بررسی اثر شدت چرای دام بر میزان تصاعد گاز گلخانه‌ای دی‌اکسیدکربن (مراتع قوشچی ارومیه)

مهشید سوری *[۱]، نادیا کمالی[۲] و پروانه عشوری[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۳/۱۰ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۷/۰۹/۲۵

چکیده

افزایش آزاد شدن گازهای گلخانه‌ای مانند دی‌اکسیدکربن از خاک به اتمسفر، یکی از نگرانی‌های جهان در چند دهه گذشته بوده است. گاز دی‌اکسیدکربن به عنوان یکی از عوامل مهم و مؤثر در گرمایش جهانی، تغییر اقلیم و یا اثر گلخانه‌ای، محسوب می‌شود. در این پژوهش تاثیرگذاری عملیات مدیریت مراتع بر میزان تصاعد گاز گلخانه‌ای دی‌اکسیدکربن به کمک روش اتاقک بسته در سه سایت شدت چرایی منطقه گردنه قوشچی ارومیه در استان آذربایجان غربی به صورت ماهانه به مدت یکسال اندازه‌گیری شد. داده‌های تحقیق با استفاده از آزمون فاکتوریل تجزیه و تحلیل شدند. سپس به منظور مقایسه میانگین داده‌ها، آزمون دانکن به کار گرفته شد. نتایج تحقیق نشان داد که بالاترین میانگین دی‌اکسیدکربن متصاعد شده خاک در بین سایت‌های شدت چرایی مختلف منطقه قوشچی با میزان ۴/۲ (گرم، در مترمربع در روز) متعلق به سایت با شدت چرایی زیاد می‌باشد. بالاترین میانگین فاکتور دی اکسیدکربن متصاعد شده خاک در بین ماه‌های مختلف در منطقه قوشچی با میزان ۴/۴۲ (گرم، در مترمربع در روز) و ۴/۱۳ (گرم، در مترمربع در روز) به‌ترتیب در ماه‌های مرداد و تیرماه و در سایت با شدت چرایی زیاد گزارش شد. همچنین نتایج تحقیق نشان داد که کمترین میانگین دی اکسیدکربن متصاعد شده خاک در بین ماه‌های مختلف به میزان ۰/۵۱ و ۰/۵۵ (گرم، در مترمربع در روز) به‌ترتیب در ماه‌های بهمن و آذر و در سایت قرق رخ داده است. یکی از دلایل افزایش میزان تصاعد گاز دی‌اکسیدکربن در سایت‌های تحت چرا این است که دام با لگدکوبی سطح خاک سبب فشردگی و به هم خوردگی سطح خاک و ایجاد فرسایش می‌شود و این تغییر شرایط به نوبه خود بر محتوی رطوبتی و دمایی وضعیت خاک تاثیر می‌گذارد و به تصاعد چشمگیر کربن از سطح خاک منجر می‌شود. همچنین، میزان بالای فضولات دامی در مراتع با شدت چرای بالا، باعث افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌های خاکی و در نتیجه افزایش میزان تصاعد کربن در این مناطق می‌باشد. بنابراین چرای بیش از حد، تهدیدی برای سلامت خاک مراتع از نظر افزایش گاز گلخانه‌ای دی اکسیدکربن است و بایستی در مدیریت اکوسیستم طبیعی مراتع این موضوع مهم مورد توجه برنامه‌ریزان و مدیران منابع طبیعی قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: شدت‌های چرایی، دی‌اکسیدکربن، قرق، روش اطاقک بسته.

[۱]- استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات مرتع، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
* نویسنده مسئول: souri@rifr-ac.ir

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

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-13]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.1.10.1]

