نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۲، شماره ۲، خرداد – تیر ۱۳۹۷، ص. ۳۸۶-۳۷۵

Journal of Water and Soil
Vol. 32, No. 2, May.-Jan. 2018, p. 375-386

ترسیب کربن و برآورد ارزش اقتصادی آن در بخشی از مراتع قرق شده و تحت چرای استان خوزستان

علیرضا اوجی[۱]- احمد لندی[۲*]- سعید حجتی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۹/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۱/۲۰

چکیده

ماده آلی خاک از مهمترین عوامل ارزیابی کیفیت خاک است و ارتباط نزدیکی با ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک دارد. از طرفی، ترسیب کربن در زیتوده گیاهی و خاک‌های متأثر از آن هستند، ساده‌ترین و به لحاظ اقتصادی عملی‌ترین راهکار ممکن جهت کاهش خطرات دی‌اکسید کربن اتمسفری است. اطلاعات کمی در ارتباط با تأثیر مدیریت قرق بر ترسیب و مدیریت کربن در خاک‌های مراتع استان خوزستان وجود دارد؛ لذا این مطالعه با هدف بررسی تأثیر مدیریت قرق بر میزان و تغییرات ترسیب و مدیریت کربن خاک و با دیدگاه اقتصادی در برخی خاک‌های مراتع دشت پنتی ایذه و منطقه دیمه رامهرمز در استان خوزستان انجام شد. چهار مرتع با مدیریت‌های مختلف (قرق شده و تحت چرا) در اطراف ایذه و رامهرمز انتخاب و سپس از ۱۵ نقطه به صورت تصادفی و از دو عمق سطحی و زیرسطحی (با توجه به مرز تفکیک افق‌ها) نمونه‌برداری صورت گرفت. نتایج حاصل از ترسیب و شاخص مدیریت کربن در این مطالعه نشان دهنده بازیابی کربن خاک و بهبود کیفیت آن طی قرق می‌باشد. از طرفی، برآورد ارزش اقتصادی ترسیب کربن طی قرق در مراتع مطالعاتی بسیار قابل توجه بوده و موجب افزایش ۱۷ و ۱۲/۷ درصدی ارزش ترسیب کربن در منطقه ایذه و رامهرمز گردیده است. از این رو ضروری به نظر می‌رسد که تیمار قرق به‌عنوان یکی از برنامه‌های اصلی در طرح‌های منابع طبیعی تجدید شونده مد نظر قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: اقتصادی، ترسیب کربن، شاخص مدیریت کربن، مدیریت قرق، مرتع

مقدمه

خاک، یک منبع کلیدی و به‌عنوان کنترل‌کننده چرخه‌های ژئوشیمیایی، آب و موجودات زنده (۸) و بزرگترین و اصلی‌ترین مخزن ماده‌ی آلی محسوب می‌شود (۱۶). ماده آلی خاک از مهمترین عوامل ارزیابی کیفیت خاک است و ارتباط نزدیکی با ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک دارد (۲۴). هرچند تغییرات و روند مواد آلی براساس کربن آلی خاک سنجیده می‌شود، لیکن مواد آلی کل خاک به تغییرات مدیریت خاک به کندی پاسخ می‌دهد (۳۱). به همین منظور شناسایی اجزاء حساس‌تر کربن آلی باعث تشخیص بهتر تغییرات ماده آلی خاک در مراحل ابتدایی تغییر مدیریت می‌شود (۵۳). ماده آلی خاک شامل دو بخش هوموسی و ترکیبات ناپایدار می‌باشد. کربن ناپایدار، بخش غیرهوموسی کربن آلی خاک مانند بقایای گیاهی و جانوری با سطوح تجزیه متفاوت، مواد آلی حاصل از تجزیه این بقایا، مولکول‌های آلی مانند کربوهیدرات‌ها، آمینواسیدها و پروتئین‌ها است، که انرژی و عناصر غذائی را برای موجودات خاک فراهم می‌نماید (۴۳) و حساس به تغییرات کوتاه مدت مدیریتی و شاخصی از کیفیت خاک است (۳۱).

بلیر و همکارانش (۱۹۹۵) شاخص مدیریت کربن[۴] را که از حاصل ضرب شاخص کربن ناپایدار[۵] و شاخص کربن کل[۶] خاک به‌دست می‌آید ارائه کردند. برای محاسبه این شاخص‌ها نیاز به یک خاک مرجع است که تغییرات کربن در خاک‌های مورد مطالعه نسبت به آن خاک بررسی گردد (۷). امروزه شاخص مدیریت کربن به‌طور گسترده به‌عنوان شاخصی از تغییرات شدت کربن آلی خاک در پاسخ به تغییر مدیریت خاک استفاده می‌شود (۵۴). زمانی‌که تغییر کاربری اتفاق افتاد افزایش مقدار شاخص مدیریت کربن نشان از بازیابی ذخایر مختلف کربن در خاک است و کاهش این شاخص، نشان دهنده تخلیه خاک از

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانش آموخته دکتری، استاد و دانشیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز
(*- نویسنده مسئول: Email:landi@scu.ac.ir)
DOI: 10.22067/jsw.v32i2.69326

4- Carbon Management Index (CMI)
5 - Lability Index (LI)
6 - Carbon Pool Index (CPI)

این ذخایر می‌باشد (۷). روش ارائه شده برای به‌دست آوردن جزء ناپایدار کربن خاک توسط بلیر، اکسید کردن خاک با پرمنگنات پتاسیم بود. کربن قابل اکسید شدن با پرمنگنات پتاسیم به‌عنوان یک شاخص از کربن آلی لبایل قابل اکسیداسیون شیمیایی خاک است که به تغییرات محیطی و مدیریتی بسیار حساس بوده و سریعاً می‌تواند تغییرات کربن لبایل (متحرک) را در خاک را نشان دهد (۱۵ و ۲۵). کولمن و همکاران (۲۰۱۲) با مطالعه ۱۳۷۹ نمونه خاک از مناطق جغرافیایی و اکوسیستم‌های مختلف کشور آمریکا رابطه مثبتی بین تغییرات کربن قابل اکسید شدن توسط پرمنگنات و کربن زیتوده میکروبی، مواد آلی ذره‌ای ریز و کربن آلی خاک مشاهده نمودند. ایشان همچنین گزارش نمودند که کربن قابل اکسید شدن توسط پرمنگنات در مقایسه با سایر شاخص‌های میکروبی مثل ماده آلی ذره‌ای و کربن زیتوده میکروبی به تغییرات مدیریتی (شامل مدیریت قرق) و محلی از حساسیت بیشتری برخوردار است و بنابراین می‌تواند به‌عنوان روشی سریع جهت ارزیابی بیولوژیکی کربن فعال خاک به‌کاربرده شود (۱۵). همچنین گس و همکاران (۲۰۱۱) روی و ژوکین (۲۰۱۶) نقش مدیریت قرق مراتع بر افزایش معنی‌دار کربن خاک نسبت به مراتع تحت چرا گزارش نمودند (۲۱ و ۴۰). این در حالی است که استیفن و همکاران (۲۰۰۹) و نیز کائو و همکاران (۲۰۱۳) تغییر محسوسی در کربن خاک در اثر مدیریت قرق کوتاه مدت ۱۱ و ۳ ساله مرتع مشاهده ننمودند (۴۲ و ۱۱).

افزایش دی‌اکسید کربن ناشی از دخالت‌های خارج از ظرفیت انسان، یکی از بحران‌های زیست‌محیطی مهم عصر حاضر است (۲۰). دی‌اکسید کربن عمده‌ترین جزء گازهای گلخانه‌ای محسوب می‌شود، به‌طوری که نقش بسیار در جذب بازتابش‌های خروجی از زمین داشته و تقریباً نیمی از اثر گلخانه‌ای را سبب می‌شود (۳۵). از آنجا که پالایش کربن با روش‌های مصنوعی مثل فیلتر و ... هزینه‌های سنگینی در بردارد (۹)؛ لذا به‌منظور کاهش دی‌اکسید کربن اتمسفری و ایجاد تعادل در محتوای گازهای گلخانه‌ای، کربن اتمسفر می‌بایست جذب و در فرم‌های متعدد ترسیب گردد. ترسیب کربن در زیتوده گیاهی و خاک‌هایی که تحت این زیتوده هستند، ساده‌ترین و به‌لحاظ اقتصادی عملی‌ترین راهکار ممکن جهت کاهش دی‌اکسید کربن اتمسفری است (۳۴).

