نشریه پژوهش‌های خاک / الف / جلد 35 / شماره 1 / 1400
Archive of SID

نقش قرق طولانی مدت مرتع بر بهبود برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و پایداری آن

مسیب حشمتی[1] و محمد قیطوری

دانشیار پژوهشی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی؛
heshmati46@gmail.com

دانشیار پژوهشی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی؛
gheitury42@gmail.com

دریافت: 99/10/8 و پذیرش: 99/12/23

چکیده

چرای بی‌رویه مهم‌ترین عامل آسیب به ویژگی‌های خاک مراتع نیمه‌خشک است، با این وجود، اعمال قرق روشی مؤثر و کم‌هزینه برای مقابله با این پیامد است. هدف از انجام این تحقیق بررسی تأثیر پنج سال قرق مراتع ییلاقی دالاهو در استان کرمانشاه (99-1394) بر برخی ویژگی‌های خاک مانند کربن آلی، جرم مخصوص ظاهری، میانگین نسبت وزنی خاکدانه‌ها و پایداری آن بود. به‌این منظور، دو ترانسکت خطی در محدوده قرق و چرا بطور تصادفی انتخاب گردید که در هر یک 12 نقطه نمونه‌برداری به فواصل 250 متر مشخص گردید. نمونه‌برداری سالانه از خاک سطحی در طول این ترانسکت ها انجام شد. هر سال از خاک سطحی نمونه برداشت و مورد تجزیه آزمایشگاهی انجام گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که میانگین کربن آلی خاک تیمار قرق و چرا در سال اول به ترتیب 1/10% و 1/09% بود که با هم تفاوت معنی‌داری نداشتند که در سال پنجم به ترتیب به 3/70% و 1/62% رسید و مقدار این عامل در تیمار قرق بطور معنی‌داری افزایش یافت ($p<0.05$) که سه برابر سال اول بود. میانگین جرم مخصوص ظاهری خاک تیمار قرق و چرا در سال اول به ترتیب 1/56 و 1/57 گرم بر سانتی‌متر مکعب بود که با هم تفاوت معنی‌داری نداشتند، اما از سال دوم به بعد در خاک تحت قرق روندی کاهشی یافت و در سال پنجم به کمترین میزان (1/266 گرم بر سانتی‌متر مکعب) رسید. همچنین، میانگین نسبت وزنی خاکدانه‌های با قطر بیش از 1 میلی‌متر در تیمار قرق و چرا در سال اول به ترتیب 9/18% و 8/09% بود که با هم تفاوت معنی‌داری نداشتند، در حالیکه در سال پنجم به ترتیب به 30/29% و 6/90% افزایش یافت که در سایت قرق حدود 3/3 برابر افزایش یافت. در نهایت، شاخص پایداری خاک مرتع تحت چرا در طول پنج سال رتبه 4 (کلاس محدودیت زیاد) بود، اما در خاک مرتع قرق شده به رتبه 1 (کلاس بدون محدودیت) ارتقاء یافت. نتایج این تحقیق نشان داد که پنج سال قرق پشت‌سر هم منجر به بهبود چشمگیر کیفیت خاک و پایداری آن شد.

واژه‌های کلیدی: پایداری خاک، کربن آلی، خاکدانه‌های درشت، مراتع دالاهو

[1]. نویسنده مسئول، آدرس: مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

چرای زودرس و بیش از حد ظرفیت مهم‌ترین عامل آسیب به کیفیت خاک مراتع نیمه‌خشک است. با این وجود، اعمال قرق روشی مؤثر و کم‌هزینه برای مقابله با این پیامدهاست. اهمیت این موضوع به‌دلیل وسعت زیاد مراتع و نقش آنها در تولید علوفه، حفاظت خاک و مقابله با تغییرات اقلیمی از طریق ترسیب کربن می‌باشد. با این وجود، مراتع و به‌ویژه مراتع ایران با تخریب روزافزون با همه اشکال آن مواجه هستد، بطوریکه مساحت آن از حدود 90 میلیون هکتار درسال 1382 به حدود 84/8 میلیون هکتار در سال 1391 تقلیل یافته و سطح مراتع خوب و متوسط به ترتیب از 10/3 و 42/2 درصد به ترتیب به 8/5 و 25 درصد تقلیل یافته است(بی‌نام، 1392). ضرورت این موضوع در شرایط تغییرات اقلیمی و خشکسالی‌های ممتد دو چندان است، زیرا حفظ اکوسیستمهای طبیعی و تنوع زیستی و خاک آنها مهم‌ترین راهکار مقابله با پیامدهای ناشی از تغییرات اقلیمی است (آلن و همکاران، 2010). قرق و مدیریت موثر چرای دام مهم‌ترین راهکار حفظ تنوع زیستی و خاک مراتع است.

پژوهش نائل و همکاران (2004)، نشان داد که نقاط با چرای شدید دام در اراضی جنگلی و مرتعی زاگرس با کاهش 60 درصدی ماده آلی و افزایش 20 درصدی وزن مخصوص ظاهری مواجه بودند. همچنین بر اساس نتایج مطالعات قیطوری و همکاران (2012)، علاوه بر ماده آلی، نسبت خاکدانه‌های درشت چنین نقاطی بطور معنی‌داری کاهش یافته است. این روند منجر به تشدید ضریب رواناب و فرسایش خاک مناطق زاگرس گردیده است (حشمتی و همکاران، 2011). نتایج مشابه در مراتع چین نیز گزارش شده است (لی و پگ، 2010).

خاک مراتع بطور متوسط نیم تن کربن در هکتار در سال ترسیب می‌کنند که معادل 30 درصد کربن خاک در مقیاس جهانی است (نیلی و همکاران، 2009). البته میزان هدر رفت خاک و کربن آلی تابعی از تنوع و فرم رویشی است. تحقیقات چوپانیان (2012)، در این زمینه نشان داد که مقدار کربن ترسیب شده در مراتع دارای گون بوته‌ای[1] بیشتر است. به همین دلیل، ارزیابی کیفیت و پایداری خاک مراتع عامل مهمی بر اساس شاخص‌های کمی اهمیت بسزایی دارد.در این بین، شاخص پایداری خاک[2] یکی از معیارهای مناسب است که بیانگر تغییرات کربن آلی خاک بر اثر شیوه مدیریت اراضی است.

مطالعات محمدی و همکاران (1384). دلیل این امر نقش اساسی کربن آلی و تأثیرپذیری آن از نوع بهره‌برداری است (ایکمورا و شوکلا، 2009).

شاخص پایداری با فاکتور فرسایش پذیری معادله جهانی فرسایش نیز مرتبط است. مطالعات آرخازلو و همکاران (1391)، نشان داد که شاخص پایداری خاک همبستگی معنی‌داری با تغییرات برخی از مهمترین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک از جمله کربن آلی (عامل مهم فرسایش‌پذیری معادله جهانی فرسایش خاک) دارد. این شاخص بیانگر وضعیت کیفیت خاک است و به دلیل در بر داشتن متغیرهای کمتری شاخص مناسبی برای بررسی تغییرات کیفیت خاک است.

