Journal of Rangeland

Print ISSN: 2008-0891

Online ISSN: 2676-5039

Comparison of soil carbon and nitrogen storage in two enclosed and grazed areas (Case study: Koteh rangelands of Khash city)

Mahdiyeh Khodadoust[1], Morteza Saberi*[2], Farajollah Tarnian[3]

1. MSc. in Range Management, Department of Range and Watershed Management, Faculty of Water and Soil, University of Zabol, Zabol, Iran.
2. Corresponding author; Assistant Prof., Department of Range and Watershed Management, Faculty of Water and Soil, University of Zabol, Zabol, Iran. E-mail: Mortezasaberi@uoz.ac.ir.
3. Assistant Prof., Department of Range and Watershed Management, Faculty of Agricultural and Natural Resources, Lorestan University, Khorramabad, Iran

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 12.07.2020
Revised: 01.23.2022
Accepted: 02.18.2022

Keywords:
Organic carbon,
total nitrogen,
t test,
Sistan and Baluchestan.

Abstract

Background and objectives: One of the most important components of rangeland ecosystems is soil that their degradation will reduce rangeland production capacity. About half of the world's lands are rangelands and they contain more than one-third of the biosphere carbon pool. Therefore, these lands have a high potential for carbon sequestration. This study was conducted to investigate the soil carbon and total nitrogen storage in enclosed and grazed sites in Koteh rangelands of Khash city, Sistan and Baluchestan province.

Methodology: To study the effect of enclosure on soil carbon and total nitrogen storage, the 15-year ungrazed site of Kote rangeland located in Khash city was considered, and then a grazed site that was relatively similar to ungrazed site from the aspect of topography and climate was considered as well. According to the topography of the areas, 6 transects with 100 meters' length (three transects in the slope direction and three in perpendicular to the slope direction) were established with approximate distances of 50 meters in each of the enclosed and grazed sites. Three soil profiles were dug from the beginning, middle and end of each transect and soil samples were taken from the depths of 0-15 and 15-30 cm in both sites. Then three soil samples of each depth were mixed together and one composite sample was prepared. Overall, 24 soil samples were transferred to the laboratory in order to measure bulk density, organic carbon and total nitrogen storage. Paired and independent t-test were used to analyze the data in SPSS software.

Results: The results of statistical analysis showed that there are significant differences between enclosed and grazed sites from the aspect of both organic carbon and total nitrogen storage ($p<0.01$). The amount of organic carbon and nitrogen of the enclosed site were higher than that of the grazed site. There was no significant difference between the soil carbon storage of both enclosed and grazed sites at the depth of 0-15 cm, but there was a significant difference at the level of 1% for the depth of 15-30 cm. The highest amount of carbon storage was obtained in the enclosed area at the depth of 15-30 cm (8.1 tons per hectare), while this amount was 5.1 tons per hectare in the grazed site at the same depth. The results of total nitrogen storage showed that there is no significant difference between total nitrogen storage of the enclosed and grazed sites at the first depth, but there is a

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-05-28]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1401.16.3.4.0]

significant difference between the soil nitrogen storage of both sites at the second depth ($p<0.1$), so that the total nitrogen storage of the second depth of enclosed site was 0.88 tons per hectare, and that of the grazed site was 0.48 tons per hectare. **Conclusion**: In general, it can be concluded that enclosure caused an increase in carbon and total nitrogen storage of the enclosed site compared to the grazed. In addition, the amount of carbon and total nitrogen storage of the lower depth (15-30 cm) was more than the higher depth (0-15 cm), and it seems that the amount of organic carbon and total nitrogen storage of desert areas is more in lower depth than upper depth.

Cite this article: Khodadoost, M., M. Saberi, F. Tarnian, 2022. Comparison of soil carbon and nitrogen storage in two enclosed and grazed areas (Case study: Koteh rangelands of Khash city). Journal of Rangeland, 16(2): 441-453.

© The Author(s).
DOR: 20.1001.1.20080891.1401.16.3.4.0
Publisher: Iranian Society for Range Management

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-05-28]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1401.16.3.4.0]

مـــرتـــع

شاپا چاپی: ۰۸۹۱-۲۰۰۸

شاپا الکترونیکی: ۵۰۳۹-۲۶۷۶

مقایسه ذخیره کربن و نیتروژن خاک در دو عرصه قرق و چرا شده (مطالعه موردی: مراتع کوته شهرستان خاش)

مهدیه خدادوست[۱]، مرتضی صابری*[۲]، فرج‌الله ترنیان[۳]

۱. کارشناس ارشد مدیریت مرتع، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده آب و خاک، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

۲. نویسنده مسئول، استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده آب و خاک، دانشگاه زابل، زابل، ایران رایانامه: Mortezasaberi@uoz.ac.ir

۳. استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران.

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل – پژوهشی

تاریخ دریافت ۱۴۰۰/۰۶/۰۷

تاریخ ویرایش: ۱۴۰۰/۰۸/۰۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۸/۰۹

واژه‌های کلیدی:
کربن آلی،
نیتروژن کل،
آزمون t،
سیستان و بلوچستان.

چکیده

سابقه و هدف: خاک از مهم‌ترین اجزای تشکیل دهنده اکوسیستم‌های مرتعی است و تخریب آن، کاهش توان تولید مرتع را در پی خواهد داشت. مراتع در حدود نیمی از خشکی‌های جهان را تشکیل می‌دهند و دارای بیش از یک سوم از ذخایر کربن زیست‌کره خاکی می‌باشند. در نتیجه، این اراضی قابلیت زیادی برای ترسیب کربن دارا هستند. این مطالعه با هدف بررسی توان ذخیره کربن و نیتروژن خاک در دو عرصه قرق و چراشده در مراتع کوته شهرستان خاش، در استان سیستان و بلوچستان انجام شد.

مواد و روش‌ها: برای مطالعه اثر قرق بر ذخیره کربن و نیتروژن خاک، سایت قرق ۱۵ ساله مرتع کوته واقع در شهرستان خاش در نظر گرفته شد و سپس یک منطقه تقریبا مشابه با آن، به عنوان سایت چرا شده در نظر گرفته شد. با توجه به وضعیت توپوگرافی منطقه، در هر یک از مناطق قرق و چرا شده، ۶ ترانسکت ۱۰۰ متری (سه تا در جهت شیب و سه تا عمود بر جهت شیب) با فواصل تقریبی ۵۰ متر، استقرار گردید. از ابتدا، وسط و انتهای هر ترانسکت سه پروفیل خاک حفر گرید و از عمق‌های ۰-۱۵ و ۱۵-۳۰ سانتی‌متری نمونه خاک در دو سایت قرق و چرا شده برداشت شد. سپس ۳ نمونه برداشت شده از هر ترانسکت (۶ ترانسکت و در نهایت ۶ نمونه برای هر منطقه و عمق مشخص) با هم مخلوط و یک نمونه مرکب تهیه شد. به‌طور کلی تعداد ۲۴ نمونه خاک جهت اندازه‌گیری وزن مخصوص ظاهری، ذخیره کربن آلی و نیتروژن کل به آزمایشگاه انتقال یافت. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS و آزمون t جفتی و مستقل استفاده شد.

