پاسخ گیاه دارویی چای‌ترش (*Hibiscus sabdariffa*) به تنش‌های اسمزی و شوری در مرحلهٔ جوانه‌زنی و رشد گیاهچه

مهسا اقحوانی شجری[۱]، حمیدرضا فلاحی*[۲]، مرتضی رمضانی زنوک[۳]

[۱]دکتری بوم‌شناسی کشاورزی، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

[۲]عضو هیات علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند

[۳]کارشناس، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی سرایان، دانشگاه بیرجند

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۲/۰۴ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۳/۱۵

چکیده

جوانه‌زنی به عنوان یکی از مهم‌ترین مراحل رشدی گیاهان تحت تاثیر تنش‌های محیطی قرار می‌گیرد. تنش‌های شوری و خشکی از عوامل مهم کاهندهٔ شاخص‌های جوانه‌زنی، رشد و عملکرد گیاهان در نواحی خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شوند. در این تحقیق تأثیر سطوح مختلف تنش‌های خشکی (۰، ۲-، ٤-، ٦-، ۸-، ۱۰-، ۱۲- و ١٤- بار ناشی از پلی‌اتیلن‌گلایکول) و شوری (۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰، ۳۰۰ و ۳۵۰ میلی‌مولار ناشی از کلریدسدیم)، در قالب دو آزمایش جداگانه بر مبنای طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار بر روی خصوصیات جوانه‌زنی گیاه دارویی چای‌ترش در آزمایشگاه فیزیولوژی گیاهان زراعی دانشکده کشاورزی سرایان (دانشگاه بیرجند) بررسی شد. شمارش بذور جوانه‌زده به‌صورت روزانه صورت پذیرفت و در پایان روز هشتم که جوانه‌زنی ثابت شده بود، شاخص‌های جوانه‌زنی گیاه مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس حاکی از اثر معنی‌دار تنش‌های خشکی و شوری بر تمامی صفات مورد مطالعه در مرحلهٔ آغازین رشد گیاه چای ترش بود. اعمال تنش خشکی باعث کاهش شاخص‌های جوانه‌زنی گردید، به‌طوری‌که بیشترین مقادیر درصد و سرعت جوانه‌زنی در تیمار شاهد (به‌ترتیب ۸٤/۳۷ درصد و ٦/۰۲ روز$^{-1}$) و کمترین مقادیر آن‌ها (به‌ترتیب ٤/۳۷ درصد و ۰/۱۹ روز$^{-1}$) در سطح ۱۲- بار بدست آمد. تفاوت بین کمترین مقادیر طول ریشه‌چه و ساقه‌چه تحت تأثیر تنش خشکی در مقایسه با تیمار شاهد، ۹۹/٤ درصد بود. در ارتباط با تنش شوری نیز تیمار شاهد باعث حصول بیشترین درصد و سرعت جوانه‌زنی و نیز طول ساقه‌چه و ریشه‌چه گیاه چای‌ترش (به‌ترتیب ۹۱/۲۵ درصد، ٦/٦۸ روز$^{-1}$، ٤۵/۱۰ و ۳۱/۳۹ میلی‌متر) گردید و درصد و سرعت جوانه‌زنی در سطح ۳۵۰ میلی‌مولار به صفر رسید. در مجموع گیاه چای‌ترش نسبت به تنش خشکی تا سطح ٦- بار و تنش شوری تا سطح ۱۰۰ میلی‌مولار مقاومت نسبی نشان داد.

واژه‌های کلیدی: پلی‌اتیلن‌گلایکول، درصد جوانه‌زنی، ساقه‌چه، سرعت جوانه‌زنی، گیاهچه.

*نویسنده مسئول: Hamidreza.fallahi@birjand.ac.ir

مقدمه

چای مکی یا چای‌ترش با نام علمی *Hibiscus sabdariffa* گیاهی است یکساله، روزکوتاه و خودگشن، متعلق به خانواده ختمی که به سرما و یخبندان حساس است. این گیاه بومی غرب آفریقا است، اما امروزه در مقیاس وسیعی در غرب آفریقا، آسیا، استرالیا و بسیاری از کشورهای مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری مانند مالزی و هند کشت می‌شود (Omidbaigi, 2005; Purseglove, 1968; Fallahi et al., 2017 a,b). چای ترش بومی ایران نیست، ولی در استان سیستان و بلوچستان مورد کشت و کار قرار می‌گیرد. از جمله خواص دارویی این گیاه می‌توان به اثر خنک‌کنندگی بدن، کاهش فشار خون، تصفیه خون، کاهش کلسترول، کنترل اختلالات کبدی و آرام‌بخشی اشاره کرد (Omidbaigi, 2005; Fallahi et al., 2017 c; Fallahi et al., 2018).

تنش‌های محیطی عامل اصلی محدودکنندهٔ رشد و عملکرد گیاهان در اکثر مناطق دنیا می‌باشند. در این میان، تنش‌های خشکی و شوری از مهم‌ترین تنش‌های غیر زنده به شمار می‌آیند که باعث محدودیت تولید محصول در مناطق خشک و نیمه خشک می‌گردند (Khammari et al., 2007; Bijeh Keshavarzi and Moussavinik, 2011). از این‌رو، یافتن گیاهان مقاوم به شوری و خشکی راه‌کاری مناسب در جهت بهره‌وری از آب‌های شور و منابع محدود آب در کشور می‌باشد (Fallahi et al., 2008, Amiri et al., 2011).