البته چرای متعادل جزء ضروری حفظ مراتع است که موجب بذرافشانی گیاهان مرتعی، افزایش ازت خاک و متعادل نمودن اسیدیته آن می‌گردد که به نوبه خود گونه‌های علوفه‌ای وابسته به ازت را در مرتع افزایش داده و از ازدیاد گونه‌های مهاجم ممانعت خواهد نمود (بنتین و همکاران، 2018).

تغییرات اقلیمی امروزه موجب شده که تکاپوی جهانی برای نجات منابع طبیعی از تخریب، دورنمای امیدوار کننده‌ای داشته باشد. این کار حاصل هوشیاری نهادهای مردم نهاد، توجه دولتها و تلاش مسئولانه کارشناسان و پژوهشگران در نقاط مختلف دنیا است. براساس گزارش فائو (2010)، علی‌رغم تداوم تخریب جنگل‌ها، آهنگ جنگل‌زدایی در دهه 2010-2000 نسبت به دهه 2000-1990 در خیلی از کشورها از جمله برزیل کاهش یافته و در مقابل جنگل‌کاری نیز افزایش یافته است. همینطور در برخی کشورها از جمله استرالیا، نیوزیلند برخی کشورهای اروپایی و هند بهره‌برداری مناسب از مراتع و مدیریت بهره‌برداری و چرای دام در خور توجه است.

در ایران نیز لازم است برای مصون ماندن از بحران‌های جدی از قبیل بیابان‌زایی، گرد و غبار، کم‌آبی، سیل و فرسایش نگاه اصلی به حفظ منابع طبیعی و بهره‌برداری اصولی و مدبرانه معطوف گردد. حفظ مراتع توام با قرق و مدیریت چرای دام یکی از اولیت‌های اجتناب ناپذیر در این زمینه است.

بدون تردید ایجاد این تعادل مستلزم به‌کار بردن روش مدیریتی متفاوتی است که از یک سو مبتنی بر بهره‌برداری‌های متوازن اقتصادی باشد و از سوی دیگر، برای کلیه دست اندرکاران و ذینفعان از جمله جوامع محلی نقش ویژه‌ای قائل شود، ضمن آنکه ارتباط میان

---

1. *Astragalus sp.*
2. Sustainability Index

www.SID.ir

Archive of SID

اجزای مختلف منابع طبیعی و محیط زیست را نیز مورد توجه قرار دهد. بنابراین قرق مراتع یکی از راهکارهای موثر و کم‌هزینه حفظ تنوع زیستی و لازمه مدیریت چرای دام است. افزون بر این، نقش قرق موجب بهبود قابل توجه کیفیت خاک می‌گردد که به نوبه خود، افزایش ذخیره رطوبت، ترسیب کربن پایداری در مقابل فرسایش را به‌دنبال خواهد داشت. به همین دلیل هر نوع فرصت قرق و مشارکت جامعه بهره‌بردار در این زمینه را بایستی مغتنم شمرد و با جدیت اجرا گردد. هدف از انجام این تحقیق بررسی تاثیر پنج سال قرق مراتع ییلاقی دالاهو در استان کرمانشاه (99-1394)بر مهم‌ترین ویژگی‌های خاک، ترسیب کربن و پایداری خاک در مقایسه با مراتع مجاور با چرای متداول بود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

مراتع دالاهو در شمال غرب شهر کرند با مختصات جغرافیایی ″ 27 ′29 °34 و ″47 ′06 °46 تا ″28 ′32 °34 و ″32 ′09 °46 با ارتفاع متوسط 2100 متر از سطح دریا قرار دارد. به دلیل ارتفاع از سطح دریا و موقعیت جغرافیایی و متأثر بودن از جبهه‌های بارشی، متوسط بارندگی آن 540 میلی‌متر است (اداره هواشناسی استان کرمانشاه، 1396). که در ارتفاعات به دلیل بارش بیشتر برف، بیشتر است.

زمین شناسی آن متشکل از واحد های سنگی سازندهای آهکی آسماری و شهبازان است. مجموعه سه عامل آهک، برودت و بارش کافی موجب فعال بودن انحلال آهک شده است. انحلال زیاد سنگ آهک به همراه گسل‌های متعدد باعث شکل‌گیری کارست و فروچاله‌های متعددی اعم از دولین‌ها و اشکال زیر سطحی مانند غارها شده است. مراتع مورد مطالعه در واقع بر روی دولینی وسیع، مرتفع و کم‌شیب (کمتر از 10 درصد) قرار دارند. علی‌رغم بارندگی قابل، رواناب سطحی در فروچاله‌ها نفوذ کرده و چشمه‌ای تشکیل نگردیده است، اما در دامنه‌ها پایین‌دست چشمه‌ها و جریانات آب به وفور یافت می‌گردد. خاک این مراتع با اسیدیته حدود 7/3، بافت سنگین و کم‌عمق است.

مراتع حوزه بالغ بر 13 هزار هکتار است که پوشش گیاهی آن متنوع و شامل انواع گراس‌ها، پهن‌برگان علفی، بونه‌ای‌ها، درختچه و درختان است. این مراتع شامل 15 سامانه عرفی وجود دارد که هر ساله از اواخر فروردین تا اوسط تیرماه مورد چرای 15 تا 17 هزار دام قرار می‌گیرد.

عشایر در تابستان آب مورد نیاز خود را از چشمه‌های پایین دست و در مواردی نیز با تانکر سیار به محل اطراق حمل می‌نمایند. همچنین یک سد خاکی کوتاه نیز توسط اداره امور عشایری برای این منظور ایجاد شده است. اجرای پروژه قرق حدود 10 هزار هکتار از این مراتع را شامل گردید. که با تلاش اداره منابع طبیعی، نظر موافق سران عشایر و مشارکت عشایر ذینفع انجام یافته است. دامداران منطقه نیز به پیروی از توصیه بزرگان خود علاوه بر رعایت قرق از شکار حیات وحش نیز پرهیز نمودند.

در این منطقه 15 سامان عرفی با سامانهبر اساس مشاهدات میدانی (اویل سال 1393)، خاک و پوشش گیاهی این مراتع به‌دلیل چرای زودرس و بیش از حد ظرفیت دچار تخریب شدید شده بود، بطوریکه تاج‌پوشش گیاهی کمتر از 40 درصد و سطح خاک لخت بین 50 تا 70 درصد بود. همچنین در اواسط فصل چرا به بعد به‌ندرت آثاری از گیاهان مرتعی کلاس یک و دو مشاهده می‌شد. فرسایش سطحی شدید با آثار کوبیدگی خاک قابل ملاحظه بود و حتی آثار چرای دام بر روی شاخ و برگ بوته‌ها و درختچه‌ها و درختان نیز مشهود بود.

