# اثر سطوح مختلف حفاظتی-مدیریتی مرتع بر توزیع کربن آلی در اجزاء اندازه‌ای خاک (مطالعه موردی: سالوک، خراسان شمالی)

نادیا کمالی*[۱]، مهشید سوری[۱]، علیرضا افتخاری[۱] و پروانه عشوری[۱]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۰۲ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۷/۱۲/۰۱

## چکیده

تحقیق حاضر به‌منظور بررسی اثر سطوح مختلف حفاظتی-مدیریتی بر پویایی کربن آلی خاک در منطقه سالوک صورت گرفت. بدین منظور مناطقی با سه سطح حفاظتی شامل منطقه شکار ممنوع، منطقه پارک ملی و منطقه حفاظت‌شده انتخاب شدند. نمونه‌برداری خاک به روش تصادفی-سیستماتیک در سه تکرار برای هر تیمار و از عمق‌های ۰-۱۰، ۱۰-۳۰ و ۳۰-۱۰۰ سانتی‌متر انجام شد. تفکیک اجزاء اندازه‌ای با استفاده از الک‌های ۱۸، ۳۵، ۶۰ و ۲۷۰ مش صورت گرفت و خاک‌های هر عمق به ۵ کلاس اندازه‌ای تفکیک شده (F1: 1000- 2000 µm، F2: 500- 1000 µm، F3: 250- 500µm، F4: 53- 250 µm، F5: <53 µm) و درصد کربن موجود در هریک از اجزاء اندازه‌ای اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد، مقدار کربن در اعماق مختلف خاک در تیمار پارک ملی فاقد اختلاف می‌باشد. به‌طور کلی به‌دلیل پایداری این منطقه، میزان کربن در آن تغییرات زیادی ندارد؛ در حالی که در مناطق حفاظت‌شده و شکار ممنوع در اعماق مختلف در مقدار کربن اختلاف مشاهده می‌شود. در منطقه حفاظت‌شده به‌دلیل چرای متوسطی که توسط حیاط وحش و دام‌های عشایری صورت می‌گیرد، رشد ریشه و افزایش تجزیه مواد آلی در لایه‌های زیرین کم و بیشترین میزان کربن در لایه‌های سطحی مشاهده می‌شود. در منطقه شکار ممنوع چرای بسیار شدید باعث کاهش ورود مواد گیاهی و هدررفت بسیار زیاد دی‌اکسید کربن شده، در نتیجه مقدار کربن خاک به‌طور کلی درصد کمی دارد. همچنین در تمامی مناطق مورد مطالعه، محتوای کربن خاک با افزایش اندازه ذرات کاهش می‌یابد، به‌طوریکه در تمامی مناطق مورد مطالعه کمترین میزان کربن در اجزاء اندازه‌ای F1 و F2 و بیشترین آن مربوط به اجزاء اندازه‌ای F4 و F5 می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** دینامیک کربن، سالوک، منطقه شکار ممنوع، منطقه حفاظت‌شده، پارک ملی، محتوای کربن.

[۱]- استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات مرتع، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

* نویسنده مسئول: kamali@rifr-ac.ir

[ Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-05-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.20080891.1399.14.1.8.6 ]

