مجله اکوفیزیولوژی بذر

جلد دوم، شماره اول، نیمه اول ۹۶

۱۷-۳۲

اثر تنش‌های شوری و خشکی بر جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچهٔ ریواس در شرایط آزمایشگاهی

سیده مرضیه نوربخش سامانی*[۱]

۱. کارشناس ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۳/۰۶؛ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۸/۱۷

چکیده

ریواس گیاهی علفی و پایا از خانوادهٔ علف هفت‌بند است که در ایران به صورت خودرو می‌روید و در طب سنتی از جایگاه ارزشمندی برخوردار است. به منظور مطالعهٔ اثر تنش‌های شوری و خشکی بر جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچهٔ ریواس، دو آزمایش جداگانه در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار (هر تکرار شامل ۳۰ عدد بذر در پتری‌هایی به قطر ۱۲ سانتی‌متر) در آزمایشگاه علوم باغبانی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه شهرکرد اجرا گردید. در آزمایش اول اثر سطوح تنش شوری (صفر، ۴۰، ۸۰، ۱۲۰، ۱۶۰، ۲۰۰، ۲۴۰، ۲۸۰، ۳۲۰ و ۳۶۰ میلی‌مولار) ناشی از کلرید سدیم و در آزمایش دوم اثر سطوح تنش خشکی (صفر، ۰/۳-، ۰/۵-، ۰/۷-، ۰/۹-، ۱/۱-، ۱/۳-، ۱/۵-، ۱/۷- و ۱/۹- مگاپاسکال) ناشی از پلی‌اتیلن‌گلیکول ۶۰۰۰ بر درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، بنیهٔ بذر و وزن تر و خشک گیاهچه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که سطوح مختلف تنش شوری و خشکی بر درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، شاخص بنیهٔ بذر و وزن تر و خشک گیاهچه به طور معنی‌داری موثر بود. با افزایش سطح تنش شوری و خشکی تمامی صفات مورد مطالعه کاهش یافتند. بیشترین درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، شاخص بنیهٔ بذر و وزن تر و خشک گیاهچه مربوط به تیمار شاهد و کمترین میزان صفات فوق‌الذکر متعلق به سطح شوری ۳۶۰ میلی‌مولار و سطح خشکی ۱/۹- مگا-پاسکال بود. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که کلیهٔ صفات مورد بررسی با یکدیگر همبستگی مثبت و معنی‌دار داشتند. به طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که گیاه ریواس تا حد زیادی در مرحلهٔ جوانه‌زنی نسبت به تنش شوری و خشکی متحمل است.

واژه‌های کلیدی: **کلرید سدیم، پلی‌اتیلن‌گلیکول، درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، شاخص بنیهٔ بذر.**

* مسئول مکاتبات، پست الکترونیک: mnoorbakhsh121@yahoo.com

مقدمه

گونهٔ *Rheum ribes* به طور طبیعی در غرب آسیا، شرق ترکیه (شرق و جنوب آنتالیا)، شمال عراق، لبنان و ایران مشاهده می‌شود (Ozturk et al., 2007). ریواس یکی از گونه‌های تیرهٔ ترشک می‌باشد. این گیاه علاوه بر داشتن خواص دارویی مهم، از لحاظ منابع طبیعی نیز به علت روییدن در مناطق سرد– استپی ایران ارزشمند است. ریواس گیاهی است چند ساله با برگ‌های بسیار بزرگ و پهن، ساقهٔ خزندهٔ زیرزمینی و گل‌های نر- ماده که تولید میوهٔ فندقهٔ سه گوش می‌کند. ریواس به دلیل دارا بودن ویتامین‌های A و C و املاح کلسیم، سدیم و پتاسیم و هم‌چنین ترکیب‌های آنتراکینونی و اسیداگزالیک، دارای اثرهای دارویی برای انسان می‌باشد. خوردن ریواس برای درمان بیماری‌هایی مانند یرقان و وسواس مفید بوده و مقوی قلب، اعصاب، معده و کبد است (Zargari, 1996). نتایج بررسی‌ها نشان داده که به کار بردن دزهای مختلفی از پودر ریزوم گیاه ریواس، باعث کاهش قند خون (Dlawar, 2000) و استفاده از عصارهٔ برگ و ریشهٔ گیاه، دارای خواص آنتی باکتریال (Fazly bazzaz et al., 2005) می‌باشد. تنش خشکی و شوری در مرحلهٔ جوانه‌زنی یک آزمون قابل اطمینان در ارزیابی تحمل بسیاری از گونه‌ها است. به‌طوری‌که تنش‌های مذکور سبب کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی و هم‌چنین کاهش رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌گردد (Ghoulam and Fares, 2001). پژوهش‌های انجام شده بر روی گیاهان مختلف نشان داده است که تنش شوری و خشکی موجب کاهش شاخص‌های جوانه‌زنی بذر می‌شوند (Ebrahimi et al., 2012; Gholami et al., 2012; Gholami et al., 2011; Ghaderi et al., 2011; Gholami et al., 2010; Tamartash; et al., 2010; Amiri et al., 2010; Hosseini et al., 2009; Zirehzadeh et al., 2009; Greenwood and Macfarlane, 2009; Ramezani Gasak et al., 2008; Fallahi et al., 2008; Dashti et al., 2007; Hosseini and Rezvani Moghadam, 2006; Kaya et al., 2006; Boroumand Rezazadeh and Koocheki, 2005; Okcu et al., 2005).

بهره‌برداری بی‌رویه از ریواس در مراتع و مناطق رویش گیاه، در حال حاضر زمینهٔ تخریب و نابودی آن را فراهم نموده است. بنابراین در صورت امکان کشت زراعی، علاوه بر افزایش توان تولیدی گیاه، روند تخریب مراتع کاهش خواهد یافت (Gholami et al., 2006). با توجه به اینکه لازمهٔ احیاء و توسعهٔ مراتع، کشت گونه‌های مناسب مرتعی می‌باشد، انجام تحقیقاتی پیرامون تأثیر عوامل محیطی از جمله عوامل تنش‌زا بر مراحل رشدی گیاهان مرتعی ایران نظیر مرحلهٔ حساس جوانه‌زنی، ضروری به نظر می‌رسد. از این‌رو، تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر تنش‌های شوری و خشکی بر جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچهٔ گونهٔ مهم و ارزشمند مرتعی ریواس انجام گردید.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی تأثیر تنش‌های شوری و خشکی بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچهٔ ریواس، دو آزمایش مجزا در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در آزمایشگاه علوم باغبانی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه شهرکرد انجام شد. سطوح شوری شامل غلظت‌های صفر، ۴۰، ۸۰، ۱۲۰، ۱۶۰، ۲۰۰، ۲۴۰، ۲۸۰، ۳۲۰ و ۳۶۰ میلی‌مولار کلرید سدیم (NaCl) و سطوح خشکی شامل غلظت‌های صفر، ۰/۳-، ۰/۵-، ۰/۷-، ۰/۹-، ۱/۱-، ۱/۳-، ۱/۵-، ۱/۷- و ۱/۹- مگاپاسکال محلول پلی‌اتیلن‌گلیکول ۶۰۰۰ (PEG 6000) بودند. برای محاسبهٔ مقدار پلی‌اتیلن-گلیکول لازم جهت تهیهٔ محلول‌های مختلف سطوح تنش خشکی از فرمول میچل و کافمن (Michel and Kaufmann, 1973) استفاده گردید. هم‌چنین آب مقطر به عنوان تیمار شاهد در هر دو آزمایش در نظر گرفته شد. بذرهای گیاه ریواس از مناطق کوهستانی انارک استان اصفهان جمع‌آوری شد. منطقهٔ برداشت بذرهای گونهٔ مذکور در ۵۳ درجه و ۴۱ دقیقه و ۴۵ و ۸۲ صدم ثانیهٔ طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ و ۳۳ درجه و ۱۸دقیقه و ۳۸ و ۷۹ صدم ثانیهٔ عرض شمالی ازخط استوا واقع شده و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۴۷۴ متر است.

