیمنس بر متر افزایش یافت. میزان سرعت جوانه‌زنی بذرهای هیدروپرایم شده ۲۰ ساعت سرخارگل (٥٤/٢٤ بذر در ساعت) و کاسنی (۵۳/۷٦ بذر در ساعت) در شرایط عدم تنش شوری افزایش یافت ولی با بیشتر شدن سطوح تنش شوری از میزان سرعت جوانه‌زنی کاسته شد (شکل ۲). درصد و سرعت جوانه‌زنی با شدت یافتن تنش شوری در بالاتر از سطح ٦ دسی‌زیمنس‌برمتر در هر دو نوع بذرهای سرخارگل و کاسنی هیدروپرایم نشده و هیدروپرایم شده در ساعات مختلف، کاهش یافت (شکل ۱ و ۲). پرایمینگ کردن، توانایی بذر را در استفاده از مواد غذایی ذخیره شده درون بذر را افزایش می‌دهد تا بذر تیمار شده بتواند بر انواع استرس‌های محیطی نظیر شوری، گرما، سرما و ... غلبه کند و جوانه‌زنی زودتر و محصول بالاتری نسبت به بذرهای پرایم نشده داشته باشد (Hagighi and Milani, 2009). وجود آب کافی برای بذرها و گیاهچه تا حد زیادی در زمان مشخصی از انجام سمیت یونی جلوگیری می‌کند و از کاهش فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز جلوگیری می‌کند (Gao et al., 2015).

طول ساقه‌چه و ریشه‌چه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر گیاه، پرایمینگ و تنش شوری و همچنین اثرات متقابل گیاه، پرایمینگ و تنش شوری بر صفات طول ریشه‌چه و ساقه‌چه معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که میزان طول ساقه‌چه بذرهای پرایم نشده سرخارگل (۱/۳۸ سانتی‌متر) نسبت به بذرهای پرایم نشده کاسنی (۱/۳٦ سانتی‌متر) در شرایط عدم تنش شوری افزایش یافت. حداکثر طول ساقه‌چه در بذرهای هیدرو پرایم ۱۰ ساعت سرخارگل (۱/٤۹ سانتی‌متر) در سطح شوری ٦ دسی‌زیمنس بر متر و کاسنی (۱/٤۰ سانتی‌متر) در سطح شوری ۳ دسی‌زیمنس‌برمتر مشاهده شد. در هیدروپرایمینگ ۲۰ ساعت، میزان طول ساقه‌چه سرخارگل (۱/۱۱ سانتی‌متر) در سطح شوری ٦ دسی‌زیمنس‌برمتر و کاسنی (۰/۹۷ سانتی‌متر) در سطح شوری ۳ دسی‌زیمنس برمتر افزایش یافت (شکل ۳). بذرهای جوانه زده در محیط‌های شور دارای ساقه چه و ریشه‌چه کوتاه‌تری هستند به دلیل این که تنش شوری دارای اثر بازدارنده بر ظهور بافت‌های جنین است (Gao et al., 2015). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که میزان طول ریشه‌چه بذرهای پرایم نشده سرخارگل (۱/٢٤ سانتی‌متر) نسبت به بذرهای پرایم نشده کاسنی (۱/۱۸ سانتی‌متر) در شرایط عدم تنش شوری افزایش یافت. حداکثر طول ریشه‌چه در بذرهای هیدرو پرایم ۱۰ ساعت سرخارگل (۱/۳۳ سانتی‌متر) و کاسنی (۱/۲۷ سانتی‌متر) در سطح شوری ٦ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد. در هیدروپرایمینگ ۲۰ ساعت، میزان طول ریشه‌چه سرخارگل (۱/۱۱ سانتی‌متر) و کاسنی (۱/۰۸ سانتی‌متر)در شرایط عدم تنش شوری افزایش یافت (شکل ٤).

