

Original Article

Study on the impact of exclosures on the physicochemical properties of rangeland soil (Case Study: Northern Golestan Province, Sufikam Rangelands)

Rasool Khatibi,^{1*} Mohsen Farahi²

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

² Department of Natural Engineering, Higher Education Complex Saravan, Zabol, Iran

Introduction: Establishing exclosures in degraded lands is one of the appropriate methods for the revitalization of degraded soils. This research focuses on the study of the impact of exclosures on the physicochemical properties of degraded soils in the Sufikam rangelands in the northern part of Golestan Province.

Material and methods: In this study, soil sampling was conducted from 60 points in degraded exclosures rangelands and naturally 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 exclosures and natural rangeland, t-test and Wilcoxon tests were employed in the R software 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 exclosures area (19/25) was higher than in the naturally (79/22), and the sand content in the natural rangeland (62/32) was significantly higher than in the exclosures (43/29). The clay content in the exclosures area has increased compared to the naturally area, while the sand content in the naturally area is significantly higher than in the exclosures area. The Pearson correlation between soil parameters in the exclosures area showed that the correlation between organic matter and soil aggregate stability (71/0), as well as between pH, EC, SAR, and ESP (84/0, 92/0) is positive. There is a negative correlation between organic matter and soil aggregate stability with pH (-93/0, -68/0), EC, SAR, and ESP (-25/0, -31/0).

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

Conclusion: The use of exclosures 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 exclosures 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 exclosures treatment as a key component in the design and implementation of natural resource management plans.

Keywords: Rangeland management, Soil stability, Organic matter, R software, Sufikam rangelands

نسخه
پیش
انتشار

بررسی اثر قرق بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مراتع (مطالعه موردی:

شمال استان گلستان، مراتع صوفیکم)

رسول خطیبی^۱، محسن فراهی^۲

^۱گروه مهندسی طبیعت (مرتع و آبخیزداری)، دانشکده آب و خاک، دانشگاه زابل، زابل، ایران

^۲گروه مهندسی طبیعت، مجتمع آموزش عالی سراوان، زابل، ایران

سابقه و هدف: ایجاد قرق در مراتع تخریب یافته یکی از روش‌های مناسب برای احیای خاک‌های تخریب‌شده است. به همین منظور این تحقیق به مطالعه اثر قرق بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مراتع صوفیکم در شمال استان گلستان می‌پردازد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه، نمونه‌برداری 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 Sand، Clay و Silt اندازه‌گیری گردید. پس از تعیین و محاسبه پارامترهای ذکر شده نرمال بودن داده‌ها 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 نرم‌افزار 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) به طور قابل توجهی بیشتر از منطقه قرق (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 می‌باشد 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.

نتیجه‌گیری: استفاده از قرق می‌تواند به پایداری خاکدانه‌ها و بهبود عملکرد زمین کمک کند. پایداری خاک به عنوان 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 به عنوان یک اقدام مدیریتی مناسب و موثر می‌تواند به تقویت مرتع کمک نماید و موجب بهبود خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک گردد. به همین دلیل، ضروری است که تیمار قرق به عنوان یک جزء اصلی در طراحی و اجرای طرح‌های مدیریت منابع طبیعی در نظر گرفته شود.

