

The Effect of Environmental Stresses on Germination and Vegetative Characteristics of The Seeds of Three Range Species *Zygophyllum Eurypterum*, *Sanguisorba Minor* and *Salsola Orientalis* in Semi-Arid Regions of Kohgilouye Va Boyer Ahmad

M. Farzin¹, V. Karimian^{1*}

1. Department of Forest, Range and Watershed Management, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Yasouj University, Yasouj, Iran.

* Corresponding Author: v.karimian@yu.ac.ir

Received date: 05/07/2023

Accepted date: 20/08/2023

 [10.22034/JDMAL.2023.2006339.1423](https://doi.org/10.22034/JDMAL.2023.2006339.1423)

Extended Abstract

Introduction

The growth of plants is affected by environmental stresses, particularly drought and salinity, which are the main problems of arid and semi-arid lands. Germination is a crucial stage in the life of most plants. Plant establishment in arid and semi-arid regions requires special tolerance to stresses like salinity and drought during the germination stage. In most plants, increasing salinity and drought stress during the germination stage prevents the plant from germinate. Therefore, knowing the resistance to salinity and drought in different plants can be used in the management of natural environments. Considering the increase in global temperature and the decrease in rainfall in Iran, as well as the soil salinization, it is very important to choose plants with high tolerance to salinity and drought in rangeland. In the southern rangeland of Kohgiluyeh Va Boyer Ahmad province, which are located in arid and semi-arid climates, non-native species such as *Atriplex* spp. and *Prosopis* spp. have been used for improvement and restoration in the past decades. The soil and native vegetation of the region are negatively impacted by non-native plants, which have problems like lack of natural regeneration. Identifying suitable native plants that can grow in specific ecological conditions of arid and semi-arid areas, such as drought and salinity, is necessary. The current research aims to identify native resistant species to the mentioned stresses for vegetation restoration in biological and bio-mechanical projects.

Material and Methods

In order to identify the species tolerant to environmental stress in the rangeland of Kohgiluyeh Va Boyer Ahmad province, three native species including *Zygophyllum eurypterum* Boiss. & Buhse, *Sanguisorba minor* L. and *Salsola orientalis* S. G. Gmelin (*Salsola rigida*) were selected. The habitats of the species were identified through field surveys and the cooperation of experts from the General Department of Natural Resources and Watershed Management of Kohgiluyeh Va Boyer Ahmad province. Sampling of plant seeds for experiments was done in



range habitats. Seed germination reaction of three species *Z. eurypterum*, *S. minor*. and *S. orientalis* were studied in the laboratory with respect to different levels of salinity and drought stress. The drought stress test included six levels (0, -0.3, -0.6, -0.9, -1.2, and -1.5 MP) which were prepared using polyethylene glycol 6000. The second experiment included 6 salinity levels (0, 50, 100, 150, 200, 250 mM). Sodium chloride was used to create salinity stress. Before conducting the salinity and drought tests, treatments were applied to break the seed dormancy of different species, and after identifying the best treatment for each species, dormancy tests were performed. Germination was done as a factorial experiment in a completely randomized design with 4 replications (20 seeds per replication) in a germinator at a temperature of 25°C. During a period of 20 days, every day the germinated seeds whose root length was more than 2 mm were counted and their germination percentage, germination rate, length of root, stem and seedling and their seed germination index were measured. Using SPSS_{Ver.23} software, analysis of variance and comparison of average data was done.

Results and Discussion

Variance analysis shows that there is a significant difference between drought and salinity levels in the traits measured in plants ($p < 0.01$). There is a significant difference between plant species and drought-salinity interaction and species ($p < 0.01$). With the increase of dryness, a significant difference was observed in terms of germination percentage in all three species. In this condition, the highest amount of measured traits including, germination percentage and seed germination index was observed in *Z. eurypterum*. with increasing salinity, the germination rate of all three species decreases significantly. In the condition without salt stress (control treatment), the highest percentage of germination (77%) was obtained in *S. minor*. But with increasing salinity levels, the highest germination percentage is observed in *S. orientalis*, and also with increasing salinity levels, the lowest germination percentage is related to *S. minor* species. Plants responded differently to environmental stresses, as shown by the results in general. The restoration and improvement of rangelands requires knowledge of plants that are resistant to existing stresses in order to manage natural areas. According to the current research, the rate of germination and growth of seedlings decreases as salinity and drought levels increase. Among the studied species, *Z. eurypterum* is the most resistant to drought and *S. minor* is the most sensitive. It can be concluded that the highest germination is observed in *S. orientalis*, when salinity levels increase, and the lowest germination is observed in *S. minor* species. Therefore, *S. orientalis* can be considered as a salt resistant. As the species studied are indigenous and native in the south of Kohgiluyeh Va Boyer Ahmad provinces, the results of this research are suggested for use in biological projects.

Keywords: Drought; Salinity; Winter Rangeland; Rangeland Restoration; Biological





تأثیر تنش‌های محیطی بر ویژگی‌های جوانه‌زنی و رویشی بذور سه گونه مرتعی قیچ، توت‌روباهی و علف‌شور در مناطق نیمه‌خشک استان کهگیلویه و بویراحمد

محسن فرزین^۱، وحید کریمیان^{۱*}

۱. گروه جنگل، مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه یاسوج، ایران.

* نویسنده مسئول: v.karimian@yu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۲۹

doi [10.22034/JDMAL.2023.2006339.1423](https://doi.org/10.22034/JDMAL.2023.2006339.1423)

چکیده

از مهمترین محدودیت‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک، وجود تنش‌های غیرزنده محیطی از جمله خشکی و شوری است که رشد و نمو گیاهان را به ویژه در مرحله حساس جوانه‌زنی تحت تأثیر قرار می‌دهد. شناخت مقاومت به شوری و خشکی گیاهان برای مدیریت عرصه‌های طبیعی در راستای پروژه‌های احیای زیستی با اهمیت است. لذا پژوهش حاضر با هدف تأثیر تنش‌های خشکی و شوری بر ویژگی‌های جوانه‌زنی و رویشی سه گونه مرتعی بومی؛ قیچ (*Zygophyllum eurypterum* Boiss. & Buhse)، توت‌روباهی (*Sanguisorba minor* L.) و علف‌شور (*Salsola orientalis* S. G. Gmelin = *Salsola rigida*) به منظور احیای پوشش گیاهی در مراتع نیمه‌خشک جنوب استان کهگیلویه و بویراحمد انجام شد. نمونه‌برداری از بذور گونه‌های مذکور در زمان رسیدگی کامل آن‌ها در رویشگاه‌های مرتعی شهرستان گچساران انجام شد. تنش خشکی توسط پلی اتیلن گلایکول در شش سطح (۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰ mM) در قالب طرح کاملاً تصادفی در محیط آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گرفتند. قبل از انجام این آزمایش‌ها تیمارهای شکست خواب بذر انجام شد. مشخصه‌های درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول‌های گیاهچه، ساقه‌چه و ریشه‌چه و همچنین شاخص بنیه بذر اندازه‌گیری شد. نتایج نشان می‌دهد که بین سطوح مختلف خشکی و شوری در تمامی صفت‌های اندازه‌گیری شده در گونه‌های مورد بررسی تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($p < 0.01$). بین گونه‌های گیاهی و اثر متقابل خشکی-شوری و گونه اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. با افزایش روند خشکی به لحاظ درصد و سرعت جوانه‌زنی و سایر صفات اندازه‌گیری شده در هر سه گونه اختلاف معنی‌داری وجود داشت، که در این شرایط بیشترین میزان جوانه‌زنی هر سه گونه بطور معنی‌داری کاهش پیدا کرد. نتایج نشان داد با افزایش شوری به ترتیب بیشترین افزایش جوانه‌زنی در گیاه علف‌شور و توت‌روباهی اتفاق می‌افتد. بطور کلی در بین گونه‌های مورد بررسی می‌توان مقاوم‌ترین گونه به خشکی را گیاه قیچ و حساس‌ترین را گونه توت‌روباهی نام برد. در زمینه تأثیر شوری نیز می‌توان بیان نمود، علف‌شور بیشترین جوانه‌زنی و توت‌روباهی کمترین جوانه‌زنی را در سطوح بالای شوری دارند، لذا می‌توان گیاه علف‌شور را مقاوم‌ترین گونه به تنش شوری نام برد. بر پایه نتایج دریافت شده، استفاده از گونه‌های بررسی شده، برای کاربرد در پروژه‌های بیولوژیک پیشنهاد می‌شود.

واژگان کلیدی: خشکی؛ شوری؛ مراتع قشلاقی؛ احیاء مراتع؛ بیولوژیک



■ مقدمه

تغییرات اقلیمی و گرمایش جهانی باعث ایجاد مشکلات بزرگی در عرصه‌های طبیعی از جمله تنش‌های زیستی می‌شود که تنش‌های وارده بر زندگی گیاهان از جمله آن‌هاست (۷، ۲۸، ۴۶). شوری و خشکی از مهمترین تنش‌هایی هستند که در رشد گیاه اختلال ایجاد می‌کنند (۸، ۲۵، ۴۲). تنش‌های مذکور در مناطق خشک و نیمه‌خشک شرایط حادثتری را بوجود می‌آورند (۱۸) که بخش زیادی از عرصه‌های طبیعی ایران از جمله این مناطق است (۳۶). متوسط میزان بارندگی ایران کمتر از متوسط جهان است و از سوی دیگر پتانسیل متوسط تبخیر سالانه ایران سه برابر متوسط تبخیر جهان است، این موضوع نشان می‌دهد، محدودیت و کمبود منابع آبی در ایران بسیار حاد و جدی است (۴۱). تبخیر زیاد و بارندگی کم از جمله عوامل تاثیرگذار بر شور شدن خاک‌های کشور می‌باشد (۴). وجود تنش‌های شوری و خشکی کمیت و کیفیت گیاهان را دستخوش تغییرات می‌کند (۱۴، ۳۴). محققان بر این باورند که در بین تنش‌های موجود، پراکنش گیاهان بیشتر از خشکی تأثیر می‌پذیرد (۳۲). از طرفی، تنش شوری بعنوان عامل‌های مختلف تغییر کیفیت و عملکرد گیاهان، کاهش میزان آبی که گیاه استفاده می‌کند، سمیت عناصر از جمله کلر و سدیم، برهم زدن تعادل در جذب عناصر ضروری و غیره مطرح است (۱۴). گیاهان مقاوم از طریق فرآیندهای فیزیولوژیک، بیوشیمیایی و همچنین سلولی و مولکولی بسیار متفاوت و پیچیده به این تنش پاسخ داده و خود را با شرایط محیطی منطبق و یا متحمل می‌سازد (۱۹). جوانه‌زنی، مرحله‌ای مهم و اساسی در زندگی بیشتر گیاهان می‌باشد و برای استقرار و تثبیت گیاهانی که در مناطق خشک و نیمه‌خشک به سر می‌برند تحمل تنش‌های موجود مثل شوری و خشکی در این مناطق در مرحله جوانه‌زنی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۲۲). با وجود اینکه در همه مراحل رشد گیاه تنش‌های مذکور می‌تواند اتفاق بیفتد اما وجود این تنش‌ها در مراحل جوانه‌زنی برای گیاه می‌تواند بسیار خطرناکتر باشد. تحقیقات نشان می‌دهد که در اکثر گیاهان افزایش میزان شوری در مرحله جوانه‌زنی، مانع جوانه‌زدن می‌شود (۲۲). شناخت مقاومت به شوری و خشکی در گیاهان مختلف می‌تواند در مدیریت عرصه‌های طبیعی مورد استفاده

