



The University of Tehran Press

Natural Resources Governance

Vol. 2, No. 3, Autumn 2025

Online ISSN: 3060-7183

Home Page: <https://jnrg.ut.ac.ir/>

Comparative Comparison of the Organic Carbon Stock of Rangeland in Kermanshah Province Before and After the Implementation of the Cadastre Law

Behnam Maleki¹ Behnaz Attaeian^{2*}

- 1) Department of Nature Engineering, Faculty of Natural Resources and Environment, Malayer University, Malayer, Iran. Email: behnam.mt361@gmail.com
- 2) Corresponding Author, Department of Nature Engineering, Faculty of Natural Resources and Environment, Malayer University, Malayer, Iran. Email: b.attaeian@malayeru.ac.ir

ARTICLE INFO

Article type:
Research Article

Article History:

Received 03 August, 2025
Revised 23 August, 2025
Accepted 11 September, 2025
Published online 07 October, 2025

Keywords:

*Cadastre,
Carbon Sequestration,
Land Surveying Law,
Rangelands.*

ABSTRACT

Soil carbon sequestration is widely recognized as a foundation for healthier ecosystems. By enriching soil structure and fertility, boosting vegetation productivity, and improving the soil's ability to retain moisture, increased carbon storage can reduce both wind and water erosion and enhance overall landscape resilience. In this context, the rangelands of Kermanshah Province, one of western Iran's most extensive ecological systems, hold considerable potential for organic carbon storage. This study set out to examine how aboveground organic carbon in rangeland vegetation has changed before and after the implementation of Iran's National Cadastre Act, while also tracking shifts in the spatial extent of rangelands across the province. Using a quasi-experimental before-after design, we analyzed secondary data sourced from national agricultural yearbooks, cadastral implementation maps, and biomass production records across three rangeland density classes. Organic carbon storage was calculated for 14 counties, and differences between the two time periods were assessed using an independent-samples t-test. Despite a substantial decline of 194,525 hectares in total rangeland area (from 1,808,673 to 1,614,148 ha), our results show no statistically significant change in organic carbon storage across any rangeland class following the implementation of the cadastre law ($p > 0.05$). Carbon storage varied considerably across the province, with Sarpol-e Zahab showing the highest value (5671.57 kg/ha) and Gilan-e Gharb the lowest (3555.75 kg/ha). Overall, the findings suggest that the cadastre law alone has not yet translated into measurable ecological gains in carbon storage. This may indicate that institutional effects require a longer period to manifest, or that factors such as climate variability, grazing pressure, and underlying ecological conditions exert stronger influences. Moving forward, long-term and multi-dimensional studies will be essential to fully understand how cadastral policy interacts with rangeland carbon dynamics.

Cite this article: Maleki, B., Attaeian, B. (2025). Comparative Comparison of the Organic Carbon Stock of Rangeland in Kermanshah Province Before and After the Implementation of the Cadastre Law. *Journal of Natural Resources Governance*, 2 (3), 336-346. <https://doi.org/10.22059/jnrg.2025.405447.1064>



© Behnam Maleki, Behnaz Attaeian
Publisher: University of Tehran Press.

<https://doi.org/10.22059/jnrg.2025.405447.1064>



انتشارات دانشگاه تهران

نشریه حکمرانی منابع طبیعی

دوره ۲، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۴

سایت نشریه: <https://jnrg.ut.ac.ir/>

شاپا الکترونیکی: ۷۱۸۳-۳۰۶۰

مقایسه تطبیقی ذخیره کربن آلی مراتع استان کرمانشاه پیش و پس از اجرای قانون جامع حدنگار

بهنام ملکی^۱ | بهناز عطائیان^{۲*}

(۱) گروه مهندسی طبیعت، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران. رایانامه: behnam.mt361@gmail.com

(۲) نویسنده مسئول، گروه مهندسی طبیعت، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران. رایانامه: b.attacian@malayeru.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: علمی - پژوهشی تاریخ‌های مقاله: تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۵/۱۲ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۶/۰۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۲۰ تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۷/۱۵ کلیدواژه: ترسیب کربن، قانون حدنگاری، کاداستر، مراتع.	افزایش ترسیب کربن در خاک موجب تقویت تولید زیست‌توده گیاهی، بهبود حاصلخیزی، ظرفیت نگهداشت آب خاک و کاهش فرسایش می‌شود. این پژوهش با هدف بررسی تغییرات ذخیره کربن آلی پوشش گیاهی مراتع استان کرمانشاه در دو مقطع زمانی پیش و پس از اجرای قانون جامع حدنگار، همچنین ارزیابی تغییر سطح آمایشی مراتع انجام شد. مطالعه حاضر از نوع شبه‌آزمایشی با طراحی قبل - بعد بوده و داده‌های مورد نیاز آن از منابع ثانویه شامل سالنامه‌های آماری وزارت جهاد کشاورزی، نقشه‌های حدنگاری و اطلاعات تولید زیست‌توده در طبقات مختلف مرتع گردآوری شد. برای هریک از ۱۴ شهرستان استان، ذخیره کربن آلی پوشش گیاهی در سه طبقه مرتعی (کم‌تراکم، نیمه‌تراکم و متراکم) محاسبه و میانگین دو دوره زمانی با آزمون t مستقل مقایسه شد. نتایج نشان داد با وجود کاهش ۱۹۴۵۲۵ هکتاری وسعت مراتع استان تفاوت میانگین ذخیره کربن آلی پوشش گیاهی در هیچ‌یک از طبقات مرتعی قبل و بعد از اجرای قانون حدنگار از نظر آماری معنی‌دار نیست ($p > 0.05$). بیشترین مقدار ترسیب کربن پس از اجرای قانون در شهرستان سرپل‌ذهاب (۵۷/۵ کیلوگرم در هکتار) و کمترین مقدار در گیلانغرب (۷۵/۳ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد. نتایج پژوهش بیانگر آن است که اجرای قانون جامع حدنگار به‌تنهایی تأثیر قابل‌توجهی بر ذخیره کربن آلی پوشش گیاهی مراتع استان کرمانشاه نداشته است؛ موضوعی که می‌تواند ناشی از نیاز به زمان بیشتر برای مشاهده پیامدهای نهادی این قانون یا تأثیر عوامل مؤثری همچون شرایط اقلیمی، شدت بهره‌برداری و وضعیت اکولوژیکی باشد، بنابراین برای ارزیابی دقیق‌تر اثرات قانون حدنگار بر ذخیره کربن آلی مراتع، انجام مطالعات بلندمدت، چندعاملی و مبتنی بر داده‌های سری زمانی ضروری به نظر می‌رسد.

