برآورد مقدار ترسیب کربن خاک در مراتع استپی (مطالعهٔ موردی: مراتع استپی رودشور ساوه)

میثم علیزاده[۱*]، محمد مهدوی[۲]، محمدحسن جوری[۳]، سیده خدیجه مهدوی[۴] و بهروز ملک‌پور[۵]

تاریخ دریافت: ۸۹/۳/۱ – تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۲/۱۵

چکیده

افزایش بی‌نظمی در اکوسیستم‌های طبیعی از طریق افزایش در مقدار دی‌اکسیدکربن از زمان انقلاب صنعتی شدت یافته است. خاک از عمده‌ترین منابع ذخیرهٔ کربن است و در توازن جهانی کربن و ترسیب مجدد آن نقش به‌سزایی دارد. با توجه به وسعت زیاد مناطق استپی در کشور، توجه به سهم و میزان ترسیب کربن آن قابل تأمل است. به‌منظور برآورد ترسیب کربن خاک، مراتع استپی رودشور ساوه در سه تیمار قرق بلندمدت و میان‌مدت و مرتع تحت‌چرا انتخاب شد. نمونه‌برداری خاک در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری از پای گیاهان و در حدفاصل آنها انجام شد. در هر منطقه، به تعداد ۶۰ نمونهٔ خاک و در مجموع ۱۸۰ نمونه برداشت شد. نمونه‌ها در هوای آزاد خشک شد و از الک ۲ میلی‌متری در آزمایشگاه عبور داده شد. اندازه‌گیری کربن آلی خاک با روش والکی- بلاک انجام شد. نتایج نشان داد میزان کربن آلی خاک در پای گیاهان با کربن موجود در حدفاصل گیاهان در هر منطقه به‌طور جداگانه اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد داشت. همچنین نتایج نشان داد مقدار کربن آلی خاک در پای گیاه بیشتر از حدفاصل گیاه در تیمار قرق بود، در حالی‌که این نتیجه در مرتع چرا شده معکوس بود. از نظر میانگین ترسیب کربن کل، قرق میان‌مدت با متوسط ۲۲/۴۵ تن در هکتار، تفاوت آماری معنی‌داری با قرق بلندمدت به‌میزان ۱۷/۷۶ تن در هکتار و سایت چرا شده به‌میزان ۱۸/۵۰ تن در هکتار داشته است.

واژه‌های کلیدی: کربن آلی خاک، ترسیب کربن، مراتع استپی، قرق، رودشور ساوه.

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد مرتعداری دانشگاه آزاد اسلامی واحد نور
*: نویسندهٔ مسئول: meysam.alizadeh2002@gmail.com
۲- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد نور
۳- مربی دانشگاه آزاد اسلامی واحد نور
۴- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد نور
۵- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد نور

