

## تغییرات کیفیت فیزیکی- هیدرولیکی خاک در سطوح مختلف مدیریتی درمنه‌زارهای کوهستانی رابر، کرمان

وحیدرضا جلالی\*<sup>۱</sup>، یوسف حیدری<sup>۲</sup>، مجید حجازی مهریزی<sup>۳</sup>

### چکیده

سطح زیادی از اکوسیستم‌های مرتعی، در نتیجه چرای مفرط و پیوسته دام‌های اهلی، در حال تخریب هستند و وضعیت پوشش گیاهی و خاک آنها رضایت بخش نیست. پژوهش حاضر، به بررسی تغییرات کیفیت فیزیکی- هیدرولیکی خاک در سطوح مختلف مدیریتی (شامل قرق یک‌ساله، چرای با شدت کم و چرای با شدت زیاد)، در سه مکان از درمنه‌زارهای کوهستانی رابر-استان کرمان، می‌پردازد. برای این منظور در فصل رویش ۱۳۹۶، ۳۰ نمونه خاک از افق سطحی با سه تکرار، از هر مکان برداشت و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک (بافت، چگالی ظاهری، کربن آلی، هدایت الکتریکی، MWD، هدایت هیدرولیکی اشباع، ظرفیت رطوبتی اشباع، ظرفیت جذب آب خاک و شاخص فرسایش‌پذیری خاک) اندازه‌گیری شد. مقایسه مقادیر شاخصه‌ها نسبت به حد بحرانی آنها در جدول‌های استاندارد و در نظر گرفتن، پتانسیل منطقه و وضعیت آب و هوایی، نسبت به نوع و سطح حفاظت در آنها، تصمیم گرفته شد. بر مبنای نتایج، مدیریت‌های چرای اعمال شده اثر قابل توجهی بر شاخص‌های مذکور داشته به‌نحوی که تیمار چرای شدید، باعث افزایش ۲۳/۰۷ و ۱۲/۳ درصد ( $p > 0.05$ ) هدایت الکتریکی به ترتیب نسبت به تیمار قرق و چرای کم شد. کربن آلی در تیمار قرق، از ۰/۶۵۸ درصد به ۰/۴۹۱ و ۰/۴۶۴ درصد به ترتیب در تیمارهای چرای کم و چرای شدید کاهش یافت. همچنین کاهش معنی‌دار ( $p > 0.01$ ) میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در اثر مدیریت‌های چرای نسبت به تیمار قرق مشاهده شد. از دیدگاه فیزیکی- هیدرولیکی، اعمال مدیریت چرای کم و چرای شدید، باعث کاهش ۲۶/۱۵ و ۳۲/۲۵ درصدی هدایت هیدرولیکی اشباع نسبت به مدیریت قرق شده در حالی که افزایش شدت چرای، باعث افزایش معنی‌دار ( $p > 0.05$ ) شاخص فرسایش‌پذیری خاک گردید. در مجموع، با توجه به مقایسه شاخص‌ها با حد استاندارد؛ اولویت حفاظت در هر یک از مکان‌های قرق، چرای شدت کم و چرای شدت زیاد؛ به ترتیب، عدم نیاز به حفاظت، حفاظت ابتدایی و حفاظت کامل می‌باشد.

**واژگان کلیدی:** اکوسیستم‌های مرتعی، چرای دام، مدیریت مرتع، شاخص‌های کیفیت خاک.



### مقاله پژوهشی

۱. دانشیار گروه مهندسی طبیعت، دانشکده کشاورزی شیروان، دانشگاه بجنورد، شیروان، ایران.

v.jalali@uk.ac.ir

\* نویسنده مسئول

۲. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده مهندسی علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.

heydari.y.2711@yahoo.com

۳. دانشیار گروه مهندسی علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.

mhejazi@uk.ac.ir

شماره مقاله: ۲۲۰۱-۱۰۱۸

شماره صفحه پیاپی: ۱۱۶-۱۲۸

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۱۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۱۶

انتشار آنلاین: ۱۴۰۱/۰۳/۲۷

زمان پذیرش: ۹۶ روز

### استناددهی:

جلالی، و.ر.، حیدری، ی.، و حجازی مهریزی، م. (۱۴۰۱). تغییرات کیفیت فیزیکی- هیدرولیکی خاک در سطوح مختلف مدیریتی درمنه‌زارهای کوهستانی رابر، کرمان. مدیریت اکوسیستم‌های طبیعی، ۲(۱)، ۶۱-۴۹.

## ۱- مقدمه

مراعات می‌توانند هوا و آب تمیز را فراهم کرده، علوفه برای دام تولید کنند، کربن را ترسیب نموده و از تنوع گسترده‌ای از جوامع گیاهی و جانوری حمایت نمایند (UNCCD, 2004). چرای دام به عنوان یک محرک اولیه اکوسیستم در مراعات شناخته شده است و نشان دهنده یکی از مهمترین کاربری‌های مراعات می‌باشد (Zhu et al., 2016). با این حال، در مناطق خشک و نیمه خشک جهان، چرای بی‌رویه یکی از مهم‌ترین علل تخریب مداوم منابع طبیعی به شمار می‌رود (Deng et al., 2017).

سرعت طبیعی تولید خاک به طور کلی یک تا دو مرتبه کمتر از نرخ فرسایش در بسیاری از اراضی است که نشان دهنده تلفات ناپایدار سرمایه طبیعی خاک است (Hancock et al., 2020). تخریب و هدررفت سریع خاک ناشی از فعالیت‌های انسانی (کشاورزی، دامداری، جنگل‌تراشی، معدن‌کاوی و...) در مقیاس جهانی گزارش شده است که این امر به طور فزاینده‌ای به عنوان یک تهدید برای سیستم‌های تولید مواد غذایی (Pimentel and Burgess, 2013)، پایداری اکوسیستم‌ها (Trimble and Mendel, 1995)، کیفیت آب (McCulloch et al., 2003) و... شناخته شده است.

یکی از محرک‌های موثر در تشدید فرسایش، تسریع پاکسازی زمین و به دنبال آن چرای شدید و مدیریت ضعیف زمین است که باعث افزایش بار رسوب به میزان پنج تا ده برابر در مقایسه با قبل می‌شود (Merten and Minella, 2013). در بسیاری از بخش‌های کشور ما، تغییر کاربری زمین و همزمان فشار چرای شدید خارج از توان احیای مراعات، به شدت موجب تسریع فرسایش، تلفات مواد مغذی، تخریب زمین به شکل آسیب به خاک، و کاهش عملکرد گیاه شده است (کهندل و همکاران، ۱۳۸۸؛ حیدریان آقاخانی و همکاران، ۱۳۸۹؛ میرسیدحسینی و همکاران، ۱۳۹۵). این مسائل با افزایش تعداد دام و مساحت زمین مورد استفاده برای چرای فشرده خارج از فصل، به ویژه در ماه‌های زمستان در حالی که رشد مراعات کم است، تشدید می‌شود. تأثیر چرای دام بر هدر رفت خاک و کاهش کیفیت ویژگی‌های فیزیکی آن شامل کاهش تعداد تخلخل‌های درشت، کاهش نفوذپذیری، افزایش تراکم و چگالی ظاهری و تخریب ساختمان خاک عمدتاً به اثرات ترکیبی کاهش پوشش گیاهی نسبت داده می‌شود (Abdalla et al., 2018).

کاهش یا حذف پوشش سطحی خاک از طریق چرای دام، منجر به کاهش یا حذف کامل پوشش گیاهی و ریشه سارهای گیاهی شده که در این صورت، گیاهان نقش ذاتی خود در توقف و یا کاهش سرعت جریان سطحی آب از طریق افزایش ضریب زبری سطحی و نهایتاً نفوذ آب به خاک را از دست خواهند داد (Löbmann et al., 2020). رابطه بین پوشش زمین (بر حسب درصد) و هدررفت خاک از طریق فرسایش سطحی قابل توجه و بالقوه غیر خطی است، بطوریکه با کاهش پوشش زمین به زیر ۳۰٪، افزایش سریع در فرسایش سطحی پدیدار می‌شود (Silburn et al., 2011). در طول یک رویداد چرای درجه تخریب خاک با توجه به عواملی از جمله تراکم پوشش (Hu et al., 2018)، فشار سُم (Hu et al., 2018)، مدت چرای (McDowell and Houlbrooke, 2009)، و تاریخچه چرای/ لگدمال شدن اراضی (Cournane et al., 2011) متفاوت است. در مجموع می‌توان تمام این فاکتورها را در قالب متغیر "شدت چرای" توصیف کرد که مستقیماً با درجه تخریب خاک مرتبط است (Donovan, and Monaghan, 2021). در یک شدت چرای معین، تخریب خاک بین خاک‌های مختلف و یا حتی مناطق همجوار نیز به دلیل رطوبت متغیر و محتوای رس خاک که تراکم‌پذیری و انعطاف‌پذیری خاک را تغییر می‌دهد، متفاوت است (Laurenson and Houlbrooke, 2016). به عبارت دیگر مدیریت همزمان متغیرهای موثر در کیفیت و عملکرد خاک، وابسته به مطالعه دقیق، پایدار و محلی فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی خاک می‌باشد.

