فصلنامه انسان و محیط زیست، شماره ۲۶، پاییز ۹۲

# بررسی تأثیر قرق بر پتانسیل ترسیب کربن در مراتع قشلاقی سرخکلای ساری

**عاطفه خانلری** [۱*]

atefehkhanlari@yahoo.com

**رضا تمرتاش** [۲]

**محمدرضا طاطیان** [۳]

**چکیده**

مراتع حاوی بیش از یک سوم ذخایر کربن زیست کره خاکی هستند که قادرند دی اکسید کربن اتمسفر را از طریق پوشش گیاهی جذب کرده و در بافت‌های گیاهی و سپس خاک تجمع و رسوب دهند. چرای دام از پوشش گیاهی به عنوان یک عامل انسانی می‌تواند در میزان این جذب اثر داشته باشد. لذا در این پژوهش تأثیر چرا بر میزان ترسیب کربن در مراتع قشلاقی قرق و غیرقرق سرخکلای شهرستان ساری مورد مطالعه قرار گرفته است. پس از تعیین تیپ گیاهی و شناسایی گونه غالب (*Hordeum glaucum* Steud) نمونه‌برداری از پوشش گیاهی با روش تصادفی- سیستماتیک با استفاده از ۲۰ پلات یک متر مربعی انجام گردید. سپس زیتوده بالای سطح زمین شامل اندام هوایی و همچنین زیتوده ریشه گیاهان با اندازه‌گیری مستقیم تعیین شد. با توزین نمونه‌ها، درصد ماده خشک برای هر یک از بخش‌ها محاسبه گردید. همزمان با نمونه‌برداری پوشش گیاهی، نمونه‌برداری از خاک از دو عمق ۰-۱۵ و ۱۵-۳۰ با توجه به مرز تفکیک افق سطحی و زیرین در منطقه انجام شد. درصد کربن آلی نمونه‌های گیاهی و درصد کربن آلی خاک در آزمایشگاه به دست آمد. همچنین سایر خصوصیات خاک شامل وزن مخصوص ظاهری، بافت خاک، کربنات کلسیم، هدایت الکتریکی و واکنش خاک تعیین شد. در نهایت داده‌های به‌دست آمده از دو منطقه قرق و تحت چرا، با استفاده از آزمون تی مستقل در نرم افزار *SPSS 16* مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. نتایج نشان داد که چرا موجب کاهش معنی‌دار ترسیب کربن از اندام هوایی به زیرزمینی در هر دو منطقه تحت چرا و قرق گردیده است ($p\leq0/01$). در حالی‌که با وجود کاهش میزان ترسیب کربن خاک از منطقه قرق به غیرقرق، تفاوت معنی‌داری بین آن‌ها در عمق اول و دوم خاک مشاهده نشد. همچنین نتایج نشان داد که سهم خاک در میزان ترسیب بسیار بیش‌تر از گیاه بوده و به‌ترتیب ۹۷ و ۹۹٪ از میزان کربن موجود در منطقه قرق و غیرقرق را به خود اختصاص داده است.

**کلمات کلیدی:** ترسیب کربن، قرق، چرا، مرتع قشلاقی.

---

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد منابع طبیعی- مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری * (مسئول مکاتبات).

۲- مربی گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

۳- استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

**مقدمه**

دی اکسید کربن یکی از مهم ترین گازهای گلخانه ای است که در طول دهه های اخیر افزایش مقدار آن در اتمسفر سبب گرم شدن زمین شده است. گرم شدن هوا اثرات مخربی بر حیات موجودات داشته و سبب تخریب اکوسیستم‌های طبیعی، وقوع سیل و خشکسالی و بر هم خوردن تعادل اقلیمی و اکولوژیکی می شود. ترسیب کربن فرآیندی است که طی آن دی اکسید کربن اتمسفر جذب شده و در بافت های گیاهی به صورت هیدارت های کربن تجمع و رسوب می‌کند (۱). مرکز توسعه پایدار در آمریکا ترسیب کربن را تبدیل دی اکسید کربن اتمسفری به ترکیبات آلی کربن‌دار توسط گیاهان بیان می‌کند که طی عمل فتوسنتز صورت می-گیرد (۲). مراتع یکی از مهم ترین اکوسیستم‌های خشکی جهت ترسیب کربن به شمار می روند که اگر چه مقدار ترسیب کربن آن‌ها در واحد سطح ناچیز است، ولیکن با توجه به وسعت بالای آن ها، این اراضی دارای قابلیت زیادی جهت ترسیب کربن می باشند(۳).