یکی از حساس‌ترین مراحل رشدی بسیاری از گیاه نسبت به تنش‌های شوری و خشکی، مرحله جوانه‌زنی است (Turk et al., 2004). مطالعات نشان می‌دهد که افزایش میزان شوری و خشکی در مرحله جوانه‌زنی مانع جوانه‌زدن و رشد مناسب گیاهچه در اکثر گیاهان می‌شود (Okcu et al., 2004; Jajarmi, 2012). تاکنون پژوهش‌های گسترده‌ای در زمینه تاثیر تنش‌های خشکی و شوری بر شاخص‌های جوانه‌زنی بسیاری از گیاهان زراعیِ رایج صورت گرفته، اما بررسی‌های انجام شده در ارتباط با تأثیر تنش‌های محیطی بر جوانه‌زنی بذور گیاه چای‌ترش محدود می‌باشد. در پژوهشی بر روی گیاه گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) با افزایش میزان خشکی، درصد جوانه‌زنی گیاه تا حد قابل توجهی کاهش یافت (Seyed Sharifi and Seyed Sharifi, 2008). Thill et al., (۱۹۷۹) بیان کردند که اگر پتانسیل آب کمتر از حد بحرانی باشد، گیاه با تنش خشکی مواجه شده و باعث کاهش درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و طول ساقه‌چه و ریشه‌چه می‌شود. این نتایج با مشاهدات زیره‌زاده و همکاران (Zire Zadeh et al., 2009) بر روی گیاه آویشن (*Thymus vulgaris*) مطابقت دارد. در همین ارتباط، افزایش سطوح تنش شوری نیز باعث کاهش شاخص‌های رشدی گیاه زیره‌سبز (*Cuminum cyminum* L.) گردید که این موضوع ناشی از اثرات مضر شوری، مثل سمیت یون‌ها، اثر خشکی فیزیولوژیک و تجمع املاح در گیاه می‌باشد (Rajabi, 2001). محققان گزارش کرده‌اند که رشد و عملکرد گیاهان ارتباط مستقیمی با غلظت نمک دارد، به‌طوری‌که هرچه غلظت نمک بیشتر باشد کاهش رشد محسوس‌تر است (Shannon and Grieve, 1999). در پژوهشی بر روی گندم (*Triticum aestivum*) کاهش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه تحت‌تأثیر تنش شوری گزارش گردید (Ghavami et al., 2004). Fallahi et al., (2008) نیز در پژوهش بر روی گیاه دارویی مریم‌گلی‌کبیر (*Salvia sclarea* L.)، مقاومت نسبتاً زیاد این گیاه را در مرحله جوانه‌زنی نسبت به تنش‌های خشکی و شوری گزارش کردند.

تاکنون موضوع مقاومت به شوری چای ترش در مراحل مختلف رشد این گیاه در برخی تحقیقات مورد توجه قرار گرفته است. در پژوهشی پاسخ دو گونه چای‌ترش نسبت به تنش شوری بررسی و گزارش شد که گونهٔ دارای رنگ کاسبرگ قرمز روشن قادر به تحمل سطوح شوری بالای ۲۵ میلی‌مولار نمک بود و در مقایسه با گونهٔ دارای رنگ

کاسبرگ قرمز تیره، مقاومت بیشتری در مقابل شوری نشان داد (Arafat et al., 2009). نتایج تحقیق دیگری نیز نشان داد که تنش شوری به‌طور معنی‌داری باعث کاهش تمامی پارامترهای جوانه‌زنی و رشدی گیاهچه‌ایِ چای‌ترش گردید (Moosavi et al., 2013).

بخش وسیعی از ایران دارای اقلیم خشک و نیمه‌خشک و در نتیجه متاثر از تنش‌های شوری و خشکی می‌باشد. بنابراین، شناخت گیاهانی که نسبت به این دو تنش مهم محیطی به خصوص در مراحل اولیهٔ رشد، مقاومت مطلوبی داشته باشند دارای اهمیت است. در همین راستا هدف از انجام این پژوهش بررسی برخی شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای گیاه دارویی چای‌ترش تحت تأثیر تنش‌های خشکی و شوری بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به منظور ارزیابی میزان مقاومت به شوری و خشکی گیاه دارویی چای ترش در مرحلهٔ ابتدایی رشد، در بهار سال ۱۳۹٤، در آزمایشگاه فیزیولوژی گیاهان زراعی دانشکده کشاورزی سرایان، دانشگاه بیرجند انجام شد. برای این منظور، دو آزمایش جداگانه در قالب طرح کاملاً تصادفی با هشت تیمار و چهار تکرار در نظر گرفته شد. آزمایش اول شامل سطوح مختلف تنش خشکی (۰، ۲-، ٤-، ٦-، ۸-، ۱۰-، ۱۲- و ١٤- بار) و آزمایش دوم شامل هشت سطح تنش شوری (۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰، ۳۰۰ و ۳۵۰ میلی‌مولار) بودند. برای ایجاد مقادیر مختلف تنش خشکی و شوری به ترتیب از پلی‌اتیلن گلایکول ٦۰۰۰ و کلرید سدیم ساخت شرکت مرک استفاده شد. مقدار پلی‌اتیلن گلایکول مورد استفاده برای ایجاد غلظت‌های مورد استفاده در تنش خشکی بر اساس معادلهٔ میچل و کافمن (Michel and Kaufmann, 1973) و در دمای ۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد محاسبه شد.

برای اجرای آزمایش، پس از ضدعفونیِ پتری دیش‌ها، بذور گیاه چای‌ترش با محلول هیپوکلریت‌سدیم (وایتکس) ۱۰ درصد به مدت سه دقیقه ضدعفونی و بعد از آن، دو مرتبه به‌طور کامل با آب مقطر شستشو داده شدند. سپس بذرهای ضدعفونی شده داخل پتری‌دیش‌هایِ دارای کاغذ واتمن به تعداد ۲۰ عدد در هر پتری‌دیش کشت شدند و در هر یک از پتری‌دیش‌ها مقدار ٦ میلی‌لیتر از محلول مورد نظر اضافه گردید. جهت کاهش تلفات آب ناشی از تبخیر، اطراف پتری‌دیش‌ها با پارچه مرطوب پوشانده و ظروف داخل پلاستیک‌های شفافی قرار داده شدند. پس از آن مواد آزمایشی داخل انکوباتور دارای دمای ثابت ۲۵ درجه‌سانتی‌گراد به‌مدت هشت روز قرار گرفتند و در طول آزمایش، در صورت نیاز به تمامی ظروف به اندازه مساوی آب مقطر افزوده شد.

تعداد بذرهای جوانه‌زده در هر پتری‌دیش هر ٢٤ ساعت یک‌بار شمارش و ثبت شدند. معیار جوانه‌زنی بذرها، خروج و رویت ریشه‌چه بود (Hosseini and Rezvani Moghadam, 2006). در انتهای روز هشتم که جوانه‌زنی بذرها ثابت شده بود، درصد نهاییِ جوانه‌زنی تعیین و جهت تعیین طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، تعداد هفت گیاهچه در هر پتری‌دیش به‌طور تصادفی انتخاب و طول آن‌ها اندازه‌گیری شد. درصد جوانه‌زنی از تقسیم تعداد نهایی بذرهای جوانه‌زده بر تعداد بذرهای کشت‌شده، ضرب در ۱۰۰ بدست آمد. سرعت جوانه‌زنی نیز بر اساس فرمول ارائه شده توسط ماگوئیر (Maguire, 1962) محاسبه گردید.