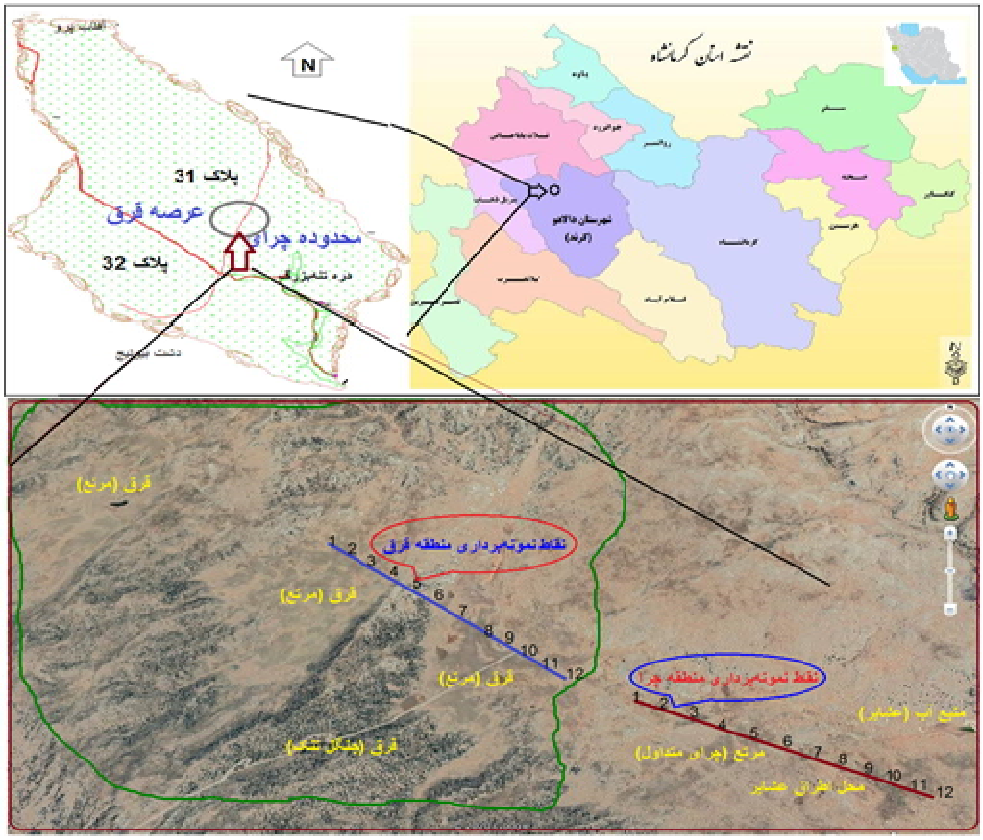
روش تحقیق

تعیین نقاط نمونه‌برداری

با توجه به بررسی میدانی و شرایط یکنواختی مراتع دالاهو از نظر شرایط زمین‌شناسی، توپوگرافی، اقلیم و پوشش گیاهی و عمق خاک، دو ترانسکت خطی در محدوده قرق و شاهد (چرای متداول) انتخاب شد که معرف منطقه بودند. محل دو ترانسکت بطور تصادفی انتخاب شد که فاصله آنها از هم حدود 400 متر بود. در هر ترانسکت 12 نقطه نمونه‌برداری با فاصله 250 متر از هم انتخاب شد. مختصات نقاط نمونه‌برداری با GPS ثبت و شماره نمونه‌گیری نیز مشخص شد (شکل1). در مدت پنج‌ساله تحقیق، آثار ورود دام به منطقه قرق مشاهد نشد و در طول دوره چرا نیز دامداران صرفا در سامانه عرفی خود اطراق داشتند. همچنین مرتع دارای قرقبان بود.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل 1- موقعیت منطقه مورد مطالعه و ترانسکت نمونه‌برداری مراتع دالاهو در استان کرمانشاه

روش نمونه‌برداری

نمونه‌برداری از خاک سطحی (0 تا 20 سانتی‌متر) در فصل بهار انجام شد. به این منظور، در طول ترانسکت و به فاصله 250 متری یک نمونه خاک مرکب (از سه تا چهار نقطه در اطراف ترانسکت) برداشت شد. نمونه دست‌نخورده نیز برای اندازه‌گیری جرم مخصوص ظاهری نیز برداشت گردید. همچنین پوشش سطح زمین شامل نسبت خاک لخت، پوشش گیاهی، لاشبرگ، و سنگریزه در محل نقاط نمونه برداری با پلات یک مترمربعی اندازه‌گیری شد.

روش انجام آزمایشات خاک

آزمایشات خاک‌شناسی شامل بافت، اسیدیته، هدایت الکتریکی، آهک کل، کربن آلی، جرم مخصوص ظاهری و نسبت وزنی خاکدانه‌ها بود. در سال‌های بعدی آزمایشات کربن آلی، جرم مخصوص ظاهری و نسبت وزنی خاکدانه‌ها که نقش کلیدی در کیفیت خاک، حفظ رطوبت و پایداری آن دارند، تکرار گردید. روش انجام آزمایشات به‌شرح زیر بود:

- اندازه گیری جرم مخصوص ظاهری[1] با استفاده از سیلندر های با حجم ثابت 100 سانتی‌متر مکعبی استاندارد (ساخت هلند[2]) اندازه گیری شد. بر این مبنا در زمانی که رطوبت خاک در حد مزرعه بود، نمونه خاک دست نخورده تا عمق سیلندر (15 سانتی‌متر) برداشت و بلافاصله درپوش پلاستیکی آن نسب و در نایلون قرار داده شد تا رطوبت آن حفظ گردد. در آزمایشگاه توزین و پس از خشک کردن در آون، مجدداً توزین گردید که به این ترتیب جرم مخصوص ظاهری و رطوبت خاک اندازه‌گیری شد؛
- پایداری خاکدانه‌ها یکی از شاخص‌های کلیدی مؤثر بر کیفیت خاک، نگهداری رطوبت و مقاومت در مقابل عوامل فرسایندگی است که فراوانی خاکدانه‌های درشت‌تر نقش بیشتری دارند (سکاران و همکاران، 2021). برای پایداری خاکدانه‌ها دو عامل میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD[3]) به روش الک تر بر اساس دستور العمل منتشر شده موسسه تحقیقات خاک و آب

1. Bulk Density
2. Eijikelkamp
3. Mean Weighted Diameter

www.SID.ir

Archive of SID

(آریا و میرخانی، 1384) انجام شد. بر این اساس، 50 گرم خاک از خاک با قطر 2-4/6 میلی‌متر پس از خیس نمودن تدریجی با پیست بر روی یک سری الک‌های (به ترتیب از بالا به پایین) 2، 1، 0/5، 0/25، 0/106 و 0/075 میلی‌متر قرار داده شد و در مخزن آب الک تر قرار گرفت. در مرحله سری الک‌ها با سرعت 30 دور در دقیقه به مدت 10 دقیقه در دستگاه الک تر تکان داده شد و خاکدانه‌های باقی مانده بر روی هر الک به ظرف جداگانه منتقل و پس از خشک شدن در آون وزن گردید که نهایتاً نسبت آنها با هم محاسبه شد.

- بافت خاک به روش هیدرومتری انجام شد و با استفاده از مثلث بافت خاک کلاس های بافت خاک تعیین گردید؛
- هدایت الکتریکی و اسیدیته (pH) عصاره گل اشباع به ترتیب با EC متر و pH سنج؛
- کربن آلی خاک به‌روش والکی‌بلک و تیتراسیون با فروآمونیم سولفات (نلسون و سامر، 1996)؛ و
- کربنات کلسیم معادل خاک از روش تیتراسیون برگشتی (لئوپرت و سوارز، 1996).