در ترسیب کربن افزون بر سنتز ترکیبات کربن‌دار توسط گیاه، موضوع مهم دیگر بقا و دوام کربن در اجزای گیاهی است. هر چه سرعت تجزیه ترکیبات کربن‌دار بافت های گیاهی کمتر باشد، ترسیب کربن در اکوسیستم بیشتر خواهد بود. به همین دلیل نواحی خشک به دلیل کمبود رطوبت و نواحی ماندابی و باتلاقی به دلیل کمبود مفرط اکسیژن محیطی دارای حداقل سرعت در فرآیند تجزیه بوده و از نظر ترسیب کربن مهم هستند (۴،۵،۶).

چرای دام یکی از مهم ترین و متداول ترین نوع کاربری زمین در اراضی مرتعی جهان است و دارای پتانسیل بالا در تغییر میزان ذخیره کربن در چنین اکوسیستم‌هایی محسوب می‌شود. این تغییرات در میزان ذخیره کربن خاک از طریق تغییر در میزان بیوماس و سهم نسبی کربن آلی ترسیب شده در بیوماس اندام هوایی و زیرزمینی (۷)، تغییر در میکروکلیما و آب و مواد غذایی قابل دسترس (۸،۹) و در نهایت تأثیر بر کمیت و کیفیت کربن ورودی به اکوسیستم از طریق تغییر ترکیب گونه ای و تنوع جوامع گیاهی انجام می‌پذیرد (۱۰،۱۱). اگر چه به نظر می رسد که فرآیند چرا موجب تسریع چرخه کربن در اکوسیستم های چرا شده می شود (۱۲،۱۳)، اما تأثیر چرا بر ذخیره کربن اکوسیستم در بسیاری موارد نامنظم و متغیر بوده و پیش بینی این اثرات دشوار است (۱۴). نتیجه بسیاری از مطالعات بر روی خاک های مراتع چرا شده در جهان بیانگر هر دو اثر متناقض افزایش (۱۵،۱۶) و کاهش (۱۷،۱۸،۱۹) ذخیره کربن و نیتروژن خاک بر اثر چراست. نتیجه بررسی ۳۴ پژوهش مجزا در مورد تأثیر چرا بر روی میزان ذخیره کربن و ازت در اراضی چرا شده و غیر چرا شده در سراسر جهان بیانگر هر دو اثر افزایش (۶۰ درصد) وکاهش (۴۰ درصد) کربن خاک در نتیجه اعمال قرق در اراضی چرا شده می باشد (۲۰).

با توجه به این که با بررسی عوامل مدیریتی تأثیرگذار بر فرآیند ترسیب کربن، می توان اصلاح و احیاء مراتع را از این منظر دنبال نمود. این امر می تواند یک نگرش سیستمی به اصلاح و احیاء مراتع باشد، چرا که ضمن تأمین حفاظت کمی و کیفی شرایط خاک، راهکاری جهت مقابله با آلودگی هوا و بحران تغییر اقلیم و در نهایت دستیابی به توسعه پایدار محیط‌زیستی می باشد (۲۱). هدف از این مطالعه نیز مقایسه میزان ترسیب کربن در دو مرتع با مدیریت متفاوت قرق و چرای دام در مراتع قشلاقی روستای سرخ کلا ساری می‌باشد.

**روش بررسی**

مرتع سرخکلا از مراتع قشلاقی شهرستان ساری در مرکز استان مازندران بوده که دارای مختصات جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۰ دقیقه عرض شمالی و ۵۳ درجه و ۵۹ دقیقه طول شرقی قرار گرفته است. میزان متوسط بارندگی سالیانه۷۰۰ میلی متر می باشد که بیشتر بارش سالیانه در دو فصل پاییز و زمستان رخ می‌دهد. حداقل و حداکثر درجه حرارت سالیانه به ترتیب ۱۳/۶ و ۲۳/۳ درجه سانتی گراد بوده و در محدوده ارتفاعی ۴۰ و ۱۳۲ متر از سطح دریا قرار دارد. خاک آن دارای عمق ۱۵۰سانتی‌متر و از نوع رسی لومی با درصد متوسط شن،

سیلت و رس می باشد. سنگ و سنگریزه سطحی در این ناحیه ۱۰٪، توپوگرافی ناحیه مورد مطالعه دشت دامنه‌ای با شیب متوسط ۵٪ با جهت جنوبی و زهکشی مناسب است.