مقدمه

درک تغییرات دراز مدت مواد آلی خاک در سیستم‌های مختلف به دلیل اثر مستقیم کربن آلی خاک بر کیفیت خاک، هوا و خدمت به عنوان یک مخزن اصلی و منبع ذخیره گیاهی ضروری است (۳۰ و ۴۶). تصاعد کربن به روندی گفته می‌شود که در آن کربن به صورت ترکیبات مختلف (به‌طور عمده CH_4 و CO_2) در اثر تنفس ریشهٔ گیاهان، تنفس قارچ‌های موجود در خاک و فعالیت و تنفس میکروارگانیسم‌های موجود در خاک از خاک به اتمسفر بازگردد (۴ و ۱۵). به عبارتی، تصاعد کربن، فرآیند بازگشت کربن تثبیت شده توسط گیاهان در خاک به اتمسفر طی شرایط تنفس خاک است (۴۰ و ۴۳). دام و مرتع در اکوسیستم‌های مرتعی همواره بر یکدیگر تاثیر می‌گذارند و تا زمانی که جمعیت دام در مرتع متناسب با ظرفیت آن باشد به منابع با ارزشی همچون آب، خاک و گیاه خسارت وارد نمی‌کند (۶ و ۱۷). چرای دام از راه‌های مختلف مانند برداشت گیاهان، جابه‌جایی مواد غذایی و توزیع مجدد آن از طریق فضولات و فشارهای مکانیکی بر خاک و مواد گیاهی تاثیر می‌گذارد (۱۹). چرای دام در مراتع باعث تغییرات در میزان تبادلات گازی بین خاک و اتمسفر می‌شود (۳۱). بنابراین با توجه به تعداد دام بالای موجود در کشور که ۱۳۳ میلیون واحد دامی گزارش گردیده است (۲)، توجه به این عامل بر میزان تصاعد کربن ضروری است. تغییرات فصلی به دلیل تغییرات رطوبتی و دمایی بر میزان تبادلات کربن بین خاک و اتمسر مهم است (۴۷). مشخصه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مانند بافت خاک، جرم مخصوص، اسیدیته، محتوی رطوبتی و عناصر شیمیایی غذایی پرمصرف، کربن، زی‌توده میکروبی کربن و نیتروژن خاک می‌توانند به عنوان مهم‌ترین مشخصه‌های شاخص کیفیت خاک در ارتباط با تغییر پوشش اراضی و تغییر اقلیم مد نظر قرار گیرند (۲۸،۲۷، ۲۹، ۵۱ و ۵۴). ویژگی‌های زیستی و بیوشیمیایی خاک از جمله شاخص‌هایی هستند که در کوتاه مدت به تغییرات محیطی و مدیریت اکوسیستم واکنش نشان می‌دهند (۳۷ و ۵۵). میزان زی‌توده میکروبی کربن و نیتروژن تابعی از میزان کربن آلی خاک است و رابطه مستقیمی با آن دارد، به طوری که در بیش‌تر مواقع ۱ تا ۳ درصد میزان کربن آلی خاک را شامل می‌شود (۳). متفاوت بودن نوع پوشش اراضی اثر قابل توجهی بر روی زی‌توده میکروبی کربن و نیتروژن خاک دارد (۹ و ۳۲). کربن آلی خاک به تغییرات مدیریت پاسخ می‌دهد (۱۰ و ۵۲). نیتروژن نیز شاخص مهم و نشان‌دهنده جمعیت میکروبی زنده خاک می‌باشد (۳). عوامل بسیاری بر میزان تصاعد کربن از خاک مؤثر است. از جمله مهم‌ترین این عوامل می‌توان به دما، رطوبت، بافت و ساختمان خاک اشاره کرد (۲۰). وارد[1] و همکاران (۲۰۰۷) با مطالعهٔ اثر چرا و آتش‌سوزی بر میزان ترسیب و تصاعد کربن، هر دو عامل را به عنوان افزاینده مقدار تصاعد کربن و نیز کاهنده مقدار ترسیب کربن اعلام کردند. سینجو[2] و همکاران (۲۰۱۱) نحوه آبیاری و نوع سیستم کشت، دما و میزان فعالیت میکروارگانیسم‌های موجود در خاک و همچنین میزان تنفس ریشه گیاهان موجود در منطقهٔ مورد مطالعه خود را از عوامل مؤثر بر میزان تصاعد کربن از خاک می‌دانند.

از جمله عملیات مدیریتی برای بهبود وضعیت پوشش گیاهی، قرق است که می‌تواند بر تغییرات تصاعد و ترسیب کربن مؤثر باشد. تصاعد و ذخیره کربن آلی در خاک به نحوه مدیریت و کاربری اراضی بسیار حساس است. انتشار دی‌اکسیدکربن از زمین بر اثر تجزیه مواد آلی و یا عمل تنفس صورت می‌گیرد، علاوه بر این موارد، فعالیت‌های دیگری نظیر شخم‌زدن، زهکشی، سوزاندن بیوماس و ... موجب تشدید آن می‌شود. تغییر کاربری زمین‌ها و اعمال مدیریت‌های مختلف سبب تغییر سرنوشت و ذخیره کربن در خاک‌ها شده است. اندوخته کربن آلی خاک نسبت به مدیریت و کاربری زمین‌ها فوق العاده حساس است (۴۵ و ۴۸). آزاد شدن کربن به صورت گازهای گلخانه‌ای یا مصرف این گازها توسط خاک در سال‌های اخیر تبدیل به یکی از کانون‌های مورد توجه کارشناسان محیط زیست شده است تا با اعمال مدیریت‌های خاص بتواند سبب کاهش روند رو به افزایش آلودگی گازهای گلخانه‌ای شوند. مدیریت اراضی متناسب با شرایط و وضعیت اکولوژیکی هر منطقه بر افزایش میزان ذخیره کربن و کاهش میزان تصاعد کربن بسیار حایز اهمیت است (۳۶ و ۳۸).

از آنجایی که ذخیره کربن در خاک، در نتیجه تغییر

[1]-Ward

[2]-Sainju

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-13]

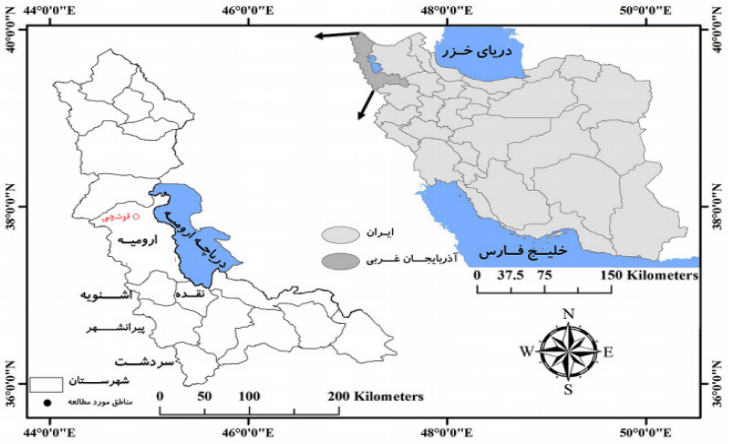
[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.1.10.1]

