

(OPEN ACCESS)

Comparison of some physical-chemical properties of soil under the canopy of two plant species, *Amygdalus scoparia* spach and *Seidlitzia rosmarinus*, and outside the canopy in Bajestan rangeland of Khorasan Razavi

Mostafa Khakpoor Bajestani¹, Jalil Farzad Mehr^{*2}, Maryam Azarakhshi³,
Reza Yari⁴

1. M.Sc. Graduate of Nature Engineering and Medicinal Plants, Faculty of Agriculture, University of Torbat Heydarieh, Torbat Heydarieh, Iran. E-mail: khakpoor.mostafa@gmail.com
2. Corresponding Author, Associate Prof., Dept. of Nature Engineering and Medicinal Plants, Faculty of Agriculture, University of Torbat-Heydarieh, Torbat Heydarieh, Iran. E-mail: j.farzadmehr@torbath.ac.ir
3. Associate Prof., Dept. of Nature Engineering and Medicinal Plants, Faculty of Agriculture, University of Torbat Heydarieh, Torbat Heydarieh, Iran. E-mail: m.azarakhshi@torbath.ac.ir
4. Assistant Prof., Khorasan-e-Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Mashhad, Iran. E-mail: yarireza1364@gmail.com

Article Info	ABSTRACT
Article type: Research Full Paper	Background and Objectives: In recent years, ecologists have given special attention to plant-soil feedback as a driver of plant community dynamics, particularly in the context of succession, plant invasion, and ecosystem processes, such as the nitrogen and carbon cycles. Plants alter the physical, chemical, and biological properties of the soil environment. Changes in soil properties lead to changes in plant function and responses to one another, ultimately resulting in alterations in the composition and diversity of the plant community. The impact of plant species on soil resources and their biogeochemical processes is one of the important ecological phenomena, especially in arid and semi-arid regions. The relationship between plants and soil is a fundamental factor in land management and planning. Plants affect the soils under their canopy and cause non-uniformity of soil properties at different distances. The purpose of this study was to investigate the effects of two species of <i>Amygdalus Scoparia</i> Spach and <i>Seidlitzia Rosmarinus</i> (Ehreb)Bge on some physico-chemical properties of the rangelands of Bajestan. The <i>S. rosmarinus</i> plant has created Nebka hills due to the stabilization of loose sand between the branches and leaves of the <i>S. rosmarinus</i> plant, and the formation of these hills is a very important factor in controlling sandstorms. The branches of this plant are grazed by large livestock such as camels, and for this reason, the <i>Seidlitzia rosmarinus</i> rangelands are very suitable pastures for raising camels. <i>A. scoparia</i> grows in deep and semi-deep, gravelly soils and on calcareous-siliceous formations on gentle slopes of the mountains. The mountain almond shrub is one of the country's resistant and native species to harsh environmental conditions and water shortages, making it suitable for the hot climate of Khorasan, Tehran, Yazd, Chaharmahal and Bakhtiari, Sistan and Baluchestan. This species has an altitude index of less than 2000 meters, but of course it also reaches higher altitudes in hot and dry mountains. In recent years, mountain almond shrubs have suffered from desiccation and, despite easy regeneration, have been threatened by wood-eating pests in some areas such as the south of Khorasan province.
Article history: Received: 02.09.2025 Revised: 04.10.2025 Accepted: 04.25.2025	
Keywords: Calcium, Canopy cover, Electrical conductivity, Magnesium, Organic matter	

Materials and Methods: The rangelands of Bajestan, Khorasan Razavi are located in arid and semi-arid regions, and two species of *A. scoparia* and *S. rosmarinus* are the dominant plant species in the region that are used in improvement and development plans. To conduct the research, after determining the habitat of the *A. scoparia* and *S. rosmarinus* plants, five samples were taken from the soil under the canopy of the plant bases for each plant from a depth of 0-50 cm of the soil surface (considering the rooting depth of the two species mentioned and the location of the two species) and also from the soil of the control area (with an appropriate distance from the canopy of the two plants in question) in a completely random manner (a total of 20 soil samples). For each soil sample, physical properties, including soil texture, density of rock and gravel, as well as chemical properties, including acidity, salinity, total nitrogen, percentage of organic matter, sulfate, calcium, magnesium, sodium, potassium, and chlorine, were measured using available methods. An independent t-test was used to examine the differences in soil properties between the subsoil and the open space.

Results: The results showed a significant difference in the amount of electrical conductivity, organic matter, calcium, magnesium, and chlorine in the subsurface soil of *Seidlitzia* saline compared to the outdoor soil of the *Seidlitzia* area at the 1% level. The amount of magnesium (37.54%), chlorine (18.5 ppm), electrical conductivity (44.55 millisiemens/meter), organic matter (0.62%), and calcium (86 ppm) is higher under the canopy of the halophilic plant than in the open air. Sand, clay, cement (generally texture), amount of potassium, sulfate, sodium, the particles larger than 2 mm and the amount of soil nitrogen in the cover and open soil of *Seidlitzia* had no significant difference. The results also showed that between acidity, organic matter, calcium, there was a significant difference between magnesium and potassium subsurface of camouflage and outdoor soil and between electrical conductivity, there was no significant difference between sand, clay, silt, chlorine, sulfate, sodium, particles larger than 2 mm and the amount of soil nitrogen in the cover and outdoor of the plant. The amount of organic matter (3.52%), potassium (2.16 ppm), calcium (4.24 ppm), and magnesium (5.68 ppm) under almond trees is higher than in the open air, and acidity (1.7) is higher in the open air than under the trees. The difference in calcium between the soil under the almond tree canopy and the open area was estimated to be 0.38 mEq/L on average. The difference in magnesium between the soil under the almond tree canopy and the control area was estimated to be 3.52 mEq/L on average. The difference in potassium between the soil under the almond tree canopy and the open area was measured to be 0.26 mEq/L.

Conclusion: Plants have different effects on soil. These effects can be both positive, improving soil conditions, and negative, causing soil degradation and loss. In general, the two species of *A. scoparia* and *S. rosmarinus* do not have a harmful or destructive effect on the soil of their habitat and subsoil. Considering the ecological conditions of the habitat and the vegetative conditions of the species in question, these two species can be used to improve and restore rangelands.

Cite this article: Khakpoor Bajestani, Mostafa, Farzad Mehr, Jalil, Azarakhshi, Maryam, Yari, Reza. 2025. Comparison of some physical-chemical properties of soil under the canopy of two plant species, *Amygdalus scoparia* spach and *Seidlitzia rosmarinus*, and outside the canopy in Bajestan rangeland of Khorasan Razavi. *Journal of Water and Soil Conservation*, 32 (3), 205-223.



© The Author(s).

DOI: 10.22069/jwsc.2026.23177.3781

Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

مقایسه برخی خصوصیات فیزیکی - شیمیایی خاک در زیر آشکوب دو گونه گیاهی بادامشک و اشنان و بیرون از آشکوب در مراتع بجستان استان خراسان رضوی

مصطفی خاکپور بجستانی¹، جلیل فرزاد مهر^{2*}، مریم آذرخشی³، رضا یاری⁴

1. دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد مهندسی طبیعت و گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربت‌حیدریه، تربت‌حیدریه، ایران. رایانامه: khakpour.mostafa@gmail.com
2. نویسنده مسئول، دانشیار گروه مهندسی طبیعت و گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربت‌حیدریه، تربت‌حیدریه، ایران. رایانامه: j.farzadmehr@torbath.ac.ir
3. دانشیار گروه مهندسی طبیعت و گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربت‌حیدریه، تربت‌حیدریه، ایران. رایانامه: m.azarakhshi@torbath.ac.ir
4. استادیار پژوهشی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران. رایانامه: yarireza1364@gmail.com

چکیده	اطلاعات مقاله
سابقه و هدف: در سال‌های اخیر، اکولوژیست‌ها به بازخورد گیاه و خاک به‌عنوان محرک پویایی جامعه گیاهی، به‌ویژه در زمینه جانشینی، تهاجم گیاهان و فرآیندهای اکوسیستمی مانند چرخه نیتروژن و کربن توجه ویژه‌ای داشته‌اند. گیاهان ماهیت فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی محیط خاک را تغییر می‌دهند تغییر در خصوصیات خاک منجر به تغییر عملکرد و واکنش گیاهان نسبت به یکدیگر شده و در نهایت منجر به تغییر در ترکیب و تنوع جامعه گیاهی می‌شوند. تأثیر گونه‌های گیاهی بر منابع خاک و فرآیندهای بیورژوشیمیایی آن یکی از پدیده‌های مهم اکولوژیکی به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک است. ارتباط بین گیاهان و خاک یک عامل اساسی در مدیریت و برنامه‌ریزی اراضی است. گیاهان خاک‌های زیرتاج‌پوشش خود را تحت تأثیر قرار می‌دهند و باعث عدم یکنواختی ویژگی‌های خاک در فواصل مختلف می‌شوند. هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر دو گونه گیاهی بادامشک (<i>Amygdalus scoparia</i> Spach) و اشنان (<i>Seidlitzia rosmarinus</i> (Ehreb) Bge) بر برخی از خصوصیات فیزیکی - شیمیایی خاک مراتع بجستان، خراسان رضوی است. گیاه اشنان در اثر تثبیت ماسه‌های روان در لابه‌لای شاخه و برگ‌های اشنان ایجاد تپه‌ای نبکائی شده که شکل‌گیری این تپه‌ها عامل بسیار مهمی در مهار طوفان‌های شنی است. سرشاخه‌های این گیاه توسط دام‌های بزرگ مانند شتر تعلف شده و به همین دلیل مراتع اشنان‌خیز چراگاه بسیار مناسبی برای پرورش شتر هستند. بادامشک در خاک‌های عمیق و نیمه عمیق، سنگریزه‌دار و بر روی تشکیلات آهکی - سیلیسی در شیب‌های	نوع مقاله: مقاله کامل علمی - پژوهشی تاریخ دریافت: 03/11/21 تاریخ ویرایش: 04/01/21 تاریخ پذیرش: 04/02/05 واژه‌های کلیدی: تاج پوشش، کلسیم، ماده آلی، منیزیم، هدایت الکتریکی

