علوم و تحقیقات بذر ایران
سال نهم/ شماره سوم/ ۱۴۰۱ (۸۳ - ۷۳)
مقاله پژوهشی
DOI: 10.22124/jms.2022.6165

تاثیر تنش‌های خشکی و شوری بر ویژگی‌های جوانه‌زنی و فیزیولوژیک گیاهچه گوجی‌بری (*Lycium barbarum*)

سجاد نامداری[۱]، روح‌الله مرادی*[۲]، مهدی نقی‌زاده[۳]، امین پسندی‌پور[۴]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۸/۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۲

چکیده

این تحقیق به‌منظور بررسی پاسخ جوانه‌زنی گیاه گوجی‌بری به تنش‌های شوری، خشکی و تنش همزمان شوری-خشکی انجام شد. بدین منظور آزمایشی به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملا تصادفی در آزمایشگاه تحقیقاتی مرکز آموزش عالی کشاورزی شهرستان بردسیر در سال ۱۳۹۹ اجرا شد. در این مطالعه واکنش گیاه گوجی‌بری به چهار سطح پلی اتیلن گلایکول ۶۰۰۰ به‌منظور ایجاد تنش خشکی (صفر، ۲-، ۴- و ۸- بار) و چهار سطح نمک کلرید سدیم به منظور ایجاد تنش شوری (صفر، ۲-، ۴- و ۸- بار) در مرحله جوانه‌زنی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که با کاهش پتانسیل اسمزی در هر دو تنش خشکی و شوری درصد و سرعت جوانه‌زنی، وزن خشک گیاهچه و محتوای رطوبت نسبی کاهش نشان داد، اما نشت الکترولیت نسبی و محتوای پرولین افزایش یافت. بذور گوجی‌بری از لحاظ مولفه‌های جوانه‌زنی شرایط تنش خشکی را بهتر از تنش شوری تحمل کردند، به‌طوری که در پتانسیل اسمزی ۸- بار تنش شوری بذور گوجی‌بری قادر به جوانه‌زنی نبوده و ساقه‌چه و ریشه‌چه‌ای تولید نکردند. در پتانسیل اسمزی ۲- بار سرعت جوانه‌زنی و محتوای رطوبت نسبی در تنش خشکی به‌ترتیب ۴/۵۶ درصد و ۰/۴۷ درصد و در تنش شوری ۳۰/۱۸ درصد و ۱۸/۲۴ درصد کاهش، اما نشت الکترولیت نسبی در تنش خشکی به‌میزان ۰/۵۷ درصد و در تنش شوری ۱۰/۸۹ درصد افزایش یافت.

واژه‌های کلیدی: پرولین، درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، ماده خشک، نشت یونی

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گیاهان دارویی، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی بردسیر، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران. sajjadnamdari1@gmail.com
۲- دانشیار گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی بردسیر، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران. R.moradi@uk.ac.ir
۳- استادیار گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی بردسیر، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران. naghizadeh@uk.ac.ir
۴- گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی بردسیر، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران. pasandipour.a@gmail.com
*نویسنده مسئول: R.moradi@uk.ac.ir

مقدمه

خشکی و شوری از مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولید گیاهان زراعی و دارویی در ایران است. به‌دلیل نزولات پایین، بخش عمده‌ای از کشور در منطقه خشک و نیمه-خشک قرار می‌گیرد، به‌طوری‌که میانگین بارش در ایران (۲۷۴ میلی‌متر) در مقایسه با میانگین بارش در سطح کره زمین (۶۸۰ میلی‌متر) بسیار کم است (Alizadeh, 2001). از طرف دیگر حدود ۲۵ میلیون هکتار از اراضی واقع در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور، دارای خاک شور و قلیا می‌باشد و کیفیت آب آبیاری آن‌ها نیز در گروه آب‌های شور و لب‌شور قرار دارد و دارای مقادیر بالای نمک‌های محلول است (Bijanzadeh *et al*., 2010). بنابراین، در مناطق خشک و نیمه‌خشک، در اغلب موارد گیاهان به‌طور همزمان تحت تأثیر تنش شوری و خشکی قرار می‌گیرند.

در چرخه زندگی گیاهان، جوانه‌زنی از مراحل حساس به تنش‌های محیطی مانند خشکی و شوری می‌باشد (Basra *et al.,* 2004). بررسی اثر خشکی و شوری بر توانایی جوانه‌زنی و رشد گیاهچه، در بسیاری از گیاهان نشان داده است که تنش خشکی و شوری در مرحله جوانه-زنی، سبب کاهش جوانه‌زنی و رشد در گیاهان شده و پاسخ جوانه‌زنی گیاهان به این تنش‌ها، می‌توانند به‌عنوان معیاری در ارزیابی تحمل گیاهان استفاده گردند (Ghoulam and Fares, 2001).

داروهای گیاهی به‌دلیل اثربخشی بیولوژیک و دارویی گسترده، حاشیه ایمنی بالاتر و هزینه کم‌تر در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه تقاضای زیادی برای مراقبت-های بهداشتی اولیه دارند (Padma, 2005). گوجی‌بری یا ولف‌بری (*Lycium barbarum* L.) ۲۵۰۰ سال است که به‌عنوان گیاه دارویی سنتی چینی و همچنین مصرف غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. از ابتدای قرن بیست و یکم، محصولات گوجی‌بری در اروپا و آمریکای شمالی معرفی شده و مصرف آن‌ها به‌دلیل خواص مفیدشان برای سلامتی و طول عمر به‌سرعت افزایش یافته است (D'Amato *et al.,* 2013). مطالعات اخیر همچنین نشان می‌دهد که برگ‌های این گیاه به‌دلیل مواد مغذی، مواد فعال بیولوژیک و عناصر کمیاب، چشم‌انداز توسعه و کاربرد گسترده‌ای در صنایع غذایی دارد (Liu *et al.,* 2012). گوجی‌بری دارای طیف وسیعی از مزایای سلامتی، از جمله درمان بیماری‌های مربوط به کبد، کلیه، بینایی، سیستم ایمنی، گردش خون، طول عمر و همچنین فعالیت جنسی می‌باشد (Tang *et al.,* 2012).