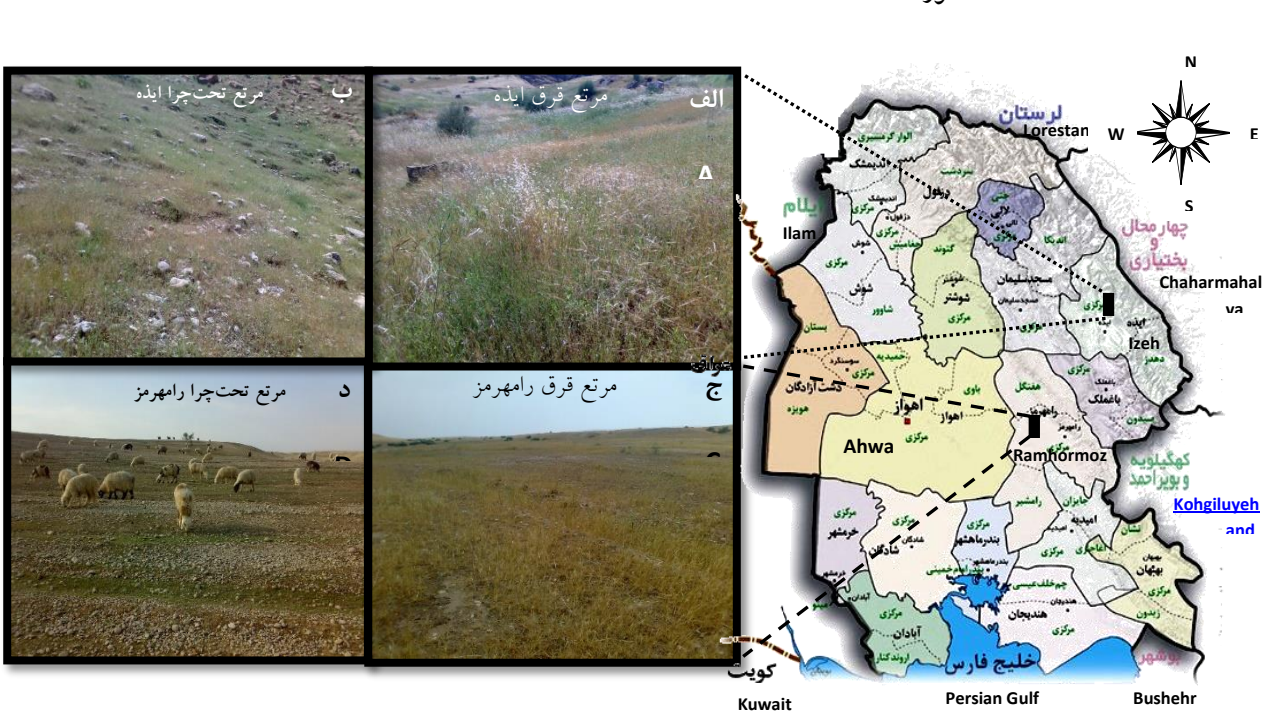
خاک‌های مراتع به‌عنوان یکی از مهمترین اجزای این اکوسیستم باید از دیدگاه ترسیب کربن مورد مطالعه قرار گیرد، زیرا خاک‌ها سومین ذخیره گاه بزرگ کربن در جهان هستند (۲۷). مراتع کشور، با سطحی معادل ۸۶ میلیون هکتار، بیش از ۵۳ درصد از مساحت ایران را در بر می‌گیرد (۱۹). نقش زیربنایی مراتع در توسعه و پایداری تولید فراتر از تولید مستقیم علوفه و تأمین نیاز غذایی دام است. در این ارتباط چرای بی‌رویه و مفرط از جمله عواملی است که موجب تخریب این اراضی می‌گردد (۱۴ و ۴۶). سو (۲۰۰۴) نشان داد که چرای بیش از حد دام باعث کاهش مقدار کربن، نیتروژن و ماده آلی خاک می‌شود. حفاظت و یا اصلاح کیفیت خاک، می‌تواند منافع اقتصادی و افزایش حاصلخیزی و باروری خاک را به دنبال داشته باشد (۴۴). یکی از راه‌های تأمین امنیت این مناطق جلوگیری از ورود دام به داخل آنها یا همان قرق می‌باشد که اثرات سودمندی در پوشش گیاهی و خاک در این مراتع تخریب شده دارد (۳۲). هم‌چنین در منابع، ارزش هر هکتار مرتع در ارتباط با ترسیب کربن از ۵۰ تا ۳۰۰ دلار محاسبه شده است (۲۹). از آنجایی‌که اطلاعات کمی در ارتباط با تأثیر مدیریت قرق بر ترسیب کربن در خاک‌های مراتع استان خوزستان وجود دارد؛ بنابراین این پژوهش با هدف بررسی تأثیر مدیریت قرق بر ترسیب و مدیریت کربن و با دیدگاه اقتصادی در برخی خاک‌های مرتعی در استان خوزستان انجام شد.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مطالعاتی: مراتع مطالعاتی به نام محلی پنتی در منطقه ایذه و منطقه دیمه رامهرمز معروف هستند. منطقه‌ی مطالعاتی در فاصله‌ی ۲۷ کیلومتری غرب شهرستان ایذه و با مساحت ۱۶۲۲ هکتار می‌باشد و از سال ۱۳۷۹ توسط اداره کل منابع طبیعی استان خوزستان تحت قرق قرار گرفته است (۳۳). مراتع مذکور در محدوده عرض‌های جغرافیایی ″۸ ′۵۷ °۳۱ تا ″۲۰ ′۵۸ °۳۱ شمالی و طول‌های جغرافیایی ″۱۱ ′۴۱ °۴۹ تا ″۳۳ ′۴۲ °۴۹ شرقی قرار دارد. بر اساس گزارش ایستگاه‌های هواشناسی، منطقه پنتی به لحاظ اقلیمی، دارای میزان متوسط بارندگی سالانه ۶۲۳ میلی‌متر در سال است. حداکثر درجه حرارت مطلق در گرم‌ترین ماه سال، ۴۹ درجه‌ی سانتی‌گراد مربوط به شهریور ماه و حداقل درجه حرارت مطلق در سردترین ماه سال، ۹/۵- درجه‌ی سانتی‌گراد مربوط به بهمن ماه می‌باشد. هم‌چنین متوسط درجه حرارت سالیانه منطقه ۱۹/۲ درجه‌ی سانتی‌گراد گزارش گردیده است (۴). مرتع دیمه در فاصله‌ی ۱۵ کیلومتری غرب شهرستان رامهرمز و با مساحت ۱۵۳۰۰ هکتار می‌باشد و از سال ۱۳۷۱ توسط اداره کل منابع طبیعی استان خوزستان تحت قرق قرار گرفته است (۱۷). مراتع مذکور در محدوده عرض‌های جغرافیایی″۴۴ ′۷ °۳۱ تا ″۱۱ ′۹ °۳۱ شمالی و طول‌های جغرافیایی ″۱۳ ′۲۹ °۴۹ تا ″۵۲ ′۲۸ °۴۹ شرقی قرار دارد. بر اساس گزارش ایستگاه‌های هواشناسی، منطقه به لحاظ اقلیمی، دارای میزان متوسط بارندگی سالانه ۲۰۰ میلی‌متر در سال است. حداکثر درجه حرارت مطلق در گرم‌ترین ماه سال، ۵۱/۶ درجه‌ی سانتی‌گراد مربوط به تیر ماه و حداقل درجه حرارت مطلق در سردترین ماه سال، ۴/۲ درجه‌ی سانتی‌گراد مربوط به دی ماه می‌باشد. هم‌چنین متوسط درجه حرارت سالیانه منطقه ۲۷/۵ درجه‌ی سانتی‌گراد گزارش گردیده است (۴). با استفاده از نقشه‌ی رژیم‌های رطوبتی و حرارتی خاک‌های ایران رژیم

رطوبتی و حرارتی منطقه مشخص شد (۵)، رژیم رطوبتی منطقه ایذه Typic Xeric و رژیم حرارتی آن Thermic و نیز رژیم رطوبتی و حرارتی منطقه رامهرمز به‌ترتیب Xeric Tempustic و Hyperthermic تعیین گردیدند. پوشش گیاهی در مناطق مورد مطالعه از تنوع خاصی برخوردار است؛ ولی بر اثر چرای بیش از ظرفیت مجاز، گیاهان اکثراً رو به انقراض بوده و سطح مرتع اکثراً دارای پوششی از گیاهان یکساله است. طی بررسی‌ها و عملیات صحرایی انجام گرفته، تیپ گیاهی مراتع دشت ایذه و رامهرمز در هر دو کاربری مورد مطالعه یکسان (کاربری قرق و تحت چرای متوسط) و مجموعه‌ای از لگوم‌ها و گراس‌های یکساله (Annual Forbs-Anuual grasses) می‌باشند، اما به‌دلیل چرای دام در بخش تحت‌چرا این گیاهان از تراکم کمتری برخوردار می‌باشند.