قبل از شروع آزمایش ابتدا ظروف پیرکس حاوی آب مقطر، پنس، بشر، بالن ژوژه، مجموعهٔ پتری‌ها و بستر بذر (کاغذ واتمن) در اتوکلاو با دمای ۱۸۰ درجهٔ سانتی‌گراد و فشار ۱/۲ بار به مدت ۲ ساعت استریل شدند. بذور مورد مطالعه به منظور ضدعفونی به مدت ده دقیقه در محلول هیپوکلریت سدیم ۱۰ درصد قرار گرفتند و سپس چندین مرتبه با آب مقطر استریل شسته شدند. بذرهای این گیاه در شرایط طبیعی، جوانه‌زنی کم و غیر یکنواختی دارند، بنابراین به منظور شکست خواب بذر و تسریع در جوانه-زنی، بذور ضدعفونی شده تحت تیمار پیش سرمادهی مرطوب به مدت ۲۵ روز داخل یخچال با دمای ۲ درجهٔ سانتی‌گراد قرار داده شدند (Nabaei et al., 2011). پس از طی شدن زمان پیش تیمار مذکور، بذرها به تعداد ۳۰ عدد در سه تکرار به پتری‌های استریل ۱۲ سانتی‌متری حاوی کاغذ صافی واتمن منتقل گردیدند و جهت اعمال سطوح تنش شوری و خشکی مقدار ۱۰ میلی‌لیتر از محلول‌های تهیه شده به هر پتری اضافه شد. جهت ممانعت از تغییر سطوح تنش تعیین شده در هر آزمایش در اثر تبخیر آب از سطح پتری، کلیهٔ پتری‌ها با پارافیلم مسدود شدند و سپس به مدت ۲۱ روز در ژرمیناتور با تناوب نوری ۱۶/۸ (۱۶ ساعت تاریکی و ۸ ساعت روشنایی) و دمای ۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد منتقل شدند. شمارش بذرهای جوانه زده به صورت روزانه و در ساعت معینی انجام شد. بذوری جوانه زده تلقی شدند که طول ریشه‌چهٔ آن‌ها ۲ میلی‌متر یا بیشتر بود. در پایان روز بیست و یکم نیز طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن تر و خشک گیاهچه تعیین شد. جهت اندازه‌گیری طول ریشه-چه و ساقه‌چه از کولیس با دقت ۰/۱ میلی‌متر و برای توزین وزن تر و خشک گیاهچه‌ها از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم استفاده شد. وزن خشک گیاهچه پس از قرار گرفتن نمونه‌های تر به مدت ۴۸ ساعت درون آون با دمای ۷۰ درجهٔ سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد. درصد و سرعت جوانه‌زنی و شاخص بنیهٔ بذر بر اساس متد باجی و همکاران (Bajji et al., 2002) به شرح زیر محاسبه گردید.

$$GP = (Ni / S) \times 100 \qquad (۱)$$

در این فرمول GP درصد جوانه‌زنی، Ni تعداد بذور جوانه زده در روز i ام و S تعداد کل بذور کشت شده می‌باشد.

$$GR = \Sigma (Ni / Ti) \qquad (۲)$$

در این فرمول GR سرعت جوانه‌زنی (بر حسب تعداد بذر جوانه زده در روز)، Ni تعداد بذور جوانه زده در روز i ام و Ti تعداد روز تا شمارش i ام می‌باشد.

$$SVI = (PL + RL) \times GP \qquad (۳)$$

شاخص بنیهٔ بذر (SVI) نیز از حاصلضرب مجموع طول ریشه‌چه (RL) و ساقه‌چه (PL) در درصد جوانه‌زنی (GP) به‌دست آمد.

برای محاسبهٔ درصد تغییرات صفات از فرمول زیر استفاده شد (Taghvaei, 2006).

$$\text{درصد تغییرات} = (A\text{-}B / A) \times 100 \qquad (۴)$$

که در آن A میزان صفت در شرایط شاهد و B میزان صفت در شرایط تنش شدید می باشند.

محاسبات آماری داده‌های دو آزمایش به صورت مستقل و با استفاده از نرم افزار SAS ver. 9.1 انجام شد. هم‌چنین برای مقایسه میانگین صفات از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

تنش شوری

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سطوح مختلف تنش شوری بر تمامی صفات مورد بررسی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱).

با افزایش غلظت شوری درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، شاخص بنیهٔ بذر و وزن‌تر و خشک گیاهچه به طور معنی‌داری کاهش یافتند. صفاتی نظیر درصد و سرعت جوانه‌زنی که معیاری از رشد اولیه و

سریع گیاهچه‌ها می‌باشند، در تیمار شاهد (آب مقطر) بالاتر از سایر تیمارهای مورد مطالعه مشاهده شد (به‌ترتیب ۸۴/۴۴ درصد و ۴/۳۹ عدد بذر جوانه زده در روز). هم‌چنین بیشترین میزان طول ریشه‌چه (۴۰/۶۰ میلی‌متر)، طول ساقه‌چه (۳۲/۸۲ میلی‌متر)، شاخص بنیهٔ بذر (۶۲)، وزن تر (۰/۹۸۷ گرم) و وزن خشک گیاهچه (۰/۱۰۰ گرم) مربوط به تیمار شاهد (سطح عدم تنش) بوده است. سطح شوری ۳۶۰ میلی‌مولار کمترین میزان صفات فوق‌الذکر را به خود اختصاص داده است (جدول ۲). لازم به ذکر است که بین سطوح ۳۲۰ و ۳۶۰ میلی‌مولار و سطوح ۲۸۰ و ۳۲۰ میلی‌مولار شوری و تأثیر آن‌ها به‌ترتیب بر درصد جوانه‌زنی و شاخص بنیهٔ بذر اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نگردید. در ضمن، در رابطه با صفت وزن خشک گیاهچه، از نظر آماری بین سطوح شوری صفر (تیمار شاهد) و ۴۰ میلی‌مولار و سطوح ۳۲۰ و ۳۶۰ میلی‌مولار تفاوت معنی‌دار وجود نداشت. کلیهٔ سطوح تنش شوری اختلاف معنی‌داری از لحاظ سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن تر گیاهچه نشان دادند (جدول ۲). در سطح شوری ۳۶۰ میلی‌مولار، درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، شاخص بنیهٔ بذر و وزن تر و خشک گیاهچه نسبت به سطح عدم تنش (صفر میلی‌مولار) به‌ترتیب ۸۱/۵۸، ۸۱/۵۵، ۸۱/۶۷، ۸۱/۶۹، ۹۶/۶۳، ۸۱/۶۶ و ۸۲ درصد کاهش نشان دادند (جدول ۳). این نتایج به وضوح نشان داد که تأثیر سطوح تنش شوری بر شاخص بنیهٔ بذر در مقایسه با سایر مؤلفه‌های جوانه‌زنی بیشتر است. با توجه به نتایج ضرایب همبستگی ساده بین صفات، کلیهٔ صفات مورد ارزیابی (درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، شاخص بنیهٔ بذر و وزن تر و خشک گیاهچه) نیز با یکدیگر همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح ۱ درصد نشان دادند (جدول ۴). بدیهی است که بذور در صورت جوانه‌زنی سریع، بنیهٔ بذر، طول و وزن تر و خشک گیاهچهٔ آن‌ها نیز بالاتر می‌باشد. همبستگی مثبت بین درصد و سرعت جوانه‌زنی مبین آن است که با افزایش سرعت جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی یا به عبارتی شکست رکود بذرها افزایش می‌یابد. بنیهٔ بذر به سرعت جوانه‌زنی مربوط می‌شود. بذرهایی که بنیهٔ بالایی دارند، سریع‌تر و آن‌هایی که بنیهٔ کمتری دارند، آهسته‌تر جوانه می‌زنند (Nasaj, 1994). ارتباط مثبت بین سرعت جوانه‌زنی با طول ساقه‌چه بدین معنا است که در سرعت جوانه‌زنی بالاتر گیاهچه با بنیهٔ قوی‌تری تولید شده که سریع‌تر استقرار یافته و از شرایط محیطی استفادهٔ بهینه را خواهد نمود و هر چه سرعت جوانه‌زنی کاهش یابد، اثر منفی بر طول ساقه‌چه و وزن تر و خشک گیاهچه داشته و مادهٔ خشک تولیدی کاهش می‌یابد. هم‌چنین همبستگی مثبت بین طول ریشه‌چه و ساقه‌چه حاکی از آن است که تجمع مادهٔ خشک بیشتر در ریشه‌چه باعث افزایش جذب آب و املاح مفید موجود در آب گشته و رشد طولی ساقه‌چه را افزایش داده است (Francois, 1994). شوری یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی کاهندهٔ رشد و عملکرد گیاهان می‌باشد (Tester and Davenport, 2003) و حالتی از خاک است که توسط غلظت بالایی از نمک‌های محلول توصیف می‌شود (Munns and Tester, 2008). اثر بازدارندهٔ تنش شوری بر جوانه‌زنی بذور به دلیل کاهش پتانسیل اسمزی یا سمیت یونی محیط کشت می‌باشد (Tobe et al., 2004; Pujol et al., 2000) که البته این کاهش روند جوانه‌زنی در گیاهان هالوفیت معمولاً به خاطر اثر اسمزی و در گیاهان غیر هالوفیت نتیجهٔ اثر سمیت یونی می‌باشد (Bajji et al., 2002). گیاهان مختلف در محیط‌های شور واکنش‌های متفاوتی نشان می‌دهند. تفاوت در قدرت مقاومت به شوری نه تنها در میان جنس‌ها و گونه‌ها بلکه حتی در داخل یک گونه نیز مشاهده می‌شود. میزان کاهش جوانه‌زنی و رشد گیاه تحت شرایط شوری به ترکیب نمک، غلظت نمک و مرحلهٔ رشد گیاه بستگی دارد (Dadkhah, 2010; Vicente et al., 2009). قدرت یک بذر در جوانه‌زنی و تولید گیاهچه در شرایط شور نشان‌دهندهٔ این است که بذر دارای ظرفیت ژنتیک لازم برای تحمل به شوری بوده ولی الزامًا بدین معنی نیست که گیاهچه‌ای که