در نهایت، تجزیه و تحلیل داده‌های خام با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن، در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. برای رسم نمودارها نیز از نرم‌افزار Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

تاثیر تنش خشکی بر جوانه‌زنی و رشد اولیهٔ چای ترش

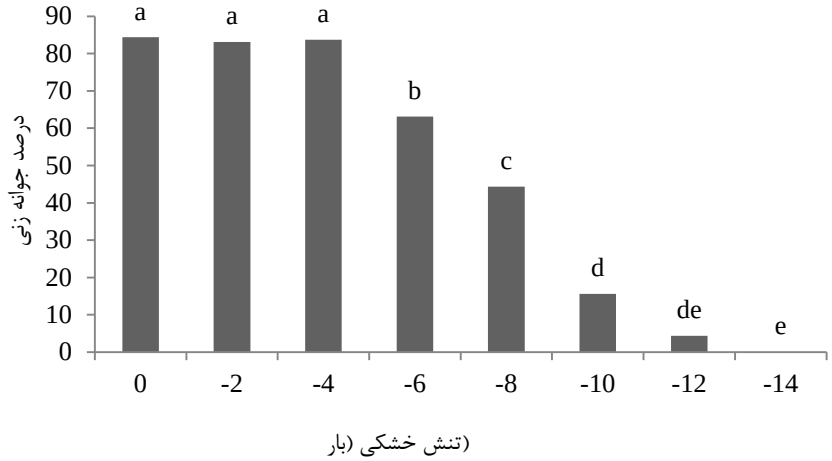
درصد و سرعت جوانه‌زنی: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که درصد و سرعت جوانه‌زنی گیاه دارویی چای‌ترش به طور معنی‌داری تحت تاثیر تنش خشکی قرار گرفت (جدول ۱). حداکثر درصد جوانه‌زنی این گیاه در تیمار شاهد (۸٤/۳ درصد) مشاهده شد و بعد از آن با افزایش سطوح تنش، این شاخص روندی کاهشی یافت، تا جایی که در سطح تنش ١٤- بار درصد جوانه‌زنی گیاه به صفر رسید. تغییرات سرعت جوانه‌زنی نیز در پاسخ به افزایش تنش خشکی روند مشابهی داشت، به‌طوری‌که کمترین و بیشترین میزان این شاخص به ترتیب در تیمار شاهد و ١٤- بار به دست آمد. درصد و سرعت جوانه‌زنی گیاه چای‌ترش در تنش خشکی ۱۲- بار، در مقایسه با تیمار شاهد به‌ترتیب ٤٩ و ٦٩ درصد کاهش داشت. حداکثر کاهش درصد جوانه‌زنی گیاه، با افزایش شدت تنش از ۸- به ۱۰- بار مشاهده شد که مقدار این شاخص ۳۰ درصد در بین این دو تیمار تفاوت داشت. در مجموع گیاه چای‌ترش تا سطح ٦- بار مقاومتی نسبی در برابر تنش خشکی داشت و با افزایش شدت تنش به بیش از ۸- بار درصد و سرعت جوانه‌زنی آن به شدت کاهش پیدا کرد (شکل ۲ و ۳).

در پژوهش مشابهی با افزایش سطوح تنش خشکی، درصد جوانه‌زنی ارقام مختلف ماش به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (Rade and Kar, 1995). پریسکو و همکاران (Prisco et al., 1992) نیز کاهش سرعت جوانه‌زنی بذور چند گیاه زراعی را تحت تأثیر افزایش سطوح تنش خشکی گزارش کرده‌اند. زیره‌زاده و همکاران (Zire zadeh et al., 2009) نیز ضمن بررسی میزان حساسیت گیاه آویشن نسبت به تنش خشکی در مرحلهٔ جوانه‌زنی، گزارش کردند که با افزایش سطوح تنش، درصد جوانه‌زنی این گیاه کاهش یافت. بررسی‌ها نشان می‌دهد که تنش خشکی از طریق محدود کردن جذب آب توسط بذر، تأثیر بر فراهمی مواد ذخیره‌ای بذر، ایجاد اختلال در نقش ترکیبات ساختاری و تولید پروتئین‌ها در جنین در حال رشد (Amiri et al., 2011) و نیز ایجاد اختلال در روند فعالیت‌های متابولیکی مربوط به جوانه‌زنی و در نتیجه افزایش مدت زمان خروج ریشه‌چه از بذر باعث تأخیر و یا عدم جوانه‌زنی بذور گیاهی می‌گردد (Fallahi et al., 2009; Zire Zadeh et al., 2009).

جدول ۱: تجزیه واریانس (مجموع مربعات) اثر تنش‌های خشکی و شوری بر خصوصیات جوانه‌زنی گیاه چای‌ترش

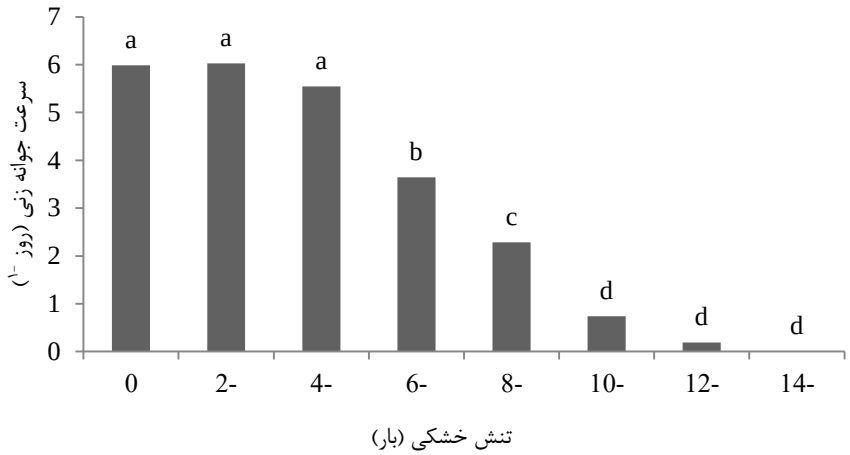
منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	طول ساقه‌چه	طول ریشه‌چه
		تنش خشکی			
تیمار	۷	۳۷۳۱٤**	۱۸۹/۹**	٦۹۱۸**	۳۰۲۸*
خطا	۲٤	۱۸۵۹	۷/۳	۱۸۷۵	۱۷۵۲
کل	۳۱	۳۹۱۷٤	۱۹۷/۲	۸۷۹٤	٤۷۸۰
		تنش شوری			
تیمار	۷	۲۸۱۰۰**	۱٤۱/۹**	۷۲۱۳**	۳۳۸٦*
خطا	۲٤	۳۲۰۹	۱٦/۷	۲٦۵۸	۱۸۰۷
کل	۳۱	۳۱۳۰	۱۵۸/۷	۹۸۷۱	۵۱۹٤

