

## Original Article



# Study on the Impact of Enclosures on the Physicochemical Properties of Rangeland Soil (Case Study: Northern Golestan Province, Sufikam Rangelands)

Received: 2023.11.30

Accepted: 2024.04.21

Rasool Khatibi,<sup>1\*</sup>  Mohsen Farahi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Natural Engineering (Pasture and Watershed Management), Faculty of Water and Soil, Zabol University, Zabol, Iran

<sup>2</sup> Department of Natural Engineering, Higher Education Complex Saravan, Saravan, Iran

## EXTENDED ABSTRACT

**Introduction:** Overgrazing can have detrimental effects on the physical properties of soil in rangelands. Among the remedial methods for degraded soils, increasing rangeland fertility and striving to improve soil structure stability, reducing livestock trampling through grazing restrictions, are highlighted. Therefore, enclosure is one of the simplest remedial techniques, which involves preventing livestock access to all or part of a rangeland for one or more consecutive years. Thus, research on the effects of enclosure on the physical and chemical properties of soil in various regions helps determine the importance of this practice in different ecosystems. Based on existing studies, converting grazed lands into enclosures appears to be a suitable option for rehabilitating degraded soils. Establishing enclosures in degraded lands is an effective method for revitalizing degraded soils. This research examines how enclosures affect the physicochemical properties of degraded soils in the Sufikam rangelands in the northern part of Golestan Province.

**Material and Methods:** In this study, soil samples were collected from 60 points in both degraded enclosure rangelands and natural rangelands. Subsequently, soil characteristics including organic matter, soil aggregate stability, electrical conductivity, acidity, SAR, ESP, and the percentage of clay, sand, and silt were measured. After determining and calculating the mentioned parameters, the normality of the data was assessed using the Shapiro-Wilk test. To compare the enclosures and natural rangeland, t-test and Wilcoxon were employed in the R environment.

**Results and Discussion:** The results indicate differences in electrical conductivity, acidity, organic matter, particle stability, SAR, and ESP concentrations between the two study areas. The clay content in the enclosures area (25.19) was higher than in the natural (22.79), and the sand content in the natural rangeland (32.62) was significantly higher than in the enclosures (29.43). The clay content in the enclosure area has increased compared to the natural area, while the sand content in the natural area was significantly higher than in the enclosure area. The Pearson correlation between soil parameters in the enclosure area showed that the correlation between organic matter and soil aggregate stability (0.71), as well as between pH, EC, SAR, and ESP (0.84, 0.92) was positive. There was a negative correlation between organic matter and soil aggregate stability with pH (-0.93, -0.68), EC, SAR, and ESP (-0.25, -0.31).

**Conclusion:** The use of enclosures can contribute to the stability of soil particles and improve land performance. Soil stability is a crucial feature in maintaining desirable agricultural practices and achieving sustainable land performance. This study demonstrates that the use of enclosures as a suitable and effective management practice can enhance rangeland health and improve the physicochemical properties of the soil. Therefore, it is essential to consider enclosure treatment as a key component in the design and implementation of natural resource management plans. The results of this study indicate that the implementation of grazing enclosure in rangelands leads to positive changes in soil properties and contributes to the increase in vegetation cover and the rehabilitation of the rangeland ecosystem. Therefore, grazing enclosure is presented as an effective management method for rehabilitating degraded soils. Implementing grazing enclosure programs alongside other corrective measures, such as planting suitable rangeland species, can increase soil stability and fertility and contribute to the natural vegetation restoration. Consequently, in rangeland management planning, the use of grazing enclosure as a suitable and cost-effective approach should be considered.

**Keywords:** Rangeland management, Soil stability, Organic matter, Sufikam rangelands

**How to cite this article:**  
Khatibi, R. and Farahi, M., 2024. Study on the Impact of Enclosures on the Physicochemical Properties of Rangeland Soil (Case Study: Northern Golestan Province, Sufikam Rangelands). *Environ. Sci.* 22(3): 483-494

\* Corresponding Author Email Address: rasoolkhatibi@uoz.ac.ir

DOI: 10.48308/envs.2024.1360



Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

## بررسی اثر قرق بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مراتع (مطالعه موردی: شمال استان گلستان، مراتع صوفیکم)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۹/۰۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۲/۰۲

رسول خطیبی<sup>۱\*</sup>، محسن فراهی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> گروه مهندسی طبیعت (مرتع و آبخیزداری)، دانشکده آب و خاک، دانشگاه زابل، زابل، ایران

<sup>۲</sup> گروه مهندسی طبیعت، مجتمع آموزش عالی سراوان، سراوان، ایران

### چکیده مبسوط

**سابقه و هدف:** چرای مفرط می تواند اثرات مخربی بر خصوصیات فیزیکی خاک در مراتع ایجاد کند. از جمله روش های اصلاحی خاک های تخریب شده، افزایش حاصلخیزی مراتع و تلاش برای بهبود پایداری ساختمان خاک، کاهش لگدکوبی با محدودیت چرای دام می باشد. بنابراین قرق مراتع یکی از ساده ترین روش های اصلاحی است که با جلوگیری از ورود دام به تمام یا قسمتی از مرتع برای یک یا چند سال متوالی صورت می گیرد. لذا، تحقیق در مورد تأثیرات قرق بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در مناطق مختلف، به تعیین تأثیرات این مهم در اکوسیستم های مختلف کمک می کند تا شناخت بهتری نسبت به اهمیت این عمل صورت گیرد. با توجه به مطالعات صورت گرفته می توان نتیجه گرفت که تبدیل اراضی چرا شده به قرق یک گزینه مناسب برای احیای خاک های تخریب شده است. ایجاد قرق در مراتع تخریب یافته یکی از روش های مناسب برای احیای خاک های تخریب شده است. به همین منظور این تحقیق به مطالعه اثر قرق بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مراتع صوفیکم در شمال استان گلستان می پردازد.

**مواد و روش ها:** در این مطالعه، نمونه برداری خاک از ۶۰ نقطه در مراتع قرق شده و مراتع طبیعی (چرا شده) انجام گردید. سپس، خصوصیات خاک شامل ماده آلی، پایداری خاکدانه، هدایت الکتریکی، اسیدیته، SAR، ESP و درصد رس، شن و سیلت اندازه گیری گردید. پس از تعیین و محاسبه پارامترهای ذکر شده نرمال بودن داده ها با آزمون شاپیرو-ویلک بررسی شد و به منظور مقایسه دو مرتع قرق شده و چرا شده از آزمون t-test و ویلکاکسون در محیط نرم افزار R استفاده شد.