در شرایط شوری شروع به رشد کرده، رشد خود را با موفقیت ادامه خواهد داد و چرخهٔ زندگی خود را کامل خواهد کرد. در غلظت‌های کم، افزایش شوری باعث کاهش تدریجی جوانه‌زنی می‌شود و در غلظت‌های بیشتر، توانایی جوانه‌زنی کاهش می‌یابد (Murkute et al., 2005). سرعت جوانه‌زنی یکی از شاخص‌های مهم در ارزیابی تحمل به شوری و خشکی در مرحلهٔ جوانه‌زنی است، زیرا هر چه سرعت جوانه‌زنی بیشتر باشد، شانس سبز شدن تحت شرایط تنش بیشتر خواهد شد (Fernandez and Johnston, 1995). طی جوانه‌زنی چنان‌چه جذب آب دچار اختلال شود یا به کندی صورت گیرد، فرآیندهای متابولیک داخل بذر به آرامی صورت گرفته و مدت زمان خروج ریشه‌چه از بذر افزایش یافته و در نتیجه سرعت جوانه‌زنی کاهش خواهد یافت (Sherif et al., 1998). نتوندو و همکاران (Netondo et al., 2004) بیان نمودند که رسوب نمک در ریشه در حال رشد دلیل اصلی خشکی فیزیولوژیک و سپس کاهش تقسیم سلولی و در نهایت کاهش رشد ریشه و بنیهٔ بذر می‌باشد. کم بودن بنیهٔ بذر ممکن است به دو طریق بر عملکرد اثر بگذارد: اول آن‌که درصد گیاهچه‌های سبز شده کمتر از حد مورد انتظار باشد و در نتیجه تراکم گیاهی به کمتر از حد معمول برسد (Ghassemi– Golezani et al., 1997) و دوم آن‌که ممکن است سرعت رشد گیاهچه در چنین گیاهانی کمتر از سرعت رشد گیاهان حاصل از بذرهای قوی باشد (Hasstrup et al., 1993). گیاهان در محیط شور جهت تحمل شرایط تنش ناچار به ساخت مواد آلی مانند پرولین، گلایسین و تجمع املاح معدنی جهت انجام تنظیم اسمزی می‌باشند. با توجه به اینکه ساخت این مواد نیازمند صرف انرژی است، لذا در این شرایط رشد گیاه با کاهش مواجه شده و وزن خشک گیاهچه کاهش می‌یابد (Serraj and Sinclair, 2002). کاهش خصوصیات مختلف جوانه‌زنی مورد مطالعه را می‌توان به کاهش میزان و سرعت جذب اولیهٔ آب و هم‌چنین تأثیر منفی پتانسیل اسمزی کم (Enferad et al., 2003) و سمیت یون‌ها بر فرآیندهای بیوشیمیایی مراحل کاتابولیک (هیدرولیز آنزیمی مواد ذخیره‌ای بذر) و آنابولیک (ساخت بافت‌های جدید با استفاده از مواد هیدرولیز شده در مرحلهٔ اول جوانه‌زنی) نسبت داد (Shamseddin Saeid et al., 2007). از سوی دیگر نفوذ یون‌های سدیم و کلر به داخل بافت بذر باعث اختلال در متابولیسم سلول‌ها به‌ویژه فعالیت غشاها-ی سلولی و در نتیجه افزایش میزان نشت مواد درون سلولی به خارج خواهد شد (Keiffer and Ungar, 1997). هر چه غلظت نمک در محیط بیشتر باشد، خسارت وارده سریع‌تر و شدیدتر اعمال می‌شود (Karimi et al., 2004). تحت تنش شوری، گیاهان ساز و کارهای پیچیده‌ای برای سازگار شدن با تنش اسمزی و سمیت یون‌ها به کار می-برند که بسته به نوع گیاه و میزان حساسیت آن‌ها به شوری متفاوت است. مثلاً در گیاهان مقاوم به شوری یون-های سدیم و کلسیم در واکوئل و در ارقام حساس در سیتوپلاسم سلول تجمع پیدا می‌کنند (Ghoulam et al., 2002) اثرات منفی تنش شوری بر شاخص‌های جوانه‌زنی توسط محققین در گیاهان مختلف گزارش شده است (Karamian and Ataei Barazandeh, 2013; Mahmoodi et al., 2012; Naseri et al., 2011; Arab et al., 2011; Khaninejad and Khajeh- Hosseini, 2009; Anvari et al., 2009; Farhangian Kashani and Jafari, 2009; Dianati Tilaki et al., 2008; Safarnejad and Hamidi, 2008; Khammari et al., 2007; Azarnivand et al., 2007; Safarnejad et al., 2007; Mahdavi et al., 2007; Salami et al., 2006).

تنش خشکی

نتایج تجزیه واریانس نشان‌دهندهٔ اثر معنی‌دار سطوح مختلف تنش خشکی بر کلیهٔ صفات مورد ارزیابی بود (جدول ۵). درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، شاخص بنیهٔ بذر و وزن تر و خشک گیاهچه با افزایش شدت تنش خشکی کاهش یافتند. بیشترین میزان درصد جوانه‌زنی (۸۱/۱۱ درصد)، سرعت جوانه‌زنی (۴/۲۴

جدول ۱. میانگین مربعات شاخص‌های جوانه‌زنی ریواس تحت تاثیر تنش شوری

Table 1. Mean squares of Rhubarb germination indices under salinity stress.