**مقدمه**

خاک‌ها نقش عمده‌ای در چرخه‌های بیوژئوشیمیایی شامل هوازدگی، ذخیره عناصر غذایی و کربن، بازی می‌کنند. جهت درک نقش خاک در چرخه جهانی کربن، ایجاد تخمین‌های قابل اعتمادی از مقدار کربن ذخیره‌شده در خاک و سایر مخازن کربن زمینی از موارد مهم و ضروری به شمار می‌رود (۱۱، ۱۷ و ۲۷). مخزن کربن زمینی سومین مخزن بزرگ کربن است که خود شامل مخزن کربن آلی و مخزن کربن غیرآلی می‌باشد، مخزن کربن آلی خاک، مخزن غالب در خاک‌های مناطق مرطوب است در حالیکه مخزن کربن غیر آلی خاک معمول‌ترین شکل کربن در خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک به شمار می‌رود (۲، ۱۶، ۲۲ و ۲۵). حفظ و بهبود ماده آلی خاک جهت دستیابی به پایداری دراز مدت عملکرد گیاهان امری ضروری است و ماده آلی خاک یک منبع مهم مواد غذایی معدنی برای تولید گیاه و اکوسیستم‌های طبیعی و مدیریت‌شده به شمار می‌رود. توانایی تخمین کمّی کربن آلی فراکشن‌های خاک، بویژه جهت درک دینامیک کربن آلی در سیستم‌های مدیریت شده که به سمت تولید پایدار پیش می‌روند بسیار مهم است. توانایی ما جهت بهبود مدیریت سیستم‌های تولید محصول برای حصول تولید پایدار تا حدودی به درک و شناخت ما از اجزاء اندازه‌ای[1] مختلف کربن که تحت تاثیر فعالیت‌های مدیریتی قرار می‌گیرند می‌باشد و اینکه چگونه این فراکشن‌ها با تغییر در ظرفیت فراهمی عناصر غذایی در خاک ارتباط دارند (۲۲). اطلاعات حال حاضر در مورد دینامیک کربن یک توزیع دو جزئی از ذخایر کربن آلی فعال و کربن آلی پایدار را مشخص می‌سازد که میانگین زمان بقای کربن فعال معمولاً کمتر از چند دهه است در حالیکه این زمان برای مخزن پایدار می‌تواند به چند صد تا چندین هزار سال برسد (۵ و ۶). از آنجا که مخزن پایدار کربن آلی خاک به طور فعال در چرخه عناصر غذایی خاک شرکت ندارد تفکیک مخازن کربن آلی پایدار و فعال در اراضی مختلف از یکدیگر، جهت مطالعه دینامیک کربن آلی خاک اهمیت دارد (۵). ارزیابی نحوه توزیع کربن درون یک پروفیل خاک یا بین خاک‌های مختلف به درک روابط و عوامل اقلیمی یا تغییر کاربری اراضی بر آزاد سازی دی‌اکسید کربن به جو، کمک می‌کند. مطالعه نحوه توزیع کربن در اجزاء اندازه‌ای خاک می‌تواند به شناخت بهتر چرخه کربن و اجزاء موثر در حفظ و نگهداری بهینه کربن موثر باشد، درک اثرات پیچیده اقلیم، کاربری اراضی، تنوع گونه‌ای و سن گیاهان و مواد مادری روی ذخائر کربن خاک به تفسیر نتایج تخمین توزیع و تغییرات کربن خاک کمک می‌کند و فاکتورهایی از قبیل نوع خاک، نوع پوشش جنگلی سطح خاک، سابقه مدیریت زمین، سن پوشش گیاهی مستقر و اقلیم جهت توضیح تغییرات کربن آلی خاک اهمیت دارند (۸ و ۱۰). توانایی تخمین کمی اجزاء اندازه‌ای ماده آلی خاک، به‌ویژه جهت درک دینامیک کربن آلی خاک در سیستم‌های مدیریت شده که به‌سمت تولید پایدار پیش می‌روند، بسیار مهم است. توانایی ما جهت بهبود مدیریت سیستم‌های تولید محصول برای حصول تولید پایدار تا حدودی به درک و شناخت ما از اجزاء اندازه‌ای مختلف کربن که تحت تاثیر فعالیت‌های مدیریتی قرار می‌گیرند می‌باشد و اینکه چگونه این اجزاء اندازه‌ای با تغییر در ظرفیت فراهمی عناصر غذایی در خاک ارتباط دارد (۳). ارزیابی نحوه توزیع کربن درون یک پروفیل خاک یا بین خاک‌های مختلف به درک روابط و عوامل اقلیمی یا مدیریتی اراضی بر آزادسازی دی‌اکسیدکربن به جو کمک می‌کند. مطالعه نحوه توزیع کربن در اجزاء اندازه‌ای خاک می‌تواند به شناخت بهتر چرخه کربن و اجزاء موثر در حفظ و نگهداری بهینه کربن موثر باشد. درک اثرات پیچیده اقلیم، کاربری اراضی، تنوع گونه‌ای و سن گیاهان و مواد مادری روی ذخائر کربن خاک به تفسیر نتایج تخمین توزیع و تغییرات کربن خاک کمک می‌کند و فاکتورهایی از قبیل نوع خاک، نوع پوشش سطح خاک، سابقه مدیریت زمین، سن پوشش گیاهی مستقر و اقلیم جهت توضیح تغییرات کربن در اجزاء اندازه‌ای خاک اهمیت دارند (۱۰ و ۲۲).

به‌طور کلی مراتع حدود ۴۷ درصد از خشکی‌های کره زمین را شامل می‌شود. اگرچه بیوماس مراتع در مقایسه با جنگل‌ها ناچیز است، ولی به دلیل وسعت بیشتر مراتع در مقایسه با جنگل‌ها از دیدگاه تبادلات کربن حائز اهمیت است (۷). خاک‌های مرتعی به دلیل سطح وسیع و گسترش

[1]- Fraction

[ Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-05-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.20080891.1399.14.1.8.6 ]

قابل توجه، اهمیت زیادی در حفظ تنوع گیاهی و به طور کلی موجودات زنده در این اکوسیستم‌ها دارند، ذخیره کربن در مراتع یکی از اجزاء مهم چرخه جهانی کربن می‌باشد و تخمین‌زده می‌شود که ۱۰ تا ۳۰ درصد کربن آلی اکوسیستم های جهان در این اکوسیستم‌ها ذخیره‌شده است (۲۱). بر اساس مطالعه صورت گرفته جهت تهیه نقشه پوشش گیاهی توسط دفتر مهندسی سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور وسعت مراتع کشور به استثناء استان‌های شمالی حدود ۸۳/۱ میلیون هکتار برآورد شد (۲۴). توجه به اراضی مرتعی به‌دلیل وسعت قابل توجه آن‌ها در سطح کره زمین و تاثیر قابل توجه آن‌ها در تبادلات کربن بین خاک و اتمسفر، این اراضی باید بیش از گذشته مد نظر قرار گیرد (۲۷ و ۲۸). مدیریت‌های متفاوت اراضی، بر میزان کربن ورودی به خاک و خروجی از خاک، همچنین بر ترسیب و تثبیت کربن در خاک و گیاه موثر است. از طرفی میزان کربن در بخش‌های مختلف خاک تحت مدیریت‌های متفاوت اراضی با هم یکسان نیست (۲۳). خاک مراتع حتی اگر تحت چرا کنترل شده قرار نگیرند نسبت به اراضی زراعی دارای سطوح کربن بیشتری هستند. عامل اصلی در افزایش ذخیره کربن مراتع، بالا بودن کربن ورودی از طریق ریشه گیاهان است. تجزیه قطعات ریشه به دلیل دارا بودن مقادیر لیگنین بیشتر کمتر از قطعات ساقه است (۳۰). در حال حاضر مدیریت و شرایط اقلیمی مهمترین عوامل موثر بر تغییرات پوشش گیاهی در سطح مراتع می‌باشند (۱۲). با وجود اینکه درصد و عملکرد پوشش گیاهی مهمترین عامل تاثیر گذار بر میزان کربن ذخیره‌شده در خاک می‌باشد، ولی نتایج مطالعه کربن ذخیره‌شده موجود در مراتع قرق در مقایسه با مناطق غیرقرق بیانگر نقش حائز اهمیت چرای دام بر میزان کربن موجود در مراتع می‌باشد، به عنوان مثال نتایج مطالعات مختلف بیانگر کاهش کربن موجود در مراتع سردسیری شمال آمریکا است (۷ و ۱۲)، همچنین وانگ و همکاران (۲۰۱۴) بیان کردند که مقدار کربن ذخیره‌شده در خاک از طریق تفاضل میان کربن اضافه شده به خاک ناشی از گیاهان و فضولات حیوانی و کربن از دست رفته ناشی از تنفس ریشه ای و میکروبی و همچنین تجزیه مواد آلی محاسبه می‌شود. ریچ و همکاران (۲۰۰۷) با مطالعه پیرامون اثر مدیریت بر ترسیب کربن در مراتع اعلام داشت که بین ترسیب کربن در مراتع نواحی خشک و عمق خاک رابطه مستقیم وجود دارد و بیشترین درصد کربن ترسیب شده در لایه ۳۰-۰ سانتیمتری سطح خاک تجمع دارد. بیشترین تاثیرات سطوح مختلف مدیریتی اراضی بر روی سطوح کربن آلی خاک در هشت سانتی‌متری ابتدایی اتفاق می‌افتد (۹). فعالیت‌های انسان مواد آلی خاک را تغییر می‌دهد. تغییرات در اکوسیستم طبیعی تقریبا در همه موارد باعث کاهش و هدررفت کربن خاک می‌شود. تغییر مدیریت می‌تواند به طرق مختلف این کمبود را جبران کند. بیشترین تاثیر انسان بر روی توزیع مواد آلی در چشم‌انداز از طریق فرسایش است و به طور عمده در مراتع و جنگل‌های تغییر کاربری داده شده، اتفاق می‌افتد (۳۰).