ملايم كوهستان‌ها مي‌رويد. درختچه بادام‌كوهي يكي از گونه‌هاي مقاوم و بومي كشور است به شرايط سخت محيطي و كم‌آبي، آن را سازگار با اقليم گرم خراسان، تهران، يزد، چهارمحال و بختياري و سيستان و بلوچستان پراكش دارد. اين گونه شاخص ارتفاع پايين‌تر از 2000 متر است كه البته در كوهستان‌هاي گرم و خشك به ارتفاعات بالاتر نيز مي‌رسد. در ساليان اخير درختچه‌هاي بادام‌كوهي دچار خشكيدگي شده و علي‌رغم زاداوري آسان، در برخي مناطق هم‌چون جنوب استان خراسان در معرض تهديد آفات چوب‌خوار قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها: مراتع بيجستان در منطقه خشك و نيمه‌خشك قرار گرفته است و دو گونه بادامشك و اشنان از گونه‌هاي گياهي غالب منطقه هستند كه در طرح‌هاي اصلاح و توسعه استفاده مي‌شوند. براي انجام پژوهش، پس از مشخص كردن رويشگاه گياهان اشنان و بادامشك از مجموع 20 نمونه خاك زير سطح تاج پوشش پايه‌هاي گياهي و به‌صورت كاملاً تصادفي، اقدام به نمونه‌گيري از 20 نمونه براي هر گياه از عمق 0-50 سانتيمتري سطح خاك و نيز از خاك منطقه شاهد شد. براي هر نمونه خاك خصوصيات فزيكي از جمله بافت خاك، سنگ و سنگريزه و هم‌چنين خصوصيات شيميايي شامل اسيدितه، شوري، ازت كل، درصد مواد آلي، سولفات، درصد كلسيم، منيزيم، سديم، پتاسيم و كلر با استفاده از روش‌هاي موجود اندازه‌گيري شد. براي بررسي تفاوت خصوصيات خاك در زير آشكوب خاك و بيرون از آشكوب از آزمون t مستقل استفاده شد.

يافته‌ها: نتايج نشان داد بين مقدار هدايت الكتريكي، ماده آلي، كلسيم، منيزيم و كلر خاك زيرتاج پوشش گياه شورپسند *Se. rosmarinus* و خاك بيرون از آشكوب منطقه اشنان‌زار اختلاف معنادار در سطح يك درصد وجود دارد. مقدار منيزيم (37/54 درصد)، كلر (5/18 پي‌پي‌ام)، هدايت الكتريكي (55/44 ميلي‌زيمنس بر متر)، ماده آلي (0/62)، كلسيم (86 پي‌پي‌ام) در زيرتاج گياه شورپسند بيش‌تر از بيرون از آشكوب است. بين مقدار اسيدितه، شن، رس، سيت (به‌طوركلي بافت)، مقدار پتاسيم، سولفات، سديم، ذرات بزرگ‌تر از دو ميلي‌متر و مقدار نيتروژن خاك زيرتاج پوشش و بيرون از آشكوب گونه *Se. rosmarinus* اختلاف معناداري وجود ندارد. هم‌چنين نتايج نشان داد بين مقدار اسيدितه، ماده آلي، كلسيم، منيزيم و پتاسيم خاك زيرتاج پوشش گونه *Am. scoparia* و خاك بيرون از آشكوب اختلاف معنادار وجود دارد و بين مقدار هدايت الكتريكي، شن، سيلت، مقدار كلر، سولفات، سديم، ذرات بزرگ‌تر از دو ميلي‌متر و مقدار نيتروژن خاك زيرتاج پوشش و بيرون از آشكوب گونه *Am. scoparia* اختلاف معناداري وجود ندارد. مقدار ماده آلي (3/52 درصد)، پتاسيم (2/16 پي‌پي‌ام)، كلسيم (4/24 پي‌پي‌ام) و منيزيم (5/68 پي‌پي‌ام) در زير درختچه بادامشك بيش‌تر از بيرون از آشكوب و اسيدितه (7/1) در بيرون از آشكوب بيش‌تر از زير درختچه است. اختلاف كلسيم بين خاك زير آشكوب گياه بادامشك و منطقه بيرون از آشكوب به‌طور متوسط 0/38 ميلي‌اكي‌والان بر ليتر برآورد شد. اختلاف منيزيم بين خاك زيرتاج پوشش گياه بادامشك و منطقه شاهد به‌طور متوسط 3/52 ميلي‌اكي‌والان بر ليتر برآورد شد. در مورد پتاسيم نيز اختلاف آن در زيرتاج پوشش گياه و بيرون از آشكوب 0/26 ميلي‌اكي‌والان اندازه‌گيري شد.

نتیجه‌گیری: تأثیر گیاهان بر خاک متفاوت است. این تأثیرات می‌تواند هم مثبت و باعث بهبود وضعیت خاک و هم منفی و باعث تخریب و از بین رفتن خاک شود. به‌طورکلی دو گونه اشنان و بادامشک تأثیر منفی و مخربی بر خاک منطق و زیرآشکوب خود ندارند و با توجه به شرایط اکولوژیکی رویشگاه و شرایط رویشی گونه‌های موردنظر می‌توان جهت اصلاح و احیاء مراتع از این دو گونه استفاده کرد.

استناد: خاکپور بجستانی، مصطفی، فرزادمهر، جلیل، آذرخشی، مریم، یاری، رضا (۱۴۰۴). مقایسه برخی خصوصیات فیزیکی- شیمیایی خاک در زیر آشکوب دو گونه گیاهی بادامشک و اشنان و بیرون از آشکوب در مراتع بجستان استان خراسان رضوی. پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، ۳۲ (۳)، ۲۲۳-۲۰۵.

DOI: 10.22069/jwsc.2026.23177.3781



© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

مقدمه

خاک و پوشش گیاهی نه تنها به هم وابسته هستند، بلکه عملکردشان بر روی هم غیرقابل تفکیک است. پوشش گیاهی یکی از عوامل اصلی خاکسازي به شمار می‌رود. پوشش گیاهی هوموس به خاک می‌افزاید و این یک ترکیب متمایز از مواد هوازده خاک است. ماده‌آلی و هوموس به خاک زندگی می‌بخشند و هر گونه تغییر در پوشش گیاهی بر روی خاک و برعکس اثر می‌گذارد (31). اثری که گیاهان بر خاک زیر کشت خود می‌گذارند، سبب تغییرات فیزیکی و شیمیایی خاک می‌شود. خصوصیات فیزیکی خاک شامل ساختمان، بافت، عمق، درصد سنگریزه، وزن مخصوص و خصوصیات شیمیایی آن شامل مقدار pH، EC و SAR است. به‌طور کلی می‌توان گفت خصوصیات و ذخایر مواد غذایی در خاک به شدت به پوشش گیاهی وابسته است (25). در واقع ویژگی‌های خاک متأثر از پاسخ خاک به فعالیت‌های ریشه و خصوصیات لاشبرگی است که از گیاهان چندساله به زیر پوشش تاجی آن‌ها فرو می‌ریزد (14). برای مثال بوته‌های چندساله علف گندمی مانند استپا از طریق تجمع لاشبرگ و تحت‌تأثیر ریشه‌هایشان کیفیت خاک رویشگاه خود را بهبود می‌بخشند (20).