تخریب خاک، کاهش تولید مرتع را در پی خواهد داشت چرا که خاک، عامل اولیه تعیین پتانسیل جهت تولید علوفه در هر منطقه با هر نوع آب و هوا است. بنابراین آگاهی از تغییر خصوصیات خاک ناشی از مدیریت نادرست و چرای شدید برای اتخاذ مدیریت صحیح مرتع ضروری است (Elmore and Asner, 2006). با توجه به این نکته که خاک ثبات بیشتری نسبت به پوشش گیاهی داشته و معمولاً بعد از آن تحت تأثیر قرار می‌گیرد، می‌توان امیدوار بود در صورتی که در مراحل اولیه تخریب، جلوی این روند گرفته شود، با سهولت بیشتری بتوان به احیاء پوشش گیاهی با صرف کمترین هزینه و زمان لازم اقدام نمود. اما چنانچه چرای بی‌رویه ادامه داشته باشد و چرای دام براساس اصول علمی صورت نگیرد، تخریب خاک مرتعی بخصوص خصوصیات فیزیکی آن را به دنبال خواهد داشت (Pineiro et al., 2006).

خاک‌های مرتعی با تغییرپذیری زمانی و مکانی شدید، گسترش وسیع داشته و اهمیت زیادی در حفظ تنوع گیاهی و به طور کلی موجودات زنده در این اکوسیستم‌ها دارند. اثر چرای دام‌ها بر خصوصیات فیزیکی خاک فرایند پیچیده‌ای می‌باشد و به عوامل متعددی بستگی دارد. چرا در صورت زیاد بودن رطوبت خاک، می‌تواند باعث لگدکوب شدن خاک سطحی و گل‌خرابی<sup>۱</sup> آن گردد، در صورتی که اگر خاک خشک باشد تردد زیاد دام بر سطح خاک باعث از هم پاشیده شدن خاکدانه‌ها و به هم خوردن سطح خاک همانند شخم در مقیاس کوچک گردد (Fernández et al., 2015).

Kutilek et al. (۲۰۰۶) بیان نمودند که دامنه اثر چرای شدید که محدود به عمق ۵۰ تا ۱۵۰ میلی‌متری خاک می‌شود، موجب فشرده شدن لایه‌های بالایی خاک شده و موجب کاهش تخلخل کل می‌شود. Bonetti et al. (۲۰۱۹) بیان داشتند که این امر با کاهش محتوای حجمی آب در دامنه مکشی ۱۰- تا ۱۰۰- کیلو پاسکال و افزایش محتوای آب در دامنه مکشی ۱۰- تا ۱۵۰۰- کیلو پاسکال موجب اصلاح توزیع اندازه منافذ خاک می‌گردد. چرای

شدید همچنین باعث از هم گسیختگی ساختار طبیعی خاک می‌شود که باعث کاهش پایداری خاکدانه‌ها شده و آنها را در برابر متلاشی شدن توسط برخورد قطرات باران (فرسایش پاشمانی) آسیب پذیرتر می‌کند و نهایتاً چرای شدید باعث کاهش نفوذ آب در خاک می‌شود (Wang et al., 2020). Moret-Fernández et al. (۲۰۲۱) در مطالعه‌ای به بررسی اثر چرای دام بر ویژگی‌های هیدرولیکی خاک‌های گچی در یک منطقه مدیترانه‌ای در شمال شرق اسپانیا پرداخته و اثر سه شدت افزایشی چرای دام (کم، متوسط و زیاد) را بر خواص هیدرولیکی لایه‌های بالایی خاک مقایسه نمودند. پارامترهای اندازه‌گیری شده شامل ضریب جذب اشباع، هدایت هیدرولیکی اشباع<sup>۱</sup> و غیر اشباع<sup>۲</sup> لایه سطحی خاک، چگالی ظاهری خاک، رطوبت حجمی اشباع و پارامترهای  $n$  و  $\alpha$  در منحنی رطوبتی خاک در عمق ۸-۱ سانتی‌متری بود. نتایج نشان داد که شدت چرای زیاد باعث کاهش ضریب نفوذپذیری آب در خاک شد. همچنین شدت چرای زیاد موجب کاهش معنی‌دار سرب در مزارع با محتوای گچ متوسط خاک شد. نهایتاً لگدکوب شدن خاک توسط دام، هیچ اثری بر ویژگی‌های نگهداری آب در خاک نداشت.

عمده اراضی از لحاظ توپوگرافی و عمق خاک، توان کشاورزی طولانی مدت را نداشته و با به هم خوردن ساختمان آن، دچار فرسایشی شتابان می‌شوند بنابراین با توجه به اهمیتی که خاک در ارتباط با تأمین غذای جمعیت رو به رشد جهان ایفا می‌کند، شناخت کلیه خصوصیات خاک اعم از مورفولوژیکی، فیزیکیوشیمیایی، بیولوژیکی و کانی‌شناسی ضروری است. این مطالعات باعث خواهد شد تا منابع موجود به گونه‌ای مورد استفاده قرار گیرند که ضمن تأمین غذای جمعیت رو به رشد جهان، کیفیت اراضی نیز حفظ شود. در مقیاس جهانی و ملی، گسترش کشاورزی به مراتب و دیمزارها و چرای بی‌رویه در این مناطق، به عنوان عوامل کلیدی در تسریع تخریب خاک و فرسایش سطحی با پیامدهای مستقیم در بهره‌وری از زمین و سلامت محیط زیست شناخته شده است. با این وجود اثرات کمی چرای دام بر ویژگی‌های فیزیکی خاک و پوشش زمین در مدل‌های هدررفت خاک (همانند معادله جهانی فرسایش خاک اصلاح شده<sup>۳</sup>) با وجود تأثیرات قابل توجه آن بر فرسایش سطحی، دیده نشده است، بنابراین نیاز هست تا در مقیاس محلی و با در نظر گرفتن تغییرپذیری زمانی- مکانی ویژگی‌های خاک، بررسی دقیقی از میزان تاثیرگذاری مدیریت چرای دام‌ها بر فاکتور فرسایش‌پذیری خاک مراتع و نیز سایر پارامترهای کیفی خاک انجام پذیرد. با توجه به محدودیت مطالعات صورت گرفته در زمینه بررسی تأثیر شدت چرای بر خواص هیدرولیکی خاک‌های مناطق نیمه خشک، هدف این تحقیق ارائه اطلاعات بیشتری به منظور تعیین شدت چرای مطلوب در مناطق نیمه خشک است. برای این منظور، تأثیر سه شدت چرای متفاوت (قرق، کم و شدید) بر ویژگی‌های هیدروفیزیکی خاک مورد مطالعه قرار گرفتند.

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه بخشی از اراضی مرتعی منطقه رابر استان کرمان می‌باشد. موقعیت جغرافیایی مراتع مورد بررسی در محدوده طول جغرافیایی ۴۵° ۵۶' تا ۵۷° ۱۶' شرقی و عرض جغرافیایی ۲۷° ۲۹' تا ۵۴° ۳۸' شمالی واقع شده است (شکل ۱). ارتفاع منطقه از سطح دریا حدود ۲۳۴۴ متر، متوسط دمای سالانه منطقه ۱۵ درجه سانتی‌گراد و متوسط بارندگی سالیانه حدود ۲۰۳ میلی‌متر است. همچنین رژیم رطوبتی خاک زیرک<sup>۴</sup> و رژیم حرارتی منطقه ترمیک<sup>۵</sup> می‌باشد.