پس از شناسایی و تعیین حدود منطقه مورد مطالعه، تیپ غالب مرتع که شامل گونه جو (*Hordeum glaucum* Steud) بوده بر اساس بیشترین میزان تاج پوشش، تعیین و نمونه‌برداری از پوشش گیاهی با استفاده از روش تصادفی- سیستماتیک صورت گرفت. بر این اساس با توجه به الگوی پراکنش گیاهان در منطقه، در هریک از مناطق چراشده و چرا نشده، ۲۰پلات یک متر مربعی بر روی دو ترانسکت ۱۰۰ متری با فاصله ۳۰۰ متر، به طور تصادفی مستقر گردید. در این بررسی که در سال ۱۳۸۹ در مرتع قشلاقی سرخکلای ساری در استان مازندران انجام گردید، به منظور برآورد زیتوده بالای سطح زمین شامل اندام هوایی گیاهان، از روش اندازه‌گیری مستقیم استفاده شد (۲۲). همچنین با حفر پروفیل خاک تا عمق نفوذ ریشه‌ها، نمونه زیتوده ریشه‌ها برداشت و توزین شد (۲۳). بدین‌منظور، ابتدا اقدام به برداشت نمونه‌های گیاهی و تفکیک و جداکردن آن‌ها از خاک شده و سپس نمونه‌های برداشت شده به آزمایشگاه منتقل گردید. پس از توزین، برای محاسبه ضریب خشکی، نمونه‌ها در هوای آزاد و در محیط سایه خشک شده و قبل از انجام آزمایش‌های مربوطه، در آون در دمای۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفتند. سپس با توزین نمونه‌ها درصد ماده خشک برای هر یک محاسبه گردید. لازم به ذکر است برداشت اندام‌های گیاهی با انتخاب ترکیبی از پایه‌های جوان و مسن (۱۰ پایه) و توزین آن‌ها صورت گرفت. همزمان با نمونه‌برداری پوشش گیاهی، نمونه‌برداری از خاک نیز انجام شد (۲۴). نمونه‌برداری خاک از دو عمق ۰-۱۵ و ۱۵-۳۰ با توجه به مرز تفکیک افق سطحی و زیرین در منطقه جمع‌آوری شد. در آزمایشگاه ابتدا درصد کربن آلی خاک با روش اکسیداسیون مرطوب والکی- بلاک و درصد کربن آلی نمونه‌های زیتوده گیاهی به روش احتراق در کوره الکتریکی تعیین گردید. همچنین خصوصیات خاک شامل وزن مخصوص ظاهری به روش کلوخه بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب، بافت خاک به روش هیدرومتری، کربنات کلسیم با اندازه گیری مواد خنثی شونده و به روش تیتراسیون، هدایت الکتریکی با استفاده از Ec متر و واکنش خاک به کمک pH متر اندازه‌گیری گردید (۲۵). در این تحقیق به منظور بررسی و مقایسه مقدار زیتوده گیاهی و میزان ترسیب کربن در گیاه و خاک در دو منطقه قرق و تحت چرا، داده‌های به‌دست آمده با استفاده از آزمون تی مستقل مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفته و در نرم افزار *SPSS 16* بررسی گردید.

**یافته ها**

به منظور بررسی میزان ترسیب کربن در دو منطقه چرایی، ابتدا خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک دو ناحیه مورد ارزیابی قرار گرفت. بررسی خصوصیات خاک مناطق چرایی مورد مطالعه (جدول ۱) نشان می‌دهد که بافت خاک در دو منطقه تفاوتی نداشته و از نوع رسی لومی است. میزان رطوبت خاک در هر دو منطقه از عمق بالایی به زیرین خاک افزایش نشان داده و در عمق دوم منطقه چرانشده با ۲۸/۱۱ درصد بیشترین میزان را داشته است. وزن مخصوص خاک در دو منطقه تغییرات محسوسی نداشته و میزان آهک خاک عمق اول خاک در دو منطقه تقریبا یکسان و در عمق دوم خاک نیز نسبتا یکنواخت بوده است. دامنه تغییرات میزان اسیدیته و هدایت الکتریکی در عمق‌های مختلف دو منطقه به ترتیب حدود ۸ و حدود ۲ دسیزیمنس بر متر برآورد گردیده است.

**جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی منطقه مورد مطالعه**

| منطقه چرایی | عمق خاک (cm) | EC (ds/m) | pH | $Caco_3$ (٪) | Bulk density ($gr/cm^3$) | Soil moisture (٪) | Soil texture |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| قرق | ۱۵ -۰ | ۲/۸۶ | ۸/۸۶ | ۱۱/۹۴ | ۲/۰۲ | ۲۶/۷۱ | Clay Loam |
| | ۳۰-۱۵ | ۲/۸۱ | ۸/۵۰ | ۷/۱۴ | ۲/۰۵ | ۲۸/۱۱ | Clay Loam |
| غیرقرق | ۱۵ -۰ | ۲/۷۲ | ۸/۵۲ | ۱۱/۴۶ | ۲/۴۰ | ۲۴/۷۵ | Clay Loam |
| | ۳۰-۱۵ | ۲/۹۰ | ۸/۵۳ | ۷/۸۶ | ۲/۵۵ | ۲۶/۴۰ | Clay Loam |

نتایج حاصل از مقایسه میانگین ترسیب کربن خاک اطراف ریشه گیاه جو در دو منطقه چرایی در جدول ۲ آورده شده است. این نتایج نشان می‌دهد که میزان ترسیب کربن در عمق اول و دوم خاک بین دو منطقه چراشده و چرانشده تفاوت معنی‌داری با هم ندارند. همچنین بیشترین و کمترین میزان ذخیره کربن به ترتیب در عمق اول خاک منطقه چرانشده با ۳۸/۴۶ تن در هکتار و عمق دوم خاک منطقه چراشده با ۳۳/۷۳ تن در هکتار می باشد.

**جدول ۲- مقایسه ترسیب کربن خاک اطراف گونه جو در دو منطقه قرق و غیرقرق با استفاده از آزمون t**

| عمق خاک (متر) | تیمار | میانگین (تن در هکتار) | انحراف معیار | درجه آزادی | t |
|---|---|---|---|---|---|
| لایه سطحی (۱۵-۰) | قرق | ۳۸/۴۶ | ۴/۴۷ | ۲۲ | $^{ns}$۰/۵۴- |
| | غیرقرق | ۳۷/۴۸ | ۴/۳۲ | | |
| لایه زیرین (۳۰-۱۵) | قرق | ۳۵/۰۹ | ۵/۱۰ | ۲۲ | $^{ns}$۰/۷۸- |
| | غیرقرق | ۳۳/۷۳ | ۳/۱۸ | | |

$^{ns}$: عدم معنی‌داری

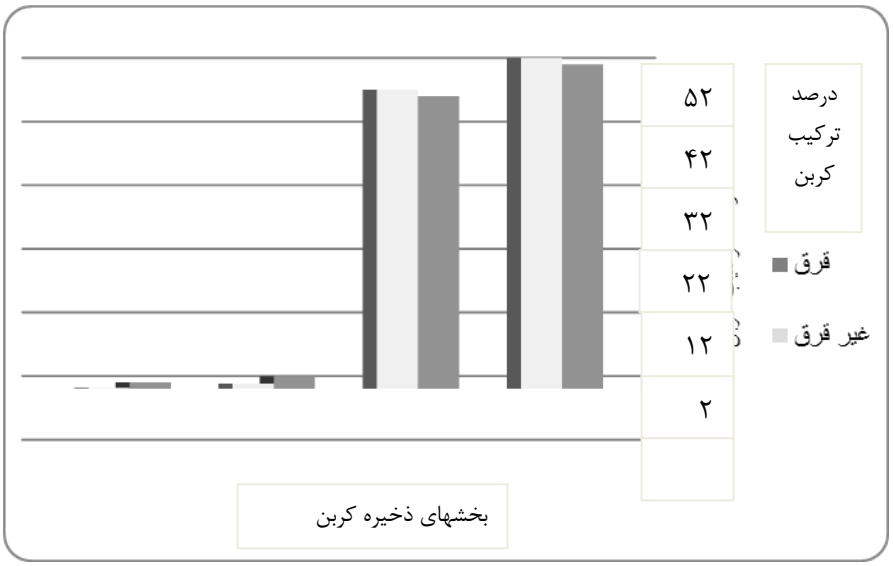
بر اساس مطالعات صورت گرفته بر روی اندام‌های گیاهی جو، میانگین ترسیب کربن اندام هوایی و زیرزمینی گیاه در هر دو منطقه قرق و غیرقرق اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد با هم دارند، بعلاوه بیشترین مقدار ذخیره کربن در اندام هوایی منطقه قرق با ۱/۷۴ تن در هکتار و کمترین میزان آن در اندام زیرزمینی منطقه چراشده با ۰/۱۲ تن در هکتار می‌باشد (جدول ۳).