بررسی شاخص محدودیت پایداری خاک

در این تحقیق شاخص‌های مهم در ارتباط با پایداری خاک شامل بافت، جرم مخصوص ظاهری، نسبت خاکدانه‌های درشت، کربن آلی، اسیدیته و هدایت الکتریکی مورد ارزیابی قرار گرفت. شاخص پایداری[1] با توجه به نسبت ذرات خاک و درصد کربن آلی خاک بر اساس رابطه 1 تعیین می‌گردد (لل، 1994):

$$Si=(^{1.724*OC}/_{(Silt+Clay)})*100 \qquad \text{رابطه } 1$$

حد بحرانی هر پارامتر نیز بر اساس میانگین هریک از این شاخص‌های فوق و بر اساس جدول 1 رتبه‌بندی می‌گردد (آرخازلو و همکاران، 1391).

عامل تأثیر هر شاخص از حاصل تقسیم مقادیر پارامتر مورد نظر در خاک مورد مطالعه بر حد بحرانی آن پارامتر محاسبه شد. به‌این منظور میانگین سالانه هر شاخص پس از تجزیه آماری مورد استفاده قرار گرفت و به‌این ترتیب تغییرات سالانه شاخص پایداری مشخص گردید.

روش تجزیه آماری داده‌ها

مقایسه آماری داده‌ها با نرم‌افزار SAS انجام شد که شامل:

- مقایسه میانگین داده‌های دو منطقه قرق و تحت چرا (شاهد)[2] بین سایت قرق و سایت شاهد (آزمون t-test)؛ و
- مقایسه تغییرات سالانه میانگین داده‌ها[3] با آزمون دانکن به منظور بررسی تغییرات زمانی هریک از مشخصات مورد اندازه‌گیری شده در طول پنج سال قرق.

نتایج و بحث

ویژگی‌های خاک در سال اول

در سال اول آزمایش آن بخش از ویژگی‌های خاک که تحت تأثیر عوامل خاکسازی از جمله مواد مادری بوجود آمده‌اند و کمتر متأثر از مدیریت و شرایط بهره‌برداری بوده مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. این عوامل هر دو منطقه قرق و چرای متداول تفاوت معنی‌داری نداشتند که به دلیل یکسان بودن شرایط یکسان زمین‌شناسی، توپوگرافی، اقلیم، پوشش گیاهی و سیمای فرسایش بود. تجزیه آمار توصیفی نشان داد که میانگین نسبت شن دو منطقه قرق و چرا به‌ترتیب 19/73 و 20/10 درصد است که تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. نسبت سیلت نیز به همان ترتیب 51/59 و 52/55 درصد و رس نیز 28/33 و 25/8 درصد بدست آمد. واریانس و انحراف معیار سه عامل فوق در هر دو تیمار تقریبا به هم نزدیک است (جدول 2). با این وجود مقدار زیاد سیلت خاک هر دو کاربری بیش از 50 درصد است که در صورت کاهش ماده آلی خاک، جداشدن ذرات خاک در مراحل مختلف فرسایش را سهولت می‌بخشد. همچنین با توجه به جدول فوق، هدایت الکتریکی هر دو تیمار قرق و چرا حدود 1 دسیمینز بر متر، اسیدیته حدود 7/15 و آهک کل نیز 4/7 درصداست. واریانس و انحراف معیار آنها نیز در دو کاربری با هم چندان متفاوت نبود. بطوریکه اشاره شد، تغییرات معنی‌دار این ویژگی‌ها در مقیاس مکانی وسیع، شیب زیاد و یا فرسایش شدید رخ خواهد داد.

[1] Soil Index
[2] between variables
[3] within variables

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 1- حدود بحرانی و عامل وزنی نسبی ویژگی‌های مهم فیزیکی و شیمیایی خاک در روش رتبه‌بندی بحرانی شاخص پایداری*

محدودیت	رتبه	BD (mg/cm^3)	Si	OC (Mg/ha)	بافت	EC (dS/m)	pH
بدون محدودیت	1	<1.3	>0.050	70-130	Loam	<3	6-7
محدودیت کم	2	1/3-1/4	0.042-0/050	45-70	SiL-Si	3-5	5/8-6/0 7.0-7.4
محدودیت توسط	3	1/4-1/5	0/035-0/042	14-45	SiCL	5-7	5/4-5/8 7/4-7/8
محدودیت زیاد	4	1/5-1/6	0/020-0/035	7/5-14	CL,SL	7-10	5/0-5/4, 7/8-8/2
محدودیت شدید	5	>1/6	<0/020	<7/5	C,S	>10	>8/2, <5/0

=BD جرم مخصوص ظاهری خاک =Si ,شاخص پایداری =OC ,کربن آلی بر حسب تن /مگاگرم در هکتار =EC ,هدایت الکتریکی ,خاکدانه‌ها ,
، *در این پژوهش شاخص موثر در خاکورزی (ویژه اراضی زراعی) بررسی نگردید =Grمرتع با چرای متداول =Ex ,مرتع قرق شده

جدول 2-آماره‌های توصیفی ویژگی‌های خاک سطحی مراتع دالاهو

آماره	تیمار	تعداد نمونه	نسبت ذرات خاک (%)			هدایت الکتریکی (dS/m)	اسیدیته	آهک کل (%)
			شن	سیلت	رس			
حداقل	قرق	12	7/60	46/50	19/5	0/80	7/07	3/30
	چرا	12	7/63	38/7	22/5	0/54	6/98	2/00
حداکثر	قرق	12	31/10	57/90	42/6	1/20	7/34	6/11
	چرا	12	29/60	58/5	44/6	1/20	7/49	6/75
میانگین	قرق	12	19/73	51/59	28/33	1/00	7/16	4/63
	چرا	12	15/85	50/55	33/57	0/94	7/15	4/91
میانه	قرق	12	20/10	52/55	25/8	1/02	7/12	4/70
	چرا	12	14/10	50/30	34/4	0/96	7/11	5/45
واریانس	قرق	12	52/15	19/76	64/31	0/025	0/008	0/69
	چرا	12	50/64	32/46	67/66	0/045	0/020	1/82
انحراف معیار	قرق	12	10/29	8/56	8/01	0/14	0/090	0/83
	چرا	12	8/08	5/69	8/22	0/20	0/140	1/34

تأثیرات قرق بر تغییرات کربن آلی خاک

با توجه به جدول 3، میانگین کربن آلی خاک تیمار قرق و چرای متداول در سال اول به ترتیب 1/10 و 1/09 درصد بود که با هم تفاوت معنی‌داری نداشتند. با توجه به مقایسه میانگین سال به سال کربن آلی درون هر تیمار[1] نشان داد که از سال دوم به بعد، به تدریج میزان کربن آلی خاک محدود قرق روندی افزایش داشت و از سال سوم به بعد بطور معنی‌داری افزایش یافت ($p<0.05$) رخ داد و در سال پنجم به 3/70 درصد افزایش یافت که بیش از سه برابر سال اول بود.