**نتایج و بحث:** نتایج نشان داد غلظت هدایت الکتریکی، اسیدیته، ماده آلی، پایداری خاکدانه، SAR و ESP بین دو منطقه مورد مطالعه متفاوت است. مقدار رس در منطقه قرق شده (۲۵/۱۹) بیشتر از مرتع چرا شده (۲۲/۷۹) بوده و مقدار شن در منطقه چرا شده (۳۲/۶۲) بطور قابل توجهی بیشتر از منطقه قرق شده (۲۹/۴۳) است. همبستگی پیرسون بین پارامترهای خاک منطقه قرق شده نشان داد که این مقدار بین ماده آلی و پایداری خاکدانه (۰/۷۱) و همچنین بین اسیدیته، هدایت الکتریکی (۰/۸۴)، SAR و ESP (۰/۹۲) مثبت می باشد و بین پارامترهای ماده آلی و پایداری خاکدانه با اسیدیته (۰/۹۳، -۰/۶۸)، هدایت الکتریکی، SAR و ESP (۰/۲۵، -۰/۳۱) همبستگی منفی وجود دارد.

**نتیجه گیری:** استفاده از قرق می تواند به پایداری خاکدانه ها و بهبود عملکرد زمین کمک کند. پایداری خاک بعنوان یک ویژگی اساسی در حفظ عملکرد مطلوب تولیدات کشاورزی و دستیابی به تداوم عملکرد زمین اهمیت زیادی دارد. این مطالعه نشان داد که استفاده از قرق بعنوان یک اقدام مدیریتی مناسب و موثر می تواند به تقویت مرتع کمک نماید و موجب بهبود خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک گردد. به همین دلیل، ضروری است که تیمار قرق بعنوان یک جزء اصلی در طراحی و اجرای طرح های مدیریت منابع طبیعی در نظر گرفته شود. نتایج این مطالعه نشان داد که اجرای طرح قرق در مراتع منجر به تغییرات مثبت در خصوصیات خاک شده و به افزایش پوشش گیاهی و بازسازی اکوسیستم مرتعی کمک می کند. لذا قرق مراتع به عنوان یک روش مدیریتی موثر برای احیای خاک های تخریب شده مطرح است. اجرای طرح های قرق در کنار سایر اقدامات اصلاحی مانند کاشت گونه های مرتعی مناسب، می تواند پایداری و حاصلخیزی خاک را افزایش داده و به بازسازی پوشش گیاهی طبیعی کمک کند. بنابراین، در برنامه ریزی های مدیریت مراتع، استفاده از قرق به عنوان یک راهکار مناسب و کم هزینه باید مورد توجه قرار گیرد.

**واژه های کلیدی:** مدیریت مرتع، پایداری خاکدانه، مواد آلی، نرم افزار R، مرتع صوفیکم

*استناد به این مقاله: خطیبی، ر. و م. فراهی. ۱۴۰۳. بررسی اثر قرق بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مراتع (مطالعه موردی: شمال استان گلستان، مراتع صوفیکم). فصلنامه علوم محیطی. ۴۹۴-۴۸۳ (۳): ۲۲*

\* Corresponding Author Email Address: rasoolkhatibi@uoz.ac.ir

DOI: 10.48308/envs.2024.1360



## مقدمه

مراتع ایران با وسعت ۸۴/۸ میلیون هکتار، جزء منابع طبیعی تجدیدشونده کشور و عرصه استقرار پوشش گیاهی به حساب می‌آید و مراتع اولین حلقه از چرخه زنجیره غذایی و تداوم‌بخش حیات است (Akhzari et al., 2016). با توجه به اینکه سطح مراتع معادل نصف مساحت کشور است اما این منبع وسیع که حیاتی‌ترین بستر توسعه پایدار محیط‌زیست و پدیده اکولوژیک و مهم‌ترین منبع تولید علوفه و ذخیره آب کشور محسوب می‌شود در حال حاضر بر اثر چرای مفرط، سیر قهقرایی دارد و دام موجود در عرصه مراتع بیش از سه برابر ظرفیت تولیدی آن‌هاست (Jalilian et al., 2017). چرای مفرط می‌تواند اثرات مخربی بر خصوصیات فیزیکی خاک در مراتع ایجاد کند. این اثرات شامل فشردگی بیش از حد سطح خاک، کاهش نفوذپذیری آب و خاک، ایجاد شرایط نامناسب رشد ریشه گیاهان، کاهش تبادلات گازی و حیاتی ریشه گیاهان و جانوران خاکزی، ایجاد فرسایش بادی و آبی و تلفات خاکی می‌باشد (Zare Chahouki et al., 2015). اهمیت خاک بعنوان منبع غذایی و رطوبت برای تولید علوفه از آغاز علم مرتع‌داری مهم تشخیص داده شده است. از جمله روش‌های اصلاحی خاک‌های تخریب شده، افزایش حاصلخیزی مراتع و تلاش برای بهبود پایداری ساختمان خاک، کاهش لگدکوبی با محدودیت چرای دام می‌باشد. این امر باعث افزایش زیست‌توده گیاهان در سطح و زیر زمین و افزایش ماده آلی خاک می‌شود. چرا که با افزایش ماده آلی ساختمان خاک بهبود می‌یابد (Ahmadi et al., 2011; Singh et al., 2023). بنابراین قرق مراتع یکی از ساده‌ترین روش‌های اصلاحی است که با جلوگیری از ورود دام به تمام یا قسمتی از مرتع برای یک یا چند سال متوالی صورت می‌گیرد (Niknahad Garmakher et al., 2013). علاوه بر این، اثرگذاری و موفقیت قرق مرتع در بهبود ویژگی‌های خاک نیز تا حدودی بر اساس نتایج (Holechek et al., 1989) بستگی به مدت قرق و آب‌وهوای منطقه دارد که گاهی از عدم موفقیت قرق در احیای مراتع بدلیل شرایط نامناسب اقلیمی یا کم بودن مدت زمان قرق گزارش‌هایی شده است