در کاربری اراضی و عملیات مدیریت تحت تأثیر قرار می‌گیرد (۱۹ و ۳۹)، این تحقیق در راستای بررسی اثر عملیات مدیریت مراتع بر تصاعد گاز گلخانه‌ای دی‌اکسیدکربن مراتع منطقه قوشچی استان آذربایجان غربی صورت گرفته است. در مراتع مورد بررسی، عملیات مدیریت قرق مرتع در سال ۱۳۷۴ اجرا شده است که در پژوهش حاضر تصمیم بر این است تا پس از گذشت بیش از دو دهه از اجرای عملیات مذکور، اثر عملیات مدیریت قرق بر میزان تصاعد گاز گلخانه‌ای دی‌اکسیدکربن مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

موقعیت منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز گردنه قوشچی در استان آذربایجان غربی و در محدوده شهرستان ارومیه قرار دارد. محدوده مورد مطالعه در مختصات جغرافیایی ″۱۰ ،′۵۱ و °۴۴ تا ″۵۲ ،′۵۷ و °۴۴ طول شرقی و ″۰۱ ،′۵۶ و °۳۷ تا ″۵۳ ،′۰۰ و °۳۸ عرض شمالی واقع شده است. حوضه مطالعاتی گردنه قوشچی از زیرحوضه‌های دریاچه ارومیه می‌باشد. میانگین بارش سالانه کل حوضه مورد مطالعه ۳۰۳/۳ میلی‌متر می‌باشد. حداکثر بارش سالانه در بهار و ماه‌های فروردین و اردیبهشت نازل می‌شود که معادل ۴۳/۷ درصد کل بارش‌های سالانه را شامل می‌شود. متوسط سالانه دما ۸/۱ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. میانگین حداکثر و حداقل درجه حرارت به ترتیب ۱۶/۴ و ۰/۲- درجه سانتی‌گراد محاسبه شده است. اقلیم منطقه مورد مطالعه طبق روش دومارتن نیمه‌خشک فراسرد ارتفاعی طبقه‌بندی شده است. موقعیت حوضه گردنه قوشچی در کشور و استان در شکل (۱) نشان داده شده است.



شکل ۱: موقعیت حوضه گردنه قوشچی ارومیه در کشور و استان آذربایجان غربی

روش تحقیق

در ابتدا، بر اساس نظر کارشناسان اداره کل منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، نظر افراد محلی و بازدید میدانی، سه سایت شامل مراتع قرق، مراتع با شدت چرای کم و مراتع با شدت چرای شدید با شرایط اکولوژیکی مشابه از نظر خاکشناسی، شیب، ارتفاع و جهت در حوضه گردنه قوشچی ارومیه در استان آذربایجان غربی انتخاب شد. نمونه‌برداری در سال ۱۳۹۶ صورت گرفت. برای تعیین خصوصیات خاک منطقه قوشچی به شرح ذیل، در هر یک از سه سایت، ۶ پروفیل خاک حفر گردید. بدین صورت که در هر سایت سه ترانسکت در جهت شیب و سه ترانسکت عمود بر شیب منطقه مستقر گردید و از ابتدا، میانه و انتهای هر ترانسکت نمونه خاک سطحی (۱۵-۰ سانتی‌متری) برداشت شد و با هم ترکیب گردید. بنابراین در نهایت ۶ نمونه ترکیبی خاک از هر سایت تهیه گردید. در مجموع ۱۸ نمونه خاک جهت آنالیز به آزمایشگاه فرستاده شدند. اسیدیته خاک با استفاده از دستگاه pH متر و هدایت الکتریکی خاک با استفاده از دستگاه EC متر دیجیتالی بر

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-13]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.1.10.1]

حسب دسی‌زیمنس بر متر محاسبه گردید. درصد کربن آلی خاک نیز با استفاده از روش والکی بلاک، ازت کل به روش کجلدال و بافت خاک بر اساس روش هیدرومتری تعیین گردیدند (۱۱).

نمونه‌برداری جهت تعیین میزان تصاعد گاز گلخانه‌ای دی اکسید کربن از خاک در هر یک از سه سایت، در شش تکرار و به صورت ماهانه انجام شد. بدین صورت که در هر ماه بعد از هر نمونه برداری بلافاصله آزمایش آن ماه انجام شد. میزان گاز گلخانه‌ای دی اکسید کربن متصاعد شده از خاک به روش اطاقک بسته[1] سنجش شد. برای انجام این کار ۵۰ گرم خاک تازه به ظروف در بسته منتقل شد. سپس با اضافه کردن ۲۰ میلی لیتر محلول ۰/۵ مولار سود در هر یک از ظروف حاوی خاک، نمونه ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد نگهداری شدند. در پایان مقدار دی اکسید کربن آزاد شده با فرمول ذیل و به روش تیتراسیون با اسید کلریدریک ۰/۲۵ نرمال اندازه گیری گردید. بر اساس رابطه (۱)، میزان گاز دی اکسید کربن متصاعد شده از خاک محاسبه گردید (۱).