به علت ارتباط متقابل و تنگاتنگ بین خاک و پوشش گیاهی، مطالعه ویژگی‌های خاک و تغییرات آن تحت‌تأثیر پوشش گیاهی امری ضروری به نظر می‌رسد. اثری که گیاهان بر خاک می‌گذارند، سبب تغییرات فیزیکی خاک مانند ساختمان، بافت، عمق، درصد سنگریزه، وزن مخصوص، پایداری خاک و افق‌های خاک و همچنین خصوصیات شیمیایی مانند اسیدیته، شوری، عناصر غذایی و غیره می‌شوند (24). بررسی نتایج پژوهش‌های انجام شده نشان می‌دهد که کشت گونه‌های گیاهی در محیط می‌تواند تغییراتی را بر خاک و پوشش گیاهی داشته باشد. نتایج

پژوهشی نشان داد کشت آتریپلکس، میزان پتاسیم و فسفر خاک سطحی را افزایش داد (11). در پژوهش دیگری نویسندگان بیان نمودند مقایسه اثرات تاغ و گز روی خاک نشان داد که در هر دو عمق مورد بررسی، به‌طور کلی افزایش شاخص‌های حاصلخیزی خاک در عرصه تاغ‌کاری و افزایش شاخص‌های مخرب خاک در عرصه گزکاری معنی‌دار بود (9). کاشت گونه ویتورگراس (*Chrysopogon zizanioides*) در مراتع مراوه‌تپه باعث افزایش عناصر حاصلخیزکننده خاک مانند کربن، فسفر و پتاسیم و کاهش پایداری خاکدانه‌ها شد (1). در مطالعه‌ای محبعلی و همکاران (2021) بیان نمودند که کاشت آتریپلکس باعث افزایش ازت و پتاسیم سطحی خاک می‌شود (25). حیدری صادق و همکاران (2017) بیان داشتند که کاشت آتریپلکس باعث افزایش شوری می‌شود (15). بررسی تأثیر کاشت درختچه سیاه‌تاغ بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در مراتع شهرستان مهاباد نشان داد که حضور درختچه سیاه‌تاغ و سن آن در هر دو عمق مورد مطالعه، تأثیر معنی‌داری بر مقدار اسیدیته دارد، درحالی‌که تأثیر معنی‌داری در هدایت الکتریکی خاک ندارد. تفاوت معنی‌داری بین بافت خاک در منطقه آزمایش و منطقه شاهد مشاهده شد اما مقدار شن، سیلت فقط در درختچه‌های دو ساله و در هر دو عمق در زیر درختچه تاغ و فضای بین درختچه‌ها تغییر معنی‌دار داشتند (36). بررسی تغییرات مکانی ویژگی‌های شیمیایی خاک سطحی در رابطه با تاج پوشش دو گونه بالشتکی *myriacanthus Astragalus* و *spinosum Acantholimon* در مراتع استان یزد نشان داد که پارامترهای ماده آلی، نیتروژن کل، هدایت الکتریکی و ماده آلی ذره‌ای در زیر آشکوب بوته *A. myriacanthus* به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از خاک بیرون آشکوب بود. نیتروژن کل و ماده آلی ذره‌ای در ضلع بالایی نسبت به سه مکان نمونه‌برداری

دیگر بیشترین مقدار را دارا بود. هم‌چنین نتایج نشان داد که ماده آلی کل، نیتروژن کل، هدایت الکتریکی و اسیدیته خاک زیر تاج پوشش *A. spinosum* نسبت به خاک بیرون اختلاف معنی‌داری نداشتند. در حالی‌که ماده آلی ذره‌ای دارای بیشترین مقدار زیرتاج پوشش نسبت به خاک بیرون و هم‌چنین سایر اضلاع نمونه‌برداری بود (14). نتایج پژوهش‌های هان و همکاران (2021) نشان داد که *L. principis-rupprechtii* و *P. crassifolia* به‌طور قابل‌توجهی مواد مغذی خاک و اجزای خاک رس را در مقایسه با *P. tabuliformis* بهبود بخشید. علاوه بر این، *P. crassifolia* و *L. principis-rupprechtii* به‌طور قابل‌توجهی ظرفیت خاک، تخلخل کل خاک، چگالی ظاهری خاک و ظرفیت ذخیره‌سازی آب را در مقایسه با *P. tabuliformis* بهبود بخشیدند (13).

از جمله گونه‌های گیاهی که برای اصلاح واحیا مراتع در استان خراسان رضوی مورد استفاده قرار می‌گیرد اشنان و بادامشک است. مناطق جنگلی خراسان رضوی در طی سال‌های گذشته توسط عوامل مختلف از جمله عوامل انسانی به شدت تخریب شده است. به‌طوری‌که این بوم‌سازگان در حال حاضر به رویشگاه‌های جنگلی پراکنده به‌ویژه در مناطق کوهستانی محدود می‌شود. برخورداری از رویشگاه‌های گونه‌های ارس، پسته وحشی، درشت بنه، ریز بنه، سماق و بادامشک به صورت خالص و یا آمیخته بیانگر پتانسیل زیاد جنگل‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک این استان است. به‌دلیل سازگاری زیاد بادامشک نسبت به تنش‌های محیطی مانند گرما، خشکی و کم‌آبی، از این گونه درختچه‌ای برای مناظرسازی اراضی آبرفتی و پارک‌های جنگلی در اطراف مسیر جاده‌های ورودی و خروجی شهرها و دامنه‌های صخره‌ای و سنگلاخی استفاده می‌گردد (37). گیاه اشنان نیز به‌دلیل قابلیت فشار اسمزی تا مقادیر بالا، قادر است املاح موجود

در خاک را جذب و در اندام‌های هوایی به‌خصوص در برگ‌ها ذخیره کند و براین اساس اشنان یک کاندید خوب برای اصلاح و احیا اراضی شور و قلیایی است. اشنان نقش مهمی در حفاظت خاک، به‌خصوص در نواحی شور و قلیایی دارد به طوری که به‌دلیل ترسیب ذرت ماسه در لابه لای شاخ و برگ اشنان تپه‌های نپکائی ایجاد می‌شود. این گیاه منبع پر ارزشی برای تامین علوفه به شمار می‌رود اما گوسفند و بز به علت شوری زیاد کم‌تر از این استفاده می‌کنند. در حالی‌که در زمستان و پس از بارندگی‌های زمستانی و شستشوی گیاه اشنان و در نتیجه پایین آمدن شوری گوسفند و بز آن را تعلیف می‌کنند (7).

با توجه به شرایط خشک و نیمه‌خشک مراتع شهرستان بجستان و وجود دو گونه گیاهی اشنان و بادامشک و استفاده از این دو گونه گیاهی در طرح‌های اصلاح و احیاء مراتع، ضروری است تأثیر کشت این گونه‌ها بر خاک زیر تاج پوشش مورد بررسی و مطالعه قرار گیرد. در همین راستا، پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر گونه گیاهی صخره‌دوست بادامشک (*A. scoparia Spach*) و شورپسند اشنان (*Se. rosmarinus*) بر برخی از خصوصیات فیزیکی - شیمیایی خاک زیر آشکوب به‌منظور کاربرد آن در برنامه‌های اصلاح و توسعه مراتع می‌باشد. هم‌چنین در پژوهش حاضر، برخی از خصوصیات فیزیکی - شیمیایی خاک زیر آشکوب دو گونه گیاهی مورد مطالعه با منطقه شاهد مقایسه و گونه مناسب برای احیای مراتع و حفاظت خاک پیشنهاد می‌شود.

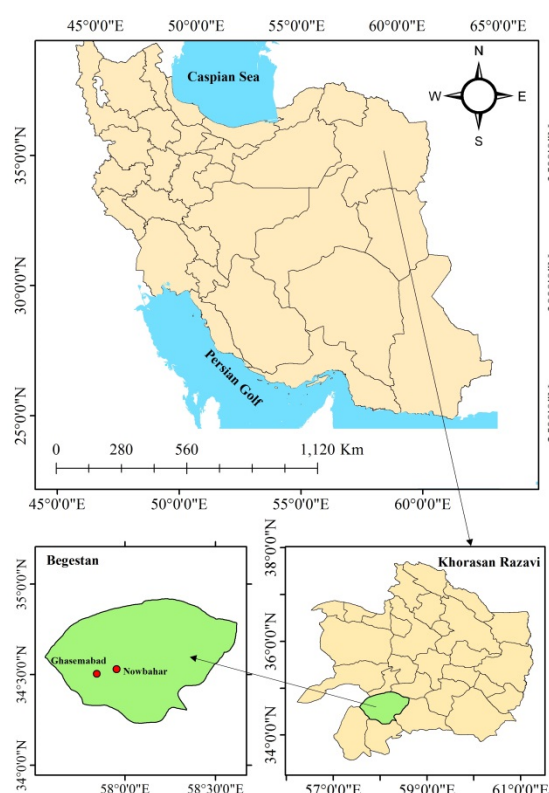
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: مراتع مورد مطالعه شامل مراتع نوبهار و قاسم‌آباد در شهرستان بجستان است. پلائیای بجستان در بخش مرکزی استان خراسان در طول جغرافیایی منطقه 30° 58' تا 15° 57' شرقی و عرض

می‌باشد (10)، این منطقه دارای متوسط بارندگی سالانه 100 تا 230 میلی‌متر بوده و درمنه دشتی از گونه‌های شاخص این منطقه می‌باشد، که اغلب با برخی گندمیان و گیاهانی از خانواده اسفناجیان مانند قیچ و علف شور همراه است. همان‌طور که اشاره شد محدوده مورد مطالعه با داشتن متوسط بارندگی 110/6 میلی‌متر و پراکنش گونه درمنه دشتی جزو منطقه رویشی استپی محسوب می‌شود.

جغرافیایی منطقه 34° تا 35° شمالی به‌صورت کمانی گسترده شده است (شکل 1). مساحت منطقه مورد مطالعه حدود 61,226 هکتار است. این پلایا از جمله پلایاهای تراکمی است که ابتدا در اثر چین‌خوردگی و تکتونیک و سپس بسته شدن و متراکم شدن آن از رسوب به‌وجود آمده است (10).

محدوده مورد مطالعه از نظر تقسیمات اکولوژیک پابو جزو ناحیه ایرانی- تورانی و منطقه رویشی استپی



شکل 1- موقعیت منطقه مورد مطالعه در ایران و استان خراسان رضوی.

Figure 1. Location of stud area in Iran and Khorasan Razavi.

آب و شیر و واکوئولی غنی از املاح و اسیدازالیک می‌باشند (28). رویشگاه‌های نسبتاً گسترده اشنان در اکثر شوره‌زارهای نواحی بیابانی جهان مشاهده می‌شوند. پراکنش جغرافیایی این درختچه در کشورهای حوزه خلیج فارس مانند قطر، بحرین، کویت و همچنین بخش وسیعی از اراضی شور بیابان‌های

گیاه شورپسند اشنان (*Se. rosmarinus*): اشنان بوته‌ای تا درختچه‌ای است پایا، چندساله، دارای انشعابات فرعی متعدد، ساقه‌های ترد، سفیدرنگ و بر روی آن برگ‌های استوانه‌ای کم‌ویش کشیده و دراز گوشتی و آب‌دار قرار می‌گیرند. برگ‌های متقابل ضخیم و پوشیده از کرک هستند. این سلول‌ها پر از

جنوبی ایران مانند سیستان و بلوچستان، زاهدان تا نواحی مرکزی از جمله یزد، کرمان، فارس، اصفهان، تهران و سمنان تا نواحی شمال و شمال شرقی مانند دامغان، شاهرود، سبزوار، خراسان و حتی حاشیه دریاچه ارومیه گسترش یافته است. از جمله گیاهان بارز شوره‌زارها که حتی شوری بالای 40 میلی‌مول را تحمل می‌کنند. در اثر تثبیت ماسه روان در لابه‌لای شاخ و برگ اشنان ایجاد تپه‌های نبکانی شده است که شکل‌گیری این تپه‌ها عامل بسیار مهمی در ترسیب ماسه‌های روان و مهار طوفان شن است (8).

گیاه بادامشک (*Amygdalus. scopari*): گونه بادامشک با نام علمی *Amygdalus scoparia* و متعلق به خانواده Rosaceae. درختچه سبزرنگی است با برگ‌های باریک و کوچک که در اقلیم نیمه‌خشک ایران می‌روید. ارتفاع متوسط گیاه بین 2/5 تا 3 متر و قطر تاج پوشش آن نیز 2 تا 2/5 متر است. گل‌های سفیدرنگ بادام‌کوهی به‌طور معمول قبل از ظهور برگ‌ها در اوایل فروردین‌ماه ظاهر می‌شوند. بادام‌کوهی در خاک‌های عمیق تا نیمه‌عمیق، سنگریزه‌دار و بر روی تشکیلات آهکی - سیلیسی در شیب‌های ملایم کوهستان‌ها می‌روید. بومی ایران و منطقه خاورمیانه بوده که دارای گستردگی وسیعی در مناطق جنوبی، مرکزی و شمال شرقی ایران، در کوه‌های آهکی - سنگلاخی است. دامنه‌های ارتفاعی رویشگاه بادام‌کوهی بین 800 تا 2700 متر از سطح دریا، در خطوط هم باران 150 تا 250 میلی‌متر قرار گرفته‌اند (22). از اثرات درمانی این گیاه می‌توان به ضد عفونی‌کنندگی و تسکین‌دهنده درد اشاره کرد. سرمه آن به چشم را جهت تقویت بینایی به کار می‌برند. مالیدن کوبیده آن به سر ضدشوره بوده و شپش و رشک را از بین می‌برد. ضماد آن با سرکه جهت زخم‌های کهنه و زخم‌های چرکی پوست و زخم‌های عصبی و چرب و خارش و ترکیدن پوست مفید است (28).

نحوه نمونه‌برداری از خاک و تعداد نمونه: پس از مشخص کردن محدوده منطقه پراکنش گیاهان اشنان و بادامشک (بادام‌کوهی) و تعیین تیپ‌های گیاهی اقدام به نمونه‌برداری شد. سپس به صورت تصادفی 10 بوته اشنان و 10 بوته بادامشک انتخاب گردید. سپس با توجه به عمق ریشه دوانی دو گونه مذکور و موقعیت مکانی دو گونه برای هر گیاه از عمق 0-50 سانتی‌متری سطح خاک نمونه برداشت شد. با فاصله مناسب از زیر آشکوب دو گیاه موردنظر در جایی که گونه دیگری نیز حضور نداشت، نمونه خاک برداشت شد. نمونه‌های خاک به آزمایشگاه منتقل شد و خصوصیات فیزیکی از جمله بافت خاک، سنگ و سنگریزه و همچنین خصوصیات شیمیایی شامل اسیدیته، شوری، ازت کل، درصد مواد آلی، سولفات، درصد کلسیم، منیزیم، سدیم، پتاسیم و کلر اندازه‌گیری شد. در این پژوهش بافت خاک به روش هیدرومتری، سنگ و سنگریزه به روش وزنی، رطوبت اشباع به روش تهیه گل اشباع، اسیدیته با استفاده از pH متر (اسیدیته‌سنج)، شوری خاک به روش هدایت‌سنج، ازت کل با استفاده از کج‌لدال، درصد مواد آلی با استفاده از روش والکی بلاک، سولفات به روش اسپکتروفتومتری، کاتیون‌های محلول کلسیم و منیزیم به روش تیتراسیون، کاتیون‌های محلول پتاسیم و سدیم و آنیون کلر از روش فلیم‌فتومتری اندازه‌گیری شد (3).

تجزیه و تحلیل داده‌ها: برای مقایسه فاکتورهای اندازه‌گیری در خاک پای گونه‌ها و مناطق شاهد از آزمون t مستقل استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل آماری از نرم‌افزارهای Excel و نسخه SPSS 6.2 استفاده شد.

نتایج

تأثیر گیاه اشنان (*Se. rosmarinus*) بر خصوصیات خاک زیرتاج پوشش: نتایج نشان داد بین مقدار

هدایت الکتریکی، ماده آلی، کلسیم، منیزیم و کلر خاک زیرتاج پوشش گیاه شورپسند اشنان و خاک بیرون از آشکوب منطقه اشنان‌زار اختلاف معنادار در سطح یک درصد وجود دارد ($P \leq 1\%$) و بین مقدار اسیدیته، شن، رس، سیت (به‌طور کلی بافت)، مقدار پتاسیم، سولفات، سدیم، ذرات بزرگ‌تر از دو میلی‌متر و مقدار نیتروژن خاک زیرتاج پوشش و بیرون از آشکوب گیاه اشنان اختلاف معناداری وجود ندارد (جدول 1).

جدول 1- نتایج آزمون T مستقل و مقدار میانگین خصوصیات خاک در زیرتاج پوشش و بیرون از آشکوب گیاه اشنان (*Se. rosmarinus*).

Table 1. Results of T-test and mean values of soil properties under the canopy and open space of *Se. rosmarinus*.

ردیف	فاکتور	میانگین زیرتاج پوشش	بیرون از آشکوب	مقدار تی	درجه آزادی	سطح معنی‌داری	
Row	Factor	Under canopy cover	Open space	T	df	Sig.	
1	هدایت الکتریکی EC	5.44±0.05	39.46±0.08	247.57	9	0.00	**
2	اسیدیته pH	8.36±0.05	8.04±0.04	4.43	9	0.25	ns
3	درصد شن Sand	60.1±0.4	58.32±0.05	4.4	9	0.2	ns
4	درصد سیلت Silt	26.48±0.5	27.6±0.48	1.6	9	0.14	ns
5	درصد رس Clay	12.8±0.58	12.8±0.58	0.7	9	0.94	ns
6	درصد ماده آلی Organic matter	0.62±0.003	0.51±0.04	5.44	9	0.001	**
7	پتاسیم K	1.21±0.19	1.31±0.04	20.7	9	0.91	ns
8	کلسیم Ca	86.00±0.4	15.6±0.4	136.06	9	0.00	**
9	منیزیم Mg	37.54±0.34	16.58±0.34	42.98	9	0.00	**
10	کلر Cl	5.18±0.64	3.67±0.68	161.83	9	0.00	**
11	سولفات So ₄	23.6±0.	25.84±0.72	2.52	9	0.36	ns
12	سدیم Na	2.42±0.05	2.35±0.06	0.96	9	0.36	ns
13	ذرات بزرگ‌تر از 2 میلی‌متر Particles larger than 2 mm	24.38±0.01	26.7±0.02	2.73	9	0.26	ns
14	نیتروژن N	0.11±0.003	0.11±0.004	0.56	9	0.58	ns

* اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد، ** اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال 1 درصد، ^{ns} عدم معنی‌داری

* Significant difference in 5% probably level, ** Significant difference in 1% probably level, ^{ns} not-significant

زیرتاج پوشش گیاه بادامشک (*Am. scoparia*) و خاک بیرون از آشکوب اختلاف معنادار وجود دارد ($P \leq 1\%$) و بین مقدار هدایت الکتریکی، شن، رس،

تأثیر گیاه بادامشک (*Am. scopari*) بر خصوصیات خاک زیرتاج پوشش: نتایج نشان داد بین مقدار اسیدیته، ماده آلی، کلسیم، منیزیم و پتاسیم خاک

سیلت، مقدار کلر، سولفات، سدیم، ذرات بزرگ‌تر از دو میلی‌متر و مقدار نیتروژن خاک زیرتاج پوشش و بیرون از آشکوب گیاه بادامشک اختلاف معناداری وجود ندارد (جدول 2). همچنین نتایج تجزیه و تحلیل آماری نشان داد بین مقدار اسیدیته، ماده آلی، کلسیم، منیزیم و پتاسیم خاک زیرتاج پوشش گیاه بادامشک و خاک بیرون از آشکوب (منطقه شاهد) اختلاف معنادار وجود دارد و بین مقدار هدایت الکتریکی، شن، رس، سیت (به‌طور کلی بافت)، مقدار کلر، سولفات، سدیم، ذرات بزرگ‌تر از 2 میلی‌متر و مقدار نیتروژن خاک زیرتاج پوشش و بیرون از آشکوب گیاه بادامشک اختلاف معناداری وجود ندارد.

