"نشریه علوم و فناوری بذر ایران"
جلد دوازدهم، شماره ۱، بهار ۱۴۰۲
(ص ۴۰-۲۹)
مقاله پژوهشی

Iranian Journal of
Seed Science and Technology
Vol.: 12, No.: 1, Spring 2023
(pp: 29-40)
DOI: 10.22092/ijsst.2022.355721.1406
Research Article

مطالعه تاثیر تنش‌های خشکی و شوری بر جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه خارشتر ایرانی توده استان خراسان رضوی (*Alhagi maurorum*)

محدثه شمس‌الدین سعید[1*]

استادیار گروه تولیدات گیاهی مرکز آموزش عالی کشاورزی بردسیر دانشگاه شهید باهنر کرمان

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۶/۲۴؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۱۵)

چکیده

تنش‌های محیطی، از جمله خشکی و شوری می‌توانند نقش مهمی در کاهش رشد و عملکرد بخصوص در مرحله استقرار گیاهچه در اقلیم‌های خشک و نیمه خشک ایران داشته باشند. بنابراین شناسایی خصوصیات گیاهان مرتعی مقاوم به تنش خشکی و شوری اهمیت زیادی دارد. به منظور بررسی تاثیر غلظت‌های مختلف خشکی و شوری بر جوانه‌زنی و رشد اولیه خارشتر ایرانی (*Alhagi maurorum*) توده استان خراسان رضوی، دو آزمایش بصورت جداگانه در قالب طرح کاملا تصادفی در آزمایشگاه دانشکده کشاورزی بردسیر، دانشگاه شهید باهنر کرمان، با سه تکرار اجرا شد. تعداد ۳۰ عدد بذر هم اندازه با محلول هیپوکلریت سدیم ۱۰ ٪ به مدت ۳۰ ثانیه ضد عفونی شده و پس از سه مرتبه شستشوی بذرها با آب مقطر، در داخل پتری‌های ۹ سانتی‌متری روی کاغذ صافی واتمن شماره ۲ قرار گرفتند. سپس در آزمایش نخست برای ایجاد پتانسیل خشکی از محلول پلی اتیلن گلایکول (PEG_{6000}) با غلظت‌های ۱-، ۱/۵- و ۲- مگاپاسکال و در آزمایش دوم از NaCl با غلظت های ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار استفاده گردید. همچنین برای ایجاد سطح تنش صفر (شاهد) در هر دو آزمایش از آب مقطر استفاده گردید. نتایج نشان داد بذرهای خارشتر قادر بودند تا ۲- مگاپاسکال پتانسیل خشکی و ۲۰۰ میلی‌مولار پتانسیل شوری جوانه بزنند. اما افزایش تنش خشکی و شوری، درصد و سرعت جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذر، وزن خشک گیاهچه، طول اندام هوایی، طول ریشه‌چه، وزن خشک اندام هوایی و وزن خشک ریشه‌چه را بطور معنی داری کاهش داد. ارزیابی پاسخ این گیاه به سطوح مختلف خشکی و شوری در مرحله جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه، از جهت تولید علوفه، حفاظت خاک و ارزش دارویی اهمیت دارد.

کلمات کلیدی: پلی‌اتیلن گلایکول، تنش‌های محیطی، جوانه‌زنی بذر، کلرید سدیم، *Alhagi maurorum*

Study the effect of drought and salinity stresses on germination and early growth seedling of camelthorn native of Razavi Khorasan province (*Alhagi maurorum*)

M. Shamsaddin Saied[1*]

Assistant Professor, Department of Plant Productions, Bardsir Higher Education Center for Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman

(Received: Sept. 15, 2022 – Accepted: Nov. 06, 2022)

Abstract

Environmental stresses, including drought and salinity stress can play an important role in reducing plant growth and yield especially in the seedling establishment stage in arid and semi-arid climates of Iran. Therefore, identification of range plants tolerance to drought and salt is very important. To assay the effect of different concentrations of drought and salinity on germination and early growth of camelthorn (*Alhagi maurorum*) native of Razavi Khorasan province, two experiments were performed separately in a completely randomized design with three replications in the laboratory of Bardsir Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman. 30 uniform seeds were sterilized with 10% sodium hypochlorite solution for 30 seconds and after washing the seeds three times with distilled water, they were placed in 9 cm Petri dishes on Whatman No. 2 filter paper. Then in the first experiment, polyethylene glycol solution (PEG_{6000}) with concentrations of -1, -1.5 and -2 MPa was applied to obtain the osmotic potential, and in the second experiment, NaCl with concentrations of 100, 150 and 200 mM was used. Distilled water was also applied to make zero stress (control) in both experiments. Results showed that camelthorn seeds were able to germinate at -2 MPa of drought potential and 200 mM salinity potential. However, increasing drought and salinity stress significantly reduced germination percentage and rate, seed vigor index, seedling dry weight, shoot length, root length, shoot dry weight and root dry weight. Assessing the response of this plant to different levels of drought and salinity in the germination stage and early growth of seedling is important for forage production, soil protection and medicinal value.

Keywords: polyethylene glycol, environmental stress, seed germination, sodium chloride, *Alhagi maurorum*

* Email: mohadesehsaid2014@uk.ac.ir

مقدمه

شـــوری و خشـــکی بـه عنوان مهم‌ترین عوامـل محدودکننده‌ی کشت وکار گیاهان زراعی و باغی به شمار می‌آیند و متأســـفانه زمین‌های اغلب مناطق کشـــور درگیر حـداقـل یکی از این دو تنش غیرزیســـتی می‌بـاشـــنـد (Hassani and Omidbeigi, 2002). هم‌اکنون بخش زیادی از منابع آبی در جهان تحت تاثیر شـوری با درجات مختلف می‌باشـد و متاسـفانه شـورشـدن خاک پدیده‌ای پیش‌رونده محســـوب می‌گردد؛ بنابراین، برای مبارزه و یا کنار آمدن با این پدیده باید از همه راهکارهای علمی-عملی لازم اســـتفـاده کرد. یکی از راهکـارهـای عملی، جایگزین نمودن گیاهان حساس به تنش شوری با گیاهان مقاوم به شوری در الگوی کشت است که علاوه بر ایجاد درآمد بیشـتر و بهبود وضـعیت معیشـتی بهره‌برداران این منـاطق، می‌تواننـد حجم قـابـل توجهی از جیره غـذایی نشخوارکنندگان در مناطق شور و خشک را تامین نمایند (Ranjbar *et al.*, 2018). با توجه به کاهش ذخایر آب شیرین و اختصاص این منابع به محصولات زراعی و باغی، می‌توان آب‌های شور را برای تولید علوفه از طریق کشت گیاهان شـورزی بکار برد. اسـتفاده از آب‌های شـور برای تولید گیاهان شـــورزی علوفه‌ای مانند خارشـــتر ایرانی (*Alhagi maurorum*) می‌توانـد رویکرد معقولی جهـت تولید علوفه تحت شرایط کمبود ذخایر آب شیرین باشد، زیرا گیاهان شور پسند قادر به تولید حجم عمده‌ای از جیره غذایی نشـــخوارکنندگان در مناطق کم‌آب می‌باشـــند (Pirasteh-Anosheh *et al.*, 2017). خارشتر گیاهی است از تیره Fabaceae کـه اگرچـه تـاکنون بـه عنوان یـک علف‌هرز مطرح بوده، ولی به دلیل رشد مناسب، تحمل بالا به خشـــکی و شـــوری، کیفیت بالای علوفه و مصـــارف دارویی (و ...)، پتانسـیل کشـت آن به عنوان گیاه زراعی-علوفـه‌ای یـا دارویی می‌توانـد مورد بررســـی قرار گیرد.