جهت انجام پژوهش حاضر ابتدا بر اساس نقشه‌های توپوگرافی، خاکشناسی و عکس‌های هوایی استان، محل نقاط نمونه‌برداری تعیین گردید. سپس با حفر ۱۵ پروفیل به صورت تصادفی در فواصل به طور میانگین ۱۴۰ متر و شیب شمالی (حدود ۲۰ تا ۲۵ درصد) در هر کاربری از لایه‌های ۲۰-۰ و ۴۰-۲۰ سانتی‌متری در منطقه ایذه و در فواصل به طور میانگین ۲۰۰ متر و شیب شمالی (حدود ۳ تا ۵ درصد) در هر کاربری از لایه‌های ۰-۸ و ۸-۲۷ سانتی‌متری در منطقه رامهرمز (با توجه به مرز تفکیک افق‌ها) نمونه‌برداری صورت گرفت. پس از هواخشک کردن نمونه‌های خاک و عبور آن‌ها از الک دو میلی‌متری، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها نظیر واکنش خاک با تهیه گل اشباع، توسط دستگاه pH متر (۳۷)، ظرفیت تبادل کاتیونی توسط استات سدیم یک نرمال در pH= ۸ (۱۲)، بافت خاک به روش هیدرومتری (۲۲)، هدایت الکتریکی در عصاره اشباع خاک (۴۷)، کربن آلی خاک به روش اکسیداسیون تر (۵۰) و کربن ناپایدار خاک با استفاده از روش بلیر و همکاران (۶ و ۷) اندازه‌گیری شد. لازم به ذکر است که نمونه‌های خاک در یک زمان و از مکان‌هایی با شیب، توپوگرافی و مواد مادری (آهکی) تقریباً یکسان از هر منطقه جمع‌آوری شدند.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی مناطق مطالعاتی و کاربری‌های مورد مطالعه

Figure 1- Geographical location of sampling sites

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها: داده‌های به‌دست‌آمده در نرم‌افزار Excel نسخه ۲۰۱۳ پردازش شد و تجزیه و تحلیل آنها در محیط نرم‌افزاری SPSS ۱۹ انجام شد. با استفاده از نتایج حاصل از تجزیه‌های آزمایشگاهی میزان ذخیره کربن آلی (ترسیب شده) بر اساس رابطه‌ی زیر (۱) محاسبه شد (۲۳):

$$CS = 10 \times OC \times Bd \times E \quad (۱)$$

در این رابطه، CS: مقدار ترسیب کربن آلی (ton/ha)، OC: کربن آلی (٪)، Bd: جرم مخصوص ظاهری خاک (gr/cm^3) و E: عمق

$$CPI = \frac{TOC_S}{TOC_R}$$

نمونه‌برداری (cm) می‌باشد.

از جمله شاخص‌های استفاده شده در این پژوهش، شاخص مدیریت کربن است. این شاخص بر اساس شاخص ذخیره کربن و شاخص در دسترس بودن این عنصر اندازه‌گیری شد (۷). شاخص فراهمی از طریق تقسیم میزان اجزای لابایل کربن به میزان غیرلابایل در مراتع تحت‌چرا با سایت مرجع (مرتع قرق) به‌دست آمد. شاخص ذخیره کربن نیز از تقسیم مقدار کربن آلی کل در مراتع تحت‌چرا بر کربن آلی کل در مراتع مرجع به‌دست می‌آید:

$$LC = \frac{POXC}{NLC} \quad (۲)$$

$$NLC = TOC - POXC \quad (۳)$$

$$LI = \frac{LC_S}{LC_R} \quad (۴)$$

(۵)

$$CMI = CPI \times LI \times 100 \quad (۶)$$

که در روابط بالا کربن لابایل (رابطه ۲): LC[1]، کربن غیرلابایل (رابطه ۳): NLC[2]، POXC[3] کربن قابل اکسید با پرمنگنات، شاخص دسترسی: LI (رابطه ۴)، کربن لابایل موجود در مراتع تحت‌چرا: LC_S، کربن لابایل موجود در مراتع مرجع (قرق): LC_R، شاخص ذخیره کربنی: CPI (رابطه ۵)، کربن آلی کل در مراتع تحت‌چرا: TOC_S، کربن آلی کل در مراتع مرجع: TOC_R و شاخص مدیریت کربن: CMI (رابطه ۶).

نتایج و بحث

جدول ۱ ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد. بر این اساس، خاک هر دو منطقه مورد مطالعه غیرشور، آهکی و دارای واکنش قلیایی هستند. لیکن میزان کربن آلی کل خاک در مرتع تحت چرا کمتر از مرتع قرق در دو منطقه‌ی مطالعاتی بوده است. این تفاوت را می‌توان به کاهش در میزان بقایای تولید شده در اثر چرای مرتع نسبت داد. آن و لی (۲۰۱۵) طی مطالعه‌ای بیان داشتند که در اثر چرا از یک‌سو رشد گیاهی کاهش یافته و از سوی دیگر بخش عمده‌ای از پوشش گیاهی تولید شده توسط دام حذف می‌گردد (۲). همانگونه که در جدول ۱ مشاهده می‌شود مقدار بقایای تولیدی در هر متر مربع مرتع قرق شده (۴۰۵ و ۴۲ گرم بر متر مربع به ترتیب برای منطقه ایذه و رامهرمز) که حدود سه برابر مرتع تحت چرا (۱۱۷ و ۱۷ گرم بر متر مربع) اندازه‌گیری شد. تغییرپذیری متغیرها را می‌توان از طریق بررسی ضریب تغییرپذیری آن‌ها بررسی نمود. وای و همکاران (۲۰۰۸) بیان کردند که تغییرات کمتر از ۱۰ درصد دلالت بر تغییرپذیری پایین خصوصیت مورد نظر و نیز تغییرات بالاتر از ۹۰ درصد، حاکی از تغییرپذیری بالای آن است (۵۱). با استناد به محدوده‌های ارائه شده توسط وای و همکاران (۲۰۰۸)، از میان خصوصیات خاک بررسی شده، واکنش خاک دارای کمترین ضریب تغییرپذیری است. شاید بتوان آهکی بودن خاک‌های منطقه و هم چنین خاصیت بافری بالای خاک را دلیلی بر این موضوع عنوان کرد. نتایج مشابهی توسط شهریاری‌گرایی و همکاران (۲۰۱۶) برای منطقه‌ی رکعت واقع در شرق ایذه گزارش شده است (۴۱). بنابراین به‌دلیل استفاده از تبدیلگر لگاریتمی، کمتر بودن ضریب تغییرپذیری این متغیر امری بدیهی به‌نظر می‌رسد. این در حالی است که سایر خصوصیت‌های مطالعاتی در چهار منطقه مطالعاتی از ضریب تغییرپذیری پایین و متوسطی برخوردار می‌باشند. نتایج نشان می‌دهد که سهم عوامل خاک و زیست محیطی برای توضیح تغییر در داده‌ها بالا نیست (۱۵).

مقایسه میانگین اثر چرای دام بر تغییرات کربن آلی خاک نشان داد که چرای دام باعث کاهش محتوای کربن آلی خاک در قسمت‌های سطحی خاک می‌شود. این در حالی است که در قسمت‌های زیرسطحی تغییرات معنی‌دار نبوده است (شکل ۲). میزان بالاتر کربن آلی خاک در مراتع قرق نسبت به مراتع تحت چرای دام را می‌توان به حجم بیشتر بقایای گیاهی تولید شده در مرتع قرق نسبت داد (جدول ۱). بر این اساس، بیشترین محتوای کربن آلی خاک در منطقه‌ی ایذه (۹/۵۳ گرم در کیلوگرم) مربوط به عمق سطحی مرتع قرق شده و کمترین مقدار کربن آلی خاک نیز در عمق زیرسطحی مراتع تحت چرا (۴/۹۷ گرم در کیلوگرم) مشاهده گردید. همچنین بیشترین محتوای کربن آلی خاک در منطقه‌ی رامهرمز (۵/۲۴ گرم در کیلوگرم) مربوط به عمق سطحی مرتع قرق شده و کمترین مقدار کربن آلی خاک نیز در عمق زیرسطحی مراتع تحت چرا مشاهده گردید (۲/۱۰ گرم در کیلوگرم)؛ اگرچه اختلاف آن با عمق دوم (۲۰-۴۰ سانتی‌متری) مرتع قرق شده در مناطق مطالعاتی معنی‌دار نمی‌باشد (شکل ۲). دی و همکاران (۲۰۱۴) نیز بیان داشتند که بیشترین مقادیر و تغییرات کربن در عمق ۰ تا ۲۰ سانتی‌متری مراتع مورد مطالعه آن‌ها بوده که بیشترین تأثیر از فعالیت انسانی (مدیریت قرق) را پذیرفته است (۱۶). نتایج پژوهش حاضر مبین افزایش معنی‌دار ۱/۲ گرم بر کیلوگرم کربن آلی در خاک سطحی (از ۸/۳۳ به ۹/۵۳ گرم بر کیلوگرم) یعنی در حدود ۳۲۰۰ کیلوگرم کربن آلی بر هکتار در اثر اعمال مدیریت قرق در مراتع دشت پنتی و نیز افزایش معنی‌دار ۰/۹۸ گرم بر کیلوگرم کربن آلی در خاک سطحی (از ۴/۲۶ به ۵/۲۴ گرم بر کیلوگرم) یعنی در حدود ۱۰۵۰ کیلوگرم کربن آلی بر هکتار در اثر اعمال مدیریت قرق در مراتع رامهرمز می‌باشد. شهریاری و همکاران (۲۰۱۶) میزان کربن آلی بخشی از مراتع حوزه رکعت شهرستان دهدز استان خوزستان را ۱۳/۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش کردند (۴۱).