استناد: ملکی؛ بهنام، عطائیان؛ بهناز (۱۴۰۴). مقایسه تطبیقی ذخیره کربن آلی مراتع استان کرمانشاه پیش و پس از اجرای قانون جامع حدنگار. حکمرانی منابع طبیعی، ۲ (۳)، ۳۳۶-۳۴۶. <https://doi.org/10.22059/jnrg.2025.405447.1064>

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© بهنام ملکی، بهناز عطائیان

<https://doi.org/10.22059/jnrg.2025.405447.1064>



۱. مقدمه

بهره‌برداری مناسب از منابع آب و خاک برای مدیریت مؤثر زمین، ضرورتی انکارناپذیر است که به کمک سیستم‌های مدیریت زمین محقق می‌شود (کوچکی و همکاران، ۲۰۲۲). افزایش ذخیره کربن آلی خاک (SOC) می‌تواند به بهبود ساختار خاک، ذخایر آب و حاصلخیزی خاک، رشد گیاه و تنوع و فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک و کاهش فرسایش و هدررفت خاک کمک کند (Lehmann & Kleber, 2015). افزایش کارایی دی‌اکسید کربن اتمسفری به صورت SOC به عوامل زیستی، محیطی و مدیریتی متعددی بستگی دارد و می‌تواند ابزار مهمی برای سیاست‌گذاری مؤثر در مقابله با تغییر اقلیم فراهم کند (Das et al., 2025)، لذا به دست آوردن اطلاعات درباره ذخایر کربن آلی و تغییرات مکانی آن برای بهبود ساختار خاک، تضمین امنیت غذایی و تعدیل تغییرات آب و هوایی جهانی حائز اهمیت است (Ren et al., 2021). اکوسیستم‌های مرتعی نقش عمده‌ای در چرخه کربن جهانی ایفا می‌کنند و تغییرات سالانه کربن جهانی را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Sala et al., 2017).

مراعات ازجمله اکوسیستم‌های غالب طبیعی در ایران هستند (کوچکی و همکاران، ۲۰۲۲) که با توجه به گستره، سازگاری با شرایط محیطی و تنوع پوشش گیاهی آنها توانایی ذخیره کربن آلی اتمسفری و تعدیل شرایط اقلیمی را دارند (بهتری و همکاران، ۲۰۲۲). مراعات کشور پتانسیل قابل توجهی برای ترسیب کربن دارند و سالانه چیزی حدود ۱۱۷۷۰ گیگاگرم از کربن اتمسفری را جذب می‌کنند که از این مقدار حداقل ۵۸۸۵ گیگاگرم در خاک ذخیره می‌شود (عطائیان، ۲۰۱۶) که البته این میزان به علل بهره‌برداری غیراصولی از مراعات، پایین‌تر از پتانسیل بالقوه آنها است. از سال ۲۰۰۳ پروژه‌های مختلف ترسیب کربن یکپارچه در اکوسیستم‌های مرتعی در سراسر کشور با بودجه سازمان جنگل‌ها، مراعات و آبخیزداری ایران (FRWO) و UNDP اجرا شده است که مدلی موفق برای افزایش ترسیب کربن در کشور ارائه می‌کند (مفیدی چلان و همکاران، ۲۰۲۱).

مفیدی چلان و همکاران (۲۰۲۱) مطالعه‌ای با عنوان برآورد ارزش اقتصادی حاصل از ترسیب کربن در بخشی از شوره‌زارهای اینچه‌برون، استان گلستان انجام دادند. بر اساس نتایج با توجه به بالا بودن میزان ذخیره کربن در بخش خاک اکوسیستم، خاک دارای ارزش اقتصادی بیشتری است، لذا توجه به حفاظت خاک و جلوگیری از فرسایش نقش مهمی در حفظ ارزش اقتصادی کربن خواهد داشت. در اکوسیستم مرتعی البرز مرکزی ایران میانگین پتانسیل ترسیب کربن در خاک و پوشش گیاهی بیش از ۲۵۰۰ گرم در مترمربع برآورد شده است (پرویزی و همکاران، ۲۰۱۸). توانایی مراعات در سازگاری با شرایط متفاوت محیطی باعث می‌شود که به یک مخزن کربن به نسبت پایدار تبدیل شوند که کمتر در معرض تأثیرات تغییرات آب و هوایی قرار دارند، لذا مدیریت صحیح مراعات، برای کنترل بهره‌وری گیاه، تجزیه لاشبرگ، چرخه مواد مغذی و افزایش ذخیره کربن آلی ضروری است.

بر اساس مطالعاتی که قیطوری و همکاران (۲۰۱۸) در بعضی نقاط و شهرستان‌های استان کرمانشاه انجام داده‌اند، با تغییر وضعیت مراعات استان به شرایط مطلوب میزان پتانسیل ترسیب کربن در سطح مراعات استان (۱۱۸۸۴۰۰ هکتار) با احتساب متوسط ترسیب کربن (معادل ۱۱۹/۲۳ تن در هکتار) معادل ۱۴۱۶۹۲۹۳۲ تن خواهد بود. اگر ارزش یک تن کربن ترسیب شده معادل ۲۰۰ دلار در نظر گرفته شود، ارزش اقتصادی مراعات استان کرمانشاه به لحاظ ترسیب کربن برابر ۲۸۳۳۸۵۸۶۴۰۰ دلار است. حال اگر ارزش اقتصادی علوفه مراعات با تولید متوسط ۳۰۰ کیلوگرم علوفه قابل برداشت در هکتار معادل ۴۶ دلار در نظر گرفته شود، ارزش اقتصادی مراعات استان از دیدگاه علوفه برابر ۵۴۶۶۶۴۰۰ دلار است که نسبت به ارزش ترسیب کربن ۰/۱۹ درصد است. با وجود این نبود داده‌های طولانی‌مدت، تنوع بالای شرایط اقلیمی و خاکی و دشواری اندازه‌گیری دقیق ذخایر کربن اکوسیستم سبب شده است که برآوردهای مربوط به تغییرات کربن در مراعات با عدم قطعیت قابل توجهی همراه باشد.

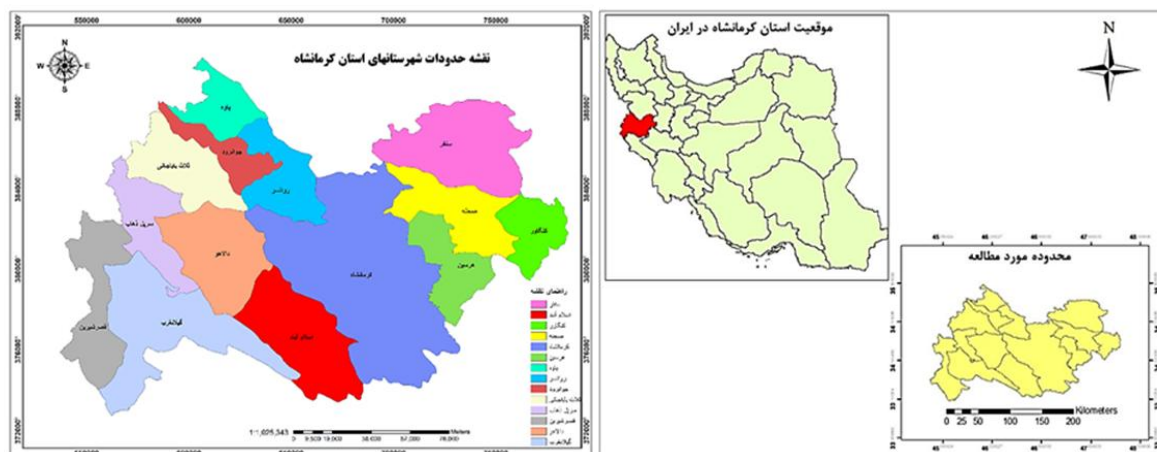
در کنار عوامل بوم‌شناختی، ابعاد نهادی و حکمرانی نقش مهمی در تعیین پیامدهای محیط‌زیستی مراعات دارند. سه عنصر کلیدی؛ نظام مالکیت زمین، ساختارهای حکمرانی و ثبت رسمی اراضی از مهم‌ترین تعیین‌کننده‌های نحوه بهره‌برداری از مراعات و پیامدهای مرتبط با آن هستند. امنیت مالکیت و حکمرانی کارآمد می‌تواند انگیزه بهره‌برداران را برای حفظ پوشش بومی، جلوگیری از تخریب و اعمال شیوه‌های مدیریتی پایدار افزایش دهند. در مقابل، ناامنی مالکیت، تعارضات کاربری، ضعف نظارت و نبود شفافیت در مرزبندی رسمی اراضی می‌تواند به بهره‌برداری بیش‌ازحد، تغییر کاربری و از دست رفتن ذخایر کربن منجر شود. در واقع چارچوب‌های حکمرانی زمین، سامانه‌های کاداستر و نظام‌های مالکیت اراضی ملی کشور ابزارهای کلیدی شکل‌دهنده توزیع حقوق، مسئولیت‌ها و انگیزه‌های

