محیط‌شناسی، دورهٔ ۴۰، شمارهٔ ۱، بهار ۱۳۹۳، صفحهٔ ۳۸-۲۹

مقایسهٔ میزان ترسیب کربن در گونهٔ گون پنبه‌ای (*Astragalus gossypinus*) و علف باغ (*Dactylis glomerata*) در مناطق کوهستانی هزارجریب بهشهر

مرضیه حسن‌نژاد[۱]، رضا تمرتاش[۲]، محمدرضا طاطیان*[۳]

۱. کارشناس ارشد مرتع‌داری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری Marzieh_hassannejad@yahoo.com
۲. استادیار، گروه مرتع و آبخیزداری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری Reza_tamartash@yahoo.com
۳. استادیار، گروه مرتع و آبخیزداری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۲/۸/۱۹ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۲/۹/۳۰

چکیده

دی اکسید کربن عمده‌ترین جزء گازهای گلخانه‌ای محسوب می‌شود. به منظور کاهش دی اکسید کربن اتمسفری و ایجاد تعادل در محتوای گازهای گلخانه‌ای، کربن اتمسفر باید جذب و در فرم‌های متعدد ترسیب شود. کربن عنصر اصلی گازهای گلخانه‌ای محسوب می‌شود که ترسیب آن از طریق فرایند فتوسنتز و زیتودهٔ گیاهی، ساده‌ترین و ارزان‌ترین راهکار ممکن برای کاهش سطح این گاز اتمسفری است. بنابراین، تحقیق حاضر به مقایسهٔ ترسیب کربن در گونهٔ بوته‌ای (*Astragalus gossypinus F.*) و علفی (*Dactylis glomerata L.*) در بخشی از مراتع نیمه‌خشک سرد وزوار هزارجریب بهشهر در استان مازندران پرداخته است. پس از تعیین منطقهٔ معرف در دو سایت قرق و مرتع تحت چرا، از پوشش گیاهی و خاک به روش تصادفی- سیستماتیک نمونه‌برداری صورت گرفت. به این منظور ۲ ترانسکت به طول ۱۰۰ متر به صورت موازی با فاصلهٔ ۵۰۰ متر در هر سایت مستقر و در امتداد هر ترانسکت، بر اساس الگوی پراکنش گیاهان، ۲۰ پلات ۱ متر مربعی به طور تصادفی قرار داده شد. در مجموع ۴۰ پایهٔ گیاهی و ۸۰ نمونهٔ خاک (در دو عمق ۰- ۱۵ و ۱۵- ۳۰ سانتی‌متر) برداشت شد. نتایج آماری این بررسی نشان داد که بین ترسیب کربن اندام‌های مختلف گونه‌های تحت بررسی مرتع قرق با اندام‌های نظیر آن‌ها در مرتع تحت چرا تفاوت معنی‌داری وجود دارد. ضرایب تبدیل وزن زیتوده به کربن آلی اندام‌های برگ، ساقه و ریشه در منطقهٔ قرق‌شده نسبت به منطقهٔ تحت چرا افزایش یافته که این افزایش در گونهٔ گون پنبه‌ای در اندام ریشه با ۸/۱۲ درصد و در گونهٔ علف باغ در اندام ساقه با ۳/۷۵ درصد بیشترین میزان را داشته است. بررسی کربن ذخیره‌شده در خاک نیز نشان داد که در هر ۲ عمق تحت مطالعه، منطقهٔ قرق نسبت به منطقهٔ تحت چرا، ترسیب کربن بیشتری داشته است. همچنین خاک در مقایسه با بیوماس گیاهی، کربن بیشتری را در خود ذخیره کرده است.

کلیدواژه

آلودگی، خاک، چرا، کربن، مرتع.

۱. سرآغاز

مراتع در چرخهٔ زیستکره سرمایهٔ طبیعی به شمار می‌آیند که ارزش اقتصادی آن در تأمین آب، حفاظت خاک، حفظ ذخایر ژنتیکی و تلطیف آب و هوا بسیار حائز اهمیت است (کریمی و بشری، ۱۳۹۰). اکوسیستم‌های مرتعی قابلیت بالایی در ترسیب کربن دارند، زیرا نیمی از خشکی‌های کرهٔ زمین را دربر گرفته‌اند و ذخیرهٔ کربن آن‌ها ۱۰ درصد کل ذخایر کربن بیوماس اکوسیستم‌های خاکی و ۳۰ درصد کل کربن آلی را شامل می‌شود. در مقیاس جهانی مراتع سالانه حدود ۵۰۰ میلیارد تن کربن ترسیب می‌کنند (Derner and Schuman, 2007). ترسیب کربن فرایندی است که طی آن دی اکسید کربن از اتمسفر گرفته و در بافت‌های گیاهی به صورت هیدرات‌های کربن انباشته، سپس بخشی از آن به صورت کربن لاشبرگ و آلی خاک ترسیب می‌شود (عبدی و همکاران، ۱۳۸۷). امروزه ٦ موضوع زیست‌محیطی شامل تخریب زمین و بیابان‌زدایی،

* نویسنده مسئول: تلفن تماس: ۰۱۵۱۳۸۲۲۷۸۰ Email: Mr_t979@yahoo.com

تهدید تنوع زیستی، تغییر اقلیم، از بین رفتن تدریجی لایهٔ ازن استراتوسفری، تضعیف منابع آب و تخریب جنگل‌ها چالش‌های مهم در توسعهٔ پایدار و فقرزدایی به شمار می‌روند (امیراصلانی، ۱۳۸۳). تغییر اقلیم و افزایش گرمای جهانی از مهم‌ترین موانع توسعهٔ پایدار محسوب می‌شوند که تأثیر منفی در اکوسیستم دارند (Huang and Kronrad, 2001). از مهم‌ترین گازهای گلخانه‌ای می‌توان به دی اکسید کربن (CO_2)، متان (CH_4)، اکسید نیتروژن (N_2O)، هیدروفلورو کربن‌ها (HFCS)، پرفلورو کربن‌ها (PFCS) و هگزافلوراید سولفور (SF_6) اشاره کرد که کربن مهم‌ترین جزء گاز گلخانه‌ای محسوب می‌شود (Petit,et al.,1999؛ Scott, 2000). بدین منظور برای کاهش دی اکسید کربن اتمسفری و ایجاد تعادل در محتوای گازهای گلخانه‌ای، کربن باید جذب و در فرم‌های گوناگون ترسیب شود. ترسیب کربن در بیوماس گیاهی و خاک‌های تحت این زیتوده، ساده‌ترین و ارزان‌ترین راهکار ممکن برای کاهش دی اکسید کربن اتمسفری است (Noel and Bloodworth, 2000; William, 2002). گیاهان با فتوسنتز و جذب دی اکسید کربن و ترسیب آن در اندام‌های خود و خاک می‌توانند کمک زیادی به جلوگیری از گرم‌شدن کرهٔ زمین کنند (Brooks, 2000). تفاوت در محتوای کربن در مراتع مختلف، تا حدود زیادی به فاکتورهای خاک و اقلیم وابسته است. کربن آلی با افزایش محتوای رس خاک (Bauer, et al., 1987)، بارندگی سالانه و افزایش دمای سالانه کاهش می‌یابد (Burke, et al., 1997).