نتایج: نتایج تجزیه و تحلیل آماری نشان داد تفاوت معنی‌دار در ذخیره کربن و نیتروژن کل در دو منطقه قرق و چرا شده وجود دارد ($p<۰/۰۱$). میزان کربن و نیتروژن در سایت قرق بیشتر از سایت چرا شده بود. بین فاکتور ذخیره کربن خاک در منطقه قرق و چرا شده در عمق ۰-۱۵ سانتی‌متر تفاوت معنی‌دار وجود نداشت ولی برای عمق ۱۵-۳۰ سانتی‌متر تفاوت معنی‌دار در سطح یک درصد وجود داشت. بیشترین مقدار ذخیره کربن در منطقه قرق و عمق ۱۵-۳۰ سانتی‌متر (۸/۱ تن در هکتار) به‌دست آمد، در حالی که این مقدار در منطقه چرا شده در عمق دوم ۵/۱ تن در هکتار بود. نتایج حاصل از اندازه‌گیری ذخیره نیتروژن نشان داد بین دو منطقه قرق و چراشده تفاوتی معنی‌داری در عمق اول وجود نداشت. ولی در عمق دوم بین ذخیره نیتروژن کل خاک در دو منطقه مورد مطالعه تفاوت معنی‌دار در سطح یک درصد وجود دارد، به‌طوریکه ذخیره نیتروژن در عمق دوم خاک منطقه قرق ۰/۸۸ تن در هکتار و در منطقه چرا شده ۰/۴۸ تن در هکتار بود.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-05-28]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1401.16.3.4.0]

نتیجه‌گیری: به‌طور کلی می‌توان نتیجه‌گیری کرد که قرق باعث افزایش ذخیره کربن و نیتروژن کل در خاک منطقه قرق نسبت به منطقه موردچرا، شده است. علاوه بر این، با توجه به اینکه میزان ذخیره کربن و نیتروژن کل در خاک عمقی (۱۵-۳۰سانتی‌متر) بیشتر از خاک سطحی (۰-۱۵ سانتی‌متر) بود، به نظر می‌رسد در مناطق بیابانی میزان ذخیره کربن و نیتروژن خاک، در خاک عمقی بیشتر از خاک سطحی است.

استناد: خدادوست، م.، م. صابری، ف. ترنیان، ۱۴۰۱. مقایسه ذخیره کربن و نیتروژن خاک در دو عرصه قرق و چرا شده (مطالعه موردی: مراتع کوته شهرستان خاش). مرتع، ۱۶(۳): ۴۴۱-۴۵۳.

DOR: 20.1001.1.20080891.1401.16.3.4.0

ناشر: انجمن علمی مرتعداری ایران

© نویسندگان

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-05-28]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1401.16.3.4.0]

مقدمه

یکی از روش‌های مناسب برای تجدید حیات طبیعی در برنامه‌های اصلاح و احیای پوشش گیاهی مراتع تخریب شده، اعمال قرق می‌باشد. قرق باعث تغییرات در تعداد گونه‌های گیاهی، پوشش تاجی، تولید علوفه، فراوانی گونه‌های خوشخوراک و علوفه‌ای، فراوانی گیاهان یکساله و چندساله، ترکیب گونه‌ای، پوشش سطح زمین، بهبود سرعت نفوذ آب به داخل خاک، حاصلخیزی خاک، بهبود بعضی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک می‌شود (۲). اکوسیستم‌های مرتعی توان بالایی در ترسیب کربن و نیتروژن دارند. زیرا نیمی از خشکی‌های کره‌زمین را در برگرفته‌اند (۵). ترسیب کربن زیستی شامل جذب دی اکسید کربن اتمسفری توسط گیاه و میکروارگانیسم‌ها و تبدیل آن به زیست توده و کربن آلی یا هوموس می‌باشد. اراضی مرتعی به دلیل وسعت زیاد در جهان قابلیت بالایی در ترسیب کربن دارند. این موضوع موجب شده که سازمان‌های بین‌المللی مانند فائو این مناطق را برای اجرای برنامه‌های ترسیب کربن به منظور کاهش گازهای گلخانه‌ای انتخاب نمایند (۱۹).

خاک‌ها نقش عمده‌ای در چرخه‌های بیوژئوشیمیایی شامل هوازدگی، ذخیره عناصر غذایی و کربن، بازی می‌کنند. جهت درک نقش خاک در چرخه جهانی کربن، ایجاد تخمین‌های قابل اعتمادی از مقدار کربن ذخیره شده در خاک و سایر مخازن کربن زمینی از موارد مهم و ضروری به شمار می‌رود (۳۱). پالایش کربن با روش‌های مصنوعی مثل فیلتر و غیره، هزینه‌های سنگینی در بر دارد. لذا به منظور کاهش دی‌اکسید کربن اتمسفری و ایجاد تعادل در محتوای گازهای گلخانه‌ای، کربن اتمسفر باید در شکل‌های مختلف ترسیب گردد. ترسیب کربن در زی‌توده گیاهی و خاک‌هایی که تحت این زی‌توده هستند ساده‌ترین و به لحاظ اقتصادی، عملی‌ترین راهکار ممکن می‌باشد (۱۱). با بررسی چرخه کربن در کره‌زمین ثابت شده است که خاک مهم‌ترین مخزن کربن در جهان می‌باشد. مقدار کربن آلی در خاک ۳ برابر بیش از کربن در بافت تمام گیاهان و دو برابر بیش از کربن اتمسفر است. مقدار کربن خاک را بین ۱۵۰۰ تا عمق ۱ متر و ۲۴۰۰ گیگا تن تا عمق ۲ متر تخمین زده‌اند (۳). ماده آلی خاک از مهم‌ترین عوامل ارزیابی کیفیت خاک است و ارتباط نزدیکی با ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک دارد. از طرف دیگر، ترسیب کربن در زی‌توده گیاهی و خاک‌های متأثر از آن، از مهم‌ترین راهکارهای ممکن جهت کاهش خطرات دی‌اکسیدکربن اتمسفری است (۱۰). ترسیب کربن، اشاره به روند انتقال CO_2 از جو به خاک دارد. بخش قابل توجهی از کربن ذخیره شده در خاک، می‌تواند برای چندین دهه یا بیشتر باقی بماند. لذا فرایند انتقال و یا سلب کربن از جو، می‌تواند مقدار گازهای گلخانه‌ای که از احتراق سوخت‌های فسیلی و یا سایر فعالیت‌های مربوط به انسان ناشی می‌شود را کاهش دهد. ذخیره کربن و نیتروژن خاک نقش اساسی در کارکرد اکوسیستم‌ها ایفا می‌کند و به میزان زیاد تحت تاثیر شرایط منطقه‌ای و گونه‌های گیاهی قرار می‌گیرند (۳۷). یکی از شیوه‌های پیشنهادی جهت کاهش گازهای گلخانه‌ای اتمسفر، افزایش ذخایر کربن و نیتروژن در خاک به‌وسیله گونه‌های درختی و درختچه‌ای در مناطق خشک و نیمه‌خشک است، زیرا خاک‌ها دارای حدوداً ۷۵ درصد ذخایر کربن در اکوسیستم‌های خشکی هستند (۲۹). پس مدیریت این اراضی می‌تواند نقش مهمی در توازن کربن داشته باشد. لازم به یادآوری است فعالیت‌هایی که باعث ذخیره کربن می‌شود می‌توانند تاثیرات مثبتی بر تولیدات دامی و افزایش بهره اقتصادی دامداران داشته باشد (۱۱).