واژه‌های کلیدی: مدیریت مرتع، پایداری خاکدانه، مواد آلی، نرم افزار R، مرتع صوفیکم

مقدمه

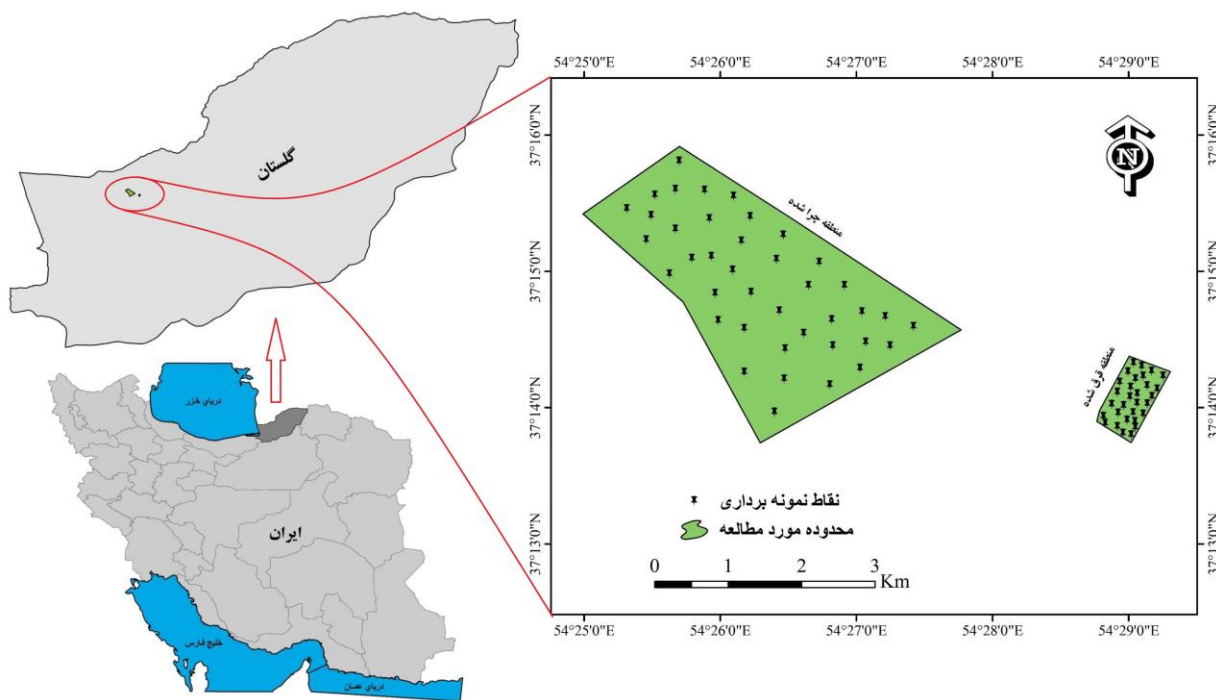
مراتع ایران با وسعت ۸۴/۸ میلیون هکتار، جزء منابع طبیعی تجدیدشونده کشور و عرصه استقرار پوشش گیاهی به حساب می‌آید و مراتع اولین حلقه از چرخه زنجیره غذایی و تداوم بخش حیات است (Akhzari et al., 2016). با توجه به اینکه سطح مراتع معادل نصف مساحت کشور است اما این منبع وسیع که حیاتی‌ترین بستر توسعه پایدار محیط‌زیست 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 به عنوان 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 زیست توده 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 به دلیل شرایط نامناسب اقلیمی یا کم بودن مدت زمان قرق گزارش‌هایی شده است (Mahmoudian Chouploo *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 ییلاقی در استان لرستان پرداختند. دو منطقه تحت چرا و قرق را با نمونه‌برداری از خاک آن‌ها با هم مقایسه نمودند و نتایج آنان 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 تحقیق آنان 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 زیتوده 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 ۱۳۹۰-۱۳۹۱ 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 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 ۵ تا ۸ 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 شده و ۵۰ هکتار اراضی قرق در شمال غربی استان گلستان با عرض‌های جغرافیایی $37^{\circ} 15' 22''$ و $29^{\circ} 16' 16''$ 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 *Aeluropus lagopoides*، *Halostachys capsica* و *Aeluropus littoralis* هستند. در زمین‌های مسطح و شور، گیاهانی همچون *Suaeda maritima*، *Suaeda sieberi* و *Medicago minima* در کنار گیاهان یک‌ساله 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، به طوری که اکنون تمام مراتع نوار مرزی در محدوده مورد مطالعه را جامعه گیاهی شور پسند می‌پوشاند.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی مناطق مورد مطالعه در مراتع صوفیکم استان گلستان

Fig. 1 - Geographical location of the study areas in the Sufikam rangelands of Golestan Province.

نمونه برداری و آزمایش خاک

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 آزمایش های فیزیکو شیمیایی به آزمایشگاه خاک منتقل شد. خصوصیات خاک شامل ماده آلی، پایداری خاکدانه، هدایت الکتریکی، اسیدیته، SAR، ESP، و درصد Clay، Sand و Silt اندازه گیری 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 اندازه گیری میزان پایداری ساختمان خاک از روش الک تر و شیوه مرطوب کردن سریع استفاده شد (Van Bavel, 1950) و میانگین وزنی قطر (MWD) خاکدانه ها از رابطه ۱ محاسبه گردید.