از مطالعاتی که در خصوص توان ترسیب کربن گونه‌های گیاهی در مراتع صورت گرفته است، می‌توان به تحقیقات عبدی (۱۳۸٤)، با هدف برآورد ظرفیت ترسیب کربن از طریق جنس گون، فروزه (۱۳۸۵)، با عنوان بررسی ترسیب کربن خاک و زیتودهٔ سرپای گونه‌های بوته‌ای غالب در منطقهٔ پخش سیلاب فسا، بردبار (۱۳۸۳)، با عنوان بررسی توان ذخیرهٔ کربن در جنگل‌کاری‌های اکالیپتوس و آکاسیای استان فارس، کلاهچی (۱۳۸٤)، با عنوان بررسی ترسیب کربن در گیاهان بوته‌ای غالب و خاک مراتع قرق‌شده در حیدرهٔ همدان اشاره کرد (شیدای و همکاران، ۱۳۸۸).

احمدی و همکاران (۱۳۸۸) با مقایسهٔ ترسیب کربن در اندام‌های تاغ در جنوب دریاچهٔ نمک نشان دادند که میزان ترسیب کربن در بین اندام‌های مختلف گونه سیاه تاغ دارای تفاوت معنی‌دار است و بیشترین کربن ترسیب‌شده به ترتیب در بخش‌های برگ، ساقهٔ اصلی، ریشه و ساقهٔ فرعی گزارش شد. غلامی (۱۳۸۸) با بررسی و مقایسهٔ میزان ترسیب کربن ۲ گونهٔ *Artemisia micanesence* و *Hulthemia persica* در منطقهٔ نودهک قزوین نشان داد که میزان کربن کل ترسیب‌شده در آتریپلکس ۱/۲۷ برابر ورک بوده و در هر ۲ گونهٔ ورک و آتریپلکس به ترتیب بیش از ۹۸ و ۸۷ درصد از کربن ترسیب‌شده در بخش خاک ذخیره شده است. Chen و همکاران (۲۰۱۲) اثر قرق چرایی را در دوره‌های ۷، ۱۲ و ۲۵ ساله در ذخیره‌سازی کربن آلی خاک در منطقهٔ نیمه‌خشک تخریب‌شدهٔ شنی در چین ارزیابی کردند و به این نتیجه رسیدند که قرق چرایی سبب افزایش ترسیب کربن خاک می‌شود. Woomer and Toure در سال ۲۰۰٤ طی مطالعاتی در سنگال دربارهٔ میزان کربن ذخیره‌شده در گیاه و خاک در ۵ تیمار شامل اراضی مخلوط علفی- بوته، علفزار، اراضی بوته‌ای و درختی بیان کردند، حدود ٦۰ درصد از کربن آلی خاک در عمق ۲۰ سانتی‌متری خاک ذخیره شده است. بیش از ۹۷ درصد از کل ترسیب کربن را کربن آلی خاک تشکیل می‌دهد و خاک مهم‌ترین مخزن آلی در اکوسیستم‌های مرتعی به شمار می‌آید. آذرنیوند و همکاران (۱۳۸۸) نیز در مطالعهٔ خود نشان دادند که بیشترین سهم کربن و ازت ترسیب‌شده به بخش خاک اختصاص یافته است و به همین علت خاک بزرگ‌ترین مخزن کربن در چنین اکوسیستم‌هایی محسوب می‌شود.

مراتع در صورتی که احیا و به طور شایسته‌ای مدیریت شوند، قابلیت ترسیب کربن بالایی دارند (Frank, et al., 1995). بنابراین، با شناخت گونه‌هایی که قابلیت بیشتری

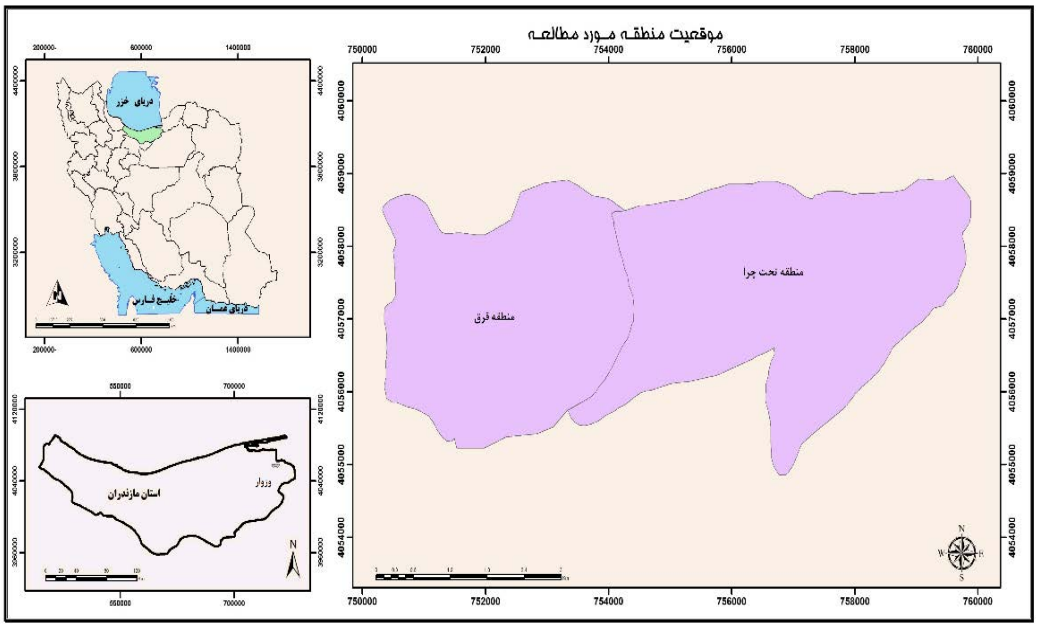
برای ترسیب کربن دارند و همچنین بررسی عوامل مدیریتی که در فرایند ترسیب تأثیرگذارند، می‌توان اصلاح و احیای مراتع را از منظر ترسیب کربن پی گرفت. این امر می‌تواند نگرش سیستمی به اصلاح و احیای مراتع باشد، زیرا ضمن حفاظت کمّی و کیفی شرایط خاک، می‌تواند راهکاری برای مقابله با آلودگی هوا و بحران تغییر اقلیم و در نهایت دستیابی به توسعهٔ پایدار زیست‌محیطی تلقی شود (نقی‌پور برج و همکاران، ۱۳۸۷).

بررسی توان ترسیب کربن بیشتر در خصوص گونه‌های چوبی و بوته‌ای صورت گرفته است و از آنجا که در مراتع گونه‌های علفی زیادی یافت می‌شوند و نقش مهمی در تولید علوفه و ... ایفا می‌کنند، تحقیق دربارهٔ ترسیب کربن در گونه‌های علفی و مقایسهٔ آن با بوته‌ای‌ها نیز اهمیت دارد (جعفریان و همکاران، ۱۳۹۱). گرم‌شدن زمین و افزایش گاز کربنیک، مسئله‌ای جهانی است و به کشور خاصی محدود نمی‌شود و همهٔ انسان‌ها از هر ملیت و نژاد در معرض خطر خواهند بود. به همین علت تحقیقات در این زمینه در کشور ما ضروری است. مسائل مجهول زیادی در خصوص توانایی ترسیب کربن گونه‌های مختلف طبیعی و دست‌کاشت در نقاط مختلف کشور وجود دارد (بردبار، ۱۳۸۵). هدف از این مطالعه، مقایسهٔ مقدار و توزیع ترسیب کربن در گونه‌های بوته‌ای و علفی در بخشی از مراتع نیمه‌خشک سرد هزارجریب بهشهر در استان مازندران است.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. معرفی منطقهٔ مورد مطالعه

منطقهٔ تحت بررسی (قرق و تحت چرا) با وسعت تقریبی ۲۵۹۸ هکتار بین طول‌های جغرافیایی "۰۶ '۵۲ °۵۳ تا "۰۱ '۵۴ °۵۳ شرقی و عرض‌های جغرافیایی "۱۶ '۳۶ °۳۶ تا "۳۸'۲۴ °۳۶ شمالی واقع شده است. جهت شیب عمومی منطقهٔ جنوبی و حداکثر ارتفاع در منطقه برابر با ۱۷۰۷ متر و حداقل ارتفاع نیز برابر با ۱۰۳۳ متر از سطح دریاست (شکل ۱). متوسط بارندگی سالانهٔ منطقهٔ مورد مطالعه ۴۰۹ میلی‌متر است. حداقل درجهٔ حرارت ۱۵ درجهٔ سانتی‌گراد است که در بهمن حداکثر مطلق دما ۳۷ درجهٔ سانتی‌گراد است که در مرداد به ثبت رسیده است. اقلیم منطقه بر اساس روش آمبرژه، اقلیم نیمه‌خشک سرد است (ریاحی، ۱۳۹۲). تمامی ویژگی‌های توپوگرافی (شیب، جهت و ارتفاع)، بارندگی، خاک و اقلیم در هر دو ناحیهٔ مطالعاتی قرق‌شده و تحت چرا تقریباً یکسان است.



شکل ۱. موقعیت مراتع تحت چرا و قرق در منطقهٔ هزارجریب بهشهر

۳. روش تحقیق

پس از شناسایی مقدماتی و تعیین حدود منطقهٔ تحت بررسی (قرق ۱۵ سال)، به منظور مطالعهٔ متغیرهای پوشش گیاهی، از روش تصادفی- سیستماتیک استفاده شد. تعداد مناسب پلات‌های نمونه‌برداری با استفاده از روش آماری (مصداقی، ۱۳۸۲) تعیین حجم نمونه‌گیری به دست آمد و اندازهٔ مناسب پلات به روش سطح حداقل تعیین شد. در این روش با استفاده از پلات‌های تو در تو، ابعاد قاب‌ها تا اندازه‌ای افزایش می‌یابد که تعداد گونه ثابت شود. سپس، با رسم نمودار سطح به گونهٔ حداقل اندازهٔ پلات تعیین می‌شود (Mueller and Ellenberg, 1974). داخل هر یک از مناطق مورد بررسی ۲ ترانسکت به طول ۱۰۰ متر به صورت موازی با فاصلهٔ ۵۰۰ متر و در امتداد هر ترانسکت، بر اساس الگوی پراکنش گیاهان، ۲۰ پلات ۱ متر مربعی به طور تصادفی مستقر شد. پس از استقرار پلات‌ها با توجه به بیشترین میزان تراکم گیاهی، ۲ گونه گون پنبه‌ای و علف باغ به‌منزلهٔ گونه‌های غالب تعیین شدند. وزن گونه‌ها بر اساس روش قطع و توزین، همچنین درصد پوشش گونه‌های غالب، تراکم گیاهی، مقدار تاج پوشش غالب اندازه‌گیری شد. در این بررسی به منظور برآورد زیتودهٔ بالای سطح زمین از روش اندازه‌گیری مستقیم استفاده شد (مصداقی، ۱۳۸۲).

در آزمایشگاه، ابتدا اجزای نمونه‌های گیاهی شامل ریشه، ساقه و برگ از هم جدا شدند و در مجموع ۴۰ نمونهٔ گیاهی برای هر یک از گونه‌های گون پنبه‌ای (گون سفید) و علف باغ به طور جداگانه حاصل شد. به این ترتیب که پس از خشک‌شدن، نمونه‌ها آسیاب شدند و از هر اندام گونه‌های گیاهی ۱۰ نمونهٔ ۲ گرمی تهیه شد. نمونه‌ها پس از توزین، در کورهٔ احتراق قرار گرفتند و ٤ ساعت در دمای ٦۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد سوزانده شدند (فروزه و همکاران، ۱۳۸۷). نمونه‌های سوخته‌شده پس از خنک‌شدن در دستگاه دسیکاتور، توزین شدند. با تعیین وزن خاکستر و با در دست داشتن وزن اولیه و نسبت کربن آلی به مواد آلی بر اساس رابطهٔ ۱ ($OC = \frac{1}{2}OM$) که در آن OC، کربن آلی خاک و OM مادهٔ آلی خاک است، میزان کربن آلی در هر کدام از اندام‌های گیاه، جداگانه محاسبه شد (نقی‌پور برج و همکاران، ۱۳۸۷). در نهایت با در دست داشتن درصد وزن اولیه و درصد کربن آلی برای زیتودهٔ هوایی و زیرزمینی ضریب تبدیل محاسبه شد (فروزه، ۱۳۸۵). رابطهٔ بالا گویای آن است که نیمی از مادهٔ آلی گیاهان را کربن آلی تشکیل می‌دهد.