مرادی شاه‌قریه و طهماسبی (۲۰۱۶) در بررسی تاثیر قرق بر میزان ترسیب کربن و صفات فیزیکی و شیمیایی خاک در مراتع نیمه استپی چهارمحال و بختیاری به این نتیجه رسیدند که میانگین ترسیب کربن کل و خاک در هر دو منطقه مورد مطالعه (نیمه‌استپ گندمی و نیمه‌استپ بوته‌زار) در تیمار قرق تفاوت آماری معنی‌داری با تیمار غیرقرق دارد، که نتایج نشان داد میزان کربن موجود در خاک مناطق قرق بیشتر از مناطق غیرقرق می‌باشد. سوری و همکاران (۲۰۲۰) توان ذخیره کربن گونه درمنه دشتی تحت تاثیر قرق در منطقه کلات سادات آباد شهرستان سبزوار را بررسی کردند. نتایج نشان داد در هر دو عمق مورد مطالعه، منطقه قرق نسبت به منطقه تحت چرا، ذخیره کربن بیشتری داشت. یافته‌های تحقیق جنیدی و همکاران (۲۰۱۶) در مناطق حفاظت شده بیجار بیانگر آن است که با افزایش شدت چرای دام، میزان ذخایر کربن آلی خاک در

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-05-28]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1401.16.3.4.0]

هر دو عمق مورد مطالعه روندی نزولی داشته است. آنها علل کاهش ذخایر کربن خاک با افزایش شدت چرا را مربوط به برداشت پوشش گیاهی توسط دام و کم شدن درصد پوشش گیاهی و زی‌توده گیاهی و در نتیجه کاهش بازگشت ماده آلی به خاک بیان کردند. کمالی و همکاران (۲۰۲۰) با بررسی اثر سطوح مختلف حفاظتی- مدیریتی مرتع بر توزیع کربن آلی در اجزای اندازه‌ای خاک در خراسان شمالی به این نتیجه رسیدند که در منطقه حفاظت شده به دلیل چرای متوسطی که توسط حیات وحش و دام‌های عشایری صورت می‌گیرد رشد ریشه و افزایش مواد آلی در لایه‌های زیرین کم و بیشترین مقدار کربن در لایه‌های سطحی مشاهده شد. در منطقه شکار ممنوع، چرای شدید دام باعث کاهش مواد گیاهی و هدر رفت زیاد دی‌اکسید کربن شده و در نتیجه مقدار کربن در کمترین حد می‌باشد. شریفی و اکبرزاده (۲۰۱۶) نتیجه گرفتند که قرق در تغییرات پوشش گیاهی و احیاء گونه‌های شاخص مرتع در استان اردبیل مؤثر بوده به طوری که میانگین پوشش تاجی گونه‌های دایمی در داخل و خارج قرق در بین سال‌های ارزیابی اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد آماری وجود داشته ($p<۰/۰۱$) و گونه‌های کم‌شونده در داخل قرق بیشتر شده ولی گیاهان زیادشونده کاهش یافتند. تمرتاش و همکاران (۲۰۱۲) بیان کردند، قرق از جمله عملیات اصلاحی مراتع می‌باشد که با تأثیر مستقیم و غیرمستقیم بر میزان درصد پوشش گیاهی و زیست توده بر ترسیب کربن گونه‌های مرتعی مؤثر است. سیاه‌منصور و همکاران (۲۰۱۵) تاثیر قرق بر خصوصیات پوشش گیاهی و حفاظت خاک در مراتع ییلاقی گردنه زاغه را بررسی کردند. نتایج نشان داد که قرق باعث افزایش تولید علوفه و بهبود خصوصیات خاک در منطقه مورد مطالعه گردیده است.

مطالعه اثر قرق بر ذخیره کربن و نیتروژن خاک بدلیل نقش عمده آنها در تولید مرتع و ترسیب کربن اهمیت زیادی دارد (۵). مراتع کشور ما گزینه‌های مناسبی برای تحقیق پیرامون طرح‌های ترسیب کربن هستند، زیرا از یک سو بسیاری از مراتع ایران در ناحیه خشک و نیمه خشک واقع شده که وسعتی در حدود ۹۰ میلیون هکتار را در بر می‌گیرد و از سوی دیگر بنا به گزارش برنامه عمران سازمان ملل، این مناطق در جهان، قابلیت ذخیره تقریبا یک میلیارد تن کربن آلی را دارند (۳۴). اطلاعات کمی در ارتباط با تأثیر مدیریت قرق و شدت چرای دام بر ترسیب، ذخیره و مدیریت کربن در خاک‌های مراتع استان سیستان و بلوچستان وجود دارد؛ لذا این مطالعه با هدف بررسی تأثیر قرق بر تغییرات ترسیب کربن و نیتروژن خاک در مراتع کوته شهرستان خاش در استان سیستان و بلوچستان انجام گردید.

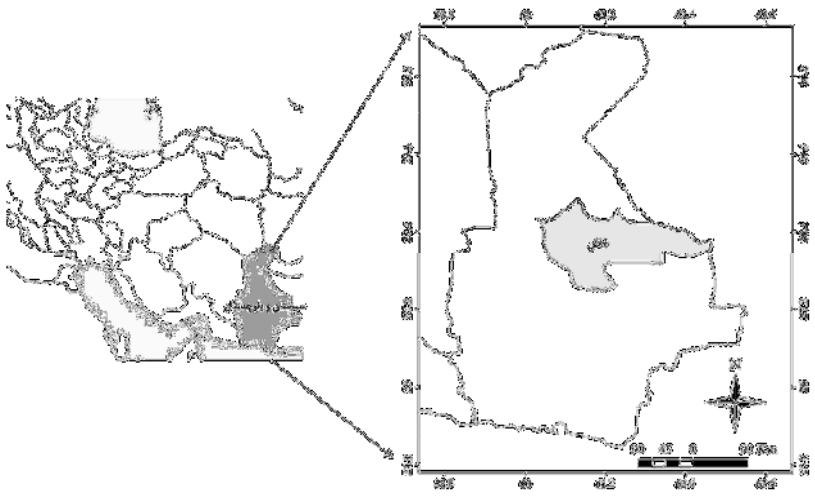
مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مورد مطالعه

