Geography and Sustainability of Environment
journal homepage: http://ges.razi.ac.ir/
Online ISSN: 2322-3197
Print ISSN: 2676-5683

Evaluating the Effect of Tropical Range Management on the Development of Soil Properties and Carbon Stores (Case Study: South of Ghasreshirin in Kermanshah Province)

Mohammad Gheitury[1*], Mosayeb Heshmati[2], Yahya Parvizi[3]

[1] *Assistant Professor of Range Management , Soil Conservation and Watershed Management Research Department, Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Kermanshah, Iran*
[2] *Associate Professor of Land Resources Management, Soil Conservation and Watershed Management Research Department, Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Kermanshah, Iran*
[3] *Associate Professor of Soil Science, Soil Conservation and Watershed Management Research Department, Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Kermanshah, Iran*

ARTICLE INFO

Article Type: Research article

Article history:
Received 23 April 2018
Accepted 12 July 2018
Available online 22 November 2018

Keywords:
Ghasreshirin, Winter Side Rangeland, Grazing System, Furrowing, Pitting.

Citation: Gheitury, M., Heshmati, M., Parvizi Y. (2019). Evaluating the Effect of Tropical Range Management on the Development of Soil Properties and Carbon Stores (Case Study: South of Ghasreshirin in Kermanshah Province). *Geography and Sustainability of Environment, 8* (3), 1-12.

ABSTRACT

Rangelands not only contribute to forage production, but also play an important role in terms of sustaining environment and habitats, by production (medicine plants), biodiversity, soil and water conservation, curtailing greenhouse gasses as well as enhancement of truisms industry. However, rangelands, particularly winter-side ranges are suffering from improper utility, converting to other land uses (mainly rain-fed lands) and fire burning. The preset study, which was conducted in the Ghasreshirin (Kermanshah, Iran), aims to to evaluate the effects of rehabilitation measures on vegetation and soil. The measures were selected as the experimental treatments including Furrowing-Pitting-Preservation (FPP), Pitting, Brush- planting- Preservation (PBP), Grazing Management (GM) and Current Utility (CU). The characteristic of vegetation including biomass production, capacity, trend, condition were assessed using both transect and quadrate performance. Soil sampling also carried out from soil surface (0-10 cm) and subjected to soil analysis mainly texture, pH, electrical conductivity (EC), calcite (TNV) and soil organic carbon (SOC). The statistical analysis revealed that there were significant differences for some variables among treatments. Thus, forage production in PBP was significant higher level (551 $kgha^{-1}$) compared to CU treatment (196 $kgha^{-1}$). Furthermore, the respective values of SOC in the first, second, third and fourth treatments were 0.82, 0.90, 0.86 and 0.38 percent, indicating the effect of measures on SOC enhancement in the study area, while there was higher in PBP treatment. By and large, we can prioritize the effective treatments for sustaining rangeland FPP, PBP and GM, respectively. These rangelands are being degraded through over utility of these rangelands and converting them to other land uses. Moreover, these rangelands are located at the geological marls formation (Aghajari Formation) inducing a soil with high level of silt content and subsequently susceptible to wind erosion where subjected to overgrazing and converting to other land uses. This situation may attributes to severe water and wind erosion as well as desertification making sources for dust blowing and other environmental impacts.

*. Corresponding author E-mail address: m.ghaitori@areeo.ac.ir

جغرافیا و پایداری محیط
وبگاه نشریه: http://ges.razi.ac.ir/
شاپای چاپی: ۳۱۹۷-۲۳۲۲
شاپای الکترونیکی: ۵۶۸۳-۲۶۷۶

اثربخشی روش‌های اصلاح مراتع گرمسیری بر بهبود خصوصیات و ذخیرهٔ کربن آلی خاک (مطالعهٔ موردی: جنوب قصر شیرین استان کرمانشاه)

محمد قیطوری[۱*]، مسیب حشمتی[۲]، یحیی پرویزی[۳]

[۱] استادیار مرتع‌داری، بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران
[۲] دانشیار مدیریت منابع زمین، بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران
[۳] دانشیار خاک‌شناسی، بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران

مشخّصات مقاله

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخچهٔ مقاله:
دریافت ۰۳ اردیبهشت ۱۳۹۷
پذیرش ۲۱ تیر ۱۳۹۷
دسترسی آنلاین ۱ آذر ۱۳۹۷

کلیدواژه‌ها:
پیتینگ، سیستم چرایی، فارو، قصر شیرین، مراتع گرمسیری.

استناد: قیطوری، محمد؛ حشمتی، مسیب؛ پرویزی، یحیی (۱۳۹۷). اثربخشی روش‌های اصلاح مراتع گرمسیری بر بهبود خصوصیات و ذخیرهٔ کربن آلی خاک (مطالعهٔ موردی: جنوب قصر شیرین استان کرمانشاه). *جغرافیا و پایداری محیط*، ۸ (۳)، ۱-۱۲.

چکیده

شرایط تخریب روزافزون مراتع، به‌ویژه مناطق گرمسیری، لزوم توجّه بیشتر بر اثربخشی عملیات اصلاحی مرتع را می‌طلبد. پژوهش حاضر در مرتع گرمسیری چغاحمام جلگهٔ نفت‌خانه در ۳۱ کیلومتری جنوب شهر قصر شیرین انجام شده است. هدف از این تحقیق، ارزیابی و اثربخشی عملیات اصلاح مراتع بر بهبود خصوصیات و ذخیرهٔ کربن آلی خاک است. بر این اساس، عملیات اصلاحی در این مرتع شناسایی و به چهار تیمار شامل، الف: فارو همراه با بوته‌کاری؛ ب: پیتینگ همراه با بوته‌کاری؛ ج: مدیریت سیستم چرا و د: شاهد با شرایط بهره‌برداری متداول، تفکیک شد. در هر تیمار، هشت نمونه خاک سطحی (۰ تا ۱۰ سانتی‌متر) مرتع گرمسیری برداشت و خصوصیات، بافت، آهک کل، اسیدیته، هدایت الکتریکی و کربن آلی خاک اندازه‌گیری شد. نتایج این پژوهش نشان داد که کربن آلی خاک تیمارهای فارو، پیتینگ، سیستم چرایی و شاهد، به‌ترتیب ۰/۸۲٪، ۰/۹۰٪، ۰/۶۸٪ و ۰/۳۸٪ است که در تیمار پیتینگ از همه بیشتر است و تیمار شاهد با حداقل ذخیرهٔ کربن آلی، رابطهٔ معنی‌داری (در سطح ۰/۰۵) با سایر تیمارها داشت؛ همچنین میان سایر خصوصیات خاک شامل، هدایت الکتریکی، اسیدیته، سدیم، شن، سیلت و رس در میان تیمارهای مختلف رابطهٔ معنی‌داری مشاهده نشد. مقدار کربن ذخیره‌شده در خاک سطحی در چهار تیمار فارو، پیتینگ، مدیریت سیستم چرایی و شاهد، به‌ترتیب ۱۰۴۴، ۱۱۴۶، ۸۷۵ و ۵۰۹ کیلوگرم در هکتار است که گویای تأثیر بیش از دوبرابری عملیات بیومکانیکی (به‌ویژه پیتینگ) نسبت به شاهد بر بهبود حاصلخیزی خاک و افزایش ذخیرهٔ کربن خاک است.