جدول ۱: تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در دو گیاهچه سرخارگل و کاسنی

تیمار	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	طول ساقه‌چه	طول ریشه‌چه	محتوای پرولین ساقه چه	محتوای پرولین ریشه چه	شاخص بنیه بذر
گیاه	۱	۶۱.۳۳**	۰۵۳.۰**	۰۲۸.۰	۰۳۳.۰**	۰۳۵.۰**	۰۵۶.۰**	۱۱.۳۲۱**
پرایمینگ	۲	۰۳.۲۲۴۹**	۸۵.۷**	۲۶۴.۰**	۷۷۴.۰**	۹۳.۱**	۰۵.۲**	۳۱.۷۲۲۳۵**
تنش شوری	۴	۹۰.۱۱۳۳**	۳۹۲.۰**	۴۱۶.۰**	۲۰۴.۰**	۰۰۴.۰**	۲۷۳.۰**	۴۹.۷۰۱۱۶**
گیاه× پرایمینگ	۲	۴۱.۳۲**	۰۰۷.۰**	۰۰۱.۰**	۰۰۰۱.۰$^{n.s}$	۰۰۰۹.۰**	۰۰۱.۰**	۴۲.۲۳**
گیاه× تنش شوری	۴	۶۹.۳*	۰۰۵.۰**	۰۲۲.۰**	۰۰۰۲.۰$^{n.s}$	۰۰۹.۰**	۰۰۱.۰**	۴۳.۶$^{n.s}$
پرایمینگ×تنش شوری	۸	۵۴.۲۴۷**	۲۲۲.۰**	۱۶۸.۰**	۰۶۹.۰**	۰۰۹.۰**	۰۱۰.۰**	۰۳.۲۱۵۰۴**
گیاه×پرایمینگ×تنش شوری	۸	۲۰.۳*	۰۰۶.۰**	۰۱۰.۰**	۰۰۰۳.۰**	۰۰۲.۰**	۰۰۰۴.۰**	۱۹.۱۴**
خطا	۶۰	۴۳.۱	۰۰۲.۰	۰۰۰۱.۰	۰۰۰۱.۰	۰۰۰۱.۰	۰۰۰۱.۰	۹۰.۳
ضریب تغییرات		۵۲.۱	۰۹.۲	۲۵.۱	۰۱.۱	۲۷.۱	۱۶.۱	۰۵.۱

^{ns}، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

طول ریشه‌چه و ساقه‌چه با شدت یافتن تنش شوری در بالاتر از سطح ٦ دسی‌زیمنس‌برمتردر هر دو نوع بذرهای سرخارگل و کاسنی هیدروپرایم نشده و هیدروپرایم شده در ساعات مختلف، کاهش یافت (شکل ۳ و ٤). همچنین تحقیقات بر روی گیاه برنج نشان داد که حداکثر و حداقل طول ساقه‌چه در زمان ۸ و ۱۲ ساعت به‌ترتیب ٦/۳۰ و ۵/۰۳ میلی‌متر بدست آمد (Ruan et al., 2002). در پژوهشی اثر اسموپرایمینگ بر روی ذرت ۷۰٤ نشان داد که بیشترین طول ریشه‌چه تحت تیمار اسمو پرایمینگ در مدت ۲٤ ساعت و کمترین آن در مدت ۸ ساعت در تیمار اسمو پرایمینگ حاصل شد (Rezai Sokhtabandani and Ramezani, 2009). بنابراین پرایمینگ کردن بذر یک استراتژی متداول برای افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی، یکنواختی جوانه‌زنی و سبزشدن بذر تحت شرایط نامساعد محیطی می‌باشد (Omid Beygi, 2005).