قرق یکی از روش‌های مدیریتی اصلاح مراتع است که در مراتع شهرستان خاش اجرا گردیده است. مراتع کوته با وسعت تقریبی ۳۸۰۳ هکتار در بخش نوک آباد شهرستان خاش با مختصات جغرافیایی ″۴۰ ′۳۲ °۲۸ تا ″۲۵ ′۳۷ °۲۸ عرض شمالی و ″۴۹ ′۵۵ °۶۰ تا ″۱ ′۵۸ °۶۰ طول شرقی واقع شده است. بر اساس ایستگاه سینوپتیک شهرستان خاش، میانگین بارندگی سالانه مرتع مورد مطالعه ۱۴۸ میلی‌متر، ارتفاع از سطح دریا ۱۷۸۰ متر و میانگین دمای سالانه ۲۱/۲ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (۳۳). نرخ دام‌گذاری در این مرتع بستگی به علوفه قابل دسترس دام در فصول مختلف، متغیر می‌باشد و مطالعات نشان داده است که این مراتع تحت تاثیر چرای شدید قرار دارند (۷).

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-05-28]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1401.16.3.4.0]



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه در استان سیستان و بلوچستان و ایران

روش تحقیق

برای مطالعه اثر قرق بر ذخیره کربن و نیتروژن خاک، سایت قرق ۱۵ ساله مرتع کوته واقع در شهرستان خاش در نظر گرفته شد. سپس برای مقایسه با مراجعه به مراتع مناطق مجاور قرق، سعی شد منطقه‌ای مشابه به عنوان سایت چرا شده در نظر گرفته شود که از نظر شرایط کلی توپوگرافی دارای تشابه زیادی با سایت قرق باشد. مطالعه خدادوست (۲۰۲۱) نشان داد که پوشش تاجی در سایت قرق کوته ۲۲/۹۸ درصد و در منطقه چرا شده ۱۰/۹ درصد و گونه غالب در منطقه قرق *Zygophyllum eurypterum* و در منطقه چرا شده *Salsola tomentosa* بود. همچنین درصد لاشبرگ در منطقه قرق (۴/۷۲ درصد) بیشتر از منطقه چرا شده (۲/۳۷) بود (۱۷).

با توجه به وضعیت توپوگرافی منطقه، در هر یک از منطقه قرق و چرا شده، ۶ ترانسکت ۱۰۰ متری (سه تا در جهت شیب و سه تا عمود بر جهت شیب) با فواصل تقریبی ۵۰ متر، استقرار گردید. برای نمونه‌برداری خاک به‌منظور تعیین میزان کربن و نیتروژن ذخیره شده در خاک هر منطقه (قرق و چرا شده)، از ابتدا، وسط و انتهای هر ترانسکت، با حفر پروفیل از عمق‌های ۰-۱۵ و ۱۵-۳۰ سانتی‌متر نمونه خاک برداشت شد. سپس ۳ نمونه برداشت شده از هر ترانسکت (۶ ترانسکت و در نهایت ۶ نمونه برای هر منطقه و عمق مشخص) با هم مخلوط و یک نمونه مرکب تهیه شد (۲۲). در مجموع تعداد ۲۴ نمونه خاک جهت اندازه‌گیری ذخیره کربن آلی و نیتروژن کل به آزمایشگاه انتقال یافت. نمونه‌های خاک پس از خشک شدن در آون، از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند. ذخیره کربن آلی با استفاده از رابطه (۲) و ذخیره نیتروژن خاک با استفاده از رابطه (۳) (۲۰ و ۲۳) به‌دست آمد.

$$CP = BD \times SOC \times D \times 10 \quad \text{رابطه (۲)}$$

$$NP = BD \times TN \times D \times 10 \quad \text{رابطه (۳)}$$

CP و NP به ترتیب میزان ذخیره کربن آلی و نیتروژن کل خاک (Mg/hec) ، TN و SOC به‌ترتیب غلظت کربن آلی و نیتروژن کل خاک ($g\ kg^{-1}$)، BD وزن مخصوص ظاهری خاک ($Mg\ m^{-3}$) و D عمق نمونه برداری (m) می‌باشد. برای بیان میزان کربن ذخیره‌ای در واحد سطح و عمق مشخص باید جرم مخصوص ظاهری اندازه‌گیری شود. یکی از پارامترهای مهم برآورد ظرفیت ذخیره کربن خاک وزن مخصوص ظاهری است که با استفاده از روش کلوخه تعیین شد (۵).

تجزیه و تحلیل آماری

پس از بررسی نرمال بودن داده‌ها با آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و همگنی واریانس‌ها با آزمون لون، داده‌ها با استفاده از آزمون t جفتی و مستقل در نرم‌افزار SPSS تجزیه و تحلیل شدند.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-05-28]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1401.16.3.4.0]

نتایج

نتایج کربن آلی، نیتروژن کل و جرم مخصوص ظاهری در عمق ۰-۱۵ و ۱۵-۳۰ سانتی‌متر در منطقه قرق (جدول ۱)، چرا شده (جدول ۲) و مقایسه این دو منطقه (جدول ۳) نشان داده شده است. بین کربن آلی در دو عمق مورد مطالعه در سایت قرق و چرا شده تفاوت معنی‌دار در سطح پنج درصد آماری وجود ندارد ولی بین جرم مخصوص ظاهری تفاوت معنی‌دار در سطح یک درصد در دو عمق وجود دارد (جدول ۱ و ۲). مقایسه کربن آلی، نیتروژن کل و جرم مخصوص ظاهری در دو سایت قرق و چراشده نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح یک درصد در تمام فاکتورهای مورد مطالعه می‌باشد (جدول ۳). به‌طور کلی نتایج نشان می‌دهد که میزان کربن و نیتروژن در سایت قرق بیشتر از سایت چرا شده است و میزان جرم مخصوص ظاهری در سایت قرق کمتر از سایت چرا شده می‌باشد.

جدول ۱: کربن آلی، نیتروژن کل و جرم مخصوص ظاهری در دو عمق در سایت قرق

خصوصیات اندازه‌گیری شده	عمق	میانگین	انحراف معیار	درجه آزادی	t جفتی
کربن آلی (درصد)	عمق ۱	۰/۳۴	۰/۰۴	۵	۲/۸ ns
	عمق ۲	۰/۴۸	۰/۰۶		
نیتروژن کل (درصد)	عمق ۱	۰/۰۳	۰/۰۰۵	۵	
	عمق ۲	۰/۰۵	۰/۰۰۵		
جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی متر مکعب)	عمق ۱	۱/۲۹	۰/۰۷	۵	۳/۸*
	عمق ۲	۱/۱۲	۰/۰۲		

ns، عدم معنی داری و * معنی داری در سطح ۵ درصد را نشان می دهد. [a]با توجه به اینکه انحراف معیار در آزمون t جفتی صفر می‌شود، آزمون قابل انجام نیست.