*. رایانامهٔ نویسندهٔ مسئول: m.ghaitori@areeo.ac.ir

مقدّمه

مراتع، بیشترین سطح خشکی‌های کرهٔ زمین را به خود اختصاص می‌دهند (درنر و اسچومن[1]، ۲۰۰۷). حدود ۵۴٪ مساحت ایران را مراتع دربر دارد که سهم استان کرمانشاه، معادل ۱/۲ میلیون هکتار است. با توجّه به محدودبودن منابع (آب، خاک و پوشش گیاهی) و مدیریت و بهره‌برداری غیر اصولی از آن، آسیب‌های زیست‌محیطی و برهم‌خوردن تعادل طبیعی چرخهٔ حیات در سطح ملّی، منطقه‌ای و جهانی از پیامدهای مهم آن به شمار می‌رود. مهم‌ترین پیامد عدم تعادل بین بهره‌برداری و منابع سرزمین، ایجاد مشکل فرسایش تشدیدی و کاهش حاصلخیزی خاک است که شاید هیچ‌کدام از عوارض طبیعی به‌اندازهٔ فرسایش خاک، گریبان‌گیر بشر نبوده و با وجود تلاش‌ها، دامنهٔ آن حادتر از گذشته شده است. در ایران، به‌دلیل فعّالیّت‌ها و بهره‌برداری‌های نامناسب انسانی از منابع سرزمین، مسائل روزافزونی چون فرسایش آبی و بادی، شوری خاک‌ها، بیابان‌زایی و نیز حمل رسوبات به پشت سدهای بزرگ و تخریب محیط‌زیست بسیار نگران‌کننده است.

به‌طور کلّی، مقدار فرسایش آبی کشور به مرز نگران‌کنندهٔ دو میلیارد تن در سال رسیده (نصرتی و همکاران، ۱۳۸۷) و حدود ۴۵ میلیون هکتار از نواحی مرکزی ایران در معرض فرسایش بادی است که بخشی از آن به عوامل انسانی برمی‌گردد (آذربار[2] و همکاران، ۲۰۰۶). در اراضی منابع طبیعی زاگرس، عواملی مانند چرای مفرط دام، چرای خارج از فصل، آتش‌سوزی، تغییر کاربری اراضی مرتعی و جنگلی به زراعت و عملیات غیر اصولیِ کشت (شخم در جهت شیب، آتش‌زدن بقایای گیاهی، مصرف بیش از حدّ کودهای شیمیایی و استفاده از خیش خاک برگردان)، منجر به تخریب پوشش گیاهی و ایجاد بستر فرسایش تشدیدی در منطقه شده است. این شیوهٔ مدیریت و بهره‌برداری، شرایط را برای نابودی محیط‌زیست، تغییر اقلیم و هدررفت میلیون‌ها تُن خاک حاصلخیز از مناطق بالادست رودخانه‌ها به مناطق پایین‌دست و رسوب‌گذاری در دریاچهٔ سدها، فراهم می‌کند. پژوهش‌های مصفایی و همکاران (۲۰۱۵) نشان می‌دهد که فصل‌های سال نقش مهمّی در میزان فرسایش دارد به‌طوری که بیشینهٔ رویداد فرسایش مربوط به پاییز (۷۱٪) است و کمینهٔ فرسایش در تابستان است؛ لذا شناخت زمان‌های بحرانی فرسایش در سال، در سازندهای مختلف می‌تواند راهکار مناسبی برای تعیین برنامه‌های مدیریت حوضه و حفاظت خاک باشد.

یکی از راهکارهای مدیریت صحیح و بهره‌برداری پایدار از منابع حوضهٔ آبخیز، تدوین و اجرای طرح‌های منابع طبیعی است. براساس اطّلاعات موجود، از سطح مراتع کلّ کشور که حدود ۸۶ میلیون هکتار برآورد شده است، تا سال ۲۰۰۷ حدود یازده هزار مورد طرح مرتع‌داری در سطح ۲۵ میلیون هکتار تهیّه شده است که از این مقدار، ۱۴ میلیون هکتار در شکل ۵۳۵۰ طرح مرتع‌داری به بهره‌برداران واگذار شده است و ۴۹۰۰ طرح در دست اجرا است که درمجموع، سطوح مرتعی تاکنون به ۱۴۱۳۵۴ خانوار در سطح کشور واگذار شده است (آریاپور و همکاران، ۱۳۹۵). نتایج پژوهش‌های متعدّد در سطح کشور، نشان می‌دهد فرسایش خاک و رواناب در مراتع تحت عملیات بیولوژیکی و بیومکانیکی، نسبت به مراتع فاقد طرح، کنترل شده است. اجرای سیستم‌های سطوح آبگیر باران (مانند فارو[3]، بانکت و پیتینگ[4]) همراه با عملیات بیولوژیک (مانند کپه‌کاری،

1- Derner & Schuman
2- Azarbar
۳- Furrowing: شامل عملیات ایجاد جوی‌های کم‌عمق روی خطوط منحنی تراز دامنهٔ مراتع به‌منظور بهره‌گیری از آب باران با هدف تقویت پوشش گیاهی و کنترل فرسایش خاک.
۴- Pitting: شامل ایجاد چاله‌های کوچک در سطح مراتع به‌منظور بهره‌گیری از آب باران با هدف تقویت پوشش گیاهی و کنترل فرسایش خاک.

بذرپاشی و بوته‌کاری) در مراتع تخریب‌یافته دارای نتایج مشابهی بوده است که موجب تقویت و بهبود کمیّت و کیفیّت پوشش گیاهی و خاک می‌شود که پیامد آن، افزایش باروری خاک همراه با ترسیب کربن است (جنیدی جعفری و همکاران، ۱۳۹۲؛ رحمان[5] و همکاران، ۲۰۱۴؛ علی[6] و همکاران، ۲۰۱۰؛ طباطبایی یزدی و همکاران، ۱۳۸۹).

از دیدگاه اقتصادی، عملیات آبخیزداری در سال‌های اوّلیّهٔ اجرای پروژه، برای حوضه‌نشینان بازده اقتصادی ندارد، ولی از نگاه حفظ منابع پایهٔ سرزمین و زیست‌بوم، بسیار اقتصادی و مهم است؛ اگرچه در سال‌های اوّل، اجرای برنامه‌های آبخیزداری برای جوامع محلّی غیر اقتصادی است، امّا به‌تدریج منافع اقتصادی پروژه‌ها آشکار شده و با گذشت زمان این منافع افزایش می‌یابد؛ لذا سرمایه‌گذاری در پروژه‌های آبخیزداری از دیدگاه بهبود معیشت، حفاظت آب، خاک و ارزش‌های زیست‌محیطی، اقتصادی است (مصفایی و صالح پورجم[7]، ۲۰۱۸)؛ از سوی دیگر، انجام عملیات مدیریتی منجر به تقویت رطوبت خاک می‌شود، به‌طوری که نتایج پژوهش‌ها نشان می‌دهد که مراتع تحت چرای شدید دام، دارای حداقل رطوبت خاک نسبت به منطقهٔ شاهد است؛ همچنین اگر چرای شدید دام هم‌زمان با رطوبت بالای خاک باشد، کوبیدگی شدیدی در خاک روی داده که نتیجهٔ آن کاهش نفوذپذیری و افزایش رواناب است که بازخورد آن فرسایش‌پذیری بیشتر خاک و کاهش تولید علوفه به‌دلیل کمبود رطوبت خواهد بود. در چنین مواردی، حتّی گونه‌های گندمیان علفی با ضریب خوش‌خوراکی بالا نیز با کاهش محسوس مواجه خواهند شد (سعیدفر و اسکندری، ۱۳۸۳).

مدیریت قرق و سیستم چرای تأخیری، تأثیرات مثبتی بر فرم رویشی، افزایش تاج‌پوشش گیاهی، گرایش مثبت مرتع و بهبود شاخص‌های کیفی خاک دارد (مقدم‌نیا و همکاران، ۱۳۹۲) و در مقابل، چرای شدید و زودهنگام، افزون بر تأثیرات نامطلوب بر خاک و کاهش شادابی گونه‌های گیاهی، منجر به کاهش و حتّی حذف برخی گندمیان خوش‌خوراک مرتع شده و شرایط برای کاهش مادّهٔ آلی خاک مهیّا می‌شود و پیامد آن، تغییر ساختمان خاک تحت تأثیر لگدکوبی شدید دام است (معتمدی و همکاران، ۱۳۹۲؛ سعیدی‌فر و اسکندری، ۱۳۸۳). به‌طور کلّی، نتایج پژوهش‌ها نشان می‌دهد اعمال برنامه‌های مدیریتی در سطح مراتع تأثیرات مثبتی در بهبود مشخّصات کمّی و کیفی خاک و پوشش گیاهی دارد و پیامد این اثرات، بهبود شرایط زیست‌بوم‌ها است.