قرار گیرد. گیاهان برای کاهش اثرات منفی تنش از مکانیسم‌های متنوعی استفاده می‌کنند، از این‌رو درجه مقاومت به شوری و خشکی برای گیاهان در مراحل مختلف رشد از جمله جوانه‌زنی متفاوت است (۳۰). لذا تحقیق حاضر با هدف بررسی تنش‌های خشکی و شوری بر ویژگی‌های جوانه‌زنی و رویشی گونه‌های مرتعی؛ قیچ (*Zygophyllum*)، توت روباهی (*Sanguisorba minor* L.) و علف‌شور (*Sanguisorba orientalis* Salsola) و به‌منظور شناسایی و معرفی گونه‌های مقاوم برای احیای مراتع جنوب استان کهگیلویه و بویراحمد انجام گردید. پژوهش بر روی تأثیر تیمار اسید سالیسیلیک بر بهبود جوانه‌زنی *Sanguisorba minor* L. تحت تاثیر تنش شوری و خشکی نشان می‌دهد، با افزایش سطوح تنش رشد صفات مورد بررسی کاهش می‌یابد در حالی که در بذور تیمار شده این میزان کمتر می‌باشد (۴۷). نتایج بررسی جوانه‌زنی گونه‌های *Salsola rigida richteri* و *Salsola dendroides* تحت تأثیر تنش خشکی نشان می‌دهد، حداکثر جوانه‌زنی در پتانسیل $0/3$ MP - اتفاق می‌افتد که با کاهش مقادیر پتانسیل آب، جوانه‌زنی بطور معنی‌داری کاهش می‌یابد (۴۸). نتایج محققان در زمینه تأثیر برخی هورمون‌ها بر جوانه‌زنی بذرهای گیاه قیچ (*Zygophyllum atriplicoides*) تحت تنش شوری نشان می‌دهد، جیبرلین بهتر از همه تیمارها باعث بهبود سرعت جوانه‌زنی بذرها شده است (۳). تأثیرات پرایمینگ و کلرید سدیم بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه قیچ نشان‌دهنده تأثیر مثبت همه محرک‌های شیمیایی بر ویژگی‌های جوانه‌زنی این گیاه می‌باشد (۳۷). نتایج تحقیقی در استان مرکزی بر روی تاثیر شوری بر جوانه‌زنی و بازایی بذر گونه‌های مرتعی (*Salsola rigida*, *Kochia prostrata*, *Eurotia ceratoides*) نشان داد، سه گونه مورد بررسی دارای مقاومت زیادی نسبت به تنش‌های اعمال شده هستند اما گونه *K. prostrata* در مقایسه با دو گونه دیگر نسبت به تنش شوری محیط، مقاومت بیشتری دارد (۳۸). نتایج بررسی ویژگی‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی توت روباهی تحت تنش شوری نشان داد درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن تر گیاهچه با افزایش شوری کاهش معنی‌داری دارد (۳۳). بررسی

روش کار میدانی

با بررسی‌های میدانی لیست گونه‌های مرتعی منطقه تهیه شد که در جدول ۱ اسامی گونه‌های غالب آمده است. در راستای اهداف تحقیق جهت کمک به بخش اجرا برای کشت گونه‌های مقاوم به تنش‌های محیطی با رویکرد احیای مراتع و کمک به توسعه پوشش گیاهی در این منطقه قشلاقی که نزدیک به هفت ماه مورد چرای دام‌های عشایری مختلف استان قرار می‌گیرند، با بهره‌گرفتن از نظرات کارشناسان و متخصصان از بین گونه‌های مرتعی غالب منطقه در پایان سه گونه بومی؛ قیچ (*Zygophyllum eurypterum* Boiss. & Buhse)، توت‌روباهی (*Sanguisorba minor* L.) و علف‌شور (*Salsola Orientalis* S. G. Gmelin = *Salsola rigida*) برای ادامه مراحل تحقیق انتخاب شد.

معرفی گونه‌ها

قیچ *Z. eurypterum*

گیاهی درختچه‌ای از خانواده قیچ (*Zygophyllaceae*) با برگ‌های ساده قاشقی یا واژ تخم‌مرغی، گل‌ها زرد، میوه آن کپسول و دارای ۴ بال و تقریباً کروی و دانه آن کلیوی شکل است (۱۵).

توت‌روباهی *S. minor*

گیاهی علفی چندساله متعلق به خانواده گل‌سرخیان (*Rosaceae*)، افراشته، تا ارتفاع ۷۵cm، برگ‌های قاعده به صورت طوقه‌ای، شانه‌ای فرد، دارای ۱۰-۵ جفت برگچه، برگچه‌ها دایره‌ای یا مستطیلی تا تخم‌مرغی، حاشیه اره‌ای عمیق، کلاپرک تقریباً کروی، میوه تخم‌مرغی، دارای چهار بال، چین‌دار و یا زگیل‌دار. توت‌روباهی گیاهان مرتعی خوشخوراک است که علاوه بر ارزش علوفه‌ای، ارزش حفاظتی برای خاک نیز دارد (۱۵).

علف‌شور *S. orientalis*

گیاهی بوته‌ای از خانواده اسفناجیان (*Chenopodiaceae*)، با کرک‌های زرد و شاخه‌های افقی کرک‌دار که شاخه‌های مسن گسترده روی زمین یا ایستاده و شاخه‌های جوان ترکه‌ای، سخت و شکننده‌اند. برگ‌ها متناوب، نخی شکل،

ویژگی‌های ریخت‌شناسی و آناتومی سه گونه جنس *Salsola* بیان‌کننده این است که افزایش شوری باعث ریزش برگ‌های پائینی، زرد و گوشتی شدگی برگ‌ها می‌گردد (۴۴).

نظر به افزایش دمای کره زمین و کاهش بارندگی ایران و همچنین شور شدن اراضی، انتخاب گیاهان با تحمل زیاد نسبت به شوری و خشکی در عرصه مراتع از اهمیت زیادی برخوردار است. در مراتع گرمسیری جنوب استان کهگیلویه و بویراحمد که در اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک واقع شده است در دهه‌های گذشته از گونه‌های غیر بومی از جمله گونه‌های جنس آتریپلکس و کهور جهت اصلاح و احیای مراتع استفاده شده است. گونه‌های غیر بومی به دلایل مختلف از جمله عدم تجدیدحیات طبیعی و تأثیرات منفی بر خاک و پوشش گیاهی بومی مشکلات فراوانی را همراه داشته است. بنابراین، باتوجه به موارد مذکور ضروری است تا با شناسایی گونه‌های گیاهی بومی مناسب که توانایی رویش در شرایط خاص بوم‌شناختی مناطق گرمسیری از جمله وجود شرایط خشکی و شوری را دارند، اقدامات لازم جهت احیای این مراتع برداشته شود، لذا تحقیق حاضر در راستای شناسایی گونه‌های مقاوم بومی به تنش‌های ذکر شده برای احیای پوشش گیاهی در راستای پروژه‌های زیستی و بیومکانیک انجام شد.

■ مواد و روش

منطقه مورد بررسی

برای شناسایی گونه‌های مقاوم نسبت به تنش‌های محیطی با رویکرد احیاء، اصلاح، حفاظت آب و خاک و تولید علوفه در مراتع قشلاقی استان کهگیلویه و بویراحمد که در مناطق گرمسیری جنوب غربی این استان واقع در شهرستان گچساران (شکل ۱) است، این تحقیق صورت گرفت. بر اساس تقسیم‌بندی اقلیمی دومارتن منطقه مورد مطالعه در اقلیم نیمه‌خشک واقع شده است. بر اساس آمار موجود میانگین بارندگی و دمای سالانه به ترتیب ۴۳۵/۶mm و ۲۲/۷°C است. از لحاظ خاک‌شناسی، دارای بافت متوسط (سیلتی متمایل به شنی) با تجمع مواد آهکی است. خاک این منطقه در طبقه تپه‌های کم ارتفاع، عمیق و نیمه‌عمیق قرار دارد (۱۷).