محتوای پرولین ساقه‌چه و ریشه‌چه: نتایج تجزیه واریانس معنی‌دار بودن اثر گیاه، پرایمینگ و تنش شوری و همچنین اثرات متقابل گیاه، پرایمینگ و تنش شوری بر محتوای پرولین ریشه‌چه و ساقه‌چه را نشان داد (جدول ۱).نتایج مقایسه میانگین نشان داد روند تغییرات تیمارهای مختلف متفاوت بوده است به طوری که محتوای پرولین ساقه‌چه بذرهای پرایم نشده سرخارگل (۰/۷۵ میکرومول بر گرم وزن‌تر) و کاسنی (۰/۷۰ میکرومول بر گرم وزن‌تر) در سطح شوری ۱۲ دسی‌زیمنس‌برمتر افزایش یافت. بیشترین محتوای پرولین ساقه‌چه بذرهای هیدروپرایم شده ۱۰ ساعت، سرخارگل (۱/۳ میکرومول بر گرم وزن‌تر) و کاسنی (۱/۲۳ میکرومول بر گرم وزن تر) در سطح تنش شوری ۱۲ دسی‌زیمنس‌بر متر مشاهده شد. در شرایط هیدروپرایمینگ ۲۰ ساعت، محتوای پرولین ساقه‌چه سرخارگل (۱/۲۱میکرومول بر گرم وزن تر) و کاسنی (۱۹ میکرومول بر گرم وزن تر) در غلظت ۳ دسی‌زیمنس‌برمتر مشاهده شد (شکل ۵). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که محتوای پرولین ریشه‌چه بذرهای پرایم نشده سرخارگل (۰/۷ میکرومول بر گرم وزن تر) نسبت به بذرهای پرایم نشده کاسنی (۰/٦۸ میکرومول بر گرم وزن تر) در سطح شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر افزایش یافت. حداکثر محتوای پرولین ریشه‌چه در بذرهای هیدرو پرایم ۱۰ ساعت سرخارگل (۱/۱۳ میکرومول بر گرم وزن تر) و کاسنی (۱/۱٦ میکرومول بر گرم وزن تر) در سطح شوری ۱۲ دسی‌زیمنس‌بر مترمشاهده شد. در هیدروپرایمینگ ۲۰ ساعت، میزان پرولین ریشه چه سرخارگل (۱/۲٤ میکرومول بر گرم وزن تر) و کاسنی (میکرومول بر گرم وزن تر) در شرایط عدم تنش شوری افزایش یافت (شکل ٦). محتوای پرولین ریشه‌چه و ساقه‌چه در تنش شوری کمتر از سطح ۱۲دسی‌زیمنس‌برمتردر هر دو نوع بذرهای سرخارگل و کاسنی هیدروپرایم نشده و هیدروپرایم شده در ساعات مختلف، کاهش یافت (شکل ۵ و ٦).افزایش پرولین نشان دهنده نقش اسید آمینه در تنظیم فشار اسمزی می‌باشد. تنظیم اسمزی در گیاهان مکانیسم عمده اجتناب از تنش‌های آبی در محیط شور و خشک است و به طور کلی به کاهش پتانسیل اسمزی در اثر تجمع مواد محلول در شرایط تنش‌های شوری و خشکی اطلاق می‌گردد و شدت انجام آن به سرعت و میزان توسعه تنش، نوع و سن اندام گیاه بستگی دارد (Farzane et al., 2012). مطالعات نشان داده است که انباشتگی پرولین ممکن است برای تنظیم اسمزی در سطح سلولی ادامه پیدا کند (Safarnejad et al., 2007). پرولین به‌عنوان یک محافظ آنزیمی پایدار کننده ساختمان ماکروملکول‌ها و منبع اصلی انرژی و نیتروژن در مقابل شوری به کار می‌رود (Zhao and Liu, 2000). تحقیقات در بررسی مدت زمان هیدرو پرایمینگ بر شاخص بنیه بذر تربچه تحت تنش شوری نشان داده است که با افزایش مدت زمان پرایمینگ و تنش شوری شاخص بنیه بذر کاهش یافت (Hagighi and Milani, 2009).

شاخص بنیه بذر: نتایج تجزیه واریانس معنی‌دار بودن اثر گیاه، پرایمینگ و تنش شوری و همچنین اثرات متقابل گیاه، پرایمینگ و تنش شوری بر شاخص بنیه بذر را نشان داد (شکل ۷). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که میزان شاخص بنیه بذرهای پرایم نشده سرخارگل (۱۸۸/۳۳) نسبت به بذرهای پرایم نشده کاسنی (۱۸۵/۳۳) در سطح شوری ۳ دسی‌زیمنس بر متر افزایش یافت. حداکثر شاخص بنیه در بذرهای هیدرو پرایم ۱۰ ساعت سرخارگل (۳۰۷) و کاسنی (۳۰۲) در شرایط عدم تنش شوری مشاهده شد. در هیدروپرایمینگ ۲۰ ساعت، میزان طول ریشه‌چه سرخارگل (۳۱۰) و کاسنی (۲۶۲) در سطح تنش شوری ۳ دسی‌زیمنس بر مترا فزایش یافت. اما شاخص بنیه بذر در تنش شوری بالاتر از سطح ۳ دسی‌زیمنس بر متر در هر دو نوع بذرهای سرخارگل و کاسنی هیدروپرایم نشده و هیدروپرایم شده در ساعات مختلف، کاهش یافت (شکل ۷). مطالعات نشان داده است که با افزایش تنش شوری، درصد جوانه‌زنی شاخص بنیه بذر، طول ریشه‌چه طول ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه، و بیوماس به صورت معنی‌داری کاهش یافت (Shiri et al., 2009). پرایمینگ باعث کوتاه کردن زمان کاشت تا سبز شدن و حفاظت بذرها از عوامل زنده وغیرزنده در مرحله بحرانی استقرار گیاهچه می‌شود. همچنین پرایمینگ کردن، یکنواختی سبز شدن را موجب می‌شوند که منجر به استقرار یکنواختی و بهبود عملکرد در محصول می‌شوند (Paravar et al., 2015). مطالعات نشان داده است که پرایمینگ باعث بهتر شدن عملکرد سویا (Nazarbeygi et al., 2011) و گلایول (Patade et al., 2011) می‌شود.