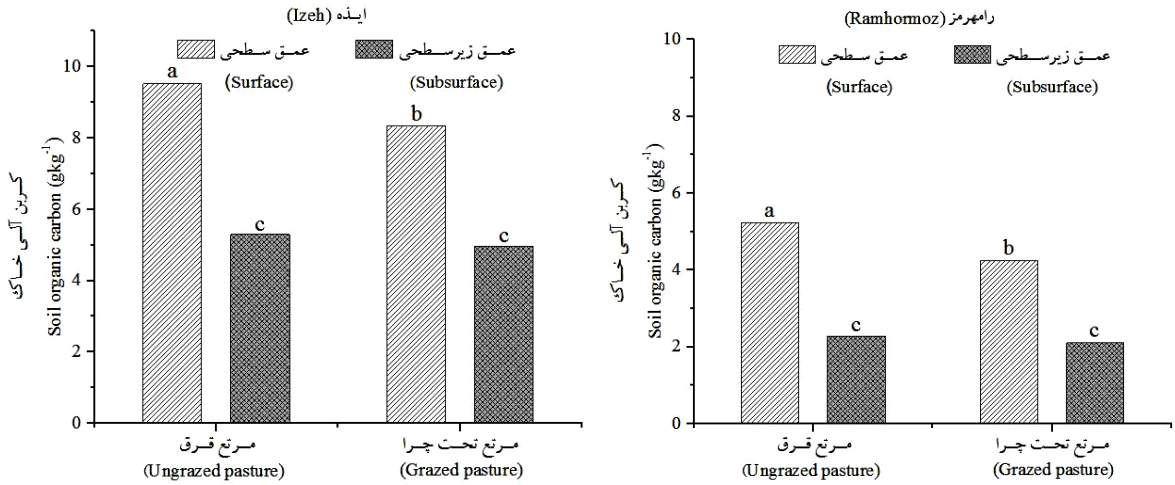
1- Labile Carbon
2- Non Labile Carbon
3- Permanganate Oxidizable Carbon

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه در مراتع تحت چرا و قرق

Table 1- Physical and chemical characteristics of the soils in grazed and ungrazed pastures

ویژگی (Factor)	کاربری (Land use)	عمق خاک (Depth) (cm)							
		ایذه (Izeh)				رامهرمز (Ramhormoz)			
		0-20		20-40		0-8		8-28	
		میانگین (Mean)	ضریب تغییرات (٪) (CV)	میانگین (Mean)	ضریب تغییرات (٪) (CV)	میانگین (Mean)	ضریب تغییرات (٪) (CV)	میانگین (Mean)	ضریب تغییرات (٪) (CV)
رس Clay (gkg^{-1})	قرق (Ungrazed)	230.3	13.16	273.0	17.47	140.2	16.29	115.5	25.18
	تحت چرا (Grazed)	248.3	18.87	308.4	19.35	129.3	19.28	121.3	25.28
شن Sand (gkg^{-1})	قرق (Ungrazed)	293.5	15.93	261.0	26.25	465.0	14.17	594.3	15.93
	تحت چرا (Grazed)	272.5	35.34	203.6	33.71	420.7	9.52	467.1	24.36
کربنات کلسیم معادل Calcium carbonate equivalent (gkg^{-1})	قرق (Ungrazed)	620.5	6.85	583.5	14.67	718.8	3.61	585.8	20.81
	تحت چرا (Grazed)	598.9	12.24	599.7	15.99	697.1	3.76	638.2	16.63
هدایت الکتریکی (EC) (dSm^{-1})	قرق (Ungrazed)	0.60	38.93	0.93	56.58	2.04	18.17	2.84	32.57
	تحت چرا (Grazed)	1.03	53.29	1.17	64.58	2.16	26.05	2.56	24.41
pH خاک (Soil pH)	قرق (Ungrazed)	7.54	1.11	7.47	2.16	7.08	1.84	6.92	3.63
	تحت چرا (Grazed)	7.56	1.56	7.59	2.02	7.35	1.55	7.37	0.96
ماده آلی خاک (Soil organic carbon) (gkg^{-1})	قرق (Ungrazed)	9.53	17.72	5.30	24.62	5.24	17.04	2.29	25.57
	تحت چرا (Grazed)	8.33	15.66	4.97	16.81	4.26	15.38	2.10	22.00
قابلیت تبادل کاتیونی (CEC (cmol+kg-1))	قرق (Ungrazed)	18.85	14.56	20.64	16.85	8.65	19.25	6.76	25.32
	تحت چرا (Grazed)	17.92	16.40	20.82	18.56	8.23	21.31	7.48	24.62
کربن ناپایدار خاک Labile carbon ($mgkg^{-1}$)	قرق (Ungrazed)	1035.30	1.54	959.8	1.24	978.46	2.32	899.61	1.74
	تحت چرا (Grazed)	974.25	1.82	951.24	1.73	958.10	1.79	896.80	4.18
مقدار بقایای آلی تولیدی (gm^{-2}) (Biomass)	قرق (Ungrazed)	405	-	-	-	42	-	-	-
	تحت چرا (Grazed)	117	-	-	-	17	-	-	-

از جمله دلایل این میزان بالاتر کربن آلی گزارش شده نسبت به مناطق مطالعاتی پژوهش حاضر، به‌واسطه‌ی دمای پایین‌تر و بارندگی بیشتر منطقه دهدز می‌تواند باشد. رئیسی و ریاحی (۲۰۱۴) طی مطالعه‌ای در بخشی از مراتع زاگرس و همچنین روی و ژوکین (۲۰۱۶) نیز با مطالعه بخشی از مراتع چین، بیان داشتند که قرق باعث افزایش کربن آلی خاک سطحی شده است (۳۹ و ۴۰). حیدریان آقاخانی و همکاران (۱۳۸۹)، کائو و همکاران (۲۰۰۴) و تامپسون و همکاران (۲۰۰۶) نیز گزارش نمودند که در اثر کاهش ورود بقایای گیاهی تازه به خاک، افزایش دما در سطح خاک‌های چرا شده و معدنی شدن بیشتر کربن، دارای مقادیر کمتری از کربن آلی خاک در مناطق چرا شده می‌باشد (۲۶ و ۱۰ و ۴۸). همچنین، لو و همکاران (۲۰۱۵) و نیز چن و تنگ (۲۰۱۶) مدت زمان قرق مراتع را بر کربن آلی خاک در مراتع کشور چین را مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها بیان داشتند که برای داشتن یک تعادل مناسب بین حفاظت و بهره‌برداری از اکوسیستم مرتعی از نقطه نظر مدت زمان بهینه اثرگذاری مدیریت قرق بر مراتع، نیازمند مطالعات بیشتر با تعداد سال‌های مختلف قرق می‌باشد (۲۸ و ۱۳).