### ۲-۲- مطالعات میدانی، اندازه‌گیری‌های صحرائی و آزمایشگاهی

برای انجام این تحقیق ابتدا از منطقه مورد مطالعه بازدید میدانی صورت گرفت. در ادامه از مراتع شهرستان رابر و در مختصات اشاره شده، سه سایت برای پیاده‌سازی سه نوع مختلف مدیریت چرای دام در نظر گرفته شد. سه مدیریت چرای دام شامل چرای شدید با تعداد ۱۶۰ رأس دام از نوع گوسفند و بز، چرای کم با تعداد ۴۰ رأس دام و منطقه قرق بوده است. مدیریت چرای دام به مدت پنج ماه، از اوایل فروردین تا اوایل شهریور ماه صورت گرفت. در نهایت نمونه‌برداری به طور تصادفی از هر سه مدیریت اعمال شده در اواسط شهریور انجام شد. از هر سایت مورد مطالعه ۳۰ نمونه خاک تهیه شد. نمونه‌ها پس از هوا خشک شدن جهت آنالیز آزمایشگاهی آماده و به آزمایشگاه خاکشناسی دانشگاه شهید باهنر کرمان منتقل شدند. به علت ارجحیت و دقت روش‌های صحرائی در تعیین خواص هیدرولیکی خاک، در این پژوهش از روش پرماتر گلف برای تعیین هدایت هیدرولیکی اشباع نمونه‌ها و نیز ضریب جذبی رطوبت خاک استفاده گردید (Reynolds et al., 1987). از آنجایی که در روش گلف نیاز به حفر چاهک اندازه‌گیری هست، لذا پس از حفر چاهک اندازه‌گیری، نمونه خاک خارج شده، جمع‌آوری و برای اندازه‌گیری سایر خواص فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه منتقل گردید. بنابراین در این مطالعه ۹۰ نمونه خاک در مدیریت‌های مختلف و از سطح مراتع مورد بررسی تهیه گردید.

در آزمایشگاه، توزیع اندازه ذرات با روش هیدرومتری پس از حذف مواد آلی نمونه‌ها با آب اکسیژنه و پراکنش رس‌ها با هگزامتافسفات سدیم و قرائت هیدرومتر در زمان‌های ۴۰ ثانیه و ۶/۱۵ ساعت اندازه‌گیری و تعیین گردید (Gee and Or, 1986). درصد مواد آلی خاک با استفاده از روش Weakley

1. Saturated hydraulic conductivity (Ks)

2. Unsaturated hydraulic conductivity (Ku)

3. Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)

4. Xeric

5. Thermic

Black and (1934) و جرم مخصوص ظاهری نمونه‌های خاک به روش استوانه (Blake and Hartge, 1986) تعیین گردید. درصد رطوبت اشباع معادل تخلخل کل و از رابطه تفاضلی چگالی حقیقی و ظاهری بدست آمد. هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک با استفاده از دستگاه هدایت‌سنج الکتریکی در عصاره اشباع انجام شد.



شکل (۱): تصویر هوایی از منطقه مورد مطالعه (گوگل ارث)



شکل (۲): پوشش گیاهی منطقه تحت چرا



شکل (۳): پوشش گیاهی منطقه تحت قرق



برای تعیین پایداری خاکدانه‌ها، نمونه‌های هوا خشک از الک ۴ میلی‌متری عبور داده شد و به روش الک خشک پایداری خاکدانه‌ها تعیین گردید. بدین ترتیب که هر نمونه خاک روی یک ردیف الک که اندازه قطر سوراخ‌های آن به ترتیب از بالا به پایین ۲، ۱، ۰/۵، ۰/۲۵ و ۰/۱ میلی‌متر بود، قرار گرفت. الک‌ها به مدت ۲ دقیقه بر روی شیکر الک تکان داده شده و سپس خاکدانه‌های باقیمانده روی هر الک توزین شدند. پایداری خاکدانه‌ها با تعیین میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها<sup>۱</sup> ارزیابی گردید (Nimmo and Perkins, 2002). فاکتور فرسایش‌پذیری خاک (فاکتور K) در معادله جهانی فرسایش خاک اصلاح شده به روش Wischmeier et al. (۱۹۷۱) و با استفاده از پنج عامل درصد ماده آلی، کلاس نفوذپذیری، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها، درصد شن و درصد سیلت به علاوه شن خیلی ریز محاسبه شد. در انتها و پس از آزمون نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگراف اسمیرنوف، برای تعیین تأثیر شدت چرا بر فاکتورهای مورد بررسی از تجزیه واریانس دو طرفه و برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (در سطح ۱ و ۵ درصد) در محیط نرم افزار SPSS 16 استفاده شد.

### ۳- نتایج

#### ۳-۱- توصیف آماری متغیرها

همانگونه که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، در بین متغیرها در هر سه سایت مورد مطالعه، درصد شن دارای کمترین ضریب تغییرات می‌باشد. در عین حال ضریب تغییرات کربن آلی در بین متغیرهای مورد مطالعه در هر سه سایت مورد مطالعه از همه بالاتر است. کربن آلی دارای میانگین، ۰/۶۵، ۰/۴۹ و ۰/۴۷ درصد به ترتیب در مدیریت قرق، چرا با شدت کم و چرای شدید می‌باشد. کمترین مقدار ۰/۰۲ و بیشترین مقدار مواد آلی برابر ۱/۴۶ درصد به ترتیب در خاک‌های سایت چرای شدید و قرق مشاهده شد. براساس نتایج آزمایشگاهی، بافت خاک در خاک‌های منطقه مورد مطالعه در کلاس لوم- سنی قرار داشتند.

جدول (۱): توصیف آماری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در مدیریت‌های مختلف چرا

ویژگی	مقدار بهینه	کمینه مقدار			بیشینه مقدار			میانگین			درصد ضریب تغییرات		
		۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳			
هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	> ۲	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۲	۱/۰۲	۰/۷۸	۱/۲	۰/۵۲	۰/۵۷	۰/۶۴	۳۰/۹۵	۲۲/۹۷	۲۸/۶۷
درصد کربن آلی	< ۵	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۰۲	۱/۴۶	۱/۲۸	۱/۲۸	۰/۶۵	۰/۴۹	۰/۴۷	۶۳/۲۰	۷۳/۶۸	۸۵/۴۵
درصد شن	~ ۳۳	۵۳	۴۶	۵۴	۹۳	۹۰	۹۳	۷۳/۸	۷۰/۶	۷۴/۷۳	۱۵/۴۸	۱۸/۲۶	۱۴/۱۳
درصد سیلت	~ ۳۳	۲	۵	۲	۳۵	۴۵	۳۶	۱۷/۴۶	۲۰/۷۶	۱۶/۵۳	۴۸/۵۹	۵۸/۷۲	۵۳/۵۵
درصد رس	~ ۳۳	۵	۲	۴	۱۹	۲۰	۲۰	۸/۷	۸/۶۳	۸/۷۳	۴۷/۹۳	۶۰/۴۱	۴۸/۶۶
درصد رطوبت اشباع	۵۰	۵۴	۴۷	۴۱	۶۲	۵۲	۴۹	۵۱	۵۸	۴۶/۵	۳۵/۵	۳۸/۳۶	۳۴/۶۶
چگالی ظاهری (گرم بر سانتی‌مترمکعب)	۱/۱-۵/۳	۰/۹۴	۱/۱۳	۱/۲۴	۱/۲۹	۱/۵۲	۱/۷۳	۱/۱۲	۱/۲۹	۱/۴۳	۹/۷۶	۱۰/۱۵	۱۱/۳۵
فرسایش‌پذیری	> ۰/۰۲	۰/۰۷	۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۳۵	۰/۴۹	۰/۴۳	۰/۱۸	۰/۲۳	۰/۲۴	۳۹/۷۱	۵۱/۸۴	۳۷/۱۳
هدایت هیدرولیکی اشباع خاک (سانتی‌متر بر روز)	۲-۳۰	۱۹/۹۵	۲۰/۷۱	۱۹/۹۵	۲۸۳/۲۴	۲۶۹/۳	۲۶۱/۰۲	۱۲۷/۷	۹۴/۳	۸۶/۵۱	۵۶/۷۰	۵۵/۹۱	۴۹/۰۹
ضریب جذب رطوبتی خاک (میلی‌متر بر ثانیه به توان نیم)	-	۱/۱۸	۰/۹۲	۰/۷۷	۲/۱۳	۱/۷۶	۱/۱۴	۱/۸۸	۱/۳۴	۰/۸۹	۱۹/۶۶	۲۰/۲۲	۲۱/۴۴
میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (میلی‌متر)	۲- ۰/۳۵	۰/۵	۰/۵۷	۰/۴	۱/۴۷	۰/۷۹	۰/۳۴	۰/۸۸	۰/۶۷	۰/۶۳	۲۷/۶۳	۹/۹۳	۲۱/۳۶

#### ۳-۲- تأثیر مدیریت چرا بر ویژگی‌های خاک

جدول ۲ نتایج حاصل از تجزیه واریانس مدیریت چرای اعمال شده بر برخی ویژگی‌های خاک را نشان می‌دهد. همانگونه که مشاهده می‌شود مدیریت مختلف چرای دام دارای اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها و جرم مخصوص ظاهری بودند. همچنین مدیریت چرای اعمال شده بر روی pH، هدایت الکتریکی، هدایت هیدرولیکی اشباع خاک و ضریب فرسایش‌پذیری خاک دارای اثر معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشد.