با توجّه به بررسی منابع مورد اشاره، نقش ذخیرهٔ رطوبت خاک از طریق ایجاد سطوح آبگیر باران شامل فارو، پیتینگ و بانکت اهمّیّت بیشتری دارد. هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی تأثیرات عملیات سامانه‌های جمع‌آوری رواناب و مدیریت چرای دام بر خصوصیات خاک و ذخیرهٔ کربن مراتع گرمسیری تخریب‌شدهٔ شهرستان قصر شیرین بود.

معرّفی منطقهٔ مورد بررسی

پژوهش حاضر در مراتع گرمسیری استان کرمانشاه در مجاورت نوار مرزی غرب کشور انجام یافت. محدودهٔ مورد مطالعه با مساحت ۴۴۸۲ هکتار موصوف به چغاحمام (جلگهٔ نفت‌خانه) با پلاک ثبتی ۲۲۹ است که در ۳۰ کیلومتری جنوب شهر قصر شیرین و ۱۳۵ کیلومتری غرب شهر کرمانشاه قرار دارد. طول و عرض جغرافیای این محدوده به‌ترتیب "۰۳ '۳۵ °۴۵ تا "۳۳ '۳۶ °۴۵ درجهٔ شرقی و "۱۰ '۰۹ °۳۴ تا "۵۹ '۱۰

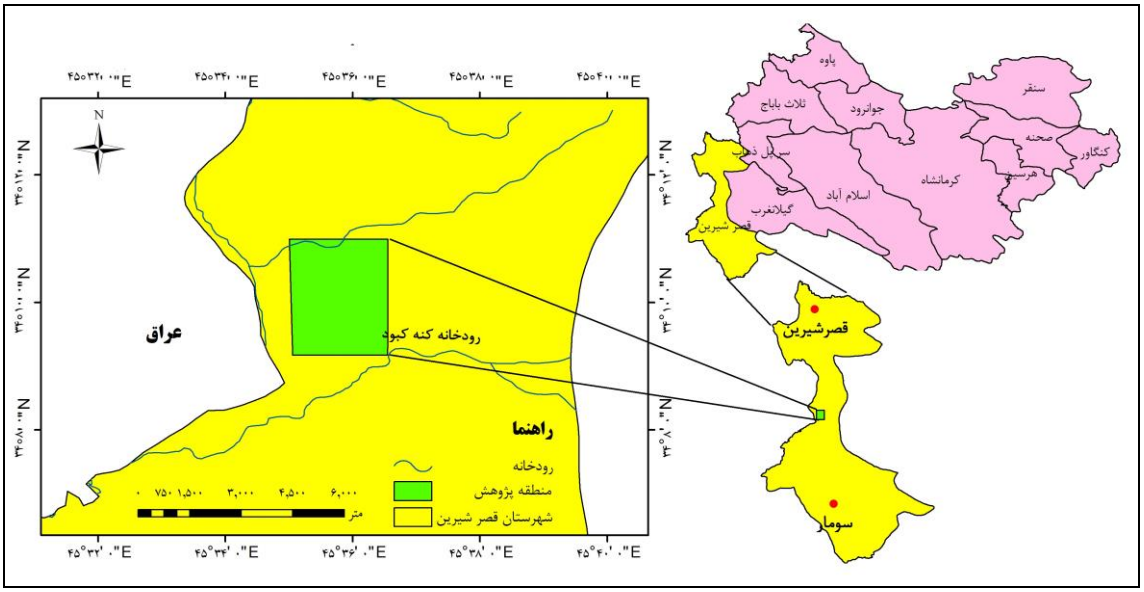
5- Rehman
6- Ali
7- Mosaffaie & Salehpour Jam

°۳۴ درجهٔ شمالی است (شکل ۱). ارتفاع متوسّط منطقهٔ پژوهش از سطح دریا ۳۰۰ متر با شیبی حدود ۵٪ است. اقلیم این منطقه، براساس طبقه‌بندی کوپن، خشک بیابانی معتدل با متوسّط بارندگی سالانهٔ بلندمدّت ۳۰۰ میلی‌متر است؛ همچنین مراتع مورد بررسی روی سازندهای مارنی از نوع گچی و نمکی (آغاجاری) قرار دارد که شاخص فرسایش شدید انحلالی و خندقی است و مشاهدات نشان می‌دهد پوشش گیاهی مرتع فقیر با گونه‌های غالب علف‌شور[8] و گیاهان یک‌ساله[9] است که تحت چرای شدید دام در دورهٔ چرایی پانزدهم آبان تا اواسط اردیبهشت قرار دارد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی اثربخشی عملیات اصلاح مرتع بر خصوصیات و ذخیرهٔ کربن خاک مراتع گرمسیری جلگهٔ نفت‌خانه قصر شیرین اقدامات بیومکانیکی و مدیریتی انجام‌شده توسّط ادارهٔ منابع طبیعی قصر شیرین در قالب طرح مرتع‌داری مورد بررسی قرار گرفت. عملیات انجام‌شده در مرتع سامان عرفی جلگهٔ نفت‌خانه از سال ۱۳۸۸ آغاز شده که در چهار تیمار (جدول ۱) انجام یافت. مشخّصات تیمارها به شرح زیر است:

تیمار فارو همراه با بوته‌کاری؛ فاروهایی به عمق ۲۰ سانتی‌متر و طول ۵۰ تا ۱۰۰ و به فاصلهٔ ۳ متر از هم احداث شد و سپس بوتهٔ گونه‌های اسفناج وحشی[10] و علف‌شور در داخل فاروها به فاصلهٔ ۳ متر از هم کشت شد. تیمار پیتینگ همراه با بوته‌کاری، ابتدا چاله‌های مستطیلی به ابعاد ۳۰ ×۱۲۰ سانتی‌متر و عمق ۲۰ ۲۰ سانتی‌متر و فاصلهٔ ۲ متر از یکدیگر ایجاد شد و در داخل چاله‌ها دو گونهٔ بالا (گیاه اسفناج وحشی و علف‌شور) بوته‌کاری شد. تیمار مدیریت سیستم چرایی شامل سیستم چرای تناوبی - استراحتی بود. در این روش مرتع به قطعات کوچک دو هکتاری تقسیم شده و دام به‌صورت تناوبی در زمان کوتاه (یک هفته) در هر قطعه چرا می‌کرد، همچنین قطعه‌ای از مرتع (معادل هشت هکتار) به‌منظور بهبود پوشش گیاهی و خاک به‌مدّت یک دورهٔ چرایی استراحت (حفاظت و قرق) داده شد. تیمار شاهد نیز، همان شرایط بهره‌برداری متداول توسّط دامداران منطقه بود.