تایید شده است که با افزایش شدت تنش شوری، سرعت و درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه کاهش می‌یابد (Song *et al*., 2005). از علل بیوشیمیای و فیزیولوژیک بازدارندگی رشد در سطوح مختلف تنش شوری می توان به ممانعت نمک از جذب آب توسط بذر (Azadbakht *et al*., 2020)، اثر سمیت کلرید سدیم، تغییر در فعالیت برخی از پروتئین‌ها و آنزیم‌ها (Zarei *et al*., 2020)، تغییر در واکنش هورمون‌ها (Nazarian Sirzar *et al*., 2020)، تخریب دیواره سلولی (Khoraki, and Farhoudi, 2021)، افزایش فعالیت گونه‌های اکسیژن فعال (Turkan and Demiral, 2009) و اختلال در جذب عناصر غذایی مانند پتاسیم و نیتروژن (Dadkhah, 2010) اشاره نمود. از طرف دیگر، با افزایش پتانسیل اسمزی در شرایط تنش شوری، پتانسیل آب کاهش یافته و آب کم‌تری در اختیار بذر قرار می‌گیرد. جذب کم‌تر آب نیز کاهش آماس سلول‌های جنینی بذر را به‌دنبال داشته و با توجه به این‌که یکی از فاکتورهای تقسیم سلولی، آماس سلول است در نتیجه با کاهش آب قابل دسترس بذر و در نتیجه آماس، در نهایت رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه کاهش می‌یابد (Khoraki, and Farhoudi, 2021).

در شرایط رطوبتی مناسب، جذب آب توسط بذر، منجر-به فعال شدن آنزیم‌ها، هورمون‌ها و فرآیندهای متابولیک در داخل بذر شده و به‌دنبال آب‌گیری بذر، جوانه‌زنی انجام می‌شود (Sharafi *et al*., 2021). اما در شرایط کمبود آب، جوانه‌زنی بذر به‌دلیل کاهش و اختلال در جذب آب توسط بذرها دچار مشکل می‌شود (Patade *et al*., 2009). در اثر این موضوع، فعالیت‌های متابولیک جوانه‌زنی در داخل بذر به‌آرامی صورت گرفته و در نتیجه مدت زمان خروج ریشه-چه از بذر افزایش و از این رو سرعت جوانه‌زنی نیز کاهش می‌یابد (Yagmur and Kaydan, 2008). از طرف دیگر، تنش خشکی منجر به کاهش یا عدم انتقال مواد غذایی از بافت‌های ذخیره‌ای بذر به جنین (Olivera *et al*., 2008) و همچنین کاهش ترشح هورمون‌ها و آنزیم‌ها می‌گردد (Noor *et al*., 2001). علاوه‌بر این، تنش خشکی سبب کاهش آب غشاء سلولی‌شده، در نتیجه منجر به برهم‌زدن

غشاء دولایه، نفوذپذیر شدن غشاء و پلاسیده شدن سلول می‌گردد (Omoto *et al*., 2010).

در شرایط تنش توام خشکی و شوری شرایط برای جوانه‌زنی سخت‌تر می‌شود. چرا که تنش شوری علاوه‌بر سمیتی که ایجاد می‌کند، پتانسیل اسمزی خاک را نیز تحت تاثیر قرار داده و اثرات منفی تنش خشکی بر فرایند-های فیزیولوژیک و رشدی بذر تشدید می‌شود (Deilam *et al*., 2019).

بررسی اثر خشکی و شوری بر توانایی جوانه‌زنی و رشد گیاهچه، در بسیاری از گیاهان نشان داده است که تنش خشکی و شوری در مرحله جوانه‌زنی، سبب کاهش جوانه-زنی و رشد در گیاهان شده و پاسخ جوانه‌زنی گیاهان به این تنش‌ها، می‌توانند به‌عنوان معیاری در ارزیابی تحمل گیاهان استفاده گردند (Ghoulam and Fares, 2001). در رابطه با تاثیر تنش‌های خشکی و شوری بر ویژگی‌های جوانه‌زنی انواع گیاهان دارویی آزمایش‌های متعددی انجام شده است اما در رابطه با گیاه گوجی‌بری گزارشی صورت نگرفته است. یزدانی‌بیوکی و رضوانی‌مقدم (Yazdani Biuki and Rezvani Moghaddam, 2012) با مطالعه تاثیر تنش-های خشکی و شوری بر روی گیاه دارویی گل ختمی گزارش کردند که با کاهش پتانسیل اسمزی ناشی از تنش خشکی و شوری، درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن‌تر و خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه کاهش یافت.

کاهش سرعت و درصد جوانه‌زنی ناشی از تنش خشکی و شوری در اسفرزه (Hosseini and Rezvani Moghadam, 2006)، زنیان، رازیانه و شوید (Boroumand Rezazadeh and Kouchaki, 2006) و ریحان (Hasani, 2006) گزارش شده است. خمری و همکاران (Khamari *et al*., 2007) در مورد چای ترش، سنای هندی، زوفا، ریحان و کنگر فرنگی با مطالعه تاثیر تنش شوری گزارش کردند که درصد و سرعت جوانه‌زنی بذور کاهش یافت.

