"مقاله پژوهشی"

بررسی تأثیر قرق بر برخی از خصوصیات خاک، ترسیب کربن و برآورد ارزش اقتصادی کربن ترسیب شده (مطالعه موردی: مراتع خشک شمال گنبدکاووس)

حمیدرضا عسگری[۱]، محمد ساورعلیا[۲]، حسن یگانه[۳]، فرهاد هنردوست[۴] و مریم ممبنی[۵]

۱- دانشیار دانشکده مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان (نویسنده مسوول: hras2010@gmail.com)
۲- کارشناسی ارشد مدیریت بیابان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۳- استادیار دانشکده مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۴- کارشناس اداره منابع طبیعی گرگان
۵- دکتری بیابان‌زدایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۷/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۰/۴
صفحه: ۱ تا ۱۱

چکیده

اکوسیستم‌های مرتعی سطح وسیعی از اراضی جهان را تشکیل می‌دهند و از لحاظ اقتصادی و زیست‌محیطی دارای اهمیت ویژه‌ای هستند، بنابراین با توجه به گسترش کاربرد قرق به منظور اصلاح مراتع و ترسیب کربن، بررسی اثرات آن بر خصوصیات خاک و محاسبه ارزش اقتصادی کربن ترسیب‌یافته اهمیت دارد. این مطالعه با بررسی اثر قرق بر برخی از خصوصیات خاک و ترسیب کربن در مراتع خشک دوزالوم استان گلستان انجام گردید. در این تحقیق نمونه‌برداری خاک با استفاده از روش سیستماتیک-تصادفی و استقرار سه ترانسکت به طول ۱۰۰ متر که در امتداد هر ترانسکت ۱۰ نقطه مشخص گردیده است، صورت گرفت. در هر نقطه اقدام به اخذ نمونه خاک گردید. در مجموع ۳۰ نمونه خاک سطحی (از عمق ۱۵-۰ سانتی‌متری) در هر منطقه اخذ شده است. سپس در آزمایشگاه، ویژگی‌های خاک، وزن مخصوص ظاهری، تخلخل خاک، رطوبت خاک، اسیدیته، هدایت الکتریکی، سدیم، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهک، نیتروژن، نسبت جذب سدیم و کربن خاک اندازه‌گیری شدند. برای مقایسه منطقه شاهد و قرق در مورد داده‌های همگن از آزمون t مستقل و برای متغیر کربن از آزمون غیر پارامتری من ویتنی استفاده شد. داده‌های حاصل از نتایج آزمایش‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفتند. برای ارزشگذاری کارکرد ترسیب کربن از سیاست مالیات بر کربن و مخارج انتشار کربن به عنوان ارزش سایه ای کربن استفاده شد. بررسی نتایج حاصل از تجزیه‌وتحلیل تغییرات پارامترهای خاک در دو سایت نشان می‌دهد که قرق مرتع به مدت ۱۵ سال در مناطق مورد مطالعه تأثیر کمی بر خصوصیات خاک گذاشته و از نظر آماری فقط نسبت جذب سدیم معنی‌دار بوده است. همچنین نتایج نشان داد که عملیات قرق مرتع در مقایسه با منطقه شاهد، تأثیر معنی‌داری بر کمیت کربن ترسیب شده نداشته است و عرصه قرق شده از نظر کارکرد ترسیب کربن از ارزش اقتصادی برابر ۲۵۵۹۰۹/۵ تومان برخوردار است.

واژه‌های کلیدی: ارزش کربن، استان گلستان، ترسیب کربن، خصوصیات فیزیک و شیمیایی خاک، قرق، مرتع، منطقه دوزالوم

مقدمه

مراتع در عرضه محصولات و خدمات به جوامع انسانی از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند (۱۷). کاربری عمومی این اراضی استفاده به‌عنوان چراگاه بوده و چرای بیش از ظرفیت مرتع در این نواحی اغلب منجر به تغییر در کمیت و کیفیت پوشش گیاهی و خاک، افزایش زمین‌های بایر و توسعه بیابان‌زایی شده است. چرای شدید و مداوم همچنین می‌تواند از طریق کاهش تجمع کربن در سیستم‌های خاک بر پتانسیل‌های جذب کربن در این عرصه ها تأثیر بگذارد (۴،۱۰، ۲۷،۴۷) همچنین افزایش نگرانی‌ها در زمینه آثار منفی گازهای گلخانه‌ای موجب شده است که به خاک و توانایی آن در ترسیب پایدار کربن توجه ویژه‌ای شود (۵۳). متأسفانه در قرن اخیر فعالیت‌های توسعه اقتصادی، کشاورزی، زیستی و غیره بشر موجب تخریب این عرصه شده است. دلیل اصلی از بین رفتن پوشش گیاهی و تخریب خاک در مراتع، فشار بیش از حد دام می‌باشد. چرای دام بر روی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک نیز تأثیر می‌گذارد به‌طوری‌که در بسیاری از مواقع باعث کاهش مواد آلی و به دنبال آن باعث کاهش ذخیره کربن در خاک می‌شود. درصورتی‌که احیای اراضی با گونه‌های مرتعی سبب افزایش کربن آلی خاک و کاهش فرسایش سطحی خاک می‌شود (۵،۶،۴۴). جهت کاهش و یا از بین بردن قسمتی از مشکلات ایجاد شده، سازمان‌های مسئول از سالیان پیش، طرح‌هایی را برای احیاء و اصلاح این مراتع شروع نموده‌اند. از جمله‌ی این برنامه‌ها می‌توان به مدیریت قرق اشاره کرد که با تأثیرات مستقیم و یا غیرمستقیم بر میزان درصد پوشش گیاهی و زیست‌توده و ترسیب کربن گونه‌های مرتعی مؤثر است (۲۳،۵۱). همان‌طور که گبرگرز و همکاران (۱۳) نشان دادند که قرق مرتع تأثیر مثبتی در احیای زمین‌های مرتعی تخریب‌شده دارد، بنابراین پتانسیل ترسیب کربن و عناصر غذایی خاک را بهبود می‌بخشد. به گفته مکوریا و همکاران (۲۹) خاک در مناطقی که قرق شده‌اند دارای محتوای ماده آلی خاک بالاتر (SOM) در مقایسه با مناطقی که چرا صورت می‌گرفت، بود. به‌طور مشابه، کونانت و همکاران (۹) در یک سنتز جدید اظهار داشتند که بهبود مدیریت چرا باعث افزایش کربن خاک می‌شود. برای بررسی موفقیت اقدامات احیایی اجرا شده لازم است مشخصه‌های اکوسیستم در طول زمان ارزیابی و با مناطق شاهد مقایسه شود (۲۸). خاک و گیاه جزئی از اکوسیستم بوده که در ارتباط متقابل با یکدیگر هستند. به‌طوری‌که گونه‌های گیاهی بر روی خواص فیزیکی و شیمیایی خاک تأثیر می‌گذارند و در جهت مقابل گیاه نیز از خاک تأثیر می‌پذیرد؛ بنابراین، آگاهی و

[Downloaded from drnl.sanru.ac.ir on 2025-12-18]
[DOR: 20.1001.1.27174425.1400.2.3.2.2]

دانش در مورد مکانیسم‌های خاک و گیاه در مدیریت این اراضی دارای اهمیت است. اصلاح و احیاء مراتع با رعایت شرایط اکولوژیکی می‌تواند موجب بهبود کمی و کیفی پوشش گیاهی و ویژگی‌های خاک گردد (۳۰) خاک‌های تحت قرق به‌وسیله پوشش گیاهی حفاظت می‌شوند و در طی زمان باعث افزایش ماده آلی خاک و فعالیت گیاهان شده، ساختمان خاک بهبود یافته، ظرفیت نفوذپذیری خاک زیاد شده و در نتیجه فرسایش خاک کاهش می‌یابد (۲۱). طی تحقیقی مدینارولدن و همکاران (۲۶) با بررسی تأثیر قرق ۷ ساله بر میزان کربن آلی در شمال انگلستان اذعان داشتند که قرق باعث کاهش لاشبرگ و در نتیجه کاهش چرخه کربن در یک اکوسیستم احیاء شده می‌شود. استفنز و همکاران (۴۸) بر ثابت ماندن خصوصیات فیزیک و شیمیایی خاک بعد از ۵ سال قرق و بهبود آن بعد از ۲۵ سال قرق در استپ‌های نیمه خشک مونگولیا اشاره داشتند. احمدی و همکاران (۲) نشان دادند که عملیات قرق، میزان ماده آلی، کربن آلی، فسفر و شوری خاک را کاسته و بر بافت و اسیدیته تأثیری نداشت. حیدریان آقاخانی و همکاران (۱۴) در تحقیقی پی بردند که مدیریت باعث افزایش میزان کربن، نیتروژن، ماده آلی و هدایت الکتریکی خاک شده است، اما مقدار اسیدیته خاک کاهش یافته است، همچنین تغییر معنی‌داری در میزان فسفر و نسبت کربن به نیتروژن دو منطقه مشاهده نشد. محقق و همکاران (۳۲)، فدایی و همکاران (۱۱)، مهدوی و همکاران (۲۲)، یاری و رستمی (۵۷) و اوجی و همکاران (۴۰) نیز تحقیقات مشابهی را در مناطق مختلف انجام دادند.

اگرچه مقدار ترسیب کربن مراتع در واحد سطح ناچیز است اما با توجه به وسعت بالای آن‌ها، این اراضی دارای قابلیت زیادی جهت ترسیب کربن می‌باشند (۴۵). لال، (۲۰) و اسمیت، (۴۶) اظهار داشتند که بسیاری از پروژه‌های اصلاحی، باعث افزایش ترسیب کربن در خاک شده و از طرفی، افزایش کربن ساختاری منجر به بهبود ساختمان، تخلخل و نفوذپذیری خاک می‌شود و همچنین، مقدار و کیفیت ذخیره کربن آلی خاک در بهبود کیفیت و افزایش تولید پذیری خاک نقش اساسی دارد. مقدار ذخایر کربن در مراتع ۲۰-۰ سانتی‌متری ۳۱۵۹ گرم کربن بر مترمربع سطح مرتع نسبت به ۲۴۳۸ گرم کربن بر مترمربع سطح جنگل، بالاتر است، پس مراتع از پتانسیل بالاتری برای ترسیب برخوردارند (۲۴). در برنامه توسعه سازمان ملل متحد عنوان شده است که قابلیت ترسیب کربن در مراتع ایران، به شرطی که این مراتع مورد احیاء قرار گرفته و به طور شایسته‌ای مدیریت شوند معادل یک میلیارد تن کربن می‌باشد (۵۲) که ارزش این مقدار کربن برابر با حدود ۲۰ میلیون تن نفت است. مسائل ناشناخته زیادی در رابطه با توانایی ترسیب کربن گونه‌های مختلف مرتعی در مراتع مختلف کشور وجود دارد که رسیدن به پاسخ آن نیازمند انجام تحقیقات گسترده در این زمینه است؛ در این مورد هر گونه گیاهی در هر رویشگاهی پاسخ متفاوتی به برنامه های مدیریتی نشان می دهد و قاعدتاً روی موضوع توان ترسیب کربن هم تاثیر خواهد گذاشت. بنابراین، در این پژوهش، سعی شد تا تأثیر عملیات قرق مرتع بر برخی از ویژگی‌های خاک و پوشش گیاهی و همچنین میزان ترسیب کربن موجود در خاک مورد ارزیابی قرار گیرد. به‌علاوه، ارزش اقتصادی تأثیر قرق بر نرخ ترسیب کربن مراتع خشک منطقه دوزالوم مورد بررسی قرار گیرد.

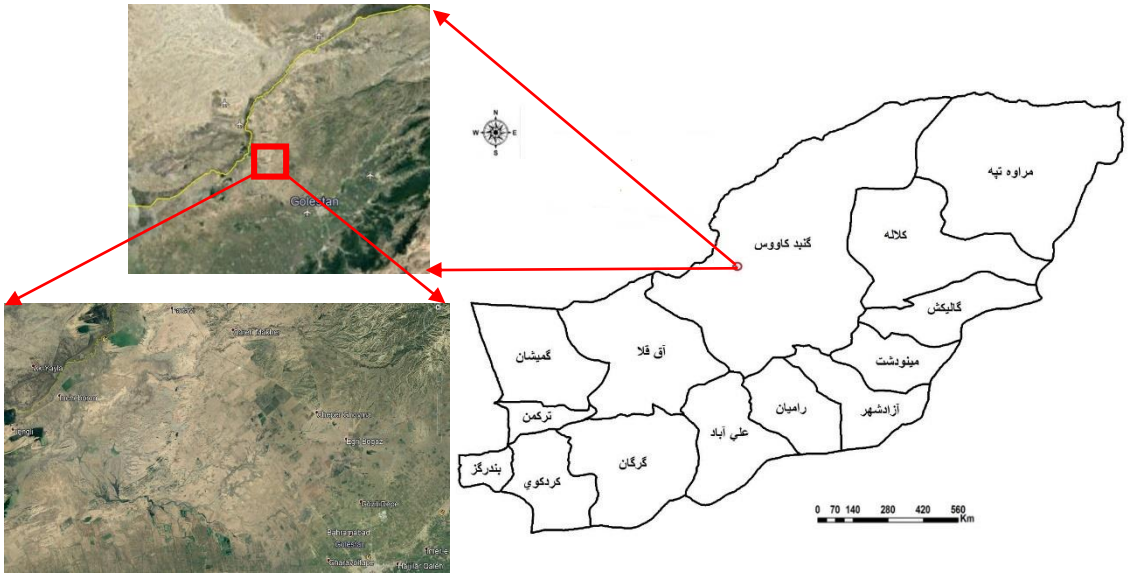
مواد و روش‌ها

موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

محل اجرای تحقیق منطقه دوزالوم از مراتع قشلاقی استان گلستان است که بین عرض جغرافیایی "۴۲ '۲۵ °۳۷ و طول جغرافیایی "۵۴°۵۲'۵۷ قرار دارد. دوزالوم جزء مراتع شور استان گلستان است. مراتع خشک دوزالوم حدود ۱۰۰۰ هکتار وسعت دارد و از لحاظ تقسیمات سیاسی جزء شهرستان گنبدکاووس، استان گلستان به شمار می‌رود. این منطقه از سال ۱۳۸۵ توسط مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان تحت حفاظت و قرق قرار گرفته است. ارتفاع این منطقه از سطح دریا ۲۲ متر است. آب و هوای منطقه بر اساس آمار ایستگاه هواشناسی سد وشمگیر و اینچه برون گرم و خشک بوده و از نظر تقسیم‌بندی اقلیمی آمبرژه به ترتیب جزء اقلیم خشک و معتدل و نیمه بیابانی محسوب می‌گردد. میانگین بارندگی سالانه آن ۳۰۴ میلی‌متر است که در فاصله ماه‌های آبان تا اردیبهشت نازل می‌شود. شکل (۱) موقعیت و محدوده منطقه مورد مطالعه را بر روی نقشه استان گلستان نشان می‌دهد. به علت اینکه خاک‌های منطقه اغلب شور می باشند، لذا پوشش نباتی طبیعی منطقه را به طور عمده گیاهان مقاوم به شورروی، و شور پسند و گراس‌های یکساله تشکیل می دهند. علاوه بر آتریپلکس لنتوفورمیس گونه *Halocnemunm strobilaceum* تیپ غالب گیاهی منطقه را تشکیل می دهد، رویش این گونه از بهمن ماه شروع شده و در مهرماه خاتمه می یابد. از دیگر گونه‌های این منطقه می‌توان به *Halostachys caspica* (مارونگ)، *Salsola* (علف شور)، *Aeluropuslagopoides* (چمن شور پا گربه‌ای) اشاره کرد.

[Downloaded from drnl.sanru.ac.ir on 2025-12-18]

[DOR: 20.1001.1.27174425.1400.2.3.2.2]



شکل ۱- موقعیت و محدوده منطقه مورد مطالعه بر روی نقشه استان گلستان
Figure 1. Location of the study area on the map of Golestan province

مطالعات و اندازه‌گیری‌های صحرایی و نمونه‌برداری خاک

از روش تصادفی-سیستماتیک برای مطالعه و برداشت داده‌های مربوط به متغیرهای خاک استفاده گردید. به این منظور، در هر یک از مناطق مورد بررسی (منطقه قرق و مراتع هم‌جوار آن که به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شد) سه ترانسکت به طول ۱۰۰ متر قرار داده شد و در امتداد هر ترانسکت ۱۰ نقطه به‌طور تصادفی مشخص و در آن نقاط، نمونه‌های خاک برداشت گردید. در مجموع ۳۰ نمونه از خاک سطحی (از عمق ۱۵-۰ سانتی‌متری) تهیه گردید (۳۹). به‌منظور انجام آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی، نمونه‌های خاک جمع آوری شده به آزمایشگاه منتقل شد. کلیه نمونه‌های خاک به مدت ۲۴ ساعت در هوای آزاد قرار گرفته‌اند تا کاملاً خشک شوند (۳۰) و پس از کوبیده شدن از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد (۱۸).

اسیدیته خاک در حالت گل اشباع و با استفاده از دستگاه pH متر (۲۵) و هدایت الکتریکی با قرار دادن دستگاه هدایت سنج الکتریکی (۴۱) در عصاره اشباع انجام شد، درصد کربن آلی خاک بر اساس روش والکی و بلاک[1] (۳۸،۵۳،۵۵) اندازه‌گیری شد. تعیین وزن مخصوص ظاهری در تیمارها به روش کلوخه و پارافین بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب (۸)، درصد رطوبت اشباع خاک به صورت وزنی و تخلخل نمونه‌ها نیز با استفاده از جرم مخصوص ظاهری و حقیقی خاک محاسبه گردید. اندازه‌گیری نیتروژن کل با روش کجلدال، کربنات کلسیم ($CaCO_3$) با استفاده از روش کلسی‌متری، مقدار سدیم و پتاسیم از روش فلیم فتومتری و بر حسب میلی اکی والان در لیتر (۴۱)، مقدار کلسیم و منیزیم از روش تیتراسیون و با استفاده از محلول E.D.T.A بر حسب میلی اکی والان بر لیتر مورد محاسبه قرار گرفت. با به دست آوردن مقدار کلسیم، منیزیم و سدیم و جاگذاری در معادله (۱) نسبت جذب سدیم (SAR) محاسبه گردید.

رابطه (۱):

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

تجزیه‌وتحلیل آماری

داده‌های به دست آمده بر اثر مطالعات آزمایشگاهی در نرم‌افزارSPSS نسخه ۱۶ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. قبل از انجام تجزیه و تحلیل آماری، داده‌ها از نظر عدم وجود ناهنجاری‌هایی مانند مقادیر پرت کنترل شدند و نرمال بودن آن‌ها توسط آزمون اندرسون دارلینگ[2] در سطح احتمال پنج درصد مورد بررسی قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون تی مستقل و در سطح معنی‌داری ۵ درصد انجام شد.

برآورد ارزش اقتصادی ترسیب کربن خاک

پس از تعیین میزان ترسیب کربن، ارزش اقتصادی آن محاسبه شد. در تحقیق حاضر برای ارزش‌گذاری کارکرد جذب دی‌اکسید کربن از سیاست مالیات بر کربن[3] و مخازن انتشار کربن به‌عنوان ارزش سایه‌ای کربن استفاده شده است (۴۹). برای برآورد ارزش کارکرد ترسیب کربن، محققان مختلف مقادیر متفاوتی را به‌عنوان ارزش کربن مدنظر قرار داده‌اند که با اشاره به برخی از این تحقیقات، قیمت سایه‌ای مناسب به‌منظور انجام محاسبات اقتصادی انتخاب می‌شود. فنخوزر (۱۲)، ارزش پولی ترسیب کربن مبتنی بر قیمت‌گذاری سایه‌ای را معادل ۲۵/۳ دلار بر تن برای سال‌های ۲۰۲۰-۲۰۱۱ برآورد نموده است. در این تحقیق با استناد به مطالعه فنخوزر (۱۲)، رقم ۲۵/۳ دلار بر تن به‌عنوان ارزش سایه‌ای کربن برای سال ۱۳۹۶ (۲۰۱۷) مدنظر قرار گرفته و بر اساس آن ارزش کربن خاک تیپ‌های مرتعی منطقه محاسبه شد.

نتایج و بحث

در این تحقیق ابتدا آزمون همگنی و نرمال بودن داده‌ها انجام شد. نتایج مشخص کرد به غیر از کربن خاک بقیه متغیرها از توزیع نرمال برخوردار بوده و همچنین داده‌ها همگن بوده‌اند؛

1- Valki belack 2- Anderson-Darling Test 3- Carbon Tax Policy

[Downloaded from drnl.sanru.ac.ir on 2025-12-18]
[DOR: 20.1001.1.27174425.1400.2.3.2.2]

بنابراین برای مقایسه منطقه شاهد و قرق در مورد داده‌های همگن از آزمون t مستقل و برای متغیر کربن از آزمون غیر پارامتری من‌ویتنی به خاطر نرمال نبودن مشاهدات استفاده شد.

جدول (۱) ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در دو منطقه شاهد و قرق آورده شده است.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در دو منطقه شاهد و قرق

Table 1. Physical and chemical properties of soil in control and exclosure areas

متغیر	سایت	میانگین	t	واحد
وزن مخصوص ظاهری	شاهد	۱/۷۷	۰/۵۰۲	گرم بر مترمکعب
	قرق	۱/۷۰	۰/۵۰۲	
تخلل	شاهد	۴۲/۵۱	-۱/۳۴۰	درصد
	قرق	۴۵/۵۸	-۱/۳۴۰	
رطوبت اشباع	شاهد	۴۵/۳۵	-۰/۱۲۰	درصد
	قرق	۴۵/۵۸	-۰/۱۲۰	
هدایت الکتریکی	شاهد	۴/۶۲	-۳/۶۵۵	دسی‌زیمنس بر متر
	قرق	۵/۷۲	-۳/۶۵۵	
اسیدیته	شاهد	۸/۴۱	۳/۶۰۹	-
	قرق	۷/۸۱	۳/۶۰۹	
آهک	شاهد	۱۶/۳۰	۴/۹۸۷	-
	قرق	۱۴/۴۳	۴/۹۸۷	
نیتروژن کل	شاهد	۰/۰۱۸	-۲/۳۶۵	درصد
	قرق	۰/۰۸۵	-۲/۳۶۵	
منیزیم	شاهد	۴/۶۶	-۳/۰۷۳	میلی‌اکی والان بر لیتر
	قرق	۶/۱۶	-۳/۰۷۳	
پتاسیم	شاهد	۲۴/۴۸	-۴/۶۳۳	میلی‌اکی والان بر لیتر
	قرق	۳۴/۱۶	-۴/۶۳۳	
سدیم	شاهد	۵/۴۰	۱/۵۸۵	میلی‌اکی والان بر لیتر
	قرق	۴/۲۲	۱/۵۸۵	
کلسیم	شاهد	۳۰/۱۸	-۴/۳۸۷	میلی‌اکی والان بر لیتر
	قرق	۴/۹۸	-۴/۳۸۷	
نسبت جذب سدیم	شاهد	۳۴/۳۴	۲/۳۰۷	
	قرق	۲۳/۱۴	۲/۳۰۷***	-

***: تفاوت معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ وجود دارد.

همان‌طور که در شکل (۲a) مشاهده می‌شود مقدار وزن مخصوص ظاهری خاک در منطقه قرق کمتر از مرتع شاهد است. جرم مخصوص ظاهری یک پارامتر فیزیکی خاک محسوب می‌شود که بیان کمی آن در بسیاری از مطالعات آب و خاک از اهمیت بسیاری برخوردار است. در مطالعه حاضر، وزن مخصوص ظاهری خاک بر اثر اجرای عملیات قرق کاهش یافته است. تردد زیاد دام و کاهش پوشش گیاهی در مرتع چرایی باعث تراکم و فشردگی خاک شده و در نتیجه وزن مخصوص افزایش می‌یابد. همچنین کاهش مقدار ماده آلی در مراتع تحت چرای دام باعث افزایش وزن مخصوص ظاهری شده است. از سویی دیگر، با از بین رفتن مواد آلی و خرد شدن خاکدانه‌ها در اثر تردد دام که خاکدانه‌ها را به ذرات ریزتری تبدیل می‌کند (این ذرات در خلل و فرج خاک جای می‌گیرد) که به‌نوبه‌ی خود وزن مخصوص ظاهری خاک را افزایش می‌دهند. افزایش نفوذ ریشه و فعالیت‌های بیولوژیکی در مرتع قرق باعث بهبود هوادهی و نفوذ آب به داخل خاک می‌گردد که این امر سبب کاهش وزن مخصوص ظاهری در آن‌ها می‌شود. استفنز و همکاران (۴۸)، پای و همکاران (۴۲) و ژائو و همکاران (۵۸) به این نتیجه رسیدند که چرای زیاد و فشرده شدن خاک توسط لگدکوبی سبب افزایش وزن مخصوص ظاهری خاک شده است.

تخلخل بخشی از حجم ظاهری خاک است که دانه‌های جامد آن را اشغال نکرده‌اند. جدول (۱) نتایج میانگین داده‌های مربوط به تخلخل خاک تحت تأثیر تیمارهای شاهد و قرق در عمق ۰-۱۵ سانتی‌متری را نشان می‌دهد. شکل (۲b) نشان‌دهنده آن است که میزان تخلخل در خاک مرتع شاهد کمتر از مقدار آن در خاک مرتع قرق شده است. ایجاد قرق مرتع، باعث تغییر در بهبود ساختمان خاک و در نتیجه نفوذ بیشتر آب و افزایش پوشش گیاهی مواد آلی خاک می‌گردد که در ثبات ساختمان و پایداری خاکدانه‌ها مؤثرند. نتایج این تحقیق در نقطه مقابل و عکس نتایج مربوط به وزن مخصوص ظاهری خاک در منطقه قرق و سایت شاهد است. به عبارتی قرق باعث افزایش تخلخل در خاک شده است، هرچند از لحاظ آماری معنی دار نبوده است. چرای دام سبب لگدکوبی و فشرده شدن خاک می‌شود. همچنین چرای مفرط و مستمر و برداشت کامل پوشش گیاهی توسط دام، باعث افزایش سرعت آبدوی، افزایش سرعت فرسایش خاک و در نتیجه کاهش مواد غذایی خاک است. برای توجیه این نتیجه می‌توان بیان نمود که قرق باعث بهبود دانه‌بندی خاک و افزایش تخلخل و تهویه شده و در نتیجه، این تغییرات در تحقیقات مختلف در ساختمان خاک تأثیر داشته است (۳۷،۵۴). در این راستا نتایج مشابهی توسط احمدی و همکاران (۲) گزارش شده است که نشان‌دهنده بالا بودن مقدار تخلخل، افزایش پوشش گیاهی و کاهش لگدکوبی دام بر اساس قرق بوده است.

مطابق شکل (۲c) رطوبت اشباع خاک از ۳۰ درصد در منطقه شاهد به ۳۹ درصد در خاک مرتع واقع شده در منطقه قرق

[Downloaded from drnl.sanru.ac.ir on 2025-12-18]

[DOR: 20.1001.1.27174425.1400.2.3.2.2]

افزایش یافته است. رطوبت اشباع خاک به‌طور مستقیم با میزان ذرات ریز خاک و ماده آلی آن در ارتباط است (۴۲). در خاک مرتع واقع شده در منطقه قرق که میزان مقدار مواد آلی آن بیشتر از خاک منطقه تحت چرا است و از ساختمان خاک دست‌نخورده‌تری برخوردار است، مقدار درصد آب در حالت اشباع بیشتر بوده است. پایین بودن درصد رطوبت اشباع در خاک منطقه چرا نشان‌دهنده جذب کمتر رطوبت توسط خاک بوده که این مسئله به وقوع با احتمال بیشتر فرسایش خاک در این منطقه شدت می‌بخشد. در مقابل ارتقاء درصد رطوبت اشباع خاک در مرتع تحت قرق باعث می‌شود خاک به مانند اسفنج آب را به خود جذب کرده و از ایجاد رواناب و فرسایش جلوگیری شود.

نتایج حاصل بیانگر آن است که خاک مرتع تحت مدیریت قرق، نسبت به خاک تحت چرا از EC کمتری برخوردار است تجزیه‌وتحلیل آماری نشان می‌دهد که بین میانگین‌های دو منطقه شاهد و قرق، اختلاف معنی‌داری ($p>0/05$) وجود ندارد (جدول ۱). به‌طوری‌که هدایت الکتریکی خاک از ۸/۴۱ در خاک تحت چرا به ۷/۸۱ دسی زیمنس بر متر در خاک مناطق تحت قرق کاهش یافته است. میزان EC در مرتع شاهد در مقایسه با مرتع قرق شده معنی‌دار نبوده است. بهره‌برداری بیش از حد از مراتع، از بین بردن پوشش گیاهی، همگی خشکزاری منطقه را افزایش داده و این امر سبب افزایش تبخیر شده و در نتیجه تمایل به شوری بیشتر می‌گردد. به نظر می‌رسد با ادامه افزایش مدت قرق و در نتیجه انباشت بیشتر لاشبرگ گیاهی در عرصه قرق میزان یون‌های موجود در لایه سطحی بیشتر شود و در نهایت انتظار افزایش معنی‌دار هدایت الکتریکی وجود خواهد داشت. موت و آیان (۳۵) گزارش دادند که قرق سبب کاهش EC خاک شده است. آن‌ها دلیل آن را بالا بودن شوری خاک سطحی در مرتع تحت چرا به دلیل کاهش پوشش گیاهی و لاشبرگ است که به افزایش درجه حرارت خاک و میزان تبخیر منتج می‌گردد. شکل (۲) نمودار تغییرات میانگین پارامترهای اندازه‌گیری شده خاک در دو منطقه شاهد و قرق را نشان می‌دهد. اسیدیته خاک، دسترسی گیاهان به عناصر غذایی را تحت تأثیر قرار می‌دهد، ازاین‌رو، به‌طور غیرمستقیم تولید بیوماس و غذای مورد نیاز موجودات زنده خاک را تحت کنترل قرار می‌دهد. در خاک‌های به‌شدت اسیدی یا قلیایی، شرایط رشد و نمو برای میکروارگانیسم‌ها نامناسب بوده و به مقادیر پایین اکسیداسیون زیستی مواد آلی منتج می‌گردد (۴۲). با توجه به تجزیه‌وتحلیل داده‌ها (جدول ۱)، بیانگر آن است که مقدار اسیدیته خاک در مرتع تحت قرق کمتر از مرتع شاهد است (شکل ۲e).

تجزیه‌وتحلیل آماری نشان می‌دهد که بین میانگین‌های آهک در دو منطقه شاهد و قرق شده اختلاف معنی‌داری ($p<0/05$) مشاهده نشد (جدول ۱). به‌طوری‌که آهک خاک در اثر اجرای عملیات قرق، از ۱۶/۳۰ درصد در خاک تحت چرا به ۱۴/۴۳ درصد در مناطق تحت قرق کاهش یافته است (شکل ۲f). همچنین قرق باعث کاهش مقدار آهک خاک شده است. وزن مخصوص ظاهری در مرتع چرایی بیشتر از مرتع قرق شده است، چون فشار و لگدکوبی دام سبب فشردگی خاک مرتع چرایی شده و از میزان خلل و فرج آن کاسته و در نتیجه بر نفوذپذیری خاک نسبت به آب کاسته می‌شود. آهک توسط آب و باران به بی کربنات محلول تبدیل شده و به قسمت‌های عمیق خاک منتقل می‌گردد. حال اگر نفوذپذیری خاک زیاد باشد بی‌کربنات از محیط خارج می‌شود. از آنجا که نفوذپذیری خاک مرتع چرایی کمتر بوده و قادر به خروج آهک از خاک نیست، ولی در مرتع قرق شده که نفوذپذیری خاک به علت پوشش گیاهی بیشتر، بهتر بوده و به علت افزایش آب نفوذ یافته و آبشویی، مقدار آهک در منطقه قرق شده کاهش یافته است. نتایج مطالعات آقاسی و همکاران (۱)، زی و ویتینگ (۵۶) و بینکلی و همکاران (۷) نیز مشابه نتایج به دست آمده در تحقیق حاضر است.

همان‌طور که در شکل (۲g) مشاهده می‌شود مقدار پتاسیم در خاک منطقه قرق بیش‌تر از مقدار آن در خاک منطقه شاهد است. مقدار پتاسیم در خاک به‌طورمعمول خیلی بیشتر از مقدار عناصر غذایی پرمصرف دیگر مانند ازت و فسفر است. حنطه (۱۵) در توجیه افزایش ناچیز میزان پتاسیم در منطقه شاهد نسبت به منطقه قرق بیان می‌کند که میزان پتاسیمی که در بیرون منطقه قرق از طریق چرای دام از محیط برداشت شده است، با اضافه شدن آن توسط تردد دام و اختلاط فضولات دامی و لاشبرگ به خاک جبران شده است.

با توجه به شکل (۲h) مشاهده می‌شود که مقدار ازت در منطقه قرق بیش‌تر از منطقه شاهد می‌باشد. ازت از عناصر اصلی مورد نیاز گیاهان است به‌طوری‌که بدون وجود ازت رشد گیاه به مقدار بسیار زیادی کاهش یافته و باعث ریزش پیش از موقع برگ‌ها می‌شود. با توجه به شکل و نتایج به دست آمده (شکل ۲i)، میزان منیزیم در خاک منطقه قرق بیشتر از مقدار آن در خاک منطقه شاهد است. افزایش آهک اغلب می‌تواند هم قدرت اسیدی خاک را اصلاح کند و هم کمبود منیزیم را به دنبال دارد. رفتار منیزیم در خاک کاملاً شبیه کلسیم است و فرق آن در مقدار آن می‌باشد که کمتر از کلسیم است. نتایج این تحقیق با یافته‌های آجرلو و همکاران (۳) مطابقت دارد.

به‌طور کلی، نتایج این تحقیق بیانگر آن است که خاک مرتع تحت قرق، نسبت به خاک منطقه شاهد از کلسیم بیشتری برخوردار بوده است. تجزیه‌وتحلیل آماری نشان می‌دهد که بین میانگین‌های مربوط به کلسیم خاک دو منطقه شاهد و قرق اختلاف معنی‌داری ($p>0/05$) وجود ندارد (جدول ۱)، به‌طوری که هدایت الکتریکی خاک در اثر اجرای عملیات قرق، از ۸/۴۱ در خاک تحت چرا به ۷/۸۱ دسی زیمنس بر متر در خاک منطقه تحت قرق کاهش یافته است. کلسیم یکی از عناصر مورد نیاز و مهم در خاک است. کلسیم در تحول و تکامل ماده آلی، فعالیت موجودات زنده خاک، موجودیت فیزیکی خاک و بالاخره در ساخت و چگونگی پایداری خاک به مقیاس قابل‌ملاحظه‌ای دخالت دارد. با افزایش شدت چرا از میزان کلسیم خاک کاسته شده است (شکل ۲k). نتایج این تحقیق با یافته‌های آجرلو و همکاران (۳) مطابقت دارد.

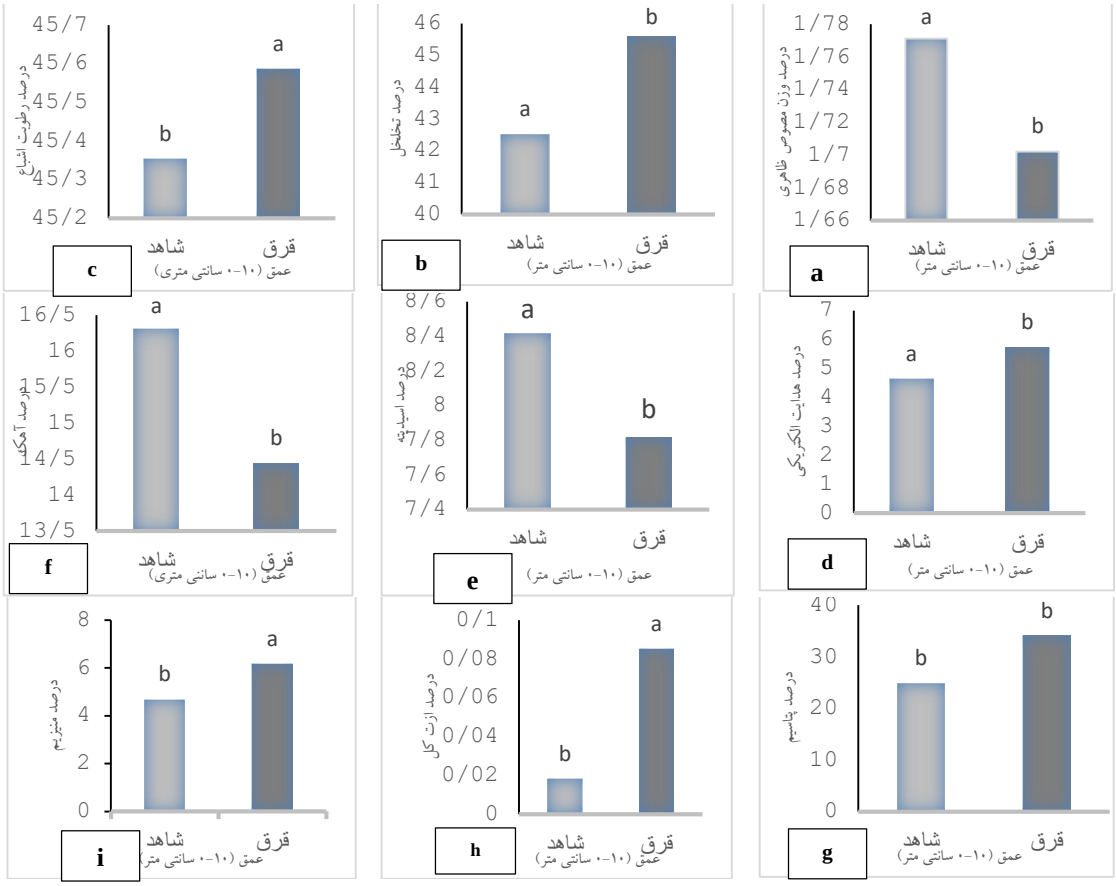
شکل (۲l) بیانگر آن است که میزان سدیم در خاک تحت چرای دام بیشتر از مقدار آن در خاک منطقه قرق است. سدیم بر خلاف پتاسیم در مواقعی که به وفور در خاک انباشته شود

[Downloaded from drnl.sanru.ac.ir on 2025-12-18]
[DOR: 20.1001.1.27174425.1400.2.3.2.2]

به‌عنوان عامل مخرب ساختمان خاک و در نتیجه، کاهش‌دهنده نفوذپذیری خاک و ذخیره رطوبتی آن مطرح است (۱۹). سدیم تبادلی زیاد از دلایل اصلی جدا شدن رس از خاکدانه‌ها و ناپایداری ساختمان خاک است. به همین دلیل خاک‌هایی که سدیمی می‌شوند، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیکی نامطلوبی خواهند داشت و توان تولید بیوماس در آن‌ها کم است (۵۰). نتایج جدول (۱)، نشانگر کاهش اندک سدیم در خاک مرتع تحت قرق در قیاس با مقدار آن در خاک مرتع شاهد است. با این وجود اختلاف معنی‌داری بین مقادیر سدیم در خاک دو منطقه مذکور مشاهده نشده است.

نسبت جذب سدیم (SAR) از ویژگی‌های شیمیایی مهم خاک است که مستلزم اندازه‌گیری سدیم، کلسیم و منیزیم در عصاره خاک است. با توجه به شکل (۲m) و نتایج به دست آمده (جدول ۱)، اختلاف معنی‌داری در نسبت جذب سدیم (SAR) بین خاک منطقه قرق و خاک منطقه شاهد مشاهده می‌گردد که مقدار آن در خاک منطقه قرق کمتر از خاک منطقه شاهد است.

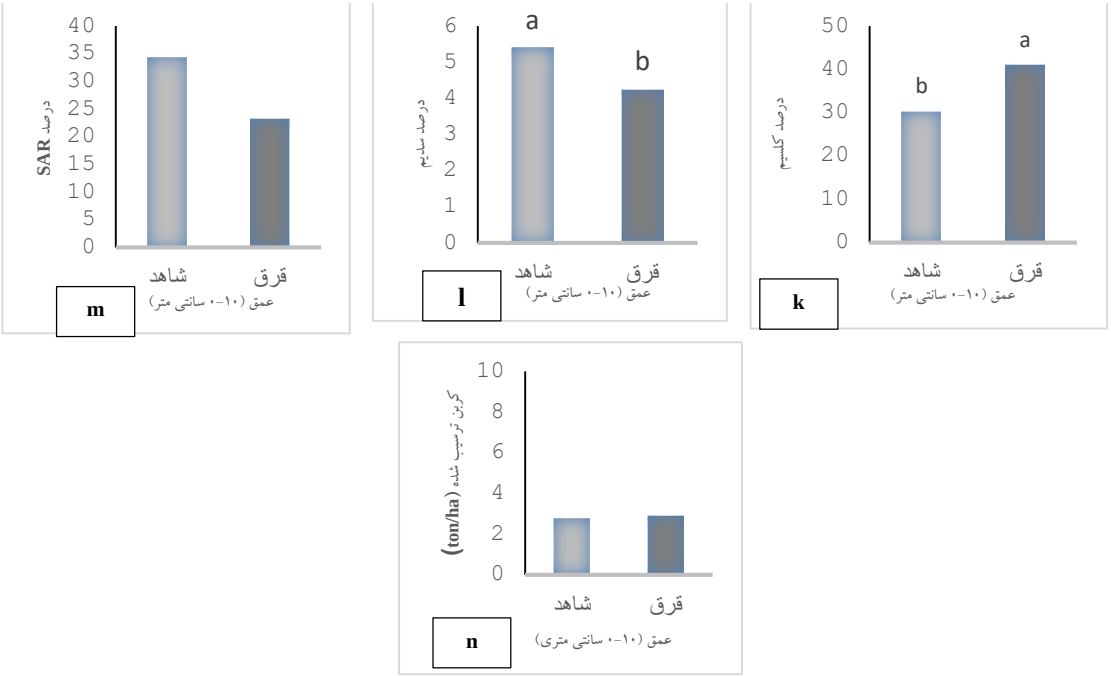
جدول (۲)، مقایسه میانگین تغییرات کربن خاک در منطقه قرق و شاهد با آزمون من ویتنی و در سطح ۵ درصد را نشان می‌دهد. نتایج این تحقیق حاکی از آن است قرق مرتع در مقایسه با منطقه شاهد، تأثیر معنی‌داری بر کمیت کربن ترسیب شده نداشته است (شکل ۲n). در توجیه این موضوع می‌توان چنین بیان کرد که در قرق‌های کوتاه مدت چون پوشش گیاهی هنوز فرصت کافی برای احیا ندارد بنابراین ممکن است در مناطق قرق، میزان کربن در مقایسه با منطقه شاهد دارای تفاوت معنی‌داری نباشد؛ که این نتایج با پژوهش‌های میچانوس و همکاران (۳۱) که در بررسی قرق ۸ ساله، تفاوت معنی‌داری بین میزان کربن خاک در منطقه قرق و تحت چرا مشاهده نکردند، مطابقت دارد. همچنین حسن‌خانی (۱۶) در بررسی قرق کوتاه مدت ۵ ساله در مراتع رودبار قصران ذخایر کربن خاک را در مقایسه با منطقه شاهد بدون تفاوت معنی‌داری ارزیابی کرد.