شش گونه مهم خارشتر *A. maurorum*، *A. canescens*، *A. graecorum*، *A. kirghisorum*، *A. nepalensis* و *A. sparsifolia* هستند که گونه‌های *maurorum* (مترادف *persarum*، *camelorum*، *pseudalhagi* و *mannifera*) و *graecorum* به عنوان مهم‌ترین گونه‌ها در ایران به وفور یافت می‌شـــوند گردید (Pirasteh-Anosheh, 2020). با توجه به تحمل بالای این گیاه به تنش های محیطی و کیفیت بالای علوفه آن (بالاتر از کاه گندم و جو و در حد یونجه) گزینه مناسبی برای تولید علوفه در مناطق خشک و شـور اسـت (Bashtini *et al.*, 2013). با این حال زراعت خارشتر به دلیل جوانه‌زنی کم و استقرار سخت گیاهچه با مشکل مواجه است (Pirasteh-Anosheh *et al.*, 2017). فرآینـد جوانـه‌زنی بـذر مهم‌ترین مرحلـه برای اســـتقرار گیاهچه و تعیین کننده تولید موفقیت‌آمیز محصـول اسـت کـه تحـت تـاثیر عوامـل محیطی و ژنتیکی قرار می‌گیرد (Kabiri *et al.*, 2018). غالبا گیاهان در مرحله سبز شدن و اســـتقرار گیاهچه به تنش‌های محیطی از جمله شـــوری و خشـکی حسـاسـیت بیشـتری دارند (Kafi *et al.*, 2005). شـانون (Shannon, 1986) اظهار داشـت که حسـاس‌ترین مرحله نسبت به تنش خشکی و شوری، مرحله جوانه‌زنی و ابتدای رشـــد گیاهچه اســـت. بنابراین گیاهان تولیدی با شاخص بنیه بهتر و سیستم ریشه‌ای قوی‌تر حاصل بذرهایی خواهند بود که تحمل بالاتری نســـبت به تنش در مرحله جوانه‌زنی نشان دهند. تنش شوری با کاهش پتانسیل آب محیط از طریق اعمال تنش اسمزی و همچنین تجمع یون‌ها آثار مخربی بر متابولیســـم جنین در حال رشـــد به جا می‌گذارد که موجب اختلال در عمل جوانه‌زنی می‌گردد (Ahmadi *et al.*, 2018).

تحقیقات برومند رضـازاده و کوچکی (Broumand Reza Zadeh and Kocheki, 2005) نشان داد که درصد و ســـرعـت جوانـه‌زنی در گیـاهـان دارویی رازیـانـه (*Foeniculum vulgare*)، زنیان (*Trachyspermum ammi*)،

شوید (*Anethum graveolens*) تحت شرایط تنش خشکی و شوری کاهش یافت و میزان کاهش در اثر اعمال تنش خشکی شدیدتر از شوری بود. گزارش‌های مختلف حاکی از کاهش شاخص بنیه بذر، طول ریشه‌چه و اندام هوایی و وزن خشک ریشه‌چه و اندام هوایی *Alhagi maurorum* (Amiri *et al.*, 2012, Farkhah *et al.*, 2002; Zhao *et al.*, 2005)، *Alhagi sparcifolis* (Arndt *et al.*, 2004; Jie *et al.*, 2008; Zhang *et al.*, 2010) و *Alhagi graecorum* (Zobayed *et al.*, 2006) با اعمال تنش خشکی و شوری بود.

تحمل به کم‌آبی و شوری به‌ویژه در مرحله جوانه‌زنی و رشد اولیه جهت انتخاب و کشت گیاه بایستی مورد توجه قرار گیرد. زمان‌بر بودن سنجش خصوصیات رشدی گیاه در شرایط مزرعه از یک سو و عدم کنترل عوامل اقلیمی و خاکی از سوی دیگر، ضرورت کاربرد یک روش آزمایشگاهی نسبتاً دقیق تحت شرایط ایزوله شده، جهت ارزیابی واکنش گیاه به تنش‌های خشکی و شوری را آشکار می‌سازد (Ganjali *et al.*, 2017). خارشتر به لحاظ داشتن مواد موثره در رفع سنگ کلیه و مثانه، درمان دردهای روماتیسمی، ضد سیاه‌سرفه و تب و لرز، التیام دهنده و ترمیم کننده جراحات و زخم ها و بسیاری از بیماری های دیگر، کیفیت بالای علوفه و همچنین تحمل بالا به تنش‌های شوری و کم‌آبی می‌تواند مورد بررسی قرار گیرد. اما به دلیل جوانه‌زنی کم، استقرار غیریکنواخت گیاهچه، اطلاعات اندک در مورد رشد اولیه خارشتر و عنایت به وسعت اراضی خشک و شور در ایران، پژوهش حاضر با هدف بررسی تحمل گیاه خارشتر ایرانی (*Alhagi maurorum*) نسبت به تنش‌های خشکی و شوری در مرحله جوانه‌زنی و رشد اولیه، به منظور گسترش کشت گیاه خارشتر انجام شد.

مواد و ورش‌ها

جهت رفع پوسته سخت بذرهای مورد آزمایش، با استناد به تحقیق پیراسته انوشه (Pirasteh-Anosheh, 2020) که روی از بین بردن سختی بذر خار شتر ایرانی با استفاده از پیش تیمارهای مختلف انجام شده بود، بهترین تیمار آزمایشی که شامل قرار دادن بذرها به مدت ۲۵ دقیقه در اسید سولفوریک ۷۵٪ بود، انتخاب گردید. به منظور بررسی تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی و شوری بر جوانه‌زنی بذر و خصوصیات گیاهچه خارشتر ایرانی (*Alhagi maurorum*) (تهیه شده از شرکت پاکان بذر اصفهان، منشا توده بذری گناباد بوده با طول جغرافیایی ۵۸ درجه و ۴۱ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۲۱ دقیقه و با ارتفاع ۱۱۰۵ متر از سطح دریا که در سال ۱۳۹۹ جمع‌آوری گردیده شده است)، پس از رفع خواب بذرها، دو آزمایش جداگانه در قالب طرح کاملا تصادفی در آزمایشگاه بذر دانشکده کشاورزی بردسیر، دانشگاه شهید باهنر کرمان با سه تکرار انجام شد. در آزمایش نخست برای ایجاد پتانسیل خشکی طبق دستورالعمل میچل کافمن (Michel and Kaufman, 1973) از محلول پلی اتیلن گلایکول (PEG_{6000}) با غلظت‌های ۱-، ۱/۵- و ۲- مگاپاسکال و در آزمایش دوم از نمک کلرید سدیم (NaCl) با غلظت های ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار استفاده گردید (Poljakoff *et al.*, 1994). همچنین برای ایجاد سطح تنش صفر (شاهد) در هر دو آزمایش از آب مقطر استفاده شد. تحقیقات نشان داده است که درصد جوانه‌زنی بذرها در محلول NaCl و PEG_{6000} با متوسط زمان جوانه‌زنی در خاک در همان پتانسیل تقریبا یکسان می‌باشد (Kabiri *et al.*, 2018).