شکل ۱. موقعیّت مرتع گرمسیری جلگهٔ نفت‌خانهٔ قصر شیرین نسبت به استان

8- Salsola Regedula
9- Annual grasses
10- Atriplex cansens

جدول ۱. عملیات مدیریتی و بیومکانیکی اجراشده در مراتع گرمسیری جلگهٔ نفت‌خانهٔ قصر شیرین

ردیف	شرح پروژه	مرتع عرفی	وضعیّت پروژه	سال اجرا	سال ارزیابی
۱	احداث فارو همراه با بوته‌کاری	چغاحمام	اجراشده	۱۳۸۸	۹۴-۹۵
۲	احداث پیتینگ همراه با بوته‌کاری	چغاحمام	اجراشده	۱۳۸۸	۹۴-۹۵
۳	سیستم چرایی تناوبی - استراحتی	چغاحمام	اجراشده	۱۳۹۲	۹۴-۹۵
۴	شاهد	چغاحمام	شرایط بهره‌برداری متداول	۱۳۹۴	۹۴-۹۵

نمونه‌برداری خاک در محدودهٔ تیمارها، از لایهٔ سطحی ۱۰-۰ سانتی‌متری انجام شد. در پیمایش میدانی ۳۲ نمونه خاک سطحی از ۴ تیمار برداشت شد و پارامترهای کربن آلی خاک (به‌روش والکلی و بلاک[11]، ۱۹۳۴)، آهک (به‌روش تعین غلظت محلول با سود یک نرمال)، بافت (به‌روش هیدرومتر)، درصد اشباع (در گل اشباع) اندازه‌گیری شد. وزن مخصوص ظاهری برای تعیین میزان کربن ذخیره‌شده در خاک ضروری است؛ بنابراین، در تمامی تیمارها در کنار حفر چاله، به‌منظور تعیین وزن مخصوص خاک، نمونه‌هایی از آن با روش سیلندر نمونه‌برداری شد. بلافاصله پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، به‌منظور خشک‌شدن آن‌ها، به مدّت ۲۴ ساعت در آون در دمای ۱۰۵ درجهٔ سانتی‌گراد قرار گرفت. وزن مخصوص ظاهری خاک در مناطق مختلف برمبنای وزن خاک خشک به‌دست‌آمده و حجم سیلندر نمونه‌برداری، تعیین شد (بلاک و هارتج[12]، ۱۹۸۶)؛ سپس با داده‌های سه پارامتر وزن مخصوص ظاهری، کربن آلی و عمق خاک، براساس رابطهٔ ۱، مقدار وزن کربن آلی ذخیره‌شده در واحد سطح خاک به‌دست آمد.

$$Cs= 10000\times\%SOC\times Bd\times d$$ رابطهٔ ۱

در این رابطه، Cs: وزن کربن آلی خاک در واحد سطح (هکتار)؛ SOC: درصد کربن آلی خاک؛ d: عمق خاک مورد نظر برحسب متر؛ Bd: وزن مخصوص ظاهری است.

داده‌های جمع‌آوری‌شدهٔ خاک در تیمارهای مختلف پس از جمع‌آوری و بررسی اوّلیّه با روش آماری مقایسهٔ میانگین‌ها و جدول تجزیهٔ واریانس یک‌طرفه در محیط نرم‌افزار آماری اِس.اِی.اِس.[13] پردازش شد.

نتایج

عملیات اجرایی سه تیمار فارو، پیتینگ و چرای تناوبی، منجر به افزایش تاج‌پوشش گیاهی به میزان ۵۵ تا ۶۲ شد، که نسبت به تیمار شاهد (۳۹٪) قابل توجّه است (جدول ۲)؛ همچنین این تیمارها موجب بهبود لاشبرگ گیاهی و نیز کاهش نسبی سطح خاک لخت شد؛ همچنین هر دو گونهٔ اسفناج وحشی و علف‌شور زیاد شدند (شکل ۲). براساس مشاهدات میدانی، در کنار گیاهان بوته‌کاری شده گونه‌های کلاس یک و ارزشمند مرتعی ازجمله شبدر و یونجه نیز گسترش داشتند؛ در این تیمار آثار فرسایش و تجمّع خاک در پشت بوته‌ها ناشی از هرزآب مشاهده نشد. همچنین در مرتع تحت مدیریت سیستم چرای تناوبی – استراحتی، تغییرات مثبتی در وضعیت پوشش گیاهی و خاک نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد. بررسی مرتع تیمار شاهد که تحت چرای شدید دام (متداول در منطقه) است نشان داد که تیپ پوشش گیاهی این مراتع علف‌شور - گیاهان یک‌ساله با وضعیّت فقیر و گرایش منفی در خاک و پوشش گیاهی است. در تیمار شاهد، آثار فرسایش سطحی، انحلالی و کوبیدگی خاک (در اثر چرای شدید) در سطح گسترده‌ای قابل مشاهده است.

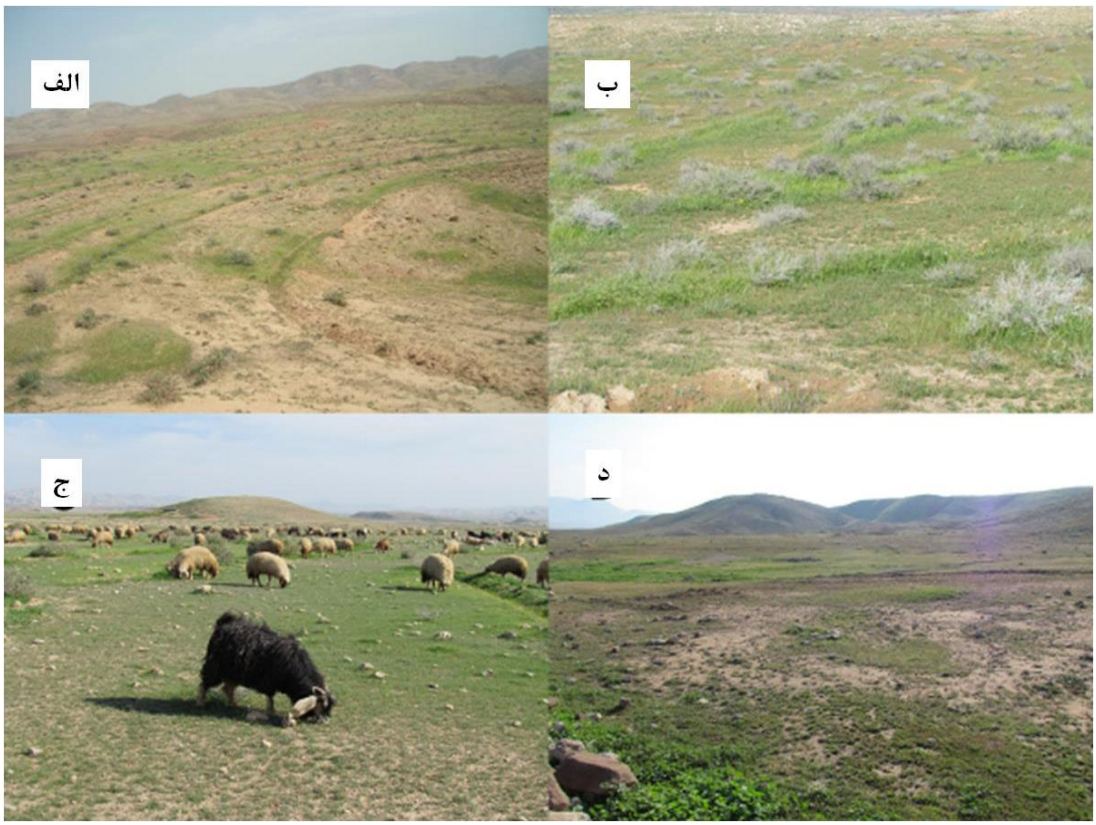
11- Walkley & Black
12- Blake & Hartge
13- Statistical Analysis System (SAS)

مقایسهٔ پوشش سطح زمین شامل درصد پوشش گیاهی، خاک لخت، لاشبرگ و سنگ و سنگ‌ریزه در تیمارهای مختلف بیانگر تغییرات مثبت عملیات اصلاحی نسبت به تیمار شاهد است (جدول ۲). به‌طوری که درصد پوشش گیاهی در تیمار شاهد نسبت به تیمار پیتینگ همراه با بوته‌کاری به‌ترتیب ۳۹ و ۶۲/۱ به‌دست آمد و درصد خاک لخت در تیمار شاهد نسبت به تیمار پیتینگ همراه با بوته‌کاری به‌ترتیب ۳۷ و ۱۷/۱ تعیین شد.