*، **: به‌ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد



شکل ۱: مقایسه میانگین درصد جوانه‌زنی چای‌ترش تحت‌تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی

* حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن ($p\leq0.05$) اختلاف معنی‌داری ندارند



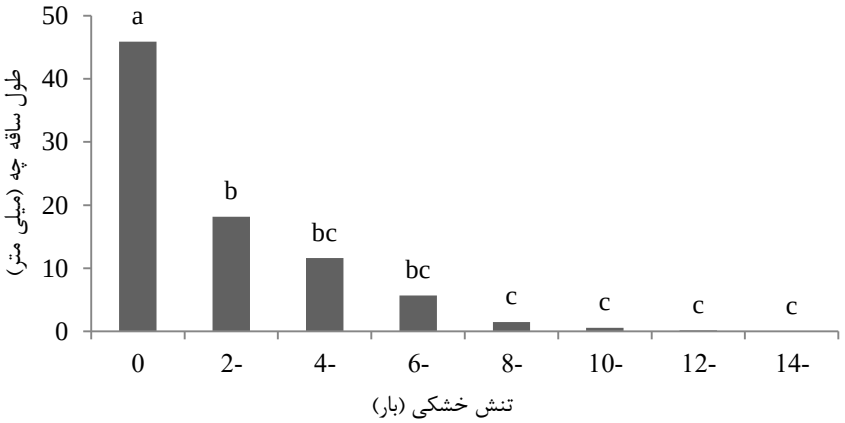
شکل ۲: مقایسه میانگین سرعت جوانه‌زنی چای‌ترش تحت‌تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی

*حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن ($p\leq0.05$) اختلاف معنی‌داری ندارند.

طول ریشه‌چه و ساقه‌چه: اعمال تیمارهای مختلف تنش خشکی بر طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در گیاه چای‌ترش اثر معنی‌داری داشت (جدول ۱). با افزایش شدت تنش خشکی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه روندی کاهشی یافت، به‌طوری‌که بیشترین مقادیر این شاخص‌ها در تیمار شاهد (به‌ترتیب ۳۰/۸ و ۸٤/۳ میلی‌متر) و کمترین مقدار آن‌ها در تیمار ۱۲- بار (به‌ترتیب ۰/۲۸ و ۰/۱٤ میلی‌متر) بدست آمد و بعد از آن با افزایش شدت تنش به ۱٤- بار، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه به صفر رسید. مقادیر طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در سطح ۱۲- بار در مقایسه با تیمار شاهد به‌طور متوسط ۹۹/٤ کاهش نشان داد. افزون بر این، میزان حساسیت ساقه‌چه در مقابل افزایش شدت تنش خشکی بیشتر از ریشه‌چه بود (شکل ۳ و ٤).

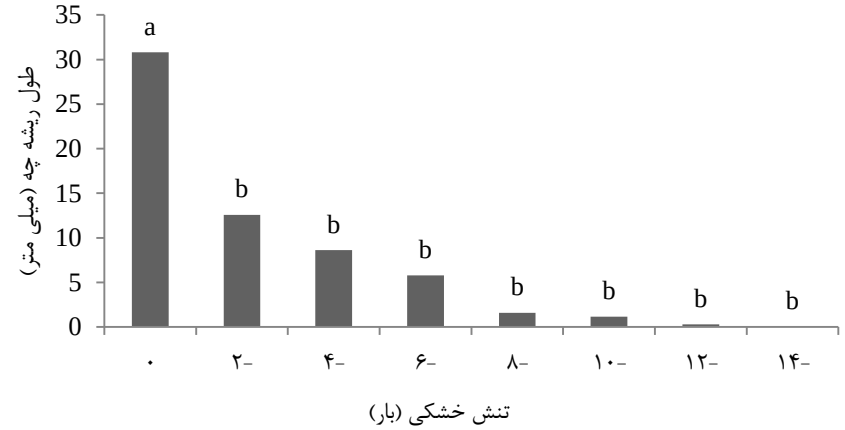
جاجرمی (Jajarmi et al., 2012) در پژوهش بر روی ارقام مختلف گندم نتیجه گرفت که افزایش سطوح تنش خشکی، تمامی صفات رشد گیاهچه‌ای به‌خصوص طول ساقه‌چه را کاهش داد. نتایج پژوهش دیگری حاکی از آن

است که طول ریشه‌چه در گیاهان زوفا (*Hyssopus officinalis*) و مارگریت (*Leucanthemum superbum*) با افزایش شدت تنش خشکی، کاهش یافت (Amiri et al., 2011). نتایج محققان دیگری بر روی گیاه اسفرزه (*Plantago psyllium*) با نتایج حاصل از این آزمایش مطابقت دارد (Hosseini and Rezvani Moghadam, 2006). Kaya et al. (2005) نیز با بررسی مقاومت گیاه آفتابگردان (*Helianthus annuus*) به تنش خشکی مشاهده کردند که استفاده از سطوح مختلف پلی‌اتیلن گلایکول ۶۰۰۰ باعث تأخیر در فرآیند جوانه‌زنی این گیاه گردید. از آنجا که پتانسیل آب از مهم‌ترین فاکتورها در جذب آب و آماس بذر است و اعمال تنش خشکی باعث کاهش جذب آب می‌گردد، لذا بذر تمامی گیاهان برای جوانه‌زنی نیاز به حداقل جذب آب و آماس دارند، به‌طوری‌که پتانسیل محیط از حد معینی کاهش نیابد، زیرا با کاهش پتانسیل اسمزی، جذب آب توسط بذر کاهش یافته و قابلیت جوانه‌زنی کاهش پیدا می‌کند (Fallahi et al., 2009; Amiri et al., 2011). افزون بر این، کاهش جذب آب در شرایط مواجهه با تنش خشکی باعث کاهش ترشح هورمون‌ها و آنزیم‌های موثر بر جوانه‌زنی و در نتیجه اختلال در رشد گیاهچه می‌شود (Fallahi et al., 2009). در همین ارتباط Zire Zadeh et al (2009) نیز بیان کردند که کاهش ترشح هورمون‌هایی نظیر اکسین، جیبرلین و سیتوکینین باعث کاهش رشد گیاهچه می‌شود.