جدول 2- نتایج آزمون T مستقل و مقدار میانگین خصوصیات خاک در زیرتاج پوشش و بیرون از آشکوب گیاه بادامشک (*Am. scopari*).

Table 2. Results of T-test and mean values of soil properties under the canopy and open space of *Am. scopari*.

ردیف Row	فاکتور Factor	میانگین زیرتاج پوشش Under canopy cover	بیرون از آشکوب Open space	مقدار تی T	درجه آزادی df	سطح معنی‌داری Sig.
1	هدایت الکتریکی EC	1.6±0.06	1.9±0.08	1.08	9	0.3
2	اسیدیته pH	7.85±0.003	7.1±0.007	16.00	9	0.00
3	درصد شن Sand	60.32±0.05	58.32±0.05	3.83	9	0.5
4	درصد سیلت Silt	4.85±0.05	4.74±0.05	15.53	9	0.147
5	درصد رس Clay	1.41±0.33	1.35±0.05	1.33	9	0.134
6	درصد ماده آلی Organic matter	3.52±0.61	1.51±0.59	0.003	9	0.00
7	پتاسیم K	2.61±0.05	1.9±0.03	416.15	9	0.000
8	کلسیم Ca	4.24±0.05	3.86±0.19	7.98	9	0.000
9	منیزیم Mg	5.68±0.05	2.16±0.34	32.01	9	0.00
10	کلر Cl	8.52±0.05	8.15±0.04	1.83	9	0.1
11	سولفات So ₄	4.04±0.05	3.56±0.03	6.65	9	0.53
12	سدیم Na	8.52±0.03	7.4±0.03	22.7	9	0.74
13	ذرات بزرگ‌تر از 2 میلی‌متر Particles larger than 2 mm	3.05±0.41	3.84±0.02	7.59	9	0.214
14	نیتروژن N	0.12±0.003	0.13±0.0004	0.51	9	0.51

* اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد، ** اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال 1 درصد، ^{ns} عدم معنی‌داری

* Significant difference in 5% probably level, ** Significant difference in 1% probably level, ^{ns} not-significant

بحث و نتایج

خاک ترکیب پیچیده‌ای از مواد بیوژئوشیمیایی است که امکان تشکیل ادامه حیات بر سطح زمین را فراهم می‌سازد. در واقع خاک‌ها سیستم‌های اکولوژیکی فعالی هستند که در طی زمان زایش تحول یا در اثر قوع تغییرات ناگهانی در شرایط محیطی به‌طور سریع فرسایش پیدا می‌کنند. تأثیر گونه‌های گیاهی بر منابع خاک و فرایندهای بیوژئوشیمیایی آن یکی از پدیده‌های مهم اکولوژیکی به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشد.

الف: تأثیر گونه گیاهی اشنان (*Se. rosmarinus*)

بر خاک زیر اُشکوب: به‌طور کلی نتایج پژوهش حاضر و تجزیه و تحلیل آماری داده‌های موجود نشان داد بین مقدار هدایت الکتریکی، ماده آلی، کلسیم، منیزیم و کلر خاک زیر تاج پوشش اشنان و خاک بیرون از اُشکوب منطقه اشنان‌زار اختلاف معنادار وجود دارد.

متوسط هدایت الکتریکی خاک (EC) زیر تاج پوشش گیاه اشنان برابر $55/4$ دسی‌زیمنس بر متر (dS m^{-1}) و متوسط هدایت الکتریکی خاک (EC) بیرون از اُشکوب گیاه اشنان $39/46$ دسی‌زیمنس بر متر (dS m^{-1}) برآورد شد که در واقع 40 درصد هدایت الکتریکی افزایش یافته است. نتایج نشان داد خاک منطقه از شوری و درصد املاح بالایی برخوردار است و همچنین گیاه اشنان باعث افزایش شوری و هدایت الکتریکی خاک (EC) زیر تاج پوشش خود شده است. این نتایج با یافته‌های ناصری (2000) در عرصه اُتریپلکس‌کاری نسبت به شاهد در جوپار استان کرمان مطابقت دارد (30). ساگری و فروغی‌فر (2007) در بررسی اثرات گیاه غیربومی اُتریپلکس کانینسنس بر تغییر خصوصیات شیمیایی خاک در مراتع دست‌کاشت شهرستان بیرجند به این نتیجه رسیدند که فاکتورهایی مانند شوری، درصد مواد آلی و یون‌های Ca^{++} ، Na^{+} ، Cl^{-} در تیمار زیر اُشکوب گیاه موردنظر،

به‌طور معنی‌داری با دو تیمار دیگر دارای اختلاف بوده و مشخص شد که گیاه مورد پژوهش در این منطقه باعث تغییر حالت خاک از معمولی به شور و قلیا گشته است (35). جعفری و همکاران (2005) نیز تأثیر کشت گونه‌های تاغ و اُتریپلکس بر روی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در مسیر بزرگراه تهران- قم را با بهره‌گیری از دو منطقه شاهد و تیمار مورد تجزیه و تحلیل قرار داد نتایج نشان داد کشت گونه اُتریپلکس سبب افزایش معنی‌دار هدایت الکتریکی و کشت سیاه‌تاغ نیز باعث افزایش، هدایت الکتریکی شده است (17). این مسأله می‌تواند ناشی از انتقال نمک‌ها از عمق به سطح خاک توسط تاغ با توجه به این‌که این گیاه قابلیت جذب یون‌ها در اندام‌های خود را دارد و همچنین انباشت بقایای گیاه تاغ در سطح خاک در سال‌های گذشته باشد. که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد. نیک‌نهاد قره‌ماخر (2002) در بررسی منطقه تاغ‌کاری‌شده در حسین‌آباد قم، به این نتیجه رسید که خاک قلیایی‌تر شده و هدایت الکتریکی بیش‌تر شده است (31). چارلی و وست (1975) نیز اشاره می‌کند که هدایت الکتریکی و برخی از کاتیون‌ها و آنیون‌های خاک در زیر اُشکوب گونه گیاهی از منطقه شاهد بیش‌تر است (4). نتایج نشان داد که بین مقدار ماده‌آلی خاک زیر اُشکوب و بیرون از اُشکوب گیاه اشنان در سطح یک درصد اختلاف معناداری وجود دارد و مقدار آن به‌ترتیب برابر $0/62$ و $0/51$ برآورد شد درواقع ماده آلی خام در زیر اُشکوب گیاه اشنان حدود $0/21$ درصد افزایش داشته است. نتایج پژوهش حاضر با نتایج پژوهش مهدوی‌اردکانی و همکاران (2011) مطابقت دارد. بر اساس اندازه‌گیری‌های انجام شده در پژوهش حاضر، ریزش اندام‌های هوایی دو گیاه مورد بررسی باعث افزایش مقدار ماده آلی خاک به میزان 30 درصد در زیر تاج پوشش گیاه شده است (24).

شاهد برابر 16/58 میلی‌اکی‌والان بر لیتر (mEq/lit) و اختلاف کلر (CL) بین خاک زیر اُشکوب گیاه اشنان و منطقه بیرون از اُشکوب (خارج تاج پوشش) به‌طور متوسط 1/51 میلی‌اکی‌والان بر لیتر (mEq/lit) برآورد شد (خاک زیر اُشکوب برابر: 5/8 میلی‌اکی‌والان بر لیتر (mEq/lit) و خاک منطقه شاهد برابر 3/67 میلی‌اکی‌والان بر لیتر (mEq/lit).

حاجی‌زاده (12) در بررسی اثر دو گونه مرتعی *Acanthophyllum* و *Astragalus gummiifer glandulosum* Bunge بر برخی خصوصیات شیمیایی خاک، بیان نمودند هر دو گونه باعث تغییر خصوصیات شیمیایی خاک زیر اُشکوب خود شده است. از بین شاخص‌های مورد اندازه‌گیری، مقدار ماده آلی، کلسیم و ازت در خاک زیر اُشکوب افزایش و اثر دو گیاه بر شاخص‌های اسیدیته، منیزیم و سدیم بی‌اثر بوده است. نتایج پژوهش ایشان با نتایج پژوهش حاضر هم‌خوانی دارد.

نتایج نشان داد که بین مقدار اسیدیته (pH)، شن، رس، سیلت (به‌طور کلی بافت)، مقدار پتاسیم (K)، سولفات (SO_4)، سدیم، ذرات بزرگ‌تر از 2 میلی‌متر و مقدار نیتروژن خاک (N) زیر تاج پوشش و بیرون از اُشکوب گیاه اشنان اختلاف معناداری وجود ندارد (جدول 1). این نتایج با نتایج ناصری و همکاران (2000)، محمودی و اعتمادی (2005) مطابقت دارد (29، 23) اما با نتایج موسوی‌ثانی و همکاران (2023)، احمدی‌نیا و همکاران (2016)، یزدانی (2023) متفاوت است (26، 2، 39).