نتایج مقایسهٔ مشخّصات خاک در تیمارهای مختلف نشان می‌دهد که مقدار کربن ذخیره‌شده در چهار تیمار فارو همراه با بوته‌کاری، پیتینگ همراه بوته‌کاری، مدیریت سیستم چرا و تیمار شاهد به‌ترتیب برابر ۱۰۴۳/۹۱، ۱۱۴۵/۶۰، ۸۷۴/۷۱ و ۵۰۹/۲۰ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. این نتایج، نشان می‌دهد که بیشترین مقدار ذخیرهٔ کربن در خاک تیمار پیتینگ و کمترین مقدار در تیمار شاهد است. این نتایج تأثیر عملیات احیایی یا عملیات بیومکانیکی بر مقدار ذخیرهٔ خاک را نشان می‌دهد. داده‌های جدول ۳ نشان می‌دهد که درصد سیلت در تمام تیمارها بالا است که زمینهٔ حسّاسیّت خاک به فرسایش را فراهم می‌کند.

جدول ۲. پوشش سطح زمین در تیمارهای مختلف مراتع جلگهٔ نفت‌خانهٔ قصر شیرین

تیمارها	درصد			
	پوشش گیاهی	لاشبرگ	خاک لخت	سنگ و سنگریزه
بیومکانیک (فارو + قرق)	۶۰/۹	۴/۹	۱۷/۱	۱۷/۰
بیومکانیک (چاله + قرق)	۶۲/۱	۵/۱	۱۷/۱	۱۵/۷
سیستم چرایی	۵۵/۴	۴/۸	۲۳/۰	۱۶/۸
شاهد	۳۹	۴	۳۷	۲۰



شکل ۲. الف: وضعیّت تیمار عملیات فارو همراه با بوته‌کاری؛ ب: تیمار عملیات پیتینگ همراه با بوته‌کاری؛ ج: وضعیّت پوشش گیاهی مرتع تحت سیستم چرایی تناوبی – استراحتی؛ د: مرتع شاهد با بهره‌برداری متداول منطقه

جدول ۳. مشخّصات خاک تیمارهای مرتعی چغاحمام قصر شیرین

تیمار	وزن مخصوص	نسبت ذرات خاک (٪)			بافت خاک	هدایت الکتریکی me/100	املاح محلول $Ec\times10^3$	اسیدیته	کربن آلی (٪)	نسبت جذب سدیم	سدیم میلی‌گرم/ کیلوگرم
		شن	سیلت	رس							
بیومکانیک (فارو + قرق)	۱/۲۸	۱۴/۰	۴۸/۰	۳۸/۰	لوم رسی سیلتی	۲۳	۲/۳۵	۷/۳۷	۰/۶۷	۱/۵۱	۶/۲۴
		۳۲/۴	۵۰/۶	۱۷	لوم سیلتی	۲۱	۲/۰۰	۷/۳۵	۰/۹۳	۱/۴۸	۴/۵۲
		۱۹/۲	۶۷/۴	۱۳/۴	لوم سیلتی	۲۰/۸۹	۱/۴۰	۷/۵۲	۰/۵۳	۱/۴۷	۳/۵۰
		۳۱/۰	۴۷/۰	۲۲/۰	لوم	-	-	۷/۴	۰/۹۳	۱/۲۳	۱/۲۳
		۳۰/۸	۴۹/۸	۱۹/۴	لوم	-	-	۷/۵۲	۱/۲۵	۰/۹۵	۱/۹۶
		۲۱/۵	۵۶/۵	۲۲/۰	لوم سیلتی	-	-	۷/۴۶	۰/۸۹	۱/۱۵	۲/۳۵
		۳۱/۶	۴۹/۶	۱۸/۸	لوم	۲۰/۲	۱/۲۹	۷/۷۲	۰/۶۸	۰/۹۲	۱/۹۴
		۳۵/۲	۴۵/۰	۱۹/۸	لوم	۲۱/۵	۱/۳۰	۷/۶۵	۰/۹۸	۰/۹۷	۱/۸۲
		۳۳/۰	۴۲/۰	۲۵/۰	لوم	-	۱/۴۲	۷/۴۲	۰/۴۸	۲/۲۱	۳/۱۷
بیومکانیک (فارو + قرق)	۱/۲۸	۳۰/۲	۵۶/۵	۱۴/۴	لوم	-	۲/۹۴	۷/۳۴	۱/۴۱	۱/۲۳	۲/۵۶
		۲۸/۴	۵۶/۶	۲۱/۰	لوم سیلتی	-	۱/۳	۷/۵	۰/۶۵	۱/۴۲	۱/۸۰
		۳۵/۶	۴۳/۶	۲۰/۸	لوم	-	۲/۷۱	۷/۵۲	۰/۵۸	۳/۱۹	۶/۵۰
		۲۹/۲	۵۱/۴	۱۹/۴	لوم سیلتی	-	۱/۵۵	۷/۵۸	۰/۴۹	۲/۱۳	۵/۰۰
		۲۲/۰	۵۶/۰	۲۲/۰	لوم سیلتی	-	۳/۲۰	۷/۳۸	۱/۱۵	۰/۹۰	۳/۸۸
		۲۱/۰	۵۷/۰	۲۲/۰	لوم سیلتی	۲۰/۰	۰/۹۳	۷/۳۸	۱/۰۵	۰/۴۱	۲/۵۲
		۳۱/۷	۴۶/۶	۲۱/۷	لوم سیلتی	-	۱/۴۵	۷/۴۰	۱/۲۱	۱/۹۸	۱/۲۴
		۲۱/۰	۵۷/۰	۲۲/۰	لوم سیلتی	۲۰/۰	۰/۹۳	۷/۳۱	۰/۵۲	۰/۸۳	۲/۰۰
سیستم چرایی	۱/۳۰	۲۶/۶	۵۲/۶	۲۰/۸	لوم سیلتی	-	۱/۲۰	۷/۴۵	۰/۸۹	۰/۸۲	۱/۱۵
		۳۵/۲	۴۷/۰	۱۷/۸	لوم	-	۱/۸	۷/۵	۰/۵۴	۱/۳۱	۲/۱۳
		۳۳/۵	۴۳/۰	۲۳/۵	لوم	-	۱/۷۲	۷/۶	۰/۶۲	۱/۲۵	۳/۰۵
		۱۱/۰	۵۷/۰	۳۲/۰	لوم رسی سیلتی	-	۰/۸۵	۷/۳۱	۰/۴۹	۰/۷۶	۱/۸۰
		۵۵/۰	۳۳/۰	۱۲/۰	لوم شنی	-	۱/۲۷	۷/۲۷	۰/۷۱	۰/۵۴	۱/۴۵
		۱۹/۲	۶۷/۴	۱۳/۴	لوم سیلتی	-	۱/۴۰	۷/۵۲	۰/۵۳	۱/۴۷	۳/۵۰
		۳۱/۰	۴۷/۰	۲۲/۰	لوم	-	-	۷/۴۸	۰/۹۳	۱/۲۳	۲/۱۲
شاهد	۱/۳۴	۳۴/۰	۴۰/۰	۲۶/۰	لوم	-	۲/۸۱	۷/۳۶	۰/۵۱	۰/۸۳	۳/۴۶
		۳۹/۰	۴۳/۰	۱۸/۰	لومی	-	۲/۹	۷/۵	۰/۳	۰/۸۴	۲/۲۳
		۳۳/۸	۴۷/۰	۲۱/۰	لوم	-	۲	۷/۳	۰/۳	۰/۹۸	۳/۱۴
		۳۸/۰	۴۲/۰	۲۰/۰	لوم	-	۰/۹۵	۷/۳۰	۰/۵۴	۰/۶۹	۱/۹۰
		۳۱/۰	۴۷/۰	۲۲/۰	لوم	-	۰/۷۱	۷/۳۴	۰/۲۷	۰/۹۷	۱/۷۵
		۱۹/۶	۵۵/۶	۲۴/۸	لوم سیلتی	۲۰/۲	۲/۹۰	۷/۹۳	۰/۳۲	۶/۸۲	۱۴/۵۰
		۳۱/۲	۵۳/۴	۱۵/۴	لوم سیلتی	۲۱	۱/۴۱	۷/۶۸	۰/۴۲	۲/۴۹	۴/۸۵

بیشینه و کمینهٔ مقدار کربن آلی خاک سطحی (۱۰-۰ سانتی‌متر) به‌ترتیب مربوط به تیمار پیتینگ (۰/۹۰) و شاهد (۰/۳۸) است. مقایسهٔ میانگین داده‌های خاک نشان می‌دهد که رابطهٔ معنی‌داری میان کربن آلی خاک در تیمارهای فارو، پیتینگ و سیستم چرایی نیست، ولی میان این تیمارها با تیمار شاهد رابطهٔ معنی‌داری در سطح ۰/۰۱ وجود دارد (جدول ۴).