دلیل افزایش معنی‌دار کربن آلی مرتع تحت قرق رعایت کامل قرق توسط دامداران بود که فرصت کافی برای افزایش بیومس گیاهان علوفه از نوع گندمیان و پهن‌برگان با ضریب خوشخوراکی و تجزیه بالا (با حداقل اندام خشبی) را فراهم نمود. بر این مبنا، میانگین بلندمدت بارندگی ایستگاه کرندغرب (نزدیکترین ایستگاه به منطقه قرق) حدود 550 میلی‌متر است. در حالیکه مقدار بارش در طول دوره قرق، یعنی سال‌های 94، 95، 96، 97 و 98 به ترتیب 726، 687، 616، 953 و 625 میلی‌متر بود (بی‌نام، 1400). این روند حتی منجر به افزایش کربن آلی تیمار چرا در دو سال آخر نیز شد، بطوریکه میزان کربن آلی از 1/09 در سال اول به 1/62 درصد در سال پنجم رسید. همچنین مقایسه میانگین سال به سال دو تیمار[2] با هم نیز نشان داد که میزان کربن آلی خاک مرتع تحت قرق بطور معنی‌داری بیشتر از مرتع با چرای متداول بود ($p<0.05$) (جدول 4). بر اساس نتایج تحقیقات وانگ و همکاران (2014)، حداقل پنج سال قرق لازم است تا کیفیت خاک مرتع تحت چرای شدید را بر اساس شاخص‌های کربن آلی، عناصر غذایی و جرم مخصوص

1. Within treatment
2. Between treatments

www.SID.ir

Archive of SID

ظاهری بهبود بخشد. میزان تأثیر قرق بر افزایش کربن آلی خاک بستگی به عوامل مختلفی از جمله نوع پوشش گیاهی، اقلیم، خاک و دوره قرق دارد. بطور کلی تأثیر پنج سال قرق در مراتع نیمه‌خشک با پوشش گندمیان و چمنزار موجب افزایش معنی‌دار اجزاء کربن آلی خاک اعم از گیاهی (ذرات کربن سبک و سنگین) و کربن میکروبی می‌گردد و علاوه بر آن، روند معدنی شدن آن برای استفاده گیاهان نیز سریع‌تر رخ می‌دهد (لوان و همکاران، 2014)

تأثیرات قرق بر جرم مخصوص ظاهری خاک

میانگین جرم مخصوص ظاهری خاک تیمار قرق و چرای متداول در سال اول اعمال قرق به ترتیب 1/56 و 1/57 گرم بر سانتی‌متر مکعب بود که با هم تفاوت معنی‌داری نداشتند، اما از سال دوم به‌بعد جرم مخصوص ظاهری خاک تحت قرق بطور معنی‌داری ($p<0.05$) روندی کاهشی داشت که در سال پنجم به کمترین میزان (1/266 گرم بر سانتی‌متر مکعب) رسید (جدول 3). همچنین مقایسه سال به‌سال میانگین دو تیمار در طول پنج‌سال نشان داد که بجز سال اول، در بقیه سال‌ها تغییرات با هم تفاوت معنی‌دار داشتند ($p<0.05$) (جدول 4). به‌عبارت دیگر، تأثیر قرق بر بهبود جرم مخصوص ظاهری خاک از سال دوم نمود یافته است که دلیل اصلی آن عدم کوبیدگی بر اثر تردد دام و افزایش ریشه افشان گیاهان مرتعی در خاک سطحی بوده است. معمولاً در مراتع تحت چرای زودهنگام و بیش از حد ظرفیت دام، تردد دام و سطح کم سم آنها (که فشار بر واحد سطح را افزایش می‌دهد) به همراه کمبود مواد آلی منجربه کوبیدکی شدید خاک و افزایش جرم مخصوص ظاهری خاک می‌گردد. در مقابل قرق مرتع این دو عامل برطرف شده و با کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک ظرفیت ذخیره رطوبت و تهویه بیشتری نیز در خاک فراهم می‌گردد. این روند حتی با قرق و اعمال چرای تناوبی در مراتع با خاک شور نیز به‌خوبی رخ می‌دهد (کریستین و همکاران، 2018). تحقیقات هاشمی و همکاران (2019)، در این زمینه نشان داد که افزایش کوبیدگی سطح خاک توسط سم دام منجر به افزایش 35 درصدی جرم مخصوص ظاهری خاک شد که به‌نوبه خود کاهش رطوبت و تهویه خاک و متعاقبا کربن آلی، عناصر غذایی و فعالیت آنزیمی خاک را به‌همراه داشت.

بررسی تأثیرات قرق بر خاکدانه‌های درشت

همچنین نسبت خاکدانه‌های بزرگتر از 1 میلی‌متر با گذشت زمان در دوره پنج‌ساله متاثر از اعمال قرق افزایش معنی‌داری یافت. بر این اساس، میانگین نسبت وزنی خاکدانه‌های درشت (با قطر بیش از 1 میلی‌متر) در تیمار قرق و چرای متداول در سال اول به ترتیب 9/18 و 8/09 درصد بود که با هم تفاوت معنی‌داری نداشتند. در حالیکه این نسبت در سال پنجم به ترتیب به 30/29 و 6/90 درصد تغییر یافت که در سایت قرق حدود 3/3 برابر افزایش یافت و برعکس در سایت تحت چرای متداول روندی کاهشی اما غیرمعنی‌دار داشت (جدول 2).

بطوریکه در جدول 3 مشاهد می‌گردد، نسبت خاکدانه‌های درشت خاک تحت قرق نسبت به مرتع با چرای متداول افزایش قابل توجه یافت ($p<0.05$) (جدول 4-4). یکی از مهم‌ترین دلایل این تغییرات افزایش پوشش گیاهی و به تبع از آن افزایش لاشبرگ و کربن آلی خاک و نهایتا ظهور گندمیان پایا با ریشه‌های افشان و متراکم است که موجب ایجاد چسبندگی خاکدانه‌ها گردیدند، بطوریکه در شکل 2 مشاهده می‌گردد، گیاهان واجد ریشه و پیاز زیرزمینی که غالبا در خاک سطحی انتشار می‌یابند، ذرات خاک را در اطراف ریشه‌های نازک خود متراکم می‌کنند. این گیاهان خوشخوراک و پایا هستند که زادآوری آنها به‌دلیل چرای زودرس و بیش‌از حد ظرفیت، دچار نقصان شده و در مواردی نیز در حال انقراض هستند. مطالعات قیطوری و همکاران (1392)، نشان داد که چرای شدید دام نسبت خاکدانه‌های بزرگتر از یک میلی‌متر خاک مراتع را در مقایسه با چرای مدیریت شده بطور معنی‌داری کاهش داد. بنابراین نقش چرای مفرط دام در تخریب خاکدانه‌ها همسنگ نقش خاکورزی نامناسب در اراضی زراعی است. مهم‌ترین دلیل این روند افزایش سریع بیومس گیاهی و تبدیل آن به ماده آلی بر اثر قرق مرتع است که پس از تبدیل به ماده آلی خاک پیوند لازم برای به‌هم چسبیدن خاکدانه‌های ریز فراهم می‌آورد. نتایج پژوهش‌های قسیم و همکاران (2017)، نشان داد که در چنین شرایطی نسبت افزایش ماده آلی خاک 53 درصد بیشتر از مراتع تحت چرای متداول بود. پژوهش‌های تکمیلی فیک و همکاران (2020)، نشان داد که نتیجه نهایی این روند کاهش چشمگیر سله و درز و شکاف سطحی و بهبود نفوذپذیری خاک بود که منجر به افزایش ذخیره رطوبت خاک و پایداری آن در مقابل فرسایش گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 3- نتایج مقایسه میانگین سال به سال ویژگی‌های فیزیکی خاک مراتع دالاهو (تحت قرق و چرای متداول)*