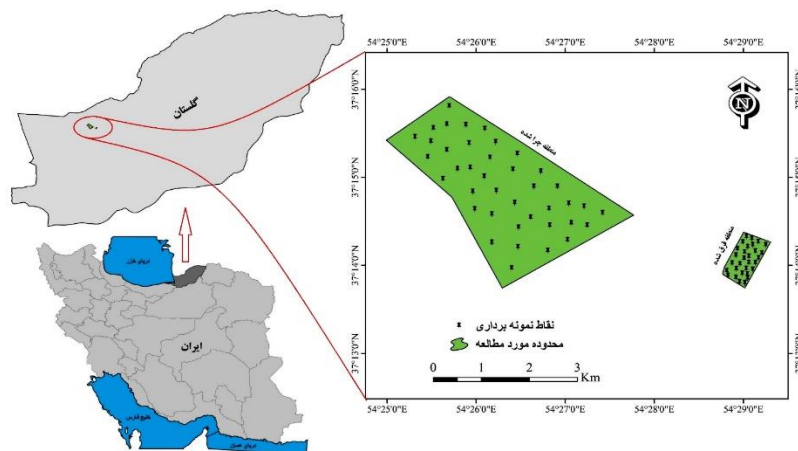
(Mahmoudian Chouplou et al., 2016). لذا، تحقیق در مورد تأثیرات قرق بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در مناطق مختلف، به تعیین تأثیرات این مهم در اکوسیستم‌های مختلف کمک می‌کند تا شناخت بهتری نسبت به اهمیت این عمل صورت گیرد. در این خصوص مطالعات مختلفی صورت گرفته است مانند (Akhzari et al., 2016) که به مطالعه اثر قرق بر برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مراتع بیلاقی در استان لرستان پرداختند. دو منطقه تحت چرا و قرق را با نمونه- برداری از خاک آن‌ها با هم مقایسه نمودند و نتایج نشان داد که قرق در این منطقه بر بافت و اسیدیته خاک اثر معنی‌داری نداشته است. (Qobadi and Akhgari, 2020) تأثیر قرق بر برخی خصوصیات شیمیایی و آلی خاک در حوضه گنبد شهر همدان را بررسی نمودند. نتایج این تحقیق نشان داد که غلظت عناصر پتاسیم و روی در منطقه قرق شده و غلظت عنصر منیزیم در منطقه چرا شده افزایش معنی‌داری داشته است. در واقع اسیدیته خاک در منطقه چرا شده در حال افزایش بوده و در مقابل رطوبت خاک کاهش معنی‌داری داشته است. همچنین مقایسه میانگین زیست‌توده میکروبی کربن در خاک مراتع گنبد نشان داد که ماده آلی در مراتع قرق شده افزایش معناداری داشته است. (Niknahad Gharmakher et al., 2017) به بررسی تغییرات برخی از ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک‌ها به دنبال حذف چرا در مقایسه با مناطق چرای مجاور در سه مرتع قشلاقی استان گلستان در سال‌های ۱۳۹۱ - ۱۳۹۰ پرداختند و بیان نمودند که قرق اثر مثبت و معناداری بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک در مراتع گمیشان و اینچه‌برون دارد و باعث افزایش مقدار میانگین تخلخل، رطوبت اشباع، ماده آلی و نیتروژن کل خاک شده و همچنین و مقدار وزن مخصوص ظاهری و محتوای آهک خاک در این مراتع کاهش یافته است. در پژوهشی (Abay et al., 2020) نیز به منظور بررسی تأثیر تبدیل اراضی چرا به قرق بر ویژگی‌های شیمیایی خاک و ذخایر کربن آلی خاک در کشور اتیوپی، بیان نمودند که تبدیل زمین چرای باز به قرق باعث افزایش بیشتر

شده و ۵۰ هکتار اراضی قرق در شمال غربی استان گلستان با عرض‌های جغرافیایی  $37^{\circ} 15' 22''$  و  $37^{\circ} 16' 29''$  شمالی و طول‌های جغرافیایی  $54^{\circ} 24' 36''$  و  $54^{\circ} 25' 39''$  شرقی واقع شده است (شکل ۱). مراتع صوفیکم در حاشیه شرقی دریای خزر حدود ۳۰ کیلومتری شمال شهرستان آق‌قلا با بارندگی سالانه ۲۸۰ میلی‌متر واقع شده است. اقلیم منطقه نیمه‌خشک و بیابانی و بافت خاک آن ریزدانه است. وضعیت اقلیمی و فیزیوگرافی در دشت صوفیکم باعث ایجاد جوامع گیاهی مختلف گردیده است. گونه‌های اصلی در این منطقه شامل *Halostachys capsica*، *Aeluropus lagopoides* و *Aeluropus littoralis* هستند. در زمین‌های مسطح و شور، گیاهانی همچون *Suaeda maritima*، *Suaeda sieberi* و *Medicago minima* در کنار گیاهان یک ساله حاکم هستند. همچنین در اراضی مسطح شور و قلیایی، گونه‌هایی چون *Aeluropus lagopoides*، *Halecnemom strobilaceum* نیز یافت می‌شوند (Amirian et al., 2021). این مراتع زمانی با پوشش گیاهی خوب و گونه‌های مرغوب و خوش‌خوراک جزء بهترین مراتع قشلاقی بوده‌اند ولی به تدریج عوامل متعددی از جمله عوامل طبیعی مانند اقلیم (خشک‌سالی) و زمین‌شناسی (شور و قلیایی بودن اراضی) و همچنین عوامل انسانی با ایجاد شرایط خاص، جامعه نیمه‌استپی و گیاهی نیمه بیابانی را در نوار مرزی به وجود آورده‌اند، بطوریکه اکنون تمام مراتع نوار مرزی در محدوده مورد مطالعه را جامعه گیاهی شور پسند می‌پوشاند.

خواص خاک به جز اسیدیته، فسفر قابل دسترس و شوری خاک می‌شود و قرق به طور قابل توجهی محتوای کربن آلی خاک، نیتروژن کل، ظرفیت تبادل کاتیونی و پتاسیم موجود خاک را افزایش می‌دهد. Zhou et al. (2023) اثرات ترکیبی قرق و چرا را با استفاده از داده‌های بلندمدت (۲۰۰۵ - ۲۰۱۵) از سه ایستگاه تحقیقاتی در کشور چین، بر روی خواص فیزیکی و شیمیایی خاک در استپ‌های معمولی و استپ‌های بیابانی در مناطق نیمه‌خشک و فوق خشک ارزیابی کردند و نتیجه گرفتند که در زمین‌های خشک محتوای ماده آلی خاک برای منطقه قرق شده بیشتر از منطقه چرا است همچنین در استپ نیمه‌خشک، مناطق قرق ۳۰ - ۳۳ ساله بالاترین مقدار نیتروژن کل خاک وجود دارد. در مقابل در استپ بیابانی، مناطق قرق پنج تا هشت ساله بالاترین محتوای ماده آلی خاک را نشان می‌دهد. با توجه به مطالعات صورت گرفته می‌توان نتیجه گرفت که تبدیل اراضی چرا شده به قرق یک گزینه مناسب برای احیای خاک‌های تخریب‌شده است. به همین منظور در این پژوهش تأثیر قرق بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مراتع با تمرکز بر مناطق مراتع صوفیکم در شمال استان گلستان مورد بررسی قرار گرفت.

## مواد و روش‌ها

موقعیت و ویژگی‌های مناطق مورد مطالعه: مناطق مورد مطالعه دو بخش از مراتع صوفیکم با وسعت ۷۰۵ هکتار در قسمت چرا



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی مناطق مورد مطالعه در مراتع صوفیکم استان گلستان  
Fig. 1 - Geographic location of the study areas in the Sufikam rangelands of Golestan Province

## نمونه برداری و آزمایش خاک

همبستگی پیرسون بررسی شد. این آزمون‌ها در سطح معنی داری ۰/۰۵ در محیط نرم افزار Gentleman and R (Ihaka., 1995) اجرا گردید.