جدول ۲: کربن آلی، نیتروژن کل و جرم مخصوص ظاهری در دو عمق در سایت چرا شده

خصوصیات اندازه‌گیری شده	عمق	میانگین	انحراف معیار	درجه آزادی	t جفتی
کربن آلی (درصد)	عمق ۱	۰/۲۳	۰/۰۴	۵	۰/۲۶ ns
	عمق ۲	۰/۲۴	۰/۰۱		
نیتروژن کل (درصد)	عمق ۱	۰/۰۲	۰/۰۰۵	۵	۰/۰ ns
	عمق ۲	۰/۰۲	۰/۰۰۵		
جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی متر مکعب)	عمق ۱	۱/۶	۰/۰۵	۵	۱۰/۷**
	عمق ۲	۱/۴	۰/۰۶		

ns، عدم معنی‌داری و ** معنی داری در سطح ۱ درصد را نشان می دهد.

جدول ۳: آماره‌های مقایسه کربن آلی، نیتروژن کل و جرم مخصوص ظاهری در دو سایت قرق و چراشده

خصوصیات اندازه‌گیری شده		گونه	میانگین± انحراف معیار	آزمون لیون (F)	درجه آزادی	t مستقل
کربن آلی (درصد)	عمق ۱	قرق	۰/۳۴±۰/۰۴	۰/۱۲**	۱۰	۳/۴*
		چرا شده	۰/۲۳±۰/۰۴			
	عمق ۲	قرق	۰/۴۸±۰/۰۶	۴/۰۰**	۱۰	-۷/۲**
		چرا شده	۰/۲۴±۰/۰۱			
نیتروژن کل (درصد)	عمق ۱	قرق	۰/۰۳±۰/۰۰۵	۰/۱۲ns	۱۰	۲/۸*
		چرا شده	۰/۰۲±۰/۰۰۵			
	عمق ۲	قرق	۰/۰۵±۰/۰۰۵	۰/۱۲ns	۱۰	-۸/۵**
		چرا شده	۰/۰۲±۰/۰۰۵			
جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی متر مکعب)	عمق ۱	قرق	۱/۲۹±۰/۰۷	۰/۷۳**	۱۰	-۶/۸**
		چرا شده	۱/۶±۰/۰۵			
	عمق ۲	قرق	۱/۱۲±۰/۰۲	۳/۸**	۱۰	۸/۹**
		چرا شده	۱/۴±۰/۰۶			

ns، عدم معنی‌داری و * و ** به ترتیب معنی‌داری در سطح ۵ و ۱ درصد را نشان می دهد.

نتایج ذخیره کربن آلی و نیتروژن کل خاک در عمق ۰-۱۵ و ۱۵- ۳۰ سانتی‌متر منطقه قرق نشان می‌دهد که بین ذخیره نیتروژن در دو عمق مورد مطالعه تفاوت معنی‌دار در سطح یک درصد آماری وجود دارد و به لحاظ ذخیره

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-05-28]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1401.16.3.4.0]

کربن تفاوت معنی‌داری بین دو عمق مورد مطالعه در سطح ۵ درصد آماری وجود ندارد. مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که بیشترین کربن و نیتروژن در عمق ۱۵-۳۰ سانتی‌متر خاک ذخیره شده است (جدول ۶).

جدول ۶: مقایسه ذخیره کربن و نیتروژن در دو عمق در سایت قرق

خصوصیات اندازه‌گیری شده	عمق	میانگین (تن در هکتار)	انحراف معیار	درجه آزادی	t جفتی
ذخیره کربن	عمق ۱	۶/۵	۰/۷	۵	$-۱/۸۳^{ns}$
	عمق ۲	۸/۱	۱/۰		
ذخیره نیتروژن	عمق ۱	۰/۶۳	۰/۰۷	۵	$۱۲/۴۱^{**}$
	عمق ۲	۰/۸۸	۰/۰۹		

ns، عدم معنی داری و ** معنی‌داری در سطح ۱ درصد را نشان می دهد.

نتایج آزمون t جفتی برای ذخیره کربن آلی و نیتروژن کل خاک در منطقه چرا شده در جدول (۷) آورده شده است. بین ذخیره کربن و نیتروژن خاک در منطقه چرا شده در دو عمق مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. با این وجود بیشترین مقدار ذخیره کربن در عمق ۰-۱۵ سانتی‌متر خاک حاصل شد (جدول ۷).

جدول ۷: مقایسه ذخیره کربن و نیتروژن در دو عمق در سایت چراشده

خصوصیات اندازه‌گیری شده	عمق	میانگین (تن در هکتار)	**انحراف معیار**	درجه آزادی	t جفتی
ذخیره کربن	عمق ۱	۵/۶	۱/۰	۵	$۰/۷۵^{ns}$
	عمق ۲	۵/۱	۰/۴۳		
ذخیره نیتروژن	عمق ۱	۰/۵۴	۰/۱	۵	$۰/۷۱^{ns}$
	عمق ۲	۰/۴۷	۰/۱		

ns، عدم معنی‌داری را نشان می دهد.

نتایج تجزیه و تحلیل اماری نشان داد بین فاکتور ذخیره کربن خاک در منطقه قرق و چرا شده در عمق ۰-۱۵ سانتی متر تفاوت معنی‌دار وجود نداشت ولی برای عمق ۳۰-۱۵ سانتی متر تفاوت معنی‌دار در سطح یک درصد وجود دارد (جدول ۸). بیشترین مقدار ذخیره کربن در منطقه قرق و عمق ۱۵-۳۰ سانتی‌متر (۸/۱ تن در هکتار) بدست آمد. در حالی که این مقدار در منطقه چرا شده در عمق دوم ۵/۱ تن در هکتار بود (جدول ۸).

جدول ۸: آماره‌های مقایسه ذخیره کربن خاک در دو سایت قرق و چراشده

خصوصیات اندازه‌گیری شده	گونه	میانگین (تن در هکتار)	آزمون لیون (F)	درجه آزادی	t مستقل
عمق ۱	قرق	۶/۵±۰/۷	$۰/۳۴^{**}$	۱۰	$۱/۵۲^{ns}$
	چرا شده	۵/۶±۱/۰			
عمق ۲	قرق	۸/۱±۱/۱	$۳/۲^{**}$	۱۰	$-۵/۲^{**}$
	چرا شده	۵/۱±۰/۴۳			

ns، عدم معنی‌داری و ** معنی‌داری در سطح ۱ درصد را نشان می دهد.

