

Investigating the Preliminary Adaptation of Plants to Different Levels of Salinity (Case Study: Dust Hotspot No 4, Khuzestan)

M. Movaghari^{1*}, B. Khalili Moghadam², L. Khalasi Ahvazi³, A. Yousefi⁴, A. Zorati Pour⁵, M. Forouzani⁶, S.A. Siadat⁷,

Z. Hazbavi⁸, M.H. Salehe Shooshtari⁹

1. Assistant Professor, Department of Nature Engineering, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Khuzestan, Iran.
2. Associate Professor, Department of Soil Science, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Khuzestan, Iran.
3. Department of Natural Resources and Watershed Management of Khuzestan Province, Khuzestan, Iran.
4. Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Khuzestan, Iran.
5. Associate Professor, Department of Nature Engineering, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Khuzestan, Iran.
6. Associate Professor, Department of Agricultural Engineering and Rural Development, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Khuzestan, Iran.
7. Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Khuzestan, Iran.
8. Associate Professor, Department of Range and Watershed Management, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
9. Agriculture and Natural Recourse Centre of Khuzestan Province, Khuzestan, Iran.

* Corresponding Author: movaghari@asnruk.ac.ir

Received date: 09/04/2024

Accepted date: 17/07/2024

 [10.22034/JDMAL.2024.2026258.1459](https://doi.org/10.22034/JDMAL.2024.2026258.1459)

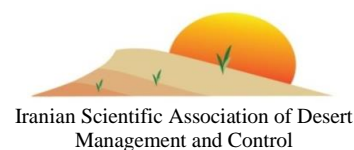
Extended Abstract

Introduction

Khuzestan province is one of the main hotspots of dust generation in Iran due to special geomorphological and climatic conditions, which expose it to the highest amount of dust. The dust hotspots of Khuzestan are located in seven areas with an area of 350,000 hectares, among them. The dust hotspot in the south and southeast of Ahvaz (dust hotspot No. 4) is the largest and one of the most critical dust hotspots in the province. Rehabilitation projects prioritize this location because of its salinity, alkalinity, and severe climate conditions. Identification of plant species is the first step in rehabilitating these ecosystems that can withstand environmental stress, decrease ecosystem interference, and provide more ecosystem services to local communities while protecting water and soil resources. The above goals can be achieved by planting native species, which also increases the chances of species adaptation (establishment and survival). Numerous studies have been conducted to determine the most suitable species for land reclamation. A researcher is investigating the possibility of planting, establishing, and supplying fodder for four species of halophytes in the Miqan Arak desert. The study's findings indicate that *Halimion verrucifera*, a native species in the region, is more advantageous in terms of fodder production and palatability. Therefore, cultivation of this species is recommended in this area. In another study, researchers evaluated salt-resistant wood species for land reclamation in Australia. This study focuses on comparing several species from *Eucalyptus*, *Melaleuca*, *Acacia*, and *Casuarina* in both greenhouse and field conditions. They

Desert Management

www.isadmc.ir



suggested two species, *E. camaldulensis* and *E. occidentalis*, for further and supplementary investigations. Despite the extensive plantings in the Khuzestan dust hotspots in recent years, no research has been conducted to choose the suitable species for land reclamation in these areas. On the other hand, dominant species in these projects was *Prosopis juliflora*, which is a non-native species. The objective of the current study is to evaluate the establishment, survival, and growth characteristics of *Pr. juliflora* (Sw.) with 5 species: *Tamarix aphylla* (L.), *Tamarix passerinoides* (Delile ex Desv.), *Lycium depressum* (L.), *Eucalyptus camaldulensis* (Dehnh.) *Seidlitzia rosmarinus* (Bunge ex Boiss).

Material and Methods

Dust hotspot No 4, Khuzestan is located approximately 25 km southeast of Ahvaz city and along the Ahvaz-Mahshahr highway, at a geographic coordinate system of 48° 47' to 49° 17' east longitude and 30° 15' to 31° 15' north latitude. This region experiences an average rainfall of 218 mm, a maximum temperature of 27.7 degrees Celsius, and a minimum temperature of 24.4 degrees Celsius. The climate of the region is classified as hyper-arid by the de Martonne climate classification method. After selecting the plant species, three levels of salinity were selected: high (61-105 dS/m) (Zone 1), medium (16-60 dS/m) (Zone 2), and low (0-15 dS/m) (Zone 3) with an area of about 30560 m². 288 seedlings were planted in each salinity level and 864 in total number of seedlings = 3 (different salinity levels) × 6 (different species) × 48 (repetition) (four farrow and 12 repetitions in each farrow). Seedlings were prepared from Dezful, Hamidiyeh, Ramhormoz and Bagh Malik Plant nurseries. Planting distances and dimensions of holes for four species of *T. passerinoides*, *T. aphylla*, *Pr. juliflora* and *Eu. camaldulensis* were determined as 5 meters and 50x50x50 cm, respectively, and for two species *Se. rosmarinus* and *Ly. depressum*, 3 meters and 30x30x30 cm, respectively. After planting the seedlings, the first watering was carried out immediately with an average of 20 liters per seedling hole. Then, watering was done every 10 days until the dry season, and every week during it. Until the seedlings were fully established, livestock was prevented from entering the planted areas with the help of local forces. Measurements were taken after planting the seedlings, including canopy cover (large and small diameter), basal cover, and height of seedlings for every treatment, and replicates three times immediately after planting, six months after planting, and one year after planting. The survival rates were recorded at intervals of six months and one year after planting. The investigated characteristics at different salinity levels were compared using one-way analysis of variance and least significant difference (LSD) methods. The analysis of data was done using SPSS statistical software while graphs were done using EXCEL software.

Discussion and Conclusion

The results revealed that among six plant species, *T. aphylla*, *T. passerinoides*, *Se. rosmarinus* and *Pr. juliflora* with average survival percentage (in all three regions), 95.8, 91.6, 81.9 and 75.6% respectively, had greatest chance to be present in the adverse environmental conditions of this region. *Eu. camaldulensis* was able to survive in low salinity (66.6%), even though it failed to survive in high salinity and had a very low survival percentage (6.2%) in medium salinity. *Ly. depressum*'s inability to survive in high and medium salinity and a low survival percentage (27%) in low salinity were reasons why it was not recommended for biological rehabilitation projects in similar ecological conditions. The height and canopy cover of all the studied species, except for *Pr. juliflora*, had significant differences at different salinity levels. It is recommended to plant native plants, such as *T. aphylla*, *T. passerinoides*, and *Sei. rosmarinus*, in this area and areas with similar ecological conditions, based on the results.

Keywords: Biological restoration; Southeast Dust hotspot of Ahvaz, *Prosopis juliflora*; Native plant



بررسی سازگاری اولیه گیاهان در سطوح مختلف شوری در کانون گردوغبار ۴ خوزستان

معصومه موقری^{۱*}، بیژن خلیلی مقدم^۲، لیلا خلاصی اهوازی^۲، اشکان یوسفی^۴، امین ذرتی پور^۵، معصومه فروزانی^۶، سید عطاالله سیادت^۷، زینب حزباوی^۸، محمدحسن صالحه شوشتری^۹

۱. استادیار گروه مهندسی طبیعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، خوزستان، ایران.
۲. دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، خوزستان، ایران.
۳. کارشناس اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان خوزستان، خوزستان، ایران.
۴. کارشناس آزمایشگاه، گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، خوزستان، ایران.
۵. دانشیار گروه مهندسی طبیعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، خوزستان، ایران.
۶. دانشیار گروه ترویج و آموزش کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، خوزستان، ایران.
۷. استاد بازنشسته گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، خوزستان، ایران.
۸. دانشیار گروه مهندسی مرتع و آبخیزداری، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
۹. کارشناس بازنشسته مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، خوزستان، ایران.

* نویسنده مسئول: movaghari@asnrukh.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۴/۲۷

doi: 10.22034/JDMAL.2024.2026258.1459

چکیده

پژوهش حاضر با هدف بررسی استقرار، زنده‌مانی و برخی ویژگی‌های نهال‌های شش گونه گیاهی در ۳ سطح شوری کم (۱۵dS/m)، متوسط (۶۰-۱۶dS/m) و زیاد (۱۰۵-۶۱dS/m) در کانون گردوغبار جنوب و جنوب شرق اهواز (شماره ۴)، در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با ۴۸ تکرار انجام شد. در مجموع تکرارها و تیمارها تعداد ۸۶۴ پایه نهال از ۶ گونه گیاهی شورگز *Tamarix Delile ex Desv.*، گز شاهی *Tamarix aphylla L.*، سریم *Lycium depressum L.*، کهور پاکستانی (آمریکایی) *Prosopis SW. DC.*، اکالیپتوس *Eucalyptus camaldulensis Dehnh.* و اشنان *Seidlitzia rosmarinus Bunge ex Boiss.* کشت شد. در فاصله‌های زمانی مشخص، زنده‌مانی و شاخص‌های ارتفاع، قطر بزرگ و کوچک تاج پوشش و قطر یقه گیاهان اندازه‌گیری شد. برای مقایسه ویژگی‌های موردبررسی از آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه و روش LSD استفاده شد. نتیجه حاکی از آن بود که گونه‌های گز شاهی، شورگز، اشنان و کهور پاکستانی به ترتیب با میانگین زنده‌مانی ۹۵/۸٪، ۹۱/۶٪، ۸۱/۹٪ و ۷۵/۶٪ قدرت بیشتری برای حضور در شرایط نامساعد محیطی این منطقه دارند. گونه اکالیپتوس با وجود عدم زنده‌مانی در شوری زیاد و زنده‌مانی بسیار کم (۶/۲٪) در شوری متوسط، در منطقه شوری کم، زنده‌مانی ۶۶/۶٪ را نشان داد که در شرایط پرتنش منطقه مقدار قابل‌قبولی است. درحالی‌که گونه سریم با توجه به عدم زنده‌مانی در شوری زیاد و میانگین زنده‌مانی کم (۲۷٪) در شوری کم در پروژه‌های احیای زیستی (بیولوژیک) در شرایط بوم‌شناختی مشابه این منطقه قابل توصیه نبود. ارتفاع همه گونه‌های موردبررسی و تاج پوشش همه آن‌ها به‌غیراز گونه کهور پاکستانی در سطوح مختلف شوری دارای اختلاف معنی‌دار بود؛ بنابراین با توجه به نتایج پژوهش حاضر و باوجوداینکه کاشت گیاهان بومی گز شاهی، شورگز و اشنان در اراضی این منطقه موفقیت‌آمیز بوده است می‌توان این گونه‌ها را در پروژه‌های نهال‌کاری در مناطقی با شرایط اکولوژیک مشابه به‌جای گونه غیربومی کهور پاکستانی توصیه کرد.