نمونه‌برداری از خاک با روش تصادفی- سیستماتیک انجام شد (Gao, et al., 2007). در هر پلات ۲ نمونه در عمق ۰- ۱۵ و ۱۵- ۳۰ سانتی‌متر و مجموعاً ۸۰ نمونه از خاک برداشت شد. در آزمایشگاه وزن مخصوص ظاهری نمونه‌های خاک به روش کلوخه بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب تعیین شد (زرین‌کفش، ۱۳۷۲)، سپس درصد کربن آلی از روش والکی- بلاک به دست آمد (Nosetto, et al., 2006). برای تعیین میزان ترسیب کل کربن ترسیب‌شده در خاک هر هکتار از رابطهٔ ۲ محاسبه شد.

$$C_C = 10000 \times E \times C\,(\%) \times Bd \qquad (۲)$$

در این رابطه، C_C: میزان وزن (گرم) کربن ترسیب‌شده در سطح ۱ متر مربع، C: درصد تراکم کربن در عمق مشخصی از خاک، Bd: وزن مخصوص ظاهری خاک بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب و E: ضخامت عمق خاک بر حسب سانتی‌متر است (محمودی‌طالقانی و همکاران، ۱۳۸٦). داخل هر پلات با استفاده از تخمین نظری (مقدم، ۱۳۸٤) درصد تاج پوشش، درصد خاک لخت، سنگ و سنگ‌ریزه و درصد لاشبرگ ثبت شد. همچنین، تراکم گونهٔ گون پنبه‌ای (*Astragalus gossypinus F.*) و علف باغ (*Dactylis glomerata L.*) نیز بر اساس شمارش هر پایهٔ گونه‌های مذکور در واحد سطح پلات (مصداقی، ۱۳۸۲) یادداشت شد. در این تحقیق به منظور مقایسهٔ میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده شد. همچنین، برای مقایسهٔ میزان ترسیب کربن خاک و بیوماس گیاهی در ۲ منطقه از آزمون t مستقل استفاده شده است. این بررسی به کمک نرم‌افزارهای آماری Excel و SPSS ۱۹ انجام شد.

٤. نتایج

در این مطالعه برای بررسی پوشش گیاهی منطقه، بازدیدهای صحرایی صورت گرفت. در مجموع ۳۵ تیره و ۹۰ گونهٔ گیاهی در منطقه شناسایی شد که تیرهٔ *Gramineae* با ۱۲ گونه، سپس تیره‌های *Compositae* و *Leguminosae* به ترتیب با ۱۰ و ۹ گونه در رده‌های بعدی جای گرفتند. از بین این گونه‌ها ۲ گونهٔ گون پنبه‌ای و علف باغ به نسبت سایر گونه‌های موجود تراکم بیشتری داشتند. درصد پوشش گیاهی کل (پوشش گیاهی گونهٔ گون پنبه‌ای، علف باغ و سایر گیاهان در پلات‌ها) در مرتع قرق ۵۹/۱ درصد و در مرتع تحت چرا ۳۱/۵ درصد برآورد شد.

۱.٤. مقایسهٔ درصد پوشش تاجی گونه‌های مورد مطالعه در مرتع قرق و تحت چرا

نتایج مقایسهٔ آماری نشان دادند که بین میانگین درصد پوشش تاجی گونه‌های مورد مطالعه در ۲ منطقهٔ قرق و تحت چرا در سطح ۱ درصد، اختلاف معنی‌داری وجود دارد. همچنین، پوشش تاجی گونه‌های مذکور در مرتع قرق بیشتر از منطقه تحت چرا بوده است (جدول ۱).

جدول ۱. مقایسهٔ میانگین درصد پوشش تاجی گونه‌های مورد مطالعه در مرتع قرق و تحت چرا

درصد پوشش تاجی	منطقه	میانگین	انحراف معیار	درجهٔ آزادی	آمارهٔ t
گون پنبه‌ای	قرق	٤٠/٢٠	٦/٣٩	١٨	٥/٨٤**
	تحت چرا	٢١	٨/١٩		
علف باغ	قرق	٦/٤٠	٢/١٧	١٨	٣/٦٠**
	تحت چرا	٣/٣٠	١/٦٣		

** معنی‌داری در سطح ۱ درصد

۲.٤. تعیین ضریب تبدیل به کربن آلی

نتایج مربوط به ضریب تبدیل اندام‌های مختلف گیاهی در گونه‌های مذکور به کربن آلی در ۲ منطقه به شرح جدول ۲ است. نتایج نشان دادند که از بین اندام‌های مختلف گونهٔ *Astragalus gossypinus F* مقدار ضریب تبدیل ریشه با ۸/۱۲ درصد در مرتع قرق بیشتر از مرتع تحت چرا (٦/٩٢ درصد) بوده است. همچنین، در گونهٔ *Dactylis glomerata L.* مقدار ضریب تبدیل در ساقه با ۳/۷۵ درصد در مرتع قرق بیشتر از مرتع تحت چرا (۲/۵۵ درصد) بوده است.