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

تغییر اقلیم و افزایش گرمای جهانی به عقیدهٔ بسیاری از محققان، ناشی از افزایش غلظت گازهای گلخانه‌ای در جو کرهٔ زمین است (۵) و کربن نیز از عمده‌ترین گازهای گلخانه‌ای محسوب می‌شود (۱۲). خطرات و پیامدهای ناشی از افزایش غلظت گازهای گلخانه‌ای و به‌ویژه دی اکسیدکربن مورد تأکید و توجه مجامع بین‌المللی بوده است، به‌طوری‌که در سال ۱۹۹۲ تقریباً تمامی کشورهای دنیا کنواکسیون تغییرات اقلیمی را با هدف کاهش و متعادل نمودن غلظت گازهای گلخانه‌ای امضا کردند. متعاقب آن نیز پروتکل کیوتو در سال ۱۹۹۷ با هدف دراز مدت محدود نمودن انتشار این گازها مورد توافق رسمی ۵۵ کشور دنیا قرار گرفت (۱۶). بدیهی است که کشورهای صنعتی و به‌دنبال آن سایر کشورها، در پی دستیابی به روش‌های کاهش گازهای آلایندهٔ جو و به‌طور خاص دی اکسیدکربن با استفاده از روش‌های جدید سازگار با محیط زیست که مواد آلایندهٔ کمتری تولید می‌کنند، بوده‌اند. میزان گازکربنیک در چرخهٔ طبیعت معادل ۲۰۰ میلیارد تن در سال بوده که در پنج منبع مهم شامل اقیانوس‌ها، اعماق زمین، اتمسفر، منابع زنده و خاک ذخیره است. با توجه به این که ۷۵ درصد کربن اکوسیستم‌های خشکی در خاک ذخیره شده است (۱۶)، یک روش پیشنهادی برای کاهش میزان دی‌اکسیدکربن و افزایش ذخیرهٔ جهانی کربن، ترسیب دوبارهٔ آن در خاک‌ها است. لال[1] (۲۰۰۴) نیز خاک‌های جهان را سومین ذخیره‌گاه اصلی کربن (آلی و معدنی) و حدود ۴ برابر کربن موجود در بیوماس و ۳/۳ برابر میزان کربن موجود در جو می‌داند. در تحقیقی که اسنوراسون[2] و همکاران (۲۰۰۲) در یک دورهٔ ۳۳ ساله برای مرتع چرا شده انجام دادند، اظهار داشتند که میزان ترسیب کربن ۱۵۷ تن بر هکتار بوده و قسمت اعظم ترسیب در خاک رخ داده است. اسچومن[3] و همکاران (۱۹۹۹) نیز تأثیر چرای سنگین، سبک و قرق را طی ۱۲ سال در علفزارهای آمریکا بررسی کرده و نشان دادند که ترسیب کربن خاک در منطقهٔ چرا شده بیش از منطقهٔ قرق بود که دلیل آن تردد دام، لگدکوبی اندام‌های گیاه و لاشبرگ و متلاشی شدن و مخلوط شدن آن با خاک سطحی اعلام شد. درنر[4] و همکاران (۱۹۹۷) مناطق چراشده و قرق را در دو عمق ۱۵- ۰ و ۳۰- ۱۵ سانتی‌متری از لحاظ میزان ترسیب کربن مقایسه کرده و به این نتیجه رسیدند که ترسیب کربن در عمق ۱۵- ۰ سانتی متر در منطقه چراشده بیشتر از منطقهٔ قرق بوده ولی اختلاف معنی‌داری در عمق ۳۰- ۱۵ سانتی‌متری مشاهده نشد. نتایج مطالعهٔ آذرنیوند و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی اثر چرای دام بر ترسیب کربن و ذخیرهٔ ازت در مراتع با گونهٔ درمنهٔ دشتی در استان سمنان گویای این واقعیت بوده است که چرای دام موجب تغییر ذخیرهٔ کربن و ازت خاک می‌شود، اما این میزان تغییرات به شدت چرا وابسته خواهد بود. اسچومن و همکاران (۲۰۰۲) با بررسی عملیات مدیریتی و اصلاحی مراتع مانند کوددهی و چرا در آمریکا دریافتند که این عملیات سبب افزایش ترسیب کربن خاک شده است. احمدی و همکاران (۲۰۰۹) با بررسی تأثیر فاصله از گیاه در میزان ترسیب کربن خاک در گونهٔ تاغ در جنوب دریاچهٔ نمک دریافتند که بیشترین میزان کربن ترسیب‌شده در زیر تاج پوشش و کمترین میزان در منطقهٔ عاری از هرگونه لاشبرگ سطحی رخ داده است. جعفری و همکاران (۲۰۰۸) نیز در مقایسهٔ کیفیت لاشبرگ و تأثیر آن بر خاک رویشگاه سه گونهٔ مرتعی در منطقهٔ وردآورد به این نتیجه رسیدند که عناصر حاصلخیزکنندهٔ خاک (کربن، نیتروژن، فسفر و...) در پای گونه‌های مورد بررسی نسبت به مناطق شاهد افزایش یافته است. نتایج تحقیقات بیانگر اهمیت خاک‌ها به‌عنوان یکی از مهمترین ذخیره‌گاههای کربن و تأثیر عملیات مدیریتی در مقدار ترسیب کربن است. در ایران مراتع بخش وسیعی از کشور را در برگرفته است که در این بین مناطق استپی ۴۷ درصد از کل مراتع کشور را تشکیل می‌دهد (۱۷). خاک‌های مراتع استپی به‌عنوان یکی از مهمترین اجزای این اکوسیستم باید از دیدگاه ترسیب کربن مورد مطالعه قرار گیرد، زیرا خاک‌ها سومین ذخیره‌گاه بزرگ کربن در جهان هستند (۱۲). همچنین در منابع، ارزش هر هکتار مرتع در ارتباط با ترسیب کربن از ۵۰ تا ۳۰۰ دلار محاسبه شده است (۱۳). از این‌رو،