علاوه بر ضرورت توجه به نقش عرصه‌های طبیعی در میزان ذخیره‌سازی و ترسیب کربن، مسئله بسیار مهم بررسی توزیع کربن در اجزاء اندازه‌ای خاک است، که می‌تواند باعث پیشنهاد راهکارهایی برای اتخاذ تصمیمات مدیریتی مناسب از لحاظ تعیین نوع و نحوه حفاظت اراضی در جهت حفظ و نگهداری کربن در خاک گردد. لذا تحقیق حاضر با هدف بررسی سطوح مختلف حفاظتی-مدیریتی بر پویایی کربن آلی خاک در منطقه سالوک صورت گرفت.

## مواد و روش‌ها

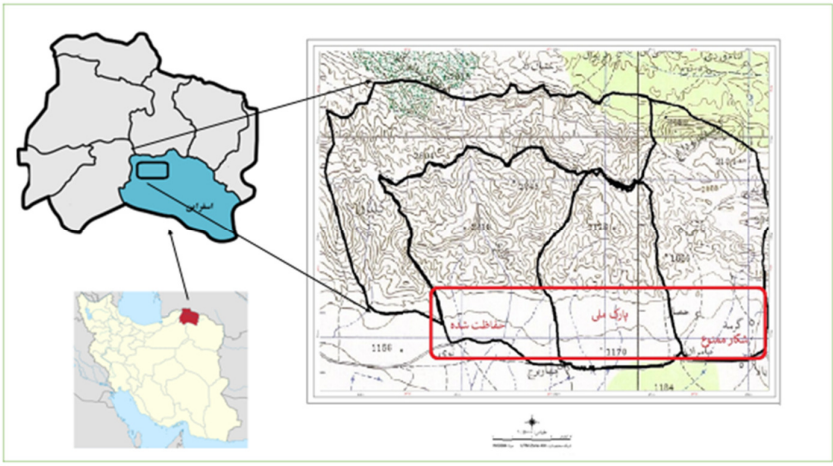
### منطقه مورد مطالعه

پارک ملی و منطقه حفاظت‌شده سالوک، واقع در شمال غربی شهرستان اسفراین خراسان شمالی می‌باشد. این منطقه در زون ۴۰ بین ′۱۵ °۳۷ تا ′۰۷ °۳۷ عرض شمالی و ′۱۷ °۵۷ تا ′۰۳ °۵۷ طول شرقی واقع شده است. از نظر اقلیمی این منطقه دارای متوسط بارندگی سالیانه ۲۸۲ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه ۱۲ درجه سانتی گراد است که بر اساس اقلیم‌نمای آمبرژه، اقلیم منطقه نیمه‌خشک سرد می‌باشد.

منطقه مورد مطالعه دارای سه سطح حفاظتی (منطقه شکار ممنوع که چرای دام در آن آزاد می‌باشد، منطقه پارک ملی که فقط حیات‌وحش در آن حضور دارد و منطقه حفاظت‌شده که چرای کنترل‌شده در آن صورت می‌گیرد) می‌باشد، مراتع منطقه شکار ممنوع، مورد چرای دام‌های روستایی در تمام فصول و دام‌های عشایری در فصل کوچ

[ Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-05-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.20080891.1399.14.1.8.6 ]

قرار می‌گیرد، مراتع این قسمت به عنوان مراتع میان‌بند مورد استفاده قرار می‌گیرند. مراتع منطقه پارک ملی توسط بنچ مارک (نشانه) از دو منطقه دیگر جداشده و فقط مورد استفاده حیات وحش منطقه می‌باشد و منطقه حفاظت‌شده که مدیریت اعمال شده در این منطقه چرای کنترل‌شده (چرای دام‌های عشایری با مجوز چرا در مدت زمان معین در سال) می‌باشد (شکل۱). پوشش غالب هر سه منطقه تقریبا مشابه با فراوانی بالای *Artemisia aucheri* و *Cousinia glaucopsis* می‌باشد و گیاهان همراه شامل *Agropyron intermedium*، *Stipa barbata* و *Lactuca orientalis* است. متوسط پوشش تاجی در پارک ملی ۴۱/۳۸ درصد، در منطقه حفاظت‌شده ۳۱/۱۲ درصد و در منطقه شکار ممنوع ۲۱/۲۲ درصد می‌باشد.




**شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه و مناطق نمونه‌برداری**

**روش تحقیق**

به منظور بررسی اثر سطوح مختلف حفاظتی-مدیریتی بر پویایی کربن آلی خاک منطقه سالوک با سه سطح حفاظتی شامل منطقه شکار ممنوع، منطقه پارک ملی و منطقه حفاظت‌شده انتخاب شد. همه ویژگی‌های توپوگرافی (شیب، جهت و ارتفاع) و اقلیمی در همه تیمارها یکسان می‌باشند، زیرا هر سه منطقه در بخش دشتی و در مجاورت یکدیگر انتخاب شد. نمونه‌برداری خاک به روش تصادفی-سیستماتیک در سه تکرار برای هر تیمار و از عمق‌های ۰-۱۰، ۱۰-۳۰ و ۳۰-۱۰۰ سانتی‌متر انجام شد. در هر تیمار ۱۸ نمونه خاک توسط اوگر برداشت شد که هر سه نمونه مربوط به تکرارها با هم مخلوط و در نهایت در هر یک از اعماق هر تیمار، شش نمونه مورد آزمایش قرار گرفت. تفکیک اجزاء اندازه‌ای با استفاده از الک‌های ۱۸، ۳۵، ۶۰ و ۲۷۰ مش صورت گرفت؛ به این صورت که ۲۰ گرم نمونه خاک با ۵۰ میلی‌لیتر محلول هگزامتا فسفات (۵گرم در لیتر) دیسپرس شد و به‌مدت ۱ ساعت در شیکر افقی با دور بالا قرار گرفت و سپس از سری الک‌های با ابعاد ۱۰۰۰، ۵۰۰، ۲۵۰ و ۵۳ میکرومتر عبور داده شد؛ مواد باقی‌مانده روی هر الک پس از چندین بار شستشو توسط آب در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد در آون خشک شدند (۱، ۴، ۱۹، ۲۲ و ۲۹) و خاک‌های هر عمق به ۵ کلاس اندازه‌ای (با ابعاد F1: ۱۰۰۰ -۲۰۰۰µm، F2:۵۰۰- ۱۰۰۰µm ، ۵۰۰-µm F3:۲۵۰ ، F4:۲۵۰-۵۳µm و ریز دانه µm ۵۳> :F5 ) تفکیک شد و درصد کربن موجود در هر یک از این اجزاء اندازه‌ای به روش والکلی و بلک (۱۹۳۴) اندازه‌گیری شد (۲۰).

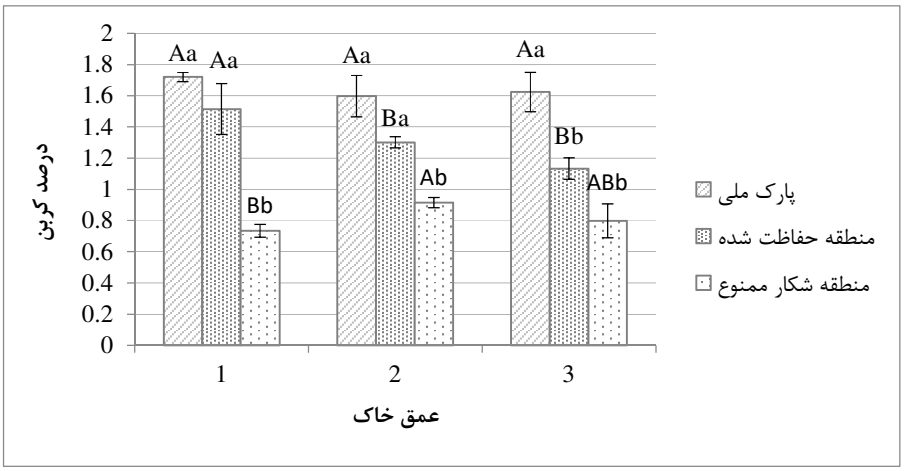
تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS صورت گرفت. بدین منظور همگنی داده‌ها از آزمون لیون و نرمال بودن آنها از آزمون کولموگراف -اسمیرنوف سنجیده

[ Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-05-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.20080891.1399.14.1.8.6 ]

شد و برای تعیین اثر کاربری‌های مختلف بر سهم اجزاء اندازه‌ای خاک از کربن آلی، آزمون تجزیه واریانس یکطرفه استفاده شد، همچنین برای گروه‌بندی و تعیین اختلاف بین تیمارهای مورد بررسی از آزمون مقایسه میانگین دانکن استفاده شد.

## نتایج

نتایج بررسی درصد کربن خاک در تیمارهای مختلف و سه عمق مورد مطالعه نشان داد که میزان کربن در اعماق مختلف خاک در تیمار پارک ملی یکسان و فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشد در حالی که در مناطق حفاظت‌شده و شکار ممنوع در اعماق مختلف اختلاف مشاهده می‌شود.




**شکل ۲: نمودار اثر متقابل عمق خاک و نوع مدیریت بر میزان کل کربن آلی خاک (حروف بزرگ نشاندهنده اختلاف بین اعماق و حروف کوچک نشاندهنده اختلاف بین تیمارها است)**

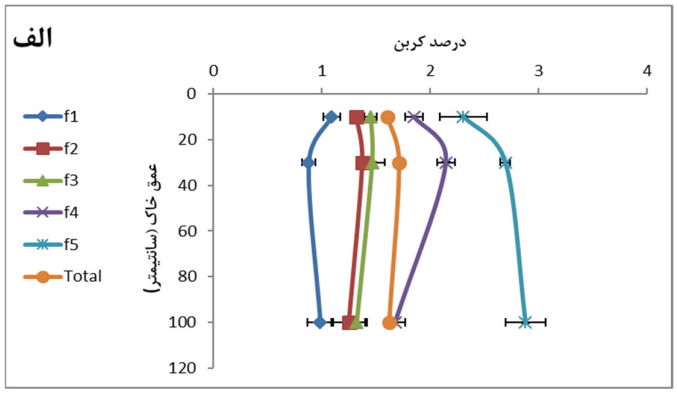
کربن اجزاء اندازه‌ای خاک در تیمارهای مختلف هم تفاوت معنی دار را در تمامی اعماق با روندی تقریبا مشابه دارد (جدول ۱). در مورد اجزاء اندازه‌ای خاک به‌طور کلی کمترین درصد کربن در اجزاء درشت دانه و بیشترین کربن در اجزاء ریز دانه تجمع یافته بود.