نتیجه‌گیری نهایی

در این مطالعه هیدروپرایمینگ باعث بهبود جوانه‌زنی و سایر صفات مورد مطالعه تحت شرایط تنش گردید. به‌طورکلی نتایج این تحقیقات نشان داد که افزایش تنش شوری سبب کاهش کلیه صفات جوانه‌زنی و افزایش محتوای پرولین ریشه‌چه و ساقه‌چه شد و مدت زمان هیدرو پرایمینگ نیز اثر مثبتی بر تعدیل اثرات تنش شوری داشت. به‌طوری که بذرهای سرخارگل و کاسنی در اکثر صفات مورد مطالعه در شرایط مدت زمان هیدرو پرایمینگ ۱۰ ساعت نسبت به دیگر مدت زمان‌های پرایمینگ بهترین نتایج را در شرایط تنش شوری داشتند. در نتیجه هیدروپرایمینگ بذر باعث افزایش میزان اسید نوکلیئک، پروتئین و افزایش تحرک مواد ذخیره‌ای در بذر شده است، در نتیجه بذر سریع‌تر جوانه‌زده و رشد می‌کند. اما در مقایسه هر دو نوع گیاه، بذرهای سرخارگل در شرایط زمان‌های مختلف هیدرو پرایمینگ و سطوح مختلف شوری نسبت به کاسنی بیشترین شاخص‌های جوانه‌زنی و محتوای پرولین را داشت و این افزایش عمدتاً به‌دلیل سازگاری این گیاه در شرایط شوری و جذب بهتر آب در شرایط پرایمینگ و فعال نمودن آنزیم‌ها است. در نتیجه می‌توان اظهار داشت تیمار هیدروپرایمینگ ۱۰ ساعت به‌عنوان راهکاری ساده، ارزان و موثر برای افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی و در نهایت افزایش بنیه بذر گیاهچه سرخارگل نسبت به کاسنی است و به‌عنوان روشی اقتصادی و آسان می‌تواند خصوصیات رشدی گیاه را بهبود ببخشد و باعث کاهش اثر مخرب تنش شوری بر رشد و نمو گیاه شود. افزایش مقاومت به تنش شوری و سنتز اسمولیت سازگار نظیر پرولین، یکی از راهکارهای بذرهای پرایم شده سرخارگل جهت سازگاری و کاهش اثرات تنش شوری بود.

شکل ۱: اثر متقابل هیدروپرایمینگ و تنش شوری بر درصد جوانه‌زنی بذر سرخارگل و کاسنی

شکل ۳: اثر متقابل هیدروپرایمینگ و تنش شوری بر طول ساقه‌چه سرخارگل و کاسنی

شکل ۲: اثر متقابل هیدروپرایمینگ و تنش شوری بر سرعت جوانه‌زنی بذر سرخارگل و کاسنی

شکل ۴: اثر متقابل هیدروپرایمینگ و تنش شوری بر طول ریشه‌چه سرخارگل و کاسنی

شکل ۵: اثر متقابل هیدروپرایمینگ و تنش شوری بر محتوای پرولین ساقه‌چه سرخارگل و کاسنی

شکل ۶: اثر متقابل هیدروپرایمینگ و تنش شوری بر محتوای پرولین ریشه‌چه سرخارگل و کاسنی

شکل ۷: اثر هیدروپرایمینگ و تنش شوری بر شاخص بنیه بذر سرخارگل و کاسنی

Refrences

Aghighi Shahverdi, M. Memivand, B. and Ataei Somagh. H. 2014. Effects of seed primingwithplant growth promoting bacteria on germination indices unders alt stress Basil. Seed Research. 4 (4): 38-50. (In Persian).

Amiri, B.M., Rezvani Moghaddam, P., Ehyai, M.R., Fallahi, J. and Aqhhvany Shajari, M. 2009. Effects of osmotic stress on germinate on indices and seedling growth of two medicinal plants *Artyshv Purple* and *Coneflower*. Environmental Stresses in Agri. Sci. 3 (2): 165-176. (In Persian).