شکل ۲- نمودار تغییرات میانگین تغییرات خصوصیات a) وزن مخصوص ظاهری، b) تخلخل، c) رطوبت اشباع، d) هدایت الکتریکی، e) اسیدیته، f) آهک، g) پتاسیم، h) ازت، i) منیزیم، k) کلسیم، l) سدیم، m) SAR، n) کربن ترسیب شده در خاک دو منطقه شاهد و قرق

Figure 2. Graph of changes in average changes in properties a) Specific gravity, b) Porosity, c) Saturation moisture, d) Electrical conductivity, e) Acidity, f) Lime, g) Potassium, h) Nitrogen, i) Magnesium, k) Calcium, l) Sodium, m) SAR, n) Carbon deposited in soil in two control and exclosure areas

[Downloaded from drnl.sanru.ac.ir on 2025-12-18]
[DOR: 20.1001.1.27174425.1400.2.3.2.2]



ادامه شکل ۲- نمودار تغییرات میانگین تغییرات خصوصیات a) وزن مخصوص ظاهری، b) تخلخل، c) رطوبت اشباع، d) هدایت الکتریکی، e) اسیدیته، f) آهک، g) پتاسیم، h) ازت، i) منیزیم، k) کلسیم، l) سدیم، m) SAR، n) کربن ترسیب شده در خاک دو منطقه شاهد و قرق

Continued Figure 2. Graph of changes in average changes in properties a) Specific gravity, b) Porosity, c) Saturation moisture, d) Electrical conductivity, e) Acidity, f) Lime, g) Potassium, h) Nitrogen, i) Magnesium, k) Calcium, l) Sodium, m) SAR, n) Carbon deposited in soil in two control and exclosure areas

جدول ۲- مقایسه تغییرات کربن خاک در منطقه قرق و شاهد با آزمون من ویتنی در سطح ۵ درصد

Table 2. Comparison of carbon changes in the confinement and control area with Mann-Whitney test at 5% level

متغیر	سایت	درصد کربن آلی	mann-whitney	sig	واحد
کربن خاک	شاهد	۰/۲۵	۳۴۴	۰/۱۱۷	درصد
	قرق	۰/۳۷			

ارزش اقتصادی کربن جذب شده

با توجه به جایگاه مراتع خشک و نیمه‌خشک در ترسیب بخش مهمی از کربن اتمسفر، برآورد توانمندی ترسیب کربن و تولید اکسیژن این مناطق و محاسبه ارزش ریالی آن می‌تواند گام مهمی برای مشخص کردن جایگاه این قبیل کارکردها در اقتصاد محیط زیست کشور و همچنین آشنا کردن مسئولان و مردم از اهمیت آن‌ها باشد. همچنین ارزش‌گذاری این خدمات می‌تواند به روند رایگان تلقی کردن آن‌ها پایان دهد و از تخریب این منابع بکاهد و با وارد کردن این ارزش‌ها در محاسبات ملی انتظار می‌رود ارزش و جایگاه این خدمات در برنامه‌ریزی‌های زیست‌محیطی مورد توجه بیشتر مسئولان قرار گیرد که این مهم با نتایج مطالعه موسوی (۳۴) مطابقت دارد. به‌علاوه، این امکان در اختیار مسئولان مربوطه قرار می‌گیرد تا با در نظر گرفتن ارزش‌های ریالی به دست آمده و برنامه‌ریزی صحیح، ضمن حفظ سطح پوشش گیاهی مراتع و جلوگیری از روند بیابان‌زایی اراضی مرتعی میزان ترسیب کربن را افزایش دهند که این نتایج با نتایج با نتایج مطالعه نقی‌پور و همکاران (۳۶) نیز مطابقت دارد. بر اساس مطالعه حاضر، عرصه قرق شده از نظر کارکرد ترسیب کربن از ارزش اقتصادی برابر ۲۵۵۹۰۹/۵ تومان در هر هکتار برخوردار است. همچنین نتایج منطقه شاهد از لحاظ جذب کربن دارای ارزش اقتصادی ۲۴۱۲۹۸/۷۵ تومان است (جدول ۳). اکوسیستم‌های مرتعی در صورت تخریب گسترده، قابل بازیابی نیستند و برای حفظ آن‌ها و تضمین توسعه پایدار، اتخاذ استاندارد ظرفیت‌های استفاده ضروری است. با توجه به این که منابع طبیعی به تمامی نسل‌ها تعلق دارد و رعایت حفظ آن‌ها برای نسل‌های آینده وظیفه‌ای همگانی است، از این رو منافع بلند مدت باید بر منافع کوتاه مدت ترجیح داده شود؛ بنابراین، این ضرورت اهمیت ارزش‌گذاری منابع زیست محیطی را دو چندان کرده است.

[Downloaded from drnl.sanru.ac.ir on 2025-12-18]
[DOR: 20.1001.1.27174425.1400.2.3.2.2]

جدول ۳- ارزش اقتصادی کربن ترسیب شده

Table 3. The economic value of deposited carbon

سایت	عمق لایه خاک (سانتی‌متر)	درصد کربن آلی	وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌مترمکعب)	ترسیب کربن (گرم بر سانتی‌مترمربع)	ترسیب کربن (تن در هکتار)	ارزش کربن جذب شده (تومان)
شاهد	۰-۱۵	۰/۲۵	۱/۷۷	۲۷۲/۵	۲/۷۲۵	۲۴۱۲۹۸/۷۵
قرق	۰-۱۵	۰/۳۷	۱/۷۰	۲۸۹	۲/۸۹	۲۵۵۹۰۹/۵

مطالعات متعدد در جهان اثرات قرق بر کیفیت و سلامت خاک‌های مرتعی را بررسی و گزارش نمودند، اما هنوز داده‌های کافی و قطعی در مورد کیفیت خاک و روش‌های ارزیابی آن در خاک‌های مرتعی تحت قرق در اکوسیستم‌های خشک و نیمه‌خشک وجود ندارد. البته اثرات قرق در همه جا یکسان نیست و به عوامل مختلف بستگی دارد که از آن جمله می‌توان به شرایط اقلیمی، نوع پوشش گیاهی و مدت قرق اشاره کرد (۴۳) به‌ویژه، اثر چرای بی‌رویه بر خصوصیات فیزیک و شیمیایی خاک هنوز به‌طور کامل مشخص نیست و روند اثرات به نوع اکوسیستم مرتعی بستگی دارد. اولین اثر غیرمستقیم و بارز قرق بر خاک، ایجاد فرصت به گیاهان برای بازسازی و تولید بیشتر و در نتیجه به دلیل عدم برداشت تولید توسط دام، لاشبرگ گیاهی در سایت تجمع می‌یابد و به دنبال آن تأثیر قابل توجه بر ماده آلی و چرخش عناصر غذایی خاک، در دراز مدت می‌شود. معمولاً برداشت پوشش گیاهی توسط دام باعث کاهش ورود بقایای گیاهی به خاک و در نتیجه عناصر غذایی و کاهش بقایای گیاهی به خاک و دینامیک ماده آلی خاک که مهم‌ترین منبع تأمین‌کننده ازت، فسفر و گوگرد خاک در مراتع به شمار می‌آید را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۱۶). بررسی نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل تغییرات پارامترهای خاک در قرق ۱۰ ساله در خاک سطحی در دو سایت را نشان می‌دهد. قرق مرتع در مناطق مورد مطالعه تأثیر کمی بر خصوصیات خاک گذاشته و از نظر آماری فقط نسبت جذب سدیم معنی‌دار بوده است. همچنین شاید قرق طولانی مدت تأثیر بیشتری روی این خصوصیات بگذارد. البته اجرای عملیات قرق ابتدا تأثیر خود را بر روی پوشش گیاهی می‌گذارد و پوشش گیاهی می‌تواند در یک فاصله زمانی روی خاک تأثیر بگذارد. نتایج ارزش اقتصادی کارکرد ترسیب کربن مورد مطالعه در قرق ۱۰ ساله، نشان از اهمیت این منابع در آینده دارد؛ بنابراین، این اکوسیستم‌ها را نمی‌توان کالایی فرض کرد که مدت زمان خاصی برای استفاده از آن‌ها مدنظر باشد. به‌طور کلی، می‌توان نتیجه گرفت که هرگونه کاهش در ورود مواد آلی، موجب اختلال در فعالیت میکروارگانیسم‌های تجزیه‌کننده و کاهش تجزیه مواد آلی و در پی آن، باعث کاهش حاصلخیزی خاک و همچنین باعث کاهش ذخیره کربن آلی خاک در این اکوسیستم‌ها می‌شود. همچنین در مناطق خشک به دلیل شرایط اقلیمی و کمبود بارندگی، قرق به‌تنهایی کافی نیست بخصوص وقتی گونه‌ها به شدت در عرصه کم هستند در این شرایط سایر عملیات اصلاحی از جمله نهال‌کاری و ... ضروری است. بنابراین، اگر در منطقه به‌منظور بهبود خصوصیات خاک عملیات قرق صورت گیرد، برنامه‌ریزی بایستی در جهت افزایش مدت زمان قرق باشد. به‌عنوان یک نتیجه‌گیری کاربردی بایستی عنوان کرد اگرچه انسان به‌طور طبیعی و مستقیم قادر به تغییر برخی ویژگی‌های مؤثر بر خصوصیات خاک و ذخیره کربن در خاک نیست، اما نقش غیرمستقیم انسان بر این ویژگی‌ها از طریق تغییر در سایر مشخصه‌های قابل کنترل و همچنین جلوگیری از برخی پیامدهای سوء مدیریتی معطوف خواهد بود.

فهرست

1. Aghasi, M.J., M.A. Bahmanyar and M.A. Akbarzadeh. 2006. Comparison of the effects of confinement and water distribution on plant and soil parameters in Kiasar areas of Mazandaran province. Gorgan Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources. Volume thirteen. Number four (In Persian).
2. Ahmadi, T., B. Malekpour and S.S. Kazemi Mazandarani. 2011. Investigation of the effect of exclosure on physical and chemical properties of soil in the old Lashka Kojoor Mazandaran. Journal of Plant Ecophysiology, 3(8): 89-100 (In Persian).
3. Ajorlo. M. 2007. The effect of distance from the crisis center on the characteristics of vegetation and soil of rangelands, Research and construction, 74: 170-174 (In Persian).
4. Alemu, B. 2012. Carbon Stock Potentials of woodlands and land use and land Cover changes in north western lowlands of Ethiopia. Hawassa, Ethiopia: Ethiopia Hawassa University.
5. Asgari, H.R. and M. Sarparast. 2013. The effect of pruning process on soil erodibility indices in sandy soils Taybad, Journal of Environmental Erosion Research, 2(10): 13-23.
6. Asgari, H.R., M. Solaimani Sardo, F. Kiani and G.A. Heshmati. 2013. Effects of Planting *Haloxylon* and *Atriplex* on Soil Carbon Sequestration in Desertified Land Reclamation (Case Study: Kerman Province), The International Journal of Environmental Resources Research, 1(2): 131-140.
7. Binkley, D., F. Singer, M. Kaye and R. Rochelle. 2003. Influence of elk grazing on soil properties in Rocky Mountain National Park, Journal of Forest Ecology and Management, 185(3): 239-247.
8. Blake, G.R. and K.H. Hartge. 1986. Bulk density, pp. 363-375. In: Klute I, (Ed). Methods of Soil Analysis. Part 1 - Physical and Mineralogical Methods Second Edition. American Society of Agronomy, Madison WI.
9. Conant, R.T., C.E.P. Cerri, B.B. Osborne and K. Paustian. 2017. Grassland management impacts on soil carbon stocks: A new synthesis. Ecological Applications, 27(2): 662-668.

[Downloaded from drnl.sanru.ac.ir on 2025-12-18]

[DOR: 20.1001.1.27174425.1400.2.3.2.2]

10. Dlamini, P., P. Chivenge and V. Chaplot. 2016. Overgrazing decreases soil organic carbon stocks the most under dry climates and low soil pH: A meta-analysis shows. Agriculture, Ecosystems & Environment, 221, 258–269. https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.01.026.
11. Fadaei, E., M.M. Mirsanjari and M.J. Amiri. 2020. Modeling of Ecosystem Services based on Land Cover Change and Land Use Using InVEST Software in Jahannama Conservation Area (Case: Carbon Sequestration Ecosystem Service). Town & Country Planning, 12(1): 153-173.
12. Fankhauser, S. 1994. The social costs of greenhouse gas emissions: an expected value approach. The Energy Journal, 15(2): 157-184.
13. Gebregergs, T., Z.K. Tessema, N. Solomon and E. Birhane. 2019. Carbon sequestration and soil restoration potential of grazing lands under exclosure management in a semi-arid environment of northern Ethiopia. Ecology and Evolution, 9(11): 6468-6479.
14. Haidarian - Aghakhani, M., G.H. Dyanati-tilaki and A. Naghipour-borj.2009. Investigation on the effects of the livestock grazing on the change of soil organic matter and nitrogen in Sisab rangelands. 11th Iranian soil science congress, Gorgan, Iran (In Persian).
15. Hante, A. 2003. Investigation of the effects of *Atriplex* culture on soil properties and vegetation. PhD Thesis, Faculty of Natural Resources, University of Tehran (In Persian).
16. Hasankhani, M., J. Eshaghei Rad and A. Asadpour. 2010. Investigation of Exclosure effects in composition & density of vegetation and soil conditions in forest region Baft-Kerman. Iranian Journal of Renewable Natural Resources Research, 1: 41-52 (In Persian).
17. Holchek, J.I., C.H. Herbal and R.D. Pieper. 2004. Range Management Principles and Practices. Prentice Hall Pub. USA. Fourth Edition, 587 pp.
18. Hosseinzadeh, G., H. Jalilvand and R. Tamratash. 2007. Changes in vegetation and some soil chemical properties in rangelands with different grazing intensities. Iranian Journal of Range and Desert Research, 500-512 (In Persian).
19. Jafari Haghighi, M. 2003. Sampling Soil Decomposition Methods and Important Physical and Chemical Decompositions with Emphasis on Theoretical and Practical Principles, First Edition, Tehran: Nedaye Zoohi Publications, 236 pp (In Persian).
20. Jeddi, K. and M. Chaieb. 2010. Changes in soil properties and vegetation following livestock grazing exclusion in degraded arid environment of south Tunisia. /Flora 205: 184-189.
21. Lal, R. 2004. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. Geoderma, 123: 1 -22.
22. Mahdavi, A., Z. Razavinia, M. Bazgir and M. Rostaminia. 2018. The Effect of Land use Changes on Soil Quality Indicators and Carbon Sequestration in Semi-arid Areas. Desert Ecosystem Engineering Journal, 8(22): 101-113.
23. Manaye, A., M. Negash and M. Alebachew. 2019. Effect of degraded land rehabilitation on carbon stocks and biodiversity in semi-arid region of Northern Ethiopia. Forest Science and Technology, 15(2): 70-79.
24. Marland, G. 2002. Studies on enhancing carbon sequestration in soil. Journal of Arid Environments. 21: 98-105.
25. McLean, E.O. 1988. Soil pH and lime requirement. P 199-224, In: A.L. Page (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part, American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, Madison.
26. Medina-Roldan, E., J. Paz-Ferreiro and R.D. Bardgett. 2012. Grazing exclusion affect soil and plant communities, but has no impact on soil carbon storage in an upland grassland, Agriculture, Ecosystems and Environment, 149: 118-123.
27. Mekuria, W. 2013. Changes in regulating ecosystem services following establishing exclosures on communal grazing lands in Ethiopia: A synthesis. Journal of Ecosystems, 2013, 12. https://doi.org/10.1155/2013/860736.
28. Mekuria, W., E. Veldkamp, M. Haile, J. Nyssen, B. Muys and Gebrehiwot, K. 2007. Effectiveness of exclosures to restore degraded soils as a result of overgrazing in Tigray, Ethiopia. Journal of Arid Environments, 69(2), 270–284. https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2006.10.009.
29. Mekuria, W., S. Langan, A. Noble and R. Johnston. 2017. Soil restoration after seven years of exclosure management in northwestern Ethiopia. Land Degradation & Development, 28(4): 1287-1297.
30. Mesdaghi, M. 2003. Rangeland management in Iran. Imam Reza University Press, 333 pp (In Persian).
31. Michunas, D.G. and W.K. Lauenroth. 1993. Quantitative effects of grazing and soils over a global range of environments. Ecology Monogra PHS, 63: 327-366.
32. Mohaghegh, M.S., N. Mobarghai, A.R. Vafainejad, S. Sobhan Ardakani and S.M. Monavari. 2020. Investigating the changes of ecologists using land-use measures and carbon sequestration in Tehran. Ecology, 46(1): 1-25.
33. Moradi shagharieh, M. and P. Tahmasebi. 2015. Investigating the effect of exclosure on carbon sequestration and soil physical and chemical traits in semi-steppe rangelands of Chaharmahal and Bakhtiari province, Iranian Journal of Natural Ecosystems, 6(4): 97-109 (In Persian).
34. Mousavi, S.M. 2011. The effect of exclosure on the trend of vegetation and soil changes in Semi-steppe rangelands of Rezaabad, Semnan. Second National Conference of Rangeland and Rangeland management, Iran, February, 252-263 (In Persian).