در مطالعه حاضر میزان اسیدیته خاک تغییر معنی‌داری بین تیمارهای مورد اندازه‌گیری (خاک زیر تاج پوشش گیاه اشنان و خاک بیرون از اُشکوب گیاه اشنان) نداشته است. بررسی‌های پژوهش‌گران نیز چنین نتیجه‌ای را تأیید می‌کند (32). نتایج پژوهش حاضر با نتایج مرشدی (2009) که تأثیر دو گونه دافنه و بادام‌کوهی را بر خام بررسی کرد مشابهت دارد و

هوشیار و همکاران (2024) در مطالعه تأثیر متقابل میان خصوصیات خاک و صفات گیاهی در منطقه حضور ارزن و استبرق در منطقه باشی و تپه‌های ماسه اطراف آن، به این نتیجه رسیدند، که میزان ماده آلی در منطقه حضور گونه‌های ارزن و استبرق در مقایسه با منطقه شاهد، به‌طور معنی‌داری افزایش نشان می‌دهد (16). که نتایج پژوهش آن‌ها با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. نتایج چاوشیان (2017) نشان داد که گیاه عجوه و کاهوی وحشی باعث افزایش میزان ماده آلی در خاک زیر اُشکوب خود شده‌اند (6). رحیمی‌نژاد و همکاران (2017) در پژوهشی به بررسی تأثیر دو گونه مرتعی بومی و غیربومی بر خاک زیر اُشکوب خود در قسمتی از مراتع استپی شهرستان طبس پرداختند. نتایج نشان می‌دهد که افزایش مقدار این فاکتورها در زیر اُشکوب دو گونه با یکدیگر متفاوت بوده به‌طوری‌که مقدار افزایش این خصوصیات به‌جز ماده آلی، در زیر اُشکوب گیاه *Atriplex lentiformis* چند برابر زیر اُشکوب گیاه بومی *Salsola yazdiana* بوده است. بر اساس نتایج به‌دست آمده می‌توان گفت که استفاده از گیاه غیربومی *Atriplex lentiformis* به‌صورت خالص در جهت احیا مراتع می‌تواند شوری بیش از حد خاک سطحی را فراهم نماید (34).

اختلاف کلسیم (Ca) بین خاک زیر اُشکوب گیاه اشنان و منطقه شاهد (بیرون از اُشکوب) به‌طور متوسط 70/4 میلی‌اکی‌والان بر لیتر (mEq/lit) برآورد شد (خاک زیر تاج پوشش برابر 86 میلی‌اکی‌والان بر لیتر (mEq/lit) و خاک منطقه شاهد برابر 15/6 میلی‌اکی‌والان بر لیتر (mEq/lit)). در واقع گیاه اشنان باعث افزایش 4 درصدی کلسیم خاک شده است. اختلاف منیزیم (Mg) بین خاک زیر تاج پوشش گیاه هاوفیت اشنان و منطقه شاهد (بیرون از اُشکوب) به‌طور متوسط 21/1 میلی‌اکی‌والان بر لیتر میلی‌اکی‌والان بر لیتر (mEq/lit) برآورد شد (خاک زیر تاج پوشش برابر 5/37 میلی‌اکی‌والان بر لیتر (mEq/lit) و خاک منطقه

بیان می‌کند دو گونه حاضر تأثیر معناداری بر بافت خاک ندارند (27).

ب: تأثیر گونه گیاهی بادامشک (*Am. scopari*) بر خاک زیر اُشکوب: اثری که گیاهان بر خاک زیر کشت خود می‌گذارند، سبب تغییرات فیزیکی و شیمیایی خاک می‌شود. خصوصیات فیزیکی خاک شامل ساختمان، بافت، عمق، درصد سنگریزه، وزن مخصوص و خصوصیات شیمیایی آن شامل مقدار PH، EC و SAR است. به‌طور کلی می‌توان گفت خصوصیات و ذخایر مواد غذایی در خاک به‌شدت به پوشش گیاهی وابسته است (25) در واقع ویژگی‌های خاک متأثر از پاسخ خاک به فعالیت‌های ریشه و خصوصیات لاشبرگی است که از گیاهان چندساله به زیر پوشش تاجی آن‌ها فرو می‌ریزد. برای مثال بوته‌های چندساله از طریق تجمع لاشبرگ و تحت‌تأثیر ریشه‌هایشان کیفیت خاک رویشگاه خود را بهبود می‌بخشند. در مورد اثر گیاهان بر خصوصیات خاک، پژوهش‌های زیادی در ایران و سایر مناطق جهان انجام شده است.

به‌طور کلی نتایج تجزیه و تحلیل آماری داده‌های موجود، نشان داد بین مقدار اسیدیته (pH)، ماده آلی (درصد)، کلسیم (Ca)، منیزیم (Mg) و پتاسیم خاک (K) زیر تاج پوشش گیاه بارزش و صخره‌دوست بادامشک (بادام‌کوهی) (*Am. scopari*) و خاک بیرون از اُشکوب (منطقه شاهد) در سطح یک درصد اختلاف معنادار وجود دارد. نتایج نشان داد که مقدار اسیدیته خاک (pH) زیر تاج پوشش گیاه بادامشک برابر 7/85 و اسیدیته خاک بیرون از اُشکوب گیاه بادامشک 7/1 می‌باشد و در سطح یک درصد دارای اختلاف معناداری هستند. حنطه (2004) اثرات کشت آتریپلکس کانسنس بر روی پوشش گیاهی خاک در منطقه استپی زاویه زرنند ساوه را بررسی و بیان نمود کشت این گونه بر پوشش گیاهی خاک اثر مثبت داشته به‌عنوان یک گونه پیشاهنگ عمل می‌نماید. هم‌چنین کشت این گونه

باعث افزایش برخی از عناصر مانند، پتاسیم، اسیدیته و ماده آلی در عمق خاک زیر بوته‌ها می‌گردد و با نتایج این پژوهش همخوانی دارد (11). کاویان‌پور و همکاران (2016) تغییرپذیری ویژگی‌های خاک در اثر تاج پوشش گیاهی بررسی کردند. پوشش‌های مختلف گیاهی نیز تنها بر پارامترهای سیلت، ماده آلی، اسیدیته و هدایت الکتریکی، رطوبت پیشین خاک و کلسیم اثر معنی‌داری داشته‌اند (21).

گیاهان بوته‌ای چندساله از طرق ریزش لاشبرگ و تأثیر ریشه‌هایشان موجب تغییر کیفیت خاک رویشگاه خود می‌شوند. با توجه به نتایج بین مقدار ماده آلی خاک زیر تاج پوشش و بیرون از اُشکوب گیاه بادامشک (بادام‌کوهی) اختلاف معناداری در سطح یک درصد وجود دارد. هم‌چنین مقدار ماده آلی خاک زیر تاج پوشش (زیر اُشکوب) و بیرون از اُشکوب گیاه بادامشک به‌ترتیب 3/52 و 1/51 درصد برآورد شد و در واقع 1/33 درصد در زیر تاج گیاه اشنان نسبت به بیرون از اُشکوب افزایش یافته است. نتایج نشان داد گیاه بادامشک با تاج پوشش بزرگ خود، باعث ایجاد میکروکلیم و افزایش معناداری در مقدار ماده آلی زیر تاج پوشش خود شده است. خاک و پوشش گیاهی نه تنها به هم وابسته هستند، بلکه عملکردشان بر روی هم غیرقابل تفکیک است. پوشش گیاهی یکی از عوامل اصلی خاکسازي به‌شمار می‌رود. پوشش گیاهی هوموس به خاک می‌افزاید و این یک ترکیب متمایز از مواد هوازده خاک است. ماده آلی و هوموس به خاک زندگی می‌بخشند و هر گونه تغییر در پوشش گیاهی بر روی خاک و برعکس اثر می‌گذارد (39). بررسی اثرات کشت آتریپلکس لتی فورمیس بر خصوصیات خاک در دو منطقه استان فارس نشان داد که کشت این گیاه سبب افزایش پتاسیم و ماده آلی در زیر بوته‌ها به‌خصوص در عمق 0-10 سانتی‌متری شده و در نتیجه حاصل‌خیزی خاک افزایش می‌یابد. دلیل افزایش ماده آلی در این پژوهش فعالیت ریشه آتریپلکس،

ریختن برگ و در نتیجه افزایش فعالیت بیولوژیکی موجودات زنده بیان شده است (5).

نتایج نشان داد گیاه بادامشک باعث افزایش معناداری در مقدار کلسیم و منیزیم خاک زیرآشکوب خود نسبت به بیرون از آشکوب شده است. میزان عناصر در لاشبرگ زیرآشکوب بسته به اندازه تاج بوده و سبب تغییر در خصوصیات شیمیایی، فیزیکی و زیستی خاک زیر آشکوب خود می‌شوند. این تأثیر در اکوسیستم‌های خشک و نیمه‌خشک مشاهده می‌شود زیرا تاج پوشش گیاهان مرتعی در مناطق خشک و نیمه‌خشک به‌عنوان یکی از عوامل مهم در حفظ رطوبت خاک مطرح است به‌طوری‌که تاج پوشش بیش‌تر باعث جذب بیش‌تر نزولات جوی در رویشگاه مرتعی و در نهایت فرسایش کم‌تر و حاصلخیزی بیش‌تر خاک می‌شود. در این بین سطح تاج پوشش بیش‌تر و نزدیک سطح زمین گیاه دافنه نسبت به گونه بادام (تاج بزرگ‌تر اما ارتفاع بیش‌تر و تنه واحد) باعث شده تا اثر آن بر خاک و لاشبرگ زیر آشکوب کم‌رنگ‌تر شود. دافنه باعث کاهش فرسایش و آبشویی خاک و در نتیجه افزایش و ماندگاری بیش‌تر رطوبت و افزایش غلظت عناصر از جمله کلسیم و منیزیم و هم‌چنین افزایش لاشبرگ شده است. تاج پوشش گیاهان چوبی به‌طورکلی باعث افزایش نیتروژن، پتاسیم، منیزیم، هدایت الکتریکی شده است (38).