رابطه (۱): $CO2\ (mg) = (B - S) * N * E$

که در آن :B اسید مصرفی جهت سنجش شاهد mmL ، S: اسید مصرفی جهت سنجش نمونه mmL، N: نرمالیته اسید کلریدریک و :E میلی اکی والان دی اکسید کربن است. با توجه به اینکه در روش اطاقک بسته نمونه‌گیری‌ها به صورت روزانه و بر حسب میلی‌گرم انجام می‌شود و سطح محفظه نمونه برداری نیز، دایره‌ای به قطر ۱۲ سانتی‌متر (مساحت سطح، ۱۱۳ سانتی‌متر مربع) است، بنابراین واحد تصاعد گاز دی اکسید کربن، به صورت گرم در متر مربع در روز گزارش می‌شود.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

داده‌های جمع‌آوری شده در نرم‌افزار اکسل به عنوان بانک اطلاعات ذخیره شدند. به منظور تجزیه و تحلیل و همچنین مقایسه داده‌ها، ابتدا تست نرمالیته داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و تست همگنی واریانس داده‌ها با کمک آزمون لِوِن انجام شد. سپس به منظور بررسی اختلاف یا عدم‌اختلاف مقادیر مشخصه‌های مختلف خاک در سایت‌های مختلف، از تجزیه واریانس یک طرفه استفاده گردید. همچنین، تجزیهٔ واریانس اثر ماه و چرا بر تصاعد گاز دی اکسیدکربن و اثر فصل و چرا بر تصاعد کربن در سایت‌های شدت چرایی مختلف منطقه قوشچی با استفاده از طرح فاکتوریل یکبار با دو فاکتور ۱۲ ماه و سه شدت چرایی و بار دیگر با دو فاکتور چهار فصل و سه شدت چرایی صورت پذیرفت. شایان ذکر است که همه تجزیه و تحلیل‌های آماری در بسته نرم‌افزاری SPSS نسخه ۲۰ انجام شدند.

نتایج

مشخصه‌های خاک

تجزیه واریانس مشخصه‌های خاک بیانگر آنست که از نظر فاکتورهای کربن آلی و ازت اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۹ درصد بین سایت‌های چرایی مختلف وجود دارد (جدول ۱). همچنین نتایج جدول (۱) نشان می‌دهد که فاکتورهای هدایت الکتریکی و اسیدیته خاک بین سایت‌های چرایی مختلف اختلاف معنی‌دار با اطمینان ۹۵ درصد با یکدیگر دارند.

[1]- Closed Static Chamber

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-13]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.1.10.1]

جدول ۱: تجزیه واریانس خصوصیات خاک در مناطق چرایی مختلف منطقه قوشچی

	منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدارF
کربن آلی	بین گروه‌ها	۱۵/۴	۲	۷/۷	**۶/۰۱
	درون گروه‌ها	۱۹/۲	۱۵	۱/۲۸	
	کل	۳۴/۶	۱۷		
اسیدیته	بین گروه‌ها	۲۱۴/۶	۲	**۱۰۷/۳	*۱/۶۴
	درون گروه‌ها	۹۷۵/۹	۱۵	۶۵/۱	
	کل	۱۱۸۹	۱۷		
هدایت الکتریکی	بین گروه‌ها	۶۵/۷	۲	۳۲/۵	*۱/۵۲
	درون گروه‌ها	۳۱۹/۹	۱۵	۲۱/۲۶	
	کل		۱۷		
ازت	بین گروه‌ها	۴۵۶	۲	۲۲۸	**۳/۰۴
	درون گروه‌ها	۱۱۲۵	۱۵	۷۵	
	کل		۱۷		

**: نشان دهنده اختلاف معنی داری ۹۹٪ بین سایت‌های چرایی مختلف منطقه قوشچی

نتایج جدول (۲) نشان می‌دهد که بیش‌ترین میزان کربن‌آلی، هدایت الکتریکی و ازت خاک با مقادیر به ترتیب: ۱/۵۷درصد، ۱/۱ دسی‌زیمنس بر متر و ۰/۱۶ درصد مربوط به سایت قرق می‌باشد. همچنین، نتایج جدول (۲) بیانگر آنست که بالاترین میزان اسیدیته متعلق به سایت با شدت چرای زیاد به میزان ۸/۶ می‌باشد.

جدول ۲: مقایسه میانگین ها و (اشتباه معیار) خصوصیات خاک در مناطق چرایی مختلف منطقه قوشچی

مشخصه خاک	سایت قرق	سایت با شدت چرای‌کم	سایت با شدت چرای‌زیاد
کربن‌آلی (٪)	a۱/۰±۵۷/۰۳	ab۱/۰±۰۳/۰۵	b۰/۰±۸۸/۰۴
اسیدیته	a۷/۰±۹/۱	ab۷/۰±۳/۰۹	b۷/۰±۰۶/۸۷
هدایت الکتریکی (ds/m)	a۱/۰±۱/۰۱	ab۰/۰±۸۵/۰۷	b۰/۰±۷۹/۰۲
ازت (٪)	a۰/۰±۱۶/۰۲	b۰/۰±۱۱/۰۱	b۰/۰±۰۹/۰۱