جدول ۲. میزان ضریب تبدیل اندام‌های مختلف به کربن آلی در مرتع قرق و تحت چرا (درصد)

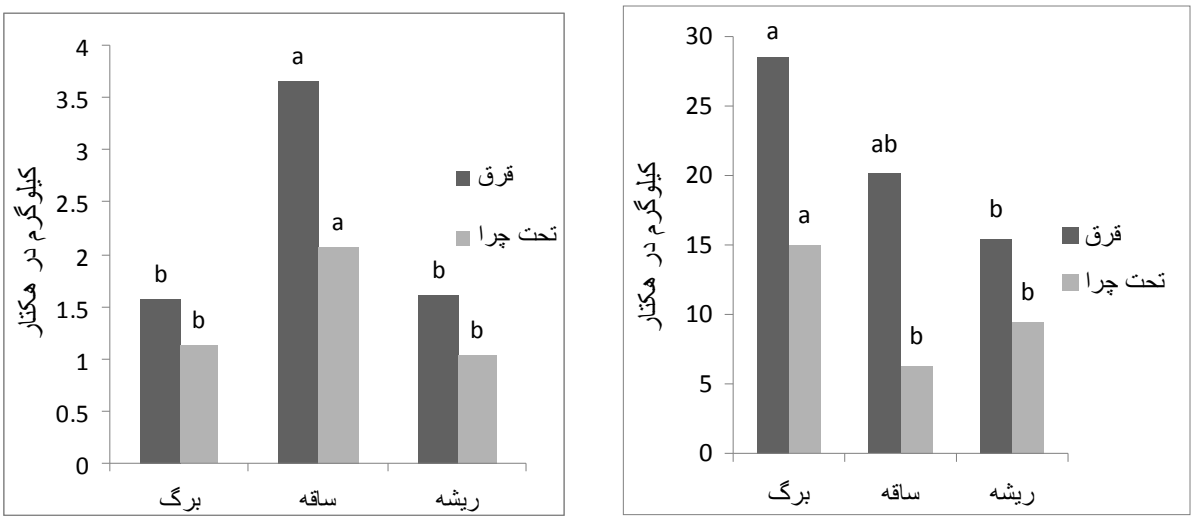
نام گونه	منطقه	برگ	ساقه	ریشه
گون پنبه‌ای	قرق	٥/٤٥	٥/٣٤	٨/١٢
	تحت چرا	٤/٤٠	٢/٧٢	٦/٩٢
علف باغ	قرق	٢/٧١	٣/٧٥	٢/٣٦
	تحت چرا	٢/٥١	٢/٥٥	١/٧٤

۳.٤. مقایسهٔ مقدار ترسیب کربن اندام‌های مختلف گونهٔ گون پنبه‌ای در مرتع قرق و تحت چرا

مقایسهٔ میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن نشان داد که میزان ترسیب کربن در گونهٔ گون پنبه‌ای و علف باغ به ترتیب در اندام برگ و ساقه در منطقهٔ قرق بیشترین مقدار را داشته است. در گونهٔ گون پنبه‌ای بین اندام برگ و ریشه در ۲ منطقهٔ مورد مطالعه تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده می‌شود. این در حالی است که در گونهٔ علف باغ بین اندام ساقه در ۲ منطقهٔ مورد مطالعه اختلاف معنی‌دار وجود داشته است (شکل ۲).

٤.٤. مقایسهٔ میزان ترسیب کربن خاک پای گونهٔ گون پنبه‌ای در مرتع قرق و تحت چرا

نتایج تجزیه و آماری (آزمون t) در ۲ منطقهٔ مورد مطالعه در جدول ۳ نمایش داده شده است. نتایج مؤید آن است که بین ترسیب کربن ۲ منطقه، اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. در نتیجه چرا در ذخیرهٔ کربن آلی خاک پای گیاه (در عمق‌های اول و دوم) بی‌تأثیر بوده است.



شکل ۲. مقایسهٔ میانگین ترسیب کربن بین گونهٔ گون پنبه‌ای (الف) و علف باغ (ب) در ۲ منطقهٔ تحت مطالعه

جدول ۳. مقایسهٔ ترسیب کربن در خاک پای گونهٔ گون پنبه‌ای در مرتع قرق و تحت چرا (تن در هکتار)

عوامل	منطقه	میانگین	انحراف معیار	درجهٔ آزادی	آمارهٔ t
عمق اول (۰– ۱۵)	قرق	۵۸/۰۲	۲۸/۸۶	۱۸	۰/۶۳۵^{ns}
	تحت چرا	۵۰/۹۶	۲۰/۰۵		
عمق دوم (۱۵– ۳۰)	قرق	٤۵/٦۱	۲۵/۲٤	۱۸	۰/۰۷۸^{ns}
	تحت چرا	٤٤/٦٤	۳۰/۰۵		

ns معنی‌دارنبودن

جدول ۴. مقایسهٔ ترسیب کربن در خاک پای گونه علف باغ در مرتع قرق و تحت چرا (تن در هکتار)

عوامل	منطقه	میانگین	انحراف معیار	درجهٔ آزادی	آمارهٔ t
عمق اول (۰– ۱۵)	قرق	۵۲/۵۱	۲۳/۹٤	۱۸	۰/٦۷۵^{ns}
	تحت چرا	٤۵/۵۱	۲۲/٤۷		
عمق دوم (۱۵– ۳۰)	قرق	٤۷/۰۸	۳۰/۱٦	۱۸	۰/۸۲٤^{ns}
	تحت چرا	۳٦/۸٤	۲۵/۱٦		

ns معنی‌دارنبودن

۵.٤. مقایسهٔ میزان ترسیب کربن خاک پای گونهٔ علف باغ در مرتع قرق و تحت چرا

نتایج تجزیه و تحلیل آماری (آزمون t) ترسیب کربن در خاک پای گونهٔ علف باغ در ۲ منطقهٔ مورد مطالعه در جدول ٤ نمایش داده شده است. نتایج مؤید آن است که بین ترسیب کربن خاک ۲ منطقه، اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.

٦.٤. مقایسهٔ مجموع ترسیب کربن خاک و پوشش گیاهی در مرتع قرق و تحت چرا

نتایج مربوط به مقایسهٔ مجموع ترسیب کربن و پوشش گیاهی در ۲ منطقهٔ مورد مطالعه نشان دادند که بین مقدار ترسیب در ۲ منطقه در گونهٔ *Astragalus gossypinus F.* و *Dactylis glomerata L.* اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۵).