نتایج حاصل از اندازه‌گیری ذخیره نیتروژن خاک نشان داد بین دو منطقه قرق و چراشده تفاوتی معنی‌داری در عمق اول وجود ندارد. ولی در عمق دوم بین ذخیره نیتروژن خاک در دو منطقه مورد مطالعه تفاوت معنی‌دار در سطح یک درصد وجود دارد. بطوریکه ذخیره نیتروژن در عمق دوم خاک منطقه قرق ۰/۸۸ تن در هکتار و در منطقه چرا شده ۰/۴۸ تن در هکتار است (جدول ۹).

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-05-28]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1401.16.3.4.0]

جدول ۹: آماره‌های مقایسه ذخیره نیتروژن خاک در دو سایت قرق و چراشده

خصوصیات اندازه‌گیری شده	گونه	میانگین (تن در هکتار)	آزمون لیون (F)	درجه آزادی	t مستقل
عمق ۱	قرق	۰/۶۲±۰/۰۷	۰/۵۷**	۱۰	۱/۳۵^{ns}
	چرا شده	۰/۵۴±۰/۱			
عمق ۲	قرق	۰/۸۸±۰/۱	۰/۱۱**	۱۰	-۵/۵**
	چرا شده	۰/۴۸±۰/۱			

ns، عدم معنی‌داری و ** معنی‌داری در سطح ۱ درصد را نشان می دهد.

بحث و نتیجه‌گیری

بهره‌برداری از مراتع در حد توان آن‌ها، علاوه بر تامین نیازهای انسان، موجب حفظ نقش کارکردی این اکوسیستم‌ها خصوصا از نظر ذخیره کربن و نیتروژن خواهد شد. بر همین اساس مطالعه در زمینه پویایی کربن خاک و گیاه و فاکتورهای کنترل کننده آن در اکوسیستم‌های مرتعی به دانستن و ارزیابی چرخه جهانی کربن و تغییرات آب و هوای جهانی کمک می‌کند. اینکه آیا مراتع به عنوان یک مخزن یا منبع ذخیره کربن اتمسفر عمل می‌کنند، بستگی به نوع مدیریت، اقلیم، نوع پوشش‌گیاهی و اثرات چرای دام دارد (۱۴).

نتایج نشان داد که مقدار ذخیره کربن و نیتروژن در خاک دو منطقه قرق و چرا شده تفاوت معنی‌داری با هم داشتند. مقدار کربن و نیتروژن در منطقه قرق بیشتر از منطقه چراشده می‌باشد. منبع مهم کربن آلی در خاک بخش‌های مختلف گیاهان می‌باشد که به تدریج به خاک منتقل و دست‌خوش تغییرات شیمیایی و بیولوژیکی می‌گردند. در مرتع قرق شده که رویش گیاهان انبوه‌تر از مرتع چرا شده می‌باشد (۱۷)، مقدار بخش‌های گیاهی منتقل شده به خاک بیشتر بوده و از این رو ماده آلی آن هم بیشتر می‌باشد. در مرتع چراشده به علت کاهش پوشش‌گیاهی و از بین رفتن لاشبرگ (۱۷)، فرآیند تجزیه کند و مقدار ماده آلی خاک کاهش می‌یابد که به دنبال آن کاهش ذخیره کربن و نیتروژن اتفاق می‌افتد. این نتایج با یافته‌های درنر و اسکومن (۲۰۰۷)، پی و همکاران (۲۰۰۸)، زاو و همکاران (۲۰۰۷)، سوری و همکاران (۲۰۲۰) و کمالی و همکاران (۲۰۲۰) مطابقت دارد. این امر ناشی از آن است در نقاطی که گیاهان غالب حضور بیشتری دارند، میزان کربن آلی و نیتروژن خاک بالاتر است و این عامل باعث مرغوبیت خاک به لحاظ بالا بودن ماده آلی می‌شود (۱۸). همچنین، بالا بودن ماده آلی در منطقه قرق را می‌توان به واسطه شدت بهره‌برداری کمتر این سایت توجیه کرد. زیرا چرای بیش از حد با ایجاد تغییرات منفی در عناصر غذایی خاک و کاهش رشد ریشه، پایداری اکوسیستم مرتعی را به خطر می‌اندازد. همچنین گس و بینکلی (۲۰۱۱) و روی و زیوکین و (۲۰۱۶) به نقش قرق مراتع بر افزایش معنی‌دار کربن خاک نسبت به مراتع تحت چرا در گزارش‌های خود اشاره نمودند. همچنین گونزالز و کلمنتس (۲۰۱۰) و راتور و همکاران (۲۰۱۵) بیان نمودند که قرق مرتع باعث افزایش حاصلخیزی و ذخیره کربن آلی خاک گردیده است. دلیل کاهش ذخیره کربن و نیتروژن در منطقه تحت چرا را می‌توان به‌دلیل برداشت پوشش گیاهی توسط دام و کم شدن درصد پوشش و زی‌توده گیاهی و در نتیجه کاهش بازگشت ماده آلی به خاک دانست. نتایج این مطالعه با تحقیقات وومر و همکاران (۲۰۰۴)، دنر و اسکومن (۲۰۰۷) و مرادی شاه‌قریه و طهماسبی (۲۰۱۶) مطابقت دارد. نتایج مربوط به مقدار وزن مخصوص ظاهری نشان داد که مقدار آن در منطقه قرق کمتر از منطقه تحت چرا است. در این مورد مرادی شاه‌قریه و طهماسبی (۲۰۱۶) بیان کردند در مناطق قرق نیمه‌استپی با پوشش گراس وزن مخصوص ظاهری کاهش چشمگیری نسبت به مناطق غیرقرق داشت و عامل آنرا کاهش پوشش گیاهی و فشردگی خاک در مناطق غیرقرق بیان کردند.

بر خلاف مطالعات قبلی که میزان ذخیره کربن را در لایه سطحی بیشتر از لایه های عمقی گزارش دادند (۱، ۴، ۱۲ و ۳۶) این مطالعه نشان می‌دهد که ممکن است در مناطق خشک، مقدار ذخیره کربن در لایه عمقی بیشتر از لایه سطحی باشد. به عنوان مثال مقدار ذخیره کربن در عمق ۱۵ تا ۳۰ سانتی‌متری برابر با ۸/۱ تن در هکتار بود در حالیکه در لایه صفر تا ۱۵ سانتی‌متری برابر با ۶/۵ تن در هکتار برای منطقه قرق بود. این روند برای مقدار ذخیره نیتروژن نیز صادق بود. بالا بودن مقدار کربن ذخیره شده

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-05-28]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1401.16.3.4.0]

در عمق ۱۵-۳۰ سانتی‌متر در منطقه قرق می‌تواند به این دلیل باشد که، عمده مواد آلی خاک، مربوط به تجزیه ریشه‌های مرده و همچنین تبدیل بیوماس میکروبی، به مواد آلی در این عمق قرار دارد (۶). در مناطق بیابانی میزان زی‌توده سطح زمین به زی‌توده زیرزمین کمتر است. بنابراین مقدار زی‌توده بیشتر زیر زمین می‌تواند مقدار ماده آلی بیشتر را در عمق پایین‌تر ایجاد کند. به‌طور کلی لاشبرگی که در مناطق خشک در سطح خاک قرار می‌گیرد کم است و همین مقدار کم بخاطر شرایط رطوبتی ناکافی در شرایط تجزیه‌ای مناسبی قرار ندارد که به هوموس تبدیل و به خاک اضافه شود. علاوه بر این شرایط فرسایش خاک سطحی را نیز می‌بایست در این مورد در نظر گرفت. علاوه بر موارد ذکر شده می‌توان مدفون شدن خاک‌های قدیمی با ماده آلی بیشتر در گذشته را نیز به موارد ذکر شده اضافه کرد. با توجه به اینکه با افزایش عمق مقدار ماده آلی و همچنین نیتروژن افزایش پیدا می‌کند و وزن مخصوص ظاهری کاهش می‌یابد، به نظر می‌رسد فعالیت بیولوژیکی در عمق‌های پایین بیشتر است و در این مورد نیاز به مطالعات جامع‌تر می‌باشد.