نخست پتری‌ها و بستر بذر (کاغذ صافی واتمن) به مدت ۱۲۰ دقیقه در اتوکلاو و دمای $120^{\circ}C$ استریل شدند. تعداد ۳۰ عدد بذر هم اندازه با محلول هیپوکلریت سدیم ۱۰ ٪ به مدت ۳۰ ثانیه ضد عفونی شده و پس از سه مرتبه شستشوی بذرها با آب مقطر، در داخل پتری‌ها روی کاغذ صافی قرار گرفتند (Karvani *et al.*, 2014). سپس برای اعمال تیمارهای خشکی و شوری به ترتیب

مقادیر ۱۰ میلی‌لیتر محلول پلی اتیلن گلایکول و ۱۰ میلی لیتر محلول کلرید سدیم به هر پتری‌ها اضافه گردید. پتری‌ها توزین و وزن اولیه هرکدام یادداشت و در دمای ۲۰/۲۵ درجه سانتی‌گراد روز/شب با ۱۲ ساعت روشنایی و رطوبت نسبی ۵۰ ٪ در داخل اتاقک رشد قرار داده شدند (Pirasteh-Anosheh, 2020). با توزین روزانه تمامی پتری‌ها و اضافه نمودن آب مقطر به اندازه اختلاف وزن آن‌ها با وزن اولیه در هنگام شروع آزمایش، از تغییر پتانسیل هر یک از محلول‌ها در اثر تبخیر آب جلوگیری به عمل آمد. شمارش جوانه‌زنی بذرهای کشت شده (بر اساس خروج حداقل دو میلی‌متر ریشه‌چه) از ۴۸ ساعت بعد از کاشت به مدت چهارده روز به‌صورت روزانه ادامه یافت (Ganjali *et al.*, 2017; Pirasteh-Anosheh, 2020). در پایان روز چهاردهم، جهت سنجش پارامترهای مورفولوژیکی، ریشه‌چه و ساقه‌چه تعداد پنج عدد گیاهچه از یکدیگر جدا شدند. طول ریشه‌چه از یقه تا نوک ریشه اصلی و طول ساقه‌چه از یقه تا جوانه انتهایی بر حسب میلی‌متر اندازه‌گیری شد. با خشک شدن نمونه‌ها (تعداد پنج عدد گیاهچه که بصورت تصادفی انتخاب شده بودند) در آون در دمای ۷۵ ^{o}C به مدت ۴۸ ساعت وزن خشک ریشه‌چه و اندام هوایی با استفاده از ترازوی دیجیتال (بر حسب میلی‌گرم) اندازه‌گیری شد (Safarnejad *et al.*, 2007).

درصد جوانه‌زنی از رابطه (۱) بدست آمد (Maguire, 1962):

$$\%G = \left(\frac{n}{N}\right) \times 100 \qquad \text{رابطه ۱}$$

G در صد جوانه‌زنی، n تعداد نهایی بذرهای جوانه زده و N تعداد بذرهای کشت شده می‌باشد.

سرعت جوانه‌زنی نیز از طریق رابطه (۲) محاسبه گردید (Maguire, 1962):

$$GR = \sum_{i=1}^{n} \frac{Ni}{Ti} \qquad \text{رابطه ۲}$$

GR سرعت جوانه‌زنی، N_i تعداد بذرهای جوانه زده در هر شمارش و T_i زمان از ابتدای کا شت تا شمارش nام بر حسب روز می‌باشد.

وزن خشک گیاهچه = وزن خشک اندام هوایی + وزن خشک ریشه چه

روش عبدالباکی و اندرسون (Abdul-baki and Anderson, 1970) جهت سنجش شاخص بنیه بذر از طریق رابطه (۳) استفاده شد:

رابطه ۳

$$\text{شاخص بنیه بذر} = \frac{\text{میانگین طول گیاهچه‌ها} \times \text{درصد جوانه‌زنی}}{100}$$

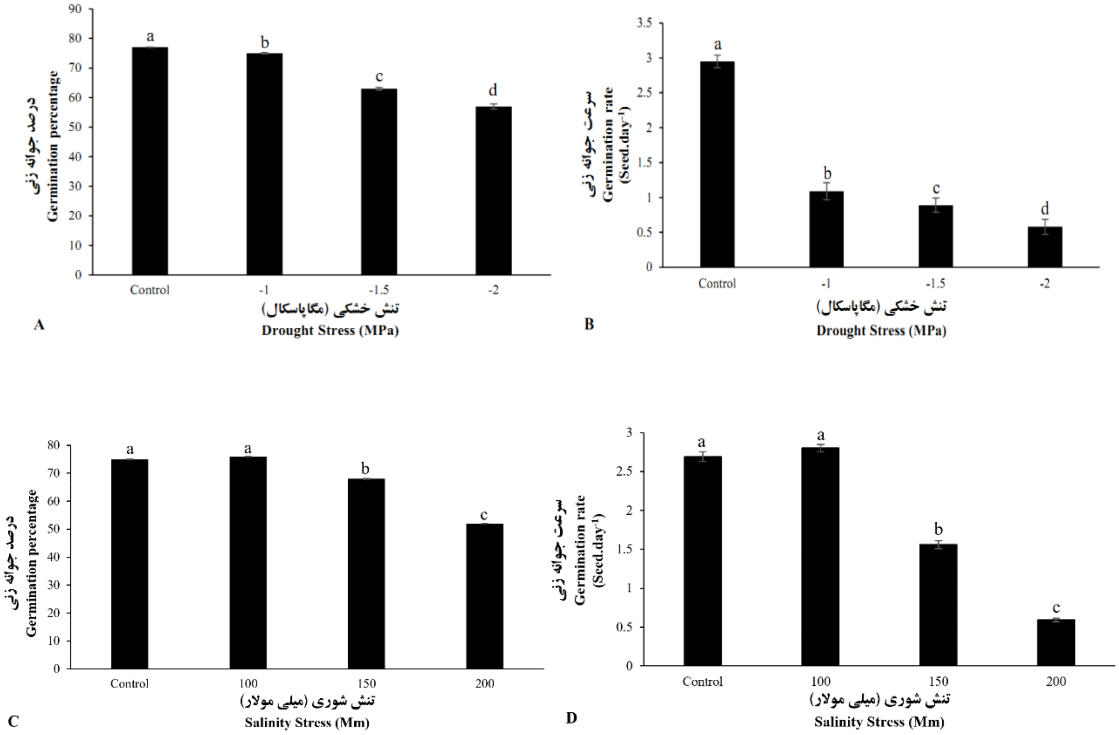
تجزیه آماری داده‌ها با کمک نرم‌افزار آماری SAS (ver. 9.1) صورت گرفت. مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ ٪ انجام پذیرفت و نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel رسم شدند.