در اغلب پژوهش‌های گذشته تاثیر تنش‌های خشکی و شوری بر روی جوانه‌زنی گیاهان به‌صورت جداگانه مطالعه شده است. اثر توام تنش شوری و خشکی ناشی از وجود منابع آب آبیاری محدود و با کیفیت پایین (شور)، که احتمال رخداد آن در کشور وجود دارد، بر روی جوانه‌زنی گیاهان کم‌تر مورد مطالعه قرار گرفته است. بنابراین، نظربه اجتناب ناپذیر بودن استفاده از آب‌هایی با کیفیت پایین و نیز اهمیت توسعه کشت گیاه گوجی‌بری به‌عنوان یک گیاه دارویی ارزشمند، مطالعه‌ای با هدف بررسی اثر تنش‌های شوری، خشکی و تنش همزمان شوری-خشکی بر پاسخ‌های جوانه‌زنی بذور و فیزیولوژیک گیاهچه‌های گوجی‌بری انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی اثر تنش‌های خشکی، شوری و تنش همزمان خشکی- شوری بر مولفه‌های جوانه‌زنی بذر گوجی-بری و ویژگی‌های فیزیولوژیک گیاهچه‌های این گیاه، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با چهار تکرار در آزمایشگاه تحقیقاتی مرکز آموزش کشاورزی شهرستان بردسیر در سال ۱۳۹۹ اجرا شد. بذر گیاه گوجی‌بری از شرکت پاکان بذر اصفهان (خلوص ۱۰۰ درصد و قوه نامیه ۹۸ درصد) خریداری گردید.

در این تحقیق برای اعمال تنش خشکی از پلی‌اتیلن-گلایکول ۶۰۰۰ (ساخت شرکت مرک آلمان) مطابق با روش میچل و کافمن (۱۹۷۳) برای ایجاد سطوح خشکی (صفر، ۲-، ۴- و ۶- بار) استفاده شد. همچنین برای اعمال تنش شوری از نمک NaCl با جرم مولکولی ۵۸/۴۴ گرم بر مول، به‌ترتیب به‌میزان صفر، ۳/۲۸، ۶/۵۶ و ۱۳/۱۲ گرم در یک لیتر آب مقطر به‌منظور ایجاد سطوح تنش شوری (صفر، ۲-، ۴- و ۶- بار) استفاده گردید (Poljakoff-mayber, *et al.*, 1994).

ابتدا بذرهای گوجی‌بری را به‌منظور ضدعفونی به‌مدت پنج دقیقه در محلول هیپوکلرید سدیم پنج درصد قرار داده و بلافاصله بعداز این مدت سه مرتبه با آب مقطر کاملا شستشو داده شدند. تعداد ۲۰ بذر ضدعفونی‌شده در پتری-دیش‌های پلاستیکی با قطر نه سانتی‌متر که در کف آن‌ها کاغذ صافی واتمن شماره یک قرار داشت کشت شدند. پس از این مرحله مقدار ۱۰ سی‌سی از محلول NaCl، که قبلا در چهار غلظت صفر، ۳/۲۸، ۶/۵۶ و ۱۳/۱۲ گرم در یک لیتر آب مقطر تهیه شده بود و ۱۰ سی‌سی از محلول پلی-اتیلن‌گلایکول (در پتانسیل‌های اسمزی صفر، ۲-، ۴- و ۶- بار) برداشته و به هر پتری‌دیش اضافه گردید. برای سطوح صفر نیز از آب مقطر دوبار تقطیر استفاده شد. بدین ترتیب

تعداد ۱۶ تیمار آزمایش که در چهار تکرار شامل ۶۴ پتری-دیش بود، آماده و در ژرمیناتور با دمای ۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۹۵ درصد و تناوب نوری ۸ ساعت روشنایی و ۱۶ ساعت تاریکی قرار گرفتند. شمارش و آبیاری بذور (در صورت نیاز) روزانه انجام شدند. کاغذهای صافی هر دو روز یک‌بار تعویض می‌شدند تا مانع از تجمع محلول در محیط بذر شود. برای محاسبه درصد جوانه‌زنی از رابطه (۱) استفاده شد که در آن G: درصد جوانه‌زنی، n: مجموع بذرهای جوانه‌زده و N: تعداد کل بذرهای موجود در هر پتری‌دیش می‌باشد.

$$G=(n/N)x100 \quad \text{(رابطه ۱)}$$

به‌منظور محاسبه سرعت جوانه‌زنی بذور، شمارش از ۲۴ ساعت بعد از قراردادن بذور در داخل دستگاه شروع و به-مدت ۷ روز ادامه یافت. سرعت جوانه‌زنی از رابطه (۲) محاسبه گردید که در آن GR: سرعت جوانه‌زنی، Ni: تعداد بذرهای جوانه‌زده در هر شمارش و Di: روز شمارش می-باشد (Jefferson and Penachchio, 2003).

$$GR = \sum \left(\frac{Ni}{Di}\right) \quad \text{(رابطه ۲)}$$

برای اندازه‌گیری وزن خشک گیاهچه در گروه‌های تیماری مختلف، نمونه‌ها در فویل آلومینیومی به‌مدت ۴۸ ساعت در آون در دمای ۶۵ درجه سلسیوس خشک شدند و در نهایت با دقت ۰/۰۰۰۰۱ گرم اندازه‌گیری گردیدند. برای محاسبه محتوای رطوبت نسبی از رابطه (۳) استفاده شد که در آن RWC: محتوای رطوبت نسبی، FW: وزن تازه، DW: وزن خشک و TW: وزن اشباع است (Farahbakhsh *et al.,* 2017):

$$RWC = \frac{FW-DW}{TWDW} x100 \quad \text{(رابطه ۳)}$$

از دیسک‌های برگ تازه برای تعیین نشت الکترولیت استفاده شد (Campos *et al.,* 2003) که نتایج به‌صورت نشت الکترولیت نسبی آورده شد. به‌منظور اندازه‌گیری محتوای پرولین یک نمونه برگ تازه با اسید ۵-سولفوسالسیلیک سه درصد عصاره‌گیری شد. محلول صافی شده با اسید نایندرین و اسید استیک گلاسیال مخلوط و به‌مدت یک ساعت در دمای ۱۰۰ درجه سلسیوس قرار داده شد. غلظت پرولین در طول موج ۵۲۰ نانومتر مورد سنجش قرار گرفت (Bates, 1973).

پس از اطمینان از نرمال‌بودن داده‌ها، تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹/۴ انجام شد. میانگین داده‌ها توسط آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد مورد ارزیابی قرار گرفتند.