منبع تغییرات Sources of variation	درجه آزادی Degrees of freedom	میانگین مربعات (Mean Squares) درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	طول ریشه‌چه Radicle length	طول ساقه‌چه Plumule length	شاخص بنیهٔ بذر Seed vigor index	وزن تر گیاهچه Seedling fresh weight	وزن خشک گیاهچه Seedling dry weight
تیمار Treat	9	2542.63**	6.88**	589.73**	385.53**	1902.43**	0.35**	0.0036**
خطا Error	20	2.59	0.00040	0.00040	0.00040	0.57	0.0000040	0.0000040
ضریب تغییرات (٪) CV (%)		3.76	0.90	0.10	0.12	3.33	0.40	3.94

** معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱

** Significant at 1% probability level

جدول ۲. مقایسه میانگین شاخص‌های جوانه‌زنی ریواس تحت تاثیر تنش شوری

Table 2. Compare the average of Rhubarb germination indices under salinity stress

سطوح تنش شوری (میلی‌مولار) Salinity stress levels (mM)	درصد جوانه‌زنی(٪) Germination percentage (%)	سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز) Germination rate (day^{-1})	طول ریشه‌چه (میلی‌متر) Radicle length (mm)	طول ساقه‌چه (میلی‌متر) Plumule length (mm)	شاخص بنیهٔ بذر Seed vigor index	وزن تر گیاهچه (گرم) Seedling fresh weight (gr)	وزن خشک گیاهچه (گرم) Seedling dry weight (gr)
0	84.44 a	4.39 a	40.60 a	32.82 a	62 a	0.987 a	0.100 a
40	81.11 b	4.23 b	39.15 b	31.65 b	57.43 b	0.952 b	0.097 a
80	76.66 c	3.99 c	36.85 c	29.79 c	51.09 c	0.896 c	0.091 b
120	58.89 d	3.04 d	28.17 d	22.77 d	30 d	0.684 d	0.070 c
160	32.22 e	1.68 e	15.49 e	12.52 e	9.03 e	0.376 e	0.038 d
200	24.44 f	1.27 f	11.70 f	9.45 f	5.17 f	0.284 f	0.029 e
240	20 g	1.05 g	9.68 g	7.82 g	3.50 g	0.235 g	0.024 f
280	17.77 gh	0.92 h	8.55 h	6.91 h	2.75 gh	0.208 h	0.021 fg
320	16.66 h	0.86 i	7.92 i	6.40 i	2.39 gh	0.193 i	0.019 g
360	15.55 h	0.81 j	7.44 j	6.01 j	2.09 h	0.181 j	0.018 g

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۰/۰۵ اختلاف معنی‌داری ندارند.

In each column, means with at least one common letter are not significantly different based on LSD test at 5% probability level.

جدول ۴. ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورد ارزیابی بذر ریواس در سطوح مختلف تنش شوری.

Table 4. Correlation coefficients simple between investigated traits seed of Rhubarb (*Rheum ribes* L.) in different levels of salinity stress.

Traits	صفات	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	طول ریشه‌چه Radicle length	طول ساقه‌چه Plumule length	شاخص بنیهٔ بذر Seed vigor index	وزن تر گیاهچه Seedling fresh weight	وزن خشک گیاهچه Seedling dry weight
Germination percentage	درصد جوانه‌زنی	1						
Germination rate	سرعت جوانه‌زنی	0.99**	1					
Radicle length	طول ریشه‌چه	0.99**	0.99**	1				
Plumule length	طول ساقه‌چه	0.99**	0.99**	1**	1			
Seed vigor index	شاخص بنیهٔ بذر	0.99**	0.99**	0.99**	0.99**	1		
Seedling fresh weight	وزن تر گیاهچه	0.99**	0.99**	0.99**	0.99**	0.99**	1	
Seedling dry weight	وزن خشک گیاهچه	0.99**	0.99**	0.99**	0.99**	0.99**	0.99**	1

** معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱

** Significant at 1% probability level

جدول ۳. تغییرات صفات گیاهچهٔ ریواس در سطوح مختلف تنش شوری.

Table 3. Changes in seedling traits of Rhubarb (*Rheum ribes* L.) in different levels of salinity stress.

Traits	صفات	میانگین صفت در شرایط شاهد Mean trait in control conditions	میانگین صفت در شرایط تنش شدید Mean trait in intense stress conditions	درصد تغییرات Changes percentage
Germination percentage	درصد جوانه‌زنی	84.44	15.55	81.58
Germination rate	سرعت جوانه‌زنی	4.39	0.81	81.55
Radicle length	طول ریشه‌چه	40.60	7.44	81.67
Plumule length	طول ساقه‌چه	32.82	6.01	81.69
Seed vigor index	شاخص بنیهٔ بذر	62	2.09	96.63
Seedling fresh weight	وزن تر گیاهچه	0.987	0.181	81.66
Seedling dry weight	وزن خشک گیاهچه	0.100	0.018	82

جدول ۵. میانگین مربعات شاخص‌های جوانه زنی ریواس تحت تأثیر تنش خشکی

Table 5. Mean squares of Rhubarb germination indices under drought stress.

منابع تغییر Sources of variation	درجه آزادی Degrees of freedom	میانگین مربعات (Mean Squares) درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	طول ریشه‌چه Radicle length	طول ساقه‌چه Plumule length	شاخص بنیهٔ بذر Seed vigor index	وزن تر گیاهچه Seedling fresh weight	وزن خشک گیاهچه Seedling dry weight
تیمار Treat	9	1650.43**	4.53**	385.50**	251.86**	1076.84**	0.23**	0.0024**
خطا Error	20	2.59	0.00040	0.00040	0.00040	0.47	0.0000040	0.0000040
ضریب تغییرات (٪) CV(%)		4.45	1.06	0.11	0.14	4.33	0.47	4.60

** معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱

** Significant at 1% probability level

جدول ۶. مقایسه میانگین شاخص‌های جوانه‌زنی ریواس تحت تأثیر تنش خشکی

Table 6. Compare the average of Rhubarb germination under drought stress.

سطوح تنش خشکی (مگاپاسکال) Drought stress levels (MPa)	درصد جوانه‌زنی (٪) Germination percentage (%)	سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز) Germination rate (day^{-1})	طول ریشه‌چه (میلی‌متر) Radicle length (mm)	طول ساقه‌چه (میلی‌متر) Plumule length (mm)	شاخص بنیهٔ بذر Seed vigor index	وزن تر گیاهچه (گرم) Seedling fresh weight (gr)	وزن خشک گیاهچه (گرم) Seedling dry weight (gr)
0	81.11 a	4.24 a	39.12 a	31.63 a	57.39 a	0.951 a	0.097 a
-0.3	65.55 b	3.43 b	31.63 b	25.56 b	37.49 b	0.769 b	0.079 b
-0.5	55.55 c	2.89 c	26.67 c	21.56 c	26.79 c	0.649 c	0.066 c
-0.7	40 d	2.11 d	19.44 d	15.71 d	14.06 d	0.473 d	0.049 d
-0.9	28.89 e	1.49 e	13.74 e	11.12 e	7.18 e	0.334 e	0.034 e
-1.1	21.11 f	1.12 f	10.36 f	8.38 f	3.96 f	0.252 f	0.027 f
-1.3	18.89 fg	0.98 g	9.07 g	7.34 g	3.10 fg	0.221 g	0.023 g
-1.5	17.77 g	0.91 h	8.43 h	6.81 h	2.71 g	0.205 h	0.021 gh
-1.7	16.66 g	0.87 i	7.98 i	6.45 i	2.40 g	0.193 i	0.020 gh
-1.9	16.66 g	0.86 i	7.88 j	6.37 j	2.37 g	0.192 i	0.019 h

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۰/۰۵ اختلاف معنی‌داری ندارند.