1- Lal
2- Snorrason
3- Schuman
4- Dernner

Archive of SID

www.SID.ir

پژوهش حاضر در مراتع استپی رودشور ساوه به بررسی و مقایسهٔ مراتع قرق‌شده (قرق بلندمدت و میان‌مدت) با مرتع چرا شده به‌عنوان سایت شاهد (۲۱) از نظر مقدار ترسیب کربن خاک و همچنین بررسی جنبهٔ اقتصادی ترسیب کربن در این مراتع پرداخته تا از یک سو تأثیر عملیات مدیریتی (قرق) بر میزان ترسیب کربن خاک سنجیده شود و از سوی دیگر به‌عنوان شاخصی برای ارزیابی عملکرد و پتانسیل مراتع در بحث توسعه پایدار ارائه شود.

مواد و روش‌ها

منطقهٔ مورد مطالعه

قرق روشور ساوه در جنوب شهرستان رباط‌کریم و در ۶۰ کیلومتری تهران در مسیر جادهٔ تهران-ساوه واقع شده است. متوسط بارندگی سالانه منطقه بر اساس ایستگاه هواشناسی امین‌آباد در یک دورهٔ ۳۵ ساله (۸۳- ۱۳۴۸) حدود ۲۰۶ میلی‌متر است. این منطقه در ارتفاع ۱۱۰۰ متری از دریا واقع شده است. طول جغرافیایی قرق مورد نظر، ۵۰ درجه و ۵۳ دقیقه و عرض جغرافیایی آن ۳۵ درجه و ۲۶ دقیقه است. این قرق به‌لحاظ طول مدت شامل دو بخش قرق بلندمدت (از سال۱۳۴۴ به مساحت ۳۰ هکتار) و میان‌مدت (از سال ۱۳۶۴ به مساحت ۲۰ هکتار) است. گونه‌های غالب در قرق‌ها شامل .Trin *Stipa hohenackeriana* Rupr& ،*Salsola tomentosa* Moq و *Artemisia sieberi* Besser است. همچنین در خارج قرق نیز گونهٔ *A. sieberi* به‌عنوان گونهٔ اصلی مطرح است (۳ و۱۴).

روش تحقیق

ابتدا منطقهٔ معرف در سه سایت قرق بلندمدت و میان‌مدت و نیز منطقهٔ چرا شده تعیین شد. هر سه منطقه در کنار هم و در گرادیان ارتفاعی، شیب و جهت مشابه واقع شده‌اند. نمونه‌گیری از خاک به‌صورت کاملاً تصادفی در هر یک از سایت‌های سه‌گانه انجام شد. نمونه‌ها در دو حالت از پای گیاه و در حد فاصل گیاهان (جایی‌که خاک کاملاً لخت و عاری از هر گونه پوشش بود) تا عمق ۳۰ سانتی‌متری جمع‌آوری شد. ژائو[1] و همکاران (۲۰۰۷) معتقدند تغییرات کربن آلی خاک در اعماق بیشتر از ۳۰ سانتی‌متر بسیار ناچیز است. تعداد ۶۰ نمونهٔ خاک در هر منطقه (به‌دلیل وسعت منطقه و پراکنش مناسب نمونه‌ها، ۳۰ نمونه از پای گونه‌های گیاهی و۳۰ نمونه در بین گیاهان) و در مجموع ۱۸۰ نمونهٔ خاک برداشت و به آزمایشگاه منتقل شد. نمونه‌ها در هوای آزاد خشک و از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد. برای اندازه‌گیری کربن آلی خاک از روش والکی- بلاک[2] و به‌منظور محاسبهٔ درصد کربن کل و وزن مخصوص ظاهری از روش کلوخه استفاده کرد (۱۰ و ۱۴). با توجه به هدف تحقیق، متغیرهای مورد استفاده شامل ضخامت لایهٔ معدنی، تراکم کربن و وزن مخصوص ظاهری خاک تعیین شد. به‌منظور تعیین میزان کربن ترسیب‌شده با مقیاس گرم در هر متر مربع از رابطهٔ (۱) استفاده شد.