دی اکسیدکربن متصاعد شده خاک در مناطق چرایی مختلف

مشخصه گاز دی‌اکسیدکربن متصاعد شده خاک بیانگر آنست که اختلاف معنی‌داری با سطح احتمال ۹۹ درصد بین سایت‌های چرایی مختلف منطقه قوشچی وجود دارد که نتایج آن در قالب جدول (۳) ارایه شده است

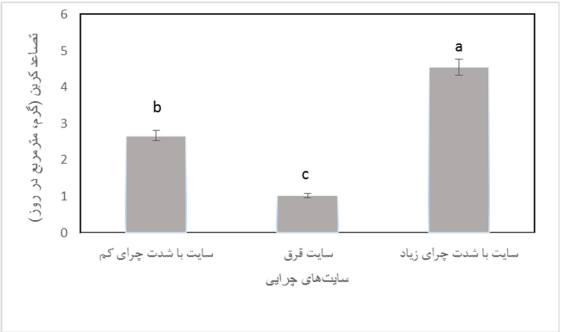
جدول ۳-تجزیه واریانس مشخصه دی اکسیدکربن متصاعد شده خاک در مناطق چرایی مختلف منطقه قوشچی

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدارF
بین گروه ها	۲۳/۱	۲	۱۱/۵۵	**۱۵/۰۲
درون گروه ها	۱۱/۶	۱۵	۰/۷۷	
کل	۳۴/۷	۱۷		

**: نشان دهنده اختلاف معنی داری ۹۹٪ بین سایت‌های چرایی مختلف منطقه قوشچی

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-13]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.1.10.1]



شکل ۱: مقایسه میانگین‌های مشخصه دی اکسیدکربن متصاعد شده خاک بر حسب (گرم، مترمربع در روز) در مناطق چرایی مختلف منطقه قوشچی

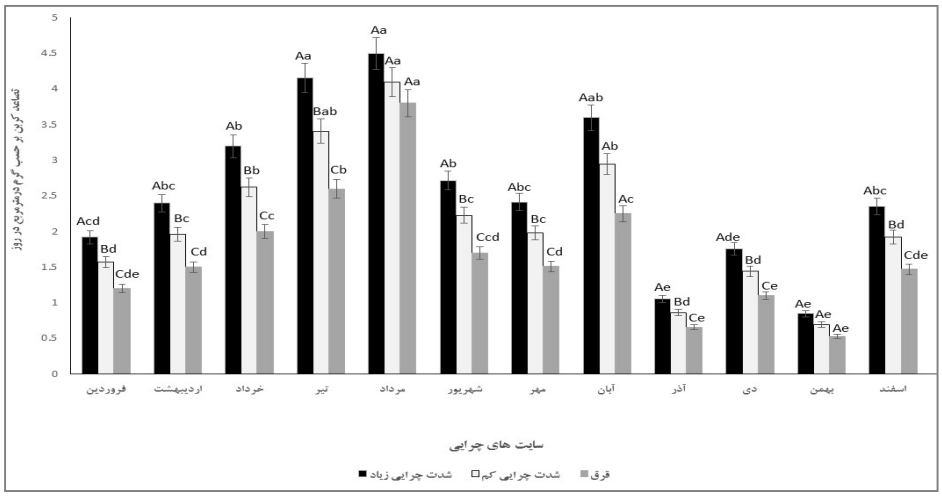
بر اساس شکل (۱)، بالاترین میانگین دی‌اکسیدکربن متصاعد شده خاک در بین سایت‌های چرایی مختلف منطقه قوشچی با میزان ۴/۲ (گرم، مترمربع در روز) متعلق به سایت با شدت چرای زیاد می‌باشد.

جدول (۴)، نتایج تجزیهٔ واریانس اثر ماه‌های مختلف و چرا با میزان تصاعد کربن را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود اثر ماه‌های مختلف سال، چرا و اثر متقابل آن‌ها با میزان تصاعد کربن با اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دار است.

جدول ۴: تجزیهٔ واریانس اثر ماه و چرا بر تصاعد کربن در مناطق چرایی مختلف منطقه قوشچی

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدارF
ماه	۳۴/۱	۱۱	۳/۹	**۳/۶۵
چرا	۱۹/۹	۲	۹/۶	**۸/۸۰
ماه* چرا	۳۰۹	۲۲	۱۴/۲	**۱۳/۰۲
خطا	۱۱۷/۷	۱۰۸	۱/۰۹	

**: نشان دهنده اختلاف معنی داری ۹۹٪ بین سایت‌های چرایی مختلف منطقه قوشچی



شکل۲: اثر متقابل ماه‌های مختلف سال و چرا بر میزان تصاعد کربن (حروف کوچک نشان‌دهندهٔ اختلاف میزان تصاعد ماه‌ها و حروف بزرگ نشان‌دهندهٔ اختلاف بین شدت‌های چرا)