In each column, means with at least one common letter are not significantly different based on LSD test at 5% probability level.

عدد بذر جوانه زده در روز)، طول ریشه‌چه (۳۹/۱۲ میلی-متر)، طول ساقه‌چه (۳۱/۶۳ میلی‌متر)، شاخص بنیهٔ بذر (۵۷/۳۹)، وزن تر (۰/۹۵۱ گرم) و وزن خشک گیاهچه (۰/۰۹۷ گرم) در تیمار شاهد حاصل شد. کمترین میزان صفات فوق‌الذکر متعلق به سطح خشکی ۱/۹- مگاپاسکال بوده است (جدول ۶). سطوح مختلف تنش خشکی از نظر طول ریشه‌چه و ساقه‌چه دارای تفاوت معنی‌دار می‌باشند. درصد جوانه‌زنی و شاخص بنیهٔ بذر در سطوح خشکی ۱/۵-، ۱/۷- و ۱/۹- مگاپاسکال و وزن خشک گیاهچه در سطوح ۱/۵- و ۱/۷- مگاپاسکال خشکی فاقد اختلاف معنی‌دار بودند. هم‌چنین بین سطوح ۱/۷- و ۱/۹- مگا-پاسکال تنش خشکی و تأثیر آن‌ها بر صفات سرعت جوانه-زنی و وزن تر گیاهچه تفاوت آماری معنی‌دار وجود نداشت، سایر سطوح تنش از لحاظ آماری اختلاف معنی-داری با یکدیگر داشتند (جدول ۶). کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، شاخص بنیه بذر و وزن تر و خشک گیاهچه از تیمار شاهد (صفر مگاپاسکال) تا سطح خشکی ۱/۹- مگاپاسکال به‌ترتیب ۷۹/۴۶، ۷۹/۷۲، ۷۹/۸۶، ۷۹/۸۶، ۹۵/۸۷، ۷۹/۸۱ و ۸۰/۴۱ درصد بود (جدول ۷). بنابراین حساسیت شاخص بنیهٔ بذر به تنش خشکی در مرحلهٔ جوانه‌زنی بیشتر از سایر صفات مورد ارزیابی می‌باشد. نتایج مربوط به بررسی ضرایب همبستگی ساده بین صفات اندازه‌گیری شده حاکی از این است که درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه-چه، شاخص بنیهٔ بذر و وزن تر و خشک گیاهچه همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح ۱ درصد با یکدیگر دارند (جدول ۸). علت وجود همبستگی‌های مثبت بین غلظت‌های خشکی و صفات مورد بررسی، در عین حال تأییدی بر تأثیر منفی افزایش غلظت خشکی بر روی صفات مورد تحقیق می‌باشد. تنش خشکی از مهم‌ترین تنش‌ها است و سایر تنش‌ها به صورت مستقیم و غیر مستقیم از طریق تنش خشکی گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهند. اگر گیاهی به تنش خشکی مقاوم باشد به سایر تنش‌های فیزیکی محیط مقاومت نسبی خواهد داشت (Koocheki et al., 2007). کاهش درصد جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در شرایط تنش خشکی می‌تواند ناشی از اثرات مستقیم تجزیهٔ کندتر مواد آندوسپرم لپه‌ها با انتقال کندتر مواد تجزیه شده به گیاهچه باشد و یا با افزایش غلظت محلول پلی‌اتیلن‌گلیکول، فشار و پتانسیل اسمزی محیط افزایش یافته، که منجر به کاهش جذب آب توسط بذور و مانع از ادامهٔ فعالیت‌های طبیعی گیاهچه می‌گردد (Weisz et al., 1985). برای وقوع جوانه‌زنی نیاز به تولید آنزیم‌های هیدرولیزکننده مانند آمیلاز، پروتئاز و فسفاتاز بوده که مسئول هیدرولیز مواد ذخیره‌ای بذر هستند، این ترکیبات هیدرولیز شده در تولید بافت‌های گیاهچه‌ای در مرحلهٔ جوانه‌زنی بذر مورد استفاده واقع می‌شوند (Soltani et al., 2006) از آن‌جا که در شرایط تنش اسمزی، دسترسی بذر به رطوبت کاهش می‌یابد (Prisco et al., 1992)؛ در نتیجه عمل هیدرولیز مواد ذخیره‌ای، جهت تولید بافت‌های گیاهچه‌ای با مشکل مواجه شده و وزن خشک گیاهچه کاهش می‌یابد. نتایج برخی مطالعات نیز نشان داده است که کاهش وزن خشک گیاهچه در شرایط تنش خشکی ناشی از کاهش مقدار ذخایر هیدرولیز شدهٔ بذر بوده و ارتباطی به کارایی استفاده از ذخایر بذر ندارد (Soltani et al., 2006). تنظیم اسمزی می‌تواند حساسیت رشد را به تنش خشکی و شوری کاهش دهد یا باعث افزایش اندک رشد در تنش به وسیلهٔ تنظیم فشار تورگر گردد. بنابراین کاهش رشد گیاهچه و بالطبع تغییر وزن تر آن می‌تواند مربوط به تنظیم فشار تورگر باشد (Bassirirad and Caldwell, 1992). کاهش شاخص‌های جوانه‌زنی تحت تنش خشکی در آزمایشات دیگر بر روی گیاهان مختلف توسط سایر محققان نیز گزارش شده است (Akhavan Armaki et al., 2011; Ebadi et al., 2011; Rahimi and Kafi, 2009; Ghani et al., 2009; Gazanchian et al., 2006; Stephanie et al., 2005).

جدول ۷. تغییرات صفات گیاهچهٔ ریواس در سطوح مختلف تنش خشکی.

Table 7. Changes in seedling traits of Rhubarb in different levels of drought stress.

Traits	صفات	میانگین صفت در شرایط شاهد Mean trait in control conditions	میانگین صفت در شرایط تنش شدید Mean trait in intense stress conditions	درصد تغییرات Changes percentage
Germination percentage	درصد جوانه‌زنی	81.11	16.66	79.46
Germination rate	سرعت جوانه‌زنی	4.24	0.86	79.72
Radicle length	طول ریشه‌چه	39.12	7.88	79.86
Plumule length	طول ساقه‌چه	31.63	6.37	79.86
Seed vigor index	شاخص بنیهٔ بذر	57.39	2.37	95.87
Seedling fresh weight	وزن تر گیاهچه	0.951	0.192	79.81
Seedling dry weight	وزن خشک گیاهچه	0.097	0.019	80.41

جدول ۸. ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورد ارزیابی بذر ریواس در سطوح مختلف تنش خشکی.

Table 8. Simple correlation coefficients between investigated traits seed of Rhubarb in different levels of drought stress.

Traits	صفات	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	طول ریشه‌چه Radicle length	طول ساقه‌چه Plumule length	شاخص بنیهٔ بذر Seed vigor index	وزن تر گیاهچه Seedling fresh weight	وزن خشک گیاهچه Seedling dry weight
Germination percentage	درصد جوانه‌زنی	1						
Germination rate	سرعت جوانه‌زنی	0.99**	1					
Radicle length	طول ریشه‌چه	0.99**	0.99**	1				
Plumule length	طول ساقه‌چه	0.99**	0.99**	1**	1			
Seed vigor index	شاخص بنیهٔ بذر	0.98**	0.98**	0.98**	0.98**	1		
Seedling fresh weight	وزن تر گیاهچه	0.99**	0.99**	0.99**	0.99**	0.98**	1	
Seedling dry weight	وزن خشک گیاهچه	0.99**	0.99**	0.99**	0.99**	0.98**	0.99**	1

** معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱

** Significant at 1% probability level

نتیجه‌گیری

از نتایج این دو آزمایش می‌توان نتیجه گرفت که گیاه ریواس دارای مقاومت بالایی به شوری و خشکی در مرحله جوانه‌زنی می‌باشد. گیاهان در مراحل مختلف رشد حساسیت‌های متفاوتی در برابر بروز تنش دارند و مقاومت به تنش در مرحلهٔ ابتدایی رشد گیاه، مستقل از مراحل بعدی رشد بوده (Ajmal Khan and Weber, 2006) و ضروری است که گیاه مورد مطالعه در سایر مراحل رشد نیز مورد بررسی و مقایسه قرار گیرد. با این وجود از آن‌جا که پیشرفت سایر مراحل رشد گیاه مستقیماً وابسته به وقوع جوانه‌زنی و رشد مناسب گیاهچه است، لذا گیاهانی که در مرحلهٔ جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌هایی با قدرت تحمل بیشتری نسبت به تنش داشته باشند، دارای مزیت بیشتری می‌باشند، چرا که استقرار اولیهٔ زودتر، باعث پیشرفت سریع‌تر سایر مراحل رشد گیاه خواهد شد. با توجه به اینکه تحقیق حاضر در شرایط آزمایشگاهی انجام شده است، پیشنهاد می‌شود این آزمایش در شرایط طبیعی و پتانسیل‌های مساوی شوری و خشکی انجام شود و چگونگی عکس‌العمل این گیاه به تنش‌های مذکور در مرحلهٔ پس از جوانه‌زنی نیز بررسی شود، تا با نتایج حاصل از آن بتوان مقاومت این گیاه را ارزیابی نمود. هم‌چنین پیشنهاد می‌گردد که آزمایش با دیگر عناصر مانند کلسیم و پتاسیم نیز انجام شود، زیرا تنش شوری از جذب و انتقال کلسیم جلوگیری کرده و در فرآیند انتقال انتخابی مواد از غشاء و تحمل شوری نقش مهمی دارد و در تنش شوری یون‌ها جانشین کلسیم غشاء شده و منجر به کاهش جذب پتاسیم از بافت‌های گیاه نیز می‌گردد (Kabir et al., 2004).

منابع

Anvari, S.M., Mehdikhani, H., Shahriari, A.R., Nouri, G.R., 2009. Effect of salinity stress on germination of seven rangeland species. Iranian Journal of Rangeland and Desert Research. 16(2), 262-273. [In Persian]

Arab, F., Jafari, A.A., Assareh, M.H., Jafari, M., Tavili, A., 2011. Salinity effects on seed germination and seedling growth in *Agropyron desertorum* and *Agropyron elongatum*. Iranian journal of Range and Desert Reseach. 18 (1), 17-31. [In Persian with English Summary]

Amiri, M.B., Rezvani Moghadam, P., Ehyaii, H.R. Fallahi, J., Aghhavani Shajari, M., 2010. The effects of drought and salinity stresses on germination indices and seedling growth of two medicinal plants as *Cynara scolymus* L. and *Echinacea*e *purpurea* L. Environmental Stresses in Crop Sciences. 3 (2), 165-176. [In Persian]

Akhavan Armaki, M., Azarnivand, H., Assareh, M.H., Jafari, A.A., Tavili, A., 2011. Effects of water stress on germination indices in three species of *Bromus*. Iranian Journal of Range and Desert Research. 18 (4), 558-568. [In Persian with English Summary]

Ajmal Khan, M., Weber, D.J., 2006. Ecophysiology of high salinity tolerant plants. Springer, Netherlands. pp. 11-30.

Azarnivand, H., Ghorbani, M., Joneidi Jafari, H., 2007. The effect of salinity stress on germination of two species of *Artemisia scoparia* and *Artemisia vulgaris*. Iranian Journal of Range and Desert Research. 14 (3), 352-358. [In Persian with English Summary]

Bassirirad, H., Caldwell, M.M., 1992. Root growth, osmotic adjustment and NO_3^- uptake during and after a period of drought in *Artemisia tridentata*. Australian Journal of Plant Physiology. 19 (5), 493-500.

Boroumand Rezazadeh, Z., Koocheki, A.R., 2005. Germination response of Ajowan, Fennel and Dill to osmotic potential of sodium chloride and polyethylene glycol 6000 in different temperature regimes. Iranian Journal of Field Crops Research. 3 (2), 207-217. [In Persian with English Summary]

Bajji, M., Kinet, J.M., Lutts, S., 2002. Osmotic and ionic effects of NaCl on germination, early seedling growth and ion content of *Atriplex halimus* (Chenopodiaceae). Canadian journal of Botany. 80 (3): 297-304.

Dadkhah, A.R., 2010. Salinity effect on germination and seedling growth of four medicinal plants. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 26 (3), 358-369. [In Persian with English Summary]

Dashti, M., Shirdel, M.R., Zarif Ketabi, H., 2007. Effects of water stress and salinity on germination and seedling growth characteristics of *Althaea officinalis*. The Third Conference of Medicinal Plants, Tehran, Shahed University, 2-3 November, p. 206. [In Persian with English Summary]

Dlawar, M.S., 2000. Study of Hypoglycemic activity of the Rhizomes of *Rheum ribes* (Rhubarb) in normal and Alloxan Diabetic Rabbits. Journal of Zankoy Sulaimani. 3 (1), 15-21.

Dianati Tilaki, G.A., Zaboli, M., Fakhireh, A., Behtari, B., Shahriari, A.R., Ghanbari, A., 2008. Effects of salinity stress on seed germination of two speciese of *Agropyron desertorum* and *Agropyron cristatum* from four vegetative regions. Journal of Rangeland. 2 (3), 254-263. [In Persian]

Enferad, A., Poustini, K., Majnoon Hosseini, N., Talei, A.R., Khajeh Ahmad Attari, A.A., 2003. Physiological responses of rapeseed (*Brassica napus* L.) varieties to salinity stress in vegetative growth phase. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources. 7 (4), 103-113. [In Persian with English Summary]

Ebadi, M.T., Azizi, M., Farzaneh, A., 2011. Effect of drought stress on germination factors of four improved cultivars of german chamomile (*Matricaria recutita* L.). Journal of Plant Production. 18 (2), 119-132. [In Persian with English Summary]

Ebrahimi, O., Mohammad Esmaeili, M., Sabouri, H., Tahmasebi, A., 2012. Effects of salinity and drought stresses on germination of two rangeland plants of *Agropyron elongatum* and *Agropyron desertorum*. Desert Ecosystem Engineering Journal. 1 (1), 31-38. [In Persian]

Fernandez, G., Johnston, M., 1995. Seed vigour testing in lentil, bean, and chickpea. Seed Science and Technology. 23 (3), 617-627.

Fallahi, J., 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]

Francois, L.E., 1994. Growth, seed yield, and oil content of *Canola grown* under saline conditions. Agronomy Journal. 86 (2), 233-237.

Fazly Bazzaz, B.S., Khajehkaramadin, M., Shokooheizadeh, H.R., 2005. In vitro antibacterial activity of *Rheum ribes* extract obtained from various plant parts against clinical isolates of gram- negative pathogens. Iranian Journal of Pharmaceutical Research. 4 (2), 87-91.

Farhangian Kashani, S., Jafari, A.A., 2009. Effect of salinity on seed germination of *Medicago sativa* and *Onobrychis sativa*. Rangeland. 3 (1), 491-507. [In Persian with English Summary]

Greenwood, M.E., Macfarlane, G.R., 2009. Effects of salinity on competitive interactions between two *Juncus* species. Journal of Aquatic Botany. 90 (1), 23-29.