قابل ذکر است که میزان ذخیره کربن در عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری برابر با ۱۴/۶ و ۱۰/۷ تن در هکتار به ترتیب برای منطقه قرق و چرا شده در مناطق خشک مورد مطالعه می‌باشد که با مطالعه احمدی و همکاران (۲۰۱۴) که مقادیر ۱۸۱/۱ و ۶۱/۵ تن در هکتار را به ترتیب برای زیر تاج پوشش تاغ و بین تاج پوشش تاغ بیان کردند، متفاوت می‌باشد. این مقادیر، مقادیر بالایی برای یک منطقه خشک محسوب می‌شوند. ممکن است یکی از خطاهای رخ داده در مطالعات مربوط به ذخیره کربن، عدم به‌کارگیری درست معادله مربوط به محاسبه ذخیره کربن باشد که در مطالعه احمدی و همکاران (۲۰۱۴) دیده شده است.

نتایج مطالعه زمینگ و همکاران (۲۰۱۲) در خصوص ارزیابی مقدار کربن و نیتروژن مراتع نشان داد که این ذخیره‌سازی در خاک به شدت تحت تاثیر مدیریت، تغییرات آب و هوایی و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک می‌باشد. به این دلیل که قسمت اعظم کربن ترسیب‌شده در خاک قرار دارد، فرآیند فرسایش خاک موجب هدررفت کربن می‌گردد و هرگونه عملیات بیولوژیکی و مکانیکی که مانع سیر قهقرایی خاک و پوشش گیاهی شود، قطعاً گام مثبتی در جهت مدیریت ترسیب کربن خواهد بود (۱۳). بنابراین، قرق به‌دلیل افزایش پوشش گیاهی، نقش مؤثری در جلوگیری از هدررفت خاک دارد. به‌طور کلی می‌توان نتیجه‌گیری نمود که چرای دام با کاهش پوشش گیاهی، باعث کاهش ورود بقایای گیاهی به خاک می‌شود. کمبود بقایای گیاهی باعث کاهش ماده آلی خاک که یکی از مهم‌ترین منابع تأمین کننده نیتروژن خاک در مراتع طبیعی به شمار می‌آید، می‌شود. هر گونه کاهش در ورود مواد آلی به خاک موجب اختلال در فعالیت میکروارگانیسم‌های تجزیه‌کننده و کاهش تجزیه مواد آلی، در نتیجه باعث کاهش حاصلخیزی خاک می‌شود. نتایج نشان داد قرق توانسته است نقش مثبت و موثری در بهبود پوشش گیاهی و ذخیره کربن و نیتروژن خاک داشته باشد. در نهایت می‌توان با بررسی عوامل مدیریتی موثر بر ترسیب کربن مراتع، با یک نگرش سیستمی و همه جانبه‌نگر برنامه‌هایی برای حفاظت و صیانت از مراتع کشور تدوین نمود تا ضمن تامین حفاظت کمی و کیفی شرایط خاک، بتوان به طور موثری در جهت مقابله با الودگی هوا و بحران تغییر اقلیم گام برداشت.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از حمایت مالی دانشگاه زابل (Grant code: IR- UOZ-GR-8721) برای انجام این پژوهش تشکر و قدردانی می‌گردد.

References

1. Ahmadi, H., Gh.A. Heshmati & H.R. Naseri, 2014. Soil carbon sequestration potential in desert lands under the influence of hawthorn and perch (Case study: Aran and Bidgol). The Desert Ecosystem Engineering Journal, 3(5): 29-36. (In Persian)
2. Basiri, M., & M. Iravani, 2009. Vegetation changes after 19 years of experimental enclosure in central Zagros. Journal of Rangeland, 3(2): 155-170. (In Persian)

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-05-28]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1401.16.3.4.0]