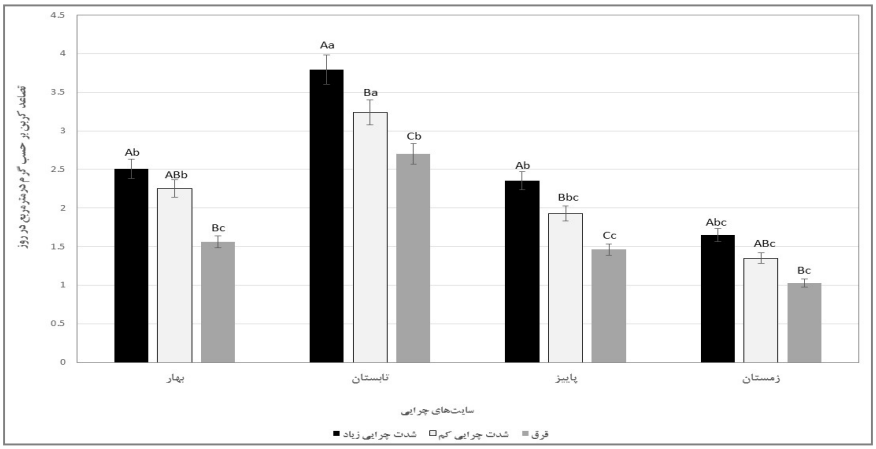
بر اساس شکل (۲)، بالاترین میانگین دی‌اکسیدکربن متصاعد شده خاک در بین ماه‌های مختلف در منطقه قوشچی با میزان ۴/۴۲ (گرم، مترمربع در روز) و ۴/۱۳ (گرم، مترمربع در روز) متعلق به ماه‌های به‌ترتیب مرداد و تیرماه سایت با شدت چرایی زیاد می‌باشد. همچنین نتایج نشان داد که کمترین میانگین دی‌اکسیدکربن متصاعد شده خاک در بین ماه‌های مختلف به‌ترتیب با میزان ۰/۵۱ و ۰/۵۵در ماه‌های بهمن و آذر در سایت قرق گزارش شده است. جدول ۵، نتایج تجزیهٔ واریانس اثر فصل‌ها و چرا با میزان تصاعد کربن را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود اثر ماه‌های مختلف سال، چرا و اثر متقابل آن‌ها با میزان تصاعد با اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دار است.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-13]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.1.10.1]

جدول ۵:تجزیهٔ واریانس اثر فصل و چرا بر تصاعد کربن در مناطق چرایی مختلف منطقه قوشچی

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدارF
فصل	۱۳/۱۰	۳	۴/۳	**۱۳/۰۵
چرا	۱۸/۱۶	۲	۹/۶	**۲۹/۰۹
فصل * چرا	۶۷/۸۷	۶	۱۱/۱	**۳۳/۳۲
خطا	۱۲/۱۱	۳۶	۰/۳۳	

**: نشان دهنده اختلاف معنی داری ۹۹٪ بین سایت‌های چرایی مختلف منطقه قوشچی



شکل۳: اثر متقابل فصول مختلف و چرا در میزان تصاعد کربن(حروف کوچک نشان‌دهندهٔ اختلاف میزان تصاعد بین فصول و حروف بزرگ نشان‌دهندهٔ اختلاف بین شدت‌های چرا)

بر اساس شکل (۳)، بالاترین میانگین دی‌اکسیدکربن متصاعد شده خاک در بین فصل‌های مختلف در منطقه قوشچی با میزان ۳/۶۲ (گرم در مترمربع در روز) و ۳/۲۳ (گرم در مترمربع در روز) متعلق به فصل تابستان و به ترتیب مربوط به سایت با شدت چرایی زیاد و شدت چرایی کم می‌باشد. همچنین نتایج نشان داد که کمترین میانگین مشخصه دی‌اکسیدکربن متصاعد شده خاک در بین فصل‌های مختلف با میزان ۱/۰۱ (گرم در مترمربع در روز) در فصل زمستان در سایت قرق گزارش شده است.

بحث و نتیجه‌گیری

اسیدهای حاصل از تجزیه مواد آلی و هوموس خاک عامل مؤثری در اسیدی شدن محیط خاک هستند. اکسیداسیون مواد آلی خاک توسط میکروارگانیسم‌ها با تولید گاز دی اکسیدکربن و اسید کربنیک سبب جابه‌جا شدن عناصر قلیایی از سطح کلوئیدهای خاک می‌شود و این روند با تولید هیدروژن باعث کاهش عناصر قلیایی و نیز کم شدن درصد اشباع بازی خاک می‌گردد. در منطقه تحت چرا به دلیل چرای پوشش گیاهی توسط دام، کم شدن درصد پوشش، زیتوده گیاهی و در نتیجه کاهش بازگشت ماده آلی به خاک، میزان ماده آلی و کربن آلی کاهش می یابد. بنابراین با توجه به مطالب یاد شده میزان pH خاک در اراضی با شدت چرایی زیاد، کاهش می‌یابد (۴۲). اسیدیته خاک در حفظ و نگهداشت عناصر غذایی خاک تأثیرگذار است. به‌طوری که اسیدیته خاک باعث افزایش قابلیت حل شدن آهن و آلومنیوم شده و در نتیجه باعث جدا شدن کاتیون‌های پایه از کمپلکس‌های تبادلی می‌گردد. نهایتاً کاتیون‌های جدا شده در اثر آبشویی از افق‌های بالاتر به افق‌های پایین‌تر رانده می‌شوند (۴۲). ساریلیدیز[1] و اندرسون[2] (۲۰۰۳) بیان داشته‌اند که هرچه اسیدیته خاک کمتر باشد، مقادیر عناصر غذایی نیز پایین‌تر می‌باشد (۴۱).