**جدول ۳- مقایسه ترسیب کربن اندام هوایی و زیرزمینی گیاه جو در دو منطقه قرق و غیرقرق با استفاده از آزمون t**

| اندام گیاهی | تیمار | میانگین ( تن در هکتار) | انحراف معیار | درجه آزادی | t |
|---|---|---|---|---|---|
| اندام هوایی | قرق | ۱/۷۴ | ۱/۳۴ | ۲۲ | ۲/۹۴** |
| | غیرقرق | ۰/۵۵ | ۰/۳۷ | | |
| اندام زیرزمینی | قرق | ۰/۲۸ | ۰/۱۶ | ۲۲ | ۳/۱۸** |
| | غیرقرق | ۰/۱۲ | ۰/۰۵ | | |

**: معنی‌داری در سطح ۱٪

به طور کلی، برآورد درصد ترسیب کربن در منطقه قرق و غیر قرق (نمودار ۱) نشان می‌دهد که از کل ترسیب کربن در منطقه قرق، ۲٪ به اندام هوایی گیاه، ۱٪ به اندام زیرزمینی، ۵۱٪ به عمق اول خاک و ۴۶٪ به عمق دوم خاک اختصاص یافته است. در حالی که در ناحیه چراشده، ۰/۸۴٪ از کل ترسیب کربن به اندام هوایی گیاه، ۰/۱۶٪ آن به اندام زیرزمینی یا ریشه، ۵۲٪ به لایه سطحی خاک و ۴۷٪ به لایه زیرین خاک اختصاص دارد. بنابراین اندام های گیاهی منطقه چراشده نسبت به منطقه قرق سهم کمتری در میزان ترسیب کربن داشته اند.




**نمودار۱- مقایسه میزان ترسیب کربن در منطقه قرق و غیر قرق**

**بحث و نتیجه گیری**

آنچه نتایج این تحقیق نشان می دهد حکایت از آن دارد که بیشترین سهم از کربن ترسیب شده در ناحیه مطالعاتی به بخش خاک اختصاص یافته است. این موضوع می تواند دلیلی باشد بر این که خاک را به عنوان بزرگترین مخزن ذخیره کربن در اکوسیستم‌های مرتعی محسوب می کنند (۱،۲۶،۲۷).

در واقع به عنوان یک قاعده کلی می‌توان گفت که کربن موجود در خاک بیش از کربن موجود در اندام‌های گیاهی است و با وجود نقش مهم گیاهان در جذب کربن اتمسفری، سهم آن‌ها در ذخیره آن بسیار کمتر از خاک می‌باشد (۲۸).

میزان ذخیره کربن خاک بین دو منطقه چرایی نیز نشان دهنده‌ی کاهش میزان ترسیب کربن از عمق بالایی به عمق زیرین و همچنین از منطقه قرق به منطقه چراشده می‌باشد (از عمق اول خاک منطقه چرانشده با ۳۸/۴۶ تن در هکتار به ۳۳/۷۳ تن در هکتار در عمق دوم خاک منطقه چراشده کاهش یافته است). اگرچه این کاهش، معنی‌داری آماری محسوسی نشان نداده است ولی می‌توان گفت که چرای دام قادر به تغییر محتوای کربن ذخیره شده در خاک می‌باشد، اما میزان این تغییرات وابسته به شدت چرا و یا طول مدت آن بوده و در طولانی مدت اثرات خود را نشان خواهد داد. از طرف دیگر، در صورتی تغییرات میزان ترسیب تحت اثر چرا بروز می‌نماید که شدت چرا موجب کاهش بیوماس ریشه به عنوان منبع ورودی کربن به خاک گردد. در ارتباط با این نتایج می‌توان به مطالعات دیگر مبنی بر تأثیر شدت چرا بر محتوی کربن خاک از طریق تأثیر بر تولید بیوماس ریشه اشاره نمود (۲۹).

در مقایسه بین اندام‌های گیاهی از نظر جذب کربن اتمسفری مشخص گردید علاوه بر بالاتر بودن کربن اتمسفری در اندام‌های هوایی نسبت به اندام‌های زیرزمینی، چرای دام موجب کاهش معنی‌دار ذخیره کربن در اندام‌های هوایی و زیرین شده است. این نتایج تاکیدی است بر این نکته که اندام هوایی گیاهان مهم ترین و حساس‌ترین بخش از یک اکوسیستم است که به طور مستقیم در جذب نقش داشته و همچنین تحت تاثیر چرا به طور محسوسی واکنش نشان می‌دهند (۳۰). همچنین نتایج این تحقیق نشان داد که تحت اثر چرا، بیشترین میزان کاهش کربن در بخش اندام هوایی به میزان ۱/۴۶٪ (از ۱/۷۴ به ۰/۲۸٪) وجود دارد. این موضوع بیانگر نقش مستقیم چرا در کاهش پوشش سطحی و در ادامه نقش غیرمستقیم آن در کاهش کربن اکوسیستم از طریق کاهش سطح اندام‌های گیاهی و ایجاد زمینه‌ی تخریب و فرسایش خاک می باشد (۳۱،۳۲).

همچنین اثر چرای دام بر اندام‌های زیزمینی (ریشه) با شدت کمتر مشاهده شده و تغییرات منفی از نظر میزان جذب کربن را ایجاد نموده است. میزان این تغییرات، کاهش ۰/۴۳درصدی کربن در منطقه چراشده نسبت به قرق بوده است. این نتایج با مطالعات دیگر در این زمینه همخوانی دارد (۳۳). علت این کاهش را می توان برداشت از بیوماس اندام هوایی، اختلال در فرآیند فتوسنتز و جذب کربن و در ادامه کاهش بنیه و توان فیزیولوژیک گیاه دانست (۳۴). اگرچه نتایج برخی تحقیقات در جهان بیانگر پاسخ مبهم ریشه به چرا می‌باشد (۳۵) اما این مسأله ثابت شده که ریشه‌ها به عنوان بزرگ ترین منبع ورود کربن به خاک محسوب شده و دارای نقش کلیدی در فرآیند ترسیب کربن در اکوسیستم هستند (۱۳،۳۶،۳۷). اثر معنی‌دار چرای شدید بر کاهش بیوماس ریشه به‌صورتی است که موجب کاهش سهم نسبی ریشه از کل کربن ترسیب شده در اکوسیستم (به دلیل کاهش بیوماس ریشه‌ای) گردیده و از طرف دیگر می‌تواند موجب افزایش سهم نسبی ریشه از کربن ترسیب شده در کل بیوماس گیاهی (به دلیل کاهش نسبت بیوماس تاج به ریشه) گردد (۳۸). به طور کلی با توجه به یکنواخت بودن شرایط اقلیمی و خصوصیات خاک در دو منطقه مورد مطالعه، می‌توان گفت نتایج این تحقیق بیانگر اثر معنی‌دار چرا بر ذخیره کربن در اکوسیستم‌هاست. ولی تحقیقات دیگری نیز وجود دارد که با نتایج فوق در تناقض بوده و به پیدا کردن تأثیری منظم و ثابت از چرا بر ذخیره کربن اکوسیستم قادر نیستند و اثرات آن را در اکوسیستم‌ها هنوز به خوبی درک نکرده‌اند. بنابراین می‌توان گفت، اگرچه چرای دام در بسیاری مواقع قادر به تغییر در ذخیره کربن در اکوسیستم-هاست، اما کمیت این تغییرات به شدت و مدت چرا و نیز حجم بهره‌برداری از اکوسیستم بستگی دارد (۲۹،۳۹).

## تشکر و قدردانی

با سپاس از همکاران محترم دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری که به صورت مستقیم یا غیر مستقیم ما را در انجام این پژوهش یاری نموده اند.

## منابع

۱. عبدی، ن.، مداح عارفی، ح. و زاهدی امیری، ق.، برآورد ظرفیت ترسیب کربن در گون زارهای استان مرکزی (مطالعه موردی منطقه مالمیر شهرستان

شازند). تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۱۳۸۷،جلد ۱۵، شماره۲، صفحات ۲۸۲-۲۶۹.

2. Allen-Dias, B., 1996. Rangelands in a changing climate: impacts, adaptations and mitigation. Cambridge University Press, Published for the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge, pp158.
3. Schuman, G.E., Janzen, H.H. and Herrick, J.E. 2002. Soil carbon dynamics and potential carbon sequestration by rangelands. Environmental Pollution, Vol.116, pp. 391- 396.
4. Gao, Y.H., Luo, P., Wu, N., Chen, H., and Wang, G.X., 2007. Grazing intensity impacts on carbon sequestration in an Alpine meadow on the eastern Tibetan plateau. Journal of Agriculture and Biological Sciences, Vol.3, pp. 642-647.
5. Ardo, J., Olsson, L., 2003. Assessment of soil organic carbon in semi-arid Sudan using GIS and the Century model. Journal of Arid Environments, Vol.54,PP.633-651.
6. Povirk, K.L., Welker, J.M. and Vance, G.F., 2001. Carbon sequestration in arctic Tundra, alpine Tundra and mountain meadow ecosystems. Lewis Publishers, (Washington), pp228.
7. Briske, D.D., Boutton, T.W. and Wang, Z., 1996. Contribution of flexible allocation priorities to herbivory tolerance in $C_4$ perennial grasses: An evaluation with 13C labeling. Oecologia, Vol.105, pp. 151-159.
8. Kieft, T.L. 1994. Grazing and plant canopy effects on semi-arid soil microbial biomass and respiration. Biology, Fertilization and Soils, Vol.18, pp.155-162.
9. Shariff, A.R., Biondini, M.E. and Grygiel, C.E. 1994. Grazing intensity effects on litter decomposition and soil nitrogen mineralization. Range Management, Vol.47, pp. 444-449.

۱۰. آذرنیوند، ح.، جنیدی جعفری، ح.، زارع چاهوکی، م.ع.، جعفری، م. و نیکو، ش.، بررسی اثر چرای دام بر ترسیب کربن و ذخیره ازت در مراتع با گونه درمنه دشتی (*Artemisia cieberi*) در استان سمنان، مجله علمی پژوهشی مرتع، ۱۳۸۸، جلد۳، شماره۴، صفحات ۶۱۰-۵۹۰.

11. Scurlock, J.M.O., Johnson, K. and Olson, R.J., 2002. Estimating net primary productivity from grassland biomass dynamics measurements. Global Change Biology, Vol.8, pp. 736–753.
12. Bardgett, R.D., Wardle, D.A. and Yeates, G.W. 1998. Linking above-ground and below-ground interactions: How plant responses to foliar herbivory influence soil organisms. Soil Biology & Biochemistry, Vol.30, pp.1867-1878.
13. Ruess, R.W. and Seagle, S.W. 1994. Landscape patterns in soil microbial processes in the Serengeti National Park, Tanzania. Ecology, Vol.75, pp. 892-904.
14. Reeder, J.D. and Schuman, G.E. 2002. Influence of livestock grazing on C sequestration in semi-arid mixed-grass and short-grass rangeland. Environmental Pollution, Vol.116, pp.457-463.
15. Schuman, G.E., Reeder, J.D., Manley, J.T., Hart, R.H. and Manley, W.A., 1999. Impact of grazing management on the carbon and nitrogen balance of a mixed-grass rangeland. Ecology Applications, Vol.9, pp. 65-71.