جدول ۵. مجموع ترسیب کربن بخش خاک و پوشش گیاهی مرتع قرق و تحت چرا (کیلوگرم در هکتار)

نام گونه	عوامل	منطقه	میانگین	انحراف معیار	درجهٔ آزادی	آمارهٔ t
گون پنبه‌ای	ترسیب کربن کل	قرق	۱۰۳٦٤٤٦٤/۱۱	٤۰۳۰۸٥/۹۳	۱۸	۰/۳۲٥^{ns}
		تحت چرا	۹٥٦۰٦۳۰/۷	۳٤۳۸۷٥/٤۸		
علف باغ	ترسیب کربن کل	قرق	۹۹٥۹۸۰٦/۸۲	٤٥۷٤۸٥/۱۰	۱۸	۰/۹۱۹^{ns}
		تحت چرا	۸۲۳٥۸۰٤/۲۳	۳۷۸۱۲۸/٤۹		

ns معنی‌دارنبودن

۵. بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان می‌دهند که مقایسهٔ درصد پوشش تاجی گونهٔ گون پنبه‌ای و علف باغ در مرتع قرق به ترتیب بیشتر از ۱/۹۱ و ۱/۹۳ برابر مرتع تحت چرا بوده است. اعمال مدیریت قرق مراتع را عامل افزایش پوشش گیاهی معرفی کرده‌اند (Gao, et al., 2007 و آقاجانلو و احمدی، ۱۳۸۵). Mcovoy و همکاران (۲۰۰٦) طی تحقیقی در بیشه‌زارهای شمال ایرلند به این نتیجه رسیدند که قرق، سبب افزایش پوشش گیاهی گونهٔ غالب، کاهش خاک لخت و در نتیجه کاهش تنوع شده است. ضرایب تبدیل وزن زیتوده به کربن آلی اندام‌های برگ، ساقه و ریشه در منطقهٔ قرق‌شده نسبت به منطقهٔ تحت چرا افزایش یافته که این افزایش در گونهٔ گون پنبه‌ای و علف باغ به ترتیب در اندام ریشه (۸/۱۲ درصد) و ساقه (٦/۹۲ درصد) به طور چشمگیری بوده است. از این نکته می‌توان نتیجه گرفت که فرایند ترسیب کربن در گونه‌های مورد مطالعه به شرایط قرق وابسته است. به عبارت دیگر، می‌توان گفت هر یک از اندام‌ها توانایی مختلفی در میزان ترسیب کربن منطقه دارا بوده‌اند.(2003) Frank and Karn و فروزه و همکاران (۱۳۸۷) نتایج مشابهی را گزارش کرده‌اند. در گونهٔ گون پنبه‌ای بیشترین درصد ضریب تبدیل مربوط به ریشه‌هاست. می‌توان گفت هر چه اندام‌ها کم آب‌تر و میزان درصد چوبی‌شدهٔ آن‌ها بیشتر باشد، دارای ضریب تبدیل بالاتری خواهند بود. این موضوع با نتایج یوسفیان (۱۳۹۰) مطابقت دارد. ضریب تبدیل ساقه در گونهٔ علف باغ بیشترین سهم را دارد و در نتیجه بالابودن ضریب تبدیل در اندام ساقه به علت بالابودن سهم چوبی‌شدن نسبی آن است. این نتایج با مطالعات شیدای و همکاران (۱۳۸۸) مطابقت دارد.

همچنین، سهم اندام‌های مختلف گیاهی در گونهٔ گون پنبه‌ای در میزان ترسیب کربن متفاوت است. به طوری که میزان ترسیب کربن در اندام برگ نسبت به سایر اندام‌ها بیشترین میزان ترسیب کربن را دارد. علت آن را می‌توان به قابلیت متفاوت فرم‌های رویشی و تأثیر گستردگی سطوح اندام‌های هوایی و به خصوص برگ در میزان جذب کربن دانست. به طوری که فرم‌های بوته‌ای با دارابودن برگ‌های گسترده می‌توانند عمل جذب را افزایش دهند. همچنین، می‌توان به علت بالابودن مواد معدنی در برگ‌ها مرتبط دانست (بردبار و مرتضوی جهرمی، ۱۳۸۵). نتایج مقایسهٔ ترسیب کربن در گونهٔ علف باغ در اندام‌ها نشان می‌دهند که ساقه بیشترین مقدار ترسیب کربن را دارد. این امر ممکن است به علت خاصیت مورفولوژیکی گیاهان خانوادهٔ گرامینه‌ها یعنی بالابودن بیوماس ساقه نسبت به اندام‌های دیگر باشد که با نتایج شیدای و همکاران (۱۳۸۸) مشابهت دارد.

نتایج مقایسهٔ ترسیب کربن در مراتع مورد مطالعه نشان دادند که چرا تأثیر معنی‌داری در ذخیرهٔ کربن آلی خاک پای گونه‌های مورد مطالعه در هر ۲ عمق نداشته است. در توجیه بی‌تأثیربودن چرا در مقدار کربن خاک در مرتع تحت چرا، می‌توان به تأثیر نامحسوس چرا در بیوماس

ریشه به‌منزلهٔ منبع ورودی کربن به خاک اشاره کرد که نتایج این تحقیق با تحقیقات آذرنیوند و همکاران (۱۳۸۸) و یوسفیان (۱۳۹۰) مطابقت دارد.

نتایج حاصل از مقایسهٔ میزان ترسیب کربن کل (پوشش گیاهی و خاک) بین ۲ منطقهٔ مورد مطالعه نشان دادند که عملیات قرق در میزان ترسیب کربن کل منطقه بی‌تأثیر بوده است. با توجه به اینکه قرق در میزان ترسیب کربن پوشش گیاهی مؤثر بوده است، به علت سهم زیاد خاک از کل کربن ترسیب‌شده در اکوسیستم و بی‌تأثیربودن قرق در ذخیرهٔ کربن خاک، اثر قرق در ترسیب کربن نامحسوس برآورد شد. در توجیه بی‌تأثیری معنی‌دار قرق در میزان ترسیب کل منطقه می‌توان به برخی عوامل نظیر ناکافی‌بودن طول دورهٔ قرق (Kieft, 1994)، شدت چرای کم در سایت‌های تحت چرا (رئیسی و اسدی، ۱۳۸۵) و تاریخچهٔ چرا (Shrestha and Stahla, 2008) اشاره کرد.

در منطقهٔ قرق گونهٔ گون پنبه‌ای نسبت به منطقهٔ تحت چرا بیشترین میزان ترسیب کربن را داشته است. این نتایج مؤید این است که گونه‌هایی که دارای اندام‌های بافت چوبی‌اند، از توانایی بیشتری در ترسیب کربن برخوردارند و هر چه نسبت اندام‌های چوبی در گیاه بیشتر باشد، توان آن در ذخیرهٔ کربن آلی افزایش می‌یابد. نتایج این تحقیق نیز نشان دادند که گونهٔ گون پنبه‌ای (گون سفید) نسبت به گونهٔ علف باغ، کربن بیشتری در خاک ذخیره کرده که احتمالاً این امر به علت گستردگی برگ‌هاست. بنابراین، استفاده از گیاهان بوته‌ای مانند گون پنبه‌ای برای ذخیرهٔ کربن می‌تواند به‌منزلهٔ یکی از ارزش‌ها و تولیدات مراتع در کنار سایر استفاده‌های شناخته‌شده از قبیل استفاده‌های تفرجگاهی، تولید اکسیژن، محیط مطلوب و به‌منزلهٔ شاخصی برای سنجش پایداری منابع طبیعی مدنظر قرار گیرد. همچنین، پیشنهاد می‌شود با مطالعات تکمیلی در خصوص سایر گونه‌های مرتعی و پس از طی زمان بیشتری از اعمال قرق در منطقه به نتایج کاملی در این زمینه دست یافت.