3. Batjes, N.H., 1996. Total carbon and nitrogen in the soils of the world. European Journal of Soil Science, 47: 151–163.
4. Cao, J., H. Zhao & Y. Qin, 2018. Biomass allocation between above- and below-ground and it impacted factors of shrubby areas and grasslands in upper Heihe River Basin of China. The 2018 International Conference on Biotechnology and Bioengineering (8th ICBB), 24–26 October 2018, Budapest, Hungary. AIP Conference Proceedings 2079, 020026 (2019); https://doi.org/10.1063/1.5092404.
5. Derner, J.D. & G.E. Schuman, 2007. Carbon sequestration and rangelands: A synthesis of land management and precipitation effects. Journal of Soil and Water Conservation, 62(2): 77-85.
6. Dianati Tilaki, G.H., A. Naghipoor Borj, H. Tavakkoli, M. Heidarian Agha Khani & S. Afkham Aloshoara, 2009. Effect of enclosure on soil and plant carbon sequestration in semi- arid rangeland of northern Khorasan province. Journal of Rangeland, 3(4): 668-679. (In Persian)
7. Ebrahimi, M., H. Khosravi & M. Rigi, 2016. Short-term grazing exclusion from heavy livestock rangelands affects vegetation cover and soil properties in natural ecosystems of southeastern Iran. Ecological Engineering, 95: 10–18.
8. Gass, T.M. & D. Binkley, 2011. Soil nutrient losses in an altered ecosystem are associated with native ungulate grazing. Journal of Applied Ecology, 48: 952-960.
9. Gonzales, E.K. & D.R. Clements, 2010. Plant community biomass shifts in response to mowing and fencing in invaded oak meadows with non-native grasses and abundant ungulates. Restoration Ecology, 18(5): 753–761.
10. Gregorich, E.G., M.H. Beare, U.F. McKim & J.O. Skjemstad, 2006. Chemical and biological characteristics of physically uncomplexed organic matter. Soil Science Society American Journal, 70: 975-985.
11. Hill, M.J., 2003. Generating generic response signals for scenario calculation of management effects on carbon sequestration in agriculture: Approximation of main effect using CENTURY. Environmental Modeling & Software, 18: 899-913.
12. Islam, K.K., S. Anusontpornperm, I. Kheoruenromne & S. Thanachit, 2014. Relationship between carbon sequestration and physico-chemical properties of soils in salt-affected areas, Northeast Thailand. Kasetsart Journal (Natural Science), 48: 560 – 576.
13. Izaurralde, R., C.J.R. Williams., W.M. Post & A.M. Thamson, 2007. Long-term modeling of soil C erosion and sequestration at the small watershed scale. Climate Change, 80(1-2): 73-90.
14. Jia B., G. Zhou, F. Wang, Y. Wang & E. Weng, 2007. Effects of grazing on soil respiration of *Leymus chinensis* steppe. Climatic Change, 82: 211-223.
15. Joneidi, H., S. Amani & P. Karami, 2016. Effects of grazing intensities on carbon sequestration and storage in the rangelands of Bijar protected area. Journal of Rangeland, 10(1): 53-67. (In Persian)
16. Kamali, N., A. Eftekhari, M. Soori, S. Nateghi & M. Bayat., 2020. Grazing impact on vegetation cover and some soil factors (Case study: Houz-e-Soltan Lake, Qom). Journal of Rangeland, 14(1): 85-94. (In Persian)
17. Khodadoust, M., 2021. Investigation the effect of grazing on soil carbon and total nitrogen storage (Case study: Koteh region-Khash city). Master of science thesis in range management, department of range and watershed management, Faculty of water and soil, University of Zabol. 75p. (In Persian)
18. Kolahchi, N., 2011. Carbon sequestration, in rangeland ecosystems. Journal of Sonboleh (Natural resource Section), 210: 38-42.
19. Lal, R., 2013. Soil carbon sequestration for climate, food security and ecosystem services. International conference Reykjavik, ICELAND, May 26- 29, 2013.p.6
20. Lemma, B., 2006. Impact of exotic tree plantations on carbon and nutrient dynamics in abandoned farmland soils of southwestern Ethiopia, Doctoral's dissertation ISSN 1652-6880, ISBN 91-576-7257-1.
21. Moradi Shahghariyeh, M. & P. Tahmasbi, 2016. The effect of enclosure on carbon sequestration and soil physical and chemical properties in semi steppe rangelands of Chaharmahal and Bakhtiari Province. Natural ecosystem of Iran, 6(4): 97-109. (In Persian)
22. Naghipour Borj, A.A., M. Haidarian & M. Nasri, 2012. An investigation of carbon sequestration and plant biomass in modified rangeland communities (Case study: Sisab rangelands of Bojnord). Watershed Management Research (Pajouhesh & Sazandegi), 94: 19-26. (In Persian)

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-05-28]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1401.16.3.4.0]

23. Pearson, T.R.H., S.L. Brown & R.A. Birdsey, 2007. Measurement guidelines for the sequestration of forest carbon. Gen. Tech. Rep. NRS-18. Newtown Square, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station. 42 p.
24. Pei, S., H. Fu. & C. Wan., 2008. Changes in soil properties and vegetation following enclosures and grazing in degraded Alxa desert steppe of Inner Mongolia, China. Agriculture, Ecosystems and Environment, 124: 33–39.
25. Rathore, V.S., J.P. Singh, S. Bhardwaj, N.S. Nathawat, M. Mahesh Kumar & M. Roy, 2015. Potential of native shrubs *Haloxylon salicornicum* and *Calligonum polygonoides* for restoration of degraded lands in arid western Rajasthan, India. Environmental Management, 55: 205–216.
26. Rui, X., & W. Xiuqin, 2016. Effects of grazing intensity on soil organic carbon of rangelands in Xilin Gol League, Inner Mongolia, China. Journal of Geographical Sciences, 26(11): 1550-1560.
27. Sharifi, J. & M. Akbarzadeh, 2016. Investigating the impact of enclosure on vegetation changes and restoration of rangeland utility indicator species in Ardabil province. Journal of Rangeland, 4(10): 376-386. (In Persian)
28. Siahmansour, R., M. Akbarzadeh, E. Zandi Esfahan, K. Khademi & S.A. Javadi, 2015. Investigation of the enclosure on vegetation characteristics and soil conservation in summer rangelands of Gardaneh Zagheh. Range and Desert Research, 22(3): 417-425. (In Persian)
29. Sobanski, N., & M. Marques, 2014. Effects of soil characteristics and exotic grass cover on the forest restoration of the Atlantic Forest region. Nature Conservation, 22: 217-222.
30. Souri, M., M. Fayaz, N. Kamali, S. Nateghi & P. Ashouri, 2020. The carbon storage capacity of the *Artemisia sieberi* Besser under the enclosure (Kalat Sadat Abad, Sabzevar city). Journal of Plant Research, 32(4): 1-10.
31. Stark, S. & D. Grellmann, 2002. Soil microbial responses to herbivory in an arctic tundra heath at two levels of nutrient availability. Ecology, 83: 2736-2744.
32. Tamartash, R., M. Yousefian, Kh. Mahdavi & M. Mahdavi, 2012. Investigation of enclosure effect on Artemisia carbon sequestration in the arid zone of Semnan province. Iranian Journal of Natural Environment (Iranian Journal of Natural Resources), 65(3): 341-352. (In Persian)
33. Tavousi, T. & M. Armesh, 2012. Statistical analysis and forecast of early frosts in Khash city during the statistical period of 1365-1387. Sepehr, 21(84): 28-30.
34. UNDP. 2000. Carbon sequestration in the desertified rangelands of Hossein Abad, south Khorasan, Through through community- based management, Ministry of Jihad-e-Sazandegi, Forest and Rangeland Organization (FRO)program coordination, pp: 1-7.
35. Woomer, D.L., A. Touré, & M. Sall, 2004. Carbon stocks in Senegal's Sahel transition zone. Journal of Arid Environment, 59(3): 499-510.
36. Zarinkafsh, M., A.M. Sabbaghi & Z. Nalbandi Qaraqieh, 2015. Investigation and determination of organic carbon sequestration in three types of soils with three types of vegetation (Case study: Some parts of Qazvin and Zanjan provinces. Environmental Research, 6(11): 108-118.
37. Zhang, X., M. Xu, N. Sun, W. Xiong, S. Huang, & L. Wu, 2016. Modelling and predicting crop yield, soil carbon and nitrogen stocks under climate change scenarios with fertilizer management in the North China Plain. Geoderma, 265: 176-186.
38. Zhao, H., J. Cui & R. Zhou, 2007. Soil properties, crop productivity and irrigation effects on five croplands of Inner Mongolia. Soil and Tillage Research, 93: 346–355.
39. Zhiming Qi., P.N.S. Bartling, L. Ahuja, J. Derner, H.D. Gale & M. Liwang, 2012. Development and evaluation of the carbon–nitrogen cycle module for the GPFARM-Range model. Computers and Electronics in Agriculture, 83: 1–10.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-05-28]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1401.16.3.4.0]