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}} \quad (2)$$

## نتایج و بحث

خصوصیات خاک: بر اساس نتایج بدست آمده از مقایسه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در مرتع قرق شده و مرتع طبیعی (چرا شده) با آزمون t مستقل مشخص شد که بین پارامترهای هدایت الکتریکی، ماده آلی، پایداری خاکدانه، SAR و ESP در دو منطقه قرق شده و چرا، تفاوت معناداری در سطح ۹۵ درصد وجود دارد (جدول ۱). با توجه به شکل ۲ غلظت هدایت الکتریکی، اسیدیته، ماده آلی، پایداری خاکدانه، SAR و ESP نشان داد که بین دو منطقه مورد مطالعه اثر چرای دام بر عناصر خاک متفاوت است. نتایج نشان داد که غلظت هدایت الکتریکی و اسیدیته با افزایش شدت چرا زیاد شده است اما مقدار ماده آلی خاک و پایداری خاکدانه در منطقه قرق شده روند متفاوتی را نشان می‌دهد و حاکی از افزایش این دو پارامتر در این محدوده است. از طرفی مقدار SAR و ESP اندازه‌گیری شده خاک چرا شده بسیار بیشتر از خاک قرق ارزیابی شد. نتایج این بخش از تحقیق با نتایج (Tavakoli et al., 2014) در خصوص افزایش میزان ماده آلی در مناطق تحت قرق مطابقت دارد. کاهش میزان اسیدیته خاک در اثر قرق، احتمالاً ناشی از بالا بودن پوشش گیاهی یا سیستم ریشه‌ای متراکم بوده و زیاد بودن مواد آلی خاک به دلیل بالا بودن مقدار پوشش و افزایش بیومس خاک می‌باشد. با افزایش ماده آلی، اسیدهای آلی و معدنی تولید می‌شوند که فراوان‌ترین این اسیدها، اسید کربنیک است؛ گرچه این اسید یک اسید ضعیفی است، ولی تولید مداوم آن در خاکی که در آن تراکم ریشه زیاد است باعث کاهش اسیدیته می‌گردد (Hosseinzadeh et al., 2007).

برای انجام این تحقیق، از روش نمونه برداری تصادفی از منطقه چرا (وسعت ۱۹۵ هکتار) و قرق شده (وسعت ۵۰ هکتار) مراتع صوفیکم در استان گلستان استفاده شد. تعداد ۶۰ نمونه خاک از مناطق قرق شده و مناطق مرتعی طبیعی از سطح تا عمق ۳۰ متری زمین برداشت و به منظور انجام آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه خاک منتقل شد. سپس، خصوصیات خاک شامل ماده آلی، پایداری خاکدانه، هدایت الکتریکی، اسیدیته، SAR، ESP و درصد رس، شن و سیلت اندازه‌گیری شدند. بافت خاک با روش هیدرومتری (Klute, 1986)، PH خاک با دستگاه PH متر، EC خاک با دستگاه EC سنج (Jafari et al., 2018)، ماده آلی خاک با روش Walkly - Black استفاده گردید (Walkly, 1934). برای اندازه‌گیری میزان پایداری ساختمان خاک از روش الک تر و شیوه مرطوب کردن سریع استفاده شد (Van Bavel, 1950) و میانگین وزنی قطر (MWD) خاکدانه‌ها از رابطه ۱ محاسبه گردید.

$$MWD = \sum_{i=1}^n \bar{x}_i w_i \quad (1)$$

برای ارزیابی SAR، مقدار سدیم با استفاده از دستگاه فلیم-فتومتر<sup>۱</sup> مدل JENWAY و رابطه ۲ اندازه‌گیری شد. همچنین، مقادیر کلسیم و منیزیم در عصاره اشباع توسط تیتراسیون با ورسین<sup>۲</sup> تعیین گردید و سپس نسبت جذب سدیم (SAR) با استفاده از معادله مربوطه محاسبه گردید. اندازه‌گیری ESP نیز بر اساس نسبت جذب سدیم صورت گرفت و با استفاده از معادله مربوطه، مقدار ESP محاسبه گردید (Jafari haghghi, 2003). پس از تعیین و محاسبه تمامی پارامترهای ذکر شده، قبل از آنالیز داده‌ها ابتدا نرمال بودن داده‌ها بوسیله آزمون شاپیرو - ویلک بررسی شد به منظور بررسی و مقایسه دو منطقه قرق شده و مرتع طبیعی از آزمون t-test و ویلکاکسون استفاده شد همچنین همبستگی پارامترهای مطالعه شده با آزمون ضریب

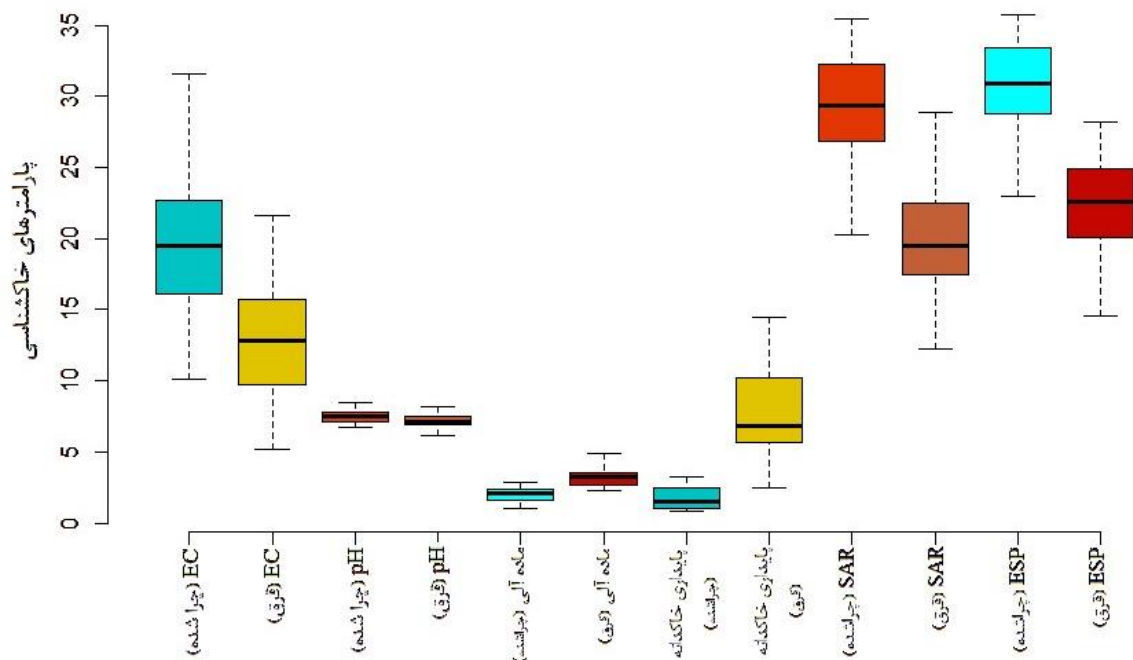
جدول ۱- نتایج آزمون t مستقل برای مقایسه خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک منطقه قرق و چرا شده

Table 1. Independent t-test results for comparing the physicochemical properties of the soil in the enclosure and grazed regions