[Downloaded from drnl.sanru.ac.ir on 2025-12-18]
[DOR: 20.1001.1.27174425.1400.2.3.2.2]

35. Mut, H. and I. Ayan. 2011. Effect of different improvement methods on some soil properties in a secondary succession rangeland. Journal of Biological and Environment Sciences, 5(13): 11-16.
36. Naghipour borj, A. A., H. Radenjad and S.H. Matinkhah. 2014. The effect of afforestation on soil carbon sequestration and plant biomass in arid areas (Case study: Bakhtiardasht Forest Park, Isfahan), Iranian Forest and Poplar Research, 22(1): 99-108 (In Persian).
37. Neff, J.C., R.L. Reynolds, J. Belnap and P. Lamothe. 2005. Multi-decadal impacts of grazing on soil physical and biogeochemical properties in southeast Utah. Ecological Applications, 15(1): 87-95.
38. Nelson, D.W. and L.E. Sommers. 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter, pp: 539-577. In: Page, R.H., A.L. Miller, D.R. Keeney, (Eds.), Methods of soil analysis, Part 2, Chemical 105: 228-235.
39. Niknahad, H., A. Aghtabye and M. Akbarlou. 2017. Effects of grazing exclusure on some soil physical and, its erodibility and carbon sequestration (Case study: Bozdaghin rangelands, North Khorasan, Iran). Iranian Journal of Range and Desert Research, 24(4): 708-718 (In Persian).
40. Owji, A.R., A. Landi and S. Hojati. 2018. Carbon Sequestration and Estimation of its Economic Value in Selected Pastures of Khuzestan under Grazing and Grazing Exclusion. Journal of Water and Soil, 32(2): 375-386.
41. Page, M.C., D.L. Sparks, M.R. Woll and G.J. Hendricks. 1987. Kinetics and mechanisms of potassium release from sandy Middle Atlantic coastal plain soils. Soil Science Society of America Journal, 51(6): 1460-1465.
42. Pei, S., H. Fu and C. Wan. 2008. Changes in soil properties and vegetation following exclosure and grazing in degraded Alxa desert steppe of Inner Mongolia, China. Agriculture, Ecosystems and Environment, 124: 33-39.
43. Primavesi, A. 1984. Manejo ecologicodel suelo. La agricultura en regions tropicales. 5ta Edicion. El Ateneo. Rio de Janeiro, Brazil, 499 pp.
44. Sarparast, M., H.M. Asgari and M. Ajami. 2013. Evaluation of the effect of time sequence of hawthorn cultivation on some surface soil quality indicators in sand fields of Taybad region, Khorasan Razavi province, Journal of Water and Soil Conservation Research, 21(1): 283-289 (In Persian).
45. Schuman, G.E., J.D. Reeder, J.T. Manley, R.H. Hart and W.A. Manley. 1999. Impact of grazing management on the carbon and nitrogen balance of a mixed-grass rangeland. Ecological Applications, 9 (1): 65-71.
46. Smith, P. 2007. Carbon sequestration in croplands: the potential in Europe and the global context. European Journal of Agronomy, 20: 229-236.
47. Solomon, N., E. Birhane, T. Tadesse, A.C. Treydte and K. Meles. 2017. Carbon stocks and sequestration potential of dry forests under community management in Tigray, Ethiopia. Ecological Processes, 6(1), 20. https://doi.org/10.1186/s13717-017-0088-2.
48. Steffens, M., A. Kolbl, K.U. Totsche and I. Kogel. 2007. Grazing effects on soil chemical and physical properties in a semi-arid steppe of Inner Mongolia (P. R. China). Geoderma, 143: 63-72.
49. Strange, N., P. Trap, F. Helles and J.D. Brodie. 1999. A four-stage approach to evaluate management alternatives in multiple-use forestry. Forest Ecology and Management, 124: 79-91.
50. Tajik, F., A. Pazira and H. Rahimmi. 1999. Overview of quantitative evaluation methods of aggregate stability. Journal of Soil and Water, 13: 63-74 (In Persian).
51. Tamratash, R., M. Yousefian, S.KH. Mahdavi and M. Mahdavi. 2012. Effect of exclosure on carbon sequestration of artemisia fields in arid regions of Semnan province. Journal of Natural Environment 65 (3): 341-352 (In Persian).
52. UNDP. 2000. Carbon sequestration in the desertified rangelands of Hossein Abad, through community based management. Program Cocrdination, 1-7.
53. Vazirian, R. and H.R. Asgari. 2017. Evaluation of the effect of *Atriplex* culture density on organic matter and aggregate stability (Study area: Incheh Borun, Golestan province), Rangeland and Watershed Management, Iranian Journal of Natural Resources, 70(4): 1087-1079 (In Persian).
54. Vazirian, R., H.M. Asgari, M. Ownegh and Ch.B. Komaki. 2015. Evaluation of the relationship between *Atriplex halimus* crop density and the amount of carbon deposited in the soil (Case study: Incheh Borun semi-arid rangelands, Golestan province), Rangeland and watershed management, Iranian Journal of Natural Resources, 68(1): 180-173 (In Persian).
55. Walkly, A. and I.A. Black. 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.
56. Xi, Y. and R. Wittig. 2004. The impact of grazing intensity on soil characteristic of *Stipa grandis* and Stipa bungeana steppe in northern China (autonomous region of Ningxia). Acta Oecologic, 25: 197-204.
57. Yari, S. and A. Rostami. 2019. Effect of protection on carbon sequestration and some edaphic properties of soil in Tang Dalab Forests in Ilam. Quarterly Journal of Environmental Science and Technology, 21(4): 190-202.
58. Zhao, H., R. Zhou, Y. Su, H. Zhang, Ya. Li, L. Zhao and S. Sam Drak. 2017. Shrub facilitation of desert land restoration in the Horqin Sand Land of Inner Mongolia. Ecological Engineering, 31: 1-8.

[Downloaded from drnl.sanru.ac.ir on 2025-12-18]
[DOR: 20.1001.1.27174425.1400.2.3.2.2]

Effects of Grazing Exclusure on Some Soil Properties, Carbon Sequestration and Estimating the Economic Value of (Case Study: Arid Rangelands North of Gonbad Kavous)

Hamid Reza Asgari[1], Mohammad Savarolya[2], Hasan Yeganeh[3], Farhad Honardoust[4] and Maryam Mombeni[5]

1- Associate Professor of Desert Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources (Corresponding author: hras2010@gmail.com)
2- Master of Desert Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
3- Assistant Professor, Faculty of Rangeland and Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
4- Expert of Gorgan Natural Resources Department
5- PhD in Desertification, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
Received: 6 October 2020 Accepted: 24 December 2020

Abstract

Rangeland ecosystems cover a large area of the world and are of special economic and environmental importance, so considering the expansion of the use of exclosure to improve rangelands and carbon sequestration, its effects on soil properties and value calculation the economics of precipitated carbon are important. This study was carried out by investigating the effect of exclosure on some soil properties and carbon sequestration in Dozalum dry rangelands of Golestan province. In this study, soil sampling was performed using systematic-random method and the establishment of three transects with a length of 100 meters, points were identified along each transect. Soil samples were taken at each point. Soil samples were taken at each point. A total of 30 samples of topsoil (from a depth of 0-15 cm) were taken in each area. Then in the laboratory, soil properties, bulk density, soil porosity, soil moisture, acidity, electrical conductivity, sodium, potassium, calcium, magnesium, lime, nitrogen, sodium uptake ratio, and soil carbon were measured. An independent t-test was used to compare the control and exclusion zones for homogeneous data and Mann-Whitney nonparametric test was used for the carbon variable. The data obtained from the experimental results were analyzed using SPSS software. To evaluate the performance of carbon sequestration, carbon tax policy and carbon emission costs were used as the shadow value of carbon. The results of the analysis of changes in soil parameters at the two sites show that rangeland confinement for 15 years in the study areas had little effect on soil properties and only the ratio of sodium uptake was statistically significant. The results also showed that the rangeland confinement operation in comparison with the control area had no significant effect on the amount of deposited carbon and the confined area has an economic value of 255909.5 Tomans in terms of carbon sequestration function.

Keywords: Carbon sequestration, Carbon value, Dozalum region, Exclosure, Golestan Province, Physical and chemical properties of soil, Rangeland

[Downloaded from drnl.sanru.ac.ir on 2025-12-18]

[DOR: 20.1001.1.27174425.1400.2.3.2.2]