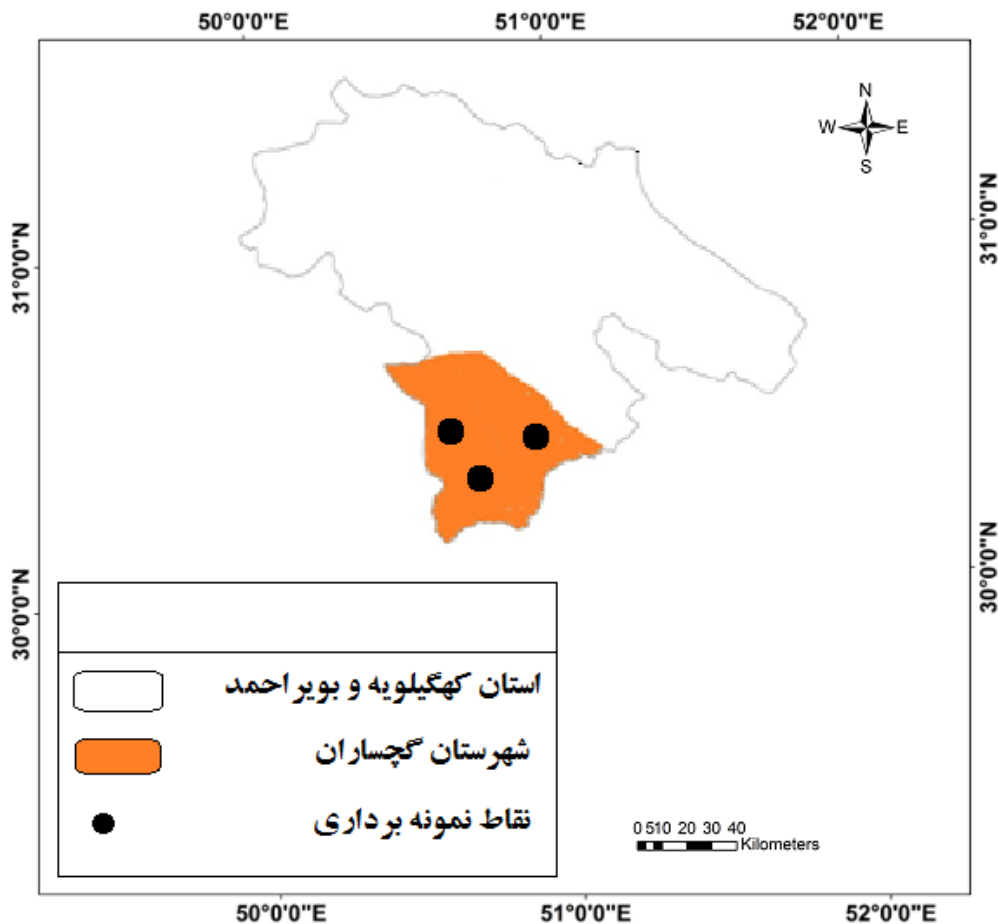
زده و ناقص در صورت وجود از مجموعه حذف شد.

عملیات آزمایشگاهی

برای بررسی جوانه‌زنی، بذور سه گونه انتخاب شده (قیچ، علف‌شور و توت‌روباهی) نسبت به سطوح مختلف شوری و خشکی در محیط آزمایشگاهی مورد مطالعه قرار گرفت. برای این منظور ابتدا بذرها از مناطق رویشی جمع‌آوری و بصورت جداگانه بررسی شدند. آزمایش نخست شامل شش سطح خشکی (۰، ۰/۳، ۰/۶، ۰/۹، ۱/۲، ۱/۵) -MP بود که این کار با استفاده از پلی‌اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ و بر اساس دستورالعمل‌های موجود انجام شد (۳۱). دیگر آزمایش این تحقیق شامل سطوح مختلف شوری (۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰ mM) بود. از کلرید سدیم برای اعمال تنش شوری استفاده شد (۲۲). تنش صفر در هر دو آزمایش خشکی و شوری با استفاده از آب مقطر انجام شد.

گسترده یا خمیده و گل‌ها منفرد یا در گلاذین سنبله‌ای قرار دارند. بال‌های احاطه کننده میوه کلیوی شکل و همپوش هستند. این گیاه از گونه‌های خوشخوراک مراتع قشلاقی مناطق استپی و نیمه‌استپی است که با بارندگی ۲۰۰ mm رویش می‌یابد و در مراتع با خاک کم‌عمق رشد می‌کند (۱۵).

با بررسی‌های میدانی و همچنین با کمک کارشناسان اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان و شهرستان گچساران، رویشگاه‌های طبیعی گونه‌های مذکور شناسایی شد. نمونه‌برداری از بذر گیاهان برای انجام آزمایش‌ها در زمان رسیدگی کامل آن‌ها در سال ۱۳۹۸ انجام گرفت. بذر گیاه توت‌روباهی از رویشگاه دشت گازال، علف‌شور از رویشگاه خَشو (خشاب) و بذر گیاه قیچ از رویشگاه درِیلا تهیه شد (شکل ۱). با استفاده از دست و الک، بذور جمع‌آوری شده، پاک شدند. سپس بذره‌های پوک، آفت



شکل ۱. موقعیت شهرستان گچساران در استان

جدول ۱. سیاهه برخی گونه‌های مهم مرتعی، مناطق خشک و نیمه خشک استان کهگیلویه و بویراحمد

ردیف	نام فارسی	نام علمی	تیره
۱	بهمن	<i>Stipa capensis</i> Thunb.	Poaceae
۲	یال اسبی	<i>Stipa barbata</i> Desf.	Poaceae
۳	جو وحشی	<i>Hordeum glaucum</i> Steud.	Poaceae
۴	یونجه	<i>Medicago polymorpha</i> L.	Papilionaceae
۵	گون	<i>Astragalus sieberi</i> DC.	Papilionaceae
۶	گون بادکنکی	<i>Astragalus fasciculifolius</i> Boiss.	Papilionaceae
۷	شبدر	<i>Trifolium clusii</i> Godron & Gren.	Papilionaceae
۸	علف شور	<i>Salsola Orientalis</i> S. G. Gmelin (= <i>Salsola rigida</i>)	Chenopodiaceae
۹	اسفناج وحشی	<i>Atriplex</i> Sp.	Chenopodiaceae
۱۰	هزارخار	<i>Cousinia multiloba</i> DC.	Asteraceae
۱۱	گل گندم	<i>Centaurea intricata</i> Boiss.	Asteraceae
۱۲	سنبله‌ای نقره‌ای	<i>Stachys byzantina</i> C. Koch	Lamiaceae
۱۳	قیچ	<i>Zygophyllum eurypterum</i> Boiss. & Buhse.	Zygophyllaceae
۱۴	توت‌روباهی	<i>Sanguisorba minor</i> L.	Rosaceae
۱۵	کلاه میرحسن	<i>Acantholimon eschkerence</i> Boiss. & Hausskn.	Plumbaginaceae

و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، طول گیاهچه و همچنین شاخص بنیه بذر آن‌ها بود. درصد جوانه‌زنی (۱) و سرعت جوانه‌زنی (۲۷) بر اساس روابط محاسبه شدند.

$$GP = \frac{\sum G}{N} \times 100 \quad (1)$$

GP: درصد جوانه‌زنی، G: تعداد بذور جوانه زده، N: تعداد کل بذور؛

$$GR = \sum_{i=1}^n \frac{Si}{Di} \quad (2)$$

GR: سرعت جوانه‌زنی؛ Si: تعداد بذور جوانه‌زده در هر شمارش، Di: تعداد روز تا شمارش nام، n: دفعات شمارش.

(۳) شاخص بنیه بذر = طول گیاهچه × درصد جوانه‌زنی نهایی

(۴) طول گیاهچه = طول ریشه‌چه + طول ساقه‌چه

تجزیه و تحلیل آماری

قبل از آنالیز، نرمال بودن توزیع داده‌ها با آزمون کولموگروف-اسمیرنوف کنترل شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS_{Ver.23} آنالیز شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون

قبل از انجام این آزمایش‌ها تیمارهایی برای شکست خواب بذر گونه‌های مختلف شامل: شاهد (آب مقطر)، خراش‌دهی پوسته بذر، اسید سولفوریک ۹۸٪ به مدت ۲۰ و ۴۰ min، خیساندن بذرها در نیترات پتاسیم با غلظت ۰٪/۲ به مدت ۷۲h، خیساندن بذرها در تیمار آب ۹۰°C به مدت ۱۰ min، اعمال و پس از شناسایی بهترین تیمار برای هر یک از گونه‌ها بر روی کلیه بذرها مورد استفاده در این آزمایش‌ها شکست خواب انجام شد. برای این منظور پتری‌دیش‌ها و بستر بذر (کاغذ واتمن) در آون به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۲۰°C استریل شدند. سپس ۲۰ عدد بذر با محلول هیپوکلرید سدیم ۱۰٪ (به مدت ۳۰ ثانیه) ضدعفونی گردید و پس از شستشو با آب مقطر، به داخل پتری‌دیش‌ها و بر روی کاغذ صافی انتقال داده شدند. برای تنش خشکی ۵ml پلی‌اتیلن‌گلیکول و برای تنش شوری ۵ml میلی‌لیتر کلرید سدیم به هر پتری‌دیش اضافه شد. به منظور حفظ غلظت شوری پتری‌دیش‌ها، محلول آن‌ها هر دو روز تعویض شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار انجام گردید. این کار در ژرمیناتور با دمای ۲۵°C صورت گرفت. طی یک دوره ۲۰ روزه هر روز بذره‌های جوانه‌زده که طول ریشه‌چه آن‌ها بیشتر از ۲mm بود شمارش گردید. موارد اندازه‌گیری شامل؛ درصد

خشکی به لحاظ درصد جوانه‌زنی در هر سه گونه اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. بطور کلی در شرایط تنش خشکی بیشترین درصد جوانه‌زنی در گونه قیچ و کمترین در گونه توت‌روباهی به دست آمد (شکل ۲).

مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد سرعت جوانه‌زنی همه گونه‌ها با افزایش تنش خشکی بطور معنی‌داری کاهش پیدا می‌کند. به طوریکه در هر سه گونه، بالاترین سرعت جوانه‌زنی در تیمار شاهد و کمترین سرعت جوانه‌زنی در سطح خشکی $1/5MP$ حاصل شد. از نظر سرعت جوانه‌زنی بین سه گونه تفاوت معنی‌داری وجود دارد. در سطوح پایین خشکی (شاهد، $0/3$ و $0/6 - MP$)، بیشترین سرعت جوانه‌زنی در گیاه توت-روباهی مشاهده می‌شود و در ادامه با افزایش سطح خشکی سرعت جوانه‌زنی گیاه قیچ بیشتر از توت‌روباهی می‌باشد. در همه سطوح کمترین سرعت جوانه‌زنی در گونه علف‌شور مشاهده شد (شکل ۳).

طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه

نتایج نشان داد با افزایش خشکی طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و طول گیاهچه هر سه گونه قیچ، علف‌شور و توت‌روباهی روند کاهشی داشت. این کاهش بین سطوح مختلف خشکی معنی‌دار است. تیمار شاهد بیشترین طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه و تیمار $1/5MP$ کمترین را دارد. همچنین بین سه گونه از نظر طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه تفاوت وجود دارد به طوریکه بیشترین طول اندام‌ها در گیاه توت‌روباهی و کمترین در گیاه علف‌شور مشاهده شد (شکل‌های ۴، ۵ و ۶).

تجزیه واریانس ANOVA استفاده شد. در صورت معنی‌دار بودن تفاوت مربوط به تیمارها، اختلاف میانگین مقادیر مختلف توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گرفت.

■ نتایج

نتایج تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد بین سطوح مختلف خشکی و شوری در تمامی صفت‌های اندازه‌گیری شده در گونه‌های مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($p < 0/01$). همچنین بین گونه‌های گیاهی و اثر متقابل خشکی-شوری و گونه اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ وجود دارد (جدول ۲).

تنش خشکی

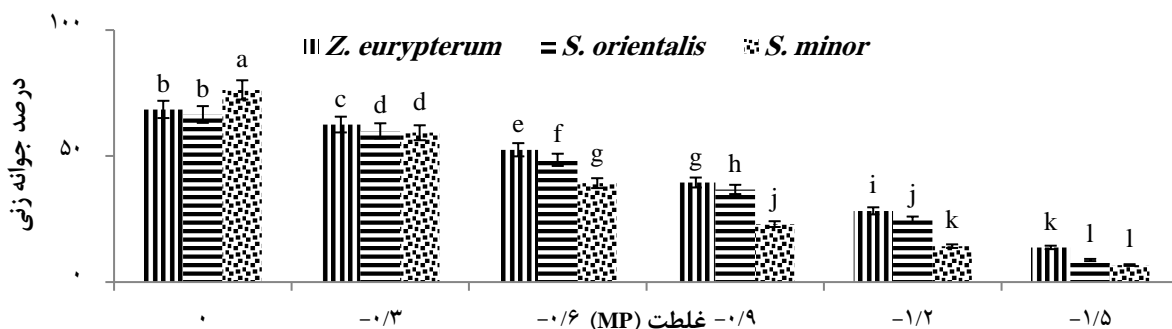
درصد و سرعت جوانه‌زنی

نتایج مقایسه میانگین به دست آمده از تأثیر سطوح مختلف خشکی نشان داد، با افزایش خشکی میزان جوانه‌زنی هر سه گونه بطور معنی‌داری کاهش پیدا می‌کند. در تیمار شاهد (بدون تنش) بیشترین درصد جوانه‌زنی در گونه توت-روباهی $76/25$ ٪ بدست آمد و در این شرایط بین درصد جوانه‌زنی گیاه قیچ و علف‌شور اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. به ترتیب کمترین و بیشترین درصد جوانه‌زنی در هر سه گونه در سطح خشکی $1/5MP$ و تیمار شاهد بدست آمد. درصد جوانه‌زنی بین گونه‌های قیچ و علف‌شور در تیمار $0/3MP$ اختلاف معنی‌داری ندارد ولی در این تیمار بین این گونه‌ها با گونه توت‌روباهی اختلاف معنی‌دار وجود دارد. با افزایش روند

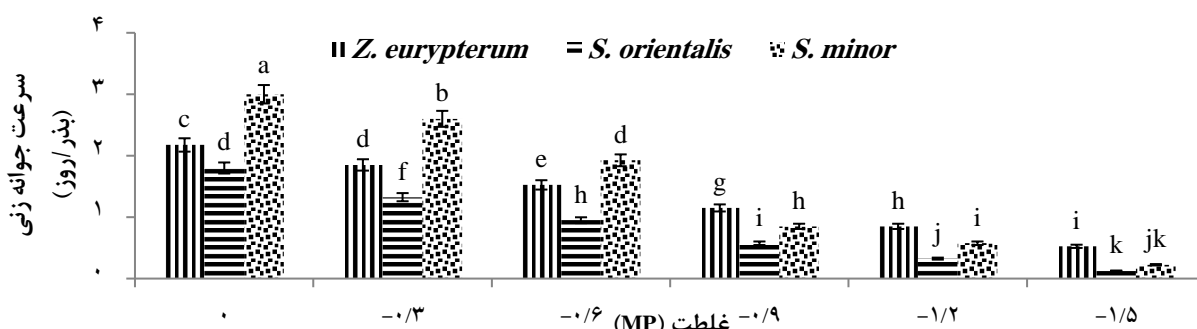
جدول ۲. تحلیل واریانس صفات بررسی شده (میانگین مربعات) گونه‌ها تحت تنش خشکی و شوری

منابع تغییر	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	طول گیاهچه	بنیه بذر
خشکی	۵	۲۳۷۳/۷۶۱**	۶۷۹/۹۲۴**	۳۷۲/۷۶۷**	۳۷۷/۲۹۸**	۴۰۱/۱۶۷**	۹۶۶/۳۸۵**
گونه	۲	۱۳۳/۲۵۳**	۲۶۴/۴۵۹**	۳۷۴/۵۷۴**	۴۲۹/۷۴۱**	۴۲۸/۷۲۲**	۳۶۸/۵۱۰**
خشکی*گونه	۱۰	۳۸/۶۲۰**	۳۴/۴۱۶**	۳۳/۰۵۱**	۴۱/۳۱۷**	۳۹/۴۲۷**	۱۳۳/۷۴۳**
خطا	۵۴	۲/۶۹۴	۰/۰۱۱	۰/۰۳۵	۰/۰۳۱	۰/۱۲۲	۳۵۲/۱۶۸
شوری	۵	۱۹۸۱/۵۵۵**	۸۵۳/۷۴۷**	۵۸۷/۸۷۲**	۵۵۰/۴۲۷**	۶۸۸/۳۸۳**	۱۲۰۷/۵۵۰**
گونه	۲	۲۲/۷۱۱**	۷۴/۵۱۵**	۳۷۱/۸۰۹**	۴۴۰/۹۱۰**	۴۹۰/۱۵۴**	۵۲۶/۶۳۰**
شوری*گونه	۱۰	۴۵/۷۱۶**	۱۸/۱۳۱**	۷۰/۰۷۳**	۸۱/۵۶۸**	۹۱/۰۰۵**	۱۸۵/۳۱۱**
خطا	۵۴	۳/۶۰	۰/۰۰۹	۰/۰۲۳	۰/۰۲۲	۰/۰۷۳	۲۷۷/۷۴۸

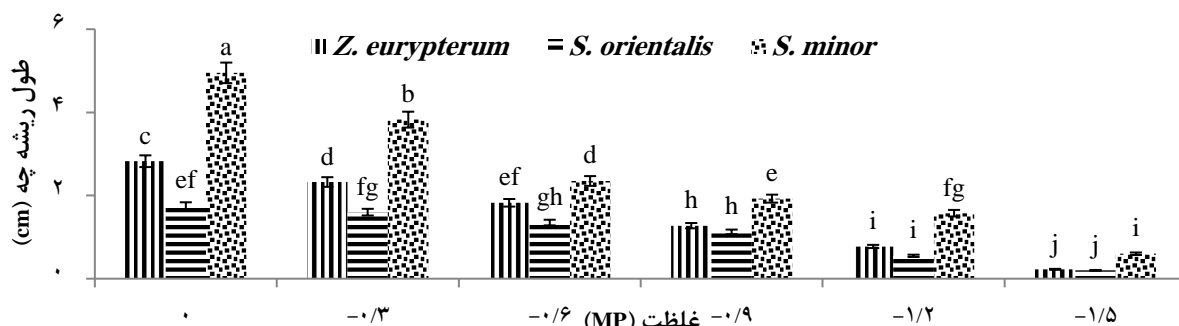
**وجود تفاوت معنی‌دار بین تیمارها در سطح ۱٪



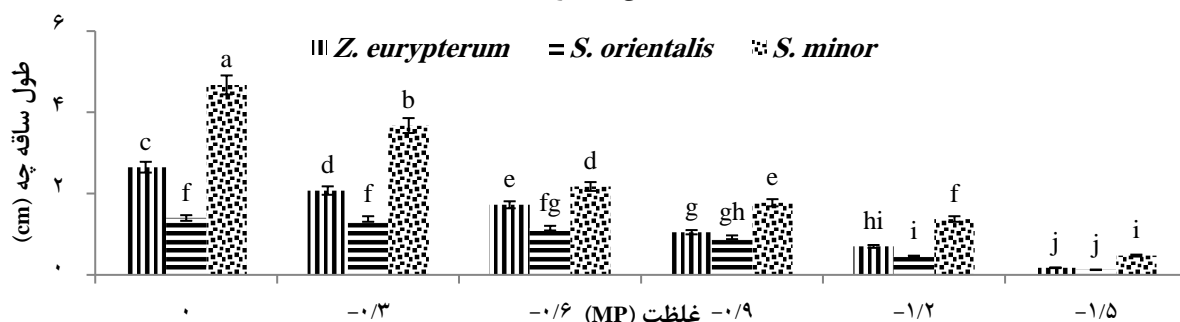
شکل ۲. تأثیر سطوح مختلف خشکی بر درصد جوانه زنی گونه‌های مورد بررسی (حروف مختلف و بار به ترتیب بیانگر معنی دار بودن اختلاف میانگین و انحراف معیار است)



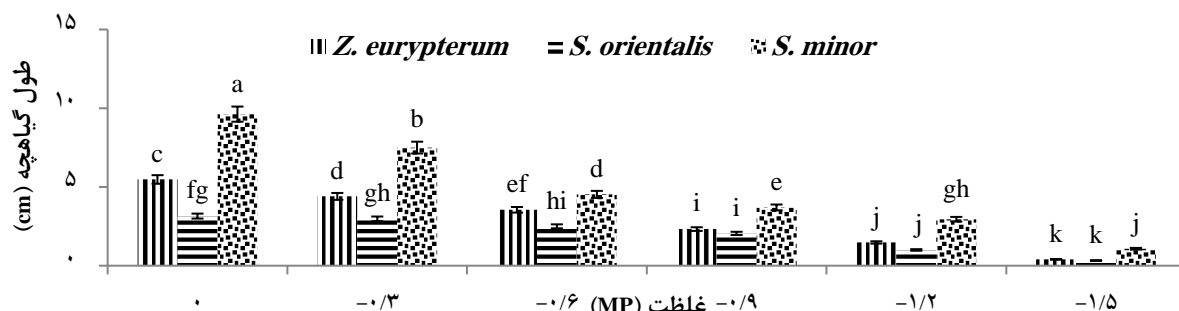
شکل ۳. تأثیر سطوح مختلف خشکی بر سرعت جوانه زنی گونه‌های مورد بررسی (حروف مختلف و بار به ترتیب بیانگر معنی دار بودن اختلاف میانگین و انحراف معیار است)