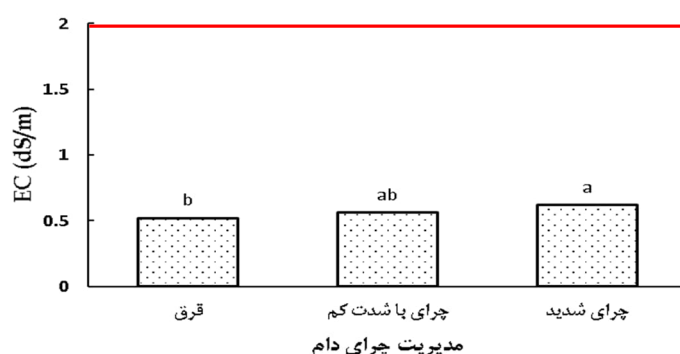
جدول (۲): نتایج تجزیه واریانس مدیریتی مختلف چرای دام بر برخی ویژگی‌های خاک

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		Pb	OC	K	Ks	MWD	EC	S	θs
تیمار	۲	۰/۷۱۲**	۰/۳۲۹*	۰/۰۳۱*	۱۳۲۴۷/۷*	۰/۵۴**	۰/۱۱*	۳۱*	۰/۴۳*
خطا	۸۸	۰/۳۲۵	۰/۱۲۵	۰/۰۰۹	۳۸۸۴/۹۸	۰/۰۲۷	۰/۰۲۵	۶/۵۵	۰/۲۴
ضریب تغییرات		۱۰/۶۲	۵۴/۵۴	۴۲/۴۵	۴۹/۳۷	۲۲/۶۶	۲۷/۷	۲۰/۴	۳۶/۱

\*\* و \* به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱ و ۵ درصد

### ۳-۳- تأثیر مدیریت چرا بر هدایت الکتریکی خاک

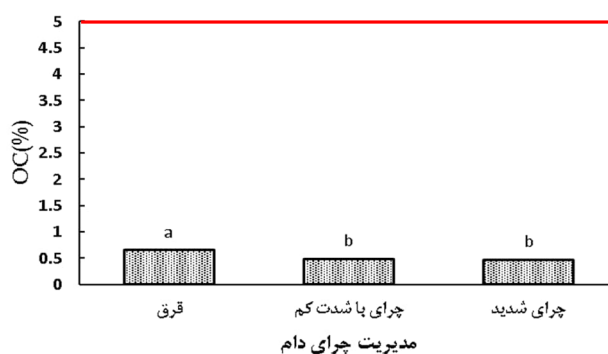
تأثیر مدیریت مختلف چرای دام بر هدایت الکتریکی خاک در شکل ۴ نشان داده است. طبق حد مطلوب گزارش شده در جدول شماره ۱، مقدار هدایت الکتریکی خاک در همه مدیریت‌های اعمال شده کمتر آستانه شوری خاک (دسی‌زیمنس بر متر) است. البته نباید از نظر دور داشت که افزایش شدت چرا باعث تحمیل روندی فزاینده به شوری خاک شده است. با توجه به شکل، اختلاف معنی‌داری بین مدیریت قرق با مدیریت چرای با شدت زیاد در سطح ۵ درصد مشاهده می‌شود. در حالی که بین مدیریت قرق با چرای با شدت کم اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. همچنین مدیریت‌های چرا با شدت کم و زیاد نیز اختلاف معنی‌داری با همدیگر ندارد.



شکل (۴): تأثیر مدیریت مختلف چرای دام بر هدایت الکتریکی خاک

### ۳-۴- تأثیر مدیریت چرا بر کربن آلی خاک

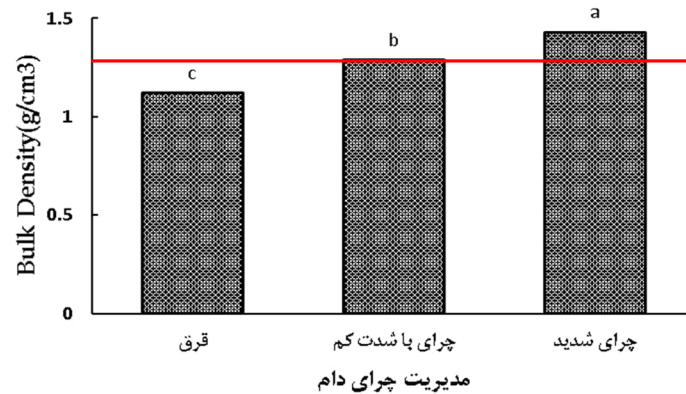
شکل ۵ تأثیر مدیریت مختلف چرا بر کربن آلی خاک را نشان می‌دهد. طبق حد مطلوب گزارش شده در جدول شماره ۱، مقدار حد مطلوب مواد آلی خاک باید حداقل ۵ درصد باشد که متأسفانه این متغیر در همه مدیریت‌های اعمال شده کمتر حد مطلوب است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، مدیریت‌های مختلف چرا، بر میزان کربن آلی در مناطق مورد مطالعه تأثیر معنی‌داری داشته است. به گونه‌ای که مقدار کربن آلی خاک در تیمار چرای شدید، کاهش معنی‌داری یافته است.



شکل (۵): تأثیر مدیریت مختلف چرای دام بر کربن آلی خاک

### ۳-۵- تأثیر مدیریت چرا بر وزن مخصوص ظاهری خاک

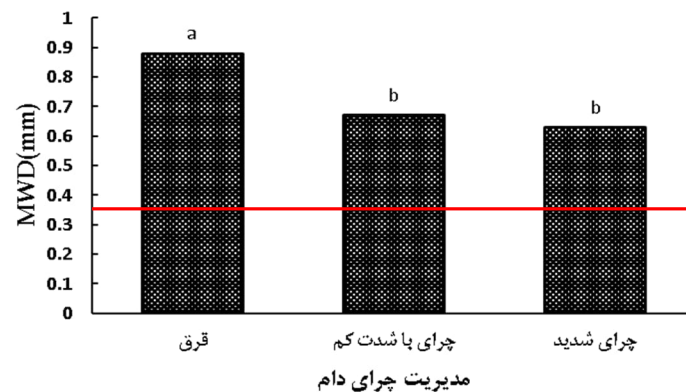
در شکل ۶ تأثیر مدیریت‌های مختلف چرا بر وزن مخصوص ظاهری خاک نشان داده شده است. اگر حد مطلوب این متغیر بر روی ۱/۳ گرم بر سانتی‌متر مکعب رسم شود، مشاهده می‌گردد که مدیریت چرا شدید موجب فراتر رفتن چگالی ظاهری از حد مطلوب شده است. با توجه به شکل، مدیریت قرق تأثیر قابل توجهی بر وزن مخصوص ظاهری خاک نداشته است بطوری که بین تیمارهای مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد وجود دارد. این یافته‌ها نشان می‌دهد که با اعمال مدیریت قرق، جرم مخصوص ظاهری به طور قابل توجهی کاهش یافته است.