رابطهٔ (۱) $Cc = ۱۰۰۰ \times C(\%) \times Bd \times e$ (۲۲)

در این رابطه، Cc: میزان وزن کربن ترسیب‌شده در سطح یک مترمربع، C: درصد تراکم کربن در عمق مشخصی از خاک، Bd: وزن مخصوص ظاهری خاک برحسب گرم بر سانتی‌متر مکعب و e: ضخامت عمق خاک برحسب سانتی‌متر است. داده‌ها در نرم‌افزار Excel ۲۰۰۳ پردازش شد و تجزیه و تحلیل آنها در محیط نرم‌افزاری SPSS ۱۲ انجام شد. به‌منظور مقایسهٔ مقدار ترسیب کربن خاک در پای گونه‌های گیاهی با ترسیب کربن خاک در حد فاصل گیاهان از آزمون t استفاده شد. برای بررسی اثر قرق و چرا بر مقدار ترسیب کربن از تجزیهٔ واریانس یکطرفه و مقایسهٔ میانگین در سه منطقه به‌وسیلهٔ آزمون دانکن انجام شد.

نتایج

برآورد مقدار ترسیب کربن در واحد سطح

نتایج برآورد مقدار ترسیب کربن در واحد سطح (متر مربع و هکتار) در هر منطقه در جدول ۱ آمده است. میانگین مقدار کربن آلی خاک در قرق بلندمدت ۱۷/۷۶

1- Gao
2- Walkley- Black

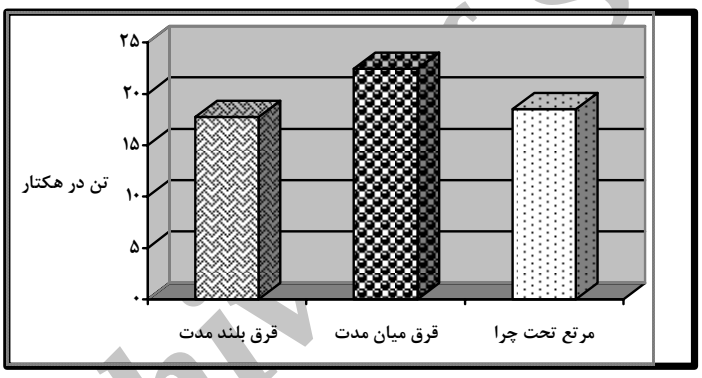
Archive of SID

www.SID.ir

تن در هکتار، در قرق میان‌مدت ۲۲/۴۵ تن در هکتار و در منطقهٔ چرا شده ۱۸/۵۰ تن در هکتار بود (شکل ۱).

جدول ۱- مقدارترسیب کربن در واحد سطح مناطق مورد مطالعه

منطقهٔ مورد مطالعه	ناحیهٔ نمونه‌برداری (تیمار)	غلظت کربن ٪	وزن مخصوص ظاهری gr/cm^3	ترسیب کربن Kg/m^2	ترسیب کربن ton/ha
قرق بلندمدت	خاک پای گیاه	۰/۵۳۲	۱/۳۵۵	۲۱/۶۲ ± ۵/۴۸	۲۱/۶۲ ± ۱/۷۳
	خاک حدفاصل گیاه	۰/۳۳۹	۱/۴۱۳	۱۴/۳۷ ± ۶/۱۱	۱۴/۳۷ ± ۱/۹۳
قرق میان‌مدت	خاک پای گیاهان	۰/۶۰۶	۱/۳۳۲	۲۴/۲۱ ± ۵/۵۵	۲۴/۲۱ ± ۱/۷۵
	خاک حدفاصل گیاه	۰/۵۴۹	۱/۳۶۱	۲۰/۷۰ ± ۳/۳۵	۲۰/۷۰ ± ۱/۰۶
مرتع تحت‌چرا	خاک پای گیاهان	۰/۳۶۷	۱/۴۰۵	۱۵/۴۷ ± ۶/۴۵	۱۵/۴۷ ± ۶/۴۵
	خاک حدفاصل گیاه	۰/۴۴۷	۱/۶۰۶	۲۱/۵۳ ± ۳/۸۴	۲۱/۵۳ ± ۳/۸۴



شکل ۱- میانگین کل ترسیب کربن خاک در سه سایت مطالعاتی

مقایسهٔ مقدار ترسیب کربن پای گیاهان با ترسیب کربن در حدفاصل گیاهان در هر منطقه

مقایسهٔ میزان کربن ترسیب‌شده در پای گیاه و کربن موجود در فواصل گیاهان در هر کدام از سایت‌ها در جدول ۲ آمده است. نتایج حاصل از آزمون t نشان می‌دهد که تفاوت معنی‌داری بین کربن موجود در پای گونه‌های گیاهی با کربن ذخیره‌شده در حد فاصل گیاهان در سطح ۵ درصد وجود دارد.