نتایج و بحث

درصد و سرعت جوانه‌زنی: طبق نتایج تجزیه واریانس، اثر اصلی تنش خشکی و تنش شوری و اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال یک درصد برای این صفت معنی‌دار گردید (جدول ۱). بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی (۹۵/۲۸ درصد) در تیمار بدون اعمال تنش خشکی و شوری (شاهد) حاصل شد که تفاوت معنی‌داری با تیمار تنش خشکی ۲- بار و شوری صفر بار (۹۲/۶۵ درصد) نداشت (جدول ۴). همچنین، کم-ترین درصد جوانه‌زنی (۵۷/۳۵ درصد) از تیمار متقابل تنش خشکی ۸- بار و تنش شوری صفر بار به‌دست آمد (جدول ۴). اثر اصلی تنش خشکی و تنش شوری بر سرعت جوانه-زنی بذر در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). بر این اساس بیش‌ترین سرعت جوانه‌زنی (۵/۶۹ بذر در روز) در تیمار بدون تنش خشکی (صفر بار) به‌دست آمد که با میانگین به‌دست آمده از تیمارهای تنش خشکی ۲- بار (۵/۴۳ بذر در روز)، ۴- بار (۵/۱۳ بذر در روز) و ۸- بار (۱/۵۱ بذر در روز) اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر تیمار تنش شوری بر این صفت نیز نشان داد که سرعت جوانه‌زنی در تیمار شاهد (شوری صفر بار) برابر ۷/۶۲ بذر در روز بوده و با افزایش میزان شوری، به‌طور معنی‌داری مقدار آن کاهش یافت به‌طوری‌که کم-ترین مقدار آن برای تیمار شوری ۸- بار (صفر بذر در روز) به‌دست آمد (جدول ۳). کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی ناشی از تنش شوری و خشکی در گیاه ختمی توسط یزدانی‌بیوکی و رضوانی‌مقدم (Yazdani Biuki and Rezvani Moghaddam, 2012) نیز بیان شده است. پتانسیل آب در محیط، مؤثرترین پارامتر در جذب آب و آماس بذر است (Hasani *et al*., 2021)، که تنش شوری با افزایش فشار اسمزی منجربه غلیظ شدن آب اطراف بذر و در نتیجه رقابت بین دانه‌های نمک و گیاه در جذب آب شده (*Salehi et al., 2011*) که در نهایت منجربه کاهش جذب آب می‌شود. همچنین، تنش شوری از طریق اثرات سمی یون‌های سدیم و کلر، جوانه‌زنی بذور را تحت تاثیر قرار می‌دهد(Yazdani Biuki *et al.,* 2010). کاهش درصد جوانه‌زنی در تنش خشکی می‌تواند ناشی از تأثیر مستقیم تجزیه کندتر مواد آندوسپرم لپه‌ها و انتقال کندتر

مواد تجزیه‌شده به گیاهچه باشد، که با نتایج سعیدی گراغانی و همکاران (Saeedi Goraghani *et al.,* 2017) بر گیاه زیره سیاه مطابقت دارد. به‌طور کلی به‌دلیل کاهش پتانسیل آب سلول‌های در حال رشد، درصد و سرعت جوانه‌زنی کاهش می‌یابد (Yazdani Biuki and Rezvani Moghaddam, 2012). به‌نظر می‌رسد به‌واسطه تنش‌های شوری و خشکی، فعالیت‌های متابولیک جوانه‌زنی در داخل بذر به‌آرامی صورت خواهد گرفت، در نتیجه مدت زمان خروج ریشه‌چه از بذر افزایش و از این رو سرعت جوانه‌زنی کاهش می‌یابد. تنش خشکی با تأثیر مستقیم بر ساختمان آلی و سنتز پروتئین‌های جنین، جوانه‌زنی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Perez *et al.,* 2009).

وزن خشک گیاهچه: طبق نتایج تجزیه واریانس، اثرات اصلی تنش خشکی و تنش شوری و اثر متقابل آن‌ها برای این صفت معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر متقابل نشان داد بیش‌ترین وزن خشک گیاهچه (۰/۱۱۰ گرم) از تیمار شاهد (خشکی و شوری صفر بار) به‌دست آمد (جدول ۴). در هر یک از سطوح تنش خشکی با افزایش شدت تنش شوری میانگین وزن خشک گیاهچه به طور معنی‌داری کاهش یافت. به‌طوری که، در آخرین سطح تنش شوری عملا جوانه‌زنی رخ نداد. همچنین در بالاترین سطح تنش خشکی (۸- بار) جوانه‌زنی تنها در سطح شوری صفر مشاهده شد (جدول ۴). به‌نظر می‌رسد کاهش پتانسیل اسمزی و اثرات سمیت یونی با افزایش سطوح شوری فرآیند رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه را دچار اختلال نموده که خود کاهش وزن خشک گیاهچه را به‌دنبال داشته است. اثرات توام تنش شوری و خشکی این شرایط را تشدید نموده و در این شرایط اثرات منفی ذکر شده بیشتر نمد پیدا کرده است (Deilam *et al*., 2019). این بخش از نتایج با مطالعات سایر محققین که بیان می‌دارند کاهش جذب آب توسط بذر در شرایط تنش شوری باعث کاهش ترشح هورمون‌ها و آنزیم‌ها و در نتیجه اختلال در رشد گیاهچه می‌شود، مطابقت دارد (Greenwood and Macfarlen, 2009; Dadkhah, 2010; Salehi *et al.,* 2011; Mehrabi *et al.,* 2011). تنش خشکی به‌واسطه کاهش تقسیم و بزرگ‌شدن سلول‌ها موجب کاهش رشد در گیاه می‌شود (Manivannan *et al*., 2007). در شرایط تنش خشکی مقدار پروتئین‌های دیواره که در طویل‌شدن و رشد سلول نقش دارند، کاهش می‌یابند و در توزیع بعضی از ترکیبات لگنینی که سبب نرم‌شدن دیواره سلول می‌شوند، افزایش می‌یابند و در نهایت سبب کاهش وزن خشک گیاهچه می‌شوند (Iraki *et al.,* 2006). کاهش وزن خشک گیاهچه در شرایط تنش خشکی توسط سایر محققین نیز گزارش شده است (Farhadi *et al.,* 2017).