نتایج آزمون مقایسه t-test results	منطقه چرا شده Grazed regions				منطقه قرق Exlosure regions				پارامتر Parameter
	انحراف معیار SD	میانگین Mean	حداکثر Max	حداقل Min	انحراف معیار SD	میانگین Mean	حداکثر Max	حداقل Min	
0.0000*	4.68	19.8	31.54	10.1	3.62	12.6	21.6	5.2	هدایت الکتریکی EC
0.99	0.43	7.51	8.31	6.52	0.47	7.19	8.93	6.36	اسیدیته pH
0.003*	0.5	2	2.9	1.05	0.57	3.24	4.88	2.28	ماده آلی OM
0.0000*	0.84	1.75	3.23	0.91	3.16	7.91	14.43	2.46	پایداری خاکدانه Stability
0.0000*	3.67	29.6	35.45	20.26	3.56	19.9	28.84	12.21	SAR
0.0000*	3.08	30.6	35.77	22.95	22.3	3.09	28.24	14.58	ESP
0.41	3.86	22.79	31.6	16.4	5.7	25.19	40	14.5	رس Clay
0.12	10.23	32.62	53.19	13.2	8.74	29.43	50.66	10	شن Sand
0.9	6.25	45.52	2.57	30.14	7.73	44.22	58.9	30	سیلت Silt

\*معنی داری در سطح ۹۵ درصد

\*Significance at the 95% level

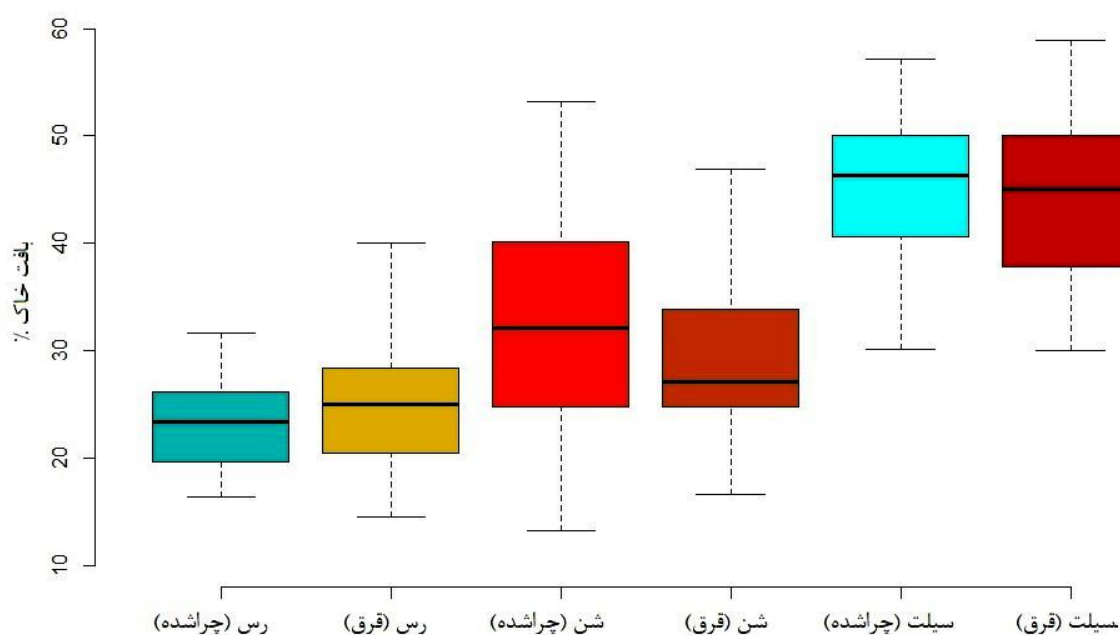


شکل ۲- مقایسه میزان خصوصیات خاک در دو منطقه قرق و چرا شده در مراتع صوفیکم

Fig. 2- Comparison of soil characteristics in the two regions of enclosure and grazed in the Sufikam rangelands

کلوخه‌ها و تخریب ساختمان خاک و در نتیجه‌ی اثر باد بر این منطقه جزء رس خاک که اندازه ریزتری از سایر اجزا دارد دچار فرسایش بادی شده و در مسیر باد جابجا می‌شوند همچنین توجه به این نکته که با کاهش پوشش گیاهی و از بین رفتن لاشبرگ سطح خاک، از مقدار رطوبت خاک کاسته می‌شود و در ادامه کاهش رطوبت خاک، پایداری خاکدانه را تحت تاثیر قرار می‌دهد. در نهایت در نتیجه‌ی جابجایی رس خاک از مقدار این قسمت کم شده و شن خاک که اندازه درشت‌تری دارد در سطح خاک می‌ماند.

با توجه به شکل ۳، مشاهده می‌شود که مقدار رس در منطقه قرق شده نسبت به منطقه چرا افزایش یافته است. در عین حال، مقدار شن در منطقه چرا شده بطور قابل توجهی بیشتر از منطقه قرق است. همچنین، اندازه‌گیری‌ها نشان می‌دهد که میزان سیلت در منطقه قرق نسبت به منطقه چرا، اختلاف چندانی ندارد نتایج این قسمت با نتایج تحقیق *Souri et al.*, (2017) مطابقت دارد. لذا می‌توان نتیجه گرفت در اثر کاهش مقدار پوشش گیاهی و تردد دام در مراتع طبیعی و چرا شده و اثر لگدکوبی، خاکدانه‌های سطحی از بین رفته و با شکست



شکل ۳- میزان بافت خاک در مناطق قرق و چرا شده در مراتع صوفیکم

Fig. 3 - Soil texture content in the enclosure and grazed regions of Sufikam rangelands

ماده آلی در منطقه قرق از مقدار اسیدیت، هدایت الکتریکی، SAR، ESP کاسته می‌شود (جدول ۳). این بخش از تحقیق با نتایج تحقیق *Savvar olia et al.* (2013) مطابقت دارد. لذا با توجه به نتایج می‌توان نتیجه گرفت که افزایش مقدار ماده آلی منطقه قرق تحت تاثیر افزایش پوشش گیاهی، موجب بهبود وضعیت کلی خصوصیات خاک شده و موجب کاهش خصوصیات بد خاک می‌شود. همچنین شکل ۴ میزان همبستگی پیرسون بین متغیرهای خاک در منطقه قرق را به صورت گرافیکی نمایش می‌دهد.