حفاظتی به‌شمار می‌آیند. مرزبندی دقیق اراضی و استقرار کاداستر شفاف، پایه حکمرانی مؤثر زمین است، زیرا ثبت رسمی حدود و حقوق بهره‌برداری، زیرساخت مدیریت سرزمین و جلوگیری از تعارضات فضایی را فراهم می‌کند (Metaferia et al., 2022). شواهد حکمرانی محیط‌زیست نشان می‌دهد امنیت مالکیت برای جلوگیری از تغییر کاربری‌های مخرب و حفاظت اکوسیستم‌های طبیعی ضروری است (Fischer et al., 2023). نبود مرزبندی روشن ظرفیت سیاست‌گذاری و اجرای برنامه‌های حفاظتی را تضعیف می‌کند (Abab et al., 2023) و در منابع مرتعی نیز تعیین حدود و حقوق قانونی پیش‌نیاز مدیریت چرا و احیای پوشش گیاهی است (van Oosterom et al., 2007). همچنین مطالعات نشان می‌دهد پایش اکولوژیک و پروژه‌هایی مانند ترسیب کربن بدون داده‌های کاداستری معتبر و مرزبندی دقیق قابل اتکا نیستند (Metaferia et al., 2022).

اگرچه نقش مالکیت و حکمرانی در مدیریت پایدار اکوسیستم‌ها در مطالعات مورد توجه قرار گرفته است، مطالعاتی که به‌طور مستقیم رابطه میان حکمرانی و ترسیب کربن را بررسی کرده باشند بسیار اندک است. این خلأ پژوهشی پیامدهای مهمی دارد: بدون ثبت دقیق اراضی و وضوح حقوقی به‌ویژه در بستر کاداستر، امکان پایش، اعتبارسنجی و اجرای طرح‌های مبتنی بر ترسیب کربن به‌ویژه پروژه‌های بازار کربن، برنامه‌های احیا و نظام‌های پرداخت برای خدمات اکوسیستمی، امکان‌پذیر نیست، همچنین تثبیت حقوق عرفی یا قانونی بهره‌برداران و مشارکت آنها در حکمرانی مراتع، پیش‌شرط کلیدی برای حفظ بلندمدت زیست‌بوم‌های مرتعی و ذخایر کربن مرتبط با آن است. این مطالعه با هدف تخمین پتانسیل ذخیره کربن آلی پوشش گیاهی در مراتع استان کرمانشاه پس از اجرای قانون جامع حدنگار و مقایسه تطبیقی کربن آلی مراتع استان کرمانشاه پیش و پس از اجرای قانون جامع حدنگار انجام شده است.

۲. روش‌شناسی پژوهش

استان کرمانشاه با حدود ۲۴ هزار و ۴۳۴ کیلومتر مربع وسعت در میانه ضلع غربی کشور، بین ۳۳ درجه و ۳۶ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۱۵ دقیقه عرض شمالی و ۴۵ درجه و ۲۴ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۳۰ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ قرار گرفته است. این استان از شمال به استان کردستان، از جنوب به استان‌های لرستان و ایلام، از شرق به استان همدان و از غرب به کشور عراق محدود شده است. شهرستان‌های استان کرمانشاه عبارت‌اند از: اسلام‌آباد غرب، پاره، جوانرود، سرپل ذهاب، سنقر، صحنه، قصر شیرین، کرمانشاه، کنگاور، گیلانغرب و هرسین (قیطوری و همکاران، ۲۰۱۸).



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی و حدودات شهرستان‌های استان کرمانشاه

۲-۱. روش پژوهش

این پژوهش به‌صورت یک مطالعه شبه‌آزمایشی^۱ با طراحی قبل - بعد^۲ انجام شده است. هدف از این طراحی، ارزیابی تغییرات ذخیره کربن آلی مراتع استان کرمانشاه در دو مقطع زمانی پیش و پس از اجرای قانون جامع حدنگار است. ماهیت داده‌ها از نوع ثانویه و مبتنی بر اطلاعات مکانی شهرستان‌هاست، بنابراین اندازه‌گیری‌ها، ماهیت تکراری بر یک واحد ثابت ندارند. اطلاعات پژوهش شامل

^۱ Quasi-experimental

^۲ Before-After

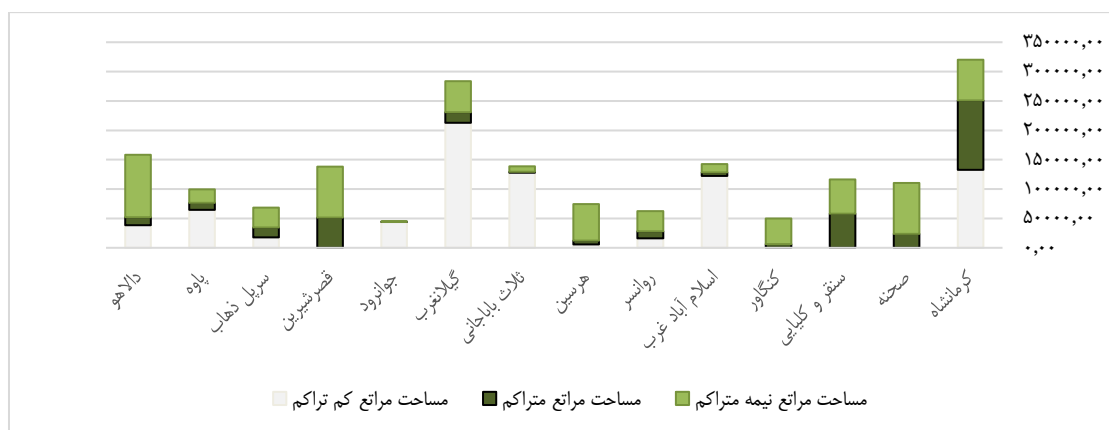
مساحت طبقات مختلف مرتع (کم تراکم، نیمه تراکم، متراکم)، تولید علوفه و زیست توده و داده‌های رسمی نقشه‌های کاداستری مربوط به اجرای قانون حدنگار است. داده‌ها از سامانه‌های آماری وزارت جهاد کشاورزی و سازمان منابع طبیعی و نقشه‌های حدنگاری استان گردآوری شده‌اند. با توجه به نمونه‌برداری صورت گرفته در مرکز تحقیقات سازمان جهاد کشاورزی کرمانشاه که میزان زیست توده را در شهرستان‌های استان کرمانشاه و بر اساس طبقه سنجیده بودند، به طور تخمینی متوسط زیست توده به صورت جداگانه برای هر طبقه مرتع در شهرستان‌های استان در نظر گرفته شد، سپس مقدار کربن آلی زی توده در هر شهرستان بر اساس رابطه ۱ محاسبه شد.