محتوای رطوبت نسبی: بین سطوح تنش خشکی مورد بررسی از نظر محتوای رطوبت نسبی تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد مشاهده شد (جدول ۱). سطوح تنش خشکی صفر و ۲- بار با میانگین‌های ۵۹/۲۹ و ۵۹/۰۱ درصد به‌طور معنی‌داری در مقایسه با سطوح ۴- و ۸- بار (به‌ترتیب ۴۹/۱۴ و ۱۲/۵۵ درصد) از محتوای رطوبت نسبی بیش‌تری برخوردار بودند (جدول ۲). همچنین، سطوح تیمار تنش شوری در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نشان دادند (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین‌ها نیز نشان داد که با افزایش میزان تنش شوری، محتوای رطوبت نسبی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۳). مطابق با نتایج تحقیق حاضر کاهش محتوای رطوبت نسبی در شراسط تنش شوری در گیاه حنا (Farahbakhsh *et al*., 2017) و توت فرنگی (Karlidag *et al*., 2011) و در شرایط تنش خشکی در گیاه آنیسون (Heidari *et al*., 2014) گزارش شده است. در شرایط تنش خشکی و شوری کاهش جذب آب و افزایش میزان تبخیر و تعرق از سطح برگ سبب می‌شود تا گیاه نتواند محتوای آب برگ خود را حفظ کند و از این رو با گذشت زمان محتوای نسبی آب برگ کاهش می‌یابد (Munns *et al*., 2006; Munns, 2002).

نشت الکترولیت نسبی: نشت الکترولیت نسبی به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای تنش خشکی و تنش شوری قرار گرفت (جدول ۱). کمینه مقدار نشت الکترولیت نسبی در شرایط تنش خشکی صفر بار ثبت شد در حالی‌که افزایش تنش خشکی به ۲-، ۴- و ۸- بار به‌ترتیب منجر به افزایش یک، ۱۱/۴۱ و ۵۸/۹۵ درصدی آن شد (جدول ۲). بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار نشت الکترولیت نسبی به‌ترتیب مربوط به سطوح تنش شوری صفر و ۴- بار بود (جدول ۳). در سطح شوری ۸- بار به‌دلیل عدم جوانه‌زنی و تولید گیاهچه مقدار این صفت برابر با صفر بود. مونز (Munns, 2002) بیان نمود تخریب غشاء سلولی می‌تواند به‌عنوان یک معیار مناسب جهت بررسی واکنش گیاهان به تنش‌های

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر اصلی و متقابل تیمارهای خشکی و شوری بر صفات درصد و سرعت جوانه‌زنی، وزن خشک گیاهچه، محتوای رطوبت نسبی، نشت یونی و پرولین

Table 1. Variance analysis of drought and salinity treatments effects on percentage and germination rate, seedling dry weight, relative water content, ion leakage and proline content

S.O.V	منابع تغییرات	درجه آزادی df	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	وزن خشک گیاهچه Seedling dry weight	محتوای رطوبت نسبی Relative water content	نشت الکترولیت نسبی Relative electrolyte leakage	محتوای پرولین Proline content
Drought	خشکی	3	6652.6**	46.443**	0.0077**	5882**	1236.01**	1.040**
Salinity	شوری	3	14528**	123.17**	0.0115**	11481**	6505.3**	2.441**
Drought× Salinity	خشکی×شوری	9	1115.3**	0.087ns	0.0009**	26.14ns	4.89ns	1.560**
Error	خطا	48	1.435	0.041	0.000003	14.57	2.24	0.002
CV (%)	ضریب تغییرات (٪)	-	2.44	4.56	4.61	8.48	4.53	8.85

ns و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

ns and **: non-significant and significant at the 1% probability levels, respectively

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر تیمارهای تنش خشکی بر صفات سرعت جوانه‌زنی، محتوای رطوبت نسبی و نشت یونی

Table 2. Mean comparison of drought stress treatments on germination rate, relative water content and ion leakage

تیمارهای خشکی (بر حسب بار) Drought treatments (bar)	سرعت جوانه‌زنی Germination rate (seed/ day)	محتوای رطوبت نسبی Relative water content (%)	نشت الکترولیت نسبی Relative electrolyte leakage (%)
0	5.69a	59.29a	36.52c
-2	5.43b	59.01a	36.73c
-4	5.13c	49.14b	40.69b
-8	1.51d	12.55c	58.05a

در هر ستون، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال $p<0.05$ اختلاف معنی‌دار ندارند.

Means with the similar letter(s) in each column show insignificant difference according to LSD test, p<0.05

جدول ۳- مقایسه میانگین تیمارهای شوری بر صفات سرعت جوانه‌زنی، محتوای رطوبت نسبی و نشت یونی

Table 3. Mean comparison of salinity stress treatments on germination rate, relative water content and ion leakage

تیمارهای شوری (بر حسب بار) Salinity treatments (bar)	سرعت جوانه‌زنی Germination rate (seed/ day)	محتوای رطوبت نسبی Relative water content (%)	نشت الکترولیت نسبی Relative electrolyte leakage (%)
0	7.62a	70.23a	36.73b
-2	5.32b	57.42b	40.73b
-4	4.83c	52.34c	54.52a
-8	0d	0d	0c

در هر ستون، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال $p<0.05$ اختلاف معنی‌دار ندارند.

Means with the similar letter(s) in each column show insignificant difference according to LSD test, p<0.05

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای خشکی و شوری بر صفات درصد جوانه‌زنی، وزن خشک گیاهچه و محتوای پرولین

Table 2. Mean comparison of drought and salinity interaction on germination percentage, seedling dry weight and proline content

تیمارهای خشکی (بر حسب بار) Drought treatments (bar)	تیمارهای شوری (بر حسب بار) Salinity treatments (bar)	درصد جوانه‌زنی Germination percentage (%)	وزن خشک گیاهچه Seedling dry weight (g)	محتوای پرولین Proline content (µM/g FW)
0	0	95.28a	0.110a	0.128d
	-2	90.37b	0.084b	0.131d
	-4	74.01e	0.073d	0.860c
	-8	0k	0k	0e
-2	0	92.65ab	0.085b	0.135d
	-2	86.91c	0.077c	0.127d
	-4	70.44f	0.055f	0.858c
	-8	0k	0k	0e
-4	0	78.25d	0.065e	0.799c
	-2	76.38d	0.055f	0.810c
	-4	61.76g	0.046g	1.964b
	-8	0k	0k	0e
-8	0	57.35h	0.031h	2.380a
	-2	0k	0k	0e
	-4	0k	0k	0e
	-8	0k	0k	0e

در هر ستون، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال $p<0.05$ اختلاف معنی‌دار ندارند.

Means with the similar letter(s) in each column show insignificant difference according to LSD test, p<0.05

محیطی مورد بررسی قرار گیرد. فرهودی و خدارحم‌پور (Farhoudi and Khordahampour, 2017) نیز با بررسی اثر تنش خشکی و شوری بر روی جوانه‌زنی انیسون و رازیانه بیان کردند که بالاترین سطح تنش شوری و خشکی نشت‌پذیری غشاء سلولی گیاهچه انیسون را به‌ترتیب ۸۳ و ۷۶ درصد و نشت‌پذیری غشاء سلولی گیاهچه رازیانه را به‌ترتیب ۷۷ و ۷۵ درصد در مقایسه با شاهد افزایش داد. تنش‌های محیطی مانند خشکی و شوری با اختلال و کاهش در جذب آب، منجربه کاهش تورژسانس سلول‌ها و درنتیجه تخریب دیواره سلولی وافزایش نشت‌پذیری غشاء سلولی می‌گردد (Ma *et al.*, 2004). فاروق و اعظم (Farooq and Azam, 2006) با بررسی تاثیر تنش شوری بر رشد گیاهچه گندم بیان نمودند که تنش شوری با افزایش نشت الکترولیت‌ها در اثر تخریب غشاءهای سلولی، کاهش فعالیت‌های آنزیمی و کاهش آب قابل دسترس سلول‌های در حال رشد مانع از رشد طبیعی گیاهچه می شود.

محتوای پرولین: تنش خشکی و تنش شوری و اثر متقابل آن‌ها محتوای پرولین را به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار دادند (جدول ۱). اثر متقابل تنش خشکی در شوری نشان داد که در هر یک از سطوح تنش خشکی اعمال‌شده با افزایش میزان تنش شوری محتوای پرولین به‌طور معنی‌داری افزایش یافته است، به‌طوری‌که بیش‌ترین محتوای پرولین (۲/۳۸۰ میکرومول بر گرم وزن تر) از تیمار متقابل

تنش خشکی ۸- بار و فاقد تنش شوری به‌دست آمد (جدول ۴). پرولین جزء اسمولیت‌های اولیه مهم مشارکت‌کننده در تنظیم اسمزی گیاهان است و سلول‌ها را از طریق تثبیت پروتئین‌ها و غشاهای سلولی محافظت می‌کند (Wang and Han, 2009). در شرایط تنش اغلب بیوسنتز پرولین از گلوتامیک اسید در سیتوزول و کلروپلاست سلول‌های گیاهی اتفاق می‌افتد، بنابراین پرولین در سیتوزول تجمع-یافته تا توزیع آب به درون سلول انجام شود. در شرایط نرمال پرولین به اندامک‌ها به ویژه واکوئول و پلازمید انتقال می‌یابد و درصورتی‌که گیاه تحت شرایط تنش قرار گیرد، پرولین از واکوئول به سیتوزول انتقال می‌یابد (Lehmann *et al*., 2010). مطابق با نتایج این تحقیق افزایش محتوای پرولین تحت شرایط تنش‌های خشکی و شوری در مرحله جوانه‌زنی و رشد گیاهچه شاهی (Manaa *et al.,* 2014) و مینا چمنی (Bayat and Aminifard, 2018) گزارش شده است.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی، نتایج این تحقیق بیانگر حساسیت شدید گیاه گوجی‌بری به تنش‌های شوری و خشکی در مرحله جوانه‌زنی بود. در شرایط تنش شوری ۸- بار، جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گوجی‌بری متوقف شده، ولی در شرایط تنش خشکی ۸- بار این گیاه هنوز جوانه‌زنی ۵۷ درصد را نشان داد. این موضوع نشان می‌دهد که در شرایط تنش اسمزی یکسان، حساسیت گوجی‌بری به تنش شوری بیش‌تر از خشکی می‌باشد که احتمالا ناشی از افزایش محتوای پرولین گیاهچه در تیمارهای تنش خشکی باشد، که نشان‌دهنده استراتژی این گیاه جهت کاهش اثرات منفی این تنش می-باشد

تشکر و قدردانی

از مسئول آزمایشگاه تحقیقاتی مرکز آموزش کشاورزی شهرستان بردسیر تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

Alizadeh, A. 2001. Practical Hydrology Principles. Astan Ghods Razavi Press, Iran. (In Persian) **(Book)**

Azadbakht, F., Amini Dehaghi., Ahmadi, K. and Alipour Gravand, S. 2020. Effect of organic acids and salt stress on germination of seed and physiological properties of (*Echinacea Purpurea* L.). Iranian Journal of Seed Science and Research, 7(1): 27-40. (In Persian) (Journal)

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

Bayat, H. and Aminifard, M.H. 2018. Effects of salinity and drought stresses on seed germination, growth and prolinecontent of common daisy (*Bellis perennis* L. Bellissima Mixture) seedling. Iranian Journal of Seed Science and Research, 5(2): 83-89. (In Persian) **(Journal)**