شکل ۳: مقایسه میانگین طول ساقه‌چه در گیاه چای‌ترش تحت‌تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی

* حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن ($p\leq0.05$) اختلاف معنی‌داری ندارند



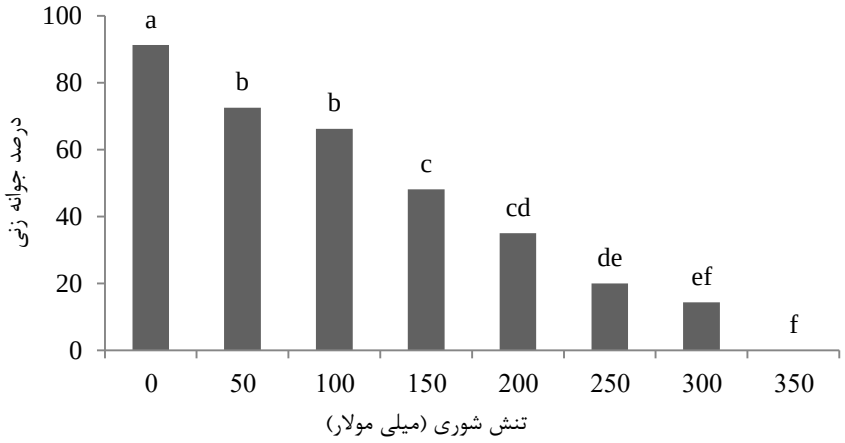
شکل ٤: نتایج مقایسه میانگین تغییرات طول ریشه‌چه در گیاه چای‌ترش تحت‌تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی

* حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن ($p\leq0.05$) اختلاف معنی‌داری ندارند

تاثیر تنش شوری بر جوانه‌زنی و رشد اولیهٔ چای‌ترش

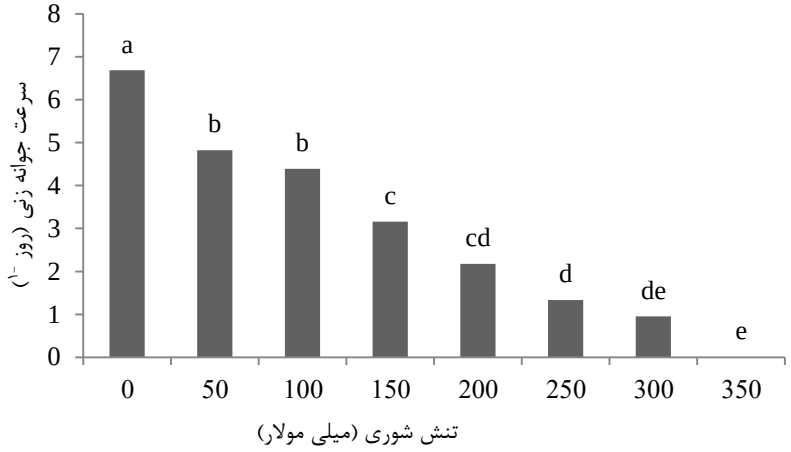
درصد و سرعت جوانه‌زنی: نتایج تجزیهٔ واریانس نشان‌دهندهٔ اثر معنی‌دار سطوح مختلف تنش شوری در سطح احتمال ۱ درصد بر سرعت و درصد جوانه‌زنی گیاه چای‌ترش بود (جدول ۱). بیشترین درصد و سرعت جوانه‌زنی در تیمار عدم اعمال تنش شوری (به‌ترتیب ۹۱/۲۵ درصد و ٦/٦٨ روز$^{-1}$) و کمترین مقادیر این شاخص‌ها (صفر درصد و روز $^{-1}$) در سطح ۳۵۰ میلی‌مولار بدست آمد. سرعت و درصد جوانه‌زنی چای ترش با افزایش شدت تنش شوری روند کاهشی یکنواختی نشان داد، به طوری که با افزایش هر ۵۰ میلی‌مولار غلظت کلرید سدیم درصد جوانه‌زنی حدود ۱۳ درصد کاهش یافت (شکل ۵ و ٦).

در پژوهش مشابهی Khammari et al (2007) دریافتند که با افزایش سطوح شوری، سرعت و درصد جوانه‌زنی در گیاه چای‌ترش کاهش یافت. این محققان بیان کردند که گیاه چای‌ترش را در مناطقی که شوری آن بیش از ۱۰۰۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر باشد، نمی‌توان کاشت، زیرا باعث کاهش شدید درصد جوانه‌زنی و به دنبال آن کاهش درصد سبزشدن مزرعه می‌گردد. Tamartash et al (2010) گزارش کردند که شوری می‌تواند از طریق کاهش پتانسیل آزاد آب و تأثیر سمی یون‌هایی مانند سدیم و کلر، فرآیند جوانه‌زنی را تحت‌تأثیر قرار دهد. نتایج پژوهش Bijeh Keshavarzi and Moussavinik (2011) حاکی از کاهش سرعت و درصد جوانه‌زنی گیاه چای‌ترش با افزایش سطوح تنش شوری بود. مطالعات Rahemi Karizki et al (2013) نیز نشان داد که به ازای افزایش هر واحد شوری (بار)، درصد جوانه‌زنی چای‌ترش به‌میزان ٤/۲۸ درصد کاهش یافت. با توجه به اینکه بذور گیاهی برای آغاز جوانه‌زنی باید ٤۰-۳۰ درصد وزن خشک خود رطوبت جذب کنند، لذا بالا بودن غلظت نمک از طریق کاهش پتانسیل اسمزی آب و اثرات یون‌ها بر پروتوپلاست، مانع جذب آب توسط بذرها و در نتیجه کاهش درصد جوانه‌زنی می‌گردد (Rajabi, 2001). از طرفی، غلظت بالای سدیم و کلر درون سلول‌ها، باعث تاثیر بر متابولیسم تقسیم و رشد سلول‌ها (Neumann, 1997) و همچنین مهار فعالیت برخی آنزیم‌ها (Katembe et al., 1998) و در نهایت موجب تأخیر و یا عدم جوانه‌زنی بذور می‌شود.