منابع

احمدی، ح؛ حشمتی، غ.ع؛ پسرکلی، م؛ ناصری، .ر.ح. ۱۳۸۸. «مقایسهٔ میزان ترسیب کربن در اندام‌های گونهٔ تاغ (مطالعهٔ موردی: جنوب دریاچهٔ نمک)»، چکیدهٔ مقالات چهارمین همایش ملی مرتع و مرتع‌داری ایران، انتشارات *مؤسسهٔ تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور*، ص ٣٦٤.

امیراصلانی، ف. ۱۳۸۳. «ترسیب کربن در اراضی بیابانی»، مجلهٔ *جنگل و مرتع*، ٦٢: صص ۷۱– ۷۷.

آذرنیوند، ح؛ جنیدی‌جعفری، ح؛ زارع‌چاهوکی، م.ع؛ جعفری، م؛ نیکو، ش. ۱۳۸۸. «بررسی اثر چرای دام در ترسیب کربن و ذخیرهٔ ازت در مراتع با گونهٔ درمنهٔ دشتی (*Artemisia cieberi*) در استان سمنان»، مجلهٔ علمی– پژوهشی *مرتع*، سال سوم، شمارهٔ ٤، صص ٥٩٠– ٦١٠.

آقاجانلو، ف؛ احمدی، م. ۱۳۸۵. «بررسی تأثیر قرق در تغییرات کمّی و کیفی پوشش گیاهی مراتع»، نشریهٔ دانشکدهٔ منابع طبیعی، سال ٥٩، شمارهٔ ٤، صص ۹۸۱ –۹۸٦.

بردبار، ک. ۱۳۸۳. «بررسی پتانسیل ذخیرهٔ کربن در جنگل‌کاری‌های اکالیپتوس و آکاسیای استان فارس»، رسالهٔ دکترای رشتهٔ جنگل‌داری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ص ۱۵۸.

بردبار، ک؛ مرتضوی‌جهرمی، م. ۱۳۸۵. «بررسی پتانسیل ذخیرهٔ کربن در جنگل‌کاری‌های اکالیپتوس (*Eucalyptus camaldulensis dehnh*) و آکاسیا (*Acacia salicina Lind*) در مناطق غربی استان فارس»، مجلهٔ *پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی*، سال ۷۰، صص ۹۵ –۱۰۳.

جعفریان، ز؛ علیخانی، ل؛ تمرتاش، ر. ۱۳۹۱. «بررسی توان ذخیرهٔ کربن در ۳ گونهٔ *Artemisia aucheri*، *Agropyron elongatum* و *Stipa barbata* در مراتع نیمه‌خشک ایران (مطالعهٔ موردی: منطقهٔ پشرت کیاسر)»، مجلهٔ *منابع طبیعی ایران*، سال ٦٥، شمارهٔ ۲، صص ۱۹۱– ۲۰۲.

رئیسی، ف؛ اسدی، ا. ۱۳۸۵. «فعالیت میکروبیولوژی خاک و لاشبرگ مراتع چراشده و غیرچرا در اکوسیستم نیمه‌خشک»، مجلهٔ *خاک‌های حاصل‌خیز*، سال ٤٣، صص ٧٦ -٨٢.

ریاحی، م. ر. ۱۳۹۲. «بررسی تأثیر کاربری اراضی در رژیم هیدرولوژیکی جریان رودخانه در زیر حوضهٔ لکشای نکارود»، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، صص ۱۲۲.

زرین‌کفش، م. ۱۳۷۲. *خاک‌شناسی کاربردی ارزیابی و مورفولوژی و تجربه‌ای کمّی- آب- گیاه*، انتشارات دانشگاه تهران، صص ۳٤۲.

شیدای، ا؛ بارانی، ح؛ اکبرلو، م؛ حشمتی، غ؛ خرمالی، ف. ۱۳۸۸. «ارزیابی توان ترسیب کربن گونهٔ ***Agropyron elongatum*** در خاک و گیاه در مراتع دست‌کاشت (مطالعهٔ موردی: چپر قویمه گنبد)»، همایش ملی آب، خاک، گیاه و مکانسیوان کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول، ۱۱ و ۱۲ اسفند.

عبدی، ن. ۱۳۸٤. «برآورد ظرفیت ترسیب کربن از طریق جنس گون، زیر جنس ***Tragacantha*** در دو استان مرکزی و اصفهان»، رسالهٔ دکترای علوم مرتع دانشگاه آزاد اسلامی تهران، واحد علوم و تحقیقات، صص ۲۰۲.

عبدی، ن؛ مداح‌عارفی، ح؛ زاهدی‌امیری، ق. ۱۳۸۷. «برآورد ظرفیت ترسیب کربن در گون‌زارهای استان مرکزی (مطالعهٔ موردی: منطقهٔ مالمیر شهرستان شازند)»، فصلنامهٔ *تحقیقات مرتع و بیابان*، سال پانزدهم، شمارهٔ ۲، صص ۲۱- ۳۵.

غلامی، ح. ۱۳۸۸. «بررسی و مقایسهٔ میزان ترسیب کربن دو گونه آتریپلکس کانیسنس و رز ایرانی (ورک) (مطالعهٔ موردی: ایستگاه تحقیقات مرتع نودهک قزوین)»، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد مرتع‌داری، دانشکدهٔ منابع طبیعی دانشگاه تهران، صص ۷۹.

فروزه، م. ر. ۱۳۸۵. «بررسی ترسیب کربن خاک و زیتودهٔ سرپای گونه‌های بوته‌ای غالب در منطقهٔ پخش سیلاب گربایگان فسا»، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد مرتع‌داری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صص ۱۰۳.