شکل ۲- تغییرات کربن آلی نسبت به عمق و مدیریت در مراتع مطالعاتی (میانگین‌هایی که در یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال ۰/۰۵ آزمون دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار با یکدیگر می‌باشند)

Figure 2- Variation of organic carbon in the pasture with respect to depth and management (Means with the same symbols are without significantly different at probability level of 0/05 Duncan test with)

متغیرهای مورد استفاده برای برآورد ترسیب کربن بر اساس رابطه ۱ شامل ضخامت لایه معدنی، تراکم کربن و وزن مخصوص ظاهری خاک در هر لایه از مناطق مورد مطالعه می‌باشد. نتایج حاکی از اثر معنی‌دار مدیریت قرق مراتع بر افزایش ترسیب کربن در عمق اول مطالعاتی (افزایش از ۲۰۲/۵۰ به ۳۳۴/۳۴ تن بر هکتار در منطقه ایذه و از ۳۹/۵۵ به ۴۷/۴۵ تن بر هکتار در منطقه رامهرمز) می‌باشد (جدول ۲ و شکل ۳). دی و همکاران (۲۰۱۴) نیز طی مطالعه‌ای در بخشی از مراتع کشور چین بیان داشتند که بیشترین مقادیر و تغییرات کربن در عمق ۰ تا ۲۰ سانتی‌متری مراتع مورد مطالعه آن‌ها بوده که بیشترین تأثیر از فعالیت انسانی (مدیریت قرق) را پذیرفته است و عمق پایین‌تر به‌دلیل اثرپذیری کمتر از فعالیت انسان تغییرات ناچیزی به خود می‌گیرد (۱۶). میزان ترسیب کربن در منطقه ایذه به‌مراتب بالاتر از منطقه رامهرمز بوده است که تفاوت حاصل می‌تواند به بالاتر بودن میزان بارندگی و در نتیجه مقدار بقایای آلی تولیدی بالاتر منطقه‌ی مذکور مرتبط باشد. مشابه با پژوهش حاضر، تمرتاش و همکاران (۱۳۹۳) بیان داشتند که مدیریت قرق باعث افزایش معنی‌دار ترسیب کربن در عمق سطحی مراتع کوهستانی هزارجریب بهشهر شده است و عمق زیرسطحی اختلاف آماری معنی‌داری را نشان نداده است (۴۵). رئیسی و اسدی (۲۰۰۶) با مطالعه اثر چرا و قرق بر روی خاک در مراتع نیمه‌خشک ایران مرکزی مشاهده کردند که تفاوت معنی‌داری از میزان نظر کربن آلی خاک و نسبت کربن به ازت (C/N) میان خاک‌های نواحی چراشده و چرانشده وجود ندارد و بیان نمودند که این عدم تفاوت میان دو تیمار می‌تواند ناشی از کافی نبودن دوره ۱۷ ساله قرق جهت افزایش میزان کربن خاک و یا عدم تأثیر چرا بر روی کربن آلی خاک باشد (۳۸). علیزاده و همکاران (۱۳۹۰) در بررسی اثرات مدیریت قرق و چرا بر میزان ترسیب کربن گونه درمنه دشتی در مراتع استپی رود شور ساوه به این نتیجه رسیدند که میزان ترسیب کربن گونه درمنه دشتی در منطقه چرا شده در مقایسه با

منطقه قرق تفاوت معنی‌داری داشته است. همچنین ترسیب کربن در بین اندام‌های هوایی (برگ و سرشاخه و ساقه)، اندام زیرزمینی (ریشه) و لاشبرگ در دو منطقه با یکدیگر متفاوت بوده است (۱). نتایج داودپور و همکاران (۲۰۱۱) نشان داد کل کربن آلی خاک ترسیب شده درعمق ۰ تا ۳۰، منطقه قرق حسین آباد ۲۴/۱۷ تن در هکتار و منطقه غیرقرق حسین آباد ۳۸/۸۱ تن در هکتار در منطقه یونجه‌زار ۷۲ تن در هکتار بود (۱۸).

بر اساس نتایج به‌دست آمده، میزان شاخص مدیریت کربن در هر دو منطقه مطالعاتی و اعماق مورد مطالعه بالا می‌باشد (جدول ۳). مقادیر بالاتر شاخص مدیریت کربن نشان دهنده بازیابی کربن خاک، بهبود کیفیت آن (۵۲)، تغییر در کیفیت مواد آلی خاک مانند تغییر نسبت C:N، مقادیر لیگنین، سلولز، همی‌سلولز، پروتئین‌ها و کربوهیدارت‌ها در مواد آلی خاک و در نتیجه افزایش مقادیر کربن ناپایدار خاک است. افزایش کربن ناپایدار به مفهوم افزایش قابلیت دسترسی کربن و انرژی برای جمعیت میکروبی و جانوران خاک بوده و کیفیت خاک را افزایش می‌دهد (۴۹).

جدول ۲- میانگین ترسیب کربن در مراتع مورد مطالعه

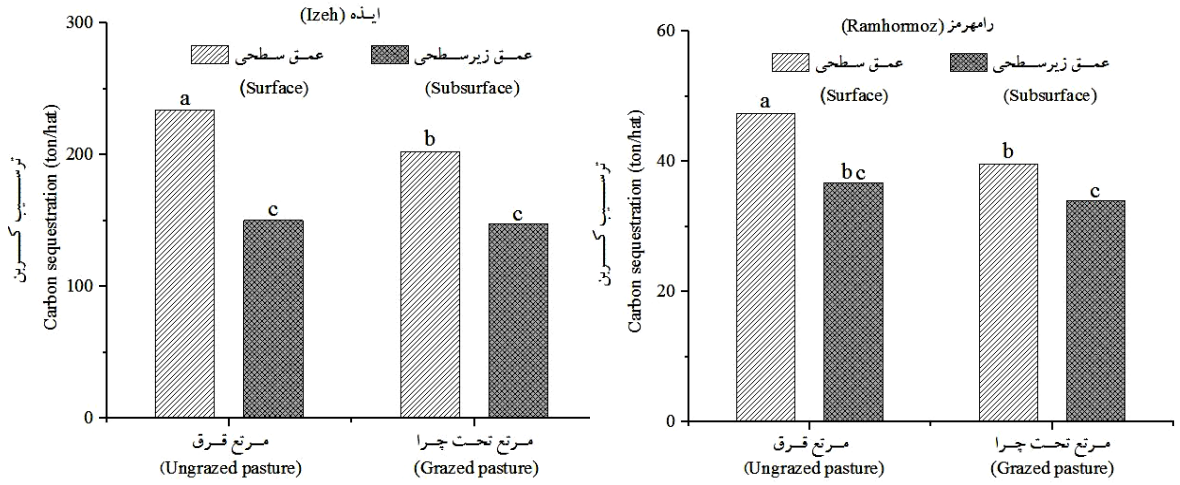
Table 2- Average of carbon sequestration in studied pastures

منطقه (Area)	کاربری (Land use)	ترسیب کربن (تن بر هکتار) Carbon sequestration (ton/ha)		
		سطحی (Surface)	زیرسطحی (Subsurface)	کل (Total)
ایذه (Izeh)	قرق (Ungrazed)	234.34	150.18	384.52
	تحت چرا (Grazed)	202.50	147.56	350.06
رامهرمز (Ramhormoz)	قرق (Ungrazed)	47.45	36.77	84.22
	تحت چرا (Grazed)	39.55	34.01	73.56

جدول ۳- شاخص مدیریت کربن خاک‌های موردمطالعه در مراتع تحت چرا و قرق

Table 3- Carbon management index of the soils in grazed and ungrazed pastures

منطقه (Area)	کاربری (Land use)	OC	POXC	NLC	LC	LI	CPI	CMI
		گرم بر کیلوگرم خاک (gkg^{-1})						
ایذه (Izeh)	عمق اول مرتع قرق‌شده (Surface ungrazed pasture)	9.53	1.040	8.50	0.127	-	-	-
	عمق اول مرتع تحت‌چرا (Subsurface grazed pasture)	8.34	0.974	7.36	0.126	1.122	0.90	109.80
	عمق دوم مرتع قرق‌شده (Subsurface ungrazed pasture)	5.31	0.960	4.35	0.252	-	-	-
	عمق دوم مرتع تحت‌چرا (Subsurface grazed pasture)	4.97	0.950	4.02	0.248	1.134	1.02	115.67
رامهرمز (Ramhormoz)	عمق اول مرتع قرق‌شده (Surface ungrazed pasture)	5.24	0.98	4.26	0.24	-	-	-
	عمق اول مرتع تحت‌چرا (Subsurface grazed pasture)	4.26	0.96	3.30	0.30	1.31	0.84	100.04
	عمق دوم مرتع قرق‌شده (Subsurface ungrazed pasture)	2.29	0.90	1.39	0.830	-	-	-
	عمق دوم مرتع تحت‌چرا (Subsurface grazed pasture)	1.96	0.897	1.21	0.831	1.27	0.98	124.46



شکل۳- تغییرات ترسیب کربن نسبت به عمق و مدیریت در مراتع مطالعاتی (میانگین‌هایی که در یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال ۰/۰۵ آزمون دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار با یکدیگر می‌باشند)