نتایج و بحث

درصد و سرعت جوانه‌زنی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد تاثیر تنش خشکی و شوری بر مولفه‌های درصد و سرعت جوانه‌زنی در سطح احتمال ۱ ٪ معنی‌دار بود (جدول ۱ و ۲). تمامی غلظت‌های محلول پلی اتیلن گلایکول با تیمار شاهد از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری داشتند (شکل B و A-۱). درصد و سرعت جوانه‌زنی در سطح MPa ۲-، در مقایسه با شاهد به ترتیب حدود ۲۶٪ و ۸۰/۳٪ کاهش نشان داد (شکل B و A-۱). تیمار عدم تنش بدون اختلاف با غلظت ۱۰۰ میلی‌مولار NaCl، تفاوت معنی‌داری با سطح تنش شوری ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار داشت (شکل D و C-۱). بطوری‌که درصد و سرعت جوانه‌زنی در تیمار ۲۰۰ میلی‌مولار NaCl، در مقایسه با شاهد به ترتیب حدود ۳۱/۵ ٪ و

۷۸ ٪ کاهش نشان داد (شکل D و C-۱).



شکل ۱- اثر تنش خشکی و تنش شوری بر درصد و سرعت جوانه‌زنی خارشتر ایرانی.

میانگین ها با آزمون LSD مقایسه شدند. ۰/۰۵ ≥P بعنوان اختلاف معنی دار در نظر گرفته شد.

میانگین های دارای حداقل یک حرف مشابه از نظر آماری اختلافی ندارند.

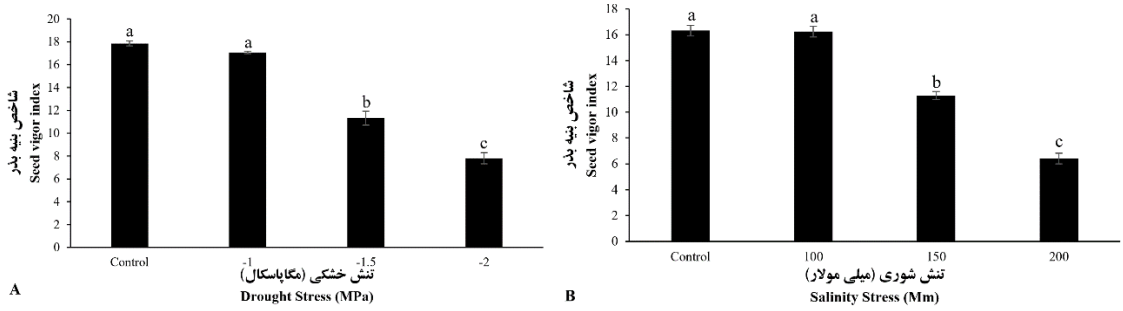
Figure 1- Effect of drought and salinity stress on germination percentage and rate of *Alhagi maurorum*.
The mean comparisons were performed using LSD method at P≤0.05 significant level.
Means followed by the same letter(s) are not significantly different.

اکثر گونه‌های زراعی در اوایل مراحل رشد از جمله جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه به تنش خشکی و شوری حساس هستند، بطوری‌که مدت زمان جوانه‌زنی و استقرار آن به عنوان حیاتی‌ترین شاخص تحمل به تنش شناخته شده است، در حالی که در مراحل بعدی ممکن است از طریق کاهش رشد و عملکرد تحمل نهایی به تنش در آن‌ها سنجیده شود. با اندازه‌گیری رشد گیاه‌چه‌ها در شرایط تنش خشکی و شوری، شدت تنش مورد سنجش قرار می‌گیرد، زیرا ظهور یکنواخت گیاهچه ها به عنوان یک پیش نیاز اساسی برای حصول حداکثر عملکرد و در نهایت حداکثر سودآوری سالیانه محصولات است (Feghhenabi *et al.*, 2020). تنش اسمزی با کاهش جذب آب توسط بذر از یک‌سو و کاهش فرآیندهای متابولیکی و فیزیولوژیکی بذر از سوی دیگر، منجر به اختلال در فراهمی مواد مورد نیاز برای رشد بذر می‌گردد (Kaya and Day, 2008). پلی‌اتیلن گلایکول با ایجاد تنش اسمزی منجر به کاهش هیدرولیز مواد ذخیره‌ای بذر و در نهایت کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی می‌شود (Kabiri *et al.*, 2018). چنین بنظر می‌رسد که کاهش جذب آب توسط بذر، در اثر اعمال غلظت‌های مختلف PEG_{6000} منجر به کاهش درصد جوانه‌زنی بذر خارشتر ایرانی گردید (شکل B و A-۱). اثر مخرب سدیم ناشی از تنش شوری بر غشاء سیتوپلاسمی سلول نیز منجر به کاهش جوانه‌زنی و رشد گیاهچه می‌گردد. اختلال در جذب و

نفوذ آب، منجر به کند شدن فعالیت‌های متابولیکی داخل بذر گردیده که در نهایت با افزایش مدت زمان لازم برای خروج ریشه‌چه از بذر، منتج به کاهش سرعت جوانه‌زنی می‌گردد (Kaya and Day, 2008). یکی از شاخص‌های مهم ارزیابی تحمل به تنش خشکی و شوری، سرعت جوانه‌زنی است، زیرا هر چه سرعت جوانه‌زنی افزایش یابد، شانس سبز شدن تحت شرایط تنش نیز بیشتر خواهد شد (Kaya and Day, 2008). تنش شوری باعث کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی در شش گونه‌ی گیاهی دارویی کنگر فرنگی، سیاموسیس، چای ترش، سنای هندی، زوفا و ریحان شد (Khammari *et al.*, 2007). با افزایش سطح شوری از ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر به ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر و بالاتر، درصد جوانه‌زنی در بذور خارشتر کاهش یافت (Pirasteh-Anosheh, 2020). قربانی و همکاران گزارش کردند درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر خارشتر با افزایش سطح تنش شوری کاهش یافت (Ghorbani *et al.*, 2013). در این تحقیق کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر خارشتر با نتایج برومند رضازاده و کوچکی (Broomand Reza Zadeh and Koochaki, 2005) روی زنیان، رازیانه و شوید، کبیری و همکاران (Kabiri *et al.*, 2018) روی بادرشبویه و گنجعلی و همکاران (Ganjali *et al.*, 2017) روی قدومه تحت تنش خشکی مطابقت داشت.