شکل (۶): تأثیر مدیریت مختلف چرا بر وزن مخصوص ظاهری خاک

### ۳-۶- تأثیر مدیریت چرا بر میانگین وزنی قطر خاکدانه‌های خاک

از پایداری خاکدانه‌ها به عنوان شاخصی کمی در ارزیابی کیفیت ساختمان خاک استفاده می‌شود. کمترین میانگین وزنی مطلوب برابر ۰/۳۵ میلی‌متر است که این متغیر در همه کاربری‌ها فراتر از حداقل میزان مطلوبیت قرار دارند. در شکل ۷ تأثیر مدیریت مختلف چرا بر میانگین وزنی قطر خاکدانه‌های خاک نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، با افزایش شدت چرا، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها کاهش یافته است. به طوری بین مدیریت قرق با مدیریت‌های چرا با شدت کم و شدید اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد وجود دارد. در حالی که بین مدیریت چرا با شدت کم و شدید اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

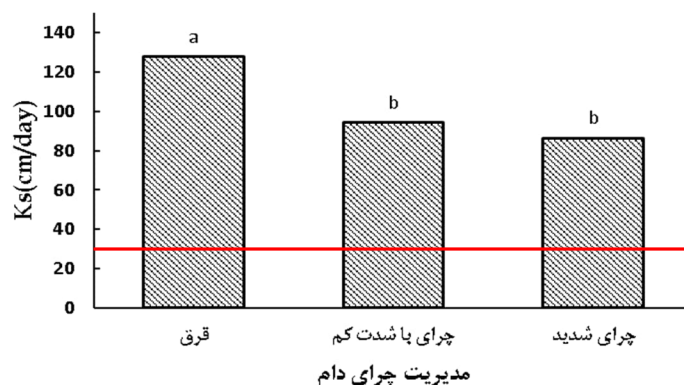


شکل (۷): تأثیر مدیریت مختلف چرا بر میانگین وزنی قطر خاکدانه‌های خاک

### ۳-۷- تأثیر مدیریت چرا بر هدایت هیدرولیکی خاک

تأثیر مدیریت مختلف چرا بر هدایت هیدرولیکی خاک در شکل ۸ نشان داده شده است. اگر طبق جدول شماره ۲، حد بالای مطلوبیت این متغیر مرز ۳۰ سانتی‌متر بر روز باشد، آنگاه کمیت این متغیر در همه مدیریت‌ها فراتر از حد مجاز می‌باشد. در عین حال اعمال چرا با شدت‌های مختلف، باعث کاهش هدایت هیدرولیکی خاک شده است. در همین زمینه می‌توان بیان نمود که لگدکوبی دام و فشردن خاک موجب افزایش مقاومت هیدرولیکی خاک سطحی یا افزایش مقاومت هیدرولیکی خاک در مقابل نفوذ شده است. با توجه به شکل ۸، بین مدیریت چرا با شدت کم و شدید با

مدیریت قرق اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود دارد. به طوری که هدایت هیدرولیکی از ۱۲۷/۷ میلی‌متر در ساعت در مدیریت قرق به ۹۴/۳ و ۸۶/۵ میلی‌متر در ساعت به ترتیب در مدیریت چرا با شدت کم و شدید کاهش می‌یابد. به عبارتی چرای شدید و کم به ترتیب باعث کاهش ۳۲/۲۵ و ۲۶/۱۵ درصد هدایت هیدرولیکی نسبت به مدیریت قرق شد.



شکل (۸): تأثیر مدیریت مختلف چرای دام بر هدایت هیدرولیکی خاک

### ۳-۸- تأثیر مدیریت چرا بر فاکتور فرسایش‌پذیری خاک

در شکل ۹ تأثیر شدت‌های مختلف چرای دام بر فاکتور فرسایش‌پذیری خاک نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، با اعمال چرا با شدت‌های مختلف، میزان ضریب فرسایش‌پذیری خاک روندی افزایشی به خود گرفته است. با توجه به شکل ۹، مدیریت چرا در هر دو سطح باعث افزایش معنی‌دار فاکتور فرسایش‌پذیری خاک شده است. به طوری که ضریب فرسایش‌پذیری از ۰/۱۸ در مدیریت قرق به ۰/۲۳ و ۰/۲۴ به ترتیب در مدیریت چرا با شدت کم و شدید افزایش یافت.

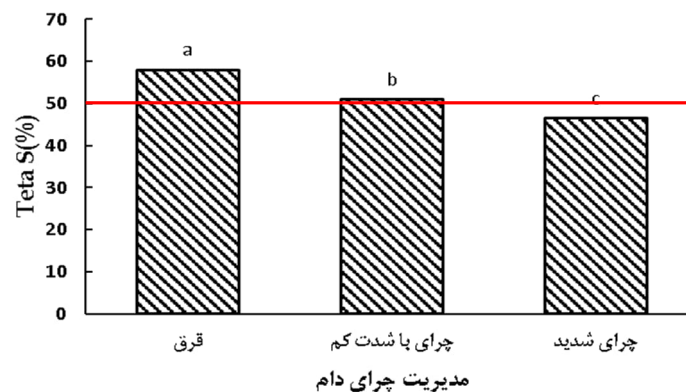


شکل (۹): تأثیر مدیریت مختلف چرای دام بر فاکتور فرسایش‌پذیری خاک

### ۳-۹- تأثیر مدیریت چرا بر ظرفیت اشباع خاک

ظرفیت اشباع خاک یکی از مهمترین و در عین حال پرمفهوم‌ترین متغیرهای هیدرولیکی در مدیریت کارکرد خاک محسوب می‌شود. حد مطلوب این شاخص برای یک خاک ایده‌آل حدود ۵۰ درصد است. با توجه به شکل ۱۰ مشاهده می‌گردد که در تیمار تحت قرق، توزیع تخلخل بنحوی قابل قبول است که این خاک توانسته است گنجایشی فراتر از حد مطلوب مهیا نماید، اما با افزایش چرا از شدت کم تا شدت زیاد که منجر به افزایش تراکم خاک سطحی و کاهش نسبی سهم تخلخل از حجم کل خاک شده است، میزان ظرفیت اشباع خاک روندی کاهشی بخود گرفته و متأسفانه در تیمار چرای شدید، این متغیر به محدود زیرمطلوب افول نموده است.

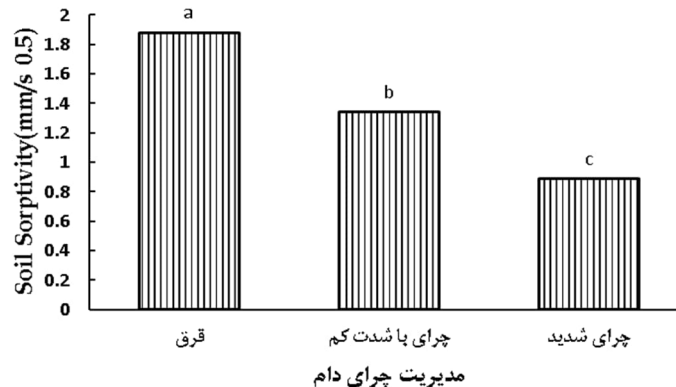




شکل (۱۰): تأثیر مدیریت مختلف چرای دام بر فاکتور ظرفیت اشباع خاک

### ۳-۱۰- تأثیر مدیریت چرا بر فاکتور ضریب جذب رطوبتی خاک

دستگاه نفوذسنج Guelph برای اندازه‌گیری دقیق هدایت هیدرولیکی، ضریب جذب رطوبتی خاک و پتانسیل شار ماتریکس خاک استفاده می‌شود. این سه عامل نحوه حرکت مایعات در یک خاک غیراشباع را تعیین می‌نمایند. ضریب جذب رطوبتی تمایل یک ماده به جذب و انتقال آب و سایر مایعات توسط خاصیت مویبندی را بیان می‌کند. این ویژگی به طور گسترده‌ای در مشخص کردن خاک‌ها و سایر ترکیبات متخلخل استفاده می‌شود. میزان این پارامتر علاوه بر توزیع تخلخل خاک که متاثر از نوع مدیریت حاکم است، به میزان رطوبت و مکش لحظه نیز بستگی دارد. شکل ۱۱ نحوه تغییرپذیری این شکل در مدیریت‌های مختلف چرا را نشان می‌دهد. با توجه به شکل ۱۱، در تیمار چرای شدید که منجر به کاهش حجم نسبی خاک سطحی شده است، کمیت این متغیر نیز کاهش یافته است.



شکل (۱۱): تأثیر مدیریت مختلف چرای دام بر فاکتور ضریب جذب رطوبتی خاک

### ۴- بحث و نتیجه‌گیری

همانطور که اشاره شد، اعمال چرای شدید بر هدایت الکتریکی خاک دارای تأثیری معنی‌دار می‌باشد، به طوری که میانگین هدایت الکتریکی در مدیریت قرق، چرا با شدت کم و چرا شدید به ترتیب برابر با ۰/۵۲، ۰/۵۷ و ۰/۶۴ دسی زیمنس بر متر می‌باشد. به عبارتی چرای با شدت کم و شدید باعث افزایش ۹/۶۱ و ۲۳/۰۷ درصد هدایت الکتریکی نسبت به مدیریت قرق شد و همچنین چرای شدید باعث افزایش ۱۲/۳ درصدی هدایت الکتریکی خاک نسبت به مدیریت چرای کم شد. به نظر می‌رسد افزایش میزان هدایت الکتریکی در اثر چرا به دلیل افزایش درجه حرارت خاک در اثر برخورد مستقیم نور خورشید به سطح عاری از پوشش، تبخیر و تعرق و کاهش رطوبت خاک که امکان افزایش مقدار نمک و شوری خاک و در نتیجه باعث افزایش هدایت الکتریکی می‌شود. مطابق یافته‌های این پژوهش، مرادی شاهقریه و طهماسبی (۱۳۹۴) در بررسی اثرات قرق مراتع و چرای دام بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بیان کردند که قرق مراتع باعث کاهش هدایت الکتریکی خاک می‌شود. همچنین چرای بیش از حد دام از مراتع و تغییر کاربری اراضی، باعث کاهش پوشش گیاهی سطح خاک شده که این امر باعث افزایش تبخیر از سطح خاک و در نتیجه شور شدن خاک‌ها و افزایش هدایت الکتریکی می‌شود.

در مورد فاکتور محتوی مواد آلی خاک باید عنوان گردد که دام با چرای گیاهان باعث کاهش بقایای گیاهی در سطح خاک شده که این امر در نهایت باعث کاهش ماده آلی خاک می‌شود. با توجه به شکل ۴، غلظت کربن آلی از ۰/۶۶ درصد در مدیریت قرق به ۰/۵ و ۰/۴۶ درصد به ترتیب در مدیریت چرا با شدت کم و شدید کاهش یافت. به عبارتی مدیریت قرق باعث افزایش معنی‌داری در غلظت کربن آلی خاک نسبت به مدیریت‌های چرا شده است. به عبارت دیگر مدیریت چرا با شدت کم و شدید باعث کاهش به ترتیب ۲۵/۳۷ و ۲۹/۴۸ درصد کربن آلی نسبت به مدیریت قرق شده است. هر چند بین دو مدیریت چرا، اختلاف معنی‌داری وجود ندارد، با این حال چرای شدید باعث کاهش میزان کربن آلی خاک نسبت به مدیریت چرای کم شده است. این نتایج با یافته‌های Chen and Tang (۲۰۱۶) که بیان می‌کند طی عمل چرای دام، بخشی از ماده آلی که در سطح زمین قرار دارد کاهش می‌یابد، هم‌خوانی دارد. در همین زمینه Agostini et al. (۲۰۱۲) بیان کردند در واقع قسمت عمده‌ای از مواد آلی خاک که وارد فرآیند هموسی شدن می‌شود مربوط به کربن آلی سطحی است که در اثر چرا از بین می‌رود. نتایج Ebrahimi et al. (۲۰۱۶) نیز نشان داد زمانی که چرا نباشد مقدار کاهش کربن آلی حدود ۰/۸ میلی‌گرم ماده خشک در هکتار بوده است در صورتی که در حالت برقراری چرا این مقدار کربن آلی به حدود ۰/۳ میلی‌گرم ماده خشک در هکتار رسیده است که با نتایج این پژوهش در یک راستا می‌باشد.

در این تحقیق کاهش تراکم خاک با توجه به افزایش چگالی اندازه‌گیری شده آن، گزارش شد. این نتایج با یافته‌های Courmane et al. (۲۰۱۱) و Ma et al. (۲۰۱۶) مطابقت دارد که بیان کردند تردد زیاد دام و کاهش پوشش گیاهی در مرتع چرای باعث تراکم و فشردگی خاک شده و در نتیجه وزن مخصوص ظاهری خاک افزایش می‌یابد. با توجه به شکل ۵، با اعمال مدیریت قرق، وزن مخصوص ظاهری از ۱/۴۳ و ۱/۲۹ گرم بر سانتی‌متر مکعب به ترتیب در مدیریت چرا شدید و کم به ۱/۱۲ گرم بر سانتی‌متر مکعب در مدیریت قرق کاهش می‌یابد. به طوری که چرا باعث افزایش ۲۷/۵ درصدی چگالی ظاهری در مدیریت چرای شدید و ۱۵/۴۸ درصدی این ویژگی در مدیریت چرای با شدت کم نسبت به مدیریت قرق شده است. با از بین رفتن مواد آلی خاک و خرد شدن خاکدانه‌ها در اثر تردد دام، خاکدانه‌ها به ذرات ریزتری تبدیل می‌شوند و این ذرات در خلل و فرج خاک جای گرفته و جرم مخصوص ظاهری خاک را افزایش می‌دهند. همچنین افزایش نفوذ ریشه و فعالیت‌های بیولوژیکی در مراتع قرق باعث تسهیل هوادهی و نفوذ آب به داخل خاک می‌گردد و این امر سبب کاهش چگالی ظاهری در آنها می‌شود (Kotzé et al., 2013).

در همین راستا خردشدگی بیشتر خاکدانه‌ها در منطقه با شدت چرای زیاد، موجب کاهش میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها شده که یک اثر نامطلوب فیزیکی قلمداد می‌گردد. اعمال چرای با شدت کم باعث کاهش ۲۳/۸ درصدی میانگین وزنی قطر خاکدانه نسبت به مدیریت قرق شد. به عبارتی میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها از ۰/۸۸ میلی‌متر در کاربری قرق به ۰/۶۷ میلی‌متر در چرای با شدت کم کاهش یافت. در همین زمینه کاویان‌پور و همکاران (۱۳۹۴) بیان داشتند که با افزایش شدت چرا میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها کاهش یافته و با تداوم چرای شدید، این امر نامطلوبتر خواهد شد. همچنین در این پژوهش مشخص گردید که افزایش تردد احشام در مراتع از طریق کاهش تخلخل کل، علی‌الخصوص تخلخل‌های درشت، تاثیر معنی‌داری بر کاهش میزان نفوذ آب در خاک و نهایتاً ریسک ایجاد روان‌آب در مراتع را در پی خواهد داشت. با توجه به شکل ۷، هر چند بین دو مدیریت چرای با شدت کم و شدید اختلاف معنی‌داری از نظر هدایت هیدرولیکی مشاهده نشد ولی با این حال چرای شدید باعث کاهش ۸/۲۶ درصدی هدایت هیدرولیکی نسبت به چرای کم شد. این نتایج با یافته‌های قربانی و همکاران (۱۳۹۴)، Eldridge et al. (۲۰۱۷) مطابقت دارد که اظهار داشتند که با افزایش شدت چرای دام، نفوذپذیری و هدایت هیدرولیکی خاک به دلیل افزایش جرم مخصوص ظاهری و کاهش تخلخل کاهش می‌یابد. از طرفی چرای دراز مدت سبب کمبود لاشبرگ و کمبود مواد آلی شده و در نتیجه سبب کاهش درصد تخلخل خاک و افزایش جرم مخصوص ظاهری خاک در نتیجه منجر به کاهش نفوذپذیری و هدایت هیدرولیکی خاک می‌گردد (Alaoui et al., 2018).

با در نظر گرفتن تمام خاک‌های نمونه برداری شده، همچنین فرمول رایج شناخته شده  $\theta_s = 1 - pb/ps$  (Hillel, 1998)، رابطه معنادار بین  $\theta_s$  و  $pb$  کاملاً قابل پذیرش است. به عبارت دیگر افزایش چگالی ظاهری خاک بواسطه افزایش شدت لگدکوب شدن خاک منجر به کاهش حجم کل تخلخل و نهایتاً ظرفیت رطوبتی اشباع خاک شده است. در همین راستا کاهش ضریب جذبی آب در سطوح چرای متوسط و شدید نسبت به تیمار قرق را می‌توان به وابستگی بین ضریب آب‌گذری آب در خاک و  $S$  نسبت داد. به عبارت دیگر ضریب جذبی آب خاک از نظر ریاضی با هدایت هیدرولیکی اشباع شده مرتبط است (Moret-Fernández et al., 2017) و هر عامل کاهش هدایت هیدرولیکی اشباع، موجب کاهش ضریب جذبی آب می‌گردد.

در نهایت در مورد فاکتور فرسایش‌پذیری خاک، مشخص شد که اعمال مدیریت قرق باعث کاهش ۲۷/۷ و ۳۳/۳ درصدی فاکتور فرسایش‌پذیری به ترتیب نسبت به مدیریت چرای با شدت کم و شدید شد. این نتایج با یافته‌های Sadeghi et al. (۲۰۰۷)، Koala et al. (۲۰۱۴) که نشان می‌دهد فشار چرای سنگین تا خیلی سنگین، پوشش گیاهی سطح زمین را بطور معنی‌داری کاهش و مقدار روان آب سطحی و فرسایش خاک را افزایش داده و میزان نفوذ پذیری آب در خاک بر اثر لگدکوبی احشام کاهش می‌یابد، هم‌خوانی دارد. زیرا باعث فشردگی خاک در نتیجه افزایش فرسایش خاک و تغییر فرآیندهای هیدرولوژی خاک می‌شود. Palacio et al. (۲۰۱۴) بیان داشتند که خواص فیزیکی خاک نقش مهمی را در تعیین فرسایش‌پذیری خاک بازی می‌کند، چرا که دام‌ها سبب تخریب ویژگی‌های فیزیکی خاک و افزایش فرسایش‌پذیری آن می‌شوند. Wine et al. (۲۰۱۲) بیان کردند که میانگین رواناب سالانه از ۶/۶ میلی‌متر از حوزه آبخیز با کمترین مقدار چرا، تا ۱۴/۴ میلی‌متر در حوضه با چرای متوسط و در نهایت به ۳۹/۶ میلی‌متر در حوزه آبخیز با چرای شدید افزایش می‌یابد. قدوسی و همکاران (۱۳۸۵) در بررسی اثر کم‌ی قرق در کاهش هدررفت خاک نشان دادند

که همبستگی معنی‌داری بین افزایش پوشش گیاهی با کاهش مقادیر رسوب و فرسایش خاک با درجه تبیین برابر  $0.189$  ( $r^2=0.189$ ) وجود دارد. Sadeghi et al. (۲۰۰۷) در مورد اثر چرای آزاد و برداشت دستی زمین‌های کشت شده روی تولید رسوب نشان دادند که در منطقه چرای دام آزاد، میزان هدررفت خاک  $26/6$  برابر بیشتر از منطقه برداشت دستی است.

با توجه به یافته‌های فوق پیشنهاد می‌شود که تاثیر مدیریت‌های مختلف چرا بر ویژگی‌های بیولوژی خاک نیز بررسی شود. همچنین تاثیر مدیریت بر ویژگی‌های خاک در عمق‌های مختلف نیم رخ خاک بررسی شود. همچنین نیاز هست تا در مطالعات بعدی، تاثیر همزمان پارامترهای اقلیمی و مدیریت چرا بر ویژگی‌های خاک بررسی شود. با توجه به تغییرپذیری زمانی ویژگی‌های فیزیکی-هیدرولیکی خاک پیشنهاد می‌گردد مدیریت‌های مختلف چرا و قرق در طی فصول مختلف صورت گیرد تا تاثیر رطوبت خاک و خشکی بر روی ویژگی‌های خاک بررسی شود.

## منابع

- حیدریان آقاخانی، م.، نقی‌پور برج، ع.ا.، و توکلی، ح. (۱۳۸۹). بررسی اثر شدت چرای دام بر پوشش گیاهی و خاک در مراتع سیسباج بجنورد. تحقیقات مرتع و بیابان ایران. (۱۷(۲)، ۲۴۳-۲۵۵.
- قدوسی، ج.، توکلی، م.، خلخالی، س.ع.، و سلطانی، م.ج. (۱۳۸۵). ارزیابی تاثیر قرق مرتع در کاهش و مهار فرسایش خاک و تولید رسوب. پژوهش و سازندگی، (۱۹(۳)، ۱۳۶-۱۴۲.
- قربانی، ژ.، سفیدی، ک.، کیوان بهجو، ف.، معموری، م.، و سلطانی طولارود، ع.ا. (۱۳۹۴). اثر شدت‌های مختلف چرای دام بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در مراتع جنوب شرقی سیلان. مرتع، (۹(۴)، ۳۵۳-۳۶۵.
- کاویان‌پور، ام.، حشمتی، غ.ع.، و حسینی، س.ج. (۱۳۹۴). بررسی تغییرات ویژگی‌های خاک و عملکرد مرتع در اثر شدت‌های متفاوت چرای دام (مطالعه موردی: مرتع بیلاقی نشو مازندران). دانش آب و خاک (دانش کشاورزی)، (۱(۴/۱)، ۱۵۷-۱۶۸.
- کهندل، ا.، ارزانی، ح.، و حسینی‌توسل، م. (۱۳۸۸). تاثیر شدت‌های گوناگون چرای دام بر مواد آلی، نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاک. علوم ومهندسی آبخیزداری ایران. (۳(۶)، ۵۹-۶۵.
- مرادی شاهقریه، م.، و طهماسبی، پ. (۱۳۹۴). بررسی تاثیر قرق بر میزان ترسیب کربن و صفات فیزیکی و شیمیایی خاک در مراتع نیمه-استپ استان چهارمحال و بختیاری. اکوسیستم‌های طبیعی ایران، (۴(۶)، ۹۷-۱۰۹.
- میرسیدحسینی، ح.، همت‌پور، م.، باقری نویر، س.، چایی‌چی، م.ر.، و محسنی ساروی، م. (۱۳۹۵). بررسی تاثیر چرای دام بر ویژگی‌های شیمیایی خاک و پوشش گیاهی مرتع (بررسی موردی: مخمل کوه، استان لرستان). کشاورزی بوم‌شناختی، (۱(۶)، ۹۸-۱۱۷.
- Abdalla, M., Hastings, A., Chadwick, D.R., Jones, D.L., Evans, C.D., Jones, M.B., Rees, R. M., and Smith, P. (2018). Critical review of the impacts of grazing intensity on soil organic carbon storage and other soil quality indicators in extensively managed grasslands. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 253, 62-81.
- Agostini, M.A., Studdert, G.A., San Martino, S., Costa, J.L., Balbuena, R.H., Ressia, J.M., Mendivil, G.o., and Lázaro, L.. (2012). Crop residue grazing and tillage systems effects on soil physical properties and corn (*Zea mays* L.) performance. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 12(2), 271-282.
- Alaoui, A., Rogger, M., Peth, S., and Blöschl, G. (2018). Does soil compaction increase floods? A review. *Journal of Hydrology*, 557, 631-642.
- Blake, G.R., and Hartge, K.H. (1986). Bulk density. 363-382. In: Klute, A. *Methods of Soil Analysis: Part 1- Physical and Mineralogical Methods*. USA: American Society of Agronomy—Soil Science Society of America.
- Bonetti, J.A., Anghinoni, I., Gubiani, P.I., Cecagno, D., and de Moraes, M.T. (2019). Impact of a long-term crop-livestock system on the physical and hydraulic properties of an Oxisol. *Soil and Tillage Research*, 186, 280-291.
- Chen, J., and Tang, H. (2016). Effect of grazing exclusion on vegetation characteristics and soil organic carbon of *Leymus chinensis* grassland in northern China. *Sustainability* 8(1), 56.
- Courmane, F.C., McDowell, R., Littlejohn, R., and Condron, L.. (2011). Effects of cattle, sheep and deer grazing on soil physical quality and losses of phosphorus and suspended sediment losses in surface runoff. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 140(1-2), 264-272.
- Deng L., Shangguan Z.P., Wu G.L., and Chang X.F. (2017). Effects of grazing exclusion on carbon sequestration in China's grassland. *Earth-Science Reviews*, 173, 84-95.
- Donovan, M., and Monaghan, R. (2021). Impacts of grazing on ground cover, soil physical properties and soil loss via surface erosion: A novel geospatial modelling approach. *Journal of Environmental Management*, 287.
- Ebrahimi, M., Khosravi, H., and Rigi, M.. (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.
- Eldridge, D. J., Delgado-Baquerizo, M., Travers, S.K., Val, J., and Oliver, J.I. (2017). Do grazing intensity and herbivore type affect soil health? Insights from a semi-arid productivity gradient. *Journal of Applied Ecology*, 54(3), 976-985.
- Elmore, A.J., and Asner, G.P. (2006). Effects of grazing intensity on soil carbon stocks following deforestation of a Hawaiian dry tropical forest. *Global Change Biology* 12(9), 1761-1772.
- Fernández, P.L., Alvarez, V.R., and Taboada, M.A. (2015). Topsoil compaction and recovery in integrated no-tilled crop-livestock systems of Argentina. *Soil and Tillage Research*, 153, 86-94.
- Gee, G.W., and Bauder, J.W.. (1986). Particle-size analysis. *Methods of soil analysis: Part 1—Physical and mineralogical methods*: 383-411.
- Hancock, G.R., Ovenden, M., Sharma, K., Rowlands, W., Gibson, A., and Wells, T. (2020). Soil erosion—the impact of grazing and regrowth trees. *Geoderma*, 361.
- Hillel, D. (1998). *Environmental soil physics*. USA: Academic Press, 771p.
- Hu, W., Tabley, F., Beare, M., Tregurtha, C., Gillespie, R., Qiu, W., and Gosden, P. (2018). Short-term dynamics of soil physical properties as affected by compaction and tillage in a silt loam soil. *Vadose Zone Journal*, 17(1), 1-13.
- Koala, J., Savadogo, P., Zida, D., Mohammed, S., Sawadogo, L., and Nacro, H.B. (2014). Cumulative effects of 20 years of fire, grazing and selective tree cutting on soil water infiltration in sudanian savanna-woodland ecosystem of West Africa.