شکل ۵: نتایج مقایسه میانگین درصد جوانه‌زنی چای‌ترش تحت‌تأثیر سطوح مختلف تنش شوری

* حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن ($p\leq0.05$) اختلاف معنی‌داری ندارند

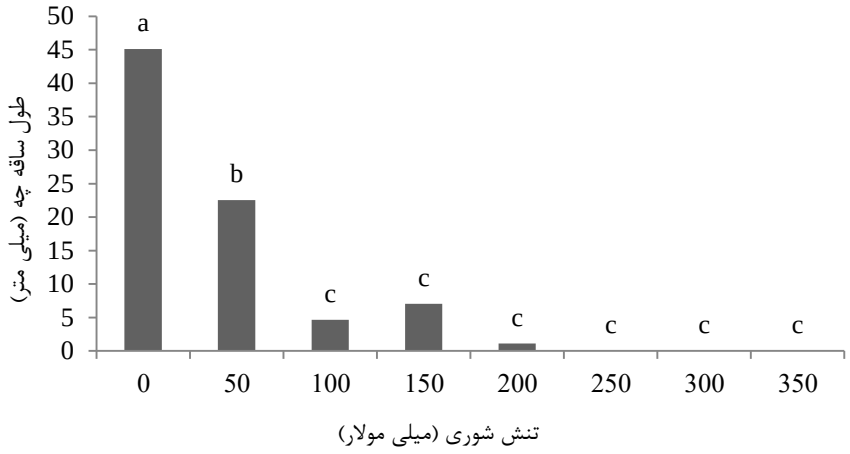


شکل ٦: نتایج مقایسه میانگین سرعت جوانه‌زنی چای‌ترش تحت‌تأثیر سطوح مختلف تنش شوری

* حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن ($p\leq0.05$) اختلاف معنی‌داری ندارند

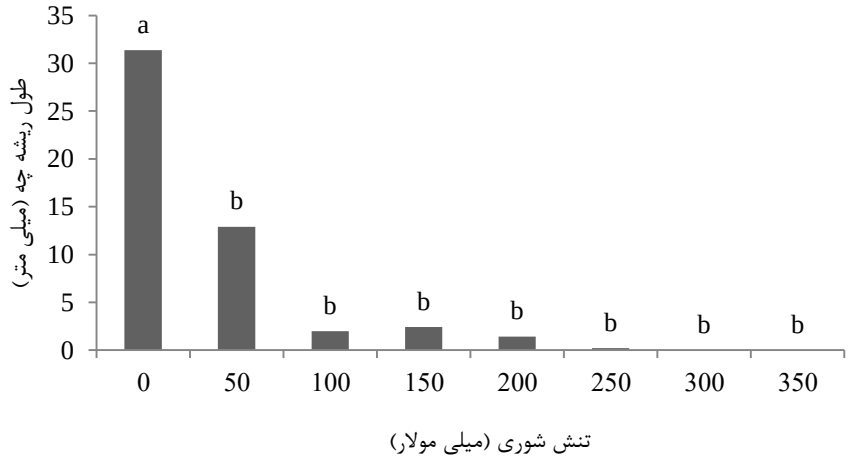
طول ریشه‌چه و ساقه‌چه: اعمال سطوح مختلف تنش شوری اثر معنی‌داری بر صفات طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در گیاه دارویی چای‌ترش داشت (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین‌ها حاکی از برتری تیمار شاهد نسبت سایر سطوح شوری بود؛ به‌طوری‌که با افزایش شدت تنش شوری، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه کاهش یافت. در تیمار ۳۰۰ میلی‌مولار شوری، با وجود انجام جوانه‌زنی (شکل ۵)، رشد گیاهچه متوقف گردید. نتایج نشان داد که حداکثر میزان کاهش در طول ریشه‌چه و ساقه‌چه (به‌ترتیب ۸۲ و ٦۹ درصد) در مقایسه با تیمار شاهد، با اعمال ۱۵۰ میلی‌مولار تنش شوری به دست آمد (شکل ۷ و ۸).

نتایج آزمایش کنونی مبنی بر تاثیر منفی تنش شوری بر رشد گیاهچه چای‌ترش، مورد تایید محققان دیگری نیز می‌باشد (Khammari et al., 2007; Bijeh Keshavarzi and Moussavinik, 2011). نتایج مطالعهٔ مشابهی بر روی گیاه اسفرزه نیز نشان داد که طول ساقه‌چه در اثر افزایش شدت تنش شوری کاهش یافت (Safarnejad et al., 2007). در پژوهش دیگری نتایج رگرسیون، ارتباط خطی منفی‌ای را بین طول ساقه‌چه با سطوح تنش شوری در گیاه چای‌ترش نشان داد (Rahemi Karizki et al., 2013). نتایج مطالعات نشان می‌دهد که بذور جوانه‌زده در محیط‌های شور دارای ساقه‌چه‌ها و ریشه‌چه‌های کوتاه‌تری می‌باشند که این موضوع به‌علت اثر بازدارندگی شدید کلریدسدیم بر ظهور بافت‌های جنینی می‌باشد (Katergi et al., 2994; Khan and Ungar, 1985). تنش شوری با تغییر فشار اسمزیِ محلول اطراف بذر موجب کاهش جذب آب و در نتیجه کاهش تقسیم سلولی و تمایز و در نهایت منجر به کاهش طول ساقه‌چه می‌شود. افزون بر این، حساسیت بالای گیاهچه به شوری، سرعت انتقال مواد مغذی از لپه‌ها به جنین را کاهش داده و این موضوع باعث کاهش رشد گیاهچه می‌گردد (Younis et al., 2008). به‌علاوه، تنش شوری با ایجاد اختلال در روند جذب آب توسط بذر، باعث کاهش تولید هورمون‌ها و آنزیم‌های محرک جوانه‌زنی (Bor et al., 2003; Younis et al., 2008) و کاهش فعالیت‌های متابولیکی گیاه مانند فتوسنتز شده (Rahimi et al., 2010) که در نهایت منجر به ممانعت از رشد گیاهچه می‌شود.