$$OC = 0.55 \times BIOMASS \quad (\text{رابطه ۱})$$

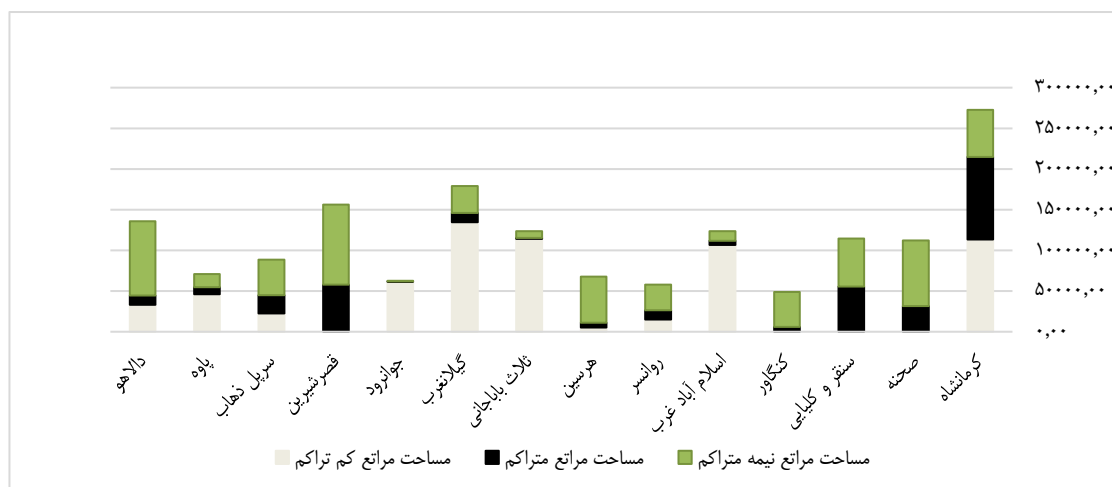
بر اساس داده‌های استخراج شده از ذخیره کربن پوشش گیاهی در سه طبقه مرتعی و برای ۱۴ شهرستان استان کرمانشاه (کرمانشاه، صحنه، سنقر، کنگاور، اسلام آباد غرب، روانسر، هرسین، ثلاث باباجانی، گیلانغرب، جوانرود، قصر شیرین، سرپل ذهاب، پاوه و دالاهو)، مقدار کربن آلی در دو دوره زمانی پیش و پس از اجرای قانون حدنگار محاسبه شد. به منظور ارزیابی تغییرات، با توجه به مستقل بودن داده‌های دو دوره، مقایسه میانگین ذخیره کربن قبل و بعد از اجرای قانون حدنگار با استفاده از آزمون T مستقل انجام شد. تمام تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹.۴ انجام گرفت.

۳. یافته‌های پژوهش

نتایج تجمیع مساحت و تولید مراتع و ظرفیت دامی آنها در ۱۴ شهرستان استان کرمانشاه به تفکیک طبقه پوششی مرتع (کم تراکم، نیمه تراکم، متراکم) قبل و بعد از اجرای قانون حدنگار در شکل‌های ۲ و ۳ جداول ۱ ارائه شده است.



شکل ۲. مساحت مراتع شهرستان‌های استان کرمانشاه قبل از اجرای قانون جامع حدنگار



شکل ۳. مساحت مراتع شهرستان‌های استان کرمانشاه بعد از اجرای قانون جامع حدنگار

جدول ۱. وضعیت مراتع کم تراکم استان کرمانشاه قبل و بعد از اجرای قانون جامع حدنگار

ردیف	نام شهرستان	مساحت مراتع	ظرفیت مراتع (واحد دامی)	تولید مراتع (کیلوگرم)
قبل از اجرای قانون حدنگار				
۱	کرمانشاه	۱۳۳۷۰۲/۶۵۸۵	۶۶۳۵۱	۱۴۵۹۷۳۰
۲	صحنه	.	.	.
۳	سنقر و کلیایی	.	.	.
۴	کنگاور	.	.	.
۵	اسلام آباد غرب	۱۲۲۵۹۰/۸۰۶۶	۶۱۳۹۵	۱۳۴۸۴۹۹
۶	روانسر	۱۶۲۵۹/۱۱۰۹	۸۱۳۹	۱۷۸۸۵۱
۷	هرسین	۵۸۰۲/۱۵۲	۲۹۰۱	۶۳۸۲۴
۸	ثلاث باباجانی	۱۲۷۹۳۶/۵۲۱۲	۶۳۹۶۸	۱۴۰۷۳۰۲
۹	گیلانغرب	۲۱۲۹۳۹/۳۴۵	۱۰۶۴۶۹	۲۳۴۲۳۳۲
۱۰	جوانرود	۴۳۹۰۲/۹۷۲۶	۲۱۹۵۱	۴۸۲۹۳۳
۱۱	قصرشیرین	.	.	.
۱۲	سرپل ذهاب	۱۷۵۵۲/۵۹۴۳	۸۷۷۶	۱۹۳۰۷۹
۱۳	پاوه	۶۴۶۵۳/۴۴۹۲	۳۲۳۲۶	۷۱۱۱۸۸
۱۴	دالاهو	۳۸۳۵۹/۱۸۰۴	۱۹۱۷۹	۴۲۱۹۵۱
بعد از اجرای قانون حدنگار				
۱	کرمانشاه	۱۱۳۴۲۱/۰۷۵۷	۵۶۷۱۰	۱۲۴۷۶۳۱
۲	صحنه	.	.	.
۳	سنقر و کلیایی	.	.	.
۴	کنگاور	.	.	.
۵	اسلام آباد غرب	۱۰۶۶۰۰/۷۰۱۴	۵۳۳۰۰	۱۱۷۲۶۰۷
۶	روانسر	۱۵۱۹۵/۴۳۰۸	۷۵۹۷	۱۶۷۱۴۹
۷	هرسین	۵۲۳۷/۱۶۴	۲۶۱۳	۵۷۴۹۸
۸	ثلاث باباجانی	۱۱۴۲۲۹/۰۳۶۸	۵۷۱۱۴	۱۲۵۶۵۱۹
۹	گیلانغرب	۱۳۴۷۷۱/۷۳۷۴	۶۷۳۸۵	۱۴۸۲۴۸۹
۱۰	جوانرود	۶۱۴۶۴/۱۶۱۷	۳۰۷۳۲	۶۷۶۱۰۵
۱۱	قصرشیرین	.	.	.
۱۲	سرپل ذهاب	۲۲۶۴۲/۸۴۶۷	۱۱۳۲۱	۲۴۹۰۷۱
۱۳	پاوه	۴۶۱۸۱/۰۳۵۲	۲۳۰۹۰	۵۰۷۹۹۱
۱۴	دالاهو	۳۳۰۶۸/۲۵۹	۱۶۵۳۴	۳۶۳۷۵۰