- International Journal of Biological and Chemical Sciences 8(6),2424-2440.
- Kotzé, E., Sandhage-Hofmann, A., Meinel, J.A., du Preez, C.C., and Amelung, W.. (2013). Rangeland management impacts on the properties of clayey soils along grazing gradients in the semi-arid grassland biome of South Africa. *Journal of Arid Environments*, 97, 220-229.
- Kutilek, M., Jendele, L., and Panayiotopoulos, K. (2006). The influence of uniaxial compression upon pore size distribution in bimodal soils. *Soil Tillage Research*, 86 (1), 27–37.
- Löbmann, M.T., Tonin, R., Stegemann, J., Zerbe, S., Geitner, C., Mayr, A., and Wellstein, C. (2020). Towards a better understanding of shallow erosion resistance of subalpine grasslands. *Journal of Environmental Management*, 276.
- Laurenson, S., and Houlbrooke, D.J. (2016). Identifying critical soil water thresholds to decrease cattle treading damage risk. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 59(4), 444–451.
- Ma, W., Ding, K., and Li, Z. (2016). Comparison of soil carbon and nitrogen stocks at grazing-excluded and yak grazed alpine meadow sites in Qinghai-Tibetan Plateau, China. *Ecological Engineering* 87,203-211.
- McCulloch, M., Fallon, S., Wyndham, T., Hendy, E., Lough, J., and Barnes, D. (2003). Coral record of increased sediment flux to the inner Great Barrier Reef since European settlement. *Nature*, 421, 727–730.
- McDowell, R.W., and Houlbrooke, D.J. (2009). Management options to decrease phosphorus and sediment losses from irrigated cropland grazed by cattle and sheep. *Soil Use and Management*. 25(3), 224–233.
- Merten, G.H., and Minella, J.P.G. (2013). The expansion of Brazilian agriculture: soil erosion scenarios. *International Soil and Water Conservation Research*, 1(3), 37–48.
- Moret-Fernández, D., Latorre, B., and Angulo-Martínez, M. (2017). Comparison of different methods to estimate the soil sorptivity from an upward infiltration curve. *Catena* 155, 86–92.
- Moret-Fernández, D., Arroyo, A.I., Herrero, J., Barrantes, O., Alados, C.L., and Pueyo, Y. (2021). Livestock grazing effect on the hydraulic properties of gypseous soils in a Mediterranean region. *Catena*, 207.
- Nimmo, J.R., and Perkins, K.S. (2018). Aggregate Stability and Size Distribution.317-328. In:Dane, J.H., and Topp, C.G. *Methods of Soil Analysis, Part 4, Physical Methods*. USA: Wiley, 1744p.
- Palacio, R. G., Bisigato, A.J. and Bouza, P.J. (2014). Soil erosion in three grazed plant communities in northeastern Patagonia. *Land Degradation & Development*, 25(6), 594-603.
- Pimentel, D., and Burgess, M., (2013). Soil erosion threatens food production. *Agriculture*, 3(3), 443-463.
- Pineiro, G., Paruelo, J.M., and Oesterheld, M.. (2006). Potential long - term impacts of livestock introduction on carbon and nitrogen cycling in grasslands of Southern South America. *Global Change Biology* 12(7),1267-1284.
- Reynolds, W., Elrick, D., and Clothier, B.. (1985). The constant head well permeameter: Effect of unsaturated flow. *Soil Science*, 139(2), 172-180.
- Sadeghi, S.H.R., Ghaderi Vangah, B., and Safaeian, N.A. (2007). Comparison between effects of open grazing and manual harvesting of cultivated summer rangelands of northern Iran on infiltration, runoff and sediment yield. *Land Degradation & Development* 18(6),608-620.
- Silburn, D.M., Carroll, C., Ciesiolka, C.A.A., deVoil, R.C., and Burger, P. (2011). Hillslope runoff and erosion on duplex soils in grazing lands in semi-arid central Queensland. I. Influences of cover, slope, and soil. *Soil Research*. 49(2), 105-117.
- Trimble, S.W., and Mendel, A.C. (1995). The cow as a geomorphic agent- a critical review. *Geomorphology*, 13(1-4), 233–253
- UNCCD. (2004). Ten Years on: UN Marks World Day to Combat Desertification. Available at: <http://www.unccd.int/>
- Walkley, A., Black, I.A. (1934). An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*. 37(1), 29–38.
- Wang, J., Zhao, C., Zhao, L., Wen, J., and Li, Q. (2020). Effects of grazing on the allocation of mass of soil aggregates and aggregate-associated organic carbon in an alpine meadow. *Plos One*, 15(6).
- Wine, M.L., Zou, C.B., Bradford, J.A., and Gunter, S.A. (2012). Runoff and sediment responses to grazing native and introduced species on highly erodible Southern Great Plains soil. *Journal of Hydrology*, 450-451,336-341.
- Wischmeier, W.H., Johnson, C.B., and Cross, B.V. (1971). A Soil Erodibility Nomograph for Farmland and Construction Sites. *Journal of Soil and Water Conservation*, 26, 189-193.
- Zhu G.Y., Deng L., Zhang X.B., and Shangguan Z.P. (2016). Effects of grazing exclusion on plant community and soil physicochemical properties in a desert steppe on the Loess Plateau, China. *Ecological Engineering*, 90, 372–381.

## Changes in physical-hydraulic quality of soil in different levels of management in mountain *Artemisia* habitat of Rabor, Kerman

Vahid Reza Jalali \*<sup>1</sup>, Yosof Heydari<sup>2</sup>, Majid Hejazi Mehrizi<sup>3</sup>



### Research Article

1. Associate Professor, Department of Nature Engineering, Shirvan Faculty of Agriculture, University of Bojnord, Shirvan, Iran.

[v.jalali@uk.ac.ir](mailto:v.jalali@uk.ac.ir)

\* Corresponding author

2. M.Sc. Graduate of Soil Science, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.

[heydari.y.2711@yahoo.com](mailto:heydari.y.2711@yahoo.com)

3. Associate Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.

[mhejazi@uk.ac.ir](mailto:mhejazi@uk.ac.ir)

Article Code: 2201-1018  
Continous Pagnation: 116-128

Received: 30 January 2022  
Accepted: 06 May 2022  
Online: 17 June 2022  
Review speed: 96 days

#### Citation:

Jalali, V.R., Heydari, Y., and Hejazi Mehrizi, M. (2022). Changes in physical-hydraulic quality of soil in different levels of management in mountain *Artemisia* habitat of Rabor, Kerman. *Management of Natural Ecosystems*, 2(1), 49-61.

### Abstract

Large area of rangeland ecosystems, are being degraded as a result of overgrazing and continuous grazing of domestic livestock, and the vegetation and soil condition in them is not satisfactory. The present study investigates the changes in soil physical-hydraulic quality at different Levels of Management (including One-year grazing exclusion, low-intensity grazing and high-intensity grazing) in three locations of mountain *Artemisia* habitat of Rabar Southeast, Kerman province. For this purpose, in growing season of 2017, 30 soil samples with 3 replicates were taken from the soil surface horizon from each location, and the hydro-physical and chemical properties of soil such as; texture, bulk density, organic carbon, electrical conductivity, mean weight diameter, saturated hydraulic conductivity, saturated moisture capacity, soil sorptivity and soil erodibility index were measured. By comparing the values of the characteristics in each place with respect to their critical level in the standard tables and considering the potential of the region and the weather conditions, the type and level of protection in each land were identified. Based on the results, applied grazing management had a significant effect on the mentioned indicators. So that intense grazing treatment caused an increase of 23.07% and 12.3% ( $p < 0.05$ ) of electrical conductivity compared to exclosure and low grazing treatment, respectively. Amount of organic carbon in the exclosure treatment decreased from 0.658% to 0.491% and 0.464% in the low and high grazing treatments, respectively. Also a significant decrease ( $p < 0.01$ ) in MWD of the aggregate diameter was observed due to grazing management compared to the exclosure treatment. From a physical-hydraulic point of view, the application of low and compared to the grazed management, while increasing the grazing intensity caused a significant increase ( $p < 0.05$ ) in soil erodibility index. In general, according to the comparison of indicators with their standard limit; priority of protection in each of the exclosure, low and high intensity grazing; include no need for protection, basic protection, and full protection respectively.

**Key Words:** Rangeland ecosystems, Livestock grazing, Rangeland management, Soil quality indices.