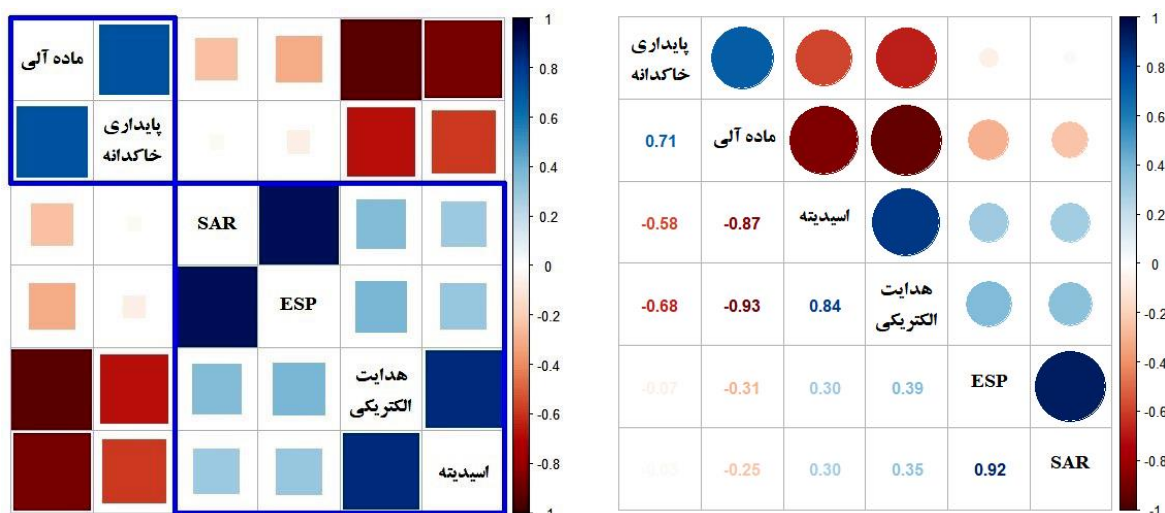
همبستگی پیرسون بین پارامترهای خاک منطقه قرق شده نشان داد که این مقدار بین ماده آلی و پایداری خاکدانه در منطقه قرق مثبت می‌باشد و بالطبع افزایش مقدار ماده آلی خاک، پایداری خاکدانه نیز افزایش می‌یابد. همچنین همبستگی بین پارامتر اسیدیت، هدایت الکتریکی، SAR و ESP نیز مثبت می‌باشد و این پارامترها با هم در منطقه تغییر می‌کنند. همچنین بین پارامترهای ماده آلی و پایداری خاکدانه با اسیدیت، هدایت الکتریکی، SAR و ESP همبستگی منفی وجود دارد بدین معنی که با افزایش مقدار



جدول ۳- نتایج تجزیه ضرایب همبستگی پیرسون بین متغیرهای خاک در منطقه قرق مرتع صوفیکم

Table 3. Pearson correlation coefficients analysis results between soil variables in the enclosure region of Sufikam rangelands

	هدایت الکتریکی EC	اسیدیته pH	ماده آلی OM	پایداری خاکدانه Stability	SAR	ESP
هدایت الکتریکی EC	1					
اسیدیته pH	0.84	1				
ماده آلی OM	-0.93	-0.87	1			
پایداری خاکدانه Stability	-0.68	-0.58	0.71	1		
SAR	0.35	0.30	-0.25	-0.03	1	
ESP	0.39	0.30	-0.31	-0.07	0.92	1



شکل ۴- همبستگی پیرسون خصوصیات خاکشناسی منطقه قرق شده مرتع صوفیکم  
Fig. 4- Pearson correlation of soil properties in the enclosure region of Sufikam rangelands

همبستگی به لحاظ کمی نسبت به مراتع قرق شده ضعیف‌تر می‌باشد. این بخش نیز با تحقیق Tavakoli *et al.*, (2014) مطابقت دارد. در مرتع چرا شده مانند مرتع قرق شده بین ماده آلی، پایداری خاکدانه و پارامترهای اسیدیته، هدایت الکتریکی، SAR و ESP همبستگی منفی وجود دارد. شکل ۵ میزان همبستگی پیرسون بین متغیرهای خاک در مرتع چرا شده را بصورت گرافیکی نمایش می‌دهد.

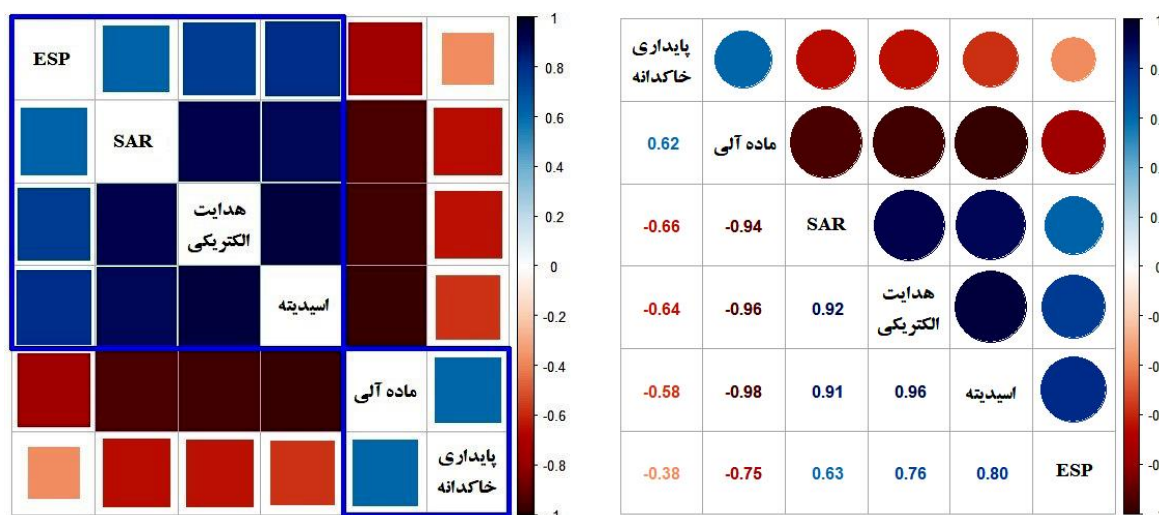
نتایج میزان همبستگی پیرسون در منطقه چرا شده مراتع صوفیکم نیز حاکی از آن بود که بیشترین مقدار همبستگی بین متغیرهای اسیدیته و هدایت الکتریکی خاک وجود دارد. با توجه به کاهش پوشش گیاهی و کمبود مواد آلی در این بخش، بین پارامترهای اسیدیته، هدایت الکتریکی، SAR و ESP همبستگی قوی وجود دارد؛ و همچنین بین ماده آلی خاک و پایداری خاکدانه همبستگی مثبت برقرار است، با این تفاوت که مقدار این



جدول ۴- تجزیه ضرایب همبستگی پیرسون بین متغیرهای خاک در منطقه چرا شده مرتع صوفیکم

Table 4. Pearson correlation coefficients analysis results between soil variables in the grazed region of Sufikam rangelands

	هدایت الکتریکی EC	اسیدیته pH	ماده آلی OM	پایداری خاکدانه Stability	SAR	ESP
هدایت الکتریکی EC	1					
اسیدیته pH	0.96	1				
ماده آلی OM	-0.96	-0.98	1			
پایداری خاکدانه Stability	-0.64	-0.58	0.62	1		
SAR	0.92	0.91	-0.94	-0.66	1	
ESP	0.76	0.80	-0.75	-0.38	0.63	1



شکل ۵- همبستگی پیرسون خصوصیات خاکشناسی منطقه چرا شده مرتع صوفیکم  
Fig. 5- Pearson correlation of soil properties in the grazed region of Sufikam rangelands

### نتیجه گیری

Qobadi and Akhgari., 2020)؛ بنابراین، مشخص شده است که ارتباط مستقیمی بین اسیدیته خاک و چرای دام وجود دارد و خاک مناطق چرا شده اسیدی تر است. این نتایج با تحقیقات Matano *et al.* (2015) همخوانی دارد، اما Yates *et al.* (2020) و همکاران متفاوت بوده و آن‌ها معتقدند که مقدار pH خاک در مناطق با چرای کم بیشتر از مناطق با چرای سنگین است. نتایج آماری مربوط به پارامتر هدایت الکتریکی خاک نشان داد که اختلاف معناداری در دو محدوده قرق و چرا شده

با توجه به نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل آماری در دو منطقه مورد مطالعه، آشکار شد که اجرای طرح قرق در مراتع صوفیکم منجر به افزایش میزان ماده آلی خاک شده است. علاوه بر این، تفاوت معناداری در میزان ماده آلی خاک بین مناطق قرق و چرا شده وجود دارد. همچنین، مشاهده شده است که اسیدیته خاک‌های مناطق چرا شده نسبت به مناطق قرق افزایش قابل توجهی داشته‌اند. این اسیدی شدن ممکن است ناشی از وجود فضولات دفعی دام‌ها باشد

شده‌اند (Mahmoudian *et al.*, 2021). نتایج مطالعات مختلف درباره اثرات قرق بر پوشش گیاهی و خاک در منابع مختلف، اختلافات متنوعی را نشان داده است. این اختلافات ممکن است ناشی از شرایط خاص و متفاوت اقلیم، ویژگی‌های خاک، مدیریت مرتع، دوره‌های آزمایش، نوع دام مورد استفاده در مرتع، سیستم چرای، و مدت زمان توقف دام در مرتع باشد. نتایج حاصله نشان می‌دهد که با افزایش شدت چرای دام، میزان رس و سیلت و محتوای ماده آلی در خاک کاهش یافته و به میزانی افزوده شده است. همچنین، تأثیرات مثبتی بر میزان سدیم، هدایت الکتریکی و اسیدیته خاک مشاهده شده است. بنابراین در مدیریت مناطق مرتعی و انجام برنامه‌های اصلاحی و احیایی باید به خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک توجه شود. استفاده از قرق و شدت‌های چرای دامی در زمینه‌های کشاورزی می‌تواند به پایداری خاکدانه‌ها و بهبود عملکرد زمین کمک کند. پایداری خاک بعنوان یک ویژگی اساسی در حفظ عملکرد مطلوب برنامه‌های کشاورزی و دستیابی به تداوم عملکرد زمین اهمیت زیادی دارد. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که استفاده از قرق بعنوان یک اقدام مدیریتی مناسب و موثر می‌تواند به تقویت پایداری خاکدانه‌ها کمک نماید. به همین دلیل، ضروری به نظر می‌رسد که تیمار قرق بعنوان یک جزء اصلی در طراحی و اجرای طرح‌های مدیریت منابع طبیعی در نظر گرفته شود.

### سپاسگزاری

بدینوسیله از اساتید گرانقدر در گروه مرتع و آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه زابل بخاطر حمایت‌های بی دریغشان صمیمانه تشکر بعمل می‌آید. بعلاوه از حمایت‌های معنوی دانشگاه زابل نیز قدردانی می‌شود.

### پی‌نوشت‌ها

<sup>1</sup> Flame photometer

<sup>2</sup> EDTA

وجود دارد. بیشترین مقدار هدایت الکتریکی منطقه تحت چرا (۱۹/۸ میکرو زیمنس بر متر) و کمترین مقدار هدایت الکتریکی مربوط به محدوده قرق (۱۲/۶ میکرو زیمنس بر متر) می‌باشد. جمع نمک‌های محلول در خاک بر ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی خاک‌ها اثر می‌گذارد. سطوح بالای نمک در خاک می‌تواند به شدت، رشد و بهره‌وری گیاه را محدود کند (Singh *et al.*, 2023). به علاوه، مقایسه خاک مناطق چرا شده و قرق شده از لحاظ پایداری خاکدانه‌ها نشان می‌دهد که اثر چرای دام بر فشردگی و تخلخل خاکدانه‌ها، همچنین افزایش نسبت جذب سدیم، باعث از بین رفتن ساختمان و پایداری خاک می‌شود (Bahrami *et al.*, 2015). نتایج حاصل از تحلیل نسبت جذب سدیمی کاتیونی نشان می‌دهد که در مناطقی که چرا شده‌اند، مقدار سدیم بطور قابل توجهی بیشتر از مناطق قرق است. این اختلاف قابلیت توجه دارد که به افزایش شدت چرای دام، حضور فضولات دامی، از بین رفتن پوشش گیاهی، و تردد فراوان دام در منطقه چرا برمی‌گردد که با نتایج Jafari *et al.* (2018) که بیشترین میزان سدیم را به ترتیب در مناطق با چرای سبک و چرای سنگین بدست آورده بودند مطابقت داشت. نتایج حاصل از آنالیز داده‌ها برای بافت خاک در این تحقیق نشان داد که بافت خاک تغییر محسوسی در دو منطقه قرق و چرا شده نداشته است. بطوریکه در این مناطق بافت خاک شن، رس و سیلت بوده است. به عبارتی در منطقه چرا شده بافت خاک بیشتر به سمت شنی شدن پیش رفته است. درصد رس و سیلت نیز به‌طور کلی متغیر بوده و تفاوت‌های معنی‌داری نشان داده است. بدین ترتیب، بیشترین میزان رس و سیلت در منطقه قرق مشاهده گردیده است. این اختلاف می‌تواند به تأثیر تردد فراوان دام در منطقه چرا شده بازگردد. با توجه به حضور دام و نیز بارندگی‌های فراوان در این مناطق، ساختار و ساختمان خاک بطور قابل توجهی به هم‌ریخته است. مواد دانه‌ریز از جمله سیلت و رس به‌علت این فعالیت‌ها شسته شده و ذرات درشت باقی‌مانده، باعث شنی شدن خاک در این نواحی