جدول ۲. وضعیت مراتع نیمه متراکم استان کرمانشاه قبل و بعد از اجرای قانون جامع حدنگار

ردیف	نام شهرستان	مساحت مراتع نیمه متراکم	ظرفیت مراتع (واحد دامی)	تولید مراتع (کیلوگرم)
قبل از اجرای قانون حدنگار				
۱	کرمانشاه	۶۸۷۵۵/۱۹۰۴	۶۸۷۵۵	۷۵۶۳۰۸
۲	صحنه	۶۰۳۶/۸۶۸۵۹	۸۶۸۵۹	۱۹۱۰۹۱۲
۳	سنقر و کلیایی	۱۷۱۶/۵۸۴۵۱	۵۸۴۵۱	۱۲۸۵۹۲۶
۴	کنگاور	۴۳۸۴۵/۹۸۱۶	۴۳۸۴۵	۹۶۴۵۱۲
۵	اسلام آباد غرب	۱۴۰۷۹/۹۹۰۶	۱۴۰۷۹	۳۰۹۷۶۰
۶	روانسر	۳۴۰۳۷/۱۲۴۳	۳۴۰۳۷	۷۴۸۸۱۷
۷	هرسین	۶۲۳۸۳/۹۴۵۲	۶۲۳۸۳	۱۳۷۲۴۴۷
۸	ثلاث باباجانی	۹۶۴۰/۵۱۴۷	۹۶۴۰	۲۱۲۰۹۲
۹	گیلانغرب	۵۳۰۶۶/۳۱۴	۵۳۰۶۶	۱۱۶۷۴۵۹
۱۰	جوانرود	۴۴۳/۳۰۶۸	۴۴۳	۹۷۵۳

۱۱	قصر شیرین	۸۶۷۴۸/۲۱۱۴	۸۶۷۴۸	۱۹۰۸۴۶۱
۱۲	سرپل ذهاب	۳۳۴۷۸/۶۲۲۷	۳۳۴۷۸	۷۳۶۵۳۰
۱۳	پاوه	۲۲۸۰۷/۳۴۸۱	۲۲۸۰۷	۵۰۱۷۶۲
۱۴	دالاهو	۱۰۶۶۳۹/۴۳۰۳	۱۰۶۶۰۳	۲۳۴۶۰۶۸
بعد از اجرای قانون حدنگار				
۱	کرمانشاه	۵۷۸۷۶/۶۱۲	۵۷۸۷۶	۱۲۷۳۲۸۵
۲	صحنه	۸۰۸۰۶/۴۳۲۷	۸۰۸۰۶	۱۲۷۳۲۸۵
۳	سنقر و کلیایی	۵۹۰۵۰/۱۳۷۴	۵۹۰۵۰	۱۲۹۹۱۰۳
۴	کنگاور	۴۲۹۲۲/۸۷۲۲	۴۲۹۲۲	۹۴۴۳۰۳
۵	اسلام آباد غرب	۱۱۶۱۹/۱۵۲۱	۱۱۶۱۹	۲۵۵۶۲۱
۶	روانسر	۳۱۴۹۱/۴۱۸۱	۳۱۴۹۱	۶۹۲۸۱۱
۷	هرسین	۵۶۸۲۷/۴۱۴۷	۵۶۸۲۷	۱۲۵۰۲۰۳
۸	ثلاث باباجانی	۸۰۸۲/۹۵۶۶	۸۰۸۲	۱۷۷۸۲۵
۹	گیلانغرب	۳۲۹۳۹/۳۴۹۹	۳۲۹۳۲	۷۲۴۶۶۵
۱۰	جوانرود	۸۷۲/۰۱۹۱	۸۷۲	۱۹۱۸۴
۱۱	قصر شیرین	۹۸۲۸۹/۳۴۸۶	۹۸۲۸۹	۲۱۶۲۳۶۵
۱۲	سرپل ذهاب	۴۳۶۳۷/۷۷۵۱	۴۳۶۳۷	۹۶۰۰۳۱
۱۳	پاوه	۱۶۲۱۵/۱۵۹۴	۱۶۲۱۵	۳۵۶۷۳۳
۱۴	دالاهو	۹۱۰۷۴/۴۰۹۹	۹۱۰۷۴	۲۰۰۳۶۳۷

جدول ۳. وضعیت مراتع متراکم استان کرمانشاه قبل و بعد از اجرای قانون جامع حدنگار

ردیف	نام شهرستان	مساحت مراتع	ظرفیت مراتع (واحد دامی)	تولید مراتع (کیلوگرم)
قبل از اجرای قانون حدنگار				
۱	کرمانشاه	۱۱۸۴۶۷/۹۲۱۸	۱۷۷۷۰۰	۳۹۰۹۴۴۲
۲	صحنه	۲۳۵۴۲/۴۱۴۸	۳۵۳۱۳	۷۷۶۹۰۰
۳	سنقر و کلیایی	۵۸۱۳۵/۳۱۷۷	۲۹۰۶۷	۱۹۱۸۴۶۶
۴	کنگاور	۶۲۲۰/۲۶۲۹	۹۳۳۰	۲۰۵۲۶۹
۵	اسلام آباد غرب	۶۰۰۸/۵۷۸۴	۹۰۱۲	۱۹۸۲۸۴
۶	روانسر	۱۲۰۴۵/۲۲۷	۱۸۰۶۷	۳۹۷۴۹۳
۷	هرسین	۶۳۸۸/۳۲۰۵	۹۵۸۲	۲۱۰۸۱۵
۸	ثلاث باباجانی	۱۳۶۰/۰۷۹۷	۲۰۴۰	۴۴۸۸۳
۹	گیلانغرب	۱۷۷۵۲/۲۸۵۱	۲۶۶۲۸	۵۸۵۸۲۶
۱۰	جوانرود	۳۱۶/۳۳۰۲	۴۷۴	۱۰۴۳۹
۱۱	قصر شیرین	۵۱۶۷۸/۳۶۰۸	۷۷۵۱۷	۱۷۰۵۳۸۶
۱۲	سرپل ذهاب	۱۷۳۲۸/۷۷۰۹	۲۵۹۹۲	۵۷۱۸۵۰
۱۳	پاوه	۱۱۹۹۴/۱۱۲۷	۱۷۹۹۱	۳۹۵۸۰۶
۱۴	دالاهو	۱۳۵۰۰/۳۳۳۶	۲۰۲۵۰	۴۴۵۵۱۱
بعد از اجرای قانون حدنگار				
۱	کرمانشاه	۱۰۱۲۵۴/۶۳۴۱	۱۵۱۸۸۱	۳۳۴۱۴۰۲
۲	صحنه	۳۱۳۵۲/۴۱۶۶	۴۷۰۲۸	۱۰۳۴۶۲۹
۳	سنقر و کلیایی	۵۵۳۶۶/۹۶۹۳	۸۳۰۴۹	۱۸۲۷۱۰۹
۴	کنگاور	۶۰۹۸/۲۹۷	۹۱۴۷	۲۰۱۲۴۳
۵	اسلام آباد غرب	۵۲۲۴/۸۵۰۸	۷۸۳۶	۱۷۳۴۲۰
۶	روانسر	۱۱۲۵۷/۲۲۱۵	۱۶۸۸۵	۳۷۱۴۸۸
۷	هرسین	۵۷۵۵/۲۴۳۷	۸۶۳۲	۱۸۹۹۲۳
۸	ثلاث باباجانی	۱۲۱۴/۳۵۶۹	۱۸۲۱	۴۰۰۷۳
۹	گیلانغرب	۱۱۲۳۵/۶۲۳۵	۱۶۸۵۲	۳۷۰۷۷۵