Gazanchian, A., Nayer, A., Sima, K.K., Malboobi, M.A., Majidi Heravan, E., 2006. Relationships between emergence and soil water content for perennial cool- season grasses native to Iran. Crop Science. 46 (2), 544-553.

Ghoulam, C., Fares, K., 2001. Effect of salinity on seed germination and early seedling growth of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Seed Science and Technology. 29 (2), 357-364.

Ghoulam, C., Foursy, A., Fares, K., 2002. Effects of salt stress on growth, inorganic ions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet cultivars. Environmental and Experimental Botany. 47 (1), 39-50.

Gholami, B., Askarzadeh, M.A., Negari, A., 2006. Investigation some of the ecological characteristics of *Rheum ribes* and the possibility of crop cultivation in Mashhad. Final report of research project khorasan agricultural research center. [In Persian]

Gholami, P., Ghorbani, J., Ghaderi, Sh., Salarian, F., Karimzadeh, A., 2010. Assessment of germination indices for *Vicia monantha* under salinity and drought stresses. Iranian Journal of Rangeland Research. 4 (1), 1-11. [In Persian]

Gholami, P., Ghorbani, J., Ghaderi, Sh., 2011. The effect of different levels of salinity and drought on germination characteristics of *Secale montanum* in early growth stages. Journal of Plant Ecophysiology. 3 (8), 78-88. [In Persian with English Summary]

Gholami, P., Ghorbani, J., Ghaderi, Sh., 2012. The investigation of seed germination and early growth of *Stipa arabica Trin*. & *Rupr*. under drought and salinity, Iranian Journal of Plant and Ecosystem. 8 (32), 17-27. [In Persian with English Summary]

Ghassemi– Golezani, K., Soltani, A., Atashi, A., 1997. The effect of water limitation in the field on seed quality of maize and sorghum. Seed Science and Technology. 25(2), 321-323. [In Persian with English Summary]

Ghani, A., Azizi, M., Tehranifar, A., 2009. Response of *Achillea* species to drought stress induced by polyethylene glycol in germination stage. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 25 (2), 261-271. [In Persian with English Summary]

Ghaderi, Sh., Ghorbani, J., Gholami, P., Karimzadeh, A., Salarian, F., 2011. Effect of drought and salinity stress on germination

indices of *Vicia villosa* L. Journal of Agroecology. 3 (1), 121-130. [In Persian]

Hosseini, H., Rezvani Moghadam, P., 2006. Effect of water and salinity stress in seed germination on Isabgol (*Plantago ovata*). Iranian Journal of Field Crops Research. 4 (1), 15-22. [In Persian with English Summary]

Hosseini, M., Zamani, Gh.R., Khazaei, M., 2009. Germination response of wild barley (*Hordeum spontaneum* Koch.) to salt and drought stress in different concentrations of sodium chloride and polyethylene glycol 6000. Environmental Stresses in Agricultural Sciences. 2 (1), 65-72. [In Persian with English Summary]

Hasstrup, P.L., Jorgensen, P.E., Poulsen, I., 1993. Effects of seed vigour and dormancy on field emergence, development and grain yield of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) and winter barley (*Hordeum vulgare* L.). Journal of Seed Science and Technology. 21 (1), 159-178.

Kaya, M.D., Okcu, G., Atak, M., Cikili, Y., Kolsarici, O., 2006. Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). European Journal of Agronomy. 24 (4), 291-295.

Karimi, G., Heidari Sharif Abad, H., Assareh, M.H., 2004. The effects of salinity stress on germination, seedling establishment and proline content in rangeland species of *Atriplex verrucifera*. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research. 12 (4), 419-432. [In Persian with English Summary]

Karamian, R., Ataei Barazandeh, S., 2013. Effect of salinity on some growth parameters in three *Onobrychis* species (Fabaceae) in Iran. Journal of Plant Biology. 5 (15), 69-82. [In Persian with English Summary]

Keiffer, C.H., Ungar, I.A., 1997. The effect of extended exposure to hyper saline conditions on the germination of five inland halophyte species. American Journal of Botany. 84 (1), 104-111.

Kabir, M.E., Karim, M.A., Azad, M.A.K., 2004. Effect of Potassium on Salinity Tolerance of Mungbean (*Vigana radiata* L. Wilczek). Journal of Biological Sciences. 4 (2), 103-110.

Koocheki, A.R., Zand, A., Banayan Aval, M., Rezvani Moghadam, P., Mahdavi Damghani, A. Jami Al- Eslami, M., Vesal, R., 2007. Plant Ecophysiology, Ferdowsi University of Mashhad Press. Volume 1, 445 pp. [In Persian with English Summary]

Khammari, I., Sarani, S.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]

Khaninejad, S., Khajeh- Hosseini, M., 2009. Investigation on the effects of salinity stress on germination of four ecotypes of *Kochia scoparia* L. Journal of Agroecology. 1 (2), 19-28. [In Persian]

Mahdavi, B., Modarres Sanavy, S.A.M., Balouchi, H.R., 2007. Effect of Sodium Chloride on Germination and Seedling Growth of Grasspea Cultivars (*Lathyrus sativus* L.). Iranian Journal of Biology. 20 (4), 363-374. [In Persian with English Summary]

Michel, B.E., Kaufmann, M.R., 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. Plant Physiology. 51 (5), 914-916.

Murkute, A.A., Sharma, S., Singh, S.K., 2005. Citrus in terms of soil and water salinity: A review. Journal of Scientific and Industrial Research. 64, 393-402.

Munns, R., Tester, M., 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Biology. 59, 651-681.

Mahmoodi, J., Shahraki, S., Khajavi, M., 2012. Investigation on the effect of salinity stress on seed germination of three rangeland species of *Frankenia hirsute*, *Halocnemum strobilaceum* and *Halostachys caspica*. Journal of Plant Sciences Researches. 7, 26-31. [In Persian]

Netondo, G.W., Onyango, J.C., Beck, E., 2004. Sorghum and salinity: II. Gas exchange and chlorophyll fluorescence of sorghum under salt stress. Crop Science. 44 (3), 806-811.

Nasaj, F., 1994. Seed Physiological and Biological. Research Institute of Forests and Rangelands Press. [In Persian]

Naseri, H.R., Jafari, M., Sadeghi Sangdehi, S.A., Mohammadzadeh Kani, H., Safariha, M., 2011. Effect of salinity on germination and species growth of *Nitraria schoberi* L. Iranian Journal of Rangeland Research. 5 (1), 81-90. [In Persian]

Nabaei, M., Roshandel, P., Mohammadkhani, A.R., 2011. Effective techniques to break seed dormancy and stimulate seed germination in *Rheum ribes* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 27 (2), 212-223. [In Persian with English Summary]

Okcu, G., Kaya, M.D., 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 (4), 237-242.

Ozturk, M., Aydogmus- Ozturk, F., Duru, M.E., Topcu, G., 2007. Antioxidant activity of stem and root extracts of Rhubarb (*Rheum ribes*): An edible medicinal plant. Food Chemistry. 103 (2), 623-630.

Pujol, J.A., Calvo, J.F., Ramirez- Diaz, L., 2000. Recovery of germination from different osmotic conditions by four halophytes from southeastern Spain. Annals of Botany. 85 (2), 279-286.

Prisco, J.T., Baptista, C.R., Pinheiro, J.L., 1992. Hydration dehydration seed Pre- treatment and its effects on seed germination under water stress condition. Revasta Brasileira de Botanica. 15 (1), 31-35.

Ramezani Gasak, M., Taghvaei, M., Masoudi, M., Riahi, A., Behbahani, N., 2008. Evaluation on the effects of salinity and drought stress on germination and seedling growth of caper (*Capparis spinosa* L.). Iranian Journal of Rangeland Research. 2 (4), 411-420. [In Persian]

Rahimi, Z., Kafi, M., 2009. Effects of drought stress on germination characteristics of purslane (*Portulaca oleracea* L.). Environmental Stresses in Agricultural Sciences. 2 (1), 87-91. [In Persian with English Summary]

Soltani, A., Gholipoor, M., Zeinali, E., 2006. Seed reserve utilization and seedling growth of wheat as affected by drought and salinity. Environmental and Experimental Botany. 55 (1-2), 195-200. [In Persian with English Summary]

Stephanie, E.B., Svoboda, V.P., Paul, A.T., Marc, W.V.I., 2005. Controlled drought affects morphology and anatomy of *Salvia splendens*. Journal of the American Society for Horticultural Science. 130 (5), 775-781.

Serraj, R., Sinclair, T.R., 2002. Osmolyte accumulation: can it really help increase crop yield under drought conditions? Plant, Cell and Environment. 25 (2), 333-341.

Salami, M.R. Safarnejad, A., Hamidi, H., 2006. Effect of salinity stress on morphological characters of *Cuminum cyminum* and *Valeriana officinalis*. Journal of Pajouhesh and Sazandegi in Natural Resources. 19 (72), 77-83. [In Persian with English Summary]

Safarnejad, A., Salami, M.R., Hamidi, H., 2007. Morphological characterization of medicinal plants (*Plantago ovata*, *Plantago psyllium*) in response to salt stress. Pajouhesh and Sazandegi. 20 (75), 152-160. [In Persian with English Summary]

Safarnejad, A., Hamidi, H., 2008. Investigation of morphological characteristics of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) under salinity stress. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research. 16(1), 125-140. [In Persian with English Summary]

Sherif, M.A., El- Beshbeshy, T.R., Richter, C., 1998. Response of some Egyptian varieties of wheat to salt stress through potassium application. Seed Abstracts. 21(10), 470.

Shamseddin Saeid, M., Farahbakhsh, H., Maghsoudi Mood, A.A., 2007. Effects of salinity stress on germination, vegetative growth and some physiological characteristics of winter rapeseed cultivars (*Brassica napus* L.). Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources. 11(41), 191-202. [In Persian]

Tamartash, R., Shokrian, F., Kargar, M., 2010. Effects of salinity and drought stress on *Trifolium alexanderium* L. seed germination properties. Rangeland. 4(2), 288-297. [In Persian with English Summary]

Taghvaei, M., 2006. Investigation on the effects of drought stress in seed filling stage on ecophysiological characteristics of barley (*Hordeum vulgare* L.). Ph.D. Thesis of Crop Ecology, Faculty of Agriculture, Tehran University, Iran. [In Persian with English Summary]

Tester, M., Davenport, R., 2003. Na + tolerance and Na + transport in higher plants. Annals of Botany. 91(5), 503–527.

Tobe, K., Li, X., Omasa, K., 2004. Effects of five different salts on seed germination and seedling growth of *Haloxylon ammodendron* (Chenopodiaceae). Seed Science Research. 14(4), 345-353.

Vicente, M.J., Conesa, E., Alvarez- Rogel, J., Franco, J.A., Martinez- Sanchez, J.J., 2009. Relationships between salt type and seed germination in three plant species growing in salt marsh soils of semi- arid mediterranean environments. Arid Land Research and Management. 23(2), 103-114.

Weisz, P.R., Denison, R.F., Sinclair, T.R., 1985. Response to drought stress of nitrogen fixation (acetylene reduction) rates by field-grown soybeans. Plant Physiology. 78(3), 525-530.

Zirehzadeh, M., Shahin, M., Tohidi, M., 2009. Investigation on the effect of salinity and drought stress on seed germination of Thymus. Iranian Journal of Crop Physiology. 1(4), 61-70. [In Persian]

Zargari, A., 1996. Medicinal Plants. Tehran University Press. 3 (5), 34-38. [In Persian]

Journal of Seed Ecophysiology

Vol 2, No 1, 2017

17 - 32

University of Birjand

The effect of salinity and drought stresses on seed germination and seedling growth of Rhubarb under laboratory conditions

Sayyedeh Marzieh Noorbakhsh Samani [1*]

1. M.Sc., Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.

Received 26 May 2016; Accepted 7 November 2016

Abstract

Introduction: : Rhubarb (*Rheum ribes* L.) is an herbaceous and perennial plant from Polygonaceae family that grows naturally in some regions of Iran and is considered as a valuable medicinal species in traditional medicine. Germination stage is an importance of growth plants stages that often influenced by environmental stresses, particularly salinity and drought. Environmental stresses especially water deficiency (drought) is of the most important factors in arid and semi- arid regions of Iran that hugely affects plant growth especially in germination and emergence stages. So, the present research was conducted in order to investigate the effect of salinity and drought stresses on seed germination and seedling growth of Rhubarb under laboratory conditions. Using rangeland species resistant to drought and salinity is essentioal for reform and development of rangelands. In rangelands, drought and salinity are the two preventive factors for foliage production, due to their effect on seed germination and seedling emergence. Salinity stress is one of the most important factors limiting in seed germination and plants growth. Every year, drought stress causes great damages on crops in the world, particularly in Iran with arid and semi- arid climate. Evaluation of crop tolerance to environmental stresses particularly during seed germination and seedling emergence is a main measure to choose them for cropping in different circumstances. Since common investigations in field conditions are time consuming and influenced by many companion variables of soil, climate and agricultural practices, So a fast and precise evaluation of crop response to stress would be achieved using an experiment in controlled environment conditions. In the same context and in order to study the seed germination response of Rhubarb to salinity and drought stresses in germination stage, two separate experiments was conducted based on a completely randomized design with three replications.

Materials and methods: In order to study the effect of salinity and drought stresses on seed germination and seedling growth of Rhubarb, two separate experiments were carried out based on a completely randomized design with three replications (each replication included 30 seeds in petri dishes in 12 cm diameter) in horticulture laboratory of Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Iran. In the first experiment, the effect of salinity stress levels (0, 40, 80, 120, 160, 200, 240, 280, 320 and 360 mM) induced by sodium chloride and in the second one the effect of drought stress levels (0, -0.3, -0.5, -0.7, -0.9, -1.1, -1.3, -1.5, -1.7 and -1.9 MPa) caused by polyethylene glycol 6000 on traits such as germination percentage, germination rate, radicle length,

*Correspondent author Email: mnoorbakhsh121@yahoo.com

plumule length, seed vigor index and fresh weight and seedling dry weight were investigated. The seeds were kept for 21 days in germinator with 16/8 h dark/light photoperiod (16 hours dark and 8 hours light) and temperature 25 °C. Criteria germination seeds, exit radicle the size of two mm shell of the seed was considered. Data variance analysis using the SAS software and traits means comparison using the least significant difference test was conducted at 5 % probability level.

Results and discussion: According to the results of variance analysis, showed that significant ($p < 0.01$) effect of different levels of salinity and drought stress on germination percentage, germination rate, radicle length, plumule length, seed vigor index and fresh weight and seedling dry weight, so that with increasing salinity stress level and drought all of the studied traits significantly ($p < 0.01$) reduced. Also, comparison of treatment means showed that the most amounts of studied components such as germination percentage, germination rate, radicle length, plumule length, seed vigor index and fresh weight and seedling dry weight were related to control treatment (0 mM NaCl and 0 MPa PEG) and the least amounts of the above- mentioned traits were belonged to salinity level 360 mM and drought level -1.9 MPa. In addition, the results current study indicate positive and significant ($p < 0.01$) correlation all of the investigated traits together. In general, the results of this research indicated that the plant Rhubarb, is highly tolerant to salinity and drought stress in germination stage.

Keywords: **Sodium chloride, Polyethylene glycol, Germination percentage, Radical length, Seed vigor index.**