شکل ۴. تأثیر سطوح مختلف خشکی بر طول ریشه چه گونه‌های مورد بررسی (حروف مختلف و بار به ترتیب بیانگر معنی دار بودن اختلاف میانگین و انحراف معیار است)



شکل ۵. تأثیر سطوح مختلف خشکی بر طول ساقه چه گونه‌های مورد بررسی (حروف مختلف و بار به ترتیب بیانگر معنی دار بودن اختلاف میانگین و انحراف معیار است)



شکل ۶. تأثیر سطوح مختلف خشکی بر طول گیاهچه گونه‌های مورد بررسی (حروف مختلف و بار به ترتیب بیانگر معنی‌دار بودن اختلاف میانگین و انحراف معیار است)

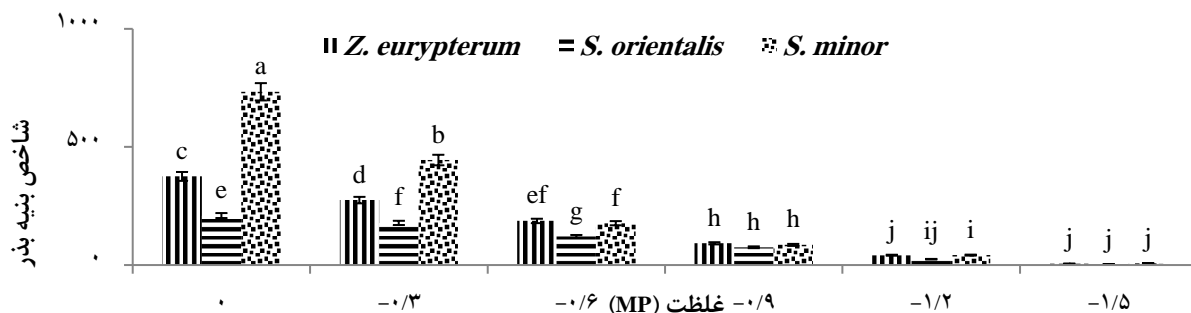
شاخص بنیه‌بذر
نتایج نشان داد شاخص بنیه‌بذر در تیمارهای مختلف خشکی تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد دارد. با افزایش سطح خشکی مقادیر مربوط به این شاخص کاهش یافت. همچنین بین سه گونه قیچ، علف‌شور و توت‌روباهی در تیمارهای شاهد، -۰/۳ و -۰/۶ MP اختلاف معنی‌داری به لحاظ شاخص بنیه‌بذر وجود داشت ولی در سایر تیمارهای خشکی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۷). همانطور که در شکل ۷ مشاهده می‌شود، در سطوح پایین خشکی (شاهد و -۰/۳MP) بیشترین شاخص بنیه‌بذر متعلق به

گیاه توت‌روباهی می‌باشد اما با افزایش سطوح خشکی شرایط تغییر می‌کند به‌طوری‌که در سطوح خشکی -۰/۶ بیشترین شاخص بنیه‌بذر در گیاه قیچ مشاهده می‌شود.

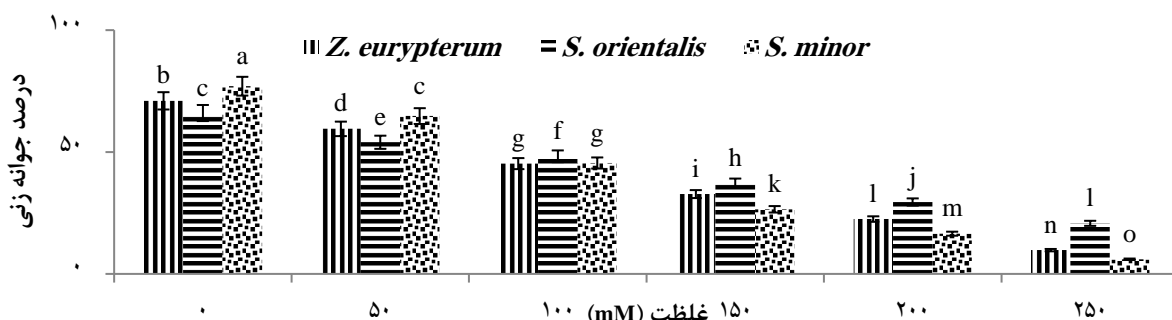
تنش شوری

درصد و سرعت جوانه‌زنی

مقایسه میانگین‌ها نشان داد بین همه سطوح شوری در گونه‌های بررسی‌شده از نظر درصد جوانه‌زنی تفاوت معنی‌داری وجود دارد. درصد جوانه‌زنی در تیمار شاهد در مقایسه با سایر تیمارها در بیشترین میزان خود بود و در سطح شوری -mM ۲۵۰ کمترین درصد جوانه‌زنی بدست آمد (شکل ۸).



شکل ۷. تأثیر سطوح مختلف خشکی بر شاخص بنیه‌بذر گونه‌های مورد بررسی (حروف مختلف و بار به ترتیب بیانگر معنی‌دار بودن اختلاف میانگین و انحراف معیار است)



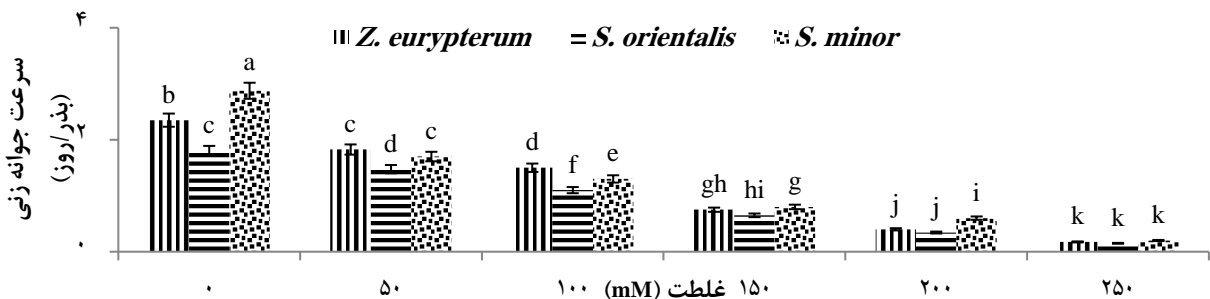
شکل ۸. تأثیر تیمارهای مختلف شوری بر درصد جوانه‌زنی بذور گونه‌های مورد بررسی (حروف مختلف و بار به ترتیب بیانگر معنی‌دار بودن اختلاف میانگین و انحراف معیار است)

سطوح شوری ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ mM وجود دارد ولی در سطوح شوری ۲۰۰ و ۲۵۰ mM اختلاف معنی داری از این نظر در هر در سه گونه مشاهده نشد (شکل ۹).

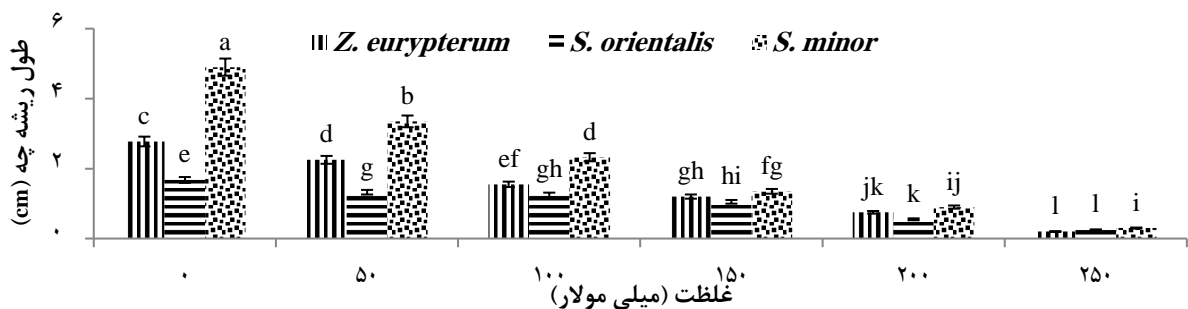
طول ریشه چه، ساقه چه و گیاهچه

مقایسه میانگین نشان داد که با افزایش شوری، صفات طول ریشه چه، طول ساقه چه و طول گیاهچه گونه های مورد مطالعه کاهش پیدا کرد که این کاهش بین تمامی سطوح مختلف شوری معنی دار بود. تیمار شاهد بیشترین طول ریشه چه، ساقه چه و گیاهچه و تیمار ۲۵۰ mM شوری کمترین مقدار بود (شکل های ۱۰، ۱۱ و ۱۲).