جدول ۴. مقایسهٔ میانگین شاخص‌های خاک در تیمارهای مراتع گرمسیری قصر شیرین

شاخص‌ها	تیمارها				سطح معنی‌دار
	فارو	پیتینگ	مدیریت چرایی	شاهد	
کربن آلی	۰/۸۲$^{(a)*}$	۰/۹۰$^{(a)}$	۰/۶۸$^{(a)}$	۰/۳۸$^{(b)}$	<۰/۰۰۱۱
اسیدیته	۷/۴۹$^{(a)}$	۷/۴۳$^{(a)}$	۷/۴۵$^{(a)}$	۷/۴۷$^{(a)}$	<۰/۴۸۲۸
سدیم	۲/۹۷$^{(a)}$	۳/۳۱$^{(a)}$	۲/۱۷$^{(a)}$	۴/۵۴$^{(a)}$	<۰/۶۷۳۱
سیلت	۵۰/۶۶$^{(a)}$	۵۲/۳۴$^{(a)}$	۴۹/۵۷$^{(a)}$	۴۶/۸۶$^{(a)}$	<۰/۳۹۵
رس	۲۱/۷۱$^{(a)}$	۲۰/۴۲$^{(a)}$	۲۰/۲۱$^{(a)}$	۲۱/۰۳$^{(a)}$	<۰/۷۹۱۵
شن	۲۷/۶۳$^{(a)}$	۲۷/۳۹$^{(a)}$	۳۰/۲۱$^{(a)}$	۳۷/۳۷$^{(a)}$	<۰/۴۳۳۹
پوشش گیاهی	۶۰/۸۹$^{(a)*}$	۶۲/۱۱$^{(a)}$	۵۵/۴۵$^{(b)}$	۳۹/۰۰$^{(c)}$	<۰/۰۰۰۱
خاک لخت	۱۷/۰۰$^{(b)}$	۱۵/۷۰$^{(b)}$	۱۶/۸۰$^{(b)}$	۲۰/۰۰$^{(a)}$	<۰/۰۰۰۴

* اعداد با حروف غیر همسان دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ هستند

همچنین رابطهٔ معنی‌دار میان ویژگی‌های هدایت الکتریکی، اسیدیته، سدیم، شن، سیلت و رس مشاهده نشد، یعنی انجام عملیات بیومکانیکی و مدیریت چرایی مرتع منجر به تغییر مادّهٔ آلی خاک نسبت به تیمار شاهد شده است، ولی در خصوصیات بافت خاک، اسیدیته و سدیم تحت تأثیر اجرای عملیات مختلف فارو، پیتینگ و سیستم چرایی تغییری مشاهده نمی‌شود؛ که علّت آن مربوط به زمان مورد نیاز برای ایجاد تغییر در این خصوصیات است؛ همچنین، رابطهٔ معنی‌داری برای شاخص خاک لخت میان تیمار شاهد با سایر تیمارها به‌دست آمد؛ یعنی پوشش گیاهی و خاک لخت تحت تأثیر عملیات بیولوژیکی و سیستم چرایی تغییر مثبت دارد و به‌دلیل بهبود پوشش گیاهی و کاهش خاک لخت، فرسایش تونلی و خندقی در این تیمارها کنترل شده است. ایجاد این شکل فرسایش (خندقی و تونلی) ناشی از درصد زیاد سیلت در بافت خاک و کمی مادّهٔ آلی خاک همراه با تخریب پوشش گیاهی است.

بحث

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که تیمارهای تحت تأثیر مدیریت بیومکانیکی و سیستم چرایی، مادّهٔ آلی خاک و سطح تاج‌پوشش بیشتر و درصد خاک لخت کمتری نسبت به تیمار شاهد دارند، به‌طوری که عملیات اصلاحی مراتع گرمسیری چغاحمام قصر شیرین وضعیّت کربن آلی خاک را از ۰/۲۸٪ در تیمار شاهد به ۰/۹۰٪ در تیمار پیتینگ ارتقا داده است. این شرایط، منجر به افزایش مادّهٔ آلی، ترسیب کربن و کنترل فرسایش انحلالی در این تیمار شده است. پژوهش‌های مختلف بر روی نقش اقدامات اصلاح مراتع از طریق قرق، پخش سیلاب و احداث سطوح آبگیر باران، بیانگر بهبود قابل توجّه پوشش گیاهان مرتعی و درنتیجه افزایش کربن آلی خاک و پایداری آن در برابر فرسایش بوده است (حیدریان آقاخانی و همکاران، ۱۳۸۹؛ مهدوی و همکاران، ۱۳۹۵؛ جهانتاب و همکاران، ۱۳۸۹). براساس نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش حاضر، سیستم‌های ذخیرهٔ نزولات جوّی در منطقهٔ قصر شیرین به‌دلیل تقویت ذخیرهٔ رطوبت خاک موجب ازدیاد سطح تاج‌پوشش گیاهان مرتعی بومی منطقه (به‌ویژه اسفناج وحشی و علف‌شور) شده است که پیامد آن، اصلاح خاک از طریق ذخیرهٔ کربن آلی است؛ بنابراین، می‌توان گفت مراتع تحت عملیات ذخیرهٔ نزولات جوّی (فارو و پیتینگ)، دارای روند مثبت در خصوصیات خاک هستند که مهم‌ترین شاخص آن، افزایش مادّهٔ آلی خاک است (مهدوی و همکاران، ۱۳۹۵؛ فروزه و حشمتی، ۱۳۸۷).

در همین زمینه، پژوهش آذرنیوند و همکاران (۱۳۸۸) در منطقهٔ ایوانکی استان سمنان نشان داد که

احداث سطوح آبگیر باران (فارو) منجر به بهبود پوشش گیاهی، خاک و افزایش ذخیرهٔ ۳۲ و ۳۷ درصدی ذخایر کربن و ازت کل شده است. با توجّه به اینکه مراتع، بیشترین سطح اراضی کلّ کشور (۵۴٪) را به خود اختصاص داده‌اند (ولایتی و کدیور، ۱۳۸۵) و ظرفیت چرای دام به‌ویژه در مناطق قشلاقی چند برابر حدّ مجاز است، اعمال مدیریت مناسب و اقدامات اصلاحی از قبیل ایجاد سطوح آبگیر باران[۱۴] می‌تواند موجب افزایش ظرفیت رطوبت خاک تا چند برابر شود (درنر و اسچومن، ۲۰۰۷).

نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که بهبود کمّی و کیفی پوشش گیاهی در مراتع گرمسیری و درنتیجه افزایش مادّهٔ آلی خاک، موجب کاهش فرسایش خاک و کنترل تولید کانون‌های ریزگرد در غرب استان می‌شود. انتخاب گونه‌های مناسب (گونهٔ گیاهی اسفناج وحشی و علف‌شور) با ریشه‌های عمیق و گسترده در عملیات بیومکانیکی پیتینگ، نقش مهمّی در بهبود شرایط خاک و کنترل فرسایش داشته است. دبیتس[۱۵] و همکاران (۲۰۰۸) نیز طی مطالعاتی نسبت به شناسایی گونه‌های گیاهی مناسب به‌منظور کنترل فرسایش خندقی و شیاری اقدام کردند که درنهایت، معیار انتخاب گیاهان شامل تراکم ساقه، پتانسیل جذب رسوب، تولید لاشبرگ زیاد، ضریب قابلیّت ارتجاعی برای ساقه‌ها، مقاومت بیشتر در مقابل تنش برشی جریان، سیستم ریشه‌ای قوی (نسبت مساحت ریشه و مقاومت کششی آن) بود.

نتایج بررسی خاک مرتع گرمسیری جلگهٔ نفت‌خانهٔ قصر شیرین، گویای درصد سیلت بالا همراه با کانی رسی اسمکتیت[۱۶] (حشمتی[۱۷] و همکاران، ۲۰۱۳) در تمام تیمارها است که در مرتع شاهد تحت مدیریت غلط و بهره‌برداری نامناسب، شرایط برای گسترش فرسایش تشدیدی آبی و بادی در بالاترین درجه را نشان می‌دهد. مطالعات خاک‌شناسی و کانی‌شناسی سازندهای مارنی زاگرس توسّط حشمتی و همکاران (۲۰۱۳)، کریمی[۱۸] و همکاران (۲۰۰۸)، اولیایی[۱۹] و همکاران (۲۰۰۶) و فیض‌نیا و همکاران (۱۳۸۶) بیانگر گسترش زیاد اراضی مارنی و حسّاس به انحلال، فرسایش خندقی شدید در چنین مناطقی است که با تغییر کاربری و تخریب پوشش گیاهی به‌طور قابل توجّهی افزایش می‌یابد. براساس نتایج پژوهش‌های مورد اشاره، بافت سیلتی لوم در این مناطق مارنی غالب بوده و مقدار سیلت نسبت به عمق افزایش می‌یابد؛ همچنین آن‌ها اظهار کردند که کانی آماس‌پذیر اسمکتیت (کانی حاصل از سازند آغاجاری) فراوان‌ترین کانی رسی منطقهٔ قصر شیرین است و این ویژگی، منجر به کاهش نفوذپذیری آب در خاک و ایجاد بستر مناسب فرسایش انحلالی در منطقه شده است.

کانی اسمکتیت با جذب آب تا ۳۰٪ افزایش حجم یافته و به همین دلیل، نقش کلیدی در خزش، لغزش و نیز پدیدهٔ واگرایی به‌عنوان اوّلین مرحلهٔ فرسایش‌های تونلی و خندقی دارد (بورچاردت[۲۰]، ۱۹۸۹؛ کرنز[۲۱] و همکاران، ۲۰۰۰؛ لوتنگر و سرتو[۲۲]، ۲۰۰۸). نتایج پژوهش حاضر و سایر پژوهشگران نشان می‌دهد که بستر اوّلیّهٔ بهبود خصوصیات و افزایش ذخیرهٔ کربن آلی خاک و کنترل فرسایش در سایت مرتعی قصر شیرین و مناطق مشابه، تقویت پوشش گیاهی است؛ بنابراین، شرایط خاصّ منطقهٔ تحقیق، انجام عملیات بیومکانیکی و

14- Micro Catchment
15- De Beats
16- Smectite
17- Heshmati
18- Karimi
19- Owliaie
20- Borchardt
21- Krenz
22- Lutengger & Cerato

مدیریتی در راستای تقویت پوشش گیاهی را می‌طلبد تا شرایط برای کنترل فرسایش و افزایش مادّهٔ آلی خاک مهیّا شود و بسترهای ایجاد کانون ریزگرد در این مناطق حذف شود.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که دو تیمار پیتینگ و فارو به‌ترتیبِ اهمّیّت، نقش قابل توجّهی در بهبود ویژگی‌های خاک و متعاقباً بهبود پوشش گیاهی دارند؛ همچنین اعمال تیمار مدیریت (چرای تناوبی - استراحتی) نیز نسبت به تیمار شاهد، نقش مؤثّری دارد. عملیات بیومکانیکی پیتینگ به‌دلیل تقویت پوشش گیاهی و توسعهٔ ریشه‌های قوی گیاهان اسفناج وحشی و علف‌شور در خاک، فرسایش تونلی و خندقی در حدّ مطلوبی کنترل شده و پیامد آن بهبود شرایط خاک با افزایش مادّهٔ آلی، ترسیب کربن و حاصلخیزی خاک است. تیمار مدیریت سیستم چرای تناوبی – استراحتی، اگرچه شرایط مطلوب‌تری نسبت به شاهد داشته، امّا برای تأثیر بیشتر نیاز به پایش و نظارت بیشتر واحدهای اجرایی مسئول ازجمله ادارهٔ منابع طبیعی منطقهٔ مربوطه دارد.

از آنجا که این منطقه بر روی سازند مارنی آغاجاری با شرایط خاک حسّاس به انحلال و فرسایش شدید تونلی قرار دارد، حفظ مراتع و انجام اقدامات بیومکانیکی مورد آزمایش در این پژوهش، می‌تواند نقش کلیدی در حفظ پوشش گیاهی و بهبود کیفیّت خاک از طریق افزایش معنی‌دار مادّهٔ آلی که در این تحقیق به اثبات رسید، داشته باشد. ارزش این حفظ و ازدیاد پوشش گیاهی منطقهٔ قصر شیرین، افزون بر بهبود معیشت دامداران، کنترل پیامدهای برون‌حوضه‌ای ازجمله پدیدهٔ ریزگردها که منطقه مستعدّ آن است، خواهد بود.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از ادارهٔ کلّ منابع طبیعی استان کرمانشاه و پژوهشکدهٔ حفاظت خاک و آبخیزداری به‌ترتیب به‌دلیل تأمین اعتبار پروژه و تصویب آن با شمارهٔ ثبت **۹۰۱۲۹-۲۹-۵۵-۴** همکاری داشته‌اند تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

منابع

آذرنیوند، حسین؛ جنیدی جعفری، حامد؛ زارع چاهوکی، محمدعلی؛ جعفری، محمد؛ نیکو، شیما (۱۳۸۸). بررسی اثر چرای دام بر ترسیب کربن و ذخیرهٔ ازت در مراتع با گونهٔ درمنهٔ دشتی در استان سمنان. *نشریهٔ علمی پژوهشی مرتع*، ۳ (۴)، ۵۹۰-۶۱۰.

آریاپور، علی؛ محرابی، حمیدرضا؛ ده‌پهلوان، علی (۱۳۹۵). تأثیر طرح‌های مرتع‌داری بر تولید، وضعیّت و گرایش مراتع (مطالعهٔ موردی: مراتع منطقهٔ خزل شهرستان نهاوند). *نشریهٔ علمی پژوهشی مرتع*، *۱۰* (۱)، ۱-۱۰.

جنیدی جعفری، حامد؛ آذرنیوند، حسین؛ زارع چاهوکی، محمدعلی؛ جعفری، محمد (۱۳۹۲). مطالعهٔ بیوماس اندام هوایی و زیرزمینی گونهٔ درمنهٔ دشتی در شدّت‌های چرای متفاوت در استان سمنان. *پژوهش‌های آبخیزداری (پژوهش و سازندگی)*، *۲۶* (۹۹)، ۴۱-۳۳.

جهانتاب، اسفندیار؛ سپهری، عادل؛ حنفی، بهاره؛ میردیلمی، سیده زهره (۱۳۸۹). مقایسهٔ تنوّع پوشش گیاهی مراتع در دو منطقهٔ قرق و چرا در مراتع کوهستانی زاگرس مرکزی (مطالعهٔ موردی: منطقهٔ دیشموک در استان کهگیلویه و بویراحمد). *تحقیقات مرتع و بیابان ایران*، *۱۷* (۳۹)، ۲۹۲-۳۰۰.