فروزه، م.ر؛ حشمتی، غ؛ قدیریان، غ؛ مصباح، س. ح. ۱۳۸۷. «مقایسهٔ توان ترسیب کربن سه گونهٔ بوته‌ای گل آفتابی، سیاه گینه و درمنهٔ دشتی در مراتع خشک ایران (مطالعهٔ موردی: دشت گربایگان فسا)»، مجلهٔ *محیط‌شناسی*، سال ٣٤، شمارهٔ ٤٦، صص ٦٥ -٧٢.

کریمی، ا؛ بشری، ح. ۱۳۹۰. «مروری بر فرایندهای گیاه پالایی، پالایش منحصر به فرد طبیعت با تأکید بر کاربرد آن در مدیریت مراتع»، همایش منطقه‌ای جنگل‌ها و محیط‌زیست ضامن توسعهٔ پایدار، بوشهر، ۷ تا ۸ اردیبهشت.

کلاهچی، ن. ۱۳۸٤. «بررسی ترسیب کربن در گیاهان بوته‌ای غالب و خاک مراتع قرق‌شدهٔ حیدره، پشت شهر استان همدان»، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد مرتع‌داری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران، صص ١٦٢.

محمودی‌طالقانی، ع؛ زاهدی‌امیری، ق؛ عادلی، ا؛ ثاقب‌طالبی، خ. ۱۳۸٦. «برآورد میزان ترسیب کربن خاک در جنگل‌های تحت مدیریت (مطالعهٔ موردی: جنگل گنبد در شمال کشور)»، فصلنامهٔ علمی- پژوهشی *تحقیقات جنگل و صنوبر ایران*، سال پانزدهم، شمارهٔ ۳، صص ٢٤١ -٢٥٢.

مصداقی، م. ۱۳۸۲. *مرتع‌داری در ایران*، انتشارات آستان قدس رضوی، ص ۳۳۳.

مقدم، م.ر. ۱۳۸٤. *مرتع و مرتع‌داری*، انتشارات دانشگاه تهران، ص ٤٧٠.

نقی‌پوربرج، ع.ا؛ حیدریان‌آقاخانی، م؛ دیانتی‌تیلکی، ق.ع؛ توکلی، ح. ۱۳۸۷. «نقش مراتع در جذب گازهای گلخانه‌ای»، چکیدهٔ مقالات دومین کنفرانس ملی روز جهانی محیط‌زیست، تهران خردادماه. صص ۲۱۸- ۲۱۹.

یوسفیان، م. ۱۳۹۰. «بررسی تأثیر قرق در پتانسیل ترسیب کربن در مراتع شاه‌تپه، چاه‌محمود و چیرو استان سمنان»، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد واحد نور، ص ۲۲.

Bauer, A., C.V., Cole, C.V. and Black, A.L. 1987. Soil property comparisons in virgin grasslands between grazed and nongrazed management systems. Journal of Soil Science Society of America, vol. 51: 176-182.

Brooks, R. 2000. Carbon sequestration what's that? Forest Management, vol. 32: 2-4.

Burke, I.C., Laurenroth, W.K. and Milchunas, D.G. 1997. Biogeochemistry of managed grasslands in central North America. In: Paul, E. A., K. Paustian, E.T. Elliott & C.V. Cole (Eds.), Soil organic matter in temperate agro ecosystems: Long-term Experiments in North America. CRC Press, Boca Raton, FL, 85–102.

Chen, Y., YuQiang, L.I., Awada, T., HAN, J. and Qing, Y. 2012. Carbon sequestration in the total and light fraction soil organic matter along a chronosequence in grazing exclosures in a semiarid degraded sandy site in China. Journal of Arid Land, vol. 4(4): 411−419.

Derner, J.D., and Schuman, G.H. 2007. Carbon sequestration and rangelands: A Synthesis of land Management and precipitation effects. Journal ofSoil and Water Conservation, vol. 62 (2): 77-85.

Frank, A.B., and Karn, J.F. 2003. Vegetation indices, CO_2 Flux, and biomass for Northern planis grassland. Journal of Range Management, vol. 55: 16- 22.

Frank, A.B., Tanaka, D.L., Hofmann, L. and Follett, R.F. 1995. Soil carbon and nitrogen of northern great plains grasslands as in. used by long-tarm grazing. Journal of Range Management, vol. 48(5): 470-474.

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, Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, vol. 3(6): 642-647.

Huang, C.H., and Kronrad, G.D. 2001. The cost of sequestration carbon on private- forestlands. Journal of Fore. Pol. and Ecol, vol. 2: 133-142.

Kieft, T.L. 1994. Grazing and plant canopy effects on semi-arid soil microbial biomass and respiration, Biol. Fertil. Soils, vol. 18:155-162.

Mcovoy, P.M., Flexenand, M. and Mcadam, J.H. 2006. The effect of livestock grazing on ground flora broadleaf woodland in Northern Ireland. Journal of Forest Ecology and Management, vol. 225: 39-50.

Mueller, D., and Ellenberg, H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology, New York: John Wiley & Sons. 547.

Noel, D., and Bloodworth, H. 2000. Global climate change and the effect of conservation practices in US agriculture. Journal of Glo. Environ. Cha, vol. 10(6): 197-209.

Nosetto, M.D., Jobbagyand, E.G. and Paruelo, J.M. 2006. Carbon sequestration in semi-arid Rangelands Arid Environments, vol. 67: 142-156.

Petit, J.R., Jouzel, J., Raynaud, M., Barnola, M., Chappelaz, J., Davis, M., Delayque, M., Kotlyakov, M., Legrand, M. Lipenakov, V., Lorius, C., Pepin, L., Ritz, C., Saltzmam, E. and Stivenard, M. 1999. Climate and atmospheric history of past 420000 years from the vostock ice core antarctica. nature, vol. 399: 429-436.

Scott, N. 2000. Land-cover Effects on Soil Carbon Storage in New Zealand. A National Monitoring System. Advances in Terrestrial ecosystem carbon Inventory, Measurement and Monitoring Conference in Raleigh, North Carolin, October 3-5.

Shrestha, G., and Stahla, P. 2008. Carbon accumulation and storage in semi-aridsagebrushsteppe: Effects of long-term grazing exclusion.Journalof Agriculture,Ecosystems & Environment, vol.

125(1-4): 173-181.

William, E. 2002. Carbon dioxide fluxes in a semi- arid environment with high carbonate soils. Journal of Agric. Fore. Met, vol. 116: 91-102.

Woomer, D.L., and Toure, A. 2004. Carbon stocks in Senegal's Sahel transition zone. Journal of Arid Environments, vol. 59: 499-510.