نتایج نشان داد اختلاف معنی‌داری بین مقدار پتاسیم خاک زیر تاج پوشش و بیرون از آشکوب گیاه بادامشک وجود دارد و مقدار پتاسیم خاک زیرتاج پوشش بادامشک برابر $2/16$ میلی‌اکی‌والان بر لیتر (mEq/lit) و مقدار پتاسیم خاک بیرون از آشکوب گیاه بادام کوهی برابر $1/9$ میلی‌اکی‌والان بر لیتر (mEq/lit) برآورد شد. فرهادی‌فر و همکاران (2021) بیش‌ترین غلظت پتاسیم قابل جذب در لاشبرگ رویشگاه مرتعی با پوشش غالب *St. byzantina* و کم‌ترین

آن در لاشبرگ رویشگاه مرتعی با پوشش غالب *Rh. pallasii* به‌دست آمد (9). اولیایی و همکاران (2011) در مطالعاتی که در رویشگاه‌های درخت بلوط انجام دادند به این نتیجه رسیدند که میزان پتاسیم در خاک تحت تأثیر پوشش درخت بلوط افزایش معنی‌داری را در تمامی مناطق تقریباً همه اعماق خاک از خود نشان داده است (32). پتاسیم به‌عنوان عنصر اصلی غذایی برای گیاه مطرح است و در صورتی که مقدار آن به صورت قابل جذب کم باشد، بر روی رشد گیاه تأثیر می‌گذارد. پتاسیم در محلول خاک معمولاً به مقدار کم وجود دارد ولی در فاز تبدلی مقدار آن متفاوت بوده و بیش‌تر از فاز تبدلی است. در صورتی‌که پتاسیم قابل جذب کم باشد، رشد گیاه کاهش یافته و تولید محصول نیز کاهش یافته و تولید محصول نیز کاهش می‌یابد. مقدار پتاسیم قابل استفاده در خاک نباید کم‌تر از 150 باشد. پتاسیم قابل جذب در حدود 1 درصد پتاسیم کل است (19).

نتایج نشان داد که بین مقدار هدایت الکتریکی، شن، رس، سیت (به‌طورکلی بافت)، مقدار کلر، سولفات، سدیم، ذرات بزرگ‌تر از 2 میلی‌متر و مقدار نیتروژن خاک زیرتاج پوشش و بیرون از آشکوب گیاه بادامشک اختلاف معناداری وجود ندارد. مرشدی (2009) در پژوهش به بررسی ارزیابی تأثیر تاج پوشش گیاهان دافنه و بادام‌کوهی بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و حاصلخیزی خاک در منطقه یاسوج پرداخت. نتایج نشان داد که تاج پوشش بادام کوهی اثر معنی‌داری بر بافت خاک (مقدار شن، سیلت و رس) نداشتند (27). نصیری و همکاران (2020) تأثیر کشت گیاه اشنان بر تغییرات پوشش گیاهی و خاک در منطقه بیابانی چاه باقر شاهرود بررسی کردند. نتایج نشان داد که میزان اسیدیته، ماده آلی و درصد رس و سیلت در مناطق کشت نسبت به منطقه شاهد افزایش پیدا کرده است.

این در صورتی است که میزان پارامترهای هدایت الکتریکی و درصد شن در مناطق کشت نسبت به منطقه شاهد کاهش معنی‌داری را نشان داده است (29). نتایج این پژوهش مغایر با پژوهش حاضر است. دلیل آن می‌تواند عمقی که ویژگی‌های خاک در آن اندازه‌گیری شده است باشد. آن‌ها ویژگی‌های خاک را در عمق 0 تا 3 سانتی‌متری اندازه‌گیری کرده‌اند در حالی که در پژوهش حاضر در عمق 0 تا 50 سانتی‌متر انجام گرفته است. دلایل این تفاوت در مورفولوژی گیاهان نیز می‌تواند باشد برای مثال در پژوهش یوسفی (2019) بیان شده است که گونه اسپند با ابعاد بزرگ‌تر خود توانسته مانند مانعی در برابر جریان باد مقاومت کرده و با کاهش سرعت و شدت باد، ماسه بیش‌تری را به دام اندازد. این بیانگر عملکرد متفاوت مشخصه‌های مورفومتری و نوع گونه گیاهی است. بنابراین اکوسیستم نبکا با توجه به گونه گیاهی، سرشت اکولوژیکی و ژئومورفولوژیکی خود عملکرد متفاوتی در برابر فرسایش بادی و تجمع ماسه در زیر آشکوب گیاهان دارد. گونه اسپند با دارا بودن بیش‌ترین ارتفاع گیاه، حجم گیاه و نبکا و طول نبکا، حداکثر حجم ماسه تثبیت شده را به خود اختصاص داده است (40).

نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی نتایج پژوهش حاضر و تجزیه و تحلیل آماری داده‌های موجود، نشان داد بین مقدار هدایت الکتریکی، ماده آلی، کلسیم، منیزیم و کلر خاک زیرتاج پوشش گیاه شورپسند اشنان و خاک بیرون از آشکوب منطقه اشنان‌زار اختلاف معنادار وجود دارد و بین مقدار اسیدیته، شن، رس، سیت (به‌طورکلی بافت)، مقدار پتاسیم، سولفات، سدیم، ذرات بزرگ‌تر از 2 میلی‌متر و مقدار نیتروژن خاک زیرتاج پوشش و بیرون از آشکوب گیاه اشنان اختلاف معناداری وجود

ندارد. هم‌چنین به‌طورکلی نتایج تجزیه و تحلیل آماری داده‌های موجود، نشان داد بین مقدار اسیدیته، ماده آلی، کلسیم، منیزیم و پتاسیم خاک زیر تاج پوشش گیاه بادامشک (*Am. scopari*) و خاک بیرون از آشکوب (منطقه شاهد) اختلاف معنادار وجود دارد و بین مقدار هدایت الکتریکی، شن، رس، سیت (به‌طورکلی بافت)، مقدار کلر، سولفات، سدیم، ذرات بزرگ‌تر از 2 میلی‌متر و مقدار نیتروژن خاک زیرتاج پوشش و بیرون از آشکوب گیاه بادامشک اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. به‌طورکلی دو گونه اشنان و بادامشک تأثیر منفی و مخربی بر خاک منطقه و زیر آشکوب خود ندارند و با توجه به شرایط اکولوژیکی رویشگاه و شرایط رویشی گونه‌های موردنظر می‌توان جهت اصلاح و احیاء مراتع از این دو گونه استفاده کرد.

تقدیر و تشکر

نویسندگان از دانشگاه تربت‌حیدریه که موجبات تسهیل انجام این پژوهش را فراهم نموده‌اند تشکر می‌نمایند.

داده‌ها و اطلاعات

داده‌های این پژوهش مربوط به پایان‌نامه فوق‌لیسانس نویسنده اول که در شهرستان تربت‌حیدریه واقع در استان خراسان‌رضوی انجام گرفته است. نویسندگان حداقل سطح دسترسی که بررسی داده‌ها و اطلاعات توسط سردبیر/دبیر تخصصی و داوران است، پذیرفته و با مکاتبه با نویسنده مسئول داده‌ها قابل دسترسی است.

تعارض منافع

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

مشارکت نویسندگان

نویسنده اول: اندازه‌گیری میدانی و آماده‌سازی داده‌ها، انجام آنالیزهای آماری و نگارش مقاله
نویسنده دوم: استاد راهنمای پایان‌نامه، طراحی پژوهش، نظارت بر مراحل انجام پژوهش، بررسی و کنترل نتایج، اصلاح، بازبینی و نهایی‌سازی مقاله
نویسنده سوم و چهارم: استادان مشاور پایان‌نامه، مشارکت در طراحی پژوهش و نظارت بر پژوهش، مطالعه و بازبینی مقاله

اصول اخلاقی

نویسندگان اصول اخلاقی را در انجام و انتشار این اثر عملی رعایت نموده‌اند و این موضوع مورد تأیید همه آن‌ها می‌باشد.

حمایت مالی

حمایت مالی از این پژوهش از طرف دانشگاه تربت‌حیدریه و دانشکده کشاورزی در قالب گرانت پایان‌نامه دانشجویی نویسنده اول انجام شده است.