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

رابطه ۱

برای ارزیابی SAR، مقدار سدیم با استفاده از دستگاه فلیم-فتومتر[‡] مدل JENWAY و رابطه ۲ اندازه‌گیری شد. همچنین، مقادیر کلسیم و منیزیم در عصاره اشباع توسط تیتراسیون با ورسین[§] 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 به وسیله آزمون شاپیرو-ویلک بررسی شد به منظور بررسی و مقایسه دو منطقه فرق شده و مرتع طبیعی از آزمون t-test و ویلکاکسون استفاده شد همچنین همبستگی پارامترهای مطالعه شده با آزمون ضریب همبستگی پیرسون بررسی شد. این آزمون‌ها در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ در محیط نرم‌افزار R (Gentleman and Ihaka., 1995) اجرا گردید.

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

رابطه ۲

نتایج و بحث

خصوصیات خاک: بر اساس نتایج به دست آمده از مقایسه خصوصیات فیزیکو-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،

[‡] Flame photometer

[§] EDTA

اسیدکربنیک 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).

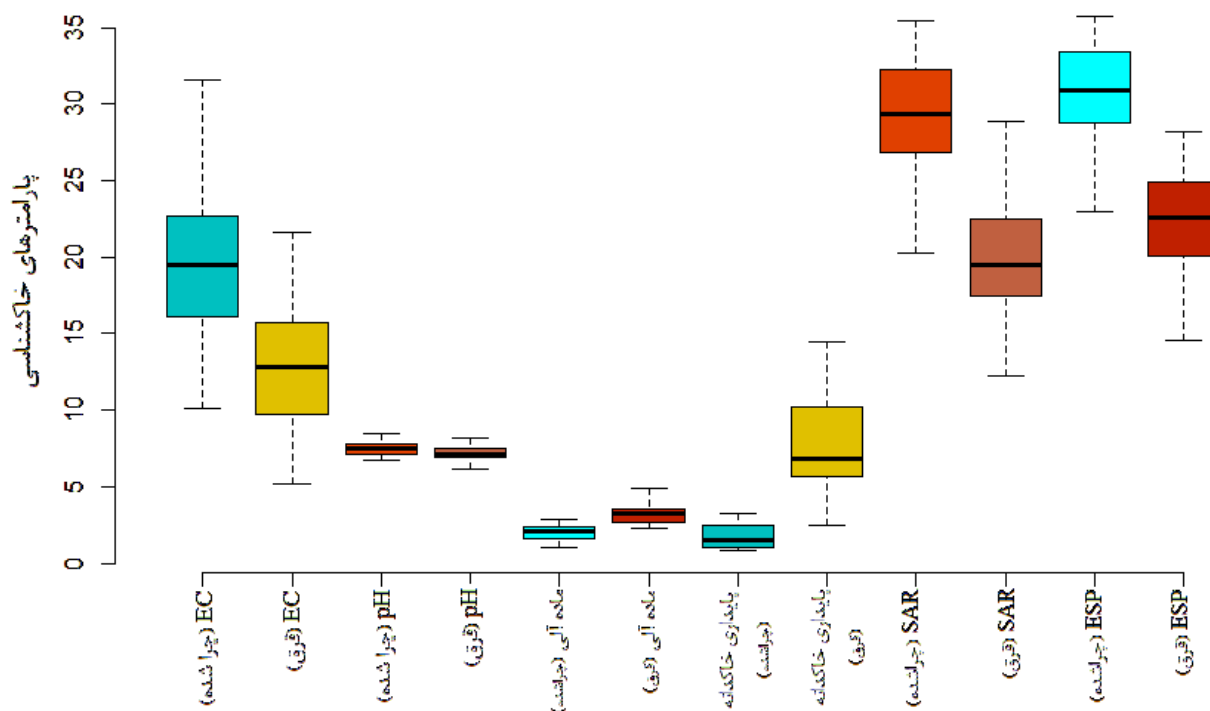
جدول ۱- نتایج آزمون t مستقل برای مقایسه خصوصیات فیزیکو-شیمیایی خاک منطقه قرق و چرا شده