Figure 3- Variation of carbon sequestration in the pasture with respect to depth and management (Means with the same symbols are without significantly different at probability level of 0/05 Duncan test with)

مقادیر بالای شاخص مدیریت کربن در عمق دوم منطقه ایذه و رامهرمز نسبت به عمق اول مطالعاتی دلالت بر بالا بودن کربن قابل دسترسی و کیفیت بالاتر کربن آلی خاک در مقایسه با اعماق اول مورد مطالعه دارد. مشابه با پژوهش حاضر، پائولینو و همکاران (۲۰۱۶) نیز مقادیر بالاتر این شاخص را در عمق زیرسطحی مراتع مورد مطالعه‌شان نسبت به عمق سطحی گزارش نمودند (۳۶). با توجه به اینکه شاخص مدیریت کربنی ترکیبی از شاخص ذخیره کربن و میزان کربن لابایل خاک است، تغییرات ایجاد شده توسط انسان در آن می‌تواند اثرات زیست‌محیطی متعددی بر تغییرات کربن آلی و کربن لابایل خاک داشته باشد (۵۱). بنابراین شاخص مدیریت کربن به‌طور جامع و پویا منعکس‌کننده اثرات زیست‌محیطی ایجاد شده بر کیفیت کربن آلی خاک می‌باشد.

ژانگ و همکاران (۲۰۱۵) تأثیر دخالت‌های انسان بر ذخیره کربن در کاربری‌های مختلف مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که مدیریت باعث بهبود ذخیره کربن و بهبود کیفیت خاک می‌گردد؛ و در بین کاربری‌های مورد بررسی، شاخص مدیریت کربن مرتع و جنگل به‌طور معنی‌داری بیشتر از سایر کاربری‌ها متأثر از مدیریت بوده است (۵۵).

با عنایت به ارزش حداقلی ترسیب کربن یعنی ۵۰ دلار برای هر تن (۲۹) و متوسط ترسیب به‌دست آمده در هر کاربری (جدول ۳)، ارزش ترسیب به ازای هر هکتار در هر کدام از کاربری‌های مورد مطالعه محاسبه گردید (جدول ۴). نتایج حاکی از افزایش ۱۷ درصدی ارزش دلاری ترسیب کربن در منطقه ایذه و نیز افزایش ۱۲/۷ درصدی ارزش دلاری ترسیب کربن در منطقه رامهرمز تحت اثر مدیریت قرق بود. این نتایج مبین کارایی سودمند مدیریت قرق مراتع می‌باشد؛ هرچند در منطقه ایذه با توجه به شرایط مناسب‌تر از لحاظ میزان بارش و تولید بایومس، مدیریت قرق اقتصادی‌تر و کاراتر بوده است. با در نظر گرفتن متوسط ۲۲۳ تن در هکتار ترسیب کربن آلی در این مناطق و در نظر گرفتن ارزش حداقلی ترسیب کربن (۲۹)، می‌توان گفت ارزش هر تن ترسیب کربن به ازای هر هکتار در این مناطق برابر ۱۱۱۶۱ دلار بوده است. بنابراین مدیریت اکوسیستم‌های مرتعی باید به‌گونه‌ای هدایت شود که ضمن در نظر گرفتن اقتصاد زیست‌محیطی مراتع، به عملکرد و توان اکولوژیک آن نیز بپردازد. بر این اساس، در بحث‌های کلان، توجیه بهینه و پایدار معادلات اقتصادی می‌تواند به‌عنوان ضامن اجرای طرح‌های مرتعداری به‌منظور توسعه پایدار این مناطق تلقی شود.

نتیجه‌گیری

ترسیب کربن در زی‌توده گیاهی و خاک‌هایی که تحت این زیتوده هستند، ساده‌ترین و به‌لحاظ اقتصادی عملی‌ترین راهکار ممکن جهت کاهش خطرات دی‌اکسید کربن اتمسفری است. خاک‌های مراتع به‌عنوان یکی از مهمترین اجزای این اکوسیستم باید از دیدگاه ترسیب کربن مورد مطالعه قرار گیرد، زیرا خاک‌ها سومین ذخیره گاه بزرگ کربن در جهان هستند. قسمت قابل ملاحظه‌ای از استان خوزستان را مراتع فرا گرفته است و مقدار کربن خاک بر پایداری آن‌ها بسیار اثرگذار است. در نتیجه این ضرورت ایجاب می‌کند تغییرات ترسیب کربن خاک، تحت اثر مدیریت قرق مورد ارزیابی قرار گیرد تا نقش مدیریت در تغییرات احتمالی ترسیب کربن خاک مراتع مشخص گردد.

جدول ٤- ارزش اقتصادی ترسیب کربن در مراتع مورد مطالعه

Table 4- The economic value of carbon sequestration in the studied pastures.

منطقه (Area)	کاربری (Land use)	ارزش ترسیب کربن در هکتار (دلار) (Carbon Sequestration value per hectare ($))	ارزش ترسیب در محدوده‌های مطالعاتی (دلار) (Carbon Sequestration value in the study areas ($))
ایذه (Izeh)	قرق (Ungrazed)	19226	6.5×10^8
	تحت چرا (Grazed)	17503	5.4×10^8
رامهرمز (Ramhormoz)	قرق (Ungrazed)	4211	1.47×10^8
	تحت چرا (Grazed)	3678	1.29×10^8

اگرچه قرق ۱۶ ساله مرتع دشت پنتی و قرق ۲۴ ساله مرتع رامهرمز منجر به بازگشت مواد گیاهی تولید شده به خاک و اثر معنی‌دار بر سرعت تجزیه بقایای گیاهی در سطح خاک می‌شود ولی این مدت برای ترمیم و بهبود شرایط خاک زیرسطحی کافی نبوده است و به مدت زمان طولانی‌تری نیاز است. بررسی تغییرپذیری متغیرها نشان داد که خصوصیت‌های مطالعاتی در چهار منطقه مطالعاتی از ضریب تغییرپذیری پایین و متوسطی برخوردار می‌باشند که نشان‌دهنده‌ی این موضوع می‌باشد که سهم عوامل خاک و زیست محیطی برای توضیح تغییر در داده‌ها بالا نیست. به‌طورکلی نتایج این مطالعه نشان داد که ماده آلی خاک در قسمت سطحی قرق‌شده به‌طور معنی‌داری افزایش یافته و افزایش۱/۲ گرم بر کیلوگرم که معادل ۳۲۰۰ کیلوگرم کربن بر هکتار است که در اثر اعمال مدیریت قرق در مراتع دشت پنتی و نیز افزایش معنی‌دار ۰/۹۸ گرم بر کیلوگرم کربن آلی در خاک سطحی یعنی در حدود ۱۰۵۰ کیلوگرم کربن آلی بر هکتار در اثر اعمال مدیریت قرق در مراتع رامهرمز می‌باشد. بر اساس نتایج به‌دست آمده، میزان شاخص مدیریت کربن در هر دو منطقه مطالعاتی و اعماق مورد مطالعه بالا می‌باشد. مقادیر بالاتر شاخص مدیریت کربن نشان دهنده بازیابی کربن خاک، بهبود کیفیت آن می‌باشد. با توجه به اینکه شاخص مدیریت کربنی ترکیبی از شاخص ذخیره کربن و میزان کربن لبایل خاک است، تغییرات ایجاد شده توسط انسان (از جمله مدیریت قرق) در آن می‌تواند اثرات زیست‌محیطی متعددی بر تغییرات کربن آلی و کربن لبایل خاک داشته باشد. بنابراین شاخص مدیریت کربن به‌طور جامع و پویا منعکس کننده اثرات زیست‌محیطی ایجاد شده بر کیفیت کربن آلی خاک می‌باشد. همچنین نتایج حاکی از اثر معنی‌دار مدیریت قرق مراتع بر افزایش ترسیب کربن در عمق اول مطالعاتی می‌باشد که بیشترین تأثیر از فعالیت انسانی (مدیریت قرق) را پذیرفته است. برای اینکه اثر تغییرات مدیریت به قسمت‌های پایین‌تر خاک تأثیرگذار شود نیازمند مدیریت با مدت زمان بیشتری می‌باشد. در کل نتایج این مطالعه حاکی از اثرات نامطلوب چرای مراتع بر کیفیت مواد آلی خاک است که می‌تواند در درازمدت پایداری تولید در اکوسیستم‌های مرتعی را به خطر بیندازد. مقایسه بایومس در داخل و خارج قرق حاکی از وضعیت خوب پوشش گیاهی در داخل قرق و مؤثر بودن قرق در احیا مراتع مناطق مطالعاتی می‌باشد؛ هرچند میزان بایومس تولیدی در ایذه به‌دلیل میزان بارندگی بالا، بیشتر بوده است. از دیدگاه اقتصادی، متوسط ارزش هرتن ترسیب کربن در هکتار مناطق قرق شده برابر ۱۱۷۱۸/۵ دلار و در مراتع تحت چرای دام معادل ۱۰۵۹۰/۵ دلار می‌باشد. هرچند در منطقه ایذه با توجه به شرایط مناسب‌تر از لحاظ میزان بارش و تولید بایومس، مدیریت قرق اقتصادی‌تر و کاراتر بوده است. لازم به ذکر است که مدیریت مراتع از جنبه‌های دیگر همچون گردشگری، محیط زیست، تأثیر در وضعیت آب، حفظ خاک و غیره نیز حائز اهمیت است که شایسته است در مطالعات آتی مد نظر محققان قرار بگیرند. بنابراین مدیریت اکوسیستم‌های مرتعی به‌گونه‌ای باید هدایت شود که ضمن در نظر گرفتن اقتصاد زیست‌محیطی مراتع، به عملکرد و توان اکولوژیک آن نیز بپردازد. به‌طوری‌که در بحث کلان، توجیه بهینه و پایدار معادلات اقتصادی می‌تواند به‌عنوان ضامن اجرای طرح‌های مرتعداری به‌منظور توسعه پایدار تلقی شود.