واژگان کلیدی: احیای زیست؛ کانون گردوغبار؛ جنوب و جنوب شرق اهواز؛ کهور پاکستانی؛ گونه بومی



■ مقدمه

یکی از چالش‌های محیط‌زیستی دهه اخیر در جهان، گردوغبار است که افزایش تکرار و شدت وقوع آن‌ها، قابلیت پیمایش مسافت‌های طولانی و تأثیر منفی محیط‌زیستی آنها موجب شده است تا بررسی‌های زیادی در زمینه عامل مؤثر بر ایجاد و راه‌های مقابله با آن برنامه‌ریزی شود. گردوغبار به ذرات جامد خاک‌های سطحی گفته می‌شود که به دلیل اندازه کوچکشان مدت زیادی در هوا معلق هستند و حتی می‌توانند همراه جریان هوا جابه‌جا شوند (۱). خاورمیانه یکی از مناطق پنج‌گانه تولیدکننده بیشترین میزان گردوغبار در جهان است (۴۶) و ایران به دلیل واقع شدن در کمربند خشک و نیمه‌خشک جهان، بیشتر در معرض گردوغبارهای محلی و فرامنطقه‌ای است (۲۰، ۴۴). از طرفی استان خوزستان به دلیل شرایط خاص ژئومورفولوژیک و اقلیمی یکی از کانون‌های اصلی ایجاد گردوغبار در کشور است و در معرض بیشترین مقدار گردوغبار قرار دارد. محققان در بررسی پدیده گرد و غبار به عنوان یکی از معطلات زیست محیطی جهان اسلام به این نتیجه رسیدند که منطقه غرب بغداد و موصل تا دریای نمک و هورالعظیم نقش زیادی در تولید گردوغبار در این ناحیه دارند (۱۰). همچنین بررسی همدیدی (سینوپتیک) دو توفان گردوغبار در کشور عراق نشان می‌دهد که این توفان‌ها نخست از مناطق منشأ (چشمه‌های گردوغبار) نزدیک مرز عراق - سوریه به واسطه گرمایش سطح زمین و حرکات عمودی هوا با خیزش ذرات گرد و غبار به سمت بالا آغاز شده و بادهای شدید غربی گرد و غبار را به سمت شرق (کشور ایران) هدایت می‌کند (۴). از طرفی خوزستان یکی از کانون‌های اصلی جمعیتی کشور می‌باشد و بخش قابل توجهی از زیرساخت‌های راهبردی و مهم کشور در این استان واقع شده است (۷، ۱۱) در نتیجه گردوغبار در این استان مشکلات زیادی به همراه دارد و موجب تأثیرهای نامطلوب بهداشتی، محیط‌زیستی و اقتصادی می‌شود (۱۶). طبق گزارش اداره زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی جنوب غرب، کانون‌های گردوغبار خوزستان در هفت محدوده جنوب غرب هویزه، شمال و شرق خرمشهر، شرق اهواز، جنوب و جنوب شرق اهواز، بندر امام - امیدیه، ماهشهر

هندیجان و شرق هندیجان با سطحی برابر ۳۵۰۰۰۰ ha قرار دارند (۲۲). از بین این مناطق هفت‌گانه، کانون گردوغبار جنوب و جنوب شرق اهواز یا کانون شماره ۴ بزرگترین و یکی از بحرانی‌ترین کانون‌های استان می‌باشد که به تنهایی با مساحت ۱۱۲۰۰۰ ha و ۳۳٪ از کانون‌های گردوغبار داخلی را به خود اختصاص می‌دهد و بیشترین تأثیر را بر شهر اهواز به‌عنوان مرکز استان دارد (۱۵) در نتیجه این کانون در اولویت پروژه‌های احیایی عرصه‌های طبیعی قرار دارد.

عمدتاً در انتخاب گونه‌های گیاهی برای پروژه‌های جنگل‌کاری در مناطق دارای تنش‌های محیطی، مقاومت در برابر تنش در نظر گرفته شده و ویژگی‌هایی نظیر تأثیرهای محیط زیستی، اجتماعی و اقتصادی آنها نادیده گرفته می‌شود. این رویکرد در استان خوزستان موجب ایجاد جنگل‌های دست‌کاشتی از گونه غیربومی کهور پاکستانی *Prosopis juliflora* SW. DC. شده است که در برابر تنش‌های محیطی مقاوم هستند، اما گاهی به بوم‌سازگان‌های طبیعی آسیب می‌رسانند. در واقع گونه‌های غیربومی چنانچه به دلیل رشد سریع و سازگاری زیاد تأثیر چشم‌گیر در بوم‌سازگان‌های طبیعی ایجاد کنند، گونه مهاجم تلقی می‌شوند (۳۴) و با ورود به بوم‌سازگان‌های بومی باعث ایجاد آسیب‌های زیست‌محیطی، اقتصادی و گاهی مشکلاتی در سلامتی انسان می‌شوند (۳۲). این گونه‌ها با تغییر در چرخه مواد غذایی باعث کاهش گرده‌افشانی، جوانه‌زنی و تولید بذر در گیاهان بومی شده و در نتیجه عامل کاهش تنوع زیستی و انقراض گونه‌ای در جهان بوده (۵، ۳۱، ۳۳) و می‌توانند از احیای موفقیت بوم‌سازگان‌ها جلوگیری کنند (۴۱). توجه به کاشت گونه‌های بومی به جای گونه‌های غیربومی می‌تواند آسیب‌های وارده به عرصه‌های طبیعی را کاهش داد و خدمات بوم‌سازگان را برای جوامع محلی فراهم کند؛ بنابراین در احیای این گونه بوم‌سازگان‌ها قدم اول شناسایی گونه‌های گیاهی مناسب با تأکید بر گونه‌های بومی بوده به طوری که ضمن برخورداری از زنده‌مانی و استقرار مناسب با رشد و تولید قابل قبول در این عرصه‌ها زمینه حفاظت از منابع آب‌و خاک را فراهم کرده و بتوانند تا حد امکان نیاز دام موجود در این مناطق را فراهم کنند. کاشت گونه‌های بومی برای احیای اراضی علاوه بر منافع بوم‌شناختی از نظر

را در سه سطح بدون شوری یا شاهد، ۸ و ۱۶dS/m در محیط گلخانه بررسی و نتیجه گرفتند که گونه *E. camaldulensis* وضعیت رشد مناسب‌تری داشته و بهتر می‌تواند در حذف نمک از خاک‌های شور کمک کند (۸). بررسی مربوط به شناسایی و معرفی گونه‌های مناسب برای کاشت هم‌زمان با گونه سیاه‌تاغ *Haloxylon ammodendron* C.A.Mey. در ایستگاه تحقیقات منابع طبیعی سمنان از گونه‌های *Atriplex canescens* Pursh، *Salsola rigida* Pall.، *Nutt.*، *Seidlitzia rosmarinus* Bunge ex Boiss.، *Nitraria* L. و *Anabasis setifera* Moq. استفاده شد. نتایج این مطالعه نشان داد که از نظر تعداد شاخه‌های فرعی به ترتیب گونه‌های *A. canescens* و *S. rosmarinus*، *A. setifera* و *S. rigida*، *H. ammodendron* به ترتیب در وضعیت مناسب‌تری قرار دارند؛ در حالی که از نظر استقرار تفاوت معنی‌دار بین گونه‌ها مشاهده نشد (۱۹). در مطالعه‌ای در کشور استرالیا وضعیت مقاومت به نمک تعدادی گونه‌های چوبی شامل جنس‌های *Casuarina* و *Acacia*، *Melaleuca*، *Eucalyptus* پروژه‌های احیایی ارزیابی شد (۳۹). در این بررسی نتایج متناقضی بین آزمایش‌های گلخانه‌ای و مزرعه وجود داشت و آنها دو گونه *E. Camaldulensis* و *E. Camaldulensis* Endl. و *occidentalis* از جنس اکالیپتوس را برای بررسی‌های بیشتر و تکمیلی پیشنهاد دادند. هدف پژوهش حاضر بررسی سازگاری شش گونه گیاهی در شرایط تنش شوری به منظور احیای بیولوژیک بزرگ‌ترین کانون گردوغبار استان خوزستان است. البته با توجه به اینکه گونه غالب در بیشتر پروژه‌های نهال‌کاری و مبارزه با گردوغبار در استان خوزستان گونه غیربومی کهور پاکستانی *P. juliflora* است در پژوهش حاضر تلاش شد استقرار، زنده‌مانی و همچنین ویژگی‌های رشد این گونه در مقایسه با پنج گونه شورگز *Tamarix passerinoides* Delile ex Desv.، گز شاهی *Tamarix aphylla* L.، سریم *Lycium depressum* L. و اکالیپتوس *E. camaldulensis* و اشنان *S. rosmarinus* که در پژوهش‌های قبلی به آن پرداخته نشده، بررسی شود.