[1]- Sariyildiz

[2]-Anderson

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-13]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.1.10.1]

پترسون[1] و حاگبم[2] (۲۰۰۴) بیان داشته‌اند که مشخصه‌های کیفی خاک یکی از مهم‌ترین عوامل مورد بررسی در ارزیابی مدیریت خاک و پایداری قلمرو زیستی شمرده می‌شود و در این میان بر مشخصه میزان تصاعد گاز دی‌اکسیدکربن تاکید داشتند (۳۴). نتایج پژوهش حاضر نشان داد که افزایش شدت چرا منجر به افزایش میزان تصاعد گاز دی‌اکسیدکربن خاک شده است. تنش خشکی از عوامل دیگری است که تنفس میکروبی خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۴۴). مطابق با پژوهش پنگ[3] و توماس (۲۰۰۶) در شرایط رطوبت بالا، جریان دی‌اکسیدکربن خاک به علت محدودیت انتشار اکسیژن و اثرات هیپوکسی در کاهش میزان تصاعد گاز دی‌اکسیدکربن اثرگذار است (۳۳). علی رغم کمتر بودن مواد آلی خاک در سایت‌های چرایی در مقایسه با سایت قرق، ولیکن تغییر ترکیب پوشش گیاهی سایت‌های چرایی در مقایسه با قرق و برهم خوردگی خاک در اثر لگدکوبی دام، سبب افزایش تصاعد گاز دی‌اکسیدکربن از خاک گردیده است، که با نتایج تحقیقات لیفلد[4] و همکاران (۲۰۱۱) مطابقت دارد (۲۰). در این راستا، لو[5] و ژو[6] (۲۰۰۶) چرای بیش از حد از مراتع را یکی از مهمترین دلایل اصلی افزایش میزان تصاعد گاز دی‌اکسیدکربن می‌دانند. بر اساس پژوهش یاداو[7] (۲۰۱۰) نیز، تغییر نوع پوشش گیاهی در بلند مدت بر میزان تصاعد گاز دی اکسیدکربن کربن خاک اثرگذار خواهد بود (۵۰). براساس نتایج تحقیق حاضر میزان تصاعد گاز دی‌اکسیدکربن در مناطق تحت چرا بیش از مناطق قرق است که می‌تواند به این علت باشد که ذخیره کربن در مراتع نسبت به مدیریت چرا به شدت حساس است (۱۳)، زیرا دام با لگدکوبی سطح خاک سبب فشردگی سطحی خاک و باعث به هم خوردگی شایان توجه سطح خاک و ایجاد فرسایش می‌شود و این تغییر شرایط به نوبه خود بر محتوی رطوبتی و دمایی وضعیت خاک تاثیر می‌گذارد و به تصاعد چشمگیر کربن از سطح خاک منجر می‌شود (۱۶ و ۳۸). یکی دیگر از دلایل افزایش میزان تصاعد گاز دی اکسیدکربن در سایت‌های تحت چرا می‌تواند به این علت باشد که میزان بالاتر فضولات دامی در مراتع با شدت چرای بیشتر باعث افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌های خاکی و در نتیجه افزایش میزان تصاعد کربن در این مناطق می‌باشد.

در فصل تابستان به دلیل افزایش زیاد دمای هوا و در نتیجه افزایش میزان تجزیه مواد آلی و فعالیت ریز جانداران افزایش آزادسازی گاز دی‌اکسیدکربن گزارش شد. بر اساس نتایج پژوهش کوچ[8] (۲۰۱۲) افزایش درجه حرارت خاک منجر به تحریک بیش‌تر میکروب‌های خاک شده و تصاعد دی‌اکسیدکربن خاک را افزایش می‌دهد، در پژوهش حاضر نیز در همه سایت‌های مورد بررسی میزان تصاعد گاز دی‌اکسیدکربن در فصل و ماه‌های گرمتر بالاتر می‌باشد (۱۵ و ۲۱). تحقیقات دیگر نیز بیشترین میزان تصاعد کربن از خاک را در فصل تابستان و کمترین آن را در زمستان به دلیل تغییرات شرایط دما و رطوبت و تأثیرات آن بر فعالیت موجودات خاک‌زی و تنفس خاک اشاره می‌نمایند (۵ و ۳۱). وارد[9] و همکاران (۲۰۰۷) با مطالعهٔ اثر چرا و آتش‌سوزی بر میزان ترسیب و تصاعد کربن، هر دو عامل را به عنوان افزاینده مقدار تصاعد کربن و نیز کاهنده مقدار ترسیب کربن گزارش کردند. سانجو[10] و همکاران (۲۰۰۸) نوع کشت، میزان دما و میزان فعالیت میکروارگانیسم‌های خاکزی را از پارامترهای مهم در زمینه تصاعد گاز دی‌اکسیدکربن از خاک بیان می‌کنند. از جمله عملیات اصلاحی برای بهبود وضعیت پوشش گیاهی قرق است که می‌تواند بر تغییرات میزان تصاعد و ترسیب گاز دی‌اکسیدکربن خاک تاثیرگذار باشند. بر اساس نتایج تحقیقات فروزه و همکاران (۲۰۰۸) و رهبر و کوثر (۲۰۰۱) اثر عملیات اصلاحی مرتعی بر میزان ترسیب کربن و درصد ازت خاک مثبت ارزیابی گردیده است. ایشان علت را چنین بیان کردند که عملیات اصلاحی مرتعی سبب افزایش درصد پوشش گیاهی و افزایش رطوبت خاک شده و به دنبال آن افزایش ذخیره کربن خاک را به دنبال دارد. لیفلد و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی میزان تصاعد دی‌اکسیدکربن در اراضی زراعی تبدیل شده به