۱۰	جوانرود	۴۴۲/۸۶۲۴	۶۶۳	۱۴۶۱۴
۱۱	قصرشیرین	۵۷۸۷۹/۷۶۴۱	۸۶۸۱۸	۱۹۱۰۰۳۲
۱۲	سرپل ذهاب	۲۲۳۵۴/۱۱۴۵	۳۳۵۳۱	۷۳۷۶۸۵
۱۳	پاوه	۸۵۶۷/۲۲۳۴	۱۲۸۵۰	۲۸۲۷۱۸
۱۴	دالاهو	۱۱۶۳۸/۲۱۷۸	۱۷۴۵۷	۳۸۴۰۶۱

نتایج تعیین مساحت مراتع به تفکیک شهرستان‌ها و تغییرات مساحت مراتع قبل و بعد از اجرای قانون و به تبع آن ظرفیت تولید و واحد دامی در جدول‌های زیر مشخص شده است. بر اساس این تغییرات ذخایر کربن آلی به تفکیک شهرستان و طبقه پوششی در جدول زیر خلاصه شده است.

جدول ۴. ذخیره کربن خاک و ذخیره کربن پوشش گیاهی برای هر سه مرتع و به تفکیک شهرستان‌ها قبل و بعد از اجرای قانون حدنگاری

نام شهرستان	ذخیره کربن پوشش (کم تراکم) (کیلوگرم)	ذخیره کربن پوشش (متراکم) (کیلوگرم)	ذخیره کربن پوشش (نیمه متراکم) (کیلوگرم)	ذخیره کربن پوشش کل (کیلوگرم)
قبل از اجرای قانون حدنگاری				
کرمانشاه	۸۰۲۸۵۱/۵	۲۱۵۰۱۹۳/۱	۳۳۲۷۷۵/۵۲	۳۲۸۵۱۲۰/۱
صحنه	۰	۴۲۷۲۹۵	۸۴۰۸۰/۱۲۸	۱۲۶۸۰۹۶/۳
سنقر و کلیایی	۰	۱۰۵۵۱۵۶/۳	۵۶۵۸۰۷/۴۴	۱۶۲۰۹۶۳/۷
کنگاور	۰	۱۱۲۸۹۷/۹۵	۴۲۴۴۲۹/۲۸	۵۲۷۳۲۷/۲
اسلام‌آباد غرب	۷۴۱۶۷۴/۴۵	۱۰۹۰۵۶/۲	۱۳۶۲۹۷/۴	۹۸۷۰۲۸/۱
روانسر	۹۸۳۶۸/۰۵	۲۱۸۶۲۱/۱۵	۳۲۹۴۷۹/۴۸	۶۴۶۴۶۸/۷
هرسین	۳۵۱۰۳/۲	۱۱۵۹۴۸/۲۵	۶۰۳۸۷۶/۶۸	۷۵۴۹۲۸/۱
ثلاث باباجانی	۷۷۴۰۱۶/۱	۲۴۶۸۵/۶۵	۹۳۳۲۰/۴۸	۸۹۲۰۲۲/۲
گیلانغرب	۱۲۸۸۲۸۲/۶	۳۲۲۲۰۴/۳	۵۱۳۶۸۱/۹۶	۲۱۲۴۱۶۸/۹
جوانرود	۲۶۵۶۱۳/۱۵	۵۷۴۱/۴۵	۴۲۹۱/۳۲	۲۷۵۶۴۵/۹
قصرشیرین	۰	۹۳۷۹۶۲/۳	۸۳۹۷۲۲/۸۴	۱۷۷۷۶۸۵/۱
سرپل ذهاب	۱۰۶۱۹۳/۴۵	۳۱۴۵۱۷/۵	۳۲۴۰۷۳/۲	۷۴۴۷۸۴/۲
پاوه	۳۹۱۱۵۳/۴	۲۱۷۶۹۳/۳	۲۲۰۷۷۵/۲۸	۸۲۹۶۲۲/۰
دالاهو	۲۳۲۰۷۳/۰۵	۲۴۵۰۳۱/۰۵	۱۰۳۲۲۶۹/۹۲	۱۵۰۹۳۷۴/۰
جمع	۴۷۳۵۳۲۹/۹۵	۶۲۵۷۰۰۳/۵	۶۲۶۱۶۰۲/۱	۱۷۲۵۳۹۳۴/۵
بعد از اجرای قانون حدنگاری				
کرمانشاه	۶۸۶۱۹۷/۰۵	۱۸۳۷۷۷۱/۱	۵۶۰۲۴۵/۴	۳۲۲۴۲۷۴/۹
صحنه	۰	۵۶۹۰۴۵/۹۵	۵۶۰۲۴۵/۴	۱۲۶۹۳۵۲/۷
سنقر و کلیایی	۰	۱۰۰۴۹۰۹/۹۵	۵۷۱۶۰۵/۳۲	۱۷۱۹۴۱۶/۶
کنگاور	۰	۱۱۰۶۸۳/۶۵	۴۱۵۴۹۳/۳۲	۶۳۰۰۵۰/۳
اسلام‌آباد غرب	۶۴۴۹۳۳/۸۵	۸۴۸۳۱	۱۱۲۴۷۳/۲۴	۸۸۰۳۵۶/۴
روانسر	۹۱۹۳۱/۹۵	۲۰۴۳۱۸/۴	۳۰۴۸۳۶/۸۴	۶۷۷۲۹۶/۴
هرسین	۳۱۶۲۳/۹	۱۰۴۴۵۷/۶۵	۵۵۰۰۸۹/۳۲	۸۲۳۶۹۳/۲
ثلاث باباجانی	۶۹۱۰۸۵/۴۵	۲۲۰۴۰/۱۵	۷۸۲۴۳	۸۱۰۹۲۹/۳۵
گیلانغرب	۸۱۵۳۶۸/۹۵	۲۰۳۹۲۶/۲۵	۳۱۸۸۵۲/۶	۱۴۱۷۸۶۰/۹۵
جوانرود	۳۷۱۸۵۷/۷۵	۸۰۳۷/۷	۸۴۴۰/۹۶	۳۹۰۴۴۶/۶۵
قصرشیرین	۰	۱۰۵۰۵۱۷/۶	۹۵۱۴۴۰/۶	۲۳۳۹۸۱۸/۳۵
سرپل ذهاب	۱۳۶۹۸۹/۰۵	۴۰۵۷۲۶/۷۵	۴۲۲۴۱۳/۶۴	۱۰۷۰۷۳۲/۸۵
پاوه	۲۷۹۳۹۵/۰۵	۱۵۵۴۹۴/۹	۱۵۵۹۶۲/۵۲	۶۳۱۰۹۳/۱
دالاهو	۲۰۰۰۶۲/۵	۲۱۱۲۳۳/۵۵	۸۸۱۶۰۰/۲۸	۱۵۱۳۲۹۶/۴
جمع	۳۹۴۹۴۴۵/۵	۵۹۸۲۹۹۴/۶	۵۸۹۲۹۴۲/۴	۱۵۸۱۵۳۸۲/۵