Ebrahimi, A., Fartash, A.H., Mafakheri, A. and Saatian, Z. 2015. QTL mapping for seed germination parameters in sunflower (*Helianthus annuus* L.) recombinant inbred lines under salt stress. Iranian J of Filed Crop Sci. 46 (3): 439-450.(In Persian).

Farzane, M., Ghanbari, M. and Eftekhariyan Jahromi, A.R. 2012. Effect of proline content and seed germinate on of radish hydroprayming (*Raphanus sativus* L.) in terms of salinity. Plant Sci. Res. 8 (1): 65-74. (In Persian)

Gao, H., Yang, H.Y., Bai, G.P., Liang, L.Y., Zhang, J.L., Wang, D., Zhang, J.L., Niu, S.Q. and Chen.Y.L. 2015. Ultra structural and physiological responses of potato (*Solanum tuberosum* L.) plantlets to gradient saline stress. Front. In Plant Science. 15: 1-14

Hagighi, R.S. and Milani, M.S. 2009. Osmotic and specific ion effects on the seed germination of *Isabgoland Psyllium*. J. Iranian Field Crop Res. 7(1): 97-104. (In Persian).

ISTA (International Seed Testing Association). 2010. International Rules for seed Testing International Seed Testing Association, Bassersdorf, Switzerland.

Jabari, R., Amini Dehaghi, M., Ganji Arjanki, F. and Agahi, K. 2010. Methods for priming effect on germination cumin, Agricultural Science, fourth. 4: 23-30. (In Persian).

Kalsa, K.K. and Abebie, B. 2012. Influence of seed priming on seed germination and vigour traits of *Vicia villosa* asp. dasycarpa (Thn). African J. Agri. Res. 7 (21): 3202-3208.

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

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

Munns, R. and Tester, M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review Plant Bio, 59: 561-681.

Nazarbeygi, E., Lari Yazdi, H., Naseri, R. and Soleimani, R. 2011. The effects of different levels of salinity on proline and a-, b- chlorophylls in canola. American-Eurasian J. Agri. Environ. Sci. 10: 70-74.

Omid Beygi, R. 2005. Production and Processing of Medicinal Plants. Beh Nashe Publisher. Pp. 70. (In Persian).

Ramezani, M. and Fatemi Nik, F. 2013. The effects of seed priming on germination of Gladiolus alatus. Advanced Crop Sci. 3 (7): 479-483.

Paravr, A., Omidi, H., Esanejad, N. and Amirzadeh, M. 2015. Effect hydropriming seed germination and seedling growth coneflower (*Echinaceac prupurea*) under salt stress. J Seed Eco, 1 (1): 57-69..(in Persian with English abstract).

Patade, V.Y., Maya, K. and Zakwan, A. 2011. Seed priming mediated germination improvement and tolerance to subsequent exposure to cold and salt stress in capsicum. Res J of Seed Sci. 4(3): 125-136.

Ruan, H., Shen, W. and Hanson, A.D. 2002. Metabolic engineering of osmoprotectant accumulation in plants Metabolism Engineer. 4 (9):49-56.

Rezai Sokhtabandani, R. and Ramezani, M. 2009. Osmopriming effect of forage maize seed germination SC 704. Journal of Seed Science and Technology Iran, 1(3): 1-16. (In Persian).

Safarnejad, A., Sadr, S.V.A. and Hamidi, H. 2007. Effect of salinity stress on morphological characters of Nigella sativa. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research. 15: 75-84.

Shah Rajabian, M.H. and Moradi, K. 2009. The effect of hydro priming time on tomato seed germination percent and seedling early growth in salinity stress. Agricultural bulletin. Islamic Azad University, Takestan unit. 1(3): 26-32.

Shiri, A.R.M., Safarnejad, A. and Hamidi, H. 2009. Morphological and biochemical characterization of Ferula assafoetidain response to salt stress. Iranian J of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Res. 17: 38-49. (In Persian).

Soltani, E., Akram-Ghaderi, F. and Maemar, H. 2008. The effect of priming on germination components and seedling growth of cotton seeds under drought. J. Agri. Sci. Nat. Res. 14 (5): 1-8. (In Persian).

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

Turan, M.A., Elkarim, A.H.A., Taban, N. and Taban, S. 2010. Effect of salt stress on growth and ion distribution and accumulation in shoot and root of maize plant. African J. Agri. Res. 5: 584-588.