متغیر	آماره	سال					P-value**
		اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	
OC Ex (%)	متوسط	1/14(d)	1/53(c)	1/65(c)	2/66(b)	3/70(a)	0/0002
	انحراف معیار	0/302	0/433	0/556	1/049	2/156	
	ضریب تغییرات	26/55	28/20	19/66	22/84	33/90	
OC Gr (%)	متوسط	1/09(b)	1/06(b)	1/19 (a)	1/37(a)	1/62(a)	0/0049
	انحراف معیار	0/157	0/266	0/398	0/327	0/515	
	ضریب تغییرات	15/33	25/15	33/32	23/85	31/56	
BD Ex (g/cm^3)	متوسط	1/555(a)	1/410(b)	1/356(b)	1/280(c)	1/266(c)	0/006
	انحراف معیار	0/058	0/071	0/082	0/077	0/106	
	ضریب تغییرات	3/76	5/08	6/06	6/06	8/43	
BD Gr (g/cm^3)	متوسط	1/575(a)	1/586(a)	1/593(a)	1/569(a)	1/572(a)	0/123
	انحراف معیار	0/130	0/124	0/121	0/096	0/105	
	ضریب تغییرات	8/29	7/823	7/599	6/13	6/71	
SAS >1 mm (%)	متوسط	9/180(b)	-	-	-	27/87(a)	0/0021
	انحراف معیار	3/834	-	-	-	10/95	
	ضریب تغییرات	41/003	-	-	-	39/29	
SAS D-Gr >1 mm (%)	متوسط	8/090(a)	-	-	-	6/903(a)	0/243
	انحراف معیار	4/060	-	-	-	1/566	
	ضریب تغییرات	52/68	-	-	-	22/68	

=BD جرم مخصوص ظاهری خاک =SASD ,نسبت اندازه خاکدانه‌ها =Gr ,مرتع با چرای متداول =Ex ,مرتع قرق شده

*تعداد نمونه هر تیمار در هر سال 12 نمونه، **میانگین با حروف متفاوت، با هم تفاوت معنی‌دار دارند.

جدول 4- نتایج مقایسه میانگین پنج‌ساله ویژگی‌های شیمیایی خاک مراتع قرق و چرای متداول دالاهو (T-test)

متغیر	تیمار	سال اول		سال دوم		سال سوم		سال چهارم		سال پنجم	
		میانگین	P-value	میانگین	P-value	میانگین	P-value	میانگین	P-value	میانگین	P-value
OC (%)	قرق	1/14	0/374	1/53	0/004	1/65	0/001	2/66	0/006	3/70	0/001
	چرا	1/09		1/06		1/19		1/37		1/62	
BD (g/cm^3)	قرق	1/555	0/635	1/410	0/005	1/356	0/002	1/280	0/001	1/266	0/003
	چرا	1/575		1/586		1/593		1/569		1/572	
SASD >1 mm (%)	قرق	9/180	0/782	-	-	-	-	-	-	27/87	0/001
	چرا	8/090		-		-		-		6/90	

BD=جرم مخصوص ظاهری خاک، SASD= نسبت اندازه خاکدانه‌ها، *میانگین با حروف متفاوت، با هم تفاوت معنی‌دار دارند.

شاخص پایداری خاک

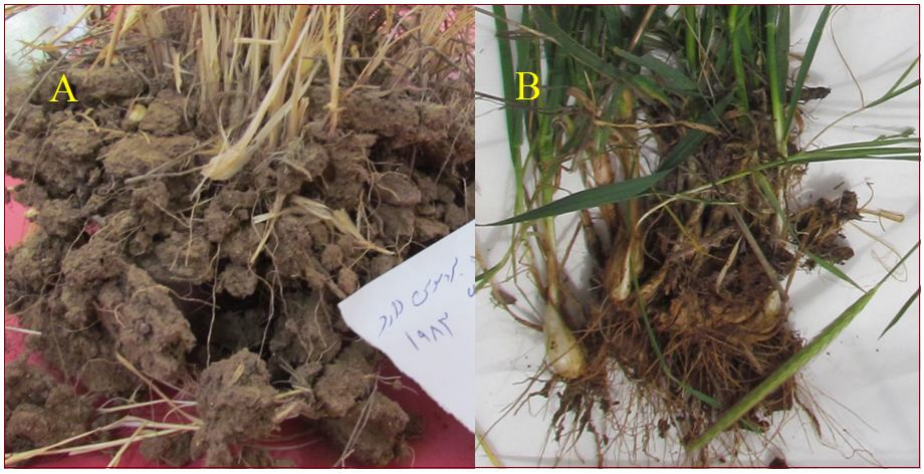
کلاس و رتبه بحرانی ویژگی‌های مؤثر در پایداری خاک در جدول 1 درج شده است که شامل کربن آلی، جرم مخصوص ظاهری، شاخص پایداری، بافت، هدایت الکتریکی و اسیدیته خاک است. هریک از این شاخص‌ها در دو مرتع تحت قرق و چرای متداول محاسبه گردید که نتایج آن در جدول 5 درج شده است. بر این اساس، کلاس محدودیت پایداری خاک مرتع تحت چرا در طول پنج سال زیاد (با رتبه 4) بود، اما در خاک مرتع قرق شده در سال اول، دوم و سوم به‌ترتیب زیاد، متوسط و کم بود و در سال‌های چهارم و پنجم بدون محدودیت بدست آمد. میزان کربن خاک مرتع با چرای متداول در همه سال‌ها از حدود 50 مگاگرم در هکتار بیشتر نشد بود و به همین دلیل کلاس محدودیت متوسط بدست آمد. در مقابل، میزان این محدودیت در خاک مرتع قرق شده در سال سوم و چهارم به رتبه کم بهبود یافت و در سال چهارم به کلاس بدون محدودیت بود. محدودیت خاک بر اساس شاخص پایداری نیز در خاک مرتع تحت چرا، به تبع از تغییرات کربن آلی خاک، در پنج سال در کلاس زیاد با رتبه 4 باقی ماند، اما در خاک مرتع قرق شده در سال دوم نزدیک به کلاس محدویت متوسط و در

www.SID.ir

Archive of SID

سال‌های سوم، چهرم و پنجم بدون محدودیت بدست آمد (جدول 5).

کاهش کلاس و رتبه محدودیت خاک بر اساس شاخص‌های جرم مخصوص ظاهری، کربن آلی، نسبت خاکدانه‌های درشت و شاخص پایداری بیانگر ارتقاء کیفیت خاک و نقش مؤثر آن در تغذیه، نگهداری رطوبت، ترسیب کربن و مقاومت به فرسایش و سیل است (لی و همکاران، 2020؛ مظفری و همکاران، 1398؛ لل، 2011) کلاس محدودیت پایداری خاک در هر دو تیمار قرق و تحت چرا بر اساس دو ویژگی اسیدیته و هدایت الکتریکی بدون محدودیت تا محدودیت کم و بر اساس بافت نیز محدودیت متوسط بدست آمد.