جدول ۲- مقایسهٔ مقدار ترسیب کربن در خاک پای گیاه و خاک حد فاصل گیاهان در هر منطقه

منطقهٔ مورد مطالعه	مقدار آزمون t	درجهٔ آزادی	سطح معنی‌داری
قرق بلندمدت	۲/۲۷	۹	۰/۰۴۹*
قرق میان‌مدت	۲/۴۸	۹	۰/۰۳۵*
مرتع تحت‌چرا	۲/۲۷	۹	۰/۰۴۹*

* : نشان‌دهندهٔ اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد است.

مقایسهٔ مقدار ترسیب کربن خاک پای و خاک حدفاصل گیاهان سه منطقه با یکدیگر

نتایج مقایسهٔ انجام‌شده در مقدار ترسیب کربن خاک پای و حدفاصل گیاهان به‌صورت جداگانه در سه منطقه از طریق تجزیهٔ واریانس و آزمون دانکن، حاکی از وجود تفاوت در میزان کربن ترسیب شده است. به‌طوری‌که

Archive of SID

www.SID.ir

مقدار کربن ذخیره‌شده در خاک پای گیاهان در قرق‌ها با منطقهٔ تحت‌چرا و میزان کربن ذخیره‌شده در حدفاصل گیاهان در قرق میان‌مدت و مرتع تحت‌چرا با قرق بلندمدت اختلاف معنی‌دار داشته است (جدول ۳).

جدول ۳- نتایج آزمون دانکن در مقایسهٔ میزان کربن ذخیره‌شده در سه منطقه

منطقهٔ مورد مطالعه	خاک پای گیاهان	خاک حدفاصل گیاهان
قرق بلندمدت	۲۱/۶۲ a	۱۴/۳۷ a
قرق میان‌مدت	۲۴/۲۱ a	۲۰/۷۰ b
مرتع تحت‌چرا	۱۵/۴۷ b	۲۱/۵۳ b

حروف غیر مشترک در هر ردیف بیانگر وجود اختلاف در سطح ۵ درصد است.

مقایسهٔ مقدار ترسیب کربن کل در سه منطقه

در بررسی میزان کل کربن ذخیره‌شده در سه سایت قرق بلندمدت، قرق میان‌مدت و مرتع تحت چرا نتایج نشان می‌دهد که میزان ترسیب کربن در قرق میان مدت در مقایسه با قرق بلندمدت و مرتع تحت چرا، دارای مقدار بیشتری بوده و اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد با دو منطقهٔ دیگر دارد. به‌طوری‌که آزمون دانکن توانست دو گروه تفکیک کند؛ در گروه اول دو منطقهٔ قرق بلندمدت و مرتع تحت‌چرا و در گروه دوم قرق میان‌مدت قرار گرفت (جدول ۴).

جدول ۴- نتایج آزمون دانکن در مقایسهٔ میزان کل کربن ذخیره‌شده در سه منطقه

منطقهٔ مورد مطالعه	قرق بلندمدت	قرق میان‌مدت	مرتع تحت‌چرا
میزان کربن کل	۱۷/۷۶ a	۲۲/۴۵ b	۱۸/۵۰ a

حروف غیر مشترک نشان‌دهندهٔ وجود اختلاف در سطح ۵ درصد است.