شکل ۷: نتایج مقایسه میانگین تغییرات طول ساقه‌چه گیاه چای‌ترش تحت‌تأثیر سطوح مختلف تنش شوری

* حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن ($p\leq0.05$) اختلاف معنی‌داری ندارند



شکل ۸: نتایج مقایسه میانگین تغییرات طول ریشه‌چه در گیاه چای‌ترش تحت‌تأثیر سطوح مختلف تنش شوری

* حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن ($p\leq0.05$) اختلاف معنی‌داری ندارند

نتیجه‌گیری

نتایج آزمایش کنونی نشان‌دهندهٔ اثر معنی‌دار تنش‌های خشکی و شوری بر پارامترهای جوانه‌زنی گیاه دارویی چای‌ترش بود. افزایش شدت تنش‌های خشکی و شوری باعث کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی گیاه مورد مطالعه شد. با اعمال سطوح تنش خشکی به میزان بالاتر از ۱۲- بار، گیاه چای‌ترش قادر به جوانه‌زنی نبود و بیشترین مقادیر طول ریشه‌چه و ساقه‌چه نیز در تیمار شاهد مشاهده شد. در ارتباط با اعمال تنش شوری نیز نتایج مشابهی مشاهده گردید، به‌طوری‌که در سطح ۳۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم جوانه‌زنی گیاه متوقف گردید. در مجموع، با افزایش سطوح تنش خشکی و شوری، کلیه شاخص‌های مورد اندازه‌گیری در این آزمایش روندی کاهشی یافتند. بنابراین، با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش، چای‌ترش در مراحل آغازین رشد مقاومت متوسطی نسبت به شوری و خشکی دارد و باید از کشت این گیاه در مناطق مواجه با تنش شدید خشکی و شوری اجتناب نمود.

References

Amiri, M.B., Rezvani Moghadam, P., Ehiaei, H.R., Fallahi, J., Aghhvani Shajari, M., 2011. Response of germination and seedling growth of Hyssop (*Hyssopus officinalis*) and Marguerite (C*hrysanthemum superbum*) medicinal plants to water stress. Journal of Plant Ecophisiology. 3, 65-77. (In Persian with English Summary)

Arafat, A.L.M.A.K., Shaddad, A.M.I., and Abual, M.F. 2009. Benzyladenine can alleviate saline injury of two Rosell cultivars via equilibration of cytosolutes inclouding Anthocyanins. International Journal of Agriculture and biology, 11: 151-157.

Bijeh Keshavarzi, M.H., and Moussavinik, M.Z.A. 2011. The effect of different NaCl concentration on germination and earlygrowth of *Hibiscus sabdariffa* seedling. Annals of Biological Research, 2 (4): 143-149.

Bor, M., Ozdemir, F., and Turkan, I. 2003. The effect of salt stress on lipid peroxidation and antioxidants in leaves of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) and wild beet (*Beta maritima* L.). Plant Science, 164 (1): 77-84.

Fallahi, H.R., Ebadi, M.T., Ghorbani, R., 2008. The Effects of salinity and drought stresses on germination and Seedling Growth of Clary (*Salvia sclarea*). Environmental Stresses in Agricultural Sciences. 1 (1), 57-67. (In Persian with English Summary)

Fallahi, H.R., Ghorbani, M., Aghhavani-Shajari, M., Samadzadeh, A., Asadian, A.H. 2017a. Qualitative response of roselle to planting methods, humic acid application, mycorrhizal inoculation and irrigation management. Journal of Crop Improvement. 31(2): 192-208.

Fallahi, H.R., Ramazani, H.R., Ghorbani, M., Aghhavani-Shajari, M. 2017b. Path and factor analysis of roselle (*Hibiscus sabdarifa* L.) performance. Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants 6: 119-125.

Fallahi, H.R., Ghorbani, M., Aghhavani-Shajari, M., Samadzadeh, A., Asadian, A.H. 2017c. Influence of arbuscular mycorrhizal inoculation and humic acid application on growth and yield of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) and its mycorrhizal colonization index under deficit irrigation. International Journal of Horticultural Science and Technology. 3(2): 113-128.

Fallahi, H.R., Ghorbany, M., Aghhavani-Shajari, M., Khayyat, M., Samadzadeh, A., Maraki, Z., Asadian, A.H. 2018. Evaluation of colour characteristics in dried sepals of roselle in response to irrigation management, mycorrhizal inoculation and humic acid application. Environmental Stresses in Crop Science. 10(4): 571-582. (In Persian with an Extended English Summary).

Ghavami, F., Malboobi, M.A. Ghannadha, M.R., Yazdi Samadi, B., Mozaffari, J., Jafar Aghaei, M., 2004. An evaluation of salt tolerance in Iranian wheat cultivars at germination and seedling stages. Iranian, Journal of Agricultural Science. 35 (2), 453-464. (In Persian with English Summary)

Hosseini, H., Rezvani Moghadam, P., 2006. Effect of water and salinity stress in seed germination on Isabgol (*Plantago ovata*). Journal of Iranian Field Crop Research. 4(1): 15-23. (In Persian with English Summary)

Jajarmi, V., 2012. Effect of drought stress on germination indices in seven wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.). Iranian Journal of Agronomy and Plant Breeding. 8 (4), 183-192.

Katembe, W.J., Ungar, I.A., and Mitchell, J.P. 1998. Effect of Salinity on germination and seedling growth of two Atriplex species (Chenopodiaceae). Annals of Botany, 82: 167-175.

Katergi, N., Van Hoorn, J.W., Hamdy, A., Karam, F., and Mastrortilli, M. 1994. Effect of salinity on emergence and on water stress early seedling growth of sunflower and maize. Agricultural Water Management, 26: 81-91.

Kaya, M.D., Okcu, G., Atak, M., Cikili, Y., and Kolsarici, O. 2005. Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, University of Ankara, Turkey.

Khammari, I., Sarani, Sh.A., Dahmardeh, M., 2007. The effect of salinity on seed germination and growth in six medicinal plants. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 23 (3): 331-339. (In Persian with English Summary)

Khan, M.A., and Ungar, I.A. 1985. The role of hormones in regulators the germination of polymorphic seeds and early seedling growth of *Atriplex triangularis* under saline condition. Physiology Plantarum, 63: 109-113.