شکل 2- تأثیر سیستم متراکم گیاه مرتعی بروموس باکلاس خوشخوراکی I (A) و جو وحشی با کلاس خوشخوراکی II (B) بر افزایش معنی‌دار خاکدانه‌های درشت، نفوذپذیری و پایداری خاک مراتع تحت قرق در سال پنجم.

جدول 5- کلاس و رتبه محددیت پایداری خاک بر اساس مهم‌ترین ویژگی اندازه‌گیری شده

محدودیت	تیمار	کلاس محدودیت									
		سال قرق									
		اول		دوم		سوم		چهارم		پنجم	
		رتبه	درجه محدودیت	رتبه	درجه محدودیت	رتبه	درجه محدودیت	رتبه	درجه محدودیت	رتبه	درجه محدودیت
BD (mg/cm^3)	قرق	4	زیاد	3	متوسط	2	کم	1	بدون محدودیت	1	بدون محدودیت
	چرا	4	زیاد	4	زیاد	4	زیاد	4	زیاد	4	زیاد
OC (Mg/ha)	قرق	34/21	متوسط	41/45	متوسط	45/15	کم	68/09	کم	93/68	بدون محدودیت
	چرا	34/40	متوسط	33/59	متوسط	37/90	متوسط	43/10	متوسط	50/90	کم
Si	قرق	0/026	زیاد	0/036	متوسط	0/040	بدون محدودیت	0/064	بدون محدودیت	0/090	بدون محدودیت
	چرا	0/029	زیاد	0/027	زیاد	0/030	زیاد	0/035	زیاد	0/042	متوسط
بافت	قرق	3	متوسط	3	متوسط	3	متوسط	3	متوسط	3	متوسط
	چرا	3	متوسط	3	متوسط	3	متوسط	3	متوسط	3	متوسط
EC	قرق	1	بدون محدودیت	1	بدون محدودیت	1	بدون محدودیت	1	بدون محدودیت	1	بدون محدودیت
	چرا	1	بدون محدودیت	1	بدون محدودیت	1	بدون محدودیت	1	بدون محدودیت	1	بدون محدودیت
pH	قرق	2	کم	2	کم	2	کم	2	کم	2	کم
	چرا	2	کم	2	کم	2	کم	2	کم	2	کم

BD=جرم مخصوص ظاهری خاک =Si ,شاخص پایداری =OC ,کربن آلی بر حسب تن /مگاگرم در هکتار =EC ,هدایت الکتریکی , خاکدانه‌ها

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که پنج سال قرق پشت‌سر هم منجر به افزایش چشمگیر کربن آلی خاک به عنوان مهترین ویژگی شیمیایی خاک گردید، بطوریکه در سال پنجم به 3/70 درصد افزایش یافت که در مقایسه با سال اول (1/14 درصد)، بیش از سه برابر است. در این مدت جرم مخصوص ظاهری خاک نیز از حدود 1/7 به 1/3 کاهش یافت. همچنین نسبت خاکدانه‌های درشت (بیش از یک میلی‌متر) خاک در مقایسه با مرتع تحت چرای متداول (بی‌رویه) بیش از سه برابر افزایش یافت. بازخورد این روند بهبود شاخص پایداری کیفیت خاک بود، بطوریکه کلاس محدودیت خاک بر مبنای این سه متغیر از محدودیت شدید و زیاد (به‌ترتیب با رتبه 5 و 4) به متوسط، کم و بدون محدودیت (با رتبه‌های 3، 2 و 1) تقلیل یافت. به‌عبارت دیگر قرق از طریق افزایش پوشش گیاهی و کاهش اثرات تردد دام موجب بهبود چشمگیر کیفیت خاک در مقابل فرسایش و بستر مناسبتری برای ذخیره رطوبت و رشد گیاهان مرتعی خواهد شد.

سپاس‌گزاری

اعتبار این پروژه تحقیقاتی (با شماره مصوب 94123-29-55-24) توسط اداره کل منابع طبیعی استان کرمانشاه تأمین گردید و به تصویب پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری رسید که بدینوسیله از همکاری آنها سپاس‌گذاری می‌گردد.

فهرست منابع:

1. آرخازلو، ح.ش.، امامی،ح. و غ. حق‌نیا. 1391. ارزیابی رابطه مدل‌های تعیین کیفیت خاک و شاخص‌های پایدری آن در زمین‌های کشاورزی و مرتعی جنوب مشهد. مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)، الف، 26 (3).30-39
2. بی‌نام. 1400. آمار کاربریدی هواشناسی، بولتن خبری و آمار بلندمدت ایستگاه هواشناسی کرندغرب http://www.kermanshahmet.ir
3. بی‌نام. 1398. اطلاعات کاربردی هواشناسی.اداره هواشناسی استان کرمانشاه. www.kermanshahmet.ir
4. بی‌نام. 1392. مرکز آمار ایران، 1392. سالنامه آمار، مساحت جنگل‌ها، مراتع و پدیده‌های بیابانی کشور www.amar.org
5. قیطوری، م، حشمتی، م. و ی. پرویزی. 1392. تأثیر مدیریت مراتع بر تغییرات کربن آلی خاک و خاکدانه‌ها در چهارمنطقه استان کرمانشاه. مجله پژوهشهای خاک (علوم خاک و آب)، الف 27 (3): 257-249.
6. مظفری، ح.، موسوی، س. و ع. سپاسخواه. 1398. اثر کاربری اراضی بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی یک خاک آهکی. پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)، 33 (4): 525-540.
7. محمدی، ج.، ح. خادمی و م. نائل. 1384. بررسی تغییر پذیری کیفیت خاک سطحی در اکوسیستم‌های انتخابی در منطقه زاگرس مرکزی.
8. مرکز آمار ایران، 1392. سالنامه آمار، مساحت جنگل‌ها، مراتع و پدیده‌های بیابانی کشور www.amar.org
9. Allen, C.C, Macalady A.K, Chenchouni, H., Bachelet, D., McDowell, M., Vennetier., M., Kitzberger, T., Rigling, A. and D., Breshears. 2010. A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests, Forest Ecology and Management, 259 (4), pp. 660–684.
10. Badripour, H. 2006. Country Pasture/Forage Resource Profile, Islamic Republic of Iran, FAO publication, Italy, Rome.
11. Benthien, O., Matthias, B., Riemann, J.C. and Stolter, C. 2018. Long-term effect of sheep and goat grazing on plant diversity in a semi-natural dry grassland habitat, Heliyon, 4(3): 1-12.
12. Choupanian, A., Gheitury, M., Heshmati, M., Mahdavi,K. and Mahdavi, M. 2012. Effects of topographic factors on carbon sequestration in *Astragalus Gossypinus* (Case Study: Bazan, Kermanshah Province). J. Rangeland Science, 2 (3): 577-582.