■ مواد و روش

اقتصادی نیز می‌تواند مورد توجه قرار گیرد (۳۵). تاکنون بررسی‌های زیادی به منظور انتخاب بهترین گونه برای احیای اراضی در بین منابع داخلی و خارجی انجام شده است که در اینجا به بیان برخی از آنها می‌پردازیم. بررسی امکان کاشت، استقرار و کیفیت علوفه چهار گونه گیاهی شورپسند در کویر میقان اراک نشان داد که گیاه بومی *Halimion verrucifera* M.Bien، نسبت به دیگر گونه‌های مورد بررسی از نظر تولید علوفه و میزان خوشخوراکی برتری دارد و بنابراین کشت این گونه در این منطقه توصیه شد (۳۶). همچنین نتایج ارزیابی ویژگی‌های رشد و استقرار چند گونه گیاه مرتعی در منطقه‌های استپی استان مرکزی نشان داد که کشت گیاه بومی *Kochia prostrata* L. Schrad. نسبت به دیگر گونه‌ها از نظر استقرار، شادابی و پوشش گیاهی برتری دارد (۳۵). نتایج پژوهش انتخاب بهترین گونه به منظور جنگل‌کاری در منطقه زاگرس جنوبی نشان داد که بهتر است از گونه‌های بومی استفاده شود و در بین گونه‌های مورد مطالعه بلوط ایرانی *Quercus persica* Jaub. & Spach، بانه *Pistacia atlantica* Desf.، گلابی یا خج *Pyrus communis* L.، سرو نقره‌ای *Cupressus arizonica* Greene. و سرو خمره‌ای *Thuja orientalis* L.، گونه بلوط ایرانی نسبت به دیگران بیشترین سازگاری و زنده‌مانی را دارد (۱۸). در پژوهشی مدل‌سازی پراکنش مکانی و مهم‌ترین عوامل محیطی مؤثر بر پراکنش هجوم گونه غیربومی کهور پاکستانی *Pr. juliflora* در منطقه مکران مورد بررسی قرار گرفت تا نقشه‌های پیش‌بینی حاصل از این مطالعه به سیاست‌گذاران و تصمیم‌گیرندگان جهت جلوگیری از گسترش بیشتر گونه‌های مهاجم کمک کند (۶) همچنین در پژوهشی دیگر گونه‌های رایج در تثبیت ماسه‌های روان شهرستان جاسک در استان هرمزگان شامل گونه‌های *P. juliflora*، *Calotropis procera* Aiton f.، *Acacia nobica* Benth. و *Prosopis cineraria* L. Druce. مورد بررسی قرار گرفتند و نتایج نشان داد که گونه *P. juliflora* از نظر گستره و دوام تاج پوشش بهترین وضعیت و گونه *P. cineraria* ضعیف‌ترین وضعیت را دارند (۳). محققان در ایالت پنجاب پاکستان، تحمل به شوری و پتانسیل احیای دو گونه درختی *Syzgium cumini* L. و *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.

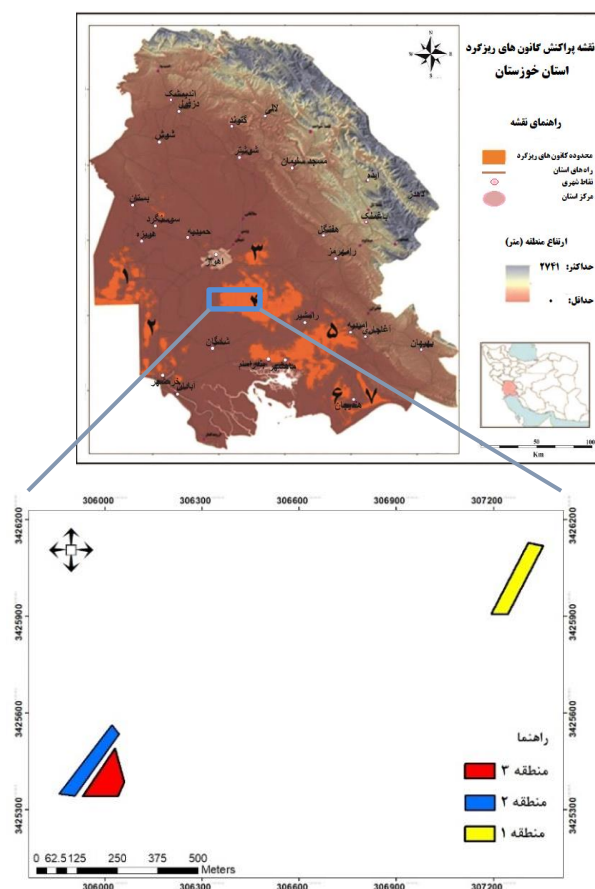
منطقه مورد بررسی

کانون گردوغبار شماره ۴ خوزستان در فاصله حدود ۲۵km از جنوب شرقی شهر اهواز و در امتداد بزرگراه اهواز ماهشهر در موقعیت $48^{\circ}47'$ تا $49^{\circ}17'$ طول شرقی و $30^{\circ}45'$ تا $31^{\circ}15'$ عرض شمالی قرار دارد. مرز شمالی این کانون به اراضی فرودگاه در دست احداث اهواز، مرز شرقی آن به اراضی غیزانیه، مرز جنوبی آن به تالاب شادگان و مرز غربی آن به نهر مالح محدود می‌شود (۴۵). اقلیم محدوده مطالعاتی بر اساس روش طبقه‌بندی اقلیمی دمارتن اصلاح شده، فراخشک گرم می‌باشد. داده‌های دوره آماری ۱۵ ساله ایستگاه همدیدی اهواز میانگین سالانه بارش، رطوبت نسبی و تبخیر و تعرق پتانسیل را به ترتیب 201mm ، $48\% - 44\%$ و $125\text{mm} - 120\text{mm}$ نشان می‌دهد. دمای متوسط سالانه $27^{\circ}\text{C} - 26^{\circ}\text{C}$ ، دمای بیشینه و کمینه مطلق به ترتیب $53/7^{\circ}\text{C}$ و $-1/2^{\circ}\text{C}$ می‌باشد (۴۵). محدوده کانون بر پایه کاربری اراضی، توپوگرافی و سازندهای زمین‌شناسی به ۲۷ واحد اراضی تقسیم می‌شود که بیشتر واحدهای آن متشکل از

خاک عمیق با بافت سنگین تا متوسط و با محدودیت شوری و سدیمی زیاد است (۴۵). بیشترین مساحت این کانون متعلق به اراضی مرتعی با وضعیت ضعیف و اراضی بدون پوشش می‌باشد و به یکی از مهم‌ترین کانون‌های گردوغبار در استان تبدیل شده است. سطح زیر کشت گندم *Triticum aestivum* L. و جو *Hordeum vulgare* L. که به‌عنوان زراعت اصلی در این مناطق مطرح است در سال‌های اخیر به دلیل کمبود بارندگی به شدت محدود شده و به دلیل کاهش رشد و عدم اطمینان از برداشت محصول قابل قبول و کمبود علوفه، به تعلیف دام‌ها (قصیل) اختصاص داده می‌شود (۴۵).

روش پژوهش

پژوهش حاضر در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی اثر سه سطح شوری کم، متوسط و زیاد را بر ۶ گونه گیاهی با ۴۸ تکرار در کانون گردوغبار جنوب و جنوب شرق اهواز در فاصله سال‌های ۱۴۰۰-۱۳۹۸ بررسی کرد.



شکل ۱. موقعیت کانون ریزگرد شماره ۴ در بین کانون‌های هفت‌گانه در شهر اهواز (حیدریان و همکاران، ۲۰۱۷) و موقعیت مناطق مطالعاتی در این کانون (منطقه ۱ شوری $61\text{dS/m} - 105$ ، منطقه ۲ شوری $16\text{dS/m} - 60$ ، منطقه ۳ شوری $0\text{dS/m} - 15$)

انتخاب سطوح شوری خاک

برای اجرای تیمارهای آزمایشی سه منطقه با طبقه شوری زیاد (منطقه ۱) با مقدار شوری ۶۱dS/m-۱۰۵، شدت شوری متوسط (منطقه ۲) با مقدار شوری ۶۰-dS/m و شدت شوری کم (منطقه ۳) با مقدار شوری ۱۶ و ۰dS/m-۱۵، به مساحت 30.560 m^2 با انجام نمونه برداری های گروه خاکشناس پژوهش و با روش عصاره گل اشباع انتخاب شد (شکل ۱). البته لازم به توضیح است که در منطقه مورد پژوهش، به دلیل مسائل اجتماعی و وجود معارض، در دو مرحله باوجود تعیین سطوح شوری و آماده سازی ابتدایی زمین برای کاشت نهالها، ناچار به ترک محل شد و در مرحله سوم کاشت گیاهان با موفقیت انجام شد.

انتخاب گونه های گیاهی

یکی از مهم ترین مراحل در پژوهش حاضر، تعیین گونه های گیاهی برای انجام آزمایش است که با در نظر گرفتن چند معیار انجام شد. معیار اول در نظر گرفتن شرایط اقلیمی، توپوگرافی و خاک منطقه، معیار دوم انتخاب گونه های بومی در کنار گونه های غیربومی و معیار سوم انتخاب گونه ها با فرم های رویشی مختلف بود. درواقع تلاش شد که گونه های مورد بررسی هم از شکل رویشی درختی و هم درختچه ای انتخاب شوند، با این فرض که از ترکیب پوشش گیاهی با انواع شکل رویشی به توان بیشتر به هدف تثبیت خاک و کاهش گردوغبار در این منطقه نائل شد. به این دلیل که فرم های رویشی مختلف گیاهان به دلیل اختلاف در ساختار، دارای تأثیر متفاوتی بر روی پایداری خاک هستند (۱۲). محققان زیادی معتقدند که تأثیر پوشش گیاهی بر فرسایش بادی برحسب نوع پوشش، ارتفاع و عرض گیاه متفاوت است (۱۲، ۲۱، ۲۵، ۲۹، ۳۰، ۵۰، ۵۲، ۵۳). با توجه به معیارهای مدنظر و مرور منابع مختلف، چهار گونه گیاهی بومی شامل شورگز *T. passerinoides*، گز شاهی *T. aphylla*، سریم *L. depressum*، اشنان *S. rosmarinus* و دو گونه غیربومی کهور پاکستانی *P. juliflora* و اکالیپتوس *E. camaldulensis* برای بررسی انتخاب شدند.

آماده سازی زمین و کاشت نهال

به منظور جمع آوری هرز آب های سطحی و استفاده از حداقل بارندگی ها، نهال ها در شیارهایی به فاصله ۵m کشت شد. در هر سطح شوری تعداد ۲۸۸ و در مجموع سطوح شوری تعداد ۸۶۴ نهال (تعداد نهال ها = ۳ (سطوح مختلف شوری) × ۶ (نوع گونه) × ۴۸ (پایه در قالب چهار شیار و در هر شیار ۱۲ پایه)) پایه نهال سالم و شاداب دوساله که از نهالستان های واقع در شهرستان های دزفول، حمیدیه، رامهرمز و باغ ملک تهیه شده بودند کشت شد. فاصله نهال کاری و ابعاد چاله ها برای چهار گونه شورگز، گز شاهی، کهور پاکستانی و اکالیپتوس به ترتیب ۵m و ۵۰×۵۰×۵۰cm و برای دو گونه اشنان و سریم به ترتیب ۳m و ۳۰×۳۰×۳۰cm تعیین شد. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت نهال ها یعنی بهمن ماه ۱۳۹۸ و به مقدار حدود ۲۰L در هر چاله نهال انجام شد تا هوای اضافی خارج و گیاه محکم شود. آبیاری های بعدی در ۸ ماه خشک سال که از اول اسفندماه شروع و تا اوایل آبان امتداد دارد هر هفته انجام. آبیاری در ماه های مرطوب سال یعنی حداقل بین آبان تا بهمن ماه هم در صورت عدم بارش هر ۱۰ روز یک بار انجام شد. آبیاری ها در ساعات اولیه صبح و در فصول خشک به منظور کاهش تبخیر و هدررفت آب، در ساعات پایانی روز انجام شد. از آنجایی که به دلیل مسائل اجتماعی امکان قرق کامل منطقه وجود نداشت تا زمان اطمینان از استقرار کامل نهال ها از ورود دام به مناطق نهال کاری شده جلوگیری شد. البته تلاش شد تمامی مراحل اجرایی، آبیاری، حفاظت و جلوگیری از چرای دام به نیروهای بومی منطقه واگذار شود. به امید آنکه از طریق ایجاد فرصت شغلی و کسب درآمد برای ساکنان محلی، انگیزه حفاظت از پروژه نهال کاری در این منطقه بیشتر فراهم شود.

اندازه گیری و پایش نهال ها

پس از کاشت نهال ها، اندازه گیری هایی شامل قطر بزرگ و کوچک تاج پوشش، قطر یقه و ارتفاع نهال ها برای همه تیمارها و تکرارها در سه زمان بلافاصله پس از کاشت در بهمن ماه ۱۳۹۸، شش ماه پس از کاشت در مردادماه ۱۳۹۹ و یک سال پس از کاشت در بهمن ماه ۱۳۹۹ انجام شد. در فواصل زمانی شش ماه و یک سال پس از کاشت

اشنان ۱۰۰٪، گز شاهی ۹۳/۷٪، شورگز ۷۵٪ و کهور پاکستانی ۴۱/۶٪ بود (شکل ۳).

منطقه با شوری کم (۰-۱۵ dS/m)

در این منطقه دو گونه گز شاهی و شورگز با متوسط زندهمانی ۱۰۰٪ و گونه سریم با متوسط زندهمانی ۲۷٪، بیشترین و کمترین میزان زندهمانی را به خود اختصاص دادند. گونه کهور پاکستانی با متوسط زندهمانی ۸۷/۵٪، اشنان ۸۱/۲٪ و اکالیپتوس ۶۶/۶٪ بقای قابل قبولی را نشان دادند (شکل ۳). همچنین نتایج تجزیه واریانس یک طرفه و آزمون LSD به تفکیک گونه در این بخش ارائه می‌گردد.

شورگز

نتایج در مورد گونه شورگز نشان داد که ارتفاع گیاه، قطر بزرگ و کوچک تاج پوشش و قطر یقه گیاه در سطوح مختلف شوری دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ بود. همچنین نتایج آزمون LSD نشان داد در مورد ارتفاع گیاه این تفاوت در بین سه سطح شوری و در مورد سایر ویژگی‌ها، این تفاوت بین منطقه با کمترین شوری و دو منطقه دیگر وجود داشته است. اندازه تاج پوشش و یقه گیاه در شرایط شوری زیاد و متوسط اختلاف معنی‌دار نداشت و بیشترین مقدار ارتفاع، قطر تاج پوشش و یقه گیاه مربوط به منطقه با کمترین میزان شوری بود (جدول ۱).

علاوه بر ویژگی‌های مذکور درصد زندهمانی نیز ثبت شد. برای مقایسه ویژگی‌های مورد بررسی در سطوح مختلف شوری از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه و روش کمترین اختلاف معنی‌دار (LSD) استفاده شد. تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار SPSS و ترسیم نمودارها با نرم‌افزار EXCEL صورت گرفت.

نتایج

نتایج مربوط به درصد زندهمانی گونه‌های مورد مطالعه به تفکیک مناطق با سطوح مختلف شوری عبارتند از:

منطقه با شوری زیاد (۶۱-۱۰۵ dS/m)

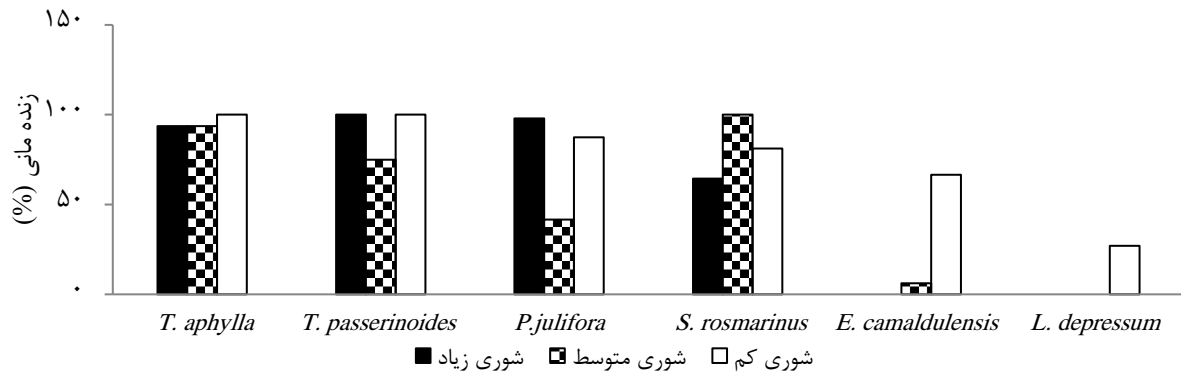
در این منطقه دو گونه سریم و اکالیپتوس به هیچ‌عنوان زندهمانی نداشتند. متوسط زندهمانی گونه شورگز ۱۰۰٪، کهور پاکستانی ۹۷/۹٪، گز شاهی ۹۳/۷٪ و اشنان ۶۴/۵٪ بود (شکل ۳).

منطقه با شوری متوسط (۱۶-۶۰ dS/m)

در این منطقه گونه سریم مانند منطقه با شوری زیاد به هیچ‌عنوان زندهمانی نداشت و گونه اکالیپتوس زندهمانی ناچیز به مقدار ۶/۲٪ را نشان داد. متوسط زندهمانی گونه



شکل ۲. مراحل اجرایی پروژه نهال کاری در منطقه آزمایشی



شکل ۳. درصد زنده‌مانی گونه‌های گیاهی در مناطق با شوری مختلف

جدول ۱. نتایج آزمون تجزیه واریانس و مقایسه میانگین در شش گونه مورد مطالعه و سه سطح شوری