جدول ۵. مقایسه ذخیره کربن مراتع به تفکیک طبقه پوششی در استان کرمانشاه

پارامتر	درجه آزادی	میانگین	خطای استاندارد	مقدار T	P value
کم تراکم	۱۳	۵۶۱۳۴/۵۳	۳۵۹۴۷/۲۳	۱/۵۶۲	۰/۱۴۲
نیمه متراکم	۱۳	۲۶۳۳۲/۶۱	۳۴۱۳۴/۲	۰/۷۷	۰/۴۵۴
متراکم	۱۳	۲۰۲۸۶/۳	۲۹۲۲۰	۰/۶۹	۰/۵۱۵
کل	۱۳	۱۰۸۶۲۲	۷۰۴۷۱/۲	۱/۵۴	۰/۱۴۷

ذخیره
کربن آلی

هرچند نتایج نشان داد که ذخیره کربن آلی پوشش گیاهی مراتع کم تراکم استان کرمانشاه قبل از اجرای قانون جامع حدنگار ۳۳۸۲۳۷/۷۸ و بعد از اجرای قانون به ۲۸۲۱۰۳/۲۵ کاهش یافته، اما این تغییرات از نظر آماری معنی دار نبوده است (جدول ۵). یعنی ذخیره کربن آلی پوشش گیاهی مراتع کم تراکم استان کرمانشاه قبل و بعد از اجرای قانون جامع حدنگار دارای تفاوت معنی داری نیست و اجرای قانون جامع حدنگار در برآورد ذخیره کربن آلی پوشش گیاهی مراتع مؤثر نبوده است. این روند در مراتع نیمه متراکم شهرستان‌های استان نیز قابل مشاهده است، به طوری که ذخیره کربن آلی پوشش گیاهی مراتع نیمه متراکم استان کرمانشاه قبل از اجرای قانون جامع حدنگار ۴۴۷۲۵۷/۰۷ بوده و بعد از اجرای قانون به ۴۲۰۹۳۴/۴۶ کاهش یافته، اما سطح معنی داری برابر با ۰/۴۵۴ است. ذخیره کربن آلی پوشش گیاهی مراتع نیمه متراکم استان کرمانشاه قبل و بعد از اجرای قانون جامع حدنگار دارای تفاوت معناداری نیست. در مراتع متراکم استان نیز تغییرات کاهشی برآورد کربن آلی بعد از اجرای قانون مشهود است، اما این تغییرات معنی دار نبوده است (جدول ۵).

۴. بحث و نتیجه گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد با توجه به میزان ذخیره کربن آلی پوشش گیاهی در مراتع استان کرمانشاه پیش و پس از اجرای قانون جامع حدنگار از سال ۱۳۹۳، این شاخص تغییرات معنی داری در سطح مراتع استان نداشته است. متوسط تولید مراتع در مناطق مختلف استان کرمانشاه که قانون حدنگاری انجام شده، معادل ۵۴۹۵/۳۱ کیلوگرم در هکتار و مقدار کربن ترسیب شده آن برابر ۲۵۴۳/۸۴ کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. بر اساس محاسبات بیشترین مقدار ترسیب کربن پوشش گیاهی مربوط به بعد از اجرای قانون حدنگاری (۵۶۷۱/۵۷) کیلوگرم در هکتار) مربوط به شهرستان سرپل ذهاب بوده و در مقابل کمترین مقدار نیز (۳۵۵۵/۷۵) کیلوگرم در هکتار) مربوط به شهرستان گیلانغرب بود. عدم تغییرات معنی دار ذخیره کربن آلی در سطح استان به رغم تغییرات ۱۹۴۵۲۵ هکتاری وسعت مراتع استان مشاهده شد، به طوری که در مجموع وسعت مراتع استان از ۱۸۰۸۶۷۳ به ۱۶۱۴۱۴۸ هکتار کاهش یافته است. تاکنون امکان ارائه آمار دقیق مقدار ذخیره کربن آلی مراتع استان میسر نبوده و به همین علت برنامه ریزی و اعمال عملیات‌های دقیق مدیریتی در سطح کل مراتع استان انجام نشده است. نخستین نکته‌ای که باید بررسی شود، این است که کاهش ذخیره کربن آلی مشاهده شده در مراتع کم تراکم، نیمه متراکم و متراکم، از نظر آماری معنی دار نیست. ترسیب کربن خاک نه تنها تابع شرایط اکولوژیکی و مدیریتی است، بلکه به طور عمیقی وابسته به امنیت حقوق مالکیتی و وجود ساختارهای حکمرانی حمایتی است؛ ساختارهایی که بهره برداران را قادر می سازند شیوه‌های مدیریتی مطلوب را اتخاذ کنند و در بلندمدت استمرار بخشند. نتایج این پژوهش نشان می دهد اجرای قانون جامع حدنگار در بازه زمانی مورد بررسی، به تغییر معنی داری در ذخیره کربن آلی مراتع استان کرمانشاه منجر نشده است. تفسیر این یافته نیازمند توجه به ماهیت نهادی و تدریجی اصلاحات حکمرانی زمین است. شواهد کلاسیک و جدید حکمرانی محیط زیست بیان می کنند که سیاست‌هایی مانند حدنگار که ماهیت آنها عمدتاً زیرساختی و حقوقی است، اثرات محیط زیستی فوری ایجاد نمی کنند، چراکه تأثیر نهایی آنها از طریق بهبود تدریجی سازوکارهای تخصیص حقوق، کاهش تعارضات کاربری و افزایش پاسخ گویی مدیریتی شکل می گیرد، نه از طریق مداخله مستقیم در فرایندهای اکولوژیکی. شاخص‌های محیط زیستی مانند ترسیب کربن، در درجه اول به کیفیت حکمرانی محلی، مشارکت بهره برداران و وجود نهادهای مدیریت محلی وابسته‌اند و رویکردهای فنی مانند نقشه برداری یا تعیین مرزهای فیزیکی اثرات آنی بر این شاخص‌ها ندارند (Fischer et al., 2023). نویسندگان این پژوهش بر اساس داده‌های ۱۵ کشور نشان می دهند وجود انجمن‌های محلی رسمی و مشارکت کاربران در قانون گذاری، قوی ترین پیش بینی کننده پیامدهای افزایش کربن، تنوع زیستی و معیشت است، بنابراین این انتظار که تنها با اجرای حدنگار، بدون تغییر در شیوه‌های مدیریت مرتع و حکمرانی محلی، افزایش معنی دار کربن رخ دهد، با مبانی نظری و تجربی سازگار نیست. از منظر کاداستر و سیاست زمین نیز یافته‌های Metaferia و همکاران (۲۰۲۲) تأیید می کند که نقش کاداستر خلق پیامد

اکولوژیکی مستقیم نیست و به‌طور عمده بر ایجاد قابلیت حکمرانی مؤثر است. در واقع برای اینکه اصلاحات مالکیتی بر شاخص‌هایی مانند ترسیب کربن اثرگذار باشد، باید به‌صورت مکمل با داده‌های کاربری، نظارت محیطی، قواعد بهره‌برداری و مدیریت مشارکتی همراه شود. نتایج مطالعه حاضر همچنین با پژوهش‌های داخلی مانند قیطوری و همکاران (۲۰۱۸) هم‌راستاست. آنها نشان دادند که بالفعل شدن پتانسیل ترسیب کربن در مراتع کرمانشاه نیازمند مدیریت صحیح مرتع، کنترل چرا و احیای پوشش گیاهی است. هرچند نقش حکمرانی زمین و شفافیت مالکیت را در پیامدهای محیط‌زیستی، ازجمله میزان انتشار و ترسیب کربن نمی‌توان نادیده گرفت. یافته‌های Taylor و همکاران (۲۰۲۴) با استناد به سوزاندن عمدی پوشش گیاهی در اراضی پیت‌لند شهر لندن تأیید می‌کند که ساختارهای مالکیت غیرشفاف و تعارضات کاربری می‌تواند به تصمیم‌های مدیریتی ناسازگار با اهداف اقلیمی منجر شود. این مطالعه نشان می‌دهد شفافیت مالکیت، چه از طریق کاداستر رسمی و چه از طریق ابتکارات مشارکتی پیش‌شرط توانمندسازی جوامع محلی برای مدیریت پایدار زمین و تصمیم‌سازگار با کاهش انتشار کربن است.