Bijanzadeh, E., Nosrati, K. and Egan, T. 2010. Influence of seed priming techniques on germination and emergence of rapeseed (*Brassica napus* L.). Seed Science and Technology, 38: 242-247. (In Persian) **(Journal)**

Boroumand Rezazadeh, Z. and Kouchaki A.R. 2006. 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) **(Journal)**

D'Amato, A., Esteve, C., Fasoli, E., Citterio, A. and Righetti, P.G. 2013. Proteomic analysis of *Lycium barbarum* (Goji) fruit via combinatorial peptide ligand libraries. Electrophoresis, 34: 1729–1736. **(Journal)**

Dadkhah, A. 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)**(Journal)**

Deilam, A., Rouhani, H., Sabouri, H. and Gholam Ali Pooralmadari, E. 2019. Effect of drought stress and salinity on germination, soluble carbohydrates and proline of Atriplex halimus. Iranian Journal of Seed Science and Research, 6(2): 245-255. (In Persian) **(Journal)**

Farahbakhsh, H., Pasandi Pour, A. and Reiahi, N. 2017. Physiological response of henna (*Lawsonia inermise* L.) to salicylic acid and salinity. Plant Production Science, 20(2): 237-247. **(Journal)**

Farhadi, H., Azizi, M. and Nemati, S.H. 2017. Study of germination characteristics of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) population under salinity and drought stress. Journal of Horticulture Science, 31(1): 49-60. (In Persian) **(Journal)**

Farhoudi, R. and Khordahampour, Z. 2017. Effect of salt and drought stresses on germination, seedling growth and cell membrane stability of anise (*Pimpinella anisum*) and fennel (*Foeniculum vulgare*) (short communication). Iranian Journal of Seed Research, 4: 103-110. (In Persian) **(Journal)**

Farooq, S. and Azam, F. 2006. The use of cell membrane stability (CMS) technique to screen for salt tolerance wheat varieties. Journal of Plant Physiology, 163(6): 629-637. **(Journal)**

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

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

Hasani, A. 2006. Effect of peg induced water stress on seed germination characteristics of basil (*Ocimum basilicum*). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 4(30): 535-543. (In Persian) **(Journal)**

Hasani, Z., Amraie, N., Ahmadi, K. and Omidi, H. 2021. Effect of priming on seed germination and morpho-physiological traits of *Portulacaoleracea* L. under salinity stress. Iranian Journal of Seed Science and Research, 8(3): 293-310. (In Persian) **(Journal)**

Heidari N., Pouryousef, M. and Tavakoli A. 2014. Effects of drought stress on photosynthesis, its parameters and relative water content of anise (*Pimpinella anisum* L.). Journal of Plant Research, 27(5): 829-839. (In Persian) **(Journal)**

Hosseini, H. and 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) **(Journal)**

Iraki, N.M., Singh, N., Bressan, R.A. and Carpita, N.C. 2006. Cell walls of tobacco cells and changes in composition associated with reduced growth upon updation to water and slain stress. Plant Physiology, 91: 48 -53. **(Journal)**

Jefferson, L.V. and Penachchio, M. 2003. Allelopathic effects of foliage extracts from four chenopodiacea species on seed germination. Journal of Arid Environment, 55: 275-285. **(Journal)**

Karlidag, H., Yildirim, E. and Turan, M. 2011. Role of 24 epibrassinolide in mitigating the adverse effects of salt stress on stomatal conductance, membrane permeability, and leaf water content, ionic composition in salt stressed strawberry (Fragaria×ananassa). Scientia Horticulturae, 130: 133–140. **(Journal)**

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

Khoraki, M. and Farhoudi, R. 2021. Effect of halopriming on germination and seedling growth of single cross 704 corn seeds under salinity stress condition. Iranian Journal of Seed Science and Research, 7(4): 447-461. (In Persian) **(Journal)**

Lehmann, S., Funck, D., Szabados, L. and Rentsch, D. 2010. Proline metabolism and transport in plant development. Amino Acids, 39: 949-962. **(Journal)**

Liu, H., Fan, Y., Wang, W., Liu, N., Zhang, H., Zhu, Z. and Liu, A. 2012. Polysaccharides from *Lycium barbarum* leaves: isolation, characterization and splenocyte proliferation activity. International Journal of Biological Macromolecules, 51: 417–422. **(Journal)**

Ma, Q., Turner, D.W., Levy, D. and Cowling, W.A. 2004. Solute accumulation and osmotic adjustment in leaves of Brassica oilseeds in response to soil water deficit. Australian Journal of Agricultural Research, 55(9): 939-945. **(Journal)**

Manivannan, P., Jaleel, C.A., Sankar, B., Kishorekumar, A., Somasundaram, R., Lakshmanan, G.A. and Panneerselvam, R. 2007. Growth, biochemical modifications and proline metabolism in *Helianthus annuus* L. as induced by drought stress, Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 59: 141-149. **(Journal)**

Mehrabi, A.A., Mansour, O. and Fazelinasab, B. 2011. Effect of Salt Stress on Seed Germination, Seedling Growth and Callus Culture of Rapeseed (*Brassica napus* L.). Iranian Journal of Field Crop Sciences, 42(1): 81-90. (In Persian) **(Journal)**

Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant, Cell and Environment, 25(2): 239-250. **(Journal)**

Munns, R., James, R.A. and Lauchli, A. 2006. Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. Journal of Experimental Botany, 57: 1025-1043. **(Journal)**

Nazarian Sirzar, R., Vatankhah, E., Amanifar, S. and Vafadar, M. 2020. The effect of salt stress on germination, growth and concentration of glycyrrhizic acid in liquorice (*Glycyrrhiza glabra*). Iranian Journal of Seed Science and Research, 7(3): 295-308. (In Persian) **(Journal)**

Noor, E., Azhar, F.M. and Khan, A.L. 2001. Differences in responses of *gossypium hirsutum* L. varieties to NaCl salinity at seedling stage. International Journal of Agriculture and Biology. **(Journal)**

Olivera, D.M.P., Ramos, I.B., Reis, F.C.G., Lima, A.P.C.A. and Machado, E. 2008. Interplay between acid phosphatase and cystein proteases in mediating vitellin degradation during early embryogenesis of Periplaneta americana. Journal of Insect Physiology, 54: 883-891. **(Journal)**

Padma, T.V. 2005. India ayurveda. Nature, 436: 486-486. **(Journal)**

Patade, V.Y., Bhargava, S. and Suprasanna, P. 2009. Halopriming imparts tolerance to salt and PEG induced drought stress in Sugarcane. Agriculture, Ecosystems and Environment. 134: 24-28. **(Journal)**

Perez, J.G., Robles, J.M., Tovar, J.C. and Botia, P. 2009. Response to drought and salt stress of lemon 'Fino 49' under field conditions: Water relations, osmotic adjustment and gas exchange. Scientia Horticulturae, 122: 83-90. **(Journal)**

Poljakoff-mayber, A., Somers, G.F., Werker, E. and Gallagher, J.I. 1994. Seeds of *Kosteletzkya virginica* (Malvaceace), their structure, germination and salt tolerance. American Journal of Botany, 81: 54-59. **(Journal)**

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

Salehi, M., Kafi, M. and Kiani, A.R. 2011. Effect of salinity and water deficit stresses on biomass production of kochia (*Kochia scoparia*) and trend of soil salinity. Seed and Plant Production Journal, 27(2): 417-433. (In Persian) **(Journal)**

Sharafi, Z., Modarres-Sanavy, S.A.M. and Heidarzadeh, A. 2021. Some germination characteristics of *Portulaca oleracea* L., *Malva neglecta* Wallr., and *Amaranthus retroflexus* L. under salinity and drought Stress conditions. Iranian Journal of Seed Science and Research, 8(1): 1-12. (In Persian) (Journal)

Tang, W.M., Chan, E., Kwok, C.Y., Lee, Y.K., Wu, J.H., Wan, C.W., Chan, R.Y.K., Yu, P.H.F. and Chan, S.W. 2012. A review of the anticancer and immunomodulatory effects of *Lycium barbarum* fruit. Inflammopharmacology, 20: 307–314. **(Journal)**

Turkan, I. and Demiral, T. 2009. Recent developments in understanding salinity tolerance. Environmental and Experimental Botany, 67: 2-9. **(Journal)**

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

Yazdani Biuki, R. and Rezvani Moghaddam, P. 2012. Germination characteristics of marshmallow (*Althea officinalis* L.) as influenced by drought and salinity stress. Iranian Journal of Field Crops Research, 10: 1-10. (In Persian) **(Journal)**

Yazdani Biuki, R., Rezvani Moghaddam, P., Khazaie, H.R., Ghorbani, R. and Astaraei, A.R. 2010. Effects of salinity and drought stresses on germination characteristics of milk thistle (*Silybum marianum*). Iranian Journal of Field Crops Research, 8: 12-19. (In Persian) **(Journal)**

Zarei, B., Fazeli, A. and Taghipour, Z. 2020. Changes Investigating effect of salicylic acid on germination and activity of some enzymes antioxidant *of Nigella sativa* L. under salt stress conditions. Iranian Journal of Seed Science and Research, 7(2): 241-252. (In Persian) **(Journal)**

Effect of drought and salinity stresses on germination and physiological characteristics of goji berry (*Lycium barbarum*)

Sajjad Namdari[1], Rooholla Moradi[2*], Mehdi Naghizadeh[3], Amin Pasandipour[4]

Received: October 28, 2021 Accepted: January 22, 2022

Abstract

This study was done to investigate the germination response of goji berry to salinity, drought and salinity-drought stress. For this purpose, a factorial experiment based on completely randomized design in the research laboratory of Bradsir Agricultural Excellence Training Center in 2021 was conducted. In this research, goji berry responses were examined to four levels of polyethylene glycol 6000 to create drought stress (0, -2, -4 and -8 bar) and four levels of sodium chloride to create salinity stress (0, -2, -4 and -8 bar) in the germination stage. The results showed that with decreasing osmotic potential in drought and salinity stresses, germination percentage and germination rate, seedling dry weight and relative water content decreased but relative electrolyte leakage and proline content increased. In general, goji berry seeds withstood drought stress conditions better than salinity stress in terms of germination components, so that in the osmotic potential of -8 bar salinity stress, goji berry seeds were not able to germinate and did not produce any shoots and roots. In osmotic potential of -2 bar, germination rate and relative water content in drought stress decreased by 4.56% and 0.47%, respectively, and in salinity stress decreased by 30.18% and 18.24%, respectively, but relative electrolyte leakage increased in drought and salinity stress by 0.57% and 10.89%, respectively.

Keywords: Dry matter; Germination percentage; Germination rate; Ion leakage; Proline

Namdari, S., Moradi, R., Naghizadeh, M. and Pasandipour, A. 2022. Effect of drought and salinity stresses on germination and physiological characteristics of goji berry (*Lycium barbarum*). Iranian Journal of Seed Science and Research, 9(3): 73-83. (In Persian)**(Journal)**
DOI: 10.22124/jms.2022.6165

COPYRIGHTS
Copyrights for this article are retained by the author(s) with publishing rights granted to the Iranian Journal of Seed Science and Research
The content of this article is distributed under Iranian Journal of Seed Science and Research open access policy and the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY4.0) License. For more information, please visit http://jms.guilan.ac.ir/

1. MSc student of Medicinal Plants, Department of Plant Productions, Agricultural Faculty of Bardsir, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran. sajjadnamdari1@gmail.com
2. Associate Professor, Department of Plant Productions, Agricultural Faculty of Bardsir, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran. r.moradi@uk.ac.ir
3. Assistant Professor, Department of Plant Productions, Agricultural Faculty of Bardsir, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran. naghizadeh@uk.ac.ir
4. Department of Agronomy and Plant Breeding, Agricultural Faculty of Bardsir, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran. pasandipour.a@gmail.com

*Corresponding author: r.moradi@uk.ac.ir