نام گونه	صفت مورد بررسی	مقدار F	میانگین (cm) در شوری زیاد ۱۰۵-۶۱ds/m	میانگین (cm) در شوری متوسط ۶۰-۱۶ds/m	میانگین (cm) در شوری کم ۱۵-۰ds/m
<i>T. passerinoides</i>	ارتفاع	۲۱/۱۷۵**	۸۵/۲۴±۷/۴ ^a	۵۶/۴۰±۸/۹ ^b	۱۰۱/۳۵±۸/۳ ^c
	قطر بزرگ گیاه	۲۱/۸۴۶**	۳۹/۲۶±۰.۱/۹ ^a	۳۴/۳۵±۱/۶ ^a	۷۰/۳۲±۴/۹ ^b
	قطر کوچک گیاه	۲۲/۵۰۶**	۳۱/۲۰±۰.۳/۱ ^a	۲۶/۳۱±۴/۸ ^a	۶۰/۳۳±۵/۴ ^b
	قطر یقه	۵/۹۱۳**	۳/۴±۴/۶ ^a	۲/۲±۳/۰۸ ^a	۵/۵±۳/۰۷ ^b
<i>T. aphylla</i>	ارتفاع	۷۳/۴۳۲**	۴۸/۲۶±۰.۲ ^a	۱۲۳/۳۲±۲/۶ ^b	۱۰۴/۳۱±۵/۰۲ ^c
	قطر بزرگ گیاه	۴۱/۶۲۸**	۲۹/۲۰±۳/۸ ^a	۷۵/۲۵±۶/۷ ^b	۴۷/۲۵±۶/۸ ^c
	قطر کوچک گیاه	۳۱/۴۷۵**	۲۳/۱۶±۸/۷ ^a	۵۷/۲۳±۵/۴ ^b	۳۵/۱۸±۴/۸ ^c
	قطر یقه	۱/۷۴۸ ^{ns}	۴/۲±۴/۴ ^a	۵/۲±۲/۳ ^a	۴/۲±۳/۵ ^a
<i>S. rosmarinus</i>	ارتفاع	۵/۳۳**	۱۴±۴۴/۵ ^a	۵۰/۱۶±۸/۰۵ ^{ab}	۵۷/۱۸±۱/۲ ^b
	قطر بزرگ گیاه	۳/۰۸۶*	۶۱/۲۱±۵/۶ ^{ab}	۶۰/۱۹±۲/۳ ^a	۷۱/۲۳±۰.۵/۲ ^b
	قطر کوچک گیاه	۵/۵۳۹**	۵۵/۲۱±۵/۳ ^a	۵۴/۱۶±۰.۸/۱ ^a	۶۶/۱۹±۸/۴ ^b
	قطر یقه	۰/۶۱۲ ^{ns}	۱/۰±۲/۳ ^a	۱/۱±۳/۰۴ ^a	۱/۰±۳/۵ ^a
<i>P. juliflora</i>	ارتفاع	۴/۹۸۹**	۹۱/۴۷±۸/۳ ^a	۸۶/۴۱±۳/۷ ^a	۱۲۱/۵۶±۵/۴ ^b
	قطر بزرگ گیاه	۰/۹۲۹ ^{ns}	۶۱/۶۲±۵/۵ ^a	۵۷/۴۴±۳/۸ ^a	۷۵/۵۴±۴/۶ ^a
	قطر کوچک گیاه	۰/۲۹۶ ^{ns}	۴۵/۴۱±۱/۸ ^a	۳۹/۲۳±۳/۴ ^a	۴۰/۳۲±۰.۷/۳ ^a
	قطر یقه	۱۳/۵۲۸**	۳/۲±۳/۰۳ ^a	۳/۱±۷/۵ ^a	۴±۷/۹ ^b
<i>E. camaldulensis</i>	ارتفاع	۰/۹۰۲*	-	۲۱±۵۵/۲ ^a	۸۶/۲۸±۴/۲ ^b
	قطر بزرگ گیاه	۰/۲۱۹*	-	۷±۱۵/۰۷ ^a	۲۵/۹±۱/۲ ^b
	قطر کوچک گیاه	۰/۰۰۹*	-	۷±۱۵/۰۷ ^a	۲۳/۶±۵/۶ ^b
	قطر یقه	۶/۲۸۹ ^{ns}	-	۰±۳ ^a	۴/۰±۱/۸ ^a
<i>L. depressum</i>	ارتفاع	-	-	-	۲۲/۱۹±۵/۲
	قطر بزرگ گیاه	-	-	-	۱۴/۱۱±۴/۹
	قطر کوچک گیاه	-	-	-	۹/۹±۶/۰۳
	قطر یقه	-	-	-	۱/۰±۵/۵

± : انحراف معیار

** : معنی‌دار در سطح ۱٪

* : معنی‌دار در سطح ۵٪

ns : عدم معنی‌داری

گز شاهی

نتایج در مورد گونه گز شاهی نشان داد که ارتفاع و اندازه تاج پوشش گیاه شامل قطر بزرگ و قطر کوچک در سطوح

مختلف شوری دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ بود درحالی‌که قطر یقه گیاه در سطوح مختلف اختلاف معنی‌دار نداشت. همچنین نتایج آزمون LSD نشان داد که اختلاف مشاهده

معنی دار نداشت. همچنین نتایج آزمون LSD نشان داد که در مورد صفت ارتفاع گیاه، اختلاف مربوط به منطقه با کمترین میزان شوری با منطقه با بیشترین میزان شوری، در مورد قطر بزرگ گیاه اختلاف مربوط به منطقه با شوری کم و منطقه با شوری متوسط و در مورد قطر کوچک گیاه این اختلاف بین منطقه با کمترین میزان شوری و هر دو منطقه با شوری متوسط و زیاد وجود داشت. بیشترین مقدار ارتفاع و قطر تاج پوشش گیاه مربوط به منطقه با شوری کم بود (جدول ۱).

اکالیپتوس

با توجه به اینکه گونه اکالیپتوس در منطقه با شوری زیاد زنده‌مانی نداشت از آزمون t مستقل برای مقایسه میانگین‌ها در دو منطقه دیگر استفاده شد. نتایج این آزمون نشان داد که اندازه ارتفاع و قطر بزرگ و کوچک تاج گیاه در دو منطقه دارای اختلاف معنی دار در سطح ۰/۵٪ بود. در حالی که در مورد قطر یقه این اختلاف معنی دار نبود. بیشترین مقدار ارتفاع و قطر تاج پوشش گیاه به منطقه با شوری کم اختصاص داشت (جدول ۱).

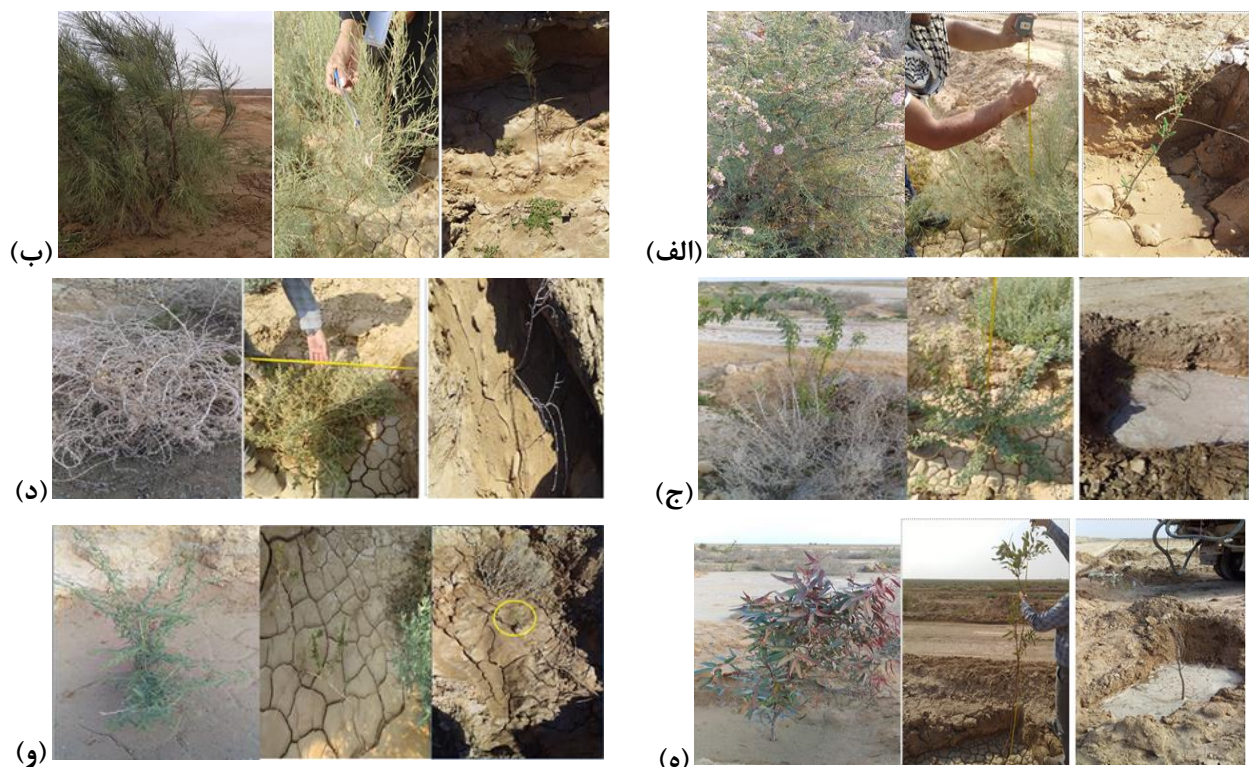
شده در ویژگی‌های مورد بررسی در بین سه سطح شوری وجود داشته است. کمترین میزان ارتفاع و قطر تاج پوشش گیاه مربوط به منطقه با میزان شوری زیاد بود (جدول ۱).

کهور پاکستانی

نتایج در مورد گونه کهور پاکستانی نشان داد که ارتفاع و قطر یقه گیاه دارای اختلاف معنی دار در سطوح مختلف شوری در سطح ۰/۱٪ بود در حالی که در مورد اندازه قطر بزرگ و کوچک تاج پوشش در سطوح مختلف این اختلاف معنی دار نبود. همچنین نتایج آزمون LSD نشان داد که بیشترین مقدار ارتفاع و قطر یقه گیاه مربوط به منطقه شوری کم می‌باشد و این اختلاف با دو منطقه شوری متوسط و زیاد معنی دار بود (جدول ۱).