حیدریان آقاخانی، مریم؛ نقی‌پور برج، علی‌اصغر؛ توکلی، حسین (۱۳۸۹). بررسی اثر شدّت دام بر پوشش گیاهی و خاک در مراتع سیساب بجنورد. *تحقیقات مرتع و بیابان ایران*، *۱۷* (۲)، ۲۴۳-۲۵۵.

سعیدفر، مصطفی؛ اسکندری، ذبیح‌الله (۱۳۸۳). اثر مدیریت‌های مختلف چرا بر فشردگی خاک سطحی و تغییرات رطوبت خاک در ابتدا و انتهای فصل چرا در ایستگاه تحقیقات مرتع سمیرم (ایستگاه حناء). *سومین همایش ملّی مرتع و مرتع‌داری*، کرج.

طباطبایی یزدی، جواد؛ حقایقی مقدم، سید ابوالقاسم؛ قدسی، مسعود؛ افشار، هادی (۱۳۸۹). استحصال آب باران برای آبیاری تکمیلی کندم دیم در منطقه مشهد. *نشریهٔ آب‌وخاک (علوم و صنایع کشاورزی)*، ۲۴ (۲)، ۱۹۸-۲۰۷.

فروزه محمدرحیم، حشمتی، غلامعلی (۱۳۸۷). بررسی تأثیر عملیات پخش سیلاب بر برخی از ویژگی‌های پوشش گیاهی و خاک سطحی (مطالعهٔ موردی: دشت گربایگان فارس). *نشریه پژوهش و سازندگی*، ۲۱ (۷۹)، ۱۱-۲۰.

فیض‌نیا، سادات؛ حشمتی، مسیب؛ احمدی، حسن؛ قدوسی، جمال (۱۳۸۶). بررسی فرسایش آبکندی سازند مارنی آغاجاری در منطقهٔ قصر شیرین. *پژوهش سازندگی در منابع طبیعی*، ۲۰ (۷۴)، ۳۲-۴۰.

معتمدی، جواد؛ علیلو، فاطمه؛ شیدای کرکج، اسماعیل؛ کیوان بهجو، فرشاد؛ قریشی، رقیه (۱۳۹۲). بررسی ارتباط عوامل محیطی و شدّت چرای دام با پوشش گیاهی در اکوسیستم‌های مرتعی خوی. *حفاظت زیست‌بوم گیاهان*، ۱ (۳)، ۷۳-۹۰.

مقدم‌نیا، علیرضا؛ دستورانی، قاسم؛ میرطاهری، محمد؛ عابدین‌زاد، کاظم (۱۳۹۲). بررسی اثرات قرق بر برخی پارامترهای گیاهی در منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ شیراحمد سبزوار، *محیط‌زیست*، ۰۰ (۵۶)، ۵۷-۶۶.

مهدوی، سیده خدیجه؛ آذریان، احمد؛ جوادی، محمدرضا؛ محمودی، جلال (۱۳۹۵). بررسی اثرپخش سیلاب بر برخی از خصوصیات فیزیکی - شیمیایی و حاصلخیزی خاک (مطالعهٔ موردی: منطقهٔ بندعلی‌خان ورامین). *نشریهٔ علمی پژوهشی مرتع*، ۱۰ (۱)، ۶۸-۸۱.

نصرتی، کاظم؛ احمدی، حسن؛ ثروتی، محمدرضا؛ لشکری، حسن (۱۳۸۷). ارزیابی تأثیر عوامل محیطی بر پراکنش تیپ‌های پوشش گیاهی با استفاده از تکنیک‌های آماری چندمتغیّره. *جغرافیای طبیعی*، ۱ (۱)، ۷۱-۸۵.

ولایتی، سعداله؛ کدیور، علی‌اصغر (۱۳۸۵). چالش‌های زیست‌محیطی جنگل‌ها و مراتع ایران و پیامدهای آن. *جغرافیا و توسعهٔ ناحیه‌ای*، ۴ (۷)، ۵۳-۷۲.

Refrences

Ali, A., Yazar, A., Abdul Aal, A., Oweis, A., Hayek, P. (2010). Micro-Catchment Water Harvesting Potential of an Arid Environment, *Agricultural Water Management*, *98* (1), pp. 96-104.

Azarbar, S. M., Ahmadi, H., Khorasani, N., Karami, M. (2006). Investigating the Relationship between Wind Erosion and Value of Animal Habitats in Desert Areas. *International Journal of Environmental Science & Technology*, *2* (4), 387-393.

Blake, G., Hartge, K. (1986). Bulk density, In: Klute, A. (Ed.), Methods of Soil Analysis: Part 1. 2nd edn. *Physical and Mineralogical Methods*, Wisconsin, U.S.A, 347-380.

Borchardt, G. (1989). Smectites, In: Bighman, J. M., Dixon, J. B., Milford, M. H., Roth, C. B., Weed, S. B. (Eds.), Minerals in Soil Environments. *Soil Science Society of America*, Madison, Washington, 767-728.

De Baets, S., Poesen, J., Reubens, B., Wemans, K., De Baerde-maeker, J., Muys, B. (2008). Root Tensile Strength and Root Distribution of Typical Mediterranean Plant Species and Their Contribution to Soil Shear Strength. *Plant Soil*, *305* (1-2), 207-226.

Derner, J. D., Schuman, G. E. (2007). Carbon Sequestration and Rangelands: A Synthesis of Land Management and Precipitation Effects. *Soil and Water Conservation*, *62* (2), 77-85.

Heshmati, M., Majid, N. M., Shamshuddin, J., Ghaituri, M., Arifin, A. (2013). Effects of Soil and Rock Mineralogy on Soil Erosion Features in the Merek Watershed, Iran. *Geographic Information System*, *5* (3), 248-257.

Karimi, R., Jalalian, A., Karimian Eghbal, M. K., Ayoubi, Sh., Toomanian, N. (2008). Landslide hazard in central Zagros region in Iran. *15th International Congress of ISCO* (International Soil Conservation Organization), Budapest.

Krenz, J., Lee, B., Owens, P. (2000). Swelling Clays and Septic Systems: High Water Tables and Septic System Perimeter Drains. *Department of Agriculture (USDA),* USA www.ces. purdue.edu/extmedia.

Lutengger, A. J., Cerato, A. J. (2008). Surface Area and Engineering Properties of Fine-grained Soil. *University of Massachusetts Press, Amherst, MA, USA*, ttps://www.researchgate. net/publication/285314571.

Mosaffaie, J., Ekhtesasi, M. R., Dastorani, M. T., Azimzadeh, H. R., Zare Chahuki, M. A. (2015). Temporal and Spatial Variation of the Water Erosion Rate. *Arabian Journal of Geosciences*. *8* (8), 5971-5979. DOI: 10.1007/s12517-014-1628-z.

Mosaffaie, J., Salehpour Jam, A. (2018). Economic Assessment of the Investment in Soil and Water Conservation Projects of Watershed Management. *Arabian Journal of Geosciences*, *11* (4), 368. DOI: 10.1007/s12517-018-3706-0.

Owliaie, H. R., Abtahi, A., Heckr, R. J. (2006). Pedogenesis and Clay Mineralogical Investigation of Soils Formed on Gypsiferous and Calcareous Materials, on a Transect, Southwestern Iran. *Geoderma (Elsevier), 134* (1-2), 62-81.

Rehman, O., Rashid, R., Kausar, R., Alvi, S. (2014). Microcatchment Techniques for Efficient Utilization of Stored Rain Water In Gullied Lands. *International Journal Agriculture and Crop Sciences*, *7* (13), 1304-1311.

Walkley, A., Black, I. A. (1934). Estimation of Soil Organic Carbon by the Chromic Acidtitration Method. *Soil Science*, *37*, 29-38.