www.SID.ir

Archive of SID

13. Cristina, M., Vecchio, R., Golluscio, A., Rodríguez, A.M. and M.A. Taboada. 2018. Improvement of Saline-Sodic Grassland Soils Properties by Rotational Grazing in Argentina, Rangeland Ecology & Management, 71 (6): 807-814.
14. FAO. 2010. Global Forest Resources Assessment 2010, Forestry Paper, Main report (163)FAO,
15. Fick, S.E., Belnap, J. and M.C. Duniway. 2020. Grazing-Induced Changes to Biological Soil Crust Cover Mediate Hillslope Erosion in Long-Term Exclosure Experiment, Rangeland Ecology & Management, 73 (1): 61-72.
16. Gheitury, M., Jafary, M., Azarnivand, H., Arzani, H., Javady,S.A. and M. Heshmati. 2012. Contribution of soil organic carbon levels, different grazing and converted rangeland on aggregates size distribution in the rangelands of Kermanshah Province, Iran, African Journal of Agricultural Research, 7(6): 2622-2631.
17. Hashemi, A., Ghasemi, F.A., Zarafshar, M. and S. Bazot. 2019. 80-years livestock transit impact on permanent path soil in Zagros oak forest, Iran, Applied Soil Ecology, 138: 189-194.
18. Heshmati, M., Arifin, A., Shamshuddin, J. and Majid, N.M. 2011. Effects of Land Use Practices on the Organic Carbon Content, Cation Exchange Capacity and Aggregate Stability of Soils in the Catchment Zones. American Journal of Applied Sciences 8 (12): 1363-1373.
19. Ho, P. and Azadi, H. 2010. Rangeland degradation in North China: Perceptions of pastoralists. Environmental Research, 110:302-307.
20. Lal R. 1994. Soil Methods and guidelines for Sustainable use of soil and water resources in the tropics Soil Management Support System, USDA,-NRCS. Washington, DC.
21. Ikemura,Y. and Shukla,M.F. 2009. Soil quality in organic and conventional farms of New exico, USA, Vol.4 No.1
22. Lal R. 1994. Soil Methods and guidelines for Sustainable use of soil and water resources in the tropics. Soil Management Support System, USDA,-NRCS. Washington, DC.
23. Li, N., Wen, S., Wei, S., Li, H., Feng, Y., Ren, G., Yang, G., Han, X., Wang, X. and C., Ren, 2020. Straw incorporation plus biochar addition improved the soil quality index focused on enhancing crop yield and alleviating global warming potential, Environmental Technology & Innovation, XXXX.
24. Li, G.L., Pang, X.M. 2010. Effect of land-use conversion on C and N distribution in aggregate fractions of soils in the southern Loess Plateau, China. *Land Use Policy*, 27: 706-712.
25. Loeppert, R.H.,and D.L. Suarez. 1996. Carbonate and gypsum. p. 437-474. In: D.L. Sparks et al. (eds.). Methods of Soil Analysis. Part 3.3rded. Chemical and Microbiological Properties. ASA and SSSA, Madison, WI, USA.
26. Luan, J., Cui, L., Xiang, C., Wu, J., Song, H., Ma, Q. and Z.Hu. 2014. Different grazing removal exclosures effects on soil C stocks among alpine ecosystems in east Qinghai–Tibet Plateau, Ecological Engineering, 64: 262-268.
27. Nael, M., Khademi, H.A. and Hajabbasi, M. 2004. Response of soil quality indicators and their spatial variability to land degradation in central Iran. Applied Soil Ecology, 27(3): 221-232.
28. Neely, C., Bunning, S. and Wilkes, W. 2009. Review of Evidence on Drylands Pastoral Systems and Climate Change Implications and Opportunities for Mitigation and Adaptation. Food and Agriculture Organization of the United Nations publications, Rome.
29. Nelson, D.W.,and L. E. Sommers. 1996. Total carbon, organic carbon, and organic matter. p. 961-1010. In: D.L. Sparks et al. (eds.). Method of Soil Analysis. Part 3.3rded. Chemical and Microbiological Properties. ASA and SSSA, Madison, WI, USA.

www.SID.ir

Archive of SID

30. Qasim, S., Gul, S., Shah, M.H., Hussain, F., Ahmad, S., Islam, M., Rehman, G., Yaqoob and M., S.Q. Shah. 2017. Influence of grazing exclosure on vegetation biomass and soil quality, International Soil and Water Conservation Research, 5 (1):62-68.
31. Sardf, south African rural development framework. 2005. “report”:available on http://cbdd. wsu.edu/kew/content/tr501.
32. Sekaran, S., Laxmisagara, K., Sandeep Kumar, S. 2021. Soil aggregates, aggregate-associated carbon and nitrogen, and water retention as influenced by short and long-term no-till systems, Soil and Tillage Research, 208: 104885.
33. Wang, Z., Yun, X., Wei, Z., M., Schellenberg, P., Wang, Y., Yang, X. And X. Hou. 2014. Responses of Plant Community and Soil Properties to Inter-Annual Precipitation Variability and Grazing Durations in a Desert Steppe in Inner Mongolia, Journal of Integrative Agriculture, 13 (6): 1171-1182.
34. Yan, Y. and X. Lu. 2020. Are N, P, and N:P stoichiometry limiting grazing exclusion effects on vegetation biomass and biodiversity in alpine grassland?, Global Ecology and Conservation, 24:XXX
35. Zutshi, A., Sohal, A. s., 2005. Integrated Management System. Journal of manufacturing technology Management, 16(2), 211-232.

www.SID.ir

Archive of SID

Effects of Long Term Grazing Exclusion on Some Soil Physicochemical Characteristics and Sustainability

M. Heshmati[1] and M. Gheitury

Associate Professor, Dept. of Soil Conservation and Watershed Management, Kermansha Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Iran; E-mail: Heshmati46@gmail.com

Associate Professor, Dep. of Soil Conservation and Watershed Management, Kermansha for Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Iran; E-mail: gheitury42@gmail.com

Received: December, 2020 and Accepted: March, 2021

Abstract

Heavy livestock grazing is a severe threat to soil quality in the rangelands, particularly in the semiarid regions. However, grazing exclusion is the effective and low cost management measure combating improper grazing impact. The purpose of this study was to investigate the effects of grazing exclusion on soil physicochemical properties in Dalahoo Rangeland, Kermanshah, Iran, and was carried out during 2016-2019. For this purpose, two linear transects were performed in exclosure (Ex) and grazed (Gr) sites. In each transect, 12 sampling points were selected with 250 m interval and soil samples were taken from topsoil and repeated annually. The results of this study revealed that the respective value of soil organic carbon (SOC) in Ex and Gr was 1.10 and 1.09 %, showing no significant differences between them in the first year. However, in the fifth year, SOC was enhanced to 3.70% in Ex, which was significantly higher compared to Gr ($p < 0.05$) and 5.5 times higher than the first year. The bulk density (BD) in the Ex and Gr soil in the first year was 1.56 and 1.57 gcm^{-3}, respectively. Over five year time, the BD of Ex significantly decreased to 1.266 gcm^{-3}, while there was no significant change in Gr site. Furthermore, the respective ratio of coarse soil aggregate (CSA) with > 1 mm diameter in Ex and Gr was, respectively, 9.18% and 8.09% in the first year, while it was, respectively, 30.29% and 6.90% in the fifth year, which was significantly higher in Ex ($p<0.05$) and indicated 3.3 times improvement through exclosure measure. Finally, the limitation class for soil quality in the Ex was changed from high (1st year) to no limitation (5th year), while Gr site, which was in "high limitation class" in the first year, showed no change during five year. This study demonstrates that five years grazing exclusion significantly improved soil quality.

Keywords: Dalahoo Rangeland, Coarse aggregate, Organic Carbon, Soil stability

1. Corresponding author: Kermansha Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Kermanshah, Iran

www.SID.ir