اشنان

نتایج در مورد گونه اشنان نشان داد که ارتفاع و قطر کوچک گیاه دارای اختلاف معنی دار در سطوح مختلف شوری در سطح ۰/۱٪ و قطر بزرگ دارای اختلاف در سطح ۰/۵٪ بود در حالی که قطر یقه گیاه در سطوح مختلف اختلاف



شکل ۴. وضعیت گونه‌های مورد بررسی بلافاصله (شکل سمت راست)، شش ماه (شکل وسط) و یک سال پس از کشت (شکل سمت چپ) (الف - شورگز، ب - گز شاهی، ج - کهور پاکستانی، د - اشنان، ه - اکالیپتوس، و - سریم)

سریم

با توجه به اینکه این گونه در دو منطقه با شوری زیاد و متوسط زنده‌مانی نداشت نتایج مربوط به میانگین ویژگی‌های مورد بررسی در منطقه با شوری کم در جدول ارائه شده است (جدول ۱). تصاویر گونه‌های مورد مطالعه در زمان کشت، شش ماه و یک سال پس از کشت در شکل مشاهده می‌شود (شکل ۴ قسمت الف تا و).

■ بحث و نتیجه‌گیری

بررسی استقرار، زنده‌مانی و ویژگی‌های رشد گیاهان خشکی _ شورپسند با تأکید بر گیاهان بومی می‌تواند گامی مؤثر در کاربرد گونه‌های بومی و سازگار با منطقه، در برنامه‌های احیا و تثبیت بیولوژیک خاک باشد. نتایج این پژوهش نشان داد که گونه گز شاهی بیشترین درصد زنده‌مانی را در بین شش گونه مورد بررسی به خود اختصاص داده است. در تحقیق دیگری نیز گونه گز شاهی، درختی مقاوم با قابلیت زیاد جذب نمک خاک و رشد بیشتر در مقایسه با دیگر گونه‌های شورپسند نظیر پده، سیاه‌تاغ و سفیدتاغ معرفی شد و کاشت این درخت را در مناطق دارای خاک‌های شور و اقلیم‌های گرمسیری و نیمه‌گرمسیری توصیه شده است (۲۶). در تحقیقی دیگر کاشت این گونه در اراضی شور و سدیمی و مناطقی که دارای زمستان‌های سرد هستند، همچون حاشیه کویر مرکزی ایران توصیه شده است (۴۷). گونه شورگز بعد از گز شاهی دومین رتبه را از نظر درصد زنده‌مانی و زنده‌مانی به میزان ۱۰۰٪ را در منطقه با شوری زیاد به خود اختصاص داد. جنس گز دارای این قابلیت است که نمک‌های موجود در آب‌های زیرزمینی و اعماق پایین خاک را خارج کرده و در بافت‌های گیاه رسوب دهد و سپس آن‌ها را از طریق برگ‌ریزی برگ‌های مسن از داخل گیاه دفع کند (۴۰). در این رابطه بررسی دیگری بر روی پوشش گیاهی کانون‌های گردوغبار در استان خوزستان نتیجه گرفت که دو گونه شورگز محلی *T. leptopetala* و *T. passerinoides* با دفع نمک از غدد ترش‌خی به‌خوبی توان تحمل شوری خاک را دارند (۱۷). گونه اشنان رتبه سوم درصد زنده‌مانی را در بین شش گونه به خود اختصاص داد. مقاومت به شوری در گیاه اشنان از نوع بردباری یا تحمل است به این معنا که اشنان املاح

موجود در خاک را جذب و در اندام هوایی خود به‌ویژه در برگ‌ها ذخیره می‌کند. نتایج پژوهشی نشان داد که تراکم یون‌های Na و Cl با افزایش شوری در گیاه افزایش می‌یابد و این افزایش در اندام‌های هوایی بیشتر از اندام زیرزمینی است؛ این در حالی است که افزایش شوری موجب کاهش محتوای یون‌های K، Ca و Mg در گیاه می‌شود (۲۳). یافته‌های پژوهشی، علت تجمع یون‌های معدنی Na و Cl در اشنان را گوشتی بودن آن دانسته‌اند (۲۴) به همین دلیل گیاه هالوفیت اشنان را برای بازسازی اراضی شور گزینه‌ای اقتصادی و مناسب دانسته (۲۳) و آن را با وجود داشتن اندام‌های گوشتی و قابلیت تنظیم فشار اسمزی برای کشت در کانون‌های گردوغبار استان خوزستان توصیه کرده‌اند (۱۷).

کهور پاکستانی رتبه چهارم درصد زنده‌مانی و در منطقه با شوری زیاد، بعد از شورگز بیشترین مقدار زنده‌مانی به مقدار ۹۷٪/۹ را داشته است. باوجود سازگاری به شوری و قابلیت زنده‌مانی زیاد این گیاه در شرایط بوم‌شناختی این منطقه اما عده‌ای از محققان معتقدند که این گیاه به دلیل تشکیل توده‌های متراکم، موجب تأثیرات نامطلوب بر محیط اطراف خود و بر فعالیت‌های اقتصادی می‌شود. گزارش‌هایی در مورد کشت این گیاه در استان‌های ساحلی جنوب ایران منتشر شده که نشان می‌دهد به دلیل سهولت انتقال بذر آن توسط جانوران و سیلاب، بیشه‌های متراکمی را به وجود آورده است و در نتیجه جلوگیری از گسترش آن در این مناطق با مشکل روبرو شده است (۳۷، ۴۲، ۴۳، ۳۱، ۳۸). کهور پاکستانی به‌محض چیره شدن در منطقه، به دلایلی مانند جذب عناصر غذایی، تثبیت عناصر غذایی توسط گیاهان و جانداران همزیست، استفاده مؤثر از نور و قدرت رقابتی زیاد، موجب نابودی گونه‌های گیاهی دیگر می‌شود (۶). علاوه بر آن به دلیل داشتن ساختار ریشه‌ای عمیق و تشکیل بیشه‌های متراکم، از رسیدن آب به دیگر گیاهان جلوگیری می‌کند (۲۸) و در نتیجه موجب حذف گونه‌های علفی و کاهش تنوع زیستی و افزایش فرسایش خاک می‌شود (۶). همچنین وجود ترکیبات آلوشیمیایی و تأثیر بازدارندگی آنها بر جوانه‌زنی و رشد گیاهان همزیست، موجب افزایش قدرت رقابتی آن‌ها می‌شود. در پژوهشی وجود مواد حساسیت‌زا در دانه‌های گرده این گیاه و

ترکیبی شوری و تنش رطوبتی نسبت به حالت منفرد، اثر منفی بیشتری بر عملکرد گیاهی دارد (۴۸). این محققان در شرایط گلخانه‌ای واکنش این گیاه در برابر دو تنش شوری و رطوبتی و تأثیرات متقابل آن‌ها را بررسی کرده و نشان دادند که سطوح شوری بیشتر از 30 dS/m و خشکی بیشتر از 0.25 MPa (۴۸) بر رشد اندام‌های گیاهی تأثیر منفی گذارده و منجر به کاهش عملکرد گیاه و حتی در برخی موارد مرگ کامل گیاه شده است. افزایش شوری خاک موجب کاهش معنی‌دار تمام ویژگی‌های مورد مطالعه در گیاه اشنان و اکالیپتوس شد؛ در این رابطه بررسی دیگری نتیجه گرفت که افزایش شوری خاک، بیشتر عوامل رشد را در گیاه اشنان به‌طور بیشینه کاهش داد و منجر به کاهش توده و طول ساقه گیاه شد (۲۳). نتایج تحقیقی که بر روی واکنش گونه‌های مختلف اکالیپتوس به شوری انجام شد نیز نشان داد که افزایش شوری باعث کاهش رشد و درصد زنده‌مانی و کاهش بیوماس گونه‌های مختلف این جنس شده است (۲). بیشترین مقدار صفت ارتفاع، قطر تاج پوشش و یقه برای گونه‌های شورگز، اشنان، کهور پاکستانی و اکالیپتوس در منطقه ۳ با کمترین میزان شوری اتفاق افتاد؛ البته در تمامی صفت‌ها برای گونه اکالیپتوس و در مورد صفت تاج پوشش برای گونه کهور پاکستانی اختلاف معنی‌دار نبود. برخلاف چهار گونه قبلی بیشترین عملکرد گز شاهی از نظر ارتفاع و قطر تاج پوشش در منطقه ۲ با میزان شوری $16-60 \text{ dS/m}$ رخ داده است؛ این نتیجه می‌تواند بیانگر نیاز این گیاه به محیط‌های شور باشد که موجب شد عملکرد گیاه در شوری متوسط بیشتر از شوری کم باشد و به احتمال بتوان آن را یک هالوفیت اجباری به شمار آورد. بررسی دیگری بر روی گیاه *Atriplex verrucifera* M.Bieb نشان داد بیشترین رشد و تولید این گیاه در سطوح شوری تا 200 mmol NaCl به دست آمد که بیانگر نیاز این گیاه به محیط‌های شور بوده و در نتیجه محققان آن را یک هالوفیت اجباری معرفی کردند (۲۷). کمترین مقدار صفت برای گونه شورگز و کهور در منطقه ۲ با شوری متوسط و برای اشنان و گز شاهی در منطقه ۱ با شوری زیاد رخ داد. شاید کاهش در ویژگی‌های مورد مطالعه در منطقه با شوری متوسط نسبت به منطقه با شوری زیاد در دو گونه شورگز و کهور پاکستانی علتی دیگر غیر از شوری خاک از جمله