شاخص بنیه بذر

نتایج نشان داد که شاخص بنیه بذر، تحت تأثیر تنش خشکی و شوری ($p\leq$۰/۰۱) قرار گرفت (جدول ۱ و ۲). بیشترین و کمترین مقدار این صفت به ترتیب متعلق به تیمار شاهد و تیمار MPa ۲- بود و کاهش در این شاخص در تیمار MPa ۲- خشکی، نسبت به شاهد حدود ۵۶/۲ ٪ بود (شکل A-۲). تنش شوری ۱۰۰ میلی‌مولار با شاهد اختلاف معنی‌داری را نشان نداد اما با افزایش شوری به ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار، این شاخص به ترتیب حدود ۳۰/۷ ٪ و ۶۰ ٪ نسبت به بذرهای کنترل کاهش یافت (شکل B-۲).



شکل ۲- اثر تنش خشکی و تنش شوری بر شاخص بنیه بذر خارشتر ایرانی.
میانگین ها با آزمون LSD مقایسه شدند. P≤ ۰/۰۵ بعنوان اختلاف معنی دار در نظر گرفته شد.
میانگین های دارای حداقل یک حرف مشابه از نظر آماری اختلافی ندارند.

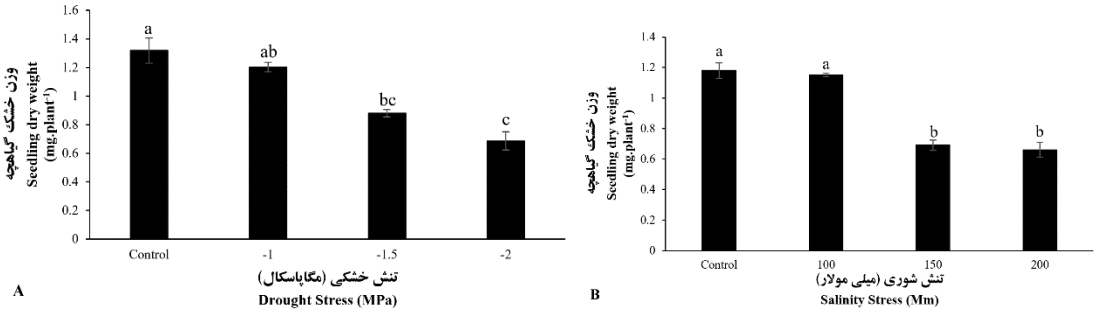
Figure 2- Effect of drought and salinity stress on seed vigor index of *Alhagi maurorum*.
The mean comparisons were performed using LSD method at P≤0.05 significant level.
Means followed by the same letter(s) are not significantly different.

شاخص بنیه بذر تابعی از درصد ظهور اولیه و طول گیاهچه به شمار می‌رود. تنش خشکی و شوری با کاهش یا عدم انتقال مواد اندوخته‌ای از آندوسپرم به جنین بذر مانع تقسیم سلولی و سنتز پروتئین شده و در نتیجه با ایجاد تغییر در تعادل هورمونی، موجب کاهش رشد گیاهچه تحت شرایط تنش خشکی و شوری می گردد

(Soltani *et al.*, 2006). کاهش بنیه و شاخص جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در محیط‌های شور به علت آثار سمیت نمک و خشکی فیزیولوژیک است که باعث استقرار نامناسب بوته‌ها می‌گردد (Soltani *et al.*, 2006). گزار شات متعددی مبنی بر کاهش شاخص بنیه بذر در اثر اعمال تنش‌های خشکی و شوری بر روی سیاهدانه (Kabiri and Naghizadeh, 2015)، خارشتر (Amiri *et al.*, 2012)، بادر شبویه (Kabiri *et al.*, 2018) و مریم گلی (Ebadi *et al.*, 2013) وجود دارد.

وزن خشک گیاهچه

بررسی نتایج اندازه‌گیری وزن خشک گیاهچه خارشتر ایرانی نشان داد که مقدار این صفت با افزایش تنش خشکی و شوری ($P\leq0.01$) کاهش یافت (جدول ۱ و ۲). این کاهش در دو سطح ۱/۵- و ۲- مگاپاسکال خشکی نسبت به شاهد معنی دار بود (شکل A-۳). بیشترین و کمترین مقدار وزن خشک گیاهچه به ترتیب متعلق به تیمار شاهد با میانگین ۱/۳۲ $mg.plant^{-1}$ و سطح خشکی ۲- مگاپاسکال با میانگین ۰/۶۸ $mg.plant^{-1}$ مشاهده شد (شکل A-۳). همان طور که در شکل B-۳ مشاهده می‌گردد، از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری بین شاهد و سطح ۱۰۰ میلی‌مولار کلراید سدیم از نظر وزن خشک گیاهچه وجود نداشت، اما با افزایش شوری به سطح ۲۰۰ میلی‌مولار مقدار این صفت حدود ۴۴ ٪ در مقایسه با تیمار کنترل کاهش یافت (شکل B-۳).



شکل ۳- اثر تنش خشکی و تنش شوری بر وزن خشک گیاهچه خارشتر ایرانی.
میانگین ها با آزمون LSD مقایسه شدند. ۰/۰۵ ≥P بعنوان اختلاف معنی دار در نظر گرفته شد.
میانگین های دارای حداقل یک حرف مشابه از نظر آماری اختلافی ندارند.

Figure 3- Effect of drought and salinity stress on seedling dry weight of *Alhagi maurorum*.
The mean comparisons were performed using LSD method at $P\leq0.05$ significant level.
Means followed by the same letter(s) are not significantly different.

نتایج این آزمایش حاکی از روند کاهش وزن خشک گیاهچه خارشتر ایرانی با افزایش تنش خشکی و شوری بود (شکل ۳). در شرایط تنش خشکی و شوری، امکان دسترسی به رطوبت توسط بذر کاهش می‌یابد، لذا عمل هیدرولیز مواد غذایی جهت تولید بافت گیاهچه‌ای با مشکل مواجه شده و وزن خشک گیاهچه کاهش می‌یابد (Soltani *et al.*, 2006). کاهش بیوماس در بسیاری از گیاهان نظیر بادر شبویه، سیاهدانه ، قدومه و خارشتر دلایل مختلفی دارد که از جمله آن‌ها می‌توان به کاهش سطح فتوسنتزکننده و مصرف زیاد انرژی برای کنترل و کاهش اثرات تنش خشکی و شوری جهت حفظ تعادل اسمزی و آماس سلولی اشاره کرد (kabiri *et al.*, 2015, 2018; Amiri *et al.*, 2012; Ganjali *et al.*, 2017; Pirasteh-Anosheh, 2020).