**جدول ۱: مقایسه میانگین درصد کربن اجزاء اندازه‌ای خاک (± انحراف معیار) در اعماق هر تیمار**

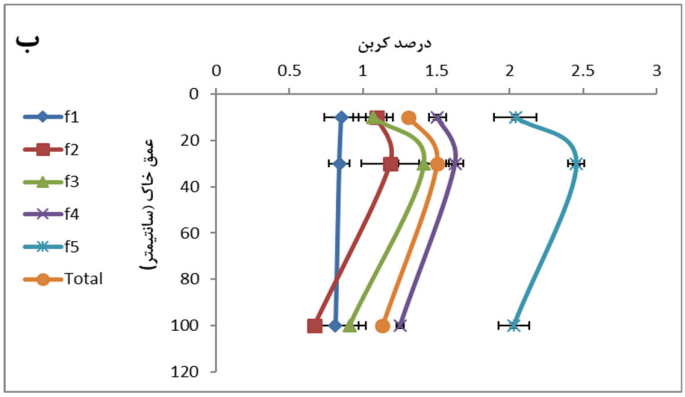
| تیمار | عمق خاک | F1 | F2 | F3 | F4 | F5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| پارک ملی | ۱ | ۰/۱۴±۱/۰۹a | ۰/۰۴±۱/۳۲ a | ۰/۱±۰۱/۴۵ a | ۰/۱±۱۴/۸۵b | ۰/۲±۳/۳c |
| | ۲ | ۰/۰±۱/۸۸ a | ۰/۱±۰۶/۳۰۷b | ۰/۱±۲/۴۶b | ۰/۲±۱۴/۱۴c | ۰/۲±۰۸/۶۹d |
| | ۳ | ۰/۰±۲/۹۹ a | ۰/۱±۲/۲۵ab | ۰/۱±۱۴/۳۲ab | ۰/۱±۱۶/۶۸b | ۰/۲±۳/۸۸c |
| منطقه حفاظت‌شده | ۱ | ۰/۰±۲/۸۵a | ۰/۱±۱۳/۰۹a | ۰/۱±۲۳/۰۶a | ۰/۱±۱/۵۰b | ۰/۲±۲۴/۰۴c |
| | ۲ | ۰/۰±۱۲/۸۴a | ۰/۱±۳/۱۸ab | ۰/۱±۲۹/۴۱bc | ۰/۱±۱/۶۳۷c | ۰/۲±۱/۴۵d |
| | ۳ | ۰/۰±۲۷/۸۱a | ۰/۰±۰۶/۶۷a | ۰/۰±۱۹/۹۱a | ۰/۱±۰۴/۲۵b | ۰/۲±۱۸/۰۳c |
| منطقه شکار ممنوع | ۱ | ۰/۰±۰۴/۴۱a | ۰/۰±۰۶/۵۵ab | ۰/۰±۱/۶۴bc | ۰/۰±۱/۷۹c | ۰/۱±۱/۲۸d |
| | ۲ | ۰/۰±۱۲/۵۱a | ۰/۰±۱/۶۳ab | ۰/۰±۰۶/۷۶ab | ۰/۰±۰۲/۹۱b | ۰/۱±۲۸/۷۷c |
| | ۳ | ۰/۰±۱۶/۳۰۷a | ۰/۰±۱/۶۰b | ۰/۰±۱۲/۶۷bc | ۰/۰±۱/۸۷c | ۰/۱±۱/۴۸d |

حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف میزان کربن بین اجزاء اندازه‌ای در هر عمق هر منطقه است

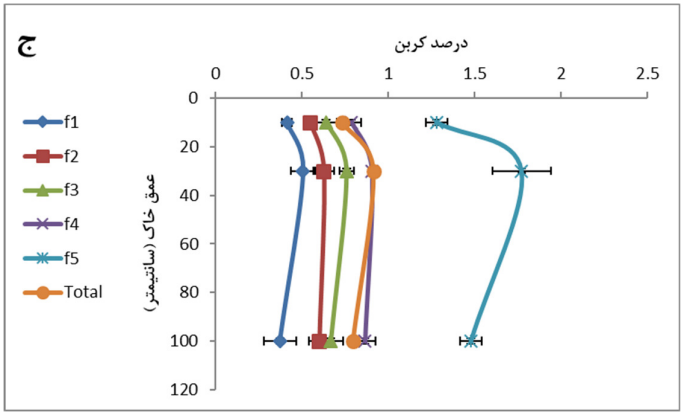
[ Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-05-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.20080891.1399.14.1.8.6 ]




شکل ۳: نمودار توزیع کربن (± اشتباه معیار) در اجزاء اندازه‌ای خاک در اعماق مختلف پارک ملی (F1: 1000- 2000 µm، F2: 500- 1000 µm، F3: 250- 500µm، F4: 53- 250 µm، F5: <53 µm، کل خاک: Total)




شکل ۴: نمودار توزیع کربن(± اشتباه معیار) در اجزاء اندازه‌ای خاک در اعماق مختلف منطقه حفاظت‌شده ( F1: 1000- 2000 µm، F2: 500- 1000 µm، F3: 250- 500µm، F4: 53- 250 µm، F5: <53 µm، کل خاک:Total )