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 Exclosure regions				پارامتر Parameter
	انحراف معیار SD	میانگین Mean	حداکثر Max	حداقل Min	انحراف معیار SD	میانگین Mean	حداکثر Max	حداقل Min	
۰/۰۰۰۰*	۴/۶۸	۱۹/۸	۳۱/۵۴	۱۰/۱	۳/۶۲	۱۲/۶	۲۱/۶	۵/۲	هدایت الکتریکی EC
۰/۹۹	۰/۴۳	۷/۵۱	۸/۳۱	۶/۵۲	۰/۴۷	۷/۱۹	۸/۹۳	۶/۳۶	اسیدیته pH
۰/۰۰۳*	۰/۵	۲	۲/۹	۱/۰۵	۰/۵۷	۳/۳۴	۴/۸۸	۲/۲۸	ماده آلی OM
۰/۰۰۰۰*	۰/۸۴	۱/۷۵	۳/۲۳	۰/۹۱	۳/۱۶	۷/۹۱	۱۴/۴۳	۲/۴۶	پایداری خاکدانه Stability
۰/۰۰۰۰*	۳/۶۷	۲۹/۶	۳۵/۴۵	۲۰/۲۶	۳/۵۶	۱۹/۹	۲۸/۸۴	۱۲/۲۱	SAR
۰/۰۰۰۰*	۳/۰۸	۳۰/۶	۳۵/۷۷	۲۲/۹۵	۲۲/۳	۳/۰۹	۲۸/۲۴	۱۴/۵۸	ESP
۰/۴۱	۳/۸۶	۲۲/۷۹	۳۱/۶	۱۶/۴	۵/۷	۲۵/۱۹	۴۰	۱۴/۵	رس Clay

شن	۰/۱۲	۱۰/۲۳	۳۲/۶۲	۵۳/۱۹	۱۳/۲	۸/۷۴	۲۹/۴۳	۵۰/۶۶	۱۰
Sand									
سیلت	۰/۹	۶/۲۵	۴۵/۵۲	۲/۵۷	۳۰/۱۴	۷/۷۳	۴۴/۲۲	۵۸/۹	۳۰
Silt									

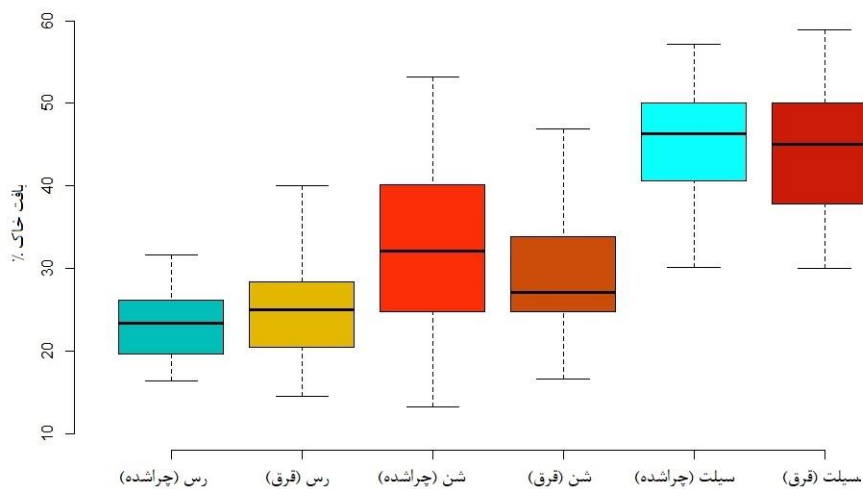
*معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد
*Significance at the 95% level



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.

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 به طور 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 Sourji *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 کلوخه‌ها و تخریب ساختمان خاک و در نتیجه 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 کاهسته می‌شود و در ادامه کاهش رطوبت خاک، پایداری خاکدانه را تحت تاثیر قرار می‌دهد. نهایتاً در نتیجه جابجایی رس خاک از مقدار این قسمت کم شده و شن خاک که اندازه درشت‌تری دارد در سطح خاک می‌ماند.



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.

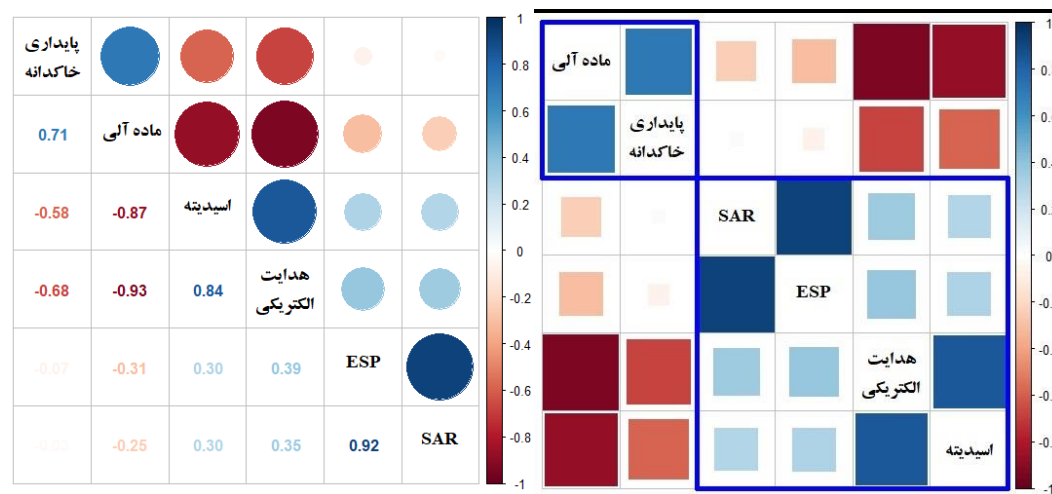
همبستگی پیرسون بین پارامترهای خاک منطقه قرق شده نشان داد که این مقدار بین ماده آلی و پایداری خاکدانه در منطقه قرق مثبت می‌باشد و به طبع افزایش مقدار ماده آلی خاک، پایداری خاکدانه نیز افزایش می‌یابد. همچنین همبستگی بین پارامتر اسیدیته، هدایت الکتریکی، SAR و ESP نیز مثبت می‌باشد و این پارامترها با هم در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

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	۱					
اسیدیته pH	۰/۸۴	۱				
ماده آلی OM	-۰/۹۳	-۰/۸۷	۱			
پایداری خاکدانه Stability	-۰/۶۸	-۰/۵۸	۰/۷۱	۱		

SAR	۰/۳۵	۰/۳۰	-۰/۲۵	-۰/۰۳	۱	
ESP	۰/۳۹	۰/۳۰	-۰/۳۱	-۰/۰۷	۰/۹۲	۱



شکل ۴- همبستگی پیرسون خصوصیات خاکشناسی منطقه قرق شده مرتع صوفیکم

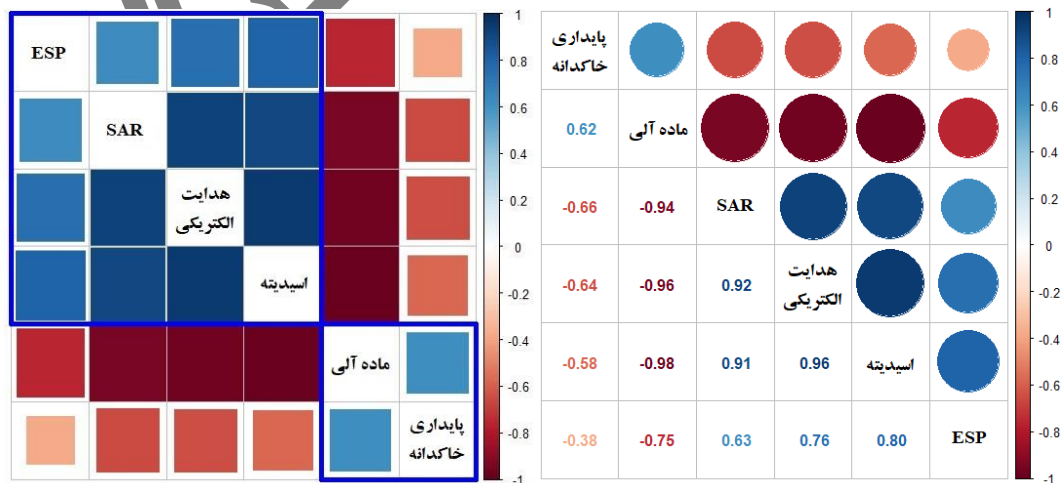
Fig. 4- Pearson correlation of soil properties in the exclosure region of Sufikam rangelands

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 همبستگی به لحاظ کمی نسبت به مراتع قرق شده ضعیف تر می باشد. 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 به صورت گرافیکی نمایش می دهد.

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	۱					
اسیدیته pH	۰/۹۶	۱				
ماده آلی OM	-۰/۹۶	-۰/۹۸	۱			
پایداری خاکدانه Stability	-۰/۶۴	-۰/۵۸	۰/۶۲	۱		
SAR	۰/۹۲	۰/۹۱	-۰/۹۴	-۰/۶۶	۱	
ESP	۰/۷۶	۰/۸۰	-۰/۷۵	-۰/۳۸	۰/۶۳	۱



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

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 (Qobadi and Akhgari, 2020). بنابراین، مشخص شده است که ارتباط مستقیمی بین اسیدیته خاک و چرای دام وجود دارد و خاک مناطق چرا شده اسیدی‌تر است. این نتایج با تحقیقات (Matano *et al.*, 2015) همخوانی دارد، اما نظر (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 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 و 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 به طور قابل توجهی بیشتر از مناطق قرق است. این اختلاف قابلیت توجیه 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 به دست 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. به طوری که 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 به طور 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 به‌طور قابل توجیهی به هم ریخته است. مواد دانه‌ریز از جمله سیلت و رس به‌علت این فعالیت‌ها شسته شده و ذرات درشت باقی‌مانده، باعث شنی شدن خاک در این نواحی 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 فیزیکوشیمیایی 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 به عنوان 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 به‌عنوان یک اقدام مدیریتی مناسب و موثر می‌تواند به تقویت پایداری خاکدانه‌ها کمک نماید. به همین دلیل، ضروری به نظر می‌رسد که تیمار قرق به‌عنوان یک جزء اصلی در طراحی و اجرای طرح‌های مدیریت منابع طبیعی در نظر گرفته شود.

References

منابع

- 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.
- Ahmadi, T., Tavakoli, 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.

Akhzari, S., Davood, V., Souri, L., and Omidvari, S., 2016. Investigating the Effect of enclosure on Some Physicochemical Properties of Rangeland Soils (Case Study: Zagheh Rangelands, Lorestan Province). *Journal of Rangeland Science*. 3(1), 19-3.

Amirian, H., Payam Noor, V., and Akbarloo, M., 2021. Introduction of the Most Salt-Tolerant Plants and Methods of their Propagation in the Turkmen Sahara Region. *Human and Environment*. 19(2), 91-104.

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.

Dhaou, S.O., and Abdullah, F., 2010. The Protection effects on floristic diversity in a north African Pseudo-Savanna. *Pak. J. Bot.* 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.

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.

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.

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, enclosure, and Grazing Land Uses. *Water and Soil Science*. 21(2), 29-43.

Klute, A. 1986. *Methods of Soil Analysis: Part 1-Physical and Mineralogical Methods*. 2nd ED. Soil science society of America. 1188p.

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.

- Mahmoudian, A., Akharian, M., and Taher, M. N., 2021. Investigating the Distribution of *Aeluropus litoralis* in Two Areas of enclosure and grazed in Saline and Alkaline Rangelands of Golestan Province. *Iranian Journal of Natural Ecosystems*. 12(2), 1-15.
- 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.
- Niknahad Garmakher, H., Jafari Fotoumi, E., and Sheidayi Karkaj, I., 2013. The Effect of enclosure 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.
- Niknahad Gharmakher, H., Sheidai-Karkaj, E., and Jafari, I., 2016. Effects of enclosure on soil properties in winter rangelands in Golestan Province, Iran. *Journal of Rangeland Science*. 7(1), 55-66.
- Qobadi, A., Akhgari, S., and Davood, V., 2020. The Impact of enclosure on Some Chemical and Organic Soil Properties (Case Study: Gonbad Shahar Watershed, Hamadan). *Environmental Science and Technology Quarterly*. 22(10), 221-233.
- 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.
- 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*, pp.1-23.
- 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.
- Tavakoli, Y., Yashti, and Khodashenas. A.R., 2014. Comparison of Plant Characteristics and Soil Organic Matter under Gharegh and Grazing Conditions (Case Study: Marginal Rangelands of Mashhad). *Range and Desert Research of Iran*. 21(3), 416-423.
- 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.
- 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.

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.

نسخه
پیش
انتشار