بحث و نتیجه گیری

برآورد مقدار ترسیب کربن و نتایج حاصل از آن نشان داد که میزان کل ذخیرهٔ کربن در تیمارهای مختلف و نیز در خاک پای گیاهان و حدفاصل بین آنها با همدیگر اختلاف دارد. دلیل این اختلاف حضور گونه‌های گیاهی است که تأثیر به‌سزایی در ترسیب کربن هر منطقه داشته است. افزایش مقدار کربن در زیر تاج گونه‌ها نسبت به مناطق بدون پوشش را می‌توان ناشی از ریزش اندام‌های هوایی این گیاهان بر روی زمین و شدت یافتن فعالیت‌های بیولوژیک موجودات زنده و همچنین انتقال عناصر مازاد در گیاهان توسط آوندها و در نهایت ریشه‌ها به درون خاک دانست. این نتایج با مطالعهٔ جعفری و همکاران (۲۰۰۸) همخوانی دارد. همچنین در مقایسهٔ کلی خاک پای گیاهان و خاک حدفاصل گیاهان در مناطق سه‌گانه نیز نتایج مشابه، مشاهده شد. احمدی و همکاران (۲۰۰۹) نیز نتایج مشابهی را گزارش کردند. در منطقهٔ تحت چرا، با فاصله از بوته‌های گیاهی و مناطق عاری از پوشش، مقدار ترسیب کربن بیشتر از زیر تاج پوشش بوده است که دلیل آن را می‌توان به ناچیز بودن درصد پوشش، انتقال لاشبرگ و اندام‌های گیاهان به قسمت‌های دورتر از گیاه توسط دام، شستشوی خاک در اثر فرسایش و انتقال مواد به نقاط دیگر دانست که نتایج حاصل با گزارش اسچومن و همکاران (۱۹۹۹) نیز مشابهت دارد. در مقایسهٔ کلی سایت‌های مورد مطالعه از یافته‌های به‌دست آمده ملاحظه شد که بین دو قرق بلندمدت و میان‌مدت اختلاف آماری معنی‌داری از نظر میزان ترسیب کربن وجود دارد، اما این اختلاف بین دو منطقه قرق بلندمدت و مرتع تحت‌چرا مشهود نیست. به‌عبارت دیگر قرق بلندمدت با میانگین کل ذخیرهٔ کربن به میزان ۱۷/۷۶ تن در هکتار با مرتع تحت‌چرا به‌میزان ۱۸/۵۰ تن در هکتار در یک گروه و قرق میان‌مدت با میانگین کل ذخیرهٔ کربن به‌میزان ۲۲/۴۵ تن در هکتار در گروه مجزا قرا گرفت. این نتایج مؤید آن است که عملیات مدیریتی در مقدار ذخیرهٔ کربن مؤثر بوده است (البته در ارتباط با قرق بلندمدت به‌دلیل وجود عوامل مداخله‌گر این گونه نیست). نتایج اسچومن و همکاران (۲۰۰۲) نیز نشان داد انواع عملیات مدیریتی بر میزان ترسیب کربن خاک مؤثر است. کمتر بودن میزان ذخیرهٔ کربن در قرق بلند مدت را می‌توان ناشی از طولانی