Maguire, J.D. 1962. Speed of germination- aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Science, 2: 176-177.

Michel, B.E., and Kaufmann, M.R. 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. Plant Physiology, 51: 914-916.

Moosavi, S.Gh., Seghatoleslami, M.J., Javadi, H., Moosavi, S.M., Jouyban, Z., Ansarinia, E., and Nasiri, M. 2013. Effect of salt stress on germination and early seedling growth of roselle (*Hibiscus sabdariffa*). Global Journal of Medicinal Plant Research, 1 (1): 124-127.

Neumann, P. 1997. Salinity resistance and plant growth revisited. Plant Cell and Environment, 20: 1193-1198.

Okcu, G.M.D.K., and Atak, M. 2005. Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of Pea (*Pisum sativum* L.). Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 29: 237-242.

Omidbaigi, R. 2005. Production and Processing of Medicinal Plants. Vol: 1. Tehran, Astane Kodse Razave Publication. pp, 69-100. (In Persian)

Prisco, J.T., Baptista, C.R., and Pinheiro, E.J.L. 1992. Hydration, dehydration seed pretreatment and its effects on seed germination under water stress condition. Revista Brasil Botany, 15: 31-35.

Purseglove, J.W. 1968. Tropical crops: dicotyledons. Longman Scientific and Technical Press, Harlow, England.

Rade, D., and Kar, R.K. 1995. Seed germination and seedling growth of manage bean (*vigna vadiata*) under water stress induced by PEG 6000. Seed Science and Technology, 23: 301-308.

Rahemi Karizki, A., Nakhzari Moghaddam, A., Gharekhani, M. 2013. Effect of salinity and temperature on physiological characteristics of germination and seedling growth of rosella (*Hibiscus sabdariffa*). Seed Research (Journal of Seed Science and Technology). 3 (3), 13-20. (In Persian)

Rahimi, A., Shamsodin Saeed, M., Etemadi, F. 2010. Effects of salt stress on germination, growth and ion contents of Cumin (*Nigella sativa* L.). Arid Biom Scientific and Research Journal. 2 (1), 87-91. (In Persian with English Summary)

Rajabi, R., 2001. Reaction of different cultivars of wheat for germination and vegetative growth to salinity stress. MS.c thesis. Faculty of Agriculture, Tehran University. (In Persian with English Summary)

Safarnejad, A., Salami, M., Hamidi, H., 2007. Morphological characterization of medicinal plants (*Plantago ovata, Plantago psyllium*) in response to salt stress. Pajouhesh and Sazandegi. 20, 152-160. (In Persian with English Summary)

Seyed Sharifi, R., Seyed Sharifi, R. 2008. Evaluation the effects of Poly ethylene glycol on germination and growth seedling carthamus cultivars. Iranian Journal of Biology. 21 (3), 400-410. [In Persian with English Summary]

Shannon, M.C., and Grieve, C.M. 1999. Tolerance of regrettable Crop to salinity. Scientia Horticulturae, 78: 5-8.

Tamartash, B., Shokri, F., and Workers, M. 2010. Examine the effects of drought and salinity stress on seed germination characteristics of clover. Journal of Research Range, 4 (2): 297-288.

Thill, D.C., Schirman, R.D., and Appleby, A.P. 1979. Osmotic stability of manitol and polyethylene glycol 20000 solutions used as seed germination media. Agronomy Journal, 7: 105-108.

Turk, M.A., Tahawa, R.M., and Lee, K.D. 2004. Seed germination and seedling growth of three lentil cultivars under moisture stress. Asian Journal of Plant Science, 3: 394-397.

Younis, M.E., Hasaneen, M.N.A., Ahmed, A.R., and El-Bialy, D.M.A. 2008. Plant growth, metabolism and adaptation in relation to stress conditions. Reversal of harmful NaCl-effects in lettuce plants by foliar application with urea. Australian Journal of Crop Science, 2 (2): 83-95.

Zire Zadeh, M., Shahin, M., Tohidi, M., 2009. The effect of salt and drought stresses on germination of Thymos. Crop Physiology Journal. 1 (4), 61-70.

Journal of Seed Research, Vol. 8, No. 1, Spring 2018

Response of roselle (*Hibiscus sabdariffa*) to drought and salinity stresses during germination and seedling growth stages

Mahsa Aghhavani-Shajari[1], Hamid-Reza Fallahi[2*], Morteza Ramezani-Zonouk[3]

[1] Ph.D of Agroecology, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

[2] Assistant Professor in Crop Ecology, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Iran

[3] Graduated of Agronomy, Department of Agronomy and Plant Breeding, Sarayan Faculty of Agriculture, University of Birjand, Iran

Abstract

Germination is one of the most important stages of plant growth that is influenced by environmental stresses. Salinity and drought stresses are remarkable factors in reducing the germination parameters, growth and yield of plants in arid and semi-arid regions. In this experiment, the effect of different levels of drought (0, -2,-4, -6, -8, -10, -12, -14 bar produced by polyethylene glycol) and salinity stress (0, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350 mmol induced by sodium chloride) were evaluated on germination indices of roselle. For this purpose, two separate experiments based on a completely randomized design with 4 replicates were conducted at crop physiology laboratory of Sarayan Faculty of Agriculture, University of Birjand in 2015. Numbers of germinated seeds in each petri-dish were counted and recorded once every 24 hours and germination indices were measured at the end of the eighth day which germination was fixed. Analysis of variance showed significant effects of drought and salinity stresses on the germination and seedling growth parameters of roselle. Drought stress reduced germination characteristics of roselle; where the maximum germination percent and rate were observed in control treatment (84.37% and 6.02 day^{-1}, respectively) and the minimum amounts of them (4.37% and 0.19 day^{-1}) were obtained at -12 bar. The difference between the lowest amount of radical and plumule length under drought stress was 99.4 % compared to control treatment. Furthermore, in salinity stress experiment, the highest amounts of germination percent and rate and plumule and radical length (91.25%, 6.68 day^{-1}, 45.10 and 31.39 mm, respectively) were obtained in control treatment and the level of 350 mmol induced the lowest germination percent and rate. Totally, roselle had relatively resistance up to -6 bar of drought stress and 100 mmol of salinity stress.

***Keywords*:** Germination percent, PEG 6000, Plumule, Germination rate, Seedling.