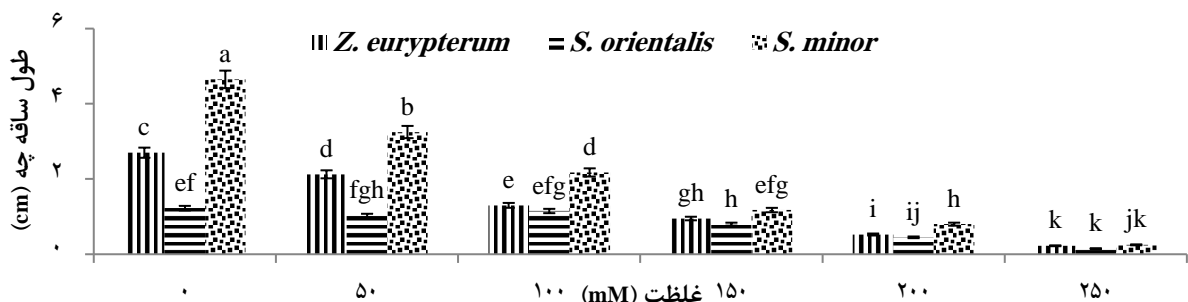
نتایج به دست آمده از تأثیر سطوح مختلف شوری نشان داد، با افزایش شوری میزان جوانه زنی هر سه گونه بطور معنی داری کاهش پیدا کرد. در شرایط بدون تنش (تیمار شاهد) بیشترین درصد جوانه زنی در گونه توت روباهی (۰.۷۷) بدست آمد. زمانی که شوری افزایش یابد بیشترین و کمترین درصد جوانه زنی به ترتیب در گیاه علف شور و توت روباهی مشاهده شد. مقایسه میانگین ها نشان داد سرعت جوانه زنی با افزایش تنش شوری بطور معنی داری کاهش پیدا کرد. به طوری که در هر سه گونه، بالاترین سرعت جوانه زنی در تیمار شاهد و کمترین در شوری ۲۵۰ mM حاصل شد. از نظر سرعت جوانه زنی بین سه گونه تفاوت معنی داری در تیمار شاهد و



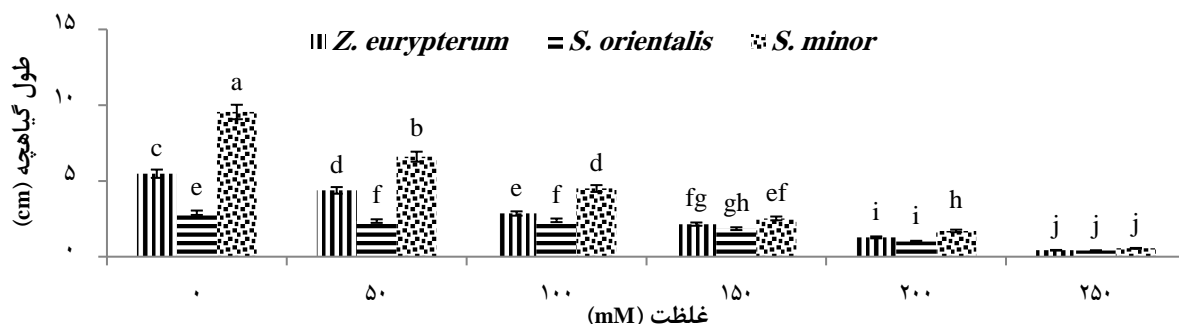
شکل ۹. تأثیر تیمارهای مختلف شوری بر سرعت جوانه زنی بذر گونه های مورد بررسی (حروف مختلف و بار به ترتیب بیانگر معنی دار بودن اختلاف میانگین و انحراف معیار است)



شکل ۱۰. تأثیر تیمارهای مختلف شوری بر طول ریشه چه گونه های مورد مطالعه (حروف مختلف و بار به ترتیب بیانگر معنی دار بودن اختلاف میانگین و انحراف معیار است)



شکل ۱۱. تأثیر تیمارهای مختلف شوری بر طول ساقه چه گونه های مورد بررسی (حروف مختلف و بار به ترتیب بیانگر معنی دار بودن اختلاف میانگین و انحراف معیار است)



شکل ۱۲. تأثیر تیمارهای مختلف شوری بر طول گیاهچه گونه‌های مورد بررسی (حروف مختلف و بار به ترتیب بیانگر معنی‌دار بودن اختلاف میانگین و انحراف معیار است)

ایران در اقلیم خشک و نیمه‌خشک واقع شده است. این مناطق دارای خاک‌های شور و قلیایی می‌باشد، این نوع خاک‌ها رشد، تولید و همچنین زادآوری گیاهان مرتعی را تحت شعاع قرار می‌دهد (۱۶). شوری فرآیندهای متابولیکی مهم در سلول‌های گیاهی را مختل می‌کند. در این راستا فعالیت‌های ریبوزوم، واکنش‌های آنزیمی و سنتز پروتئین و همچنین عدم تعادل یونی را ایجاد می‌کند (۲، ۶).

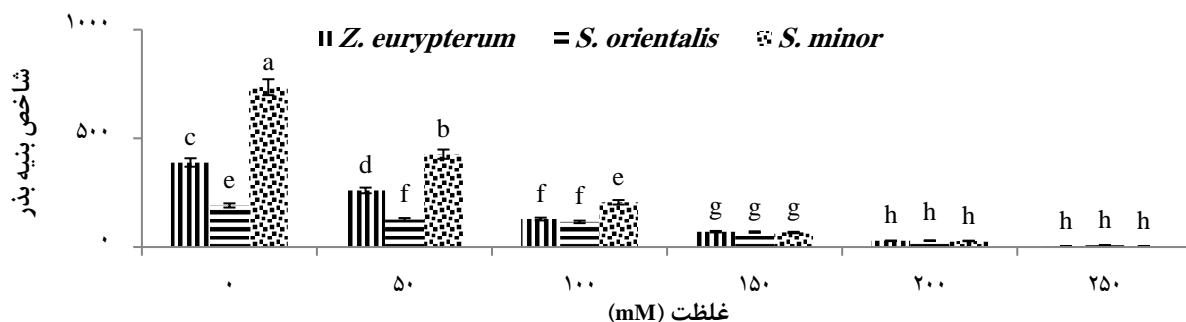
برای مدیریت مناسب عرصه‌های طبیعی شناخت گیاهان مقاوم به تنش‌های موجود برای احیاء و اصلاح مراتع از اقدامات ضروری می‌باشد. بر اساس نتایج حاصل از تحقیق حاضر، با افزایش سطوح شوری و خشکی از میزان جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ها کاسته شد. بطوریکه کمترین بیشترین درصد جوانه‌زنی در هر سه گونه قیچ، علف‌شور و توت‌روباهی در سطح خشکی ۱/۵MP- و تیمار شاهد بدست آمد. بیشترین درصد جوانه‌زنی در تیمار شاهد و کمترین در تیمار ۲۵۰mM بدست آمد.

شاخص بنیه‌بذر

شاخص بنیه‌بذر در هر سه گونه قیچ، علف‌شور و توت‌روباهی با افزایش شوری روند کاهش داشت و این کاهش در تمامی سطوح معنی‌دار بود. بین گونه‌ها در سطوح شوری ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰mM اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. بیشترین شاخص بنیه‌بذر در تیمار شاهد و کمترین آن در تیمار ۲۵۰mM شوری حاصل شد. در تیمار شاهد و شوری با غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰mM بیشترین شاخص بنیه‌بذر در گیاه توت‌روباهی و سپس در گونه قیچ مشاهده شد. در هر سه تیمار مذکور گونه علف‌شور به لحاظ شاخص بنیه‌بذر در رده سوم قرار دارد (شکل ۱۳).

بحث و نتیجه‌گیری

از مهم‌ترین مشکلات محیط‌زیست در دنیا مسائلی مربوط به شوری و خشکی می‌باشد که این تنش‌ها از عوامل اساسی محدودکننده رشد گیاهان به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک است (۱۸، ۲۴، ۳۵). بخش وسیعی از مراتع



شکل ۱۳. تأثیر تیمارهای مختلف شوری بر شاخص بنیه‌بذر گونه‌های مورد بررسی (حروف مختلف و بار به ترتیب بیانگر معنی‌دار بودن اختلاف میانگین و انحراف معیار است)

جوانه‌زنی، اثرات سمی اسمزی املاح موجود در محلول شوری می‌باشد. افزایش فشار اسمزی که در اثر افزایش شوری ایجاد می‌گردد، باعث ایجاد مسمومیت در بذر می‌شود و از جوانه‌زنی جلوگیری می‌کند (۱۳). از دیگر صفتهای مهم بررسی شده گیاهان حاضر در این تحقیق شاخص بنیه بذر بود. این شاخص در هر سه گونه قیچ، علف‌شور و توت‌روباهی با افزایش شوری روند کاهشی دارد و این کاهش در تمامی سطوح معنی‌دار می‌باشد. بیشترین مقدار این شاخص در همه گونه‌ها در تیمار شاهد و کمترین آن در تیمار ۲۵۰ mM شوری به دست آمد که نشان از تأثیر منفی شوری بر شاخص بنیه‌بذر دارد. بر اساس نظر متخصصین از دلایل مهم اختلال در رشد گیاه بوسیله تنش شوری، وجود غلظت بالای نمک که باعث کاهش جذب بذر می‌شود (۱۱). در شرایط تنش خشکی بیشترین درصد و سرعت جوانه‌زنی در گونه قیچ و کمترین درصد جوانه‌زنی در گونه توت‌روباهی و کمترین سرعت جوانه‌زنی در علف‌شور مشاهده شد. همچنین بین سه گونه از نظر طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه تفاوت وجود دارد به‌طوری‌که بیشترین طول اندام‌ها در گیاه توت‌روباهی و کمترین در گیاه علف‌شور مشاهده شد. نتایج محققان (۳۵) بر روی جوانه‌زنی بذر گونه‌های *S. dendroides* و *S. richteri rigida* تحت تنش خشکی نشان داد، بیشینه جوانه‌زنی در پتانسیل ۰/۳ MP - اتفاق می‌افتد. بنابراین با کاهش مقدار پتانسیل آب، جوانه‌زنی بطور معنی‌داری کاهش می‌یابد که با نتایج حاضر هم راستا می‌باشد. همچنین نتایج محققان بر روی گیاه توت‌روباهی (۴۷) نشان دهنده کاهش صفات گیاهی بررسی شده در اثر تنش‌های وارده شوری و خشکی می‌باشد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که خشکی باعث اثرات منفی بر گونه‌های گیاهی بخصوص در سطوح بالا بوده است. تنش خشکی موجب ایجاد پیامدهای مختلف مولکولی، مورفولوژیکی، اکولوژیکی و بیوشیمیایی می‌شود که به ویژگی‌های فیزیولوژیکی و فرآیندهای گیاهان آسیب وارد می‌کند (۳۹). نتایج حاکی از آن است، غلظت زیاد پلی‌اتیلن گلیکول توانسته محیط نامناسبی را برای جوانه‌زنی بذور فراهم آورد، بطوریکه با افزایش خشکی صفات جوانه‌زنی روند کاهشی نشان دادند. از دلایل مهم کاهش جوانه‌زنی