منابع

1. Ahmadi Bani, M., Niknahad ghermakher, H., Marmaee, M., & Azimi, M.A. (2016). Effects of planting Vetiver grass (*Chrysopogon zizanioides*) on some soil physico-chemical characteristics (A case study: Kechik station, Maraveh tapeh, Northern Iran). *Rangeland*, 9(3), 268-280.
2. Ahmadnia, F., Ebadi, A., Hashemi, M., & Ghavidel, A. (2020). Investigating the short time effect of cover crops on physical and biological properties of soil. *Journal of Water and Soil Conservation*, 26(6), 277-290.
3. Carter, M. R., & Gregorich, E. G. (2007). *Soil sampling and methods of analysis*. CRC press.
4. Charley Y. L., & N. E. West, P. (1975). Plant-induced soil chemical patterns in some shrub-dominated semi-desert ecosystems of Utah. *Journal of Ecology*, 63, 945-962.
5. Chalak-e-Haghighi, S. M. (2000). Investigation of some effects of *Atriplex lentiformis* on soil and vegetation characteristics in Fars Province, Master's thesis in Rangeland Management, Faculty of Natural Resources, University of Tehran.
6. Chavshan, H. (2017). Investigation of the effects of two rangeland species *Aellenia subaphylla* and *Lactuca orientalis* on some chemical properties of steppe rangeland soil, case study: Noghab rangeland of Asadieh plain. Master's thesis in Rangeland Management, University of Birjand.
7. Dehghani, M. (2022). Investigation and comparison of carbon sequestration capabilities of Hammada Salicornica and Sedlitzia rosmarinus plants in desert rangelands of Khusf County. Master's thesis, University of Birjand, Faculty of Natural Resources and Environment.
8. Emad, M., Ghaibi, F., Rasouli, S. M., Khanjanzadeh, R., & Mohammadi Jozani, S. (2012). Medicinal-industrial plant *Seidlitzia rosmarinus*. Pune Publications.
9. Farhadifar, A., Dianati Tilaki, G. A., & Kooch, Y. (2021). The effects of forest and rangelands covers on accumulation of soil nutrient elements in Kojour region. *Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology)*, 34(3), 706-716.
10. Ghasemzadeh Ganjehie, M., Karimi, A. R., Zeinadini, A., & Khorasani, R. (2017). Investigation of Clay Mineralogy, Micromorphology and Evolution of Soils in Bajestan Playa. *Water and Soil*, 30(6), 2046-2059.
11. Hante, A. (2004). The effect of *Atriplex canescence* cultivation on the soil of the Saveh River rangelands. *Journal of Research and Construction in Natural Resources*, 68, 51-67.
12. Hajizadeh, H. (2017). Investigation of the effects of two rangeland species

- Astragalus gummifer* and *Acanthophyllum glandulosum* on some chemical properties of soil (case study: Darmian rangeland). Master's thesis in Rangeland Management, University of Birjand.
13. Han, C., Liu, Y., Zhang, C., Li, Y., Zhou, T., Khan, S., Chen, N., & Zhao, C. (2021). Effects of three coniferous plantation species on plant-soil feedbacks and soil physical and chemical properties in semi-arid mountain ecosystems. *Forest Ecosystems*, 8, 1-13.
 14. Hezhi, S., Erfanzadeh, R., & Jafari, M. (2018). Effect of *Astragalus myriacanthus* on spatial variations in soil chemical properties (Case study: Chenar Naz rangelands), 7th National Conference on Rangeland and Rangeland Management of Iran, May 18-19.
 15. Heydari Sadegh, A., Roohi Moghadam, A., Fakhira, A., Nourikia, Z., & Nouri, S. (2017). The effect of planting *Tamarix aphylla* and *Atriplex canescens* on some physical-chemical properties of soil in the Zahak region of Sistan. *Journal of Natural Ecosystems of Iran*, 8(4): 1-14.
 16. Hoshir, F., Farahi, M., & Shahriari, A. (2024). Investigating the Influence of *Calotropis procera* and *Panicum amarum* on the Physical and Chemical Properties of Sandy Hillside Soils: A Case Study of Bashi Region, Bushehr Province. *Desert Ecosystem Engineering*, 13(42), 93-107.
 17. Jafari, M., Rasooli, B., & Erfanzadeh, R. (2005). An Investigation of the Effects of Planted Species, *Haloxylon Atriplex-Tamarix* along Tehran-Qom Freeway on Soil Properties. *Iranian Journal of Natural Resources (Not Publish)*, 58(4), 921-931.
 18. Jafari, M., Javadi, S. A., Bagherpoor, M. A., & Tahmoures, M. (2009). Relationships between Soil characteristics and vegetation in Nodoushan Rangelands of Yazd Province. *Rangeland*, 3(1), 91-102.
 19. Khakpour Bajestani, M. (2018). Studying the effect of two rangeland plant species *Amygdalus scoparia* spach and *Seidlitzia rosmarinus* on soil physical and chemical properties (Case study: Rangelands of Bajestan County, Khorasan Razavi). Master's thesis, Torbat-e Heydariyeh University, Faculty of Agriculture and Natural Resources.
 20. Khosravi Mashizi, A., Sharafatmandrad, M., & Jahantab, E. (2024). The effect of plant traits and litter of two grasses on soil stability of Jiroft semi-arid rangelands, *Desert Management*, 13(1), 87-108.
 21. Kavianpour, A., Jafarian, Z., Esmaeli Ouri, A., & Kavian, A. (2016). Variability of Soil Properties Affected by vegetation canopy cover and different grazing intensities. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 23(3), 593-605.
 22. Khatam-Saz, M. (1992). Flora of Iran, No. 6, Rose Bush. Publications of the Forest and Rangeland Research Institute, Tehran, 119 p.
 23. Mahmoudi, A. A., & Etemadi, V. (2005). Comparing the effects of natural and artificially planted montane forests on soil stabilization, conservation and improvement, a case study of Hosseinabad, Birjand. Abstracts of the Soil, Environment and Sustainable Development Conference. University of Tehran. P. 52.
 24. Mahdavi Ardakani, R., Jafari, M., Zargham, N., Zare Chahooki, M., Baghestani Meibodi N., & Tavili, A. (2011). Investigation on the effects of *Haloxylon aphyllum*, *Seidlitzia rosmarinus* and *Tamarix aphylla* on soil properties in Chah Afzal-Kavir (Yazd). *Iranian Journal of Forest*, 2(4), 357-365.
 25. Mohebbali, A., Erfanzadeh, R., & Jafari, M. (2021). Different effects of woody species with different crown structure on some of the most important qualitative characteristics of soil (Case study: rangelands of Haluposhteh, Baladeh Noor, Mazandaran province). *Rangeland*, 15(1), 110-122.
 26. Moosavi Sani, A., Azarakhshi, M., Nazari samani, A., & Farzadmehr, J.

- (2023). Determining the effect of plant species type on some soil properties in the mountain rangelands in Kakhk watershed. 16(4), 765-778.
27. Morshedi, M. (2009). Evaluation of the effect of Daphne and Mountain Almond tree canopy cover on the physical, chemical and fertility properties of soil in the Yasuj region. Master's thesis in Rangeland Management, Yasuj University. 141 p.
28. Mozaffarian, V. (2004). Trees and Shrubs of Iran. Contemporary Culture Publications, 1002 p.
29. Nasiri H, M., Tahmasebi, A., & Fakhireh, A. (2020). The effect of Seidlitzia rosmarinus cultivation on vegetation and soil changes in the desert area of Chah Bagher Shahroud. *PEC*, 8(17), 89-100.
30. Nasser, A., Jalili, A., Arzani, H., & Jafari, M. (2000). Study of some of the mutual effects of cultivated *Atriplex canescens* on the environment (climate and soil) in Kerman Province. *Journal of Research and Construction*, 39(2), 28-35.
31. NikNahad Qormakher, H. (2002). Study of some of the effects of *Atriplex canescens* cultivation on vegetation and soil properties in Qom, Master's thesis, Tarbiat Modares Faculty of Natural Resources, 100p.
32. Owliaie, H. R., Adhami, E., Faraji, H., & Fayyaz, P. (2011). Influence of Oak (*Quercus brantii* Lindl.) on Selected Soil Properties of Oak Forests in Yasouj Region. *Journal of Water and Soil Science*, 15(56), 193-207.
33. Ogunkunle, O. (2013). A comparative study of the physical and chemical properties of soils under different vegetation types. *Journal of environment and earth science*, 3(1), 24-28.
34. Rahiminezhad, F., Saghari, M., Rostampour, M., & Foroughifar, H. (2017). Comparison of soil properties under native *Salsola yazdiana* Assadi floor with exotic plants *Atriplex lentiformis* Breweri in semi-desert rangelands (case study: Tabas rangelands). *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 24(1), 89-97.
35. Saghari, M., & Foroughifar, H. (2007). Study on the effects of *Atriplex canescens* on the chemical characteristics changes of rangeland soil in Birjand area. *Pajouhesh and Sazandegi*, 11(2), 157-160.
36. Siavashi Doogh Abadi, L., Farzad Mehr, J., & Azarakhshi, M. (2022). Investigating the Effect of planting *Haloxylon aphyllum* on the Physical and Chemical Properties of Soil (Case study: rangelands of Mahvelat county). *Journal of Arid Biome*, 12(2), 69-82.
37. Yari, R., Rostampour, M., & Mirmiran, S. (2024). The most important factors affecting the distribution of wild almond (*Prunus scoparia* (Spach) C.K.Schneid.) in Razavi and South Khorasan provinces, Iran, *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 32(2), 132-147.
38. Yazdani, M., Erfanzadeh, R., & Mosleh Arani, A. (2020). Comparison of substratum litter quality between three shrub plants in Marvast, Yazd province, Iran. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 27(1), 47-57.
39. Yazdani, M., Erfanzadeh, R., & Mosleh Arani, A. (2023). Impact of Native Woody Species (*Acer monspessulanum* L., *Prunus scoparia* (Spach) C. K. Schneid., and *Daphne mezereum* L.) on Soil Quality Characteristics in Korkhangan Rangelands. *Rangeland*, 17(3), 367-381.
40. Yousefi, M., Rashki, A., & Farzam, M. (2019). Identifying the most suitable plant species from Nebkhas to stabilize sand movement by application of AHP model (case study: Samad-Abad, Sarakhs, Iran). *Geographic Space*, 19(66), 253-267.