## References

- Abay, K., Tewolde-Berhan, S. and Teka, K., 2020. The effect of exclosures on restoration of soil properties in Ethiopian lowland conditions. *SN Applied Sciences*. 2, 1-12. <https://doi.org/10.1007/s42452-020-03538-9>.
- Ahmadi, T., Malekpour, B. and Kazemi Mazandarani, S.S., 2011. Investigating the effect of exclosure on physical and chemical soil properties in the Kohna Lashk Kojur, Mazandaran. *Plant Ecophysiology*. 3(8), 89-100. <https://doi.org/20.1001.1.20085958.1390.3.8.8.6>.
- Akhzari, S., Davood, V., Souri, L. and Omidvari, S., 2016. Investigating the effect of exclosure on some physicochemical properties of rangeland soils (Case study: Zagheh Rangelands, Lorestan Province). *Journal of Rangeland Science*. 3(1), 19-3. <https://doi.org/10.22069/jrm.2017.11754.1227>.
- Amirian, H., Payam Noor, V. and Akbarloo, M., 2021. Introduction of the most salt-tolerant plants and methods of their propagation in the Turkmen Sahra Region. *Human and Environment*. 19(2), 91-104. (In Persian with English abstract).
- Bahrami, B., Erfanzadeh, Y. and Motamedi, T., 2015. The effect of grazing intensity on some important soil characteristics in Khanqah Sorkh rangelands, Urmia. *Range and Desert Research of Iran*. 22(1), 47-58. <https://doi.org/10.22092/ijdr.2015.13221>.
- Dhaou, S.O. and Abdullah, F., 2010. The protection effects on floristic diversity in a north African Pseudo-savanna. *Pakistan Journal of Botany*. 42(3), 1501-1510.
- Gentleman, R. and Ihaka, R., 1995. The statistics department of the university of Auckland, New Zealand.
- Holechek, J., pieper, R. and Herbbel, C., 1989. *Range management principles and practices*. 2nd ed. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Hosseinzadeh, G., Jalilvand, H. and Tamartash, R., 2007. Changes in vegetation cover and some soil chemical properties in pastures with different grazing intensities. *Journal Range Managemen*. 14(4), 500-512. (In Persian with English abstract).
- Jafari haghghi, M. 2003. *Methods of soil analysis sampling and important genetic analyzes of physical and chemical principles with an emphasis on theory and Practical*. Tehran, Iran, pp. 233-236.
- Jafari, S., Ghorbani, A., Hashemi Majd, K. and Ghaffari, S., 2018. Changes in physical and chemical soil properties under the influence of grazing intensity in Mogan rangelands. *Water and Soil*. 32(4), 751-762. <https://doi.org/10.22067/jsw.v32i4.69025>.
- Jalilian, F., Bahmanesh, B., Mohammad Esmaeili, M. and Gholami, P., 2017. A comparison of vegetation cover changes and soil characteristics under the influence of flooding, exclosure, and grazing land uses. *Water and Soil Science*. 21(2), 29-43. (In Persian with English abstract).
- Klute, A. 1986. *Methods of soil analysis: part 1-physical and mineralogical methods*. 2nd ED. Soil Science Society Of America. 1188p. <https://lccn.loc.gov/82022630>.
- Lavado, R.S., Sierra, J.O. and Hashimoto, P.N., 1996. Impact of grazing on soil nutrients in a Pampean grassland. *Journal of Range Management*. 49, 452-457.
- Mahmoudian Chouploo, A., Dianti Tilki, G. A. and Alavi, S. J., 2016. Investigation of Aeluropus lagopodes and Salsola turcomanica response to some environmental gradients using the HOF function (Case Study: Inche Borun Rangelands). *Rangeland*. 10(3), 268-280. (In Persian with English abstract).
- Mahmoudian, A., Akharian, M. and Taher, M. N., 2021. Investigating the distribution of aeluropus littoralis in two areas of exclosure and grazed in Saline and Alkaline rangelands of Golestan Province. *Iranian Journal of Natural Ecosystems*. 12(2), 1-15. (In Persian with English abstract).
- Matano, A.S., C.K. Kanangire, D.N. Anyona, P.O. Abuom, F.B. Gelder, G.O. Dida, P.O. Owuor. and Ofulla, A.V.O., 2015. Effects of land use change on land degradation reflected by soil properties along Mara River, Kenya and Tanzania. *Open Journal of Soil Science*. 5, 20-38. <https://doi.org/10.4236/ojss.2015.51003>.
- Niknahad Garmakher, H., Jafari Fotoumi, E. and Sheidayi Karkaj, I., 2013. The effect of exclosure amendment on the physical and chemical properties of soil in the arid region of Maraveh Tappeh, Golestan province. *Applied Research in Soil Science*. 1(2), 114-124. (In Persian with English abstract).
- Niknahad Gharmakher, H., Sheidai-Karkaj, E. and Jafari, I., 2016. Effects of exclosure on soil properties in winter rangelands in Golestan province, Iran. *Journal of Rangeland Science*. 7(1), 55-66. (In Persian with English abstract).
- Qobadi, A., Akhgari, S. and Davood, V., 2020. The Impact of exclosure on some chemical and organic soil properties (Case Study: Gonbad Shahar watershed, Hamadan). *Environmental Science and Technology Quarterly*. 22(10), 221-233. <https://doi.org/10.22034/jest.2021.32769.4059>.
- Savvar olia, A., Mahdavi, S. K., Seyyed Khadijeh. and Hosseini, A., 2013. Investigating the effect of some physicochemical soil properties on the

distribution of *halostachys caspica* pall. in Saline and Alkaline rangelands of Golestan province (Case Study: Gomishan rangeland). *Plant Environmental Physiology*. 7(28), 39-48. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.76712423.1392.7.28.5.8>.

Singh, P., Sharma, S., Nisar, S. and Choudhary, O.P., 2023. Structural stability and organic matter stabilization in soils: differential impacts of soil salinity and sodicity. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 23(2), pp.1751-1773. <https://doi.org/10.1080/17583004.2021.1992505>.

Souri, L., Akhgari, D. and Omidvari, Sh., 2017. Investigating the effect of gharegh on some physicochemical properties of rangeland soils (Case Study: Zagheh rangelands, Lorestan province). *Journal of Rangeland Science*. 3(1), 19-32. <https://doi.org/10.22069/jrm.2017.11754.1227>.

Tavakoli, Y., Yashti. and Khodashenas. A.R., 2014. Comparison of plant characteristics and soil organic matter under enclosure and grazing conditions (Case Study: Marginal rangelands of Mashhad). *Range and Desert Research of Iran*. 21(3), 416-423. <https://doi.org/10.22092/ijrdr.2014.12115>.

Van Bavel, C.H.M. 1950. Mean weight-diameter of soil aggregates as a statistical index of aggregation 1. *Soil Science Society of America Journal*. 14(C), 20-23.

Yates, C. J., Norton, D. A. and Hobbs, R. J., 2020. Grazing effects on plant cover, soil and microclimate in fragmented woodlands in south-western Australia: implications for restoration. *Austral Ecology*. 25(1):36-47. <https://doi.org/10.1046/j.1442-9993.2000.01030.x>.

Walkly, A. and Black, I. A., 1934. An examination of the degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*. 37, 29-38.

Zare Chahouki, M. A., Moshgholi, M. and Hossein Jafari, S., 2015. classification of vegetative cover in relation to some environmental factors (Case Study: Qareh Bagh rangelands, West Azerbaijan province). *Iranian Journal of Plant Biology (Iranian Journal of Biology)*. 28(5), 995-1005. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.23832592.1394.28.5.8.1>

Zhou, W., Li, C., Wang, S., Ren, Z. and Stringer, L. C., 2023. Effects of grazing and enclosure management on soil physical and chemical properties vary with aridity in China's drylands. *Science of The Total Environment*, 877, 162946. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162946>.