در نتیجه بروز حساسیت و مشکلات ناشی از آن در استان خوزستان را به اثبات رسیده است (۹). اکالیپتوس با توجه به اینکه یک گونه غیربومی است اما قابلیت زیادی برای احیای اراضی فقیر و حتی زمین‌های غرقابی داشته و از سوی دیگر از نظر تولید ماده خام صنایع چوبی، سوخت چوبی و تولید علوفه استفاده می‌شود (۵۱). در بررسی که بر روی سه گونه اکالیپتوس انجام شد گونه *E. camaldulensis* در مقایسه با دیگر گونه‌ها تحمل بیشتری به شوری نشان داد (۱۳). در پژوهشی دیگر در بین گونه‌های مورد مطالعه گونه *E. camaldulensis* تا غلظت 200 mmol NaCl و *Eucalyptus sargentii* subsp. *onesia* تا غلظت 300 mmol NaCl مقاومت نشان داده و بیشترین تحمل را به شوری نشان دادند (۱۴). بنابراین در این پژوهش گونه *E. camaldulensis* که در بررسی منابع صورت گرفته مقاومت بیشتری به شوری نشان داده بود برای مقایسه با دیگر گونه‌ها انتخاب شد. نتایج این پژوهش نشان داد که اکالیپتوس رتبه پنجم درصد زنده‌مانی را در بین شش گونه به خود اختصاص داده است. از طرفی با توجه به عدم زنده‌مانی اکالیپتوس در شوری زیاد وزنده‌مانی ناچیز در شوری متوسط، این گونه برای شوری بیش از 15 dS/m در شرایط بوم‌شناختی مشابه این منطقه و در شرایط آبیاری مشابه این پژوهش توصیه نمی‌شود. سریم یکی از گونه‌های مرتعی ارزشمند و درعین حال مقاوم به خشکی و شوری و همچنین مناسب در رژیم غذایی حیات‌وحش در مراتع بوده و بذر آن در دسته بذور مقاوم در برابر تنش خشکی و شوری است و استفاده از آن در اصلاح و احیای مراتع در اراضی خشک و شور توصیه شده است (۴۹). نتایج پژوهش حاضر نشان داد که این گونه در شوری بیش از 15 dS/m زنده‌مانی نداشته و در شوری کم‌تر از 15 dS/m رتبه آخر درصد زنده‌مانی را در بین شش گونه به خود اختصاص داده است. البته علت این امر می‌تواند وجود تنش خشکی شدید در این کانون باشد که علیرغم آبیاری در فصول خشکی نتوانسته است نیاز آبی گیاه را تأمین نماید. یافته‌های پژوهشی دیگر نیز نشان داده است که تنش رطوبتی تأثیر منفی بیشتری بر روی عملکرد گیاهی نسبت به تنش شوری دارد که به‌طور چشم‌گیری موجب کاهش تعداد برگ و توقف طول ریشه و ارتفاع گیاه شده و همچنین مشاهده شد که تیمارهای

کاشت این گونه غیربومی جلوگیری شود. ضمن اینکه پیشنهاد می‌شود بررسی وضعیت استقرار بلندمدت گونه‌ها و همچنین تأثیر آن‌ها بر تنوع و دیگر ویژگی‌های پوشش گیاهی زیراشکوب و همچنین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه برای بررسی‌های تکمیلی انجام شود تا امکان معرفی گونه‌هایی که در عین رشد مطلوب، کمترین پیامد محیط‌زیستی منفی را دارند فراهم شود.

■ سپاسگزاری

این مقاله حاصل طرح پژوهشی با عنوان "بررسی عوامل مؤثر بر تخریب اراضی و تعیین مناسب‌ترین روش‌های مؤثر بر احیاء پوشش گیاهی به‌منظور کنترل گردوخاک و کاهش اثرات اقتصادی و اجتماعی آن، در کانون گردوغبار جنوب و جنوب شرق اهواز" دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان است. نویسندگان بر خود لازم می‌دانند مراتب تشکر صمیمانه خود را از حمایت مالی معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه و همچنین اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان خوزستان به سبب همکاری جهت در اختیار قرار دادن عرصه منابع طبیعی در پروژه نهال‌کاری در این طرح را اعلام نمایند.

اختلاف در نگهداشت رطوبت خاک داشته باشد به این دلیل که محققانی نیز در مطالعه خود به این نتیجه رسیدند که جامعه گیاهی شورگزر ترجیح خاصی نسبت به شوری یا عمق سطح ایستایی ندارد اما رویشگاه‌های با نگهداشت رطوبت زیاد خاک را ترجیح می‌دهد (۱۷). با توجه به نتایج پژوهش حاضر، گونه سریم در دو منطقه با شوری متوسط و زیاد زنده‌مانی نداشته و در منطقه با مقدار شوری کم نیز از کمترین مقدار زنده‌مانی در بین گونه‌ها برخوردار بوده و در نتیجه در پروژه‌های احیای زیستی در این منطقه قابل توصیه نمی‌باشد. گونه اکالیپتوس با وجود عدم زنده‌مانی در شوری زیاد و زنده‌مانی بسیار پایین در شوری متوسط، در منطقه شوری کم زنده‌مانی قابل‌قبولی داشت و در نتیجه می‌تواند یکی از گزینه‌های مورد بررسی در پژوهش‌های آتی در شرایط عرصه باشد تا با کشت این گونه در خاک‌های با شوری کمتر زمینه زراعت چوب در این عرصه‌ها فراهم شود. گونه غیربومی کهور پاکستانی بعد از گیاهان بومی گز شاهی، شورگزر و اشنان در رتبه چهارم درصد زنده‌مانی در این منطقه قرار داشته است؛ بنابراین با وجود نتایج موفقیت‌آمیز این گونه‌ها می‌توان آنها را در پروژه‌های نهال‌کاری در مناطقی با شرایط بوم‌شناختی مشابه به‌جای گونه غیربومی کهور پاکستانی جایگزین کرد تا در آینده از عوارض احتمالی

■ References

1. Abbasi, A., & Malayeri, M. R. (2019). Comparative study of sandstorm properties in Iran and the world in terms of particle size and material. *Environmental Researches*, 9(18), 53-65. [In Persian]
2. Adams, M.A., Richter, A., Hill, A.K., & Colmer, T.D. (2005). Salt tolerance in *Eucalyptus* spp.: identity and response of putative osmolytes. *Plant, Cell and Environment*, 28(6), 772-787. DOI: 10.1111/j.1365-3040.2005.01328.x
3. Akbarian, M., & Biniiaz, M. (2011). Evaluation of plant species used in wind erosion control (Case Study Jask city, Hormozgan province. *Environmental Erosion Research*, 1(2), 29-42. [In Persian]
4. Al-Jumaily, K.J., & Ibrahim, M. K. (2013). Analysis of synoptic situation for dust storms in Iraq. *Energy and Environment*, 4(5), 851-858.
5. Amiri, M., Solaimani, K., & Miryaghoubzadeh, M. (2013). Fuzzy classification for mapping invasive species from multispectral imagery. *Indian Society of Remote Sensing*, 41, 749-755. DOI: 10.1007/s12524-013-0261-8
6. Amiri, M., Moslemi, S.M., Tarkesh Esfahani, M., & Shafiezadeh, M. (2023). Ensemble modelling of the potential invasion of *Prosopis juliflora* (SW.) DC in Makuran region. *Environmental Sciences*, 21(1), 205-224. DOI: 10.48308/ENVS.2023.1148 [In Persian]

7. Arami, S.A., Ownegh, M., Mohammadian Behbahani, A., Akbari, M., & Zarasvandi, A. (2018). The analysis of dust hazard studies in southwest region of Iran in 22 years (1996-2017). *Journal of Spatial Analysis Environmental Hazards*, 5(1), 39-66. DOI: 10.29252/jsaeh.5.1.39 [In Persian]
8. Arif, A., Ashraf, I., Hussain, M.S., & Iqbal, R. (2024). Salinity tolerance and reclamation potential of two widely distributed subtropical tree species. *Pakistan Journal of Botany*, 56(4), 1-7. DOI: 10.30848/PJB2024-4(14)
9. Assarehzadegan, M.A., Khodadadi, A., Amini, A., Shakurnia, A.H., Marashi, S.S., Ali-Sadeghi, H., Zarinhadideh, F., & Sepahi, N. (2015). Immunochemical characterization of *Prosopis juliflora* pollen allergens and evaluation of cross-reactivity pattern with the most allergenic pollens in tropical areas. *Iranian Journal of Allergy and Asthma Immunology*, 14(1), 74-82. [In Persian]
10. Ataiee, H., & Ahmadi, F. (2010). *The dust as one of the environmental problems of the Islamic world case study: Khuzestan Province*. The Fourth International Congress on Islamic Geographers, Zahedan, Iran. 132p. [In Persian]
11. Azizi, G., Shamsipour, A., Miri, M., & Safarrad, T. (2012). Statistic and synoptic analysis of dust phenomena in west of Iran. *Journal of Environmental Studies*, 38(3), 123-134. DOI: 10.22059/JES.2012.29154 [In Persian]
12. Bestelmeyer, B.T., Ward, J.P., Herrick, J.E., & Tugel, A.J. (2006). Fragmentation effects on soil aggregate stability in patchy arid grassland. *Rangeland Ecology & Management Journal*, 59(4), 406 - 415. DOI: 10.2111/05-180R1.1
13. Cha-um, S., & Kirdmanee, C. (2008). Assessment of salt tolerance in *Eucalyptus*, rain tree and thai neem under laboratory and the field conditions. *Pakistan Journal of Botany*, 40(5), 2041-2051. DOI: 10.1023/A:1024474813116
14. Corney, H.J., Sasse, J.M., & Ades, P.K. (2003). Assessment of salt tolerance in *Eucalyptus* using chlorophyll fluorescence attributes. *New forests*, 26(3), 233-246. DOI: 10.1023/A:1024474813116
15. Dargahian, F., Lotfinasabasl, S., & Khosroshahi, M. (2019). Analysis of the role of internal dust sources in creating critical conditions in Ahvaz with an emphasis on the southeastern area. *Iranian Journal of Forest and Range Protection Research*, 16(2), 157-170. DOI: 10.22092/IJFRPR.2019.118689 [In Persian]
16. Darvishi Khatooni, J., Narimisa, S., Abasaghi, F., Mohammadi, A., Hamdollahi, M., Salehipour Milani, A., & Asgharipour Dashtbozorg, N. (2017). Composition and source of dust entering Khuzestan province from an external origin. *Environmental Sciences*, 15(2), 93-110. [In Persian]
17. Dinarvand, M., Keneshloo, H., & Fayyaz, M. (2018). Vegetation of dust sources in Khuzestan Province. *Iran Nature*, 3(3), 32-42. DOI: 10.22092/IRN.2018.116781 [In Persian]
18. Fazlollahi Mohammadi, M., Najafi, A., Soleimani, A., Ezati, S., & Sepahvand, A. (2014). Selection of the most suitable species in order to forestation in southern Zagros forests using AHP & TOPSIS techniques. *Ecology of Iranian Forest journal*, 2(4), 45-55. [In Persian]
19. Ghorbanian, D., Ghodrati, M., Sharafieh, H., Mozafari, M., & Moslem, A. (2012). Comparison of cultivation and establishment of different xerophyte species for restoration and enhancement of vegetation in arid lands. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 19(3), 443-456. DOI: 10.22092/IJRDR.2012.3790 [In Persian]
20. Goudie, A.S. (2014). Review desert dust and human health disorders. *Environment International*, 63, 101-113. DOI: 10.1016/j.envint.2013.10.011
21. He, Q., Yang, X., Mamtimin, A., & Tang, S.H. (2011). Impact factors of soil wind erosion in the center of Taklimakan Desert. *Journal of Arid Land*, 3(1), 9-14. DOI: 10.3724/SP.J.1227.2011.00009