منابع

1- Alizadeh M., Mahdavi M., Jouri M.H., Mahdavi S.K., and Malekpour B. 2011. Estimation of soil carbon sequestration in steppic rangelands (Case study: steppe rangeland Rudshur, Saveh). Rangeland, 5(2): 163-170. (In Persian)

2- An H., and Li G.Q. 2015. Effects of grazing on carbon and nitrogen in plants and soils in a semiarid desert grassland, China. Journal of Arid Land, 7: 3. 341-349.

3- Anonymous. 2012. Agricultural statistics of Khuzestan Province. Forest, Range and Watershed Organization of Khuzestan Province.

4- Anonymous. 2015. Yearbook of meteorological status of Khuzestan Province. Iranian Meteorological Organization, Research Division of Khuzestan Province.
5- Banaii M.H. 1998. Soil Moisture and Temperature Regimes Map. Soil and Water Research Institute of Iran. Tehran. (In Persian)
6- Benbi D.K., Brar K., Toor A.S., and Singh P. 2015. Total and labile pools of soil organic carbon in cultivated and undisturbed soils in northern India. Geoderma, 237: 149-158.
7- Blair G.J., Lefroy R.D.B., and Lisle L. 1995. Soil carbon fractions based on their degree of oxidation, and the development of a carbon management index for agricultural systems. Australian Journal of Agricultural Research, 46: 1459-1466.
8- Brevik E.C., Cerda A., Mataix-Solera J., Pereg L., Quinton J.N., Six J., and Van Oost K. 2015. The interdisciplinary nature of soil. Soil Journal, 1: 117–129.
9- Cannell G.R. 2003. Carbon sequestration and biomass energy offset theoretical, potential and achievable capacities globally in Europe and UK. Biomass and Bioenergy, 24: 97-116.
10- Cao G.M., Tang Y.H., Mo W.H., Wang Y.A., Li Y.N., and Zhao X.Q. 2004. Grazing intensity alters soil respiration in an alpine meadow on the Tibetan Plateau. Soil Biology and Biochemistry, 36: 237-243.
11- Cao Y.Z., Wang X.D., Lu X.Y., Yan Y., and Fan J.H. 2013. Soil organic carbon and nutrients along an alpine grassland transect across Northern Tibet. Journal of Mountain Science, 10: 564-573.
12- Chapman H.D. 1965. Cation-exchange capacity. P 891-901, In: C.A. Black (Ed.), Methods of soil analysis - hemical and microbiological properties. Agronomy.
13- 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, 8:56.
14- Costa C., Papatheodorou E.M., Monokrousos N., and Stamou G.P. 2015. Spatial variability of soil organic C, inorganic N and extractable P in a mediterranean grazed area. Land Degradation and Development, 26: 103-109.
15- Culman S.W., Snapp S.S., Freeman M.A., Schipanski M.E., Beniston J., Lal R., Drinkwater L.E., Franzluebbers A.J., Glover J.D., Grandy A.S., Lee J., Six J., Maul J.E., Mirksy S.B., Spargo J.T., and Wander M.M. 2012. Permanganate oxidizable carbon reflects a processed soil fraction that is sensitive to management. Soil Science Society of America Journal, 76: 494-504.
16- Dai E.F., Zhai R.X., Ge Q.S., and Wu X. 2014. Detecting the storage and change on topsoil organic carbon in grasslands of Inner Mongolia from 1980s to 2010s. Acta Geographica Sinica, 24(6): 1035-1046.
17- Dashtipour Kh. 1992. Range management plan in Dimeh area of Ramhormoz city. Department of Natural Resources Khuzestan province. (In Persian)
18- Davoudpour R., Mirtalbi A., and Abdi N.A. 2011. Comparison of soil organic carbon in different land use of cultivated and rangeland (Case Study: Hossein Abad of Arak). Proceedings of the National Conference of Desert Combat Desertification and Sustainable Development of Wetlands, pp 706-709.
19- Eskandari N., Alizadeh A., and Mahdavi F. 2008. Policies of range management in Iran (Rangeland Technical Office). Pooneh Press.
20- Feller C., and Bernoux M. 2008. Historical advances in the study of global terrestrial soil organic carbon sequestration. Waste Management, 28(4):734-740.
21- Gass T.M., and Binkley D. 2011. Soil nutrient losses in an altered ecosystem are associated with native ungulate grazing. Journal of Applied Ecology, 48: 952-960.
22- Gee G.W., and Bauder J.W. 1986. Particle size analysis. P 383-411, In: A. Klute (Ed.), Methods of soil analysis, Part 1. American Society of Agronomy. Inc. Madison, WI, USA.
23- Gobat Y.M., Aragno M., and Matthey W. 2003. Lesol vivant: base de la pedologie-biologie des sols. Edition press polytechniques et universitaire Romanoles (PPUR).
24- Gregorich E.G., Beare M.H., McKim U.F., and Skjemstad J.O. 2006. Chemical and biological characteristics of physically uncomplexed organic matter. Soil Science Society American Journal, 70: 975-985.
25- Haynes R.J. 2005. Labile organic matter fractions as central components of the quality of agricultural soils: An overview. Advances in Agronomy, 85: 221-268.
26- Heidarian Aghakhani M., Naghipour Borj A.A., and Nasri M. 2010. The effect of grazing on vegetation and soil chemical properties Sisab rangelands, Bojnord, Iran. Quarterly Renewable Natural Resources Research. First year, Second Issue. 14-27. (In Persian)
27- Lal R. 2004. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. Geoderma, 123: 1-22.
28- Lu X., Yan Y., Sun J., Zhang X., Chen Y., Wang X., and Cheng G. 2015. Short-term grazing exclusion has no impact on soil properties and nutrients of degraded alpine grassland in Tibet, China. Solid Earth, 6: 1195-1205.
29- Luciuk G.M., Boonneau M.A., Boyle D.M., and Vibery E. 2000. Prairie farm rehabilitation. Administration paper, carbon sequestration additional environmental, benefits of forests in the Prairie Farm Rehabilitation Administration, 22: 191-194.
30- Mahdavi M., Arzani H., Mesdaghi M., Mahdavi K.H., Mahmodi M., and Alizadeh M. 2011. Estimation of Soil Carbon Sequestration Rate in Steppes (Case Study: Saveh Rudshur Steppes). Journal of Rangeland Science, 1(3):