خصوصیات رشدی گیاهچه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که

اختلاف بین سطوح مختلف خشکی و شوری از نظر طول ریشه چه و طول اندام هوایی معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود (جدول ۱ و ۲). بالاترین سطح تنش خشکی مقدار طول ریشه‌چه و طول اندام هوایی را به ترتیب حدود ۳۷/۵ ٪ و ۴۵٪ در مقایسه با شاهد کاهش داد (جدول ۳). در شرایط تنش شوری، بیشترین طول ریشه‌چه و طول اندام هوایی در تیمار شاهد به ترتیب با میانگین ۲۳/۴۴ میلی‌متر و ۲۰/۰۷ میلی‌متر مشاهده شده، هرچند این تیمار با سطح ۱۰۰ میلی‌مولار محلول کلرو سدیم اختلاف آماری معنی‌داری نداشت (جدول ۴). کم‌ترین طول ریشه‌چه و طول اندام هوایی در تیمار ۲۰۰ میلی‌مولار NaCl به ترتیب با میانگین ۱۳/۹۵ میلی‌متر و ۱۰/۶۸ میلی‌متر مشاهد گردید (جدول ۴).

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر تنش خشکی بر رشد اولیه گیاهچه خارشتر ایرانی

Table 1- Mean comparison of drought stress effect on early growth of *Alhagi maurorum* seedling

تنش خشکی Drought stress (MPa)	طول ریشه‌چه Radicle Length (mm)	طول اندام هوایی Shoot Length (mm)	وزن خشک ریشه‌چه Radicle Dry Weight (mg.plant^{-1})	وزن خشک اندام هوایی Shoot Dry Weight (mg.plant^{-1})
Control	25.23 ^{a}	21.11 ^{a}	0.52 ^{a}	0.801 ^{a}
-1	24.78 ^{a}	20.66 ^{a}	0.44 ^{ab}	0.758 ^{a}
-1.5	20.04 ^{b}	15.91 ^{b}	0.37 ^{ab}	0.508 ^{b}
-2	15.75 ^{c}	11.62 ^{c}	0.29 ^{b}	0.387 ^{b}
P_{value}	<.0001	<.0001	0.123	0.0026

در هر ستون، میانگین‌های دارای حرف مشابه بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار فاقد اختلاف آماری در سطح احتمال پنج درصد هستند

In each column, means followed by the same letter are not statistically significant based on LSD test at the P < 0.05 level

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر تنش شوری بر رشد اولیه گیاهچه خارشتر ایرانی

Table 2- Mean comparison of salinity stress effect on early growth of *Alhagi maurorum* seedling

تنش شوری Salinity stress (mM)	طول ریشه‌چه Radicle Length (mm)	طول اندام هوایی Shoot Length (mm)	وزن خشک ریشه‌چه Radicle Dry Weight (mg.plant^{-1})	وزن خشک اندام هوایی Shoot Dry Weight (mg.plant^{-1})
Control	23.44^{a}	20.073^{a}	0.46^{a}	0.72^{a}
100	22.99^{a}	19.72^{a}	0.37^{ab}	0.77^{a}
150	18.24^{b}	14.97^{b}	0.25^{b}	0.44^{b}
200	13.95^{c}	10.68^{c}	0.203^{b}	0.45^{b}
P_{value}	<.0001	<.0001	0.0479	0.006

در هر ستون، میانگین‌های دارای حرف مشابه بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار فاقد اختلاف آماری در سطح احتمال پنج درصد هستند

In each column, means followed by the same letter are not statistically significant based on LSD test at the P < 0.05 level

واکنش وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک اندام هوایی به سطوح مختلف شوری ($p\leq$۰/۰۵) و وزن خشک اندام هوایی به غلظت های خشکی ($p\leq$۰/۰۱) معنی‌دار بود، اما اثر تیمار تنش خشکی بر وزن خشک ریشه‌چه از لحاظ آماری معنی‌داری نگردید (جدول ۱ و ۲). وزن خشک ریشه‌چه در تیمار شاهد بدون اختلاف با غلظت‌های ۱- و ۱/۵- مگاپاسکال، تفاوت معنی‌داری با سطح خشکی ۲- مگاپاسکال نشان داد (جدول ۳). مقایسه میانگین صفت وزن خشک اندام هوایی در جدول ۳ نشان داد که بیشترین و کم‌ترین وزن خشک اندام هوایی به ترتیب با میانگینی

معادل با ۰/۸ و ۰/۳۸ میلی‌گرم در تیمار شاهد (آب مقطر) و تنش خشکی شدید (۲- MPa) مشاهده شد. هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری بین شاهد و سطح ۱۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم از نظر وزن خشک ریشه‌چه و اندام هوایی مشاهده نگردید، اما با افزایش سطح تنش شوری، کاهش صفات مذکور مشاهده گردید (جدول ۴). تنش شوری ۲۰۰ mM مقدار وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک اندام هوایی را به ترتیب حدود ۵۶/۵ ٪ و ۴۲/۸ ٪ نسبت به گیاهچه‌های شاهد کاهش داد (جدول ۴).

محققان با بررسی سطوح مختلف تنش کم‌آبی به کاهش طول ریشه‌چه و اندام هوایی اشاره کرده‌اند که با نتایج این آزمایش مطابقت داشت (Broomand Reza Zadeh and Koochaki, 2005; Ebadi *et al.*, 2013; Ganjali *et al.*, 2017). کاهش طول ریشه چه و اندام هوایی در شرایط تنش کم‌آبی، می‌تواند به علت کاهش جذب آب توسط بذر در شرایط تنش، کاهش فعالیت آنزیم‌ها، کاهش ترشح هورمون‌ها، اختلال در فتوسنتز و در نتیجه اختلال در رشد گیاهچه (شامل اندام هوایی و ریشه‌چه) باشد (Opoku *et al.*,1996). در شرایط تنش، کاهش پروتئین های دیواره سلولی که نقش مهمی در طویل شدن و رشد سلول دارند، منجر به کاهش طول اندام هوایی و ریشه‌چه می گردد (Opoku *et al.*, 1996). کاهش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در محلول NaCl احتمالا به دلیل سمیت یون ها و اثر منفی آن بر غشاء سلول است (Javadi *et al.*, 2014). تنش شوری با کند کردن جذب و نفوذ آب از طویل شدن ساقه و ریشه جلوگیری کند. شوری باعث کاهش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در گیاه زیره سبز و سنبل‌الطیب گردید (Javadi *et al.*, 2014). افزایش سطوح شوری باعث کاهش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در گیاه شور باتلاقی و خارشتر گردید (Pirasteh-Anosheh, 2020; Qu, *et al.*, 2008). بطور کلی گزارش شده است که بذرهای جوانه زده در محیط‌هایی که تحت شرایط تنش می‌باشند، دارای ساقه‌چه‌ها و ریشه‌چه‌های کوتاه‌تری هستند (Opoku *et al.*,1996; Soltani *et al.*, 2006).