22. Heidarian, P., Azhdari, A., Jodaki, M., Darvishi Khatooni, J., & Shahbazi, R. (2017). Identifying interior sources of dust storms using remote sensing, GIS and geology (case study: Khuzestan province). *Scientific Quarterly Journal of Geosciences*, 27(105), 33-46. DOI: 10.22071/gsj.2017.53928 [In Persian]
23. Heydarnezhad, S., Ranjbarfordoei, A., & vali, A. (2015). The Study of changes Photosynthetic Pigment Content, Chlorophyll fluorescence Parameters and Nutrients in Saltwort Plants (*Seidlitzia rosmarinus* L.) under Salt Stress. *Plant Process and Function*, 4(13), 37-45. [In Persian]
24. Heydarnezhad, S., & Ranjbar fordoei, A. (2022). Effects of salt stress on growth characteristics and ion accumulation in saltwort plants (*Seidlitzia rosmarinus* L.). *Desert Ecosystem Engineering*, 3(4), 1-10. [In Persian]
25. Jahantigh, M. (2014). *The assessment of vegetation changes and their impact on wind erosion in arid areas (Case Study: north of Sistan)*. 2nd National Conference on desert Management and Approach on arid areas and desert, Semnan, Iran [In Persian]
26. Javanshir, K., Dastmalchi, H., & Emarati, A. (1997). Ecological and physiological study on *Haloxylon aphyllum*, *Haloxylon persicum*, *Populus euphratica* and *Tamarix aphylla* in deserts of Iran. *Journal of Desert*, 1(1-4), 67-79. [In Persian].
27. Karimi, G., Ghorbanli, M.L., Heidari, H., & Asareh, M. (2007). Investigation of salt tolerance mechanism in range speices of *Atriplex verrucifera* (M.B). *Pajouhesh-va-Sazandegi*, 19(3), 42-48. [In Persian]
28. Khosroshahi, M. (2013). Estimating water requirement of *Prosopis juliflora* at different habitats of Persian Gulf - Aman Sea region of Iran. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 21(2), 300-315. DOI: 10.22092/IJFPR.2013.3859 [In Persian]
29. Laeuchi, A., & Luetge, U. (2002). *Salinity*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 341 pages.
30. Levin, N., Kidron, G.H., & Ben-Dor, E. (2006). The spatial and temporal variability of sand erosion across a stabilizing coastal dune field. *Sedimentology*, 53(4), 697-715. DOI: 10.1111/j.1365-3091.2006.00787.x
31. Linders, T.E.W., Schaffner, U., Eschen, R., Abebe, A., Choge, S.K., Kigatu, L., Mbaabu, P.R., Shiferaw, H., & Allan, E. (2019). Direct and indirect effect of invasive species: Biodiversity loss is a major mechanism by which an invasive an invasive tree affects ecosystem functioning. *Ecology*, 107(6), 2660-2672. DOI: 10.1111/1365-2745.13268
32. Madani, S., Ravanbakhsh, M., & Panahandeh, M. (2017). A review of the assessment and management of the ecological risk of invasive plants. *Environmental Research and Technology*. 2(2), 25-33. DOI: 10.29252/.2.2.25 [In Persian]
33. McCary, M.A., Mores, R., Farfan, M.A., & Wise, D.H. (2016). Invasive plants have different effects on tropical structure of green and brown food webs in terrestrial ecosystems: a meta-analysis. *Ecology Letters*, 19(3), 328-335. DOI: 10.1111/ele.12562
34. Mehrabian, A., Khajoei Nasab, F., Naghizadeh, S., & Malek Mohammadi, L. (2021). Distribution patterns of introduced plants of Iran. *Applied Ecology*, 35(3), 115-157. [In Persian]
35. Mirdavoodi, H. (2014). Investigation on growth characteristics and establishment of range species in steppe regions of Markazi province. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 21(1), 165-175. DOI: 10.22092/ijrdr.2014.8088 [In Persian]
36. Mirdavoodi, H. (2014). Investigation on the feasibility of cultivation, establishment and forage quality of four halophytes in Arak Meyghan playa, Iran. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 21(2), 283-294. DOI: 10.22092/ijrdr.2014.11369 [In Persian]
37. Mwuangi, E., & Swallow, B. (2005). Invasive *Prosopis juliflora* and local livelihoods; case study from the lake Baringo of Kenya. *Working Paper Series*, World Agroforestry Centre. 69 pages.

38. Nadjafi-Tireh-Shabankareh, K., Jalili, A., & Asadpoor, R. (2014). Investigation on invasion effects of *Prosopis juliflora* (SW.) DC. *Journal of Arid Biome*, 4(1), 54-64. [In Persian]
39. Niknam, S.R., & McComb, J. (2000). Salt tolerance screening of selected Australian woody species- a review. *Forest ecology and management*. 139(1-3), 1-19. DOI: 10.1016/S0378-1127(99)00334-5
40. Ohrtman, M.K., & Lair, K.D. (2013). *Tamarix: A Case Study of Ecological Change in the American West*. United States of America: Oxford University Press, 488pages
41. Panda, R.M., Behera, M.D., & Roy, P.S. (2018). Assessing distributions of two invasive species of contrasting habits in future climate. *Journal of Environmental Management*, 213, 478-488. DOI: 10.1016/j.jenvman.2017.12.053
42. Pasiecznik, N.M., Harris, P.J.C., & Smith, S. (2003). Identifying tropical *Prosopis* species: A Field Guide. *Henry Doubleday Research Association*, United Kingdom, 36 pages.
43. Qureshi, H., Arshad, M., & Bibi, Y. (2014). Invasive flora of Pakistan: a critical analysis. *International Journal of Biosciences*, 4(1), 407- 424. DOI: 10.12692/ijb/4.1.407-424
44. Rashki, A., Kaskaoutis, D. G., Goudie, A. S., & Kahn, R. A. (2013). Dryness of ephemeral lakes and consequences for dust activity: The case of the Hamoun drainage basin, southeastern Iran. *Science of the total environment*, 463-464, 552-564. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2013.06.045
45. Research Institute of Forests and Rangelands. (2017). *Report of the comprehensive study on the dust hotspot of Khuzestan, The first phase: Dust hotspot in the south and southeast of Ahvaz*, 394 pages. [In Persian]
46. Reza zadeh, M., Irannejad, P., & Shao, Y. (2013). Climatology of the middle dust events. *Aeolian Research*, 10, 103-109. DOI: 10.1016/j.aeolia.2013.04.001
47. Sadeghzadeh Hallaj, H.M., Azadfar, D., & Mirakhori, R. (2015). Growth performance of various population of salt cedar in saline-alkaline soils. *Journal of Wood and Forest Science and Technology*, 22(1), 151-165. [In Persian]
48. Sharifian Bahraman, A., Sepehry, A., & Barani, H. (2020). Plant responses to individual and combined effects of abiotic stress: *Lycium depressum* L. vegetative parameters under salinity and drought. *Journal of Rangeland Science*, 10(3), 228-243.
49. Sharifian Behrman, A., Sepehri, A., & Barani, H. (2021). Investigating the physical and chemical characteristics of the soil of the habitat of the species Kam Tigh in the saline and alkaline pastures of the north of Golestan province. *Journal of Plant Ecosystem Protection*, 9(2), 62-47. DOI: 10.22067/JSW.2022.76508.1163 [In Persian]
50. Suter-Burri, K., Gromke, C.H., Leonard, K.C., & Graf, F. (2013). Spatial patterns of aeolian sediment deposition in vegetation canopies: Observations from wind tunnel experiments using colored sand. *Aeolian Research*, 8, 65-73. DOI: 10.1016/j.aeolia.2012.11.002
51. Tavakoli niya, A., Assareh, M.H., Shariat, A., & Bakhshi -Khaniki, GH.R. (2016). Effects of salinity stress on morphological and physiological parameters in three Eucalyptus species. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, 24(1), 42-53. DOI: 10.22092/IJRFPGR.2016.106166 [In Persian]
52. Xu, L., Liu, H., Chu, X., & Su, K. (2006). Desert vegetation pattern at the northern foot of Tianshan mountains: The role of soil conditions. *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 201(1), 44-50. DOI: 10.1016/j.flora.2005.04.003
53. Yuzhang, L., Guangrong, D., & Changzi, L., (1992). Study on some factors influencing soil erosion by wind tunnel experiment. *Journal of Desert Research*, 12(4), 41-49.