گیاه علف‌شور در سطوح شوری بالا بیشترین درصد جوانه‌زنی را نسبت به سایر گونه‌ها داشته و کمترین درصد جوانه‌زنی متعلق به گونه توت‌روباهی بود. محققین در زمینه تاثیر شوری بر جوانه‌زنی و بازیابی بذر *S. rigida* بیان کردند، این گونه دارای مقاومت خوبی نسبت به تنش‌های اعمال شده است که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد (۳۸). نتایج محققان قبلی در زمینه اثر شوری بر ویژگی‌های گیاه توت‌روباهی نشان داد که با افزایش تنش شوری، صفات رویشی گیاه به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد که با نتایج پژوهش حاضر هم راستا می‌باشد (۳۳). با ورود نمک به داخل بذر، پتانسیل آب بذر کاهش می‌یابد. وقتی نمک وارد بذر می‌شود، اثر سمی بر بافت، آسیب DNA، اختلال در عملکرد آنزیم و غیره را برای گیاه به همراه دارد (۵)، لذا قابلیت جوانه‌زدن آن را کاهش می‌دهد. در بین اندام‌های مختلف گیاه، ریشه به دلیل ارتباط مستقیم بیشتر از سایر اندام‌ها در معرض تنش شوری است. ریشه نقش فیلتری و کنترل عبور یون‌ها را برعهده دارد و موجب ایجاد تعادل بین یون‌ها برای فعالیت‌های سلولی می‌شود (۲۱). مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد صفات بررسی شده از جمله؛ سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه در اثر تنش شوری روند کاهشی معنی‌داری دارد. بطوریکه در هر سه گونه، بیشترین مقادیر صفات مذکور در تیمار شاهد و کمترین در تیمار شوری ۲۵۰ mM بدست آمد. بر اساس نتایج تحقیق حاضر در همه گونه‌های بررسی شده اندام هوایی گیاهچه‌ها تحت تأثیر غلظت‌های بالای شوری قرار گرفته‌اند، در این زمینه محققان (۴۰) بیان کردند، شوری زیاد موجب اختلال در بافت‌ها و متابولیسم ساقه می‌شود. محققین بر این باور هستند، شوری باعث تأثیری که بر ریشه می‌گذارد، باعث کاهش ظرفیت جذب آب و مواد غذایی می‌شود (۲۰). نتایج نشان داد که پاسخ گیاهان به تنش شوری بسته به گونه گیاهی متفاوت است. افزایش شوری در گونه‌های مورد مطالعه باعث ایجاد محیطی نامساعد برای جوانه‌زنی بذرها شده است. در هر سه گونه مورد بررسی در اثر افزایش سطوح شوری، درصد جوانه‌زنی کاهش یافت و کمترین درصد جوانه‌زنی مربوط به سطح شوری ۲۵۰ mM بود. می‌توان بیان کرد از دلایل مهم کاهش

بطور کلی نتایج مطالعه اثر تنش خشکی بر جوانه‌زنی و مولفه‌های رشد گونه‌های مورد مطالعه نشان داد که غلظت‌های زیاد خشکی می‌تواند بر شاخص‌های جوانه‌زنی گونه‌های توت‌روباهی، قیچ و علف‌شور تاثیر متفاوتی بگذارد. نظر به نتایج حاصله در بین گونه‌های مورد مطالعه می‌توان مقاوم‌ترین گونه به خشکی را گیاه قیچ و حساس‌ترین را گونه توت‌روباهی نام برد. در این راستا واکنش گونه علف‌شور به تنش خشکی از نظر جوانه‌زنی نسبت به دو گونه دیگر حالت بینابین می‌باشد. در زمینه تأثیر شوری بر گونه‌های مورد مطالعه می‌توان بیان کرد، افزایش شوری کاهش جوانه‌زنی در گونه‌های مورد مطالعه را به همراه داشته است. در شرایط تنش شوری در هر سه گونه جوانه‌زنی در تیمار شاهد در مقایسه با دیگر تیمارها در بیشترین میزان خود بود و در سطح شوری ۲۵۰mm کمترین میزان بدست آمد. در شرایط شوری زیاد بیشترین جوانه‌زنی در گونه علف‌شور و کمترین در گونه توت‌روباهی مشاهده می‌شود، لذا می‌توان گفت گیاه علف‌شور متحمل‌ترین گونه نسبت به شوری و پس از آن گونه قیچ از نظر مقاوت به شوری در رده دوم قرار دارد. با توجه به اینکه گونه‌های مورد مطالعه در این تحقیق از گونه‌های مرتعی بومی و شاخص جنوب استان کهگیلویه و بویراحمد می‌باشد، لذا نتایج این تحقیق و استفاده از گونه‌های بررسی شده، برای کاربرد در پروژه‌های بیولوژیک پیشنهاد می‌شود.

■ سپاسگزاری

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند مراتب تشکر و قدردانی را از سازمان جهادکشاورزی استان کهگیلویه و بویراحمد بخاطر حمایت مالی پژوهش حاضر و سایر افراد یاری‌دهنده برای انجام پژوهش، اعلام نمایند.

■ References

1. Agarwal, P.K., (1995). *Techniques in seed (science and technology)*. New Delhi: South Asian Publishers.
2. Alkharabsheh, H.M., Seleiman, M.F., Hewedy, O.A., Battaglia, M.L., Jalal, R.S., Alhammad, B.A., Schillaci, C., Ali, N., & Al-Doss, A. (2021). Field crop responses and management strategies to mitigate soil salinity in modern agriculture: a review. *Agronomy* 11(11), 1-22. DOI: org/10.3390/agronomy11112299

بذور در اثر تنش وارده بوسیله خشکی می‌توان به کاهش جذب آب توسط بذرها اشاره کرد. اگر جذب آب توسط بذر کاهش یابد و عبارتی دچار اختلال شود، فعالیت‌های سوخت‌سازی جوانه‌زنی زیر تأثیر قرار می‌گیرد. از سوی دیگر خشکی با تأثیر بر ساختمان آلی جنین، جوانه‌زنی را دچار اختلال می‌کند (۲۹). بذرها برای انجام فرآیند جوانه‌زنی، نیاز به آب کافی دارند. مواد محلول مثل پلی‌اتیلن گلیکول در محیط کشت سبب کاهش جذب آب توسط بذر می‌شود که باعث تأخیر و یا توقف جوانه‌زنی می‌شوند (۴۵). محدودیت جذب آب توسط بذر در شرایط تنش خشکی باعث تأثیر بر انتقال ذخایر بذر و سنتز پروتئین‌های جنین می‌شود که می‌توان بیان کرد این مهم از دلایل اصلی کاهش میزان جوانه‌زنی است (۱۲). از اندام‌های مهمی که تحت تأثیر منفی تنش‌های محیطی قرار گرفته است، عدم رشد مناسب ساقچه‌چه می‌باشد، به نظر می‌رسد از دلایل کاهش ساقچه‌چه در این شرایط بر اساس نظر پژوهشگران، کاهش یا عدم انتقال مواد غذایی از لپه‌ها به جنین باشد (۴۳). در این زمینه پژوهشگران با بررسی اثر تنش خشکی ناشی از پلی‌اتیلن گلیکول بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های *arietinum Cicer* دریافتند که با کاهش پتانسیل آب طول ساقچه‌چه و ریشه‌چه بصورت معنی‌داری کاهش می‌یابد (۲۶). در اثر خشکی جذب آب بوسیله بذر کاهش می‌یابد که باعث افت سرعت فعالیت‌های متابولیکی بذر و از سوی دیگر کاهش ترشح هورمون‌ها و فعالیت آنزیم‌ها می‌شود، که باعث اختلال در رشد رویشی گیاهچه شده است، در نتیجه گیاهان در پاسخ به تنش خشکی پژمرده می‌شوند (۱۰). نتایج مشابهی توسط سایر محققان گزارش شده است (۹).

3. Amoaghaei, R. (2014). The effect of some hormones and nitrogenous compounds on capacity, velocity and synchrony of germination of *Zygophyllum atriplicoides* seeds under salinity stress. *Journal of Plant Research*, 26(4), 465-475. DOI: 20.1001.1.23832592.1392.26.4.9.6 [In Persian]
4. Andalibi, B., Mohammadi Azar, M., esmailpour, B., & shekari, F. (2021). Study on effects of salicylic acid and nanosilicon on some morphophysiological characteristics and essential oil of *Lallemantia iberica* (M.B.) Fisch. & C.A. Mey. under salinity stress. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 37(2), 364-380. DOI: org/10.22092/ijmapr.2021.353581.2943 [In Persian]
5. Angon, P.B., Mondal, Sh., Akter, Sh., Arif Sakil, M., & Abdul Jalil, M. (2023). Roles of CRISPR to mitigate drought and salinity stresses on plants. *Plant Stress*, 8, 1-10. DOI:org/10.1016/j.stress.2023.100169
6. Arif, Y., Singh, P., Siddiqui, H., Bajguz, A., & Hayat, S, (2020). Salinity induced physiological and biochemical changes in plants: an omic approach towards salt stress tolerance. *Plant Physiol. Biochem.* 156, 64–77. DOI: 10.1016/j.plaphy.2020.08.042
7. Aryal, J.P., Sapkota, T.B., Khurana, R., Khatri-Chhetri, A., Rahut, D.B., & Jat, M.L. (2020). Climate change and agriculture in South Asia: adaptation options in smallholder production systems. *Environment, Development and Sustainability*. 22(6), 5045–5075. DOI: https://doi.org/10.1007/s10668-019-00414-4
8. Billah, M., Aktar, S., Brestic, M., Zivcak, M., Khaldun, A.B.M., Uddin, M.S., Bagum, S.A., Yang, X., Skalicky, M., & Mehari, T.G. (2021). Progressive genomic approaches to explore drought-and salt-induced oxidative stress responses in plants under changing climate. *Plants* 10(9), 1-34. DOI: org/10.3390/plants10091910
9. Boroumand Rezazadeh, Z., & Koocheki, A. (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(6), 207-217. DOI: 10.22067/GSC.V3I2.1304 [In Persian]
10. Corso, D., Delzon, S., Lamarque, L.J., Cochard, H., Torres-Ruiz, J.M., King, A., & Brodribb, T. (2020). Neither xylem collapse, cavitation, or changing leaf conductance drive stomatal closure in wheat. *Plant, Cell Environment*. 43 (4), 854–865. DOI: org/10.1111/pce.13722
11. Debez, A., Ben Slimen, I.D., Bousselmi, S., Atia, A., Farhat, N., El Kahoui, S., & Abdelly, C. (2020). Comparative analysis of salt impact on sea barley from semi-arid habitats in Tunisia and cultivated barley with special emphasis on reserve mobilization and stress recovery aptitude. *Plant Biosystems*. 154 (4), 544–552. DOI: org/10.1080/11263504.2019.1651777
12. Dodd G.L., & Donovan L.A. (1999). Water potential and ionic effects on germination and seedling growth of two cold desert shrubs. *American Journal of Botany*, 86, 1146-1153.
13. Fenando, E.P., Boero, C., Gallardo, M., & Gonzalez, J. (2000). Effect of NaCl on germination, growth, and soluble sugar content in *Chenopodium quinona* seeds. *Botanical. Bulletin of Academia Sinica*, 41, 27-34.
14. Gholamnia, A., Mosleh Arany, A., sodaeizadeh, H., Tarkesh Esfahani, S., & Ghasemi, S. (2021). The effects of salinity and heat stress on some physiological and vegetative characteristics of peppermint (*Mentha piperita* L.) at different time intervals. *Iranian Journal of Plant Biology*, 13(2), 39-52. DOI: 10.22108/IJPB.2021.127818.1243 [In Persian]