جدول ۳- تجزیه واریانس خصوصیات جوانه زنی و رشد اولیه گیاهچه خارشتر ایرانی تحت تنش خشکی.

Table 3- Analysis of variance of germination characteristics and early growth seedling of *Alhagi maurorum* under drought stress

منابع تغییر SOV	درجه آزادی DF	Mean Squares میانگین مربعات							
		درصد جوانه‌زنی Germination Percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination Rate	شاخص بنیه بذر Seed Vigor Index	وزن خشک گیاهچه Seedling Dry Weight	طول ریشه چه Radicle Length	وزن خشک ریشه‌چه Radicle Dry Weight	طول اندام هوایی Shoot Length	وزن خشک اندام هوایی Shoot Dry Weight
تنش خشکی (Drought Stress)	3	276**	3.43**	0.000025**	0.25*	59.99**	0.026ns	56**	0.12**
خطا (Error)	8	1	0.01	0.000004	0.04	1	0.01	1	0.01
ضریب تغییرات (CV)		1.47	7.25	19.5	19.57	4.66	24.5	5.77	16.3

*، ** و ns به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵٪ ، ۱٪ و بدون اختلاف معنی دار

*, ** and ns denote significant differences at 0.05, 0.01 % levels, and not significant respectively.

جدول ۴- تجزیه واریانس خصوصیات جوانه زنی و رشد اولیه گیاهچه خارشتر ایرانی تحت تنش شوری.

Table 4- Analysis of variance of germination characteristics and early growth seedling of *Alhagi maurorum* under salinity stress

منابع تغییر SOV	درجه آزادی DF	Mean Squares میانگین مربعات							
		درصد جوانه زنی Germination Percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination Rate	شاخص بنیه بذر Seed Vigor Index	وزن خشک گیاهچه Seedling Dry Weight	طول ریشه‌چه Radicle Length	وزن خشک ریشه‌چه Radicle Dry Weight	طول اندام هوایی Shoot Length	وزن خشک اندام هوایی Shoot Dry Weight
تنش شوری (Salinity Stress)	3	368.75**	3.265**	0.000024**	0.2409**	60**	0.0314*	59.272**	0.0902*
خطا (Error)	8	2.25	0.0225	0.0000034	0.0301	2.25	0.0055	2.3295	0.0174
ضریب تغییرات (CV)		2.2	7.8	20.08	18.8	7.6	23.1	9.3	22.1

*، ** و ns به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵٪ ، ۱٪ و بدون اختلاف معنی دار

*, ** and ns denote significant differences at 0.05, 0.01 % levels, and not significant respectively.

وزن خشک ریشه‌چه در گیاهچه خارشتر ایرانی از دیگر پارامترهایی بود که تحت تاثیر تیمار شوری و کم‌آبی بطور معنی‌داری کاهش یافت، که این نشاندهنده کاهش جذب آب توسط بذرها می‌باشد (جدول ۳ و ۴). امیری و همکاران (Amiri *et al.*, 2012) در خارشتر و برومند رضازاده و کوچکی (Broomand Reza Zadeh and Koochaki, 2005) در شوید و رازیانه نیز نتایج مشابهی گزارش کردند. همچنین در این مطالعه، اثر پتانسیل اسمزی و شوری بر روی خشک اندام هوایی نیز معنی دار بود (جدول ۳ و ۴). کاهش سطح برگ و به دنبال آن کاهش جذب انرژی نورانی به عنوان عوامل محدود کننده رشد اندام هوایی طی تنش مطرح می‌باشند (Kaya and Day, 2008). در گیاهان زنیان (Broomand Reza Zadeh and Koochaki, 2005)، زیره سبز (Javadi *et al.*, 2014)، زوفا و ریحان (Khammari *et al.*, 2007) نیز نتایج مشابهی گزارش شده است. در شرایط تنش کم‌آبی و شوری رشد اندام هوایی حساسیت بیشتری نسبت به رشد ریشه‌چه دارد که شاید دلیل آن این است که ریشه اولین اندامی است که از بذر خارج می‌شود و در نتیجه رشد آن سریع‌تر از رشد اندام هوایی بوده و همچنین اندام هوایی تماس مستقیمی با منبع آب ندارد (Kaya and Day, 2008).

نتیجه‌گیری و پیشنهاد

با بررسی مولفه‌های جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه خارشتر ایرانی توده بومی گناباد، این گیاه نسبت به تنش خشکی و شوری مقاوم می‌باشد. اما افزایش شدت تنش خشکی و شوری، درصد و سرعت جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذر، وزن خشک گیاهچه، طول ریشه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه، طول اندام هوایی و وزن خشک اندام هوایی را بطور معنی داری کاهش داد. بنظر می‌رسد درصد و سرعت جوانه‌زنی و وزن خشک گیاهچه نسبت به تغییر پتانسل

اسمزی (تنش خشکی) حساسیت بیستری نسبت به تنش شوری دارد (شکل ۱ و ۳). با توجه به سازگاری گیاه خارشتر در خاک شور و رشد ریشه آن در شرایط خشکی خاک، می‌توان جهت اصلاح و احیا مراتع و تهیه علوفه در مناطقی که خاک هم از رطوبت پایین و هم شوری بالا برخوردار است، استفاده نمود.

منابع

Reference

Abdul-Baki, A.A., and J.D. Anderson. 1970. Viability and leaching of sugars from germinating barely. Crop Sci. 10: 31-34.

Ahmadi, M., S.A.M. Modarres-Sanavy, M. Kafi, F. Sefidkon, and S. Malekzadeh Shafaroudi. 2018. Effects of different levels of salinity stress on germination properties of medicinal plant *Salvia leriifolia Benth*. Iranian Seed Sci. Technol. 7: 43-55. (In Persian, with English Abstract)

Amiri, B., M. Assareh, M. Jafari, B. Rasuli, and A. Jafari, 2012. Effect of NaCl & Na_2SO_4 on germination and seedling growth of *Salicornia herbacea* and *Alhagi persarum*. Iranian J. Range. Desert Res. 19: 233-243. (In Persian, with English Abstract)

Arndt, S.K., C. Arampatsis, A. Foetzki, X. Li, F. Zeng, and X. Zhang. 2004. Contrasting patterns of leaf solute accumulation and salt adaptation in four phreatophytic desert plants in a hyperarid desert with saline groundwater. J. Arid Environ. 59(2): 259-270.