16. Reeder, J.D., Schuman, G.E., Morgan, J.A. and Lecain, D.R., 2004. Response of organic and inorganic carbon and nitrogen to long-term grazing of the short grass steppe. Environment Management, Vol.33, pp.485-495.
17. Derner, J.D. and Schuman, G.E., 2007. Carbon sequestration and rangelands: a synthesis of land management and precipitation effects. Soil Water Conservation, Vol.62, pp.77-85.
18. Andrew, J.E., and Gregory, P.A., 2006. Effect of grazing intensity on soil $Co_2$ stocks flowing deforestation of a Hawaiian dry tropical forest. Global Change Biology, Vol.12, pp.1761-1772.
19. Yong-Zhong, S., Yu-Lin, L., Jian-Yuan, C. and Wen-Zhi, Z., 2005. Influences of continuous grazing and livestock exclusion on soil properties in a degraded sandy grassland, Inner Mongolia, northern China. Catena, Vol.59, pp. 267–27.
20. Milchunas, D.G. and Lauenroth, W.K. 1993. Quantitative effects of grazing and soils over a global range of environments. Ecology Monographs, Vol.63, pp.327-366.
۲۱. نقی پور برج، ع.ا.، دیانتی تیلکی، ق.، توکلی، ح. و حیدریان آقاخانی، م.، تاثیر شدت چرا بر میزان ترسیب کربن خاک و زیتوده گیاهی در مراتع نیمه خشک (مطالعه موردی: مراتع سیساب بجنورد)، تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۱۳۹۱، جلد ۱۶، شماره ۳، صفحات ۳۸۵-۳۷۵.
22. Efimia, M. Papatheodorou, J., Pantis, D. and Stamou, G.P., 1998. The effect of grazing on phenology and biomass allocation in *Quercus coccifera*. Acta Oecologica, Vol.19, pp. 339-347.
23. Batjes, N.H., 1999. Management options for reducing $Co_2$ concentrations in the atmosphere by increasing carbon sequestration in the soil. Report 410-200-031, Dutch National Research Programmed on Global Air Pollution and Climate Change, Technical Paper30. International Soil Reference and Information Centre, (Wageningen), pp 239.
24. Derner, J.D., Briske, D.D. and Boutton, T.W., 1997. Does grazing mediate soil carbon and nitrogen accumulation beneath $C_4$ perennial grasses along an environmental gradient?. Plant Soil, Vol.191, pp. 147-156.
۲۵. ۲۵- جعفری حقیقی، م.، روش‌های تجزیه خاک، نمونه‌برداری و تجزیه‌های مهم فیزیکی و شیمیایی با تأکید بر اصول تئوری و کاربردی، تهران، انتشارات ضحی، ۱۳۸۲، ۲۳۶صفحه.
26. Yong-Zhong S., 2007. Soil carbon and nitrogen sequestration following the conversion of cropland to alfalfa land in northwest china. Soil and Tillage Research, Vol.92, pp. 181-189.
27. Snorrason, A., Sigurdsson, B.D., Gudbergsson, G., Svavardsdottir, K. and Jonsson, T.H.H., 2002. Carbon sequestration in forest plantations in Iceland. Icelandic Agricultural Sciences, Vol.15, pp. 81- 93.
28. Aradottir, A., Savarsottri, L., Kristin, H., Jonsson, P. and Gudbergsson, G., 2000. Carbon accumulation in vegetation and soils by reclamation of degraded areas. Icelandic Agricultural Sciences, Vol.13, pp.99-113.
29. Follett, R.F., Kimble, J.M., and Lal, R., 2001. The Potential of U.S. grazing lands to sequester carbon and mitigate the greenhouse effect. (CRC Press), pp 472.

30. Van Wijnen, H.J., Van der Wal, R. and Bakker, J.P., 1999. The impact of herbivores on N mineralization rate: consequences for salt-marsh succession. Oecologia, Vol.118, pp.225-231.
31. Hill, M.J., Braaten, R. and Mekeon, G.M., 2003. A scenario calculator for effect of grazing land management on carbon stock in Australian rangelands. Environmental Modeling and Software, Vol.18, pp.627-644.
32. Su-Young, Z. and Zhao, H.L., 2003. Influences of grazing and exclosure on carbon sequestration in degraded sandy grasslands. Inner Mongolia, north china, New Zealand Journal of Agricultural Research, Vol.46, pp. 321-328.
33. Guodong H., Xiying H., Mengli, Z. and Mingjun, W. 2008. Effect of grazing intensity on carbon and nitrogen in soil and vegetation in a meadow steppe in Inner Mongolia. Journal of Agriculture, Ecosystems and Environment, Vol.125, pp. 21–32.
34. Baron,V.S., Mapfumo, E., Dick, A.C., Naeth, M.A., Okine, E.K. and Chanasyk, D.S., 2002. Grazing intensity impacts on pasture carbon and nitrogen flow. Journal of Range Management, Vol.55, pp. 535–541.
35. 3Frank, D.A., Evans, R.D. and Tracy, B.F., 2004. The role of ammonia volatilization in controlling of a natural 15N Abundance grazed grassland. Biogeochemistry, Vol.68, pp.169-178.
36. Rees, R.M., Bingham, I.J., Baddeley, J.A and Watson, C.A., 2005. The role of plantand land management in sequestration soil carbon in temperate arable and grassland ecosystems. Geoderma, Vol.128, pp.130-154.
37. Grunzweig, J.M., Lin, T., Rotenberg, E., Schwartz, A. and Yakir, D., 2003. Carbon sequestration in arid-land forest. Global Change Biology, Vol.9, pp.791-799.
38. Shrestha G. and Stahl, P., 2008. Carbon accumulation and storage in semi arid sagebrush steppe: Effects of long-term grazing exclusion. Agriculture, Ecosystems and Environment Vol.125, pp. 173–181.
39. Cao, G.M. and Zhang, J.X. 2001. Soil nutrition and substance cycle of Kobersia meadow. China Science Press, (Beijing), pp 216.