عدم مشاهده تفاوت معنی‌دار در این مطالعه را باید در چارچوب دوره گذار نهادی تحلیل کرد: اجرای حدنگار از سال ۱۳۹۳ آغاز شده و هنوز در بسیاری از نقاط تکمیل نشده است، بنابراین اثرات آن بر رفتار بهره‌برداران و مدیریت اکوسیستمی مراتع هنوز تثبیت نشده است. پژوهش‌های حکمرانی منابع طبیعی نشان می‌دهد اثرگذاری سیاست‌های مالکیتی بر پیامدهای اکولوژیکی به‌طور معمول یک فرایند چندمرحله‌ای و زمان‌بر است که به‌دلیل پیچیدگی‌های نهادی، اجتماعی و محیط‌زیستی رخ می‌دهد (کرمی، ۲۰۲۵). این فرایند می‌تواند شامل ایجاد نهادهای حمایتی، تغییر رفتارهای بهره‌برداران و مالکان زمین و تنظیم تدریجی شیوه‌های بهره‌برداری از اراضی خلع‌ید شده است که زمان لازم برای ظهور نتایج مثبت اکولوژیکی را طولانی می‌کند. درمجموع یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که قانون حدنگار گرچه برای شفافیت مالکیت و مدیریت سرزمین ضروری است، اما برای ایجاد پیامدهای اکولوژیکی مانند افزایش ترسیب کربن کافی نیست. تحقق اثرات محیط‌زیستی این قانون مستلزم تکمیل فرایند حدنگار، تقویت حکمرانی محلی، اصلاح مدیریت مرتع و انجام مطالعات بلندمدت با داده‌های چنددوره‌ای است. پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آینده با استفاده از داده‌های سری زمانی منظم، شاخص‌های مدیریتی و تغییرات کاربری، نقش ترکیبی حدنگار و مدیریت مشارکتی را در ارتقای ذخیره کربن مراتع ارزیابی کنند.

References

- Abab, S. A., Senbeta, F., & Negash, T. T. (2023). The effect of land tenure institutional factors on small landholders' sustainable land management investment: Evidence from the highlands of Ethiopia. *Sustainability*, 15(12), 9150. <https://doi.org/10.3390/su15129150>
- Attaeian, B. (2016). Estimation of aboveground biomass carbon sequestration potential in rangeland ecosystems of Iran. *Ecopersia*, 4(1), 1283–1294. (In Persian). <https://doi.org/10.18869/modares.Ecopersia.4.1.1283>
- Behtari, M., Naderi Khorasgani, M., Karimi, A., & Shirani, H. (2022). Assessment and modeling of soil organic carbon density using ground data and remote sensing in two types of land use in the Fandoqloo of Ardabil Province. *Journal of Soil Management and Sustainable Production*, 12(4), 1–27. (In Persian). <https://doi.org/10.22069/ejsms.2022.20214.2060>
- Das, S., Beegum, S., Acharya, B. S., & Panday, D. (2025). Soil carbon sequestration: A mechanistic perspective on limitations and future possibilities. *Sustainability*, 17(13), 6015. <https://doi.org/10.3390/su17136015>
- Fischer, H. W., Chhatre, A., Duddu, A., Pradhan, N., & Agrawal, A. (2023). Community forest governance and synergies among carbon, biodiversity and livelihoods. *Nature Climate Change*, 13(12), 1340–1347. <https://doi.org/10.1038/s41558-023-01863-6>
- Ghaitori, M., Parvizi, Y., Heshmati, M., & Ahmadi, M. (2018). Comparing the effects of different rangeland utilization on carbon sequestration in the Kermanshah Province, Iran. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 25(1), 44–53. (In Persian). <https://doi.org/10.22092/ijrdr.2018.116225>
- Karami, A. (2025). Bioregionalism: A solution to overcome regional environmental problems. *Iranian Research Letter of International Politics*, 13(2), 86–111. (In Persian). <https://doi.org/10.22067/irlip.2025.88230.1535>
- Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., Hatefi Farajian, M. H., & Hooshmand, M. (2022). Effects of relay triple intercropping of sugar beet with chickpea and mung bean on density, dry weight and biodiversity of weeds. *Iranian Journal of Pulses Research*, 13(2), 62–78. (In Persian). <https://doi.org/10.22067/ijpr.v13i2.2111-1016>
- Lehmann, J., & Kleber, M. (2015). The contentious nature of soil organic matter. *Nature*, 528(7580), 60–68. <https://doi.org/10.1038/nature16069>
- Metaferia, M. T., Bennett, R. M., Alemie, B. K., & Koeva, M. (2022). Fit-for-purpose land administration and the framework for effective land administration: Synthesis of contemporary experiences. *Land*, 12(1), 58. <https://doi.org/10.3390/land12010058>
- Mofidi Chelan, M., Sheidai Karkaj, E., & Ghoreyshi, R. (2021). Estimation of economic value of carbon sequestration at Inchehbrun salt lands, Golestan Province. *Rangeland*, 15(2), 269–281. (In Persian). <http://rangelandsrm.ir/article-1-1037-fa.html>
- Parvizi, Y., Qeytouri, M., Bayat, R., Shadmani, A., & Partovi, A. (2018). Carbon sequestration potential of different range planting practices in different geographical areas of the country. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 25(2), 310–323. (In Persian). <https://doi.org/10.22092/ijrdr.2018.116843>
- Ren, B., Chen, H., Zhang, L., Nie, X., Xing, S., & Fan, X. (2021). Comparison of machine learning for predicting and mapping soil organic carbon in cultivated land in a subtropical complex geomorphic region. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 29, 1042–1050. <http://www.ecoagri.ac.cn/en/article/doi/10.13930/j.cnki.cjea.200939>
- Sala, O. E., Yahdjian, L., Havstad, K., & Aguiar, M. R. (2017). Rangeland ecosystem services: Nature's supply and humans' demand. In *Rangeland systems: Processes, management and challenges* (pp. 467–489). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-46709-2_14
- Taylor, L. (2024). Initial steps towards an open cadastre in the UK: A case study (Master's thesis, University of Nottingham, United Kingdom).
- van Oosterom, P., Groothedde, A., Lemmen, C., van der Molen, P., & Uitermark, H. (2009). Land administration as a cornerstone in the global spatial information infrastructure. *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research*, 4