15. Hakimi Meibodi, M.H., & Sadeghinia, M. (2009). *Range Plant Identification of Iran*. Tehran: Academic Publishing Center. [In Persian]
16. Hasegawa, P.M., Bressan, R.A., Zhu, J.K., & Bohnert, H.J. (2000). Plant cellular and molecular responses to high salinity. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 51, 463-499. DOI: 10.1146/annurev.arplant.51.1.463
17. Heshmati, G.H.A., & karimian, V. (2016). Comparing Ecological Functions of Northern and Southern landscapes of Darehkonari Khashab rangeland. Gachsaran County. *Journal of Range and Watershed Management*, 69(3), 575-585. DOI: org/10.22059/jrwm.2016.61499 [In Persian]
18. Hussain, S., Shaukat, M., Ashraf, M., Zhu, C., Jin, Q., & Zhang, J. (2019). Salinity stress in arid and semi-arid climates: Effects and management in field crops. *Climate Change and Agriculture*. 13. DOI: 10.5772/intechopen.87982
19. Isayenkov, S. V., & Maathuis, F. J. (2019) Plant salinity stress: many unanswered questions remain. *Frontiers in Plant Science*, 10: 1-11. DOI: 10.3389/fpls.2019.00080
20. Jamil, M., Deog, B.L., Kwang, Y.J., Ashraf, M., Sheong, C.L., & Euishik, R. (2006). Effect of salt (NaCl) stress on germination and early seedling growth of four vegetables species. *Journal of Arid Environments*, 7(2), 273-281.
21. Kafi, M., Barzoui, A., Salehi, M., Kamandi, A., Maesoumi, A. & Nabati, J., (2009). *Physiology of environmental stresses in plants*. Mashhad: Publications of Academic Jahad. [In Persian]
22. Karimi, Gh., Heidari sharif abad, H., & Assareh, M. H. (2005). The Effects of salinity stress on seed germination, seedling growth and proline content in *Atriplex verrucifera*. *Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, 12(2), 419-432. DOI:10.22092/IJRFPGR.2005.115400 [In Persian]
23. Kocheiki, A., & Soltani, A. (2001). *Principles and operations of agriculture in arid area*. Publication of Agricultural Education. [In Persian]
24. Kumar, V., Joshi, S., Pant, N.C., Sangwan, P., Yadav, A.N., Saxena, A., & Singh, D. (2019). *Molecular approaches for combating multiple abiotic stresses in crops of arid and semi-arid region*. Molecular Approaches in Plant Biology and Environmental Challenges. Springer.
25. Ma, Y., Dias, M.C., & Freitas, H. (2020). Drought and salinity stress responses and microbe-induced tolerance in plants. *Frontiers in Plant Science*. 11, 1-18. DOI: 10.3389/fpls.2020.591911
26. Macar, T.K., Turan, O., & Ekmekci, Y. (2009). Effects of water deficit induced by PEG and NaCl on chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars and lines at early seedling stages. *Scientific Research*, 22(1), 5-14.
27. Maguirw, I.D. (1962). Speed of germination arid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crops Science*, 2, 176-177. DOI: org/10.2135/cropsci1962
28. Malhi, G.S., Kaur, M., & Kaushik, P. (2021). Impact of climate change on agriculture and its mitigation strategies: a review. *Sustainability*, 13 (3), 1318. 2-21. DOI: org/10.3390/su13031318
29. Marchner, H., (1995). *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Second reprint. Academic Press.
30. Mass, E.V. (1986). Salt tolerant of plants. *Agricultural Research*, 1, 12-26. DOI: 10.1061/9780784411698.ch13
31. Michel, B. E., & Kaufman, M. R. (1973). The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. *Plant Physiology*, 51(5), 914-916. DOI:10.1104/pp.51.5.914

32. Mousavi Kani, T., Kartoolinejad, D., Bahrami, Z., Zolfaghari, A.A., & Nikouee, E. (2022). The effect of mesoporous titanium dioxide nanoparticles on germination traits of black saxaul seeds (*Haloxylon aphyllum*) under drought stress. *Iranian Journal of Seed Research*, 9(1), 43-57. DOI: 10.52547/yuj.9.1.43 [In Persian]
33. Nadali, H., Tadayyon, A., & Tadayyon, M.R. (2013). Effect of salinity on morphological and physiological characteristics of different ecotype of salad burent (*Poterium sanguisorba* L.) at the germination and vegetative stages. *Desert Ecosystem Engineering Journal*, 2(2), 25-36. [In Persian]
34. Oraee, T., Shoor, M., Tehranifar, A., Nemati, H., & Oraee, A. (2022). Effect of soil modifiers on hollyhock plants (*Alcea rosea* L.) under drought stress. *Plant Process and Function*, 11(47), 231-247. DOI: 20.1001.1.23222727.1401.11.47.12.1 [In Persian]
35. Pandey, B. R., Burton, W. A., Salisbury, P. A., & Nicolas M. E. (2017). Comparison of osmotic adjustment, leaf proline concentration, canopy temperature and root depth for yield of *Juncea canola* under terminal drought. *Journal Agronomy Crop Science*, 203(5), 397-405 DOI: org/10.1111/jac.12207
36. Passandideh, M., Rajaei, M., & Zeinalzadeh-Tabrizi, H. (2023). Effect of some plant growth biostimulants on increasing canola (*Brassica napus* L.) tolerance to drought stress. *Environmental Stresses in Crop Sciences*, 15(4), 1023-1035. DOI: org/10.22077/escs.2021.4209.1988 [In Persian]
37. Rafatpoor, Sh., & Shahriari, A. (2013). Effects of priming and sodium chloride on the germination and seedling growth of *Zygophyllum atriplicoides*. *Journal of Desert Ecosystem Engineering*, 2(2), 15-24. [In Persian]
38. Sabzi, M., Naseri, H.R., Azarnivand, H., & Jafari, M. (2014). The effect of different salinity levels on germination and seed recovery of three range species of the Markazi Province (*Salsola rigida*, *Kochia prostrata*, *Eurotia ceratoides*). *Journal of Seed research*, 4(1), 66-75. [In Persian]
39. Seleiman, M.F., Al-Suhaibani, N., Ali, N., Akmal, M., Alotaibi, M., Refay, Y., Dindaroglu, T., Abdul-Wajid, H.H., & Battaglia, M.L. (2021). Drought stress impacts on plants and different approaches to alleviate its adverse effects. *Plants*, 10 (2), 1-25. DOI: org/10.3390/plants10020259
40. Shabala, L., Zhang, J., Pottosin, I., Bose, J., Zhu, M., Fuglsang, A.T., Velarde-Buendia, A., Massart, A., Hill, C.B., & Roessner, U. (2016). Cell-type-specific H⁺-ATPase activity in root tissues enables K⁺ retention and mediates acclimation of barley (*Hordeum vulgare*) to salinity stress. *Plant Physiology*. 172 (4), 2445–2458. DOI: org/10.1104/pp.16.01347
41. Shahraki, A. S., Shahraki, J., & Monfared, S. A. H. (2021). An integrated model for economic assessment of environmental scenarios for dust stabilization and sustainable flora–fauna ecosystem in international Hamoun wetland. *Environment, Development and Sustainability*, 23, 947-967. DOI: 10.1007/s10668-020-00616-1
42. Singh, S., Kumar, V., Chauhan, A., Datta, S., Wani, A.B., Singh, N., & Singh, J. (2018). Toxicity, degradation and analysis of the herbicide atrazine. *Environmental Chemistry Letters*. 16 (1), 211–237. DOI: org/10.1007/s10311-017-0665-8
43. Takel, A. (2000). Seedling emergence and growth of sorghum genotypes under variable soil moisture deficit. *Agronomy Journal*, 48, 95-102. DOI: org/10.1556/AAgr.48.2000.1.10

44. Teimouri, A., & Jafari, M. (2010). The effects of salinity stress on some of anatomical and morphological characteristics in three *Salsola* species: *S. rigida*, *S. dendroides*, *S. richteri*. *Journal of Range and Desert Research*, 17(1), 21-34. [In Persian]
45. Tobe, K., Zhang, L., Qiu, G.Y., & Shimizu, H. (2001). Characteristics of seed germination in five non-halophytic Chinese desert shrub species. *Journal of Arid Environment*. 47, 191-201. DOI: org/10.1006/jare.2000.0689
46. Zandalinas, S.I., Fritschi, F.B., & Mittler, R. (2021). Global warming, climate change, and environmental pollution: Recipe for a multifactorial stress combination disaster. *Trends Plant Science*. 26 (6), 588–599. DOI: org/10.1016/j.tplants.2021.02.011
47. Zare, S., Tavili, A., Shahbazi, A., & Riyahi, A. (2010). The Effect of Different Salicylic Acid Concentrations on Improved Germination Characteristics of *Sanguisorba minor* L. Under Salt and Drought Stress. *Journal of Range and Watershed Management*, 63(1), 29-39. [In Persian]
48. Zehtabian, G.H., & Javadi, M.R. (2003). The effect of drought stress on germination of three range species from *Salsola* Spp. *Salsola richteri*, *S. rigida*, *S. dendroides*. *Desert*, 8(1), 21-32. [In Persian]