175-182.
31- Mirsky S.B., Lanyon L.E., and Needelman B.A. 2008. Evaluating soil management using particulate and chemically labile soil organic matter fractions. Soil Science Society of America Journal, 72: 1. 180-185.
32- Mofidi M., Jafari M., Tavili A., Rashtbari M., and Alijanpour A. 2013. Grazing exclusion effect on soil and vegetation properties in Imam Kandi Rangelands, Iran. Arid Land Research and Management, 27: 32-40.
33- Mohammadi H., and Tahmasebi H. 2000. Range management plan in Penty area of Ize city. Department of Natural Resources Khuzestan province. (In Persian)
34- Noel D., and Bloodworth H. 2000. Global climate change and effect of conservation practices in US Agriculture. Global of Environmental Change, 10(6): 197-209.
35- Pandey D.N. 2002. Global climate change and carbon management in multifunctional forest. Current Science, 83: 593-602.
36- Paulino V.T., Teixeira E.M.C., Lucena M.A.C., Miguel A.N.V., and Duarte K.M.R. 2016. Impact of Agricultural Management on Quality of Soil, Carbon Storage and Carbon Stratification. International Journal of Environmental and Agriculture Research, 2: 2454-1850.
37- Rhoades J.D. 1996. Salinity: Electrical conductivity and total dissolved soils. P 417-435, In D.L. Sparks (Ed.), Methods of Soil Analysis, Part 3: Chemical Methods, SSSA Book Series Number 5. Soil Science Society of America. Madison, WI.
38- Raiesi F., and Asadi E. 2006. Soil microbial activity and litter turnover in native grazed and ungrazed rangelands in a semiarid ecosystem. Biology and Fertility of Soils, 43: 76-82.
39- Raiesi F., and Riahi M. 2014. The influence of grazing exclosure on soil C stocks and dynamics, and ecological indicators in upland arid and semi-arid rangelands. Ecological Indicators, 41: 145-154.
40- Rui X., and Xiuqin W. 2016. Effects of grazing intensity on soil organic carbon of rangelands in Xilin Gol League, Inner Mongolia, China. Journal of Geographical Sciences, 26(11): 1550-1560.
41- Shahriari Geraei D., Hojati S., Landi A., and Faz Cano A. 2016. Total and labile forms of soil organic carbon as affected by land use change in southwestern Iran. Geoderma. Reg, 7: 29-37.
42- Steffens M., Kolbl A., and Knabner I.K. 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.
43- Strosser E. 2010. Methods for determination of labile soil organic matter: An overview. Journal of Agrobiology, 27(2): 49-60.
44- Su Y.Z., Zhao H.L., Zhang T.H., and Zhao X.Y. 2004. Soil properties following cultivation and non-greazing of semi-arid sandy grassland in northern China. Soil and Tillage Research, 75: 27-36.
45- Tamartash R., Hasannejad M., and Tatian M. 2014. Evaluation of Thymus serpyllum L. Medicinal Plant role in carbon sequestration of Hezar Jarib alpine pastures. Eco-phetochemical Journal of Medicinal Plants, 6(2):48-55. (In Persian)
46- Tarhouni M., Ben Hmida W., and Neffati M. 2015. Long-term changes in plant life forms as a consequence of grazing exclusion under arid climatic conditions. Land Degradation and Development, 20: 214-216.
47- Thomas G.W. 1996. Soil pH and soil acidity. P 475-490, In: D.L. Sparks (Ed.), Methods of Soil Analysis, Part 3: Chemical Methods., SSSA Book Series Number 5, Soil Science Society of America. Madison, WI.
48- Thompson T.L., Zaady E., Huancheng P., Wilson T.B., and Martens D.A. 2006. Soil C and N pools in patchy shrublands of the Negev and Chihuahuan Deserts. Soil Biology and Biochemistry, 38: 1943-1955.
49- Vieira F.C.B., Bayer C., Zanatta J.A., Mielniczuk J., He Z.L., and Dieckow J. 2007. Carbon management index based on physical fractionation of soil organic matter in an Acrisol under long-term no-till cropping systems. Soil and Tillage Research, 96: 195-204.
50- Walkley A., and 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, 63: 251-263.
51- Wei J.B., Xiao D.N., Zeng H., and Fu Y.K. 2008. Spatial variability of soil properties in relation to land use and topography in a typical small watershed of the black soil region, northeastern China. Environmental Geology, 53: 1663-1672.
52- Wong V.N., Greene R.S., Murphy B.W., Dalal R., Mann S., and Farquhar G. 2006. The effects of salinity and sodicity on soil organic carbon stocks and fluxes: an overview. Regolith Consolidation and Dispersion of Ideas, 7: 367-371.
53- Xu M., Lou Y., Sun X., Wang W., Baniyamuddin M., and Zhao K. 2011. Soil organic carbon active fractions as early indicators for total carbon change under straw incorporation. Biology and Fertility of Soils, 47: 745-752.
54- Yang X., Ren W., Sun B., and Zhang S. 2012. Effects of contrasting soil management regimes on total and labile soil organic carbon fractions in a loess soil in China. Geoderma, 177: 49-56.
55- Zhang J., Xu M., and Wu F. 2015. Difference analysis of different land use types on soil organic carbon in loess Gullied-Hilly region of China. Advance Journal of Food Science and Technology, 7(4): 274-280.

Journal of Water and Soil
Vol. 32, No. 2, May.-Jan. 2018, p. 375-386

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۲، شماره ۲، خرداد – تیر ۱۳۹۷، ص. ۳۸۶-۳۷۵

Carbon Sequestration and Estimation of Its Economic Value in Selected Pastures of Khuzestan under Grazing and Grazing Exclusion

A. Owji[1]- A. Landi*[2]- S. Hojati[3]

Received: 18-12-2017
Accepted: 09-04-2018

Introduction: Soil is a key resource that contributes to the earth system functioning as a control and manages the cycles of water, biota and geochemical and as an important carbon reservoir. Soil organic matter is one of the most important factors in soil quality assessment and having relationship with physical, chemical and biological properties of soil. Carbon sequestration in plant biomass and soils is the simplest and the most economically practical solution to reduce the risks of atmospheric carbon dioxide. Little information is available about the effects of grazing management on sequestration of carbon in Khuzestan Province pastures. Therefore, this study was conducted to evaluate the effects of grazing exclusion on the amount and forms of carbon management and carbon sequestration with economic view in some pasture soils from Peneti Plain of Izeh area and Dimeh regions of Ramhormoz in Khuzestan Province.

Materials and Methods: This study was conducted in two regions including Izeh and Ramhormoz representing different climates, vegetation and soil types of southwestern Iran. We selected two grazing treatments including ungrazed and grazed pastures in each region. The first area includes rangeland ecosystem in Izeh city between 31° 57′ 8″ to 31° 58′ 20″ N and 49° 41′ 11″ to 49° 42′ 33″ E. The region has a typical temperate continental climate, characterized by dry summers and cold winters. The mean annual rainfall is 623mm. The mean annual temperature (MAT) is 19.2 °C, and the mean monthly air temperature varies from -0.6 °C in January to 42.4 °C in July. The second area (Ramhormoz) is located between 31° 7′ 44″ to 31° 9′ 11″ N and 49° 29′ 13″ to 49° 28′ 52″ E. The mean annual rainfall is 200 mm and the mean annual temperature (MAT) is 27.2 °C, and the mean monthly air temperature varies from 4.2 °C in January to 51.6 °C in July. For each climate region, grazed and ungrazed sites were located on the same soil series with similar aspect and slope. Then, random soil samples were taken from the surface and subsurface in 15 points. After air drying the soil samples and passing them through a 2 mm sieve, physical, chemical properties of the soils were measured.

Results and Discussion: The soil of both studied regions are non-saline, calcareous, and alkaline and have relatively heavy texture. The results showed that the studied characteristics in four study areas had low and moderate coefficients of variation. This suggests that the contribution of edaphic and environmental factors to explain variation in the data is not high. Also, grazing management has increased soil organic matter of surface and subsurface soil, but despite the increase in organic matter contents of subsurface soils the difference was not statistically significant. The effect of management practices, in order to have a significant effect to lower parts of the soil, it requires a longer period management. Comparing the biomass upon non-grazing (405 and 42 gm^{-2} in Izeh and Ramhormoz respectively) and grazed (117 and 17 gm^{-2}) areas, indicates a good condition of vegetation in the non-grazing and the effectiveness of enclosure in rehabilitation of pastures in the study area. However, due to more rainfall rates, the amount of biomass produced in Izeh is higher.

Conclusion: The carbon management index in the study areas, as well as the depths of the study is high, indicating recovery of soil carbon and improving its quality. Also, based on carbon sequestration in the study area, non-grazing was one of the most proper and efficient management practices, which improved soil quality. Accordingly, it seems that non-grazing practices should be considered as one of the major programs in renewable natural resources plans. On the other hand, estimation of the economic value of carbon sequestration in the pastures has been remarkable, and increased 17 and 12.7% of the value of carbon sequestration in Izeh and Ramhormoz regions under the management of the exclusion. Therefore, the management of rangelands should be directed to allow for their ecologic performance and capacity considering the environmental economy of rangelands so that in broad terms, the justification for the enhancement and maintenance of the economic equilibrium can be viewed as a guaranty of implementing the range managements resulting in sustained development.

Keywords: Carbon management index, Carbon sequestration, Economical, Grazing exclusion, Pasture

1, 2 and 3- Graduated Ph.D, Professor and Associate Professor, Department of Soil Science, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran, Respectively
(*- Corresponding Author Email: landi@scu.ac.ir)