Archive of SID

www.SID.ir

شدن مدت زمان قرق دانست. زیرا با گذشت حدود ۴۵ سال از محصور نمودن منطقه و عدم ورود دام، فعالیت موجودات مهره‌دار و بی‌مهره (مانند خرگوش و مورچه) شدت یافته و در نتیجهٔ مرگ و میر و کم‌شدن تعداد گونه های گیاهی به‌خصوص گونهٔ درمنه دشتی به‌عنوان گونه غالب رویشگاه و حضور پهن‌برگان علفی یکساله را به همراه داشته است (۱۵). سو و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند در صورت از بین رفتن پوشش گیاهی، کم‌شدن حجم لاشبرگ و افزایش خاک لخت، مقدار کربن نیز در سیستم گیاه-خاک کاهش خواهد یافت. مقدار ترسیب کربن در قرق میان‌مدت دارای بیشترین سطح بوده است. این قرق پس از سپری کردن ۲۵ سال دارای تنوع گونه‌ای بالا، درصد تاج پوشش بیشتر و مرگ و میر کمتر گیاهان، درصد لاشبرگ به مقدار زیاد و سرانجام کم بودن مناطق عاری از پوشش (خاک لخت) باشد (۱۵). همچنین اختلاف بین میانگین ترسیب کربن در پای گونه‌های گیاهی با فضای عاری از پوشش در این سایت نسبت به دو منطقهٔ دیگر کمتر است که دلیل آن را می‌توان همان موارد ذکر شده دانست. محمودی طالقانی و همکاران (۲۰۰۷) در برآورد میزان ترسیب کربن در جنگل‌های تحت مدیریت به رابطهٔ بین میزان حجم در هکتار با میزان بیوماس جنگل و افزایش ذخیرهٔ کربن و همچنین تأثیر تنوع گونه‌ای بر این افزایش اشاره کردند. در انتخاب مرتع تحت‌چرا به‌عنوان منطقهٔ شاهد و انتخاب منطقهٔ معرف درآن با توجه به شرایط چرایی حاکم، تقریباً حد واسط میزان ترسیب کربن رخ داد. در توجیه مقدار متوسط ترسیب کربن تحت شرایط چرا می‌توان چنین عنوان کرد که: با توجه به بالا بودن درصد بیوماس گیاهی و چرای معقول در این منطقه و عدم تأثیر محسوس چرا بر زیتودهٔ گیاهی به‌عنوان منبع ورودی کربن به خاک اشاره کرد. به طوری‌که آذرنیوند و همکاران (۲۰۰۹) نیز به چنین نتایج مشابهی دست یافتند، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که مدیریت اصولی و شرایط چرایی مناسب می‌تواند سبب پایداری رویشگاه و افزایش میزان ترسیب کربن شودد، تحقیقات زیاد دیگری نیز مؤید این مطلب بوده که چرا در حد معقول و سبک سبب افزایش میزان ترسیب کربن خواهد شد (۱، ۷ و ۲۱). مدیریت فعلی بر مرتع قرق‌شده (بلند مدت) سبب شد تا به‌لحاظ سلامتی آن را به خطر اندازد (۱۵). این مورد در تضاد با مدیریت اصولی که متضمن مرتعداری پایدار در مراتع است، محسوب می‌شود. در رویکرد جدید مدیریت، ضمن استفادهٔ صحیح از گونه های گیاهی، میزان ذخیرهٔ کربن به‌عنوان شاخص عملکرد تولیدی مراتع به‌حساب می‌آید. با عنایت به ارزش حداقلی ترسیب کربن یعنی۵۰ دلار برای هر تن (۱۳) و متوسط ۱۸ تن در هکتار ترسیب کربن در این رویشگاه، می‌توان گفت ارزش هرتن ترسیب کربن در هکتار این مناطق برابر ۹۰۰ دلار بوده که با در نظر گرفتن سطح ۴۶ میلیون هکتاری مناطق استپی در کشور (۱۷)، این ارزش را می‌توان بالغ بر ۴۱ میلیارد دلار دانست. با توجه به برآورد ۱۰/۷ میلیون تن علوفه خشک از سطح کل مراتع کشور و احتساب ارزش ریالی هر کیلوگرم ۱۵۰۰ ریال، معادل۰/۷ قیمت جو در بازار بر مبنای قیمت جو در سال ۱۳۸۶، ارزش ریالی علوفه تولیدی فقط ۱۶۰۵۰میلیارد ریال خواهد بود (۸). حال اگر رقم ۴۱ میلیارد دلار (۴۱×۱۰^{۱۱} ریال) حاصل از ارزش ترسیب کربن مراتع استپی را با $۱۶/۰۵\times۱۰^{۸}$ دلار (۱۶۰۵۰ میلیارد ریال) ارزش علوفه تولیدی کل مراتع ایران مقایسه کنیم بیش از پیش به ارزش اقتصادی ترسیب کربن پی برده می‌شود. بنابراین مدیریت اکوسیستم‌های مرتعی به گونه‌ای باید هدایت شود که ضمن در نظر گرفتن اقتصاد زیست محیطی 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 به منظور توسعه پایدار تلقی شود.

منابع

1. Abdi, N., H. Maddah Arefi. & G. Zahedi Amiri, 2007. Estimation of carbon sequestration *in* Astragalus rangeland of Markazi province (case study: Malmire rangeland in Shazand region). Iranian J. of Range and Desert Research, 15(2): 269-282. (In Persian)