شکل ۵: نمودار توزیع کربن (± اشتباه معیار) در اجزاء اندازه‌ای خاک در اعماق مختلف منطقه شکار ممنوع ( F1: 1000- 2000 µm، F2: 500- 1000 µm، F3: 250- 500µm، F4: 53- 250 µm، F5: <53 µm، کل خاک:Total)

[ Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-05-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.20080891.1399.14.1.8.6 ]

## بحث و نتیجه گیری

مراتع نقش مهمی در در تنظیم و تعدیل چرخه جهانی کربن و تغییرات جهانی اقلیم بازی می‌کنند. بر همین اساس مطالعه در زمینه پویایی کربن خاک و فاکتورهای کنترل‌کننده آن در اکوسیستم‌های مرتعی بـه دانسـتن و ارزیابی چرخه جهانی کربن و تغییر آب و هوای جهانی کمک می‌کند. اینکه آیا مراتع به عنوان یک مخـزن یـا منبـع $CO_2$ اتمسفر عمل می‌کنند، بستگی به نوع کاربری، شدت و سابقه چرا، اقلـیم، پوشـش گیاهی و مانند آن دارد. اما به هر حال، اثرات چرا بر چرخه کـربن در خاک به‌ویژه در مقیاس اکوسیستم و منطقه هنوز به خـوبی شـناخته نشده است و در مکان‌های مختلف متفاوت است (۱۵). درصد کربن در پارک ملی اختلاف معنی‌داری در اعماق ندارد که بدلیل پوشش گیاهی خوب، ورود لاشبرگ و مواد آلی به خاک، ترشحات و تجزیه ریشه و ... می باشد. به‌طور کلی به‌دلیل پایداری منطقه، میزان کربن هم در این منطقه تغییرات زیادی ندارد. در منطقه حفاظت‌شده به‌دلیل چرای متوسطی که توسط حیاط وحش و دامهای عشایری صورت می‌گیرد مسلما رشد ریشه و توسعه تجزیه مواد آلی در لایه‌های زیرین تا حدودی محدود گشته و بیشترین میزان کربن در لایه‌های سطحی مشاهده می‌شود. چرای دام به طرق مختلف نظیر تعلیف بخشی از اندام هـوایی گیـاه، پایکوبی و تولید انواع فضولات دامی تنوع گیـاهی، توزیـع کـربن در اکوسیستم، هیدرولوژی اکوسیستم، خصوصیات فیزیکـی و شـیمیایی خاک سطحی را تغییر می‌دهد کـه در نتیجـه آن ذخیـره و دینامیـک کربن تغییر می‌یابد (۱۳، ۱۴ و ۲۶). به علاوه تجمع و افزایش کربن در خاک امری بطئی بوده و متاثر از شرایط و خصوصیات گیاه و رویشگاه می‌باشد، کونانت و همکاران (۲۰۰۳) بیان می‌کنند که کاربری اراضی در صورتی که باعث افزایش بیوماس گیاهی شود، سبب افزایش سریع ذخایر کربن گیاهی و افزایش تدریجی کربن خاک می‌شود. در منطقه شکار ممنوع چرای انواع دام که در اکثر نواحی بسیار شدید برآورد شد، موجب بر هم خوردگی بسیار زیاد خاک سطحی شده که هدررفت زیادی را به همراه داشته، در ضمن بیوماس ورودی به خاک آنقدر محدود می‌باشد که میزان کربن خاک به‌طور کلی درصد کمی دارد و بحث تصاعد و تجزیه نوری به‌دلیل به هم خوردگی و عدم سایه‌اندازی گیاهان منجر به کاهش شدید میزان کربن حتی به میزان کمتر از لایه زیرین در سطح خاک شده است. بر هم خوردن خاک در ساده‌ترین شکل می‌تواند شرایط خاک را برای فعالیت میکروارگانیزم‌ها تغییر دهد. اراضی مرتعی تخریب یافته و یا تحت فشار بهره‌برداری، درصورت مدیریت مناسب قادر خواهند بود ظرفیت‌های از دست رفته خود را به تدریج جبران نمایند. چرا که زمین‌های تخریب‌شده از قابلیت ترسیب کربن بالایی برخوردار می‌باشند، زیرا سطح اولیه کربن آنها در اثر تخریب پوشش گیاهی و خاک افت پیدا کرده است. در بسیاری از مطالعات اثر چرا را بر ترسیب کربن خاک منفی دانسته و در مواردی دیگر چرا را عاملی موثر در افزایش میزان کربن خاک دانسته‌اند. به عنوان مثال گائو و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که در اراضی تحت چرا بدلیل تغییر در ترکیب پوشش گیاهی، جایگزینی گونه‌های با سیستم ریشه‌ای قوی‌تر و گسترش یافته‌تر و خشبی شدن بوته‌ها، در دراز مدت میزان کربن خاک افزایش یافت، ولی جدی و چایپ (۲۰۱۰) به این نتیجه رسیدند که چرا باعث کاهش در میزان کربن خاک شده است. به‌طور کلی مسئله‌ای که نتایج اکثر تحقیقات بر آن توافق دارد این است که تلفیقی از شدتهای چرای سبک تا متوسط بهترین راهبرد برای مدیریت کربن در مراتع است. کاهش کربن لایه سوم در اثر چرای متوسط و شدید می‌تواند بیانگر اثر برداشت اندام‌های هوایی بر محدود شدن ریشه به عنوان مهم‌ترین عامل ورود کربن به خاک (۱۸) باشد. بارگر و همکاران (۲۰۰۴) به این نتیجه رسیدند که شدت‌های چرای متوسط و شدید مقادیر کل کربن را تا عمق ۶۰ سانتی‌متری خاک تغییر ندادند ولی باعث تغییر در پراکنش کربن و ازت در اجزاء اکوسیستم شدند. به طور کلی چرای در حد ظرفیت با خرد کردن، انتقال مواد گیاهی و لاشبرگ به داخل خاک، تاثیر به سزایی در چرخه کربن مرتع دارد (۲)، شدت چرا و تکرار آن اثرات عمده‌ای بر ذخیره کربن در مراتع دارد به طور واضح، چرا به شکستن فیزیکی، پیوستگی خاک و نرخ تجزیه باقیمانده‌های گیاهی کمک می‌کند (۷). چرای برنامه‌ریزی شده که باعث افزایش تولید گراسلند می‌شود، پتانسیل افزایش کربن آلی خاک و ترسیب کربن را دارد (۵). درنر و شومن (۲۰۰۷) هم اعلام کردند که چرا می‌تواند به‌دلیل

[ Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-05-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.20080891.1399.14.1.8.6 ]

برگشت سالیانه سریعتر ساقه‌ها و باقیمانده‌های گیاهی و همچنین تغییر در ترکیب گونه‌ها، موجب حضور کربن بیشتر در خاک نسبت به مناطق چرانشده شود. اندام هوایی گیاهان به عنوان جزء مولد هیدرات‌های کربن در اکوسیستم، مهم‌ترین و حساس‌ترین بخش از ذخیره کربن و ازت یک اکوسیستم است که به‌طور مستقیم تحت تاثیر چرای دام قرار می‌گیرد (۱۸). در اهمیت ریشه گیاهان در چرخه کربن مراتع ریچ و همکاران (۲۰۰۷) بیان کرد که ۵۰ درصد از کربن جذب‌شده توسط گیاهان به زیر زمین منتقل می‌شود که بخشی صرف ساختمان ریشه و بخشی به‌وسیله ترشحات ریشه‌ای به خاک وارد می‌شود، برداشت بیش از حد دام از اندام هوایی با کاهش ذخایر هیدرات‌های کربن ریشه همراه بوده و سبب کاهش حجم ریشه می‌شود و به تبع آن میزان کربن خاک کاهش می‌یابد. اندازه‌گیری کربن در اجزاء اندازه‌ای خاک نشان داد که محتوای کربن آلی خاک با کاهش اندازه ذرات در همه تیمارها افزایش می‌یابد و در تمامی اعماق خاک بیشترین مقدار کربن آلی به ترتیب در اجزاء اندازه‌ای F5 و F4 وجود دارد بطوری که درصد کربن در اجزاء اندازه‌ای $\mu$۲۵۰> بیشتر از میانگین درصد کربن کل خاک و در اجزاء اندازه‌ای $\mu$۲۵۰< کمتر از آن است. هنویس و همکاران (۲۰۱۸) و صادقی‌پور و همکاران (۲۰۱۴) این موضوع را تایید کرده در حالی که سیکس و همکاران (۲۰۰۰) اعلام کردند که مقدار کربن با افزایش اندازه خاک‌دانه افزایش می‌یابد، زیرا خاکدانه‌های درشت دارای بقایای گیاهی تجزیه‌نشده و کمتر تجزیه‌شده و به‌طور کلی مواد آلی درشت‌تر و فعال‌تر هستند. این روند در مناطق مرطوب به‌دلیل زیاد بودن میزان ورود بقایای گیاهی و درجه خاکدانه‌سازی مشاهده می‌شود، ولی در این تحقیق با توجه به اقلیم نیمه‌خشک منطقه مورد مطالعه مکانیسم اصلی نگهداری مواد آلی در خاک محافظت شیمیایی ترکیبات آلی است و به این خاطر غالب مواد آلی موجود در خاک از ترکیبات قدیمی و بیشتر هومیکی تشکیل شده است که در اجزاء اندازه‌ای ریزتر قرار دارند. در ضمن اجزاء اندازه‌ای درشت، ذرات شن بیشتری دارند که توانایی اندکی در حفظ و نگهداری مواد آلی دارند (۲۰). همانطور که نتایج نشان داد در پارک ملی به‌طور کلی مقدار کربن در مقایسه با سایر مناطق بیشتر است، ولی زیاد بودن میزان کربن در اجزاء درشت دانه به نسبت سایر تیمارها نشان‌دهنده ورود مواد تازه گیاهی به خاک مرتع و ایجاد وضعیت بهتری برای مرتع می‌باشد. پویایی مرتع و فرایندهای بیولوژیک آن به میزان ورود مواد آلی تازه به آن بستگی دارد ولی با گذشت زمان به تدریج تجزیه مواد آلی منجر به جذب مواد باقی مانده در اجزاء ریزدانه‌تر شده و پایداری کربن بیشتر خواهد شد؛ اتفاقی که با دخالت دام و تغییر دانه‌بندی خاک علیرغم کاهش مواد ورودی و در نتیجه کاهش میزان کلی کربن خاک به وقوع می‌پیوندد.

**References**


1. Abdul kader, M. 2006. Comparison of physical fractionation methods to separate functional soil organic matter pools. M.Sc. Thesis, Gent University, Belgium.
2. Barger N.N., D.S. Ojima, J. Belnap, W. Shiping, W. Yanfen & Z. Chen, 2004. Changes in plant functional groups, litter quality, and soil carbon and nitrogen mineralization with sheep grazing in an Inner Mongolian grassland. Journal of Range Management, 57:613-619.
3. Cambardella, A., J. Thomas & E. Cynthia. 2005 .Soil carbon content within a red Cedar-Scoth pine shelterbelt. AFTA Conference Proceedings, 1: 1-5.
4. Cambardella C.A. & E.T. Elliott, 1992. Particulate soil organic-matter changes across a grassland cultivation sequence. Soil Science Society of America Journal, 56: 777–782.
5. Conant R.T., J. Six & K. Paustian, 2003. Land use effects on soil carbon fractions in the southeastern United States. Management-intensive versus extensive grazing. Biology and Fertility of Soils, 38: 386-392.
6. Cui X., Y. Wang, H. Niu, J. Wu, Sh. Wang, E. Schnug, J. Rogasik & J. Fleckenstein, 2005. Effect of long-term grazing on soil organic carbon content in semiarid steppes in Inner Mongolia. Ecological Research, 20: 519-527.
7. Derner, J. D. & G.E. Schuman, 2007. Carbon sequestration and rangelands: A synthesis of land management and precipitation effects. J of Soil and Water Conservation, 62: 77-85.


[ Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-05-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.20080891.1399.14.1.8.6 ]

8. Gass T.M. & D. Binkley, 2011. Soil nutrient losses in an altered ecosystem are associated with native ungulate grazing. Journal of Applied Ecology, 48: 952-960.
9. Gill R.A., 2007. Influence of 90 years of protection from grazing on plant and soil processes in the subalpine of the Wasatch Plateau. USA. Rangeland Ecological Management, 60:88-98.
10. Guo, Y., P. Gong, R. Amundson & Q. Yu, 2006. Analysis of factors controlling soil carbon in the conterminous United States, Soil Sci. Soc. Am. J., 70: 601-612.
11. Haferkamp M.R. & M.D. Macneil, 2004. Grazing effects on carbon dynamics in the Northern mixed-grass prairie. Environmental Management, 33: 462-474.
12. Hewins, D.B., M.P. Lyseng, D.F. Schoderbek, M. Alexander, W.D. Willms, C.N. Carlyle, S.X. Chang & E.W. Bork, 2018. Grazing and climate effects on soil organic carbon concentration and particle-size association in northern grasslands. Nature: Scientific REPoRts, 8:13-36.
13. Ingram L.J., P.D. Stah, D.E. Schuman, J.S. Buyer, G.F. Vance, G.K. Ganjegunte, J.M. Welker & J.D. Derner, 2009. Grazing impacts on soil carbon and microbial communities in a mixed-grass ecosystem. Soil Science Society of America Journal, 72: 939-948.
14. Jeddi K. & M. Chaieb., 2010. Changes in soil properties and vegetation following livestock grazing exclusion in degraded arid environments of South Tunisia. Flora, 205:184-189.
15. Jia B., G. Zhou, F. Wang, Y. Wang & E. Weng, 2007. Effects of grazing on soil respiration of Leymus chinensis steppe. Climatic Change, 82: 211-223.
16. Kamali, N. & A. Sadeghipour, 2016. Determining the most important factors related to carbon storage in different land uses (case study: Akhtar Abad, Tehran). Journal of Watershed Management Research, 29(2): 2-8. (In persian)
17. Li, X.G., Z.F. Wang, Q.F. Qi-Fu Ma & F.M. Li, 2007. Crop cultivation and intensive grazing affect organic C pools and aggregate stability in arid grassland soil. Soil & Tillage Research, 95: 172-181.
18. Mahdavi, Kh., A. Mokhtari asl & F. Mahdavi, 2008. Attention to rangelands role in carbon sequestration. Forrest and Rangeland, 80: 24-31. (in persian)
19. Nissen T.M. & M.M. Wander, 2003. Management and soil-quality effects on fertilizer-use efficiency and leaching. Soil Science Society of America Journal, 67: 1524-1532.
20. Owsat, M., 2009. Change in SOC, according to land use change in central Karaj. Master thesis, University of Tehran. (In persian).
21. Risch A.C., F. Martin, M.F. Jurgensen & D.A. Frank, 2007. Effects of grazing and soil micro-climate on decomposition rates in a spatio-temporally heterogeneous grassland. Plant and Soil, 298: 191-201.
22. Sadeghipour, A. M. Jafari, N. Kamali, A. Haidari & H. Madah Arefi, 2014. Study the dynamics of organic carbon in soil size fractions of different land uses. Journal of Rangeland, 8(3): 285-292.
23. Sadeghipour, A., N. Kamali & H. Joneidi, 2013. Effects of rangeland mechanical reclamation activities on seasonal and monthly carbon emission (Case study: Sorkhe, Semnan province). Journal of Rangeland, 7(3): 222-229. (In persian)
24. Sadeghipour, A., N. Kamali, P. Kamali & H. Joneidi, 2015. The changes in monthly and seasonal values of carbon emission in different grazing intensities (Case study: Ghoosheh, Semnan). Journal of Range and Watershed Mangement, 67(3): 451-458. (In persian)
25. Shrestha G. & P.D. Stah, 2008. Carbon accumulation and storage in semi-arid sagebrush steppe: Effects of longterm grazing exclusion. Agriculture, Ecosystems and Environment, 125: 173-181
26. Snyman H.A. & C.C. Preez, 2005. Rangeland degradation in a semi-arid South Africa: influence on soil quality. Journal of Arid Environments, 60: 483-507.
27. Stark S. & D. Grellmann., 2002. Soil microbial responses to herbivory in an arctic tundra heath at two levels of nutrient availability. Ecology, 83:2736-2744.
28. Steffens M., A. Kolbl & I.K. Knabner, 2009. Alteration of soil organic matter pools and aggregation in semi-arid steppe topsoils as driven by organic matter input. European Journal of Soil Science, 60: 198–212.
29. Wander M.M., M.G. Bidart & S. Aref, 1998. Tillage impacts on depth distribution of total and particulate organic matter in three Illinois soils. Soil Science Society of America Journal, 62: 1704–1711.
30. Wang, X., A.J. VandenBygaart & B.C. McConkey, 2014. Land management history of Canadian grasslands and the impact on soil carbon storage. Rangeland Ecol & Man, 67:333–343.

[ Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-05-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.20080891.1399.14.1.8.6 ]