Bashtini, J., H. Fazaeili, S.A. Mirhadi, M. Malekkhahi, and A. Razaghi. 2013. Effect of feeding *Alhagi* browse to lactating ewes on milk yield and performance of lambs. J. Anim. Sci. Res. 32: 39-49. (In Persian, with English Abstract)

Broomand Reza Zadeh, Z., and A. Koochaki. 2005. Study the seed germination response of *Trachyspermum ammi*, *Foeniculum vulgare* and *Anethum graveolens* to matric and osmotic potential induced by NaCl and poly ethylene glycol on different temperatures. Iranian J. Field Crop. Res. 3: 207-217. (In Persian, with English Abstract)

Broumand Zadeh, F., and A. Koochaki. 2005. Evaluation of seed germination response of *Ajowan*, *Fennel* to osmotic and matric potentials due to sodium chloride and polyethylene glycol 6000 at different temperatures, Iranian J. Field Crop Res. 3: 207-213. (In Persian, with English Abstract)

Ebadi, M.T., A. Farzaneh, E. Ebadi, and S.H. Nemati. 2013. Evaluation of some germination factors of *Salvia sahendica Boiss* & *Buhse* in drought and salt stresses conditions. Iranian J. Field Crops Res. 28:764-773. (In Persian, with English Abstract)

Farkhah, A., H. Heidari-Sharifabad, M. Ghorbanli, and H. Shakker-Bazarnow. 2002. Effects of salinity on seed germination of *Salsola dendroides*, *Alhagi persorum* and *Aeluropus lagopoides*. Iranian J. Rangel. For. Plant Breed. Genet. Res. 9: 1-14. (In Persian, with English Abstract)

Feghhenabi, F., H. Hadi, H. Khodaverdiloo, and M.T. Van Genuchten. 2020. Seed priming alleviated salinity stress during germination and emergence of wheat (*Triticum aestivum* L.). Agric. Water Manage. 231: 106022.

Ganjali, A.R., M. Ajorlo, and A. Khaksafidi. 2017. The effect of drought and salinity stress on seed germination of (*Alyssum Homalocarpum*). J. Crop. Breed. 21: 139-146. (In Persian, with English Abstract)

Ghorbani Z., R. Bagheri, J. Sarhadi, H. Ahmadi. 2013. Evaluation of different salinity level on germination of *Alhagi comelerum*. Proc. 1st Natl. Conf. Salinity Stress in Plants and Strategies for Agric. Dev. Saline Conditions. 12 Sept. 2013, Tabriz, Iran. (In Persian)

Hasani, A., and R. Omidbeigi. 2002. Effect of water stress on some morphological, physiological and metabolical characteristics of basil (*Ocimum basilicum*). J. Agric. Sci. 12: 47-59.

Javadi, H., M.J. Seghatol Eslami, and Gh.R. Moosavi. 2014. Effect of salinity on seed germination and seedling growth of four medicinal plant species. Iranian. J. Field Crop. Res. 12: 53-64. (In Persian, with English Abstract)

Jie, Z., Z.F. Jiang, and S.K. Arndt, 2008. Growth, physiological characteristics and ion distribution of NaCl stressed *Alhagi spars* folia seedlings. Chin. Sci. Bull., 53: 169-176.

Kabiri, R., A. Hatami, H. Oloomi, M. Naghizadeh, F. Nasibi, Z. Tahmasebi. 2018. Study the effect of melatonin on early growth and some physiological and germination characteristics of seed and moldavian balm (*Dracocephalum moldavica*) seedling under osmotic stress. Iranian J. Seed Sci. Technol. 7: 25-40. (In Persian, with English Abstract)

Kabiri, R., and M. Naghizadeh. 2015. Study the effects of salicylic acid pretreatment on germination and early growth of black cumin (*Nigella sativa*) under salinity stress. Iranian J. Seed Sci. Technol. 1: 61-72. (In Persian, with English Abstract)

Kafi, M., A. Nezami, H. Hosseini, and A. Masoomi. 2005. Physiological effects of drought stress induced by polyethylene glycol on germination of lentil. Iranian J. Field Crop Res. 3: 69-80. (In Persian).

Karvani B., R. Tavakkol Afshari, N. Majnoun Hosseini. 2014. The evaluation of germination parameters of *Tanacetum polycephalum* under simulated drought and salinity stress at different temperatures. Iranian J. Seed Sci. Technol. 2: 161-171. (In Persian).

Kaya, M.D., and S. Day. 2008. Relationship between seed size and NaCl on germination, seed vigor and early seedling growth of sunflower (*Helianthus annuus* L.). Afr. J. Agric. Res. 3: 787-791.

Khammari, I., Sh.A. Sarani, and M. Dahmardeh. 2007. The effect of salinity on seed germination and growth in six medicinal plants. Iranian J. Med. Aromat. Plant. 23: 331-339. (In Persian, with English Abstract)

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

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

Opoku, G., F.M. Davies, E.V. Zetrio, and E.E. Camble. 1996. Relationship between seed vigor and yield of white beans (*Phaseolos vulgaris* L.). Plant Varieties and Seeds. 9: 119-125.

Pirasteh-Anosheh, H. 2020. Breaking seed dormancy of camelthorn (*Alhagi maurorum*) using different treatments and salinity tolerance threshold level evaluation at germination stage. Iranian J. Seed Res. 7(1): 181-192. (In Persian, with English Abstract)

Pirasteh-Anosheh, H., G.Ranjbar, Y.Emam, and S.E. Hashemi. 2017. Forage production of *Alhagi* using saline water and soil. Nat. Haloculture Congr. 22-23 November, Yazd, Iran. (In Persian, with English Abstract)

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

Qu, X.X., Z.Y. Huang, J.M. Baskin, and C.C. Baskin. 2008. Effect of temperature, light and salinity on seed germination and radicle growth of the geographically widespread holophyte shrub *Halocnemum strobilaceum*. Ann. Bot. 101: 293- 299.

Ranjbar, G., H. Pirasteh-Anosheh, M.H. Banakar, and H.R. Miri. 2018. Review on halophytes researches in Iran: explanation of challenges and offer approaches. J. Plant Ecophysiol. 32: 117-129. (In Persian, with English Abstract)

Safarnejad, A., S.V.A. Sadr, and H. Hamidi. 2007. Effect of salinity stress on morphological characters of *Nigella sativa*. Iranian J. Range. For. Plant Breed. Genet. Res. 15: 75-84. (In Persian, with English Abstract)

Soltani, A., M. Gholipoor, and E. Zeinali. 2006. Seed reserve utilization and seedling growth of wheat as affected by drought and salinity. Environ. Exp. Bot. 55: 195-200.

Zhang X.L., F.J. Zeng, B. Liu, Z. Liu, G.Z. An and X.W. Sun. 2010. Effects of different soil moisture treatments on the photosynthesis and dry matter accumulation of *Alhagi sparsifolia* Seedlings. Arid Zone Res. 4: 649-655.

Zhao, K.F., H. Fan, J. Song, M.X. Sun, B.Z. Wang, S.Q. Zhang, and I.A. Ungar, 2005. Two Na^+ and Cl^- hyperaccumulators of the Chenopodiaceae. J. Integr. Plant Biol. 47: 311-318.

Zobayed, M.A., S.J. Murch, and M.A. El-Demerdash. 2006. NaCl enhances growth and morphogenesis potential of *Alhagi graecorum*. In Vitro Cell. Dev. Biol. Plant. 42: 607-613.