Archive of SID

www.SID.ir

2. Ahmadi, H., Gh. A. Heshmati, M. Pesarkali & H.R. Naseri, 2009. Effect of distance from the plant in the amount of soil carbon sequestration in *Haloxylon* species (Case Study: South Salt Lake). The 4th National Congress on Range and Range Management, Karaj, Iran, 265p. (In Persian)
3. Akbarzadeh, M. & T. Mirhaji, 2006. Investigating and comparing some usual rangeland condition monitoring methods suited with site potential in some climatic regions of Tehran province. Iranian J. of Range and Desert Research, 13(3): 222-235. (In Persian)
4. Azarnivand, H., H. Joneydi Jafari., M.A. Zare Chahooki., M. Jafari & S. Nikoo, 2010. Estimation of grazing livestock effect on carbon sequestration and nitrogen stabilization in *Artemisia sieberi* rangeland of Semnan province. Iranian J. Range Management, 3(4): 590-610. (In Persian)
5. Brooks, R., 1998. Carbon Sequestration What's that? Journal of Forest Management, 32: 2-4.
6. Derner, J.D., D.D. Briske & T.W. Boutton, 1997. Does Grazing Mediate Soil Carbon and Nitrogen accumulation beneath C4, Perennial grasses along an environmental gradient? J. of Plant and Soil, 191: 147-156.
7. Derner, J.D. & G.E. Schuman, 2007. Carbon sequestration and rangelands, A synthesis of land management and precipitation effects. Journal of Soil and Water Conservation, 62(2): 77-85.
8. Eskandari, N., A. Alizadeh & F. Mahdavi, 2008. Range management policies in Iran. Poneh Publications, 190p. (In Persian)
9. Gao, Y.H., P. Luo, N. Wu, H. Chen, & G.X. Wang, 2007. Grazing intensity impacts on carbon sequestration in an alpine meadow on the Eastern Tibetan Plateau, Agricultural and Biological Sciences, 3(6): 642-647. (In Persian)
10. Jafari Haghighi, M., 2003. Soil analysis methods - sampling and analysis physical and chemical with emphasis on Theory and Applied principles. Neday Zahi Publication, 236p. (In Persian)
11. Jafari, M., M.A. Zare Chahouki, N. Rahimzadeh & M. Shafizadeh Nasreabadi, 2008. Comparing the litter quality and its effect on soil characteristics of three species in rangelands of Vard-Avard. Iranian Journal Rangeland, 2(1): 1-10. (In Persian)
12. Lal, R., 2004. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. Geoderma, 123: 1-22.
13. Luciuk, G.M., M.A. Boonneau, D.M. Boyle & E. Vibery, 2000. Prairie farm rehabilitation. administration paper, carbon sequestration additional environmental, benefits of forests in the Prairie Farm Rehabilitation Administration (PFRA), ID N: 1967, Session, 22:191-194.
14. Macdicken, K.G., 1997. A guide to monitoring carbon storage in forestry and agro forestry projects. Winrock international institute for agricultural development, forest carbon monitoring program, Washington D.C., 357p.
15. Mahdavi, M., H. Arzani, M. Farahpoor, B. Malekpoor, M.H. Joury & M. Abedi, 2007. Efficiency investigation of Rangeland inventory with Rangeland health method. Gorgan Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 14(1):158-173, special issue. (In Persian)
16. Mahmodi taleghani, E., G. Zahedi amiri, E. Adeli & Kh. Sagheb talebi, 2007. Assessment of carbon sequestration in soil layers of managed forest. Iranian J. of Forest and Spruce Research, 15(3): 241-252. (In Persian)
17. Mesdaghi, M., 2004. Range management in Iran. Astane Ghoudse Razavi publications, 333p. (In Persian)
18. Schuman, G.E., J.D. Reeder, J.T. Manley, R.H. Hary & W.A. Manley, 1999. Impact of grazing management on the carbon and nitrogen balance of a Mixed- grass Rangeland. Ecological Application, 9: 65-71.
19. Schuman, G.E., H. Janzen & J.E. Herick, 2002. Soil carbon information and potential carbon sequesration by Rangelands. Environmental Pollution, 116: 391-396.
20. Snorrason, A., B.D. Sigurdsson, G. Gudbergsson, K. Svavarsdottir & T.H.H. Jonsson, 2002. Carbon sequestration in forest plantations in Iceland. J. of Agricultural Sciences, 15: 81-93.
21. Yong, Z.S., I.Z. Ha & H.Z. Tong, 2003. Influences of grazing and exclosure on carbon sequestration in degraded sandy grassland, Inner Mongolia, North China. J. of Agricultural Research, 46(4): 321-328.
22. Zahedi, G., 2002. Spatial dependence between soil carbon and nitrogen storage in two forest types. Proceeding of the XII Word Forestry Congress in Canada/ Quebec, 357-358.

Archive of SID

www.SID.ir