

The role of natural micro-watersheds and stabilizing gullies in the sustainability and conservation of vegetation in the Shoosh representative watershed: implications for arid ecosystem management

Mehri Dinarvand^{1*}, Saba Peyrov², Seyed Hossein Arami², Behzad Tajri³ and Kohzad Heidari⁴

¹ Associate Prof., Forests and Rangelands Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Ahvaz, Iran

² Assistant Prof., Forests and Rangelands Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Ahvaz, Iran

³ Expert, Khuzestan Natural Resources and Watershed Management Department.

⁴ Assistant Prof., Soil Conservation and Watershed Management Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Ahvaz, Iran

Received: 10 January 2026

Accepted: 25 April 2026

Extended abstract

Introduction

Iran is located in the arid and semi-arid belt of the world and is very far from moisture sources. Arid and desert areas, due to a lack of moisture, high temperatures, strong winds, soil erosion, and land degradation caused by human activity, have created tough conditions for plant growth and development, such that only a relatively limited number of plant species can survive. Native plants of such areas are considered highly valuable species due to their ability to adapt to harsh environmental conditions and play a crucial role in the region's climate, soil formation, and hydrology; therefore, their identification is of great importance. With the aim of monitoring and recording spatial data statistics of meteorological, hydrometric, erosion and sedimentation, vegetation cover, soil and groundwater climatic parameters, the Shoosh representative basin station was established in 2007 by the General Directorate of Natural Resources and Watershed Management of Khuzestan Province. In addition to the Moorlands, shallow depressions and old gullies are observed in this basin, some of which have been stabilized due to enclosure and reduction of livestock pressure. These stabilized depressions themselves act as natural micro-reservoirs and have provided suitable conditions for the establishment of permanent species by increasing infiltration, reducing surface runoff, and trapping plant seeds. In this study, the floristic composition, richness, and species diversity were compared in plots located in stabilized micro-watersheds (treatment) and hills (control). The results of the study showed that the indices of percent cover, number of species, and diversity in the treatment were significantly higher than in the control. These findings indicate that stabilized gullies can act as small foci of gene pool and nurse habitats and, if properly managed, can help improve the stability of vegetation cover in arid regions and consequently soil conservation. Therefore, integrated management, including targeted enclosure, control of active gullies, and patchy protection of natural micro-watersheds, can be a low-cost and eco-friendly model for restoring degraded rangelands in southwestern Iran.

Materials and methods

In this study, vegetation cover analysis was conducted in the Shoosh representative basin area using biodiversity indices. During the appropriate growing season (early February to late March), during field visits, a list of plant species in the area was taken, and typification was performed based on the presence of Shrub and perennial species. In each type, the size of the data plot was determined using the minimum area method and using snail plots and species surface curves. The location of all plots was recorded with a GPS device. 20 plots (a total of 40 plots) were constructed separately in the shallow depressions and stabilized gullies (treatment) and the slopes of the hillocks (control). In each plot, the percentage of living cover of each species was noted with the name, the percentage of litter and debris, and the percentage of bare ground. Species diversity indices were calculated, and the vegetation cover of the plots was compared using an independent t-test. Species number, vegetation cover percentage, and species diversity indices (Simpson, Shannon, and Hill diversity indices) were calculated using PAST 2.17 software. Python version 3.13 programming environment was also used to analyze species diversity, compare different indices, and create some graphs. All data were transferred to an Excel file for subsequent statistical analysis using SPSS 27 software.

Results and discussion

* Corresponding author: mehri.dinarvand@gmail.com

In the enclosed and protected area of the Shush representative area, 70 plant species belonging to 29 families were identified. The Fabaceae, Astraceae, Poaceae, and Brassicaceae families are the largest families in the region in terms of number of species, with 11, 8, 8, and 6 species, respectively. Of the 70 identified species, 45 plant species, such as *Astragalus ensifer*, *Astragalus fasciculifolius*, and *Astragalus obtusifolius*, have soil conservation value and are among the perennial plants of the region. In the Shush representative area, there is a significant difference at the one percent level between the average number of species, percentage of cover, dominance, Simpson, and Shannon indices in the treatment plots compared to the control plots. However, although there is a difference between the value of the uniformity index of the treatment and control sections, it is not significant. These results indicate that stabilized depressions, by increasing water infiltration and reducing surface runoff, have provided conditions for the establishment of permanent species. From a soil conservation perspective, increasing living cover and the presence of permanent species in these micro-catchments reduce the bare ground surface and, as a result, reduce the erosion. Therefore, if properly managed, these depressions can help improve soil conservation and vegetation stability as nurse habitats and gene pools; however, a distinction should be made between active erosional gullies and stabilized gullies with a positive role.

Conclusions

Natural watershed management phenomena with self-organization play a very important role in the restoration of degraded rangelands. These measures help improve soil structure and increase water infiltration by reducing surface water runoff and controlling soil erosion, and provide suitable conditions for seed germination and the establishment of plant species. This research in the representative area of Shoosh as a model example can be generalized to other arid regions. The presence of shallow depressions and stabilized gullies with various depths in the region, like a mother, is actually a nurse for plant species and allows them to develop in that region. However, the rate of restoration of arid regions is slow, and these areas have a very fragile system, and more time and opportunity are needed to achieve ideal conditions. In other words, despite the emergence of suitable vegetation due to the micro-natural watersheds, they are still very sensitive and vulnerable areas, and the diversity of vegetation depends on the rainy season due to the predominance of short-lived species. Therefore, an important point that should be considered is management, planning, and the use of existing conditions. In addition to preventing destruction in the area, purposeful fencing and grazing management (appropriate grazing time, prevention of excessive grazing, timely removal of livestock from the area, resting the pasture for reconstruction and restoration) should be considered in the area. Unfortunately, in many desert and arid areas, tree planting is used for restoration, an activity that is very costly and requires subsequent care. While the best method is to take inspiration from the natural process in desert and arid areas. The results of this study showed that the stabilized depressions in the Shoosh representative area, by playing the role of natural micro-reservoirs, provided conditions for the establishment of permanent species and were effective in reducing bare land and improving soil protection. These results indicate that utilizing the capacity of these micro-reservoirs, along with targeted enclosure and grazing management, can be a low-cost and eco-friendly approach to restoring degraded rangelands in arid regions.

Keywords: Fabaceae, Natural micro-watersheds, Vegetation cover, Cover percentage, Simpson's diversity Index, Shannon-Wiener Index

Cite this article: Dinarvand, M., Peyrov, S., Arami, S.H., Tajri, B., Heidari, K., 2026. The role of natural micro-watersheds and stabilizing gullies in the sustainability and conservation of vegetation in the Shoosh representative watershed: implications for arid ecosystem management. *Water. Eng. Manag.*18(3), 321-341.

© 2026, The Author(s). Published by Soil Conservation and Watershed Management Research Institute (SCWMRI). This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>)



نقش ریزآبگیرهای طبیعی و آبکندهای تثبیت شده در پایداری و حفاظت پوشش گیاهی حوضه معرف شوش: الگویی برای مدیریت بومسازگان خشک

مهری دیناروند^{۱*}، صبا پیرو^۲، سید حسین آرامی^۳، بهزاد تجری^۳ و کهزاد حیدری^۴

^۱ دانشجویار پژوهشی، بخش تحقیقات جنگل ها و مراتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات،

آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

^۲ استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات جنگل ها و مراتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات،

آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

^۳ کارشناس اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان خوزستان

^۴ استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات آبخیزداری و حفاظت خاک، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان

تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۲/۰۵

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۰/۲۰

چکیده مبسوط

مقدمه

کشور ایران در کمربند خشک و نیمه خشک جهان قرار گرفته است و از منابع رطوبتی بسیار دور است. مناطق خشک و بیابانی به دلیل کمبود رطوبت، دمای بالا، وزش بادهای شدید، فرسایش خاک و تخریب اراضی ناشی از فعالیت بشر، شرایط بسیار دشواری را برای رشد و توسعه گیاهان بوجود آورده است، به طوری که تنها تعداد نسبتاً محدودی از گونه های گیاهی قادر به ادامه حیات هستند. گیاهان بومی چنین مناطقی به دلیل قابلیت سازگاری با شرایط سخت محیطی، از گونه های بسیار ارزشمند محسوب شده و نقش مهمی در تعدیل اقلیم، خاک زایی و هیدرولوژی یک منطقه دارند. بنابراین شناسایی آنها از اهمیت زیادی برخوردار است. با هدف پایش و ثبت آمار داده مکانی پارامترهای اقلیمی هواشناسی، هیدرومتری، فرسایش و رسوب، پوشش گیاهی، خاک و آب های زیرزمینی ایستگاه حوضه معرف شوش در سال ۱۳۸۶ توسط اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان خوزستان احداث شد. در این حوضه علاوه بر تپه ماهورها، فرورفتگی های کم عمق و آبکندهای قدیمی مشاهده می شوند که بخشی از آنها در اثر قرق و کاهش فشار دام تثبیت شده اند. این فرورفتگی های تثبیت شده خود به عنوان ریزآبگیرهای طبیعی عمل کرده و با افزایش نفوذ، کاهش رواناب سطحی و به دام انداختن بذور گیاهان، شرایط مناسبی برای استقرار گونه های دائمی فراهم کرده اند. در این پژوهش ترکیب فلورستیک، غنا و تنوع گونه ای در پلات های واقع در ریزآبگیرهای تثبیت شده (تیمار) و تپه ها (شاهد) مقایسه شد. نتایج تحقیق نشان داد که شاخص های درصد پوشش، تعداد گونه و تنوع در تیمار به طور معنی داری بالاتر از شاهد است. این یافته ها بیانگر آن است که آبکندهای تثبیت شده می توانند به عنوان کانون های کوچک ذخیره ژنی و زیستگاه های پرستار عمل کرده و در صورت مدیریت صحیح، به بهبود پایداری پوشش گیاهی در مناطق خشک و در نتیجه حفاظت خاک کمک کنند. بنابراین مدیریت تلفیقی شامل قرق هدفمند، کنترل آبکندهای فعال و حفاظت لکه ای از ریزآبگیرهای طبیعی می تواند الگویی کم هزینه و بوم سازگار برای احیای مراتع تخریب شده جنوب غرب ایران باشد.

* مسئول مکاتبات: mehri.dinarvand@gmail.com

مواد و روش‌ها

در این پژوهش آنالیز پوشش گیاهی در منطقه حوضه معرف شوش با استفاده از شاخص‌های تنوع زیستی صورت گرفت. در فصل رویشی مناسب (اوایل بهمن تا اواخر فروردین) طی بازدیدهای صحرایی، لیست برداری از گونه‌های گیاهی منطقه انجام و براساس حضور گونه‌های بوته‌ای و چندساله تیپ‌بندی صورت گرفت. در هر تیپ به روش سطح حداقل و با استفاده از پلات‌های حلزونی و منحنی سطح گونه اندازه پلات برداشت داده مشخص شد. محل همه پلات‌ها با دستگاه GPS ثبت شد. در بخش‌های فرورفتگی‌های کم عمق و آبکندهای تثبیت شده (تیمار) و دامنه‌های تپه ماهوری (شاهد) به‌طور مجزا تعداد ۲۰ پلات (در مجموع ۴۰ پلات) احداث شد. در هر پلات درصد پوشش زنده تک‌تک گونه‌ها با ذکر نام، درصد لاشبرگ و خاشاک، درصد زمین لخت یادداشت برداری شد. شاخص‌های تنوع گونه‌ای محاسبه و پوشش گیاهی پلات‌ها با استفاده از آزمون t مستقل مقایسه شد. شاخص‌های تعداد گونه، درصد پوشش گیاهی و تنوع گونه‌ای (شاخص‌های تنوع سیمپسون، شانون و هیل) با استفاده از نرم‌افزار PAST 2.17 محاسبه شد. برای تحلیل تنوع گونه‌ها، مقایسه شاخص‌های مختلف و برخی نمودارها از محیط برنامه‌نویسی Python نسخه ۳.۱۳ نیز استفاده شد. همه داده‌ها به فایل اکسل برای انجام آنالیزهای آماری بعدی با استفاده از نرم‌افزار SPSS 27 منتقل شدند.

نتایج و بحث

در منطقه محصور و حفاظت شده حوضه معرف شوش، تعداد ۷۰ گونه گیاهی متعلق به ۲۹ تیره (خانواده) شناسایی شد. تیره‌های باقلائیان (Fabaceae)، مینا (Astraceae)، گندمیان (Poaceae) و شب‌بو (Brassicaceae) به ترتیب با ۱۱، هشت، هشت و شش گونه بزرگترین تیره‌های منطقه از نظر تعداد گونه هستند. از ۷۰ گونه شناسایی شده، تعداد ۴۵ گونه گیاهی مانند انواع گون *Astragalus obtusifolius*, *Astragalus fasciculifolius*, *Astragalus ensifer* دارای ارزش حفاظت خاک بوده و جزء گیاهان دائمی منطقه هستند. در حوضه معرف شوش بین میانگین شاخص‌های تعداد گونه، درصد پوشش، غالبیت، سیمپسون و شانون در پلات‌های تیمار نسبت به پلات‌های شاهد اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد وجود دارد. اما بین مقدار شاخص یکنواختی بخش تیمار و شاهد اگرچه اختلاف وجود دارد اما معنی‌داری نیست. این نتایج بیانگر آن است که فرورفتگی‌های تثبیت شده با افزایش نفوذ آب و کاهش رواناب سطحی، شرایطی برای استقرار گونه‌های دائمی فراهم کرده‌اند. از منظر حفاظت خاک، افزایش پوشش زنده و حضور گونه‌های دائمی در این ریزآبگیرها موجب کاهش سطح زمین لخت و در نتیجه کاهش میزان فرسایش می‌شوند. بنابراین این فرورفتگی‌ها در صورت مدیریت صحیح می‌توانند به‌عنوان زیستگاه‌های پرستار و ذخیره‌گاه ژنی به بهبود حفاظت خاک و پایداری پوشش گیاهی کمک کنند. هرچند باید میان آبکندهای فعال فرسایشی و آبکندهای تثبیت‌شده با نقش مثبت، تمایز گذاشت.

نتیجه‌گیری

پدیده‌های آبخیزداری طبیعی با خودسازماندهی، نقش بسیار مهمی در احیای مراتع تخریب شده ایفا می‌کنند. این اقدامات با کاهش روان آب سطحی و کنترل فرسایش خاک به بهبود ساختمان خاک و افزایش نفوذ آب کمک کرده و شرایط مناسب برای جوانه‌زنی بذور و استقرار گونه‌های گیاهی را فراهم می‌سازند. این پژوهش در حوضه معرف شوش به‌عنوان نمونه الگویی، قابل تعمیم به سایر مناطق خشک است. وجود فرورفتگی‌های کم عمق و آبکندهای تثبیت‌شده با عمق‌های متنوع در منطقه درواقع مانند مامنی، پرستار گونه‌های گیاهی بوده و امکان توسعه آنها را در آن خطه فراهم می‌کند. اما آهنگ احیای بوسازگان مناطق خشک کند است و این مناطق به شدت از سیستم شکننده‌ای برخوردار هستند و برای رسیدن به شرایط ایده‌آل نیاز به زمان و فرصت بیشتری هست. به عبارت دیگر، علی‌رغم ظهور پوشش گیاهی مناسب در اثر خرد آبخیزهای طبیعی، اما همچنان عرصه‌هایی بسیار حساس و آسیب‌پذیر هستند و تنوع پوشش گیاهی به دلیل غالبیت گونه‌های کوتاه‌زی، وابسته به فصل بارش است. بنابراین نکته مهمی که باید به آن توجه شود، مدیریت برنامه‌ریزی و استفاده از شرایط موجود است. می‌بایست علاوه بر جلوگیری از تخریب در منطقه، به‌طور هدفمند قرق و مدیریت چرا (زمان مناسب چرا، جلوگیری از چرای مفراط، خروج به‌موقع دام از عرصه، استراحت مرتع جهت بازسازی و

احیای مجدد) در منطقه مد نظر باشد. متأسفانه در بسیاری از مناطق بیابانی و خشک برای احیا اقدام به درخت‌کاری می‌شود فعالیتی که بسیار پر هزینه بوده و نیاز به مراقبت‌های بعدی نیز هست. در حالی که بهترین شیوه الهام گرفتن از سیر روند طبیعی در مناطق بیابانی و خشک است. نتایج این تحقیق نشان داد که فرورفتگی‌های تثبیت شده در حوضه معرف شوش با ایفای نقش ریزآبگیرهای طبیعی شرایطی برای استقرار گونه‌های دائمی فراهم کرده و در کاهش زمین لخت و بهبود حفاظت خاک مؤثر بوده‌اند. این نتایج نشان می‌دهد که بهره‌گیری از ظرفیت این ریزآبگیرها همراه با قرق هدفمند و مدیریت چرا می‌تواند رویکردی کم هزینه و بوم‌سازگار برای احیای مراتع تخریب شده در مناطق خشک باشد.

واژه‌های کلیدی: باقلائیان، پوشش گیاهی، درصد پوشش، ریزآبگیر طبیعی، شاخص سیمپسون، شاخص شانون

مقدمه

کشور ایران در کمربند خشک و نیمه‌خشک جهان قرار گرفته است و از منابع رطوبتی بسیار دور است. از این‌رو سامانه‌های باران‌آور زمانی به ایران می‌رسند که بخش بزرگی از رطوبت خود را از دست داده و توان کافی برای ایجاد بارش در بخش‌هایی از ایران را ندارند به نحوی که میزان متوسط بارش سالیانه آن ۲۵۰ میلی‌متر است که این میزان حدود یک سوم متوسط میزان بارش جهانی است (Shakoor et al., 2016؛ Raziei, 2016؛ Sharifi Paichoon, et al., 2023؛ Hosseini et al., 2024).

مناطق خشک و بیابانی به دلیل کمبود رطوبت، دمای بالا، وزش بادهای شدید، فرسایش خاک و تخریب اراضی ناشی از فعالیت بشر، شرایط بسیار دشواری را برای رشد و توسعه گیاهان به وجود آورده است، به‌طوری‌که تنها تعداد نسبتاً محدودی از گونه‌های گیاهی قادر به ادامه حیات هستند (Dinarvand et al., 2022). گیاهان بومی چنین مناطقی به دلیل قابلیت سازگاری با شرایط سخت محیطی، از گونه‌های بسیار ارزشمند محسوب شده و نقش مهمی در تعدیل اقلیم، خاک‌زایی و هیدرولوژی یک منطقه دارند. بنابراین شناسایی آنها از اهمیت زیادی برخوردار است (Bao et al., 2021؛ Dinarvand et al., 2022).

مساحتی معادل ۷۳۷۷۹۰ هکتار از دشت خوزستان بیابانی و در ایران چشمه گرد و غبار محسوب می‌شود (Abbasi, 2021). پوشش گیاهی منطقه بیابانی جنوب غرب ایران شامل چهار تیپ رویشی گیاهان تالابی، نم‌پسندان شورروی، گیاهان شورپسند خشکی‌زی و گیاهان مناطق ماسه‌زار است که این رویش‌ها در زیستگاه‌های متنوع طبیعی و انسان‌ساز

مستقر می‌شوند (Dinarvand and Jamzad, 2020). گیاهان مناطق بیابانی با به‌کارگیری استراتژی‌های مختلف با شرایط محیطی سازگار می‌شوند. وجود خرد زیستگاه‌ها و تنوع ویژگی‌های خاک باعث تفاوت‌های ساختاری و ترکیب پوشش گیاهی در مناطق با اقلیم مشترک می‌شود (Tao et al., 2013).

به‌طور معمول روند تغییرات پوشش در نواحی خشک کند است و فقط در مناطقی که مدیریت مناسب دارد می‌توان انتظار بهبود وضعیت مرتع را داشت (Baghestani Mybodi et al., 2007). بخصوص در مواردی که شدت تخریب در منطقه بالا باشد، برگشت پذیری پوشش گیاهی بسیار کند بوده و در برخی موارد غیر قابل برگشت خواهد بود (Fahimipour et al., 2010). حوضه معرف شوش در سال ۱۳۸۶ با هدف پایش و ثبت آمار داده مکانی پارامترهای اقلیمی هواشناسی، هیدرومتری، فرسایش و رسوب، پوشش گیاهی، خاک و آب‌های زیرزمینی توسط اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان خوزستان احداث شد.

ایستگاه مذکور بستر مناسبی به‌صورت الگویی جهت شناسایی، برنامه‌ریزی علمی و پژوهش‌های میدانی در منطقه فراهم کرد. از آنجا که آبخیزهای معرف در مناطق همگن اقلیمی، اداپتیکی و اکولوژیک استقرار و راه‌اندازی شدند، بنابراین نتایج به‌دست آمده از آنها قابل تعمیم برای مناطق مشابه خواهد بود (Soleimani et al., 2021). علی‌رغم گذشت مدت طولانی از احداث این منطقه ولی تحلیل مناسبی از پوشش گیاهی منطقه، نقش آن و تغییرات صورت گرفته طی مدت فرق تاکنون ارائه نشده‌است. آگاهی از خصوصیات اکولوژیکی و مجموعه گیاهان یک منطقه به برنامه‌های مدیریت، حفاظت و بهره‌برداری پایدار از پتانسیل‌های آن کمک

سامانه‌های پخش سیلاب بر آبخوان اجرا شده، موجب بهبود در وضعیت حوزه آبخیز به لحاظ پوشش گیاهی، کنترل سیلاب، توسعه سطح زراعت، دامداری و بهبود درآمد و معیشت روستاییان شده است. Bevington et al., (2021) به بررسی غنای گونه‌ای به‌عنوان ابزاری برای بررسی اثر سیلاب در منطقه تالابی در لویزیانا آمریکا پرداختند. نتایج مطالعات آنها نشان داد که گونه‌های متفاوت، مقاومت‌های متفاوتی به سیلاب دارند به نحوی که به‌طور مثال میانگین حضور گونه *Sagittaria platyphylla* بعد از وقوع سیلاب حدود ۲۰ درصد کاهش یافته است. در صورتی که حضور گونه *Nelumbo lutea* بعد از وقوع سیلاب حدود ۱۲ درصد رشد داشته است.

تنوع گونه‌ای به‌طور وسیع در پژوهش‌های گیاهی و ارزیابی‌های زیست محیطی جنوب استان خوزستان به‌عنوان یک شاخص مهم در تعیین وضعیت اکوسیستم‌های شکننده مناطق بیابانی واقع در کانون‌های گرد و غبار مناطق بگهان، حنیطیه، طویل، منصوره و ماهشهر مورد استفاده قرار گرفته است و در همه موارد تغییرات مشخص و معنی‌داری در طول سال‌های پژوهش مشاهده شد (Dinarvand et al., 2021a,b,c,d; Yasrebi and Dinarvand, 2025). منطقه حوضه معرف شوش به‌صورت تپه‌ماهوری بوده و دره‌های کم عمقی دارد. در این دره‌ها بخشی از آبکندهای قدیمی در اثر قرق و کاهش فشار دام تثبیت شده و به‌صورت فرورفتگی‌های طبیعی عمل می‌کنند. این فرورفتگی‌های تثبیت شده مانند ریزآبگیرهای کوچک، شرایط مناسبی برای ذخیره آب باران و به دام افتادن بذور گیاهان فراهم کرده‌اند.

به‌منظور بررسی دقیق‌تر و مقایسه این زیستگاه‌ها با بخش‌های تپه‌ماهوری، پژوهش حاضر انجام شد. در این پژوهش ترکیب فلورستیک منطقه، غنا و تنوع گونه‌ای به استناد شواهد میدانی و اندازه‌گیری در عرصه و آنالیز آماری ارزیابی می‌شود. این مستندات به‌عنوان نمونه‌ای الگویی برای مدیریت بوم‌سازگان مشابه در مناطق خشک جنوب غرب ایران معرفی می‌شود.

خواهد کرد (Abasi et al., 2015). زیرا یکی از ارکان شناسنامه‌ای هر منطقه وجود گیاهان و وضعیت آنها است (Mozaffarian, 1999).

یکی از روش‌های مناسب ارزیابی پوشش گیاهی یک منطقه اندازه‌گیری شاخص‌های تنوع گونه‌ای است. شاخص‌های اندازه‌گیری تنوع ابزاری برای فهم بهتر کمیت و کیفیت زیستگاه‌ها است (Bhat et al., 2020). با ارزیابی تغییرات شاخص‌های تنوع در یک منطقه در طول زمان امکان ارزیابی مدیریت اعمال شده وجود دارد (Noori et al., 2018). شاخص تنوع گونه‌ای، از شاخص‌های مهم تنوع زیستی است که در ارزیابی زیستگاه‌ها استفاده می‌شود و مقدار آن به ثبات محیط زیست آن بستگی دارد (Akbari and Kalbi, 2019). تنوع گونه‌ای با دو جزء غنای گونه‌ای و یکنواختی پوشش ارزیابی می‌شود. غنای گونه‌ای یا تعداد گونه در یک جامعه یا در واحد سطح، قدیمی‌ترین و ساده‌ترین راه اندازه‌گیری تنوع است (Dinarvand et al., 2021).

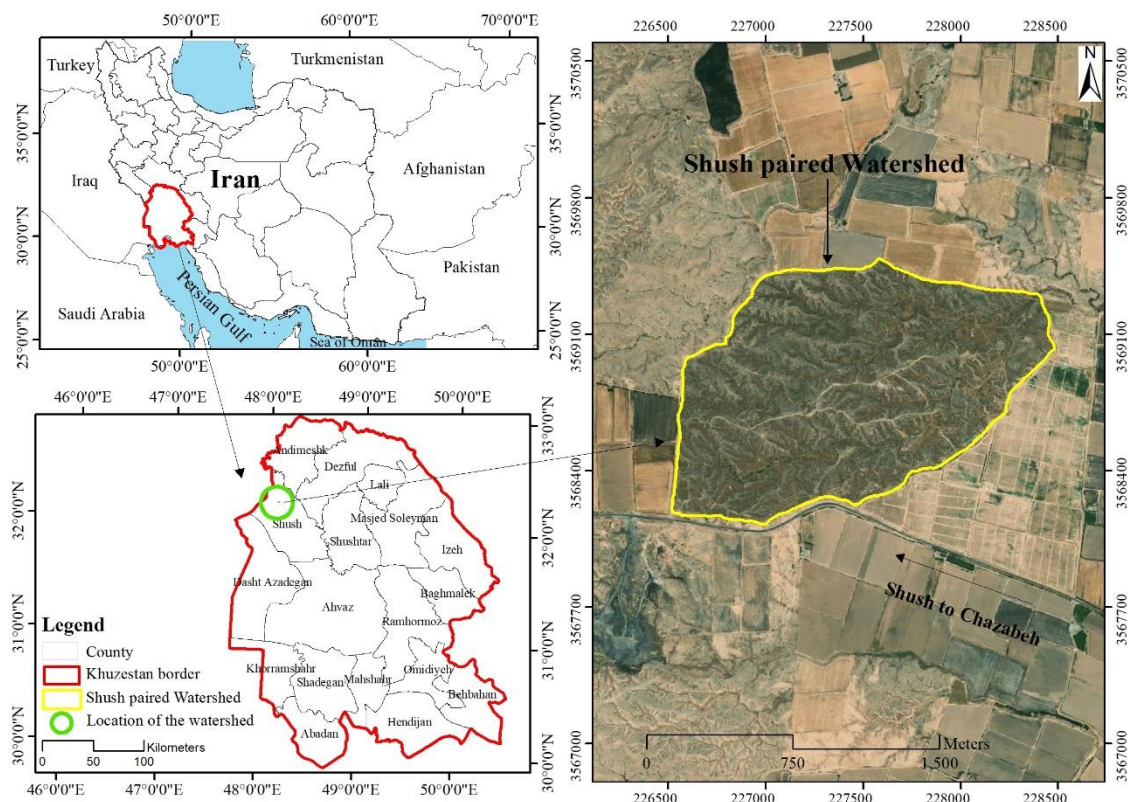
امروزه اندازه‌گیری شاخص‌های تنوع گونه‌ای به‌طور وسیع در پژوهش‌های گیاهی و ارزیابی‌های زیست محیطی به‌عنوان یک شاخص مهم در تعیین وضعیت یک اکوسیستم در جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد (Ejtehad et al., 2008; Dinarvand et al., 2016). مطالعات (Holland and Winkler (2020 در سه جزیره در دریاچه‌های آب شیرین Winnipegesaukee و New Hampshire در خصوص تغییرات پوشش گیاهی و شاخص‌های تنوع در طول دوره ۳۳ ساله نشان داد، شاخص تنوع گونه‌ای شانون در هر سه جزیره افزایش یافته و گونه‌های غالب علفی تغییر مشخصی در منطقه داشته است. (Yasrebi and Dinarvand, 2025) در مطالعه ارزیابی تأثیر عملیات پیتینگ بر بهبود شرایط خاک و تنوع پوشش گیاهی بیان داشتند که این عملیات آبخیزداری توانسته پوشش گیاهی بومی را احیا کند و وضعیت خاک را بهبود بخشد؛ به‌طوری که می‌تواند به‌عنوان حلقه اتصال اجزای مختلف در اکوسیستم عمل کنند.

Rahmani et al., (2024) اثربخشی عملیات آبخیزداری اجرا شده حاصل از دستاوردهای تحقیقاتی در حوزه آبخیز چن‌داب استان تهران را بررسی نمودند. نتایج نشان داد اجرای پروژه‌های سد زیرزمینی و

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: حوزه آبخیز معرف شوش با مساحت محصور شده ۲۰۰ هکتار، در موقعیت جغرافیایی $29^{\circ} 48' 05''$ تا $29^{\circ} 48' 09''$ شرقی و $57^{\circ} 12' 32''$ تا $57^{\circ} 13' 43''$ شمالی واقع شده است (شکل ۱). این منطقه در غرب شهر شوش و رودخانه کرخه واقع شده است. مرتفع ترین نقطه حوضه ۱۴۷ متر و حداقل ارتفاع آن ۹۰ متر از سطح دریا است. اقلیم منطقه طبق روش آمبرژه بیابانی گرم میانه است (Soleimani et al., 2021). سیمای طبیعی منطقه

تپه‌ماهوری و بافت خاک لومی است (Neisi, et al., 2020). از لحاظ زمین شناسی منطقه پوشیده از پادگانه‌های آبرفتی و تراس‌های فرسایش جدید بوده و رسوبات از سازندهای میشان آغاچاری، بختیاری و گچساران هستند (Soleimani et al., 2021). مطابق آمار هواشناسی نزدیک ترین ایستگاه سینوپتیک منطقه، بارندگی متوسط سالانه ۳۰۰ میلی‌متر و متوسط دمای سالانه ۲۵ تا ۲۹ درجه سانتی‌گراد با میزان تبخیر سالانه حدود ۲۰۰۰ میلی‌متر طی دهه اخیر ثبت شده است.



شکل ۱- موقعیت حوزه آبخیز معرف شوش در کشور، استان در تصویر ماهواره‌ای
Fig. 1. Location of the Shush Watershed in the country, province in satellite image

اندازه‌گیری داده‌های پوشش گیاهی: با توجه به شرایط اقلیمی استان خوزستان، در فصل رویشی مناسب (اوایل بهمن تا اواخر فروردین) طی بازدیدهای صحرایی، لیست برداری از گونه‌های گیاهی منطقه انجام و براساس حضور گونه‌های دو تا سه بوته‌ای و چندساله غالب در منطقه تیپ‌بندی صورت گرفت (Salehi et al., 2006). در هر تیپ به روش سطح حداقل و با استفاده از پلات‌های حلزونی و منحنی سطح گونه اندازه پلات برداشت داده مشخص شد.

اندازه پلات یک مترمربع تعیین شد که برای مراتع منطقه با حضور گونه‌های علفی منطقی بود. محل همه پلات‌ها با دستگاه GPS ثبت شد. از آنجا که منطقه از نظر ترکیب فلورستیک یکنواخت بود، در بخش‌های دره‌ای و خرد آبکنده (که به مرور زمان به دره‌های کم عمق تبدیل شده‌اند) و روی تپه‌ها (شاهد) به‌طور مجزا تعداد ۲۰ پلات (در مجموع ۴۰ پلات) احداث شد. در هر پلات درصد پوشش زنده تک‌تک گونه‌ها (براساس تاج پوشش در پلات شبکه‌بندی شده) با ذکر نام، درصد

شاخص‌های تنوع (Shannon, Simpson) و شاخص‌های (Hill) با بهره‌گیری از کتابخانه‌های pandas (برای پردازش داده‌ها)، numpy (برای محاسبات عددی)، matplotlib (نسخه ۳.۷.۲ برای رسم نمودارها) و seaborn (نسخه ۰.۱۲.۲ برای نمودارهای آماری پیشرفته) ترسیم شد. این ابزارها امکان تجسم هم‌زمان داده‌های میانگین پوشش و شاخص‌های تنوع، به صورت واضح و دقیق برای تحلیل‌های کمی و مقایسه‌ای فراهم کردند.

به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها و بررسی نرمال بودن آنها از آزمون آماری کلوموگروف اسمیرنوف استفاده شد (جدول ۳). بر اساس نتایج شاخص‌های درصد پوشش و شانون نرمال بودند، شاخص‌های تعداد گونه، غالبیت و یکنواختی نیز با روش تبدیل جذری نرمال شدند که در گام بعدی برای مقایسه میانگین این شاخص‌ها از آزمون مقایسه میانگین تی مستقل استفاده شد (جدول ۵). با توجه به اینکه شاخص سیمپسون نرمال نشد، برای مقایسه میانگین آن از آزمون ناپارامتری من‌ویتنی استفاده شد (جدول ۶).

نتایج و بحث

فاکتورهای اقلیمی (دما و بارندگی) منطقه: منحنی آمپروترمیک ماه‌های بارشی براساس داده‌های کسب شده از نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی سینوپتیک (ذرفول) ترسیم شد (شکل ۲). بیشینه بارش‌ها در پاییز و زمستان بوده و بعد از اردیبهشت بارش‌ها قطع شده و به مدت پنج ماه خشکی کامل همراه با بیشینه دما مشاهده می‌شود. هم‌زمان با افزایش دما و قطع بارش‌ها پوشش گیاهی کوتاه‌زی منطقه نیز حذف، گونه‌های بوته‌ای در مرحله رکود و در مجموع سیمایی از علفزار پاکوتاه خشک شده در منطقه دیده می‌شود.

لاشبرگ و خاشاک، درصد زمین لخت یادداشت برداری شد.

شناسایی پوشش گیاهی: پس از پرس و خشک کردن نمونه‌ها و چسبانیدن روی شیت هرباریومی، با استفاده از منابع فلوری، فلور استان خوزستان (Dinarvand, 2021)، فلور ایرانیکا (Rechinger, 2015)، فلور ایران (Assadi et al., 2018) و فلور عراق (Townsend and Guest, 1980) تا حد زیرگونه و واریته شناسایی شدند. **تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها:** شاخص‌های تعداد گونه، درصد پوشش گیاهی و تنوع گونه‌ای (شاخص‌های تنوع سیمپسون و شانون) با استفاده از نرم‌افزار PAST 2.17 محاسبه شد. برای تعیین تنوع گونه‌ای از شاخص‌های سیمپسون و شانون-وینر به دلیل توانایی بیشتر آنها در تشخیص تنوع استفاده شد. زیرا شاخص شانون-وینر بیشتر تحت تأثیر غنای گونه‌ای است و شاخص سیمپسون تحت تأثیر فراوانی گونه‌های غالب قرار می‌گیرد (Ejtehadi et al., 2008). همه داده‌ها به فایل اکسل برای انجام آنالیزهای آماری بعدی با استفاده از نرم‌افزار SPSS 27 منتقل شدند.

رابطه‌های (۱ تا ۳)، برای محاسبه شاخص‌های به ترتیب شاخص مارگالف^۱، شاخص شانون واینر^۲ و شاخص تنوع سیمپسون^۳ مورد بررسی استفاده شدند (Ejtehadi et al., 2008).

$$D_{Mg} = \frac{S-1}{\ln N} \quad (1)$$

$$H' = -\sum_{i=1}^S (P_i) (\ln P_i) \quad (2)$$

$$1-D = 1 - \sum_{i=1}^S (P_i)^2 \quad (3)$$

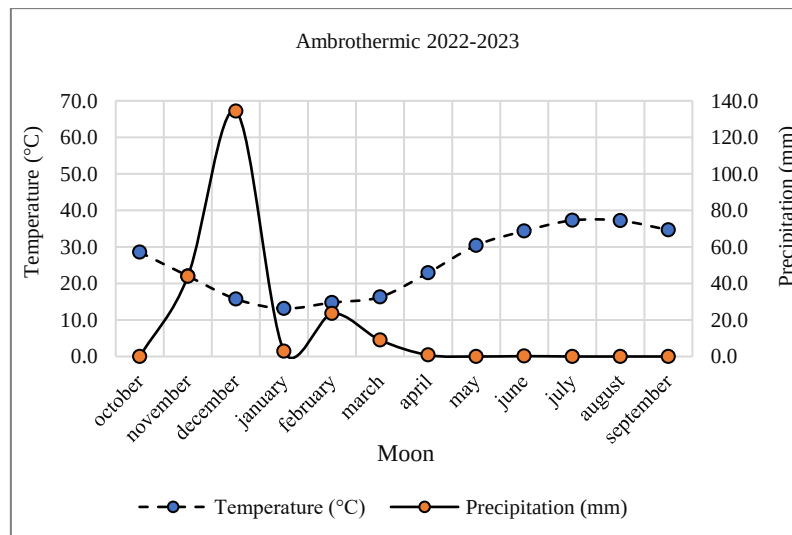
که در آنها، S تعداد کل گونه‌ها، N تعداد کل افراد، Pi نسبت افراد در گونه i ام در جامعه هستند.

برای تحلیل تنوع گونه‌ها و مقایسه شاخص‌های مختلف، از محیط برنامه‌نویسی Python نسخه ۳.۱۳ استفاده شد. نمودارهای Rank-Abundance برای مقایسه میانگین درصد پوشش گونه‌ها در مناطق مورد مطالعه و همچنین Radar Chart برای مقایسه

³ Simpson index

¹ Margalf (D_{Mg})

² Shannon index

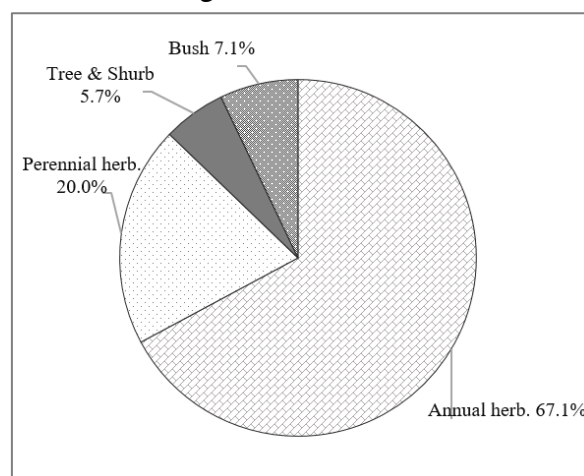


شکل ۲- منحنی آبروترومیک مهر ۱۴۰۱- شهریور ۱۴۰۲ (سال آبی)

Fig. 2. Ambrothermic curve for October 2022 - September 2023 (Water Year)

دهنده شرایط حاد منطقه است. گیاهان کوتاه‌زی معمولاً پوشش غالب مناطق خشک و کم باران هستند، این گیاهان در مدت زمان کوتاهی دوره رشد را طی کرده و پس از بذردگی از منطقه حذف می‌شوند (Asri, 2007). مطالعات سال‌های اخیر در سایر نقاط دشتی استان خوزستان نیز نشان داده که گونه‌های علفی یکساله همواره پوشش غالب این مناطق را تشکیل داده است (Dinarvand et al., 2022a,b; Yasrebi and Dinarvand et al., 2021a,b,c,d; Dinarvand, 2025). مابقی به فرم‌های رویشی علفی چندساله (۲۰ درصد)، بوته‌ای (هفت درصد) و درختچه‌ای (شش درصد) است (شکل ۳).

پوشش گیاهی: در فصل بهار با پیمایش میدانی در منطقه محصور و حفاظت شده حوضه معرف شوش، تعداد ۷۰ گونه گیاهی متعلق به ۲۹ تیره (خانواده) شناسایی شد (جدول ۱). از این مجموعه غالب گونه‌های گیاهی علفی یکساله (تروفیت) بوده (۶۷ درصد) است. این گیاهان اگرچه اغلب در فصل گرم سال از طبیعت حذف می‌شوند اما به خاک‌زایی و تقویت درصد مواد آلی خاک کمک می‌کنند (Dinarvand et al., 2022a). تعداد بالای گونه‌های کوتاه‌زی منطقه در مقایسه با کل گونه‌های کوتاه‌زی استان خوزستان که معادل ۳۳ درصد است (Dinarvand and Jamzad, 2020) که نشان



شکل ۳- درصد شکل‌های رویشی در حوضه معرف شوش

Fig. 3. Percentage of vegetation forms in the in Shush Watershed

Anchosa strigosa و *Anthemis Susiana* گاوزبان اشاره کرد. تعداد چهار گونه گیاهی سمی در منطقه شناسایی شد که عبارتند از خشخاش (شقایی) *Cleome glaucesens*, *Papaver macrostomum*، ورث *Reseda aucheri* و گزنه *Urtica pilulifera* که این گیاهان توسط دام هم مورد چرا قرار نمی گیرند.

لازم به ذکر است گونه های خشخاش و گزنه دارای ارزش دارویی نیز هستند. برخی گونه های گیاهی منطقه به دلیل داشتن گل های زیبا و چشمگیر می توان به عنوان گیاهان زینتی از آنها نام برد. برخی از گونه های این جنس ها هم اکنون در فضای سبز شهری استفاده می شود که شامل گونه های پیچک *Convolvulus kotschyanus*، *Convolvulus oxyphyllus* مریم گلی *Salvia macrosiphon* و خیارک *Ixiolirion tataricum* هستند.

از بین ۲۹ تیره شناسایی شده، تیره های باقلائیان (Fabaceae)، مینا (Astraceae)، گندمیان (Poaceae) و شب بو (Brassicaceae) به ترتیب با ۱۱، هشت، هشت و شش گونه بزرگترین تیره های منطقه از نظر تعداد گونه هستند. از ۷۰ گونه شناسایی شده، تعداد ۴۵ گونه گیاهی مانند انواع گون *Astragalus ensifer*، *Astragalus obtusifolius*، *Astragalus fasciculifolius* دارای ارزش حفاظت خاک بوده و جزو گیاهان دائمی منطقه هستند. گونه های کنار *Ziziphus spina-christi* و رملیک *Ziziphus nummularia* گونه های درختی و درختچه ای بومی منطقه و گونه های کهور پاکستانی و اکالیپتوس کامالدولنسیس درختان کاشته شده سال های اخیر هستند.

گونه های دارویی با مصارف محلی در منطقه دیده شد که از جمله آنها می توان به لگجی *Capparis spinosa*، پنیرک *Malva aegyptica*، بابونه

جدول ۱- فهرست گونه های منطقه مورد مطالعه

Table 1. Checklist of species of study area

Species	Family	Life forms
<i>Aegilops triuncialis</i>	Poaceae	Annual herb
<i>Ammi majus</i>	Apiaceae	Annual herb
<i>Anagalis arvensis</i>	Primulaceae	Annual herb
<i>Anchosa strigosa</i>	Boraginaceae	Annual herb
<i>Anisosciadium orientale</i>	Brassicaceae	Annual herb
<i>Anthemis susiana</i>	Astraceae	Annual herb
<i>Arnebia decumbens</i>	Brassicaceae	Annual herb
<i>Asphodelus tenuifolius</i>	Liliaceae	Annual herb
<i>Astragalus ensifer</i>	Fabaceae	Bush
<i>Astragalus fasciculifolius</i>	Fabaceae	subShrub
<i>Astragalus obtusifolius</i>	Fabaceae	Bush
<i>Avena ludoviciana</i>	Poaceae	Annual herb
<i>Bromus danthomiae</i>	Poaceae	Annual herb
<i>Bromus sericeus</i>	Poaceae	Annual herb
<i>Capparis spinosa</i>	Capparidaceae	Bush
<i>Carthamus oxyacantha</i>	Astraceae	Annual herb
<i>Centaurea bruguierana</i>	Astraceae	Annual herb
<i>Centaurium erythraeae</i>	Gentianaceae	Annual herb
<i>Cleome glaucesens</i>	Capparidaceae	Perennial herb
<i>Convolvulus kotschyanus</i>	Convolvulaceae	Perennial herb
<i>Convolvulus oxyphyllus</i>	Convolvulaceae	Perennial herb
<i>Crepis foetida</i>	Astraceae	Annual herb

Species	Family	Life forms
<i>Diplotaxis harra</i>	Brassicaceae	Annual herb
<i>Echinops dichorus</i>	Astraceae	Perennial herb
<i>Ephedra foliate</i>	Ephedraceae	SubShrub
<i>Eruca sativa</i>	Brassicaceae	Annual herb
<i>Erucaria hispanica</i>	Brassicaceae	Annual herb
<i>Fagonia bruguieri</i>	Zygophyllaceae	Perennial herb
<i>Fumaria bracteosa</i>	Fumariaceae	Annual herb
<i>Galium aparine</i>	Rubiaceae	Annual herb
<i>Galium ceratopodium</i>	Rubiaceae	Annual herb
<i>Gentiana olivieri</i>	Gentianaceae	Annual herb
<i>Gundelia tournefortii</i>	Astraceae	Perennial herb
<i>Haplophyllum tuberculatum</i>	Rutaceae	Perennial herb
<i>Helianthemum aegyptiacum</i>	Cistaceae	Annual herb
<i>Helianthemum lippii</i>	Cistaceae	Bush
<i>Heliotropium crispum</i>	Boraginaceae	Bush
<i>Hippocrepis bicontorta</i>	Fabaceae	Annual herb
<i>Hordeum bulbosum</i>	Poaceae	Perennial herb
<i>Hordeum murinum</i>	Poaceae	Annual herb
<i>Hymenocarpus circinnatus</i>	Fabaceae	Annual herb
<i>Ixiolirion tataricum</i>	Ixioliriaceae	Perennial herb
<i>Linum corymbulosum</i>	Linaceae	Annual herb
<i>Lolium rigidum</i>	Poaceae	Annual herb
<i>Malva aegyptica</i>	Malvaceae	Annual herb
<i>Matthiola longipetala</i>	Brassicaceae	Annual herb
<i>Medicago minima</i>	Fabaceae	Annual herb
<i>Medicago polymorpha</i>	Fabaceae	Annual herb
<i>Notobasis syriaca</i>	Astraceae	Annual herb
<i>Oliveria decumbens</i>	Apiaceae	Annual herb
<i>Onobrychis crista-galli</i>	Fabaceae	Annual herb
<i>Onobrychis ptolemaica</i>	Fabaceae	Perennial herb
<i>Onopordum leptolepis</i>	Astraceae	Annual herb
<i>Orobanche ceruna</i>	Orobanchaceae	Perennial herb
<i>Papaver macrostomum</i>	Papaveraceae	Annual herb
<i>Phalaris minor</i>	Poaceae	Annual herb
<i>Plantago ovate</i>	Plantaginaceae	Annual herb
<i>Pteranthus dichotomus</i>	Caryophyllaceae	Annual herb
<i>Reseda aucheri</i>	Resedaceae	Annual herb
<i>Salvia macrosiphon</i>	Lamiaceae	Perennial herb
<i>Scabiosa calocephala</i>	Dipsacaceae	Annual herb
<i>Scabiosa leucactis</i>	Dipsacaceae	Annual herb
<i>Stipa arabica</i>	Poaceae	Perennial herb
<i>Stipa capensis</i>	Poaceae	Annual herb

Species	Family	Life forms
<i>Teucrium oliverianum</i>	Lamiaceae	Perennial herb
<i>Trifolium campestre</i>	Fabaceae	Annual herb
<i>Trifolium tomentosum</i>	Fabaceae	Annual herb
<i>Urtica pilulifera</i>	Urticaceae	Annual herb
<i>Ziziphus nummularia</i>	Rhamnaceae	Shrub
<i>Ziziphus spina-christi</i>	Rhamnaceae	Shrub

افزایش تعداد گونه‌های چندساله و بوته‌ای می‌تواند گواه مناسبی برای اثر قرق و حفاظت از مرتع در منطقه بوده که سبب ایجاد فرصت برای استقرار پوشش بوته‌ای و علفی‌های چندساله در منطقه شده است.

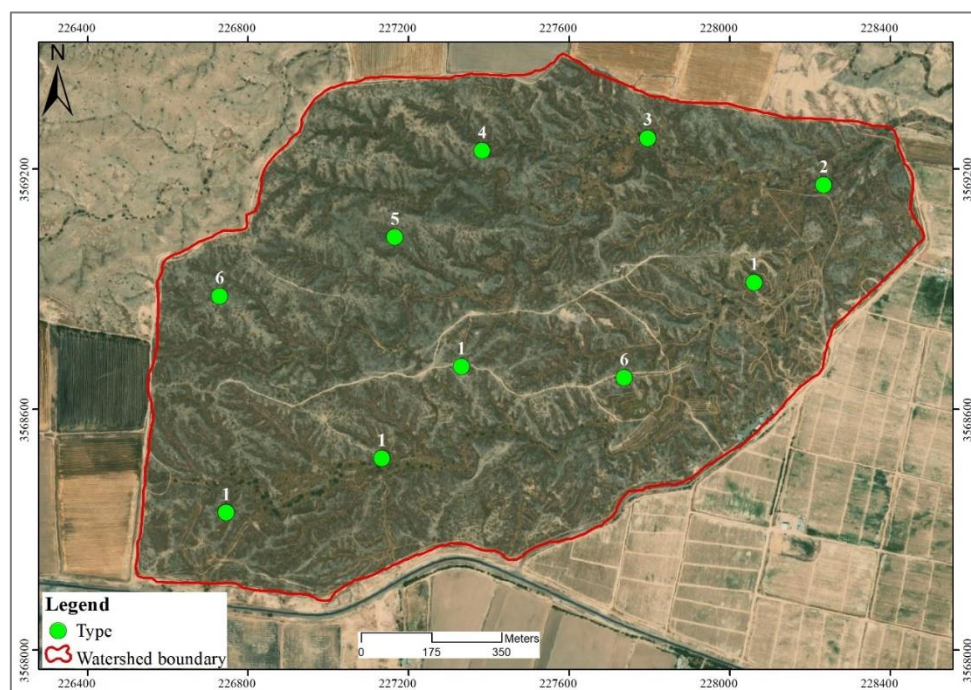
طی این پژوهش بعد از گذشت ۱۸ سال از احداث ایستگاه معرف شوش، شش تیپ گیاهی شناسایی شد (جدول ۲ و شکل ۴). درحالی‌که در سال اول فقط یک تیپ گون-بهمن (*Astragalus fasciculifolius-Stipa capensis*) معرفی شده بود (Soleimani et al., 2021).

جدول ۲- تیپ‌های شناسایی شده و گونه‌های همراه آنها در حوضه معرف شوش

Table 2. Identified types and their associated species in Shush Watershed

Num. Type	Species
Type 1	<i>Fagonia bruguieri</i> , <i>Astragalus fasciculifolius</i> <i>Astragalus obtusifolius</i> , <i>Gundelia tournefortii</i> <i>Pteranthus dichotomus</i> <i>Anchosa strigosa</i> Companion species <i>Salvia macrosiphon</i> <i>Bromus sericeus</i> <i>Avena ludoviciana</i> <i>Pteranthus dichotomus</i>
Type 2	<i>Echinops dichorus</i> , <i>Capparis spinose</i> , <i>Ziziphus nummularia</i> <i>Bromus sericeus</i> Companion species <i>Hordeum bulbosum</i> <i>Stipa capensis</i> <i>Erucaria hispanica</i>
Type 3	<i>Echinops dichorus</i> , <i>Gundelia tournefortii</i> , <i>Ziziphus nummularia</i> <i>Notobasis syriaca</i> Companion species <i>Haplophyllum tuberculatum</i> <i>Avena ludoviciana</i> <i>Trifolium campestre</i>
Type 4	<i>Astragalus obtusifolius</i> , <i>Teucrium oliverianum</i> <i>Diplotaxis harra</i> <i>Stipa capensis</i> Companion species <i>Bromus sericeus</i> <i>Avena ludoviciana</i> <i>Erucaria hispanica</i>
Type 5	<i>Convolvulus kotschyanus</i> , <i>Salvia macrosiphon</i> , <i>Haplophyllum tuberculatum</i> Companion species <i>Avena ludoviciana</i> <i>Trifolium campestre</i>

Num. Type	Species
	<i>Bromus sericeus</i>
	<i>Stipa capensis</i>
Type 6	<i>Astragalus fasciculifolius</i> , <i>Convolvulus oxyphyllus</i> , <i>Onobrychis ptolemaica</i>
	<i>Stipa arabica</i>
	<i>Gundelia tournefortii</i>
Companion species	<i>Astragalus obtusifolius</i>
	<i>Teucrium oliverianum</i>
	<i>Haplophyllum tuberculatum</i>



شکل ۴- تیپ‌های شناسایی شده در حوضه معرف شوش

Table 4. Identified types in Shush Watershed

مقدار میانگین، انحراف معیار و اشتباه معیار همه شاخص‌ها در جدول ۴ ارائه شده است. در این جدول، به‌ترتیب از چپ به راست آماره‌های t ، F و سطح معنی داری و نیز میانگین اختلاف، اشتباه معیار اختلاف‌ها، کمترین و بیشترین مقدار اختلاف نمایش داده شده است. به استناد داده‌های آماری و مشاهدات میدانی در منطقه می‌توان به این نتیجه رسید که وجود خرد آبخیزهایی مانند آب‌کندی (دره‌های کم عمق) با ایجاد فرصت مناسب به‌ویژه برای نفوذ آب باران و به تله افتادن بذور گیاهان شرایط مناسبی برای حضور گونه‌های گیاهی در منطقه ایجاد کرده است.

شاخص‌های عددی تنوع گونه‌ای: افزایش غنای گونه‌ای و درصد پوشش، مولفه‌هایی هستند که سبب ارتقای شاخص‌های تنوع سیمپسون و شانون در بخش‌های دره‌ای و خرد آب‌کندی در مقایسه با شاهد شده است. نتایج آنالیز آماری نیز نشان می‌دهد، در حوضه معرف شوش بین میانگین شاخص‌های تعداد گونه، درصد پوشش، غالبیت، سیمپسون و شانون در پلات‌های دره‌ای و خرد آب‌کندی نسبت به پلات‌های شاهد اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد وجود دارد (جدول‌های ۵ و ۶). اما بین مقدار شاخص یکنواختی آب‌کند و شاهد اگرچه اختلاف وجود دارد اما معنی‌داری نیست (جدول ۵).

این مناطق خرد می‌توانند به بخش‌های کوچک ذخیره زنی تبدیل شده و در نهایت در صورت حفاظت و مدیریت منطقه، شاهد توالی مثبت و ایجاد فرصت برای غنای بیشتر پوشش بومی بود. بوم‌سازگان به‌طور طبیعی در سیر توالی خود با تحولات مختلفی مواجه می‌گردند که باتوجه به ساختار سیستم و نوع تغییرات، معمولاً ماهیتی پیوسته و آرام دارند و اغلب اگر دستکاری‌های انسان‌ساز وجود نداشته باشد، به‌صورت خودسازماندهی قابل احیا هستند (Mokhtari et al., 2009). اما استفاده از نزولات آسمانی و ایجاد بستر مناسب برای ذخیره آب باعث تسریع در احیا و اصلاح مراتع در مناطق بیابانی و خشک شود (Zare et al., 2020).

سال‌هاست با الهام از طبیعت و نشانه‌های بصری، از تکنیک‌های خرد آبخیز مانند هلالی آبگیر، کنترفارو و پیتینگ برای افزایش نفوذ روان‌آب‌ها استفاده می‌شود. این سازه‌ها موجب افزایش رطوبت خاک و در نهایت سبب احیای پوشش گیاهی در مناطق بیابانی می‌شود (Jahantigh, Dinarvand et al., 2022a). Delkhosh and Bagheri, and Pessarakli, 2009). بگونه‌ای که در پشت خاک‌ریزها و کف کانال‌های آبرسانی گسترشی و مکان‌هایی که آب بیشتری جمع می‌شود، تجمع گونه‌های گیاهی کاملاً مشهود است (Jafari et al., 2012).

جدول ۳- نتایج بررسی نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کلوموگروف اسمیرنوف

Table 3. Results of testing for normality using Kolmogorov-Smirnov

	N	Test Statistic	Asymp. Sig. (2-tailed) ^c
Number of species (SQRT)	40	0.123	0.129
Coverage percentage	40	0.124	0.125
Dominance (SQRT)	40	0.108	0.200
Simpson Index	40	0.145	0.034
Shannon Index	40	0.092	0.200
Evenness (SQRT)	40	0.128	0.099

جدول ۴- آمار توصیفی شاخص‌های تنوع زیستی در پلات‌های تیمار و شاهد

Table 4. Descriptive statistics of biodiversity indicators in treatment and control plots

Index	Plot	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Number of species	Control	20	4.35	1.81	0.41
	Gully	20	7.60	2.60	0.58
Coverage percentage	Control	20	28.85	17.42	3.89
	Gully	20	110.40	23.52	5.26
Dominance	Control	20	0.48	0.20	0.04
	Gully	20	0.31	0.09	0.02
Simpson	Control	20	0.52	0.20	0.04
	Gully	20	0.69	0.09	0.02
Shannon	Control	20	1.00	0.42	0.09
	Gully	20	1.49	0.32	0.07
Evenness	Control	20	0.71	0.20	0.05
	Gully	20	0.63	0.14	0.03

جدول ۵- نتایج آزمون تی مستقل

Table 5. Results of independent t-test

Index	Equal variances	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
							Lower	Upper
Number of species (SQRT)	assumed	-4.59	38.00	0.000	-0.67	0.15	-0.96	-0.37
	not assumed	-4.59	36.95	0.000	-0.67	0.15	-0.96	-0.37
Coverage percentage	assumed	-12.46	38.00	0.000	-81.55	6.54	-94.80	-68.30

Index	Equal variances	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
							Lower	Upper
Dominance (SQRT)	not assumed	-12.46	35.02	0.000	-81.55	6.54	-94.84	-68.26
	assumed	3.24-	38.00	0.002	0.12	0.04	0.05	0.20
	not assumed	3.24-	30.33	0.003	0.12	0.04	0.05	0.20
Shannon Index	assumed	-4.13	38.00	0.000	-0.49	0.12	-0.72	-0.25
	not assumed	-4.13	35.60	0.000	-0.49	0.12	-0.72	-0.25
Evenness (SQRT)	assumed	1.19-	38.00	0.240	0.04	0.03	-0.03	0.11
	not assumed	1.19-	32.09	0.241	0.04	0.03	-0.03	0.11

جدول ۶- نتایج آزمون من‌ویتنی

Table 6. Results of Mann-Whitney

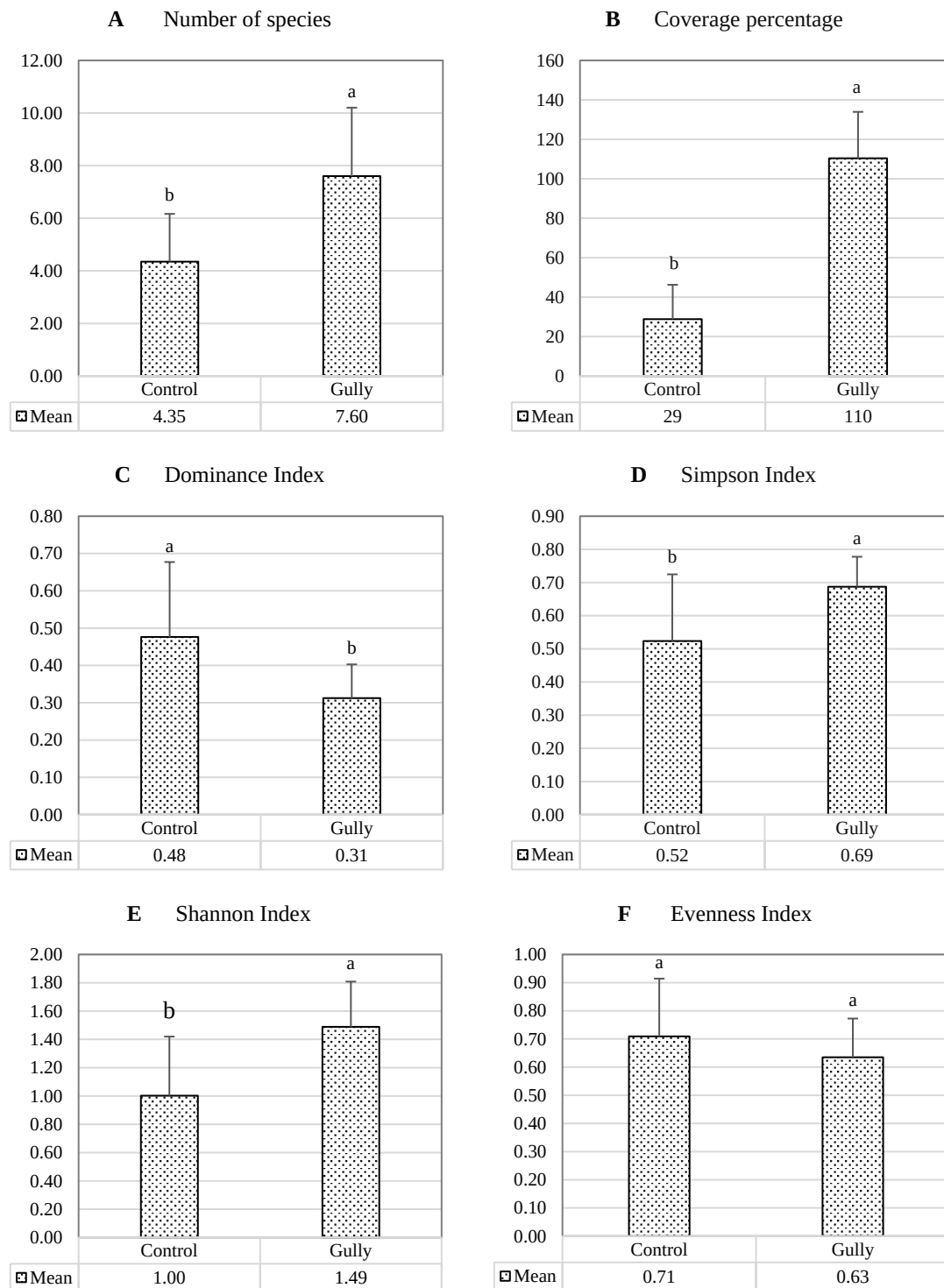
Simpson Index	
Mann-Whitney U	100.00
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.007

دارد که واقعیات موجود در طبیعت را ارائه دهند (Ejtehadi et al., 2008). بنابراین لازم است جهت تکمیل و تفسیر بهتر به مشاهدات میدانی نیز به‌عنوان مکمل توجه کرد. برای رفع این مشکل در این پژوهش از اعداد تنوع هیل نیز استفاده شد که تفسیر کاملی از وضعیت تنوع گونه ای در منطقه ارائه می‌دهد (شکل ۵).

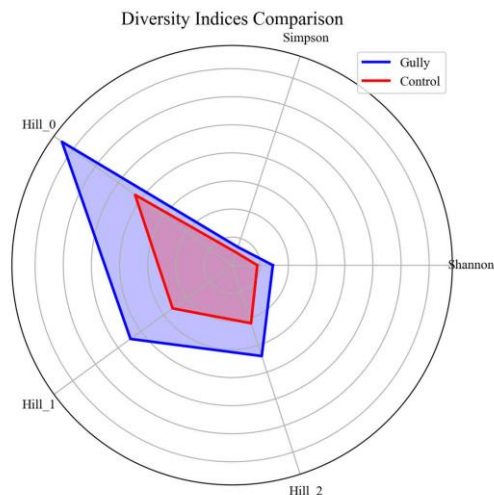
Hill (1973) شاخص‌های تنوعی را معرفی کرد که به اعداد هیل مشهور هستند. این اعداد تفسیر بوم‌شناسی بهتری نسبت به سایر شاخص‌ها دارند (Ejtehadi et al., 2008). عدد N_0 معادل تعداد همه گونه‌ها (صرف نظر از تعداد افراد)، N_2 معادل تعداد گونه‌های خیلی فراوان در منطقه و N_1 بیانگر حدواسط بین این دو عدد، عدد تنوع (یا عکس شاخص غالبیت سیمپسون) است. مطابق شکل شماره اعداد تنوع هیل تعداد گونه، تعداد گونه‌های فراوان و میزان تنوع گونه‌ای در منطقه دره‌ای و خرد آبکندی بیشتر از مناطق تپه‌ای است. این تفاوت‌ها در مقایسه با شاخص‌های سیمپسون و شانون مشخص‌تر است.

مطابق نمودارهای شکل ۵ در دره‌ای و خرد آبکندی تعداد گونه (نمودار A)، درصد پوشش گیاهی (نمودار B)، شاخص سیمپسون (نمودار D)، شانون (نمودار E)، بیشتر از محل شاهد (روی تپه‌ها) است. در پلات‌های آبکندی تعداد ۲۱ گونه و در منطقه شاهد ۱۰ گونه گیاهی مشاهده شد. این تفاوت تعداد و درصد پوشش اندازه‌گیری شده در نمونه‌برداری‌ها به همراه غالبیت کم تعداد محدودی از گونه‌ها (نمودار C) مولفه‌هایی هستند که به تنوع گونه‌ای در منطقه تأثیر مثبت گذاشته و همین امر باعث پایداری بهتر آن بخش‌ها می‌شود.

غالبیت تعداد محدودی از گونه‌ها، موفقیت در رقابت و اشغال منطقه، اجازه حضور سایر گیاهان را محدود کرده و سبب کاهش تنوع در منطقه می‌شود (Ejtehadi et al., 2008). در مناطق شاهد تعداد گونه‌ها کمتر بود ولی به‌صورت یکنواخت در پلات‌ها حضور داشتند. اما در محل دره‌ای و خرد آبکندی تعداد گونه‌ها در پلات‌ها بیشتر و درصد پوشش متنوعی داشتند. بنابراین طبیعی است که شاخص یکنواختی با درصد پایداری تری مشاهده شود (نمودار F) هرچند تفاوت معنی‌دار نیست. این ویژگی امری طبیعی بوده و اعداد حاصل از شاخص یکنواختی اگرچه به‌طور گسترده توسط بوم‌شناسان مورد استفاده قرار می‌گیرند، ولی گاه این محدودیت را



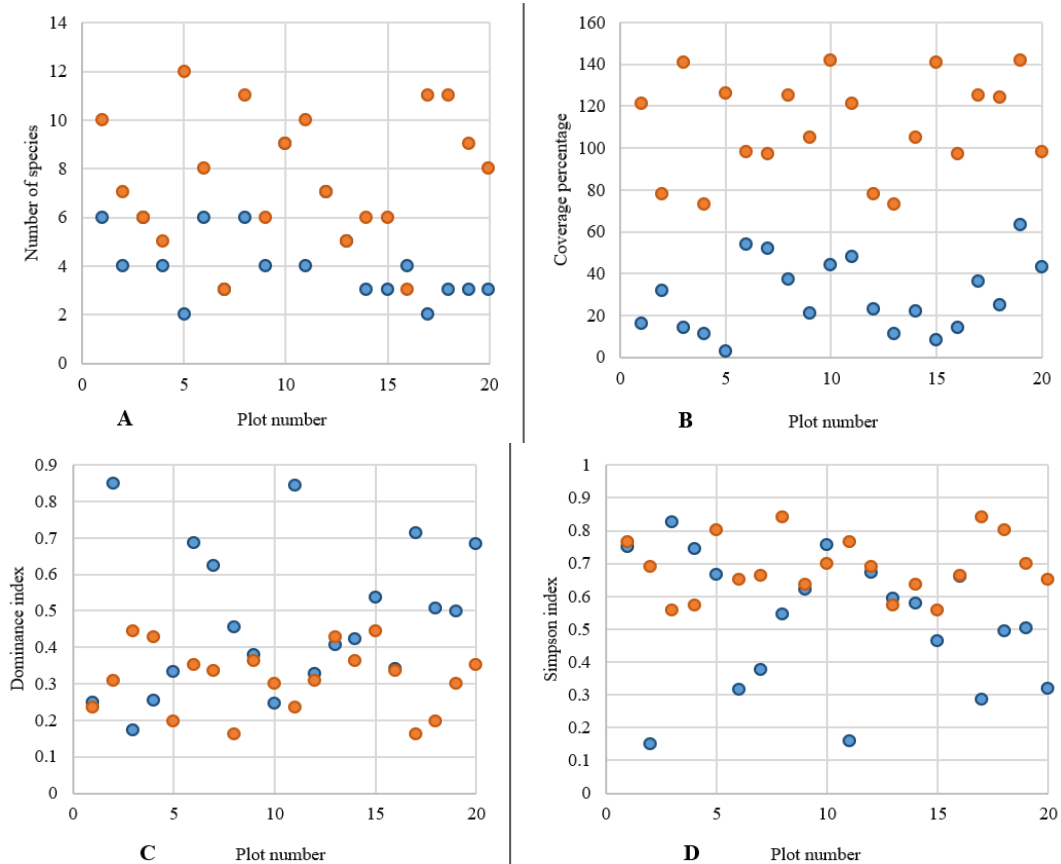
شکل ۵- مقایسه میانگین شاخص‌های پوشش گیاهی در پلات‌های دره‌ای و خرد آب‌کندی و شاهد (تپه) منطقه حوضه معرف شوش in the gully and control plots **Fig. 5.** Comparison of the mean number of species



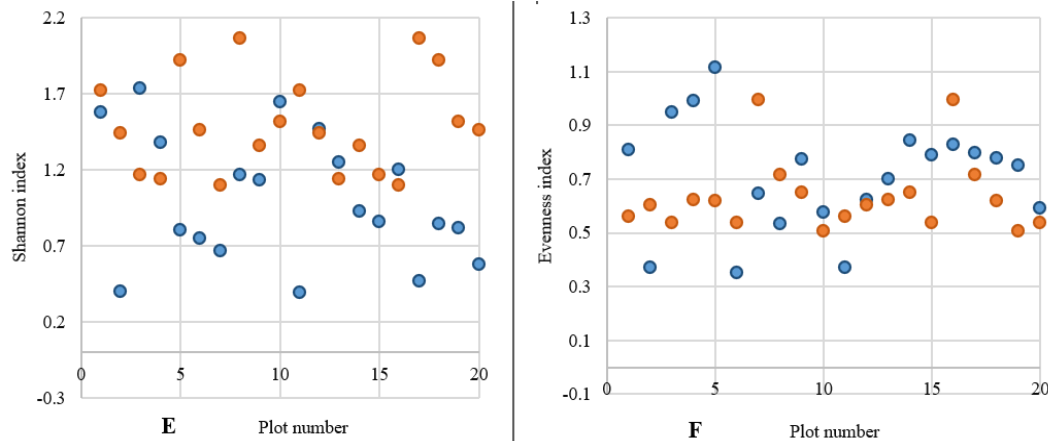
شکل ۶- مقایسه شاخص‌های تنوع در منطقه آبکندی و تپه‌ای در حوضه معرف شوش
Fig. 6. Comparison of diversity indices in gully and control plots in Shush Watershed

مقادیر پلات‌های شاهد است. توزیع مجزای اکثر نقاط بیانگر تفاوت‌های مشخص تعداد گونه، درصد پوشش و شاخص‌های تنوع گونه‌ای سیمپسون و شانون در منطقه آبکندی و شاهد است.

نمودارهای شکل ۷ پراکنش مقدار عددی شاخص‌های اندازه‌گیری شده در پلات‌ها را نشان می‌دهد. نقاط نارنجی رنگ نشان‌دهنده مقادیر پلات‌های دره‌ای و خرد آبکندی و نقاط آبی رنگ نیز نشان‌دهنده



شکل ۷- توزیع مقدار عددی شاخص‌های پوشش گیاهی در پلات‌های دره‌ای و خرد آبکندی و شاهد
Fig. 7. Number of species in gully and control plots



ادامه شکل ۷
Fig. 7. Continued

Astragalus fasciculifolius, *Astragalus obtusifolius*، لگجی *Capparis spinosa*، پیچک *Convolvulus oxyphyllus*، رملیک *Ziziphus nummularia*، اسپرس *Onobrychis ptolemaica* و مریم نخودی *Teucrium oliverianum* به صورت خودرو در حوضه وجود دارند. بنابراین در صورت نیاز جهت تقویت پوشش گیاهی و احیای منطقه می‌توان از بذر این گونه‌ها استفاده کرد. این حوضه و مناطق مشابه برای اصلاح و احیا نیازی به کاشت گونه‌هایی مانند کهور و اکالیپتوس که وارداتی هستند، ندارد. بلکه فرق سبب خودسازماندهی و احیای پوشش گیاهی بوم‌سازگان مناطق خشک با شرایط مشابه می‌شود.

نتیجه‌گیری

منطقه حوضه معرف شوش از نظر جغرافیای گیاهی در ناحیه صحارا سندی و با پوشش گیاهی استپی در جنوب غرب ایران واقع است. در این منطقه تابستان و بهار گرم تا داغ و پاییز و زمستان معتدل است. بارش‌های جوی مانند سایر مناطق خشک دارای پراکنش زمانی و مکانی نامناسب هستند. در چنین شرایط حاد اقلیمی، مدیریت منابع آب سطحی خصوصاً بارش‌ها و سیلاب‌های فصلی یکی از بنیادی‌ترین فعالیت‌های الزامی در منطقه بوده‌است. مهار هرزآب‌ها، ضمن کنترل اثر مخرب آنها در سطح زمین، فرصت مناسبی برای انتقال آب به لایه‌های متخلل در زیرزمین ایجاد خواهد کرد. افزایش نفوذ آب به سفره‌های زیرزمینی، نقش

شاخص‌های تنوع زیستی در جوامع زنده تعیین کننده عملکرد خاص آن بوم‌سازگان بوده و میزان پایداری آن را نشان می‌دهد (Faraji et al., 2024). در استان خوزستان خرد آبخیزهایی به صورت پیتینگ، فارو و هلالی آبگیر در کانون‌های گرد و غبار احداث شد و از شاخص‌های تنوع گونه‌ای برای میزان اثرگذاری آنها استفاده شد و نتایج آنها نیز بر تأثیر مثبت این سازه‌ها بر برگشت و احیای پوشش گیاهی بومی تأکید داشت (Yasrebi and Dinarvand et al., 2021a,b,c,d). در (Dinarvand et al., 2022a,b; Dinarvand, 2025) تحقیقی دیگر با پایش پوشش گیاهی در محل پخش سیلاب در منطقه منصوره (جنوب شرق اهواز) اثر مرطوب‌سازی بررسی شد و تغییرات تدریجی بسیار بارزی در توالی پوشش گیاهی و شاخص‌های تنوع آن منطقه مشاهده شد (Dinarvand et al., 2021d).

در بوم‌سازگان خشک بخش جلگه‌ای استان خوزستان، اگرچه غالب گونه‌های گیاهی کوتاه‌زی هستند اما همین گیاهان سبب خاک‌زایی و افزایش درصد مواد آلی و به دنبال آن حاصلخیزی خاک خواهند شد. با نگاه خوشبینانه، این شرایط و ویژگی‌های پیشرو می‌تواند فرصت مناسبی برای توالی مثبت و جایگزینی گونه‌ای با گیاهان چندساله، بوته‌ای و خشبی باشد. در حوضه معرف شوش پوشش گیاهی در مسیر توالی مثبت قرار دارد و حفاظت منطقه و کنترل عوامل تخریبی سبب برگشت پوشش واقعی شده است. گونه‌های بومی درختچه‌ای، بوته‌ای یا علفی چندساله مانند مانند انواع گون *Astragalus ensifer*

کارشناسان منابع طبیعی با الهام گیری از این پدیده طبیعی، با به کار گیری تکنیک‌های کنترلر فارو و پیتینگ و به تبع آن، مهار رواناب‌ها، بر مقدار رطوبت و افزایش پوشش گیاهی مراتع بیابانی کمک کرده و بر احیا مراتع تأثیر مثبت گذاشته است. تحقیقات اخیر در مناطق بیابانی استان خوزستان به خصوص کانون‌های گرد و غبار مانند بگغان، طویل، حنیطیه، ماهشهر و جنوب شرق اهواز نیز نشان داده که این سازه‌ها موجب افزایش نفوذ آب و رطوبت خاک شده و در نهایت موجب احیا پوشش گیاهی تخریب شده می‌شود.

بنابراین نکته مهمی که باید به آن توجه شود، مدیریت، برنامه‌ریزی و استفاده از شرایط موجود است. عدم دستکاری در طبیعت و دادن تنفس به عرصه‌های مرتعی، شیوه مناسبی برای احیای آن خواهد شد. به عبارت بهتر می‌بایست علاوه بر جلوگیری از تخریب در منطقه و دستکاری‌های پرهزینه با سرانجام نامشخص، به طور هدفمند قرق و مدیریت چرا (زمان مناسب چرا، جلوگیری از چراي مفراط، خروج به موقع دام از عرصه، استراحت مرتع جهت بازسازی و احیای مجدد) در منطقه مد نظر باشد. متأسفانه در بسیاری از مناطق بیابانی و خشک، احیا با درخت کاری دنبال می‌شود که بسیار پرهزینه بوده و نیاز به مراقبت‌های بعدی دارد. در حالی که بهترین راهکار، الهام گرفتن از سیر روند طبیعی در این مناطق است. نتایج این تحقیق نشان داد، ریزآبگیرهای طبیعی همراه با قرق هدفمند و حفاظت لکه‌ای، از کم هزینه‌ترین و منطقی‌ترین شیوه‌ها برای فراهم کردن فرصت بازگشت طبیعت به مسیر احیا و اصلاح به شمار می‌رود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان پژوهش حاضر بر خود الزام دانسته از اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان خوزستان در راستای همکاری و مساعدت در انجام این پژوهش تشکر و قدردانی کنند.

تعارض منافع

در این مقاله تضاد منافی وجود ندارد و این مسأله مورد تأیید همه نویسندگان است.

موثری در احیای پوشش گیاهی، افزایش غنا و تنوع گونه‌ای دارد. فعالیت‌های آبخیزداری نقش مهمی در احیای مراتع تخریب شده دارند. این اقدامات با کاهش رواناب سطحی، کنترل فرسایش و افزایش نفوذ آب، شرایط لازم برای جوانه‌زنی بذور و استقرار گونه‌های گیاهی را فراهم می‌کنند. ریزآبگیرهای طبیعی و سازه‌های نفوذپذیر نیز با حفظ رطوبت خاک، بازسازی جمعیت‌های علفی و درختچه‌ای را تسهیل کرده و با کاهش سیلاب و رسوبگذاری، پایداری زیستگاه و تسریع توالی طبیعی را موجب می‌شوند. مطالعات نشان داده‌اند که مدیریت پایدار آبخیز نه تنها به افزایش تراکم و پوشش گیاهی منجر می‌شود، بلکه تنوع گونه‌ای را نیز ارتقا داده و پایداری بوم‌سازگان مرتعی را در بلند مدت تضمین خواهد کرد.

مشاهدات حاصل از اندازه‌گیری درصد پوشش گیاهی و اندازه‌گیری شاخص‌های تنوع و غنای در منطقه حوضه معرف شوش نشان داد تفاوت معنی‌داری در بخش‌های دره مانند و محل تپه‌ها (شاهد) وجود دارد. این دره‌های کم عمق حاصل از فعالیت‌های فرسایش آب‌کندی به مرور زمان فرصت مناسبی برای به دام انداختن بذور گیاهان فراهم کرده و به نوعی بوم‌سازگان در حال خودسازماندهی طبیعی است. بخش‌های جلگه‌ای جنوب غرب ایران به خصوص اطراف شوش، دزفول، اندیمشک، هفتگل و گتوند سیمای مشابهی داشته و طی سال‌های گذشته این دشت مسیر سیلاب‌های گسترده بوده است. به مرور زمان وجود خردآبکندها با عمق‌های متنوع درواقع مانند مامنی، پرستار گونه‌های گیاهی بوده و امکان توسعه آنها را در منطقه فراهم می‌کند.

این تحقیق در حوضه معرف شوش به عنوان نمونه الگویی، قابل تعمیم به سایر مناطق خشک است. اما آهنگ احیای بوم‌سازگان مناطق خشک کند است و این مناطق به شدت از سیستم شکننده‌ای برخوردار هستند و برای رسیدن به شرایط ایده‌آل نیاز به زمان و فرصت بیشتری هست. عبارت دیگر، علی‌رغم ظهور پوشش گیاهی مناسب در اثر خرد آبخیزهای طبیعی، اما همچنان عرصه‌هایی بسیار حساس و آسیب‌پذیر هستند و تنوع پوشش گیاهی به دلیل غالبیت گونه‌های کوتاه‌زی، وابسته به فصل بارش است. سال‌هاست

منابع مورد استفاده

- Abasi, S., Behdarvand, M., Zare, H., Pilehvar, B., Hosseini, S.M., 2015. Study on flora, vegetation structure and chorology of plants in some parts of protected area of Oshtorankooh, Lorestan Province. *Environ. Sci. and Techno.* 17(1), 126-134 (in Persian).
- Abbasi, H.R., 2021. Physico-chemical properties of soils in Khuzestan dust sources. Technical. Final Report, Research Institute Forests and Rangelands Iran, 85 pages.
- Akbari, H., Kalbi, S., 2019. Modeling the diversity of tree species in circular forest forests using GeoEye images, case study: Sari Gardeshi Series. *Wood Forest Sci. Technol.* 26(2), 51-62 (in Persian).
- Asri, Y., 2007. Phytosociological studies of protected and undisturbed area in Itano-Turanian region (Turan protected area). Research Institute of Forests and Rangelands, Final Report, No. 53714, 90 pages.
- Assadi, M., Maassoumi, A.A., Khatamsaz, M., Mozaffarian, V., 2018. Flora of Iran, Vols. 1–147. Research Institute of Forests and Rangelands Publications, Tehran.
- Baghestani Mybodi, N., Zare, M.T., Abdollahi, J., 2007. Effects of 2-decade livestock exclusion on vegetation changes in steppe rangelands of Yazd Province. *Range Desert Res.* 13(4), 337-346 (in Persian).
- Bao, Z., Zhang, J., Wang, G., Guan, T., Jin, J., Liu, Y., Li, M., Ma, T., 2021. The sensitivity of vegetation cover to climate change in multiple climatic zones using machine learning algorithms. *Ecol. Ind.* 124.
- Bevington, A.Z., Twilley, R.R., Sasser, C.E., 2021. Deltaic floodplain wetland vegetation dynamics along the sediment surface elevation gradient and in response to disturbance from river flooding and hurricanes in Wax Lake Delta, Louisiana, USA, *Geomorphology*, 398, 1-42.
- Bhat, J.A., Kumar, M., Negi, A.K., Todaria, N.P., Malik, Z.A., Pala, N., Kumar, A., Shukla, G., 2020. Species diversity of woody vegetation along altitudinal gradient of the western Himalayas. *Global Ecol. Conserv.* 24, 2-17.
- Delkhosh, M., Bagheri, R., 2012. Investigating the effect of mechanical project crescent on production, canopy cover percentage, plant composition and soil moisture in Gurik Range management project. The First National Conference on Rainwater Levels Systems.
- Dinarvand, M., 2021. Flora of Khuzestan. Research Institute of Forests and Rangelands Publications, Tehran, 808 pages.
- Dinarvand, M., Alimahmoudi Sarab, S., Arami, S.A., Heydari, K., 2021c. The trend of temporal changes in vegetation in the dust center of South Ahvaz, case study: Hanitieh area of Karun City. *J. Plant Biolog. Sci.* 13, 79-94 (in Persian).
- Dinarvand, M., Behnamfar, K., Arami, S.A., Alimahmoudi Sarab, S., Heydari, K., 2021a. Evaluation of biodiversity indices during four years in the Bagan region of Khuzestan province. *Iran. J. Range Desert Res.* 28, 594–604 (in Persian).
- Dinarvand, M., Ejtehadi, H., Farzam, M., Andarzian, S.B., 2016. A survey on the impacts of environmental factors on biodiversity, and modeling the effects of climate change on certain species distribution in Shimbar protected area, Khuzestan province, SW Iran. Department of Biology. Ph.D. Degree thesis. Ferdowsi University of Mashhad (in Persian).
- Dinarvand, M., Fayaz, M., Behnamfar, K., Khaksarian, F., Yasreby B., Arami, S.A., 2021d. An assessment of species diversity and vegetation richness indices in two dust centers of Khuzestan Province. *Iran. J. Biolo.* 9, 73-87 (in Persian).
- Dinarvand, M., Fayaz, M., Keneshloo, H., Behnamfar, K., Alimahmoudi Sarab, S., Khaksarian, F., 2022. Evaluation of secondary succession of Khuzestan dust centers using functional groups (PFTs) under different seedling cultivation methods. *Iran. J. Range Desert Res.* 29, 99-111 (in Persian).
- Dinarvand, M., Yasrebi, B., Arami, S.A., Alimahmoudi Sarab, S., 2021b. The trend of temporal changes of vegetation in the dust center of Khuzestan Province, case study: planted area of Tovayel, Karun city. *J. Arid Biome* 11, 49-61 (in Persian).
- Dinarvand, M., Arami, S.A., Sarab, S.A.M., 2022a. Evaluation of changes in native vegetation cover of dust sources in the southwest of Iran under different irrigation systems and rainfall patterns in seedling cultivation areas. *Arid Ecosys.* 1, 22–33.
- Dinarvand, M., Jamzad, Z., 2020. Plant diversity of Khuzestan and dust sources in the southwest of Iran, with a checklist of vascular plants. *Phytotax.* 434, 219-254.
- Ejtehadi, H., Sepehry, A., Akafi, H.R., 2008. Methods of measuring biodiversity. Ferdowsi University of Mashhad, Publication, 530, 228 pages (in Persian).
- Fahimipour, E., Zarea Chahooki, M.A., Toobli, A., 2010. Investigation of plant diversity changes with environmental factors in middle rangelands of Taleghan. *J. Watershed Manage. Res. (Pajouhesh and Sazandegi)* 87, 32-41 (in Persian).
- Faraji, A., Tatian, M., Tamartash, R., Sanaei, A., 2024. The effects of livestock grazing on species diversity and functional indicators of vegetation in two watersheds with different climates. *J. Watershed Manage. Res.* 15, 154-168 (in Persian).

- Hill, M.O., 1973. Diversity and evenness: A unifying notation and its consequences. *Ecolog.* 54, 427-432.
- Holland, M., Winkler, M., 2020. Floristic changes in the understory vegetation of mixed temperate New England Freshwater Island forests over a period of 33 years. *Plant.* 9(1600), 2-18.
- Hosseini, S.M., Khoramabadi, F., Zolfagharzadeh, S., 2024. climatology of arid and semi-arid regions in central Iran. *J. Geo. Human Relation.* 7(1), 498-517 (in Persian).
- Jafari, A., Khosravanian, H., Fakhri, F., 2012. Evaluation of flood spreading and closed treatment effect on vegetation changes in Tanghestan station of Bushehr Province. *Watershed Engin. Manage.* 4, 103-109 (in Persian).
- Jahantigh, M., Pessarakli, M., 2009. Utilization of contour furrow and pitting techniques on desert rangelands: evaluation of runoff, sediment, soil water content and vegetation cover. *J. Food Agri. Environ.* 7(2), 736-739.
- Mokhtari, S., Soltani Fard, H., Yavari, A., 2009. Consideration of the changing and self-organizing trend in Hur-Al-Azim Wetland by using image processing to refer landscape ecology approach-Khuzestan-Iran. *Physic. Geo. Res.* 41(70), 93-105 (in Persian).
- Mozaffarian, V., 1999. Flora of Khuzestan. Research Center of Natural Resources and Husbandry of Khuzestan, Ahvaz (in Persian).
- Neisi, H., Khademalrasoul, A., Amerikhah, H., 2020. Mapping of water erosion and deposition affected by different ls algorithms using WaTEM/SEDEM Model. *J. Water Soil* 35(1), 67-82 (in Persian).
- Noori, S., Sepehry, A., Barani, H., Fadaie, F., 2018. Floristic studies, life forms and chorotype of plants in the transitional zone of Irano-Turanian and Sahara-Sindian phytochoria in Sistan and Baluchestan Province, Iran. *J. Plant Res. (Iran. J. Biology).* 31(2), 436-452 (in Persian).
- Rahmani, S., Mazhari, M., Tahmasabi, J., 2024. The success of watershed management efforts in the Chandab Watershed region of Tehran Province resulted from research achievements. 16, 82-97 (in Persian).
- Raziei, T., 2016. Investigation of drought characteristics in arid and semi-arid regions of of Iran. *Watershed Engi. Manage.* 7(4), 363-378 (in Persian).
- Rechinger, K.H., 2015. Flora Iranica, vols. 1–181. Akademische Druck- u. Verlagsanstalt, Graz; vol. 175. Akademische Verlagsgesellschaft, Salzburg; vols. 176–181. Verlag des Naturhistorischen Museums, Wien.
- Salehi, H., Howeizeh, H., Orsham, A., Namazi, B., Naanaie, S.Y., 2006. Ecological Regions of Iran, Vegetation type of Dezful area. Research Institute of Forests and Rangelands, 61 pages (in Persian).
- Shakoor, A., Sharafi, H., Nakhaeei, K., Jafari, M., 2016. Ranking drought villages with environmental perception approach in terms of rural residents using the technique MAPPAC. *J. Region. Plan.* 6(23), 180-190.
- Sharifi Paichoon, M., Behzadi, Z., Mohamadi, F., 2023. Temporal-spatial evaluation of the drought process and its effects on vegetation changes in Fars province. *Arid Region. Geo. Stu.* 13(50), 40-57 (in Persian).
- Soleimani, F., Parvizi, Y., Rayat pisheh, A., 2021. Technical report: opportunities, challenges and preliminary assessment of shush paired watershed. Agricultural Research, Education and Extension Organization, Soil Conser. and Watershed Manag. Research, Institute, Series Number: 60644 32 pages (in Persian).
- Tao, Y., Zhang, Y.M., Downing, A., 2013. Similarity and difference in vegetation structure of three desert Shrub communities under the same temperate climate but with different microhabitats. *Botanical Studies* 54, 1-14.
- Townsend, C.C., Guest, E., 1980. Flora of Iraq, vols. 3, 4, 8, Baghdad.
- Yasrebi, B., Dinarvand, M., 2025. Evaluating the effect of pitting operations on improving soil conditions and vegetation diversity. *Water. Engin. Manage.* 16, 523-536 (in Persian).
- Zare, M.T., Fayaz, M., Zarekia, S., Baghestani Maybodi, N., Abolghasemi, M., 2020. Effects of different methods of rainfall storage and cultivation season in the establishment of *Ferula tabasensis* species in Yazd Province, case study: Kalmand Bahadoran rangeland. *J. Range. Desert Res.* 27(1), 24-35.