3- Pettersson
4- Hogbom
3- Peng
4 -Leifeld
5- Le Quere
6- Zhou
7- Yadav
8-Kooch
9 -Ward
10- Sainju

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-13]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.1.10.1]

چمنزار برای چرای دام، چنین نتیجه گرفتند که کم شدن پوشش گیاهی و برهم خوردگی خاک در اثر این تغییر کاربری، سبب افزایش تصاعد گاز دی‌اکسیدکربن از خاک گردیده است. در ماه‌هایی از سال که میزان بارندگی زیاد است، میزان تصاعد گاز دی‌اکسیدکربن از خاک به مقدار قابل توجهی کاهش می‌یابد (۲۰). افزایش دما سبب افزایش تنفس ریشه گیاهان و میکروارگانیسم‌های خاک می‌شود. این افزایش باعث زیاد شدن تصاعد گاز دی‌اکسیدکربن از خاک می‌گردد (۸). اثر اقلیم و تغییرات فصلی بر محتوای کربن آلی خاک عمدتاً از طریق تأثیر بر روی رطوبت، دما و تشعشع خورشیدی، تأثیر بر سرعت رشد و آرایش گونه‌های گیاهی و تأثیر بر روی سرعت معدنی شدن کربن آلی خاک است. مدیریت صحیح اراضی و متناسب با شرایط هر منطقه در میزان افزایش ترسیب کربن و کاهش تصاعد گاز دی‌اکسیدکربن از خاک بسیار موثر است. زیرا با خروج کربن از خاک، مواد آلی خاک کاهش می‌یابد و کربن مورد نیاز گیاه از دسترس گیاه خارج می‌شود (۱۴ و ۲۴). فرانسیسکو[1] و همکاران (۲۰۱۰) مهم‌ترین عامل کاهش ترسیب کربن در مراتع نوادا را تغییرات کاربری شدید در این منطقه اعلام می‌کنند. پست[2] و کوون (۲۰۱۰) بیان کردند که میزان تصاعد و ترسیب کربن خاک تحت تاثیر فاکتورهای مختلف نظیر شیوه‌های مدیریت، تغییر کاربری اراضی و نوع عملیات اصلاحی متغیر می‌باشد (۳۵). عملیات اصلاحی نقش مهمی در کاهش تصاعد گاز دی‌اکسیدکربن به اتمسفر ایفا می‌کند (۱۸). لی کوئر و همکاران (۲۰۰۹) مناسب‌ترین راه کاهش تصاعد گاز دی‌اکسیدکربن را بیابان‌زدایی و حفظ و احیا پوشش گیاهی می‌دانند شناخت نوع و میزان تبادلات گازی به منظور مدیریت بهتر اراضی جهت ترسیب و ذخیره بیشتر کربن در خاک و کاهش آزادسازی گاز دی‌اکسیدکربن در جو ضروری است (۴۷، ۴۹ و ۵۳). با توجه به مطالب ارایه شده، چرای بیش از حد به‌ویژه در ماه‌های گرم سال، تهدیدی برای سلامت خاک از نظر افزایش گاز دی اکسیدکربن است که در مدیریت اکوسیستم‌های طبیعی باید به این موضوع توجه شود.

References

1. Aliasgharzade, N., 2010. Laboratory methods in soil biology. Tabriz Univ. Press, 522p. (In Persian).
2. Ansari, N. & S.J. Seiyed Akhlaghi., 2009. Comparison of the opinion of rangeland user and expert about factors influencing natural resources degradation in Iran. Journal of Rangeland, 3: 519-532. (In Persian)
3. Beheshti Al Agha, A., F. Raiesi & A. Golchin, 2011. The effects of soil disturbance due to land use change of forest lands to cultivated lands on biological soil quality indices of forest ecosystems of Northern Iran. Journal of Agroecol, 3: 439-453. (In Persian)
4. Bond-Lamberty, B., C. Wang & S. Gower, 2004. A global relationship between the hetero-trophic and autotrophic components of soil respiration? Global Change Biology, 10(10):1756-1766.
5. Eamus, D., L.B.A. Hutley & P. O'Grady, 2001. Daily and seasonal patterns of carbon and water fluxes above a north Australian savanna. Tree Physiology, 21: 977-988.
6. Forest rangeland and watershed management organization, 2002. National action program of combating desertification. Rural Development Publications. 357p.
7. Forozeh, M.R., G. Heshmati., Gh. Ghanbarian & S.H. Mesbah, 2008. Comparing the carbon sequestration potential of three species of flowering plants sunglasses, black sagebrush equatorial plain of arid rangelands of Iran (Case Study: Plain Grbaygan FASA). Journal of Environmental Studies, 46: 65-72.
8. Frank, A.B., M.A. Liebig & J.D. Hanson, 2002. Soil carbon dioxide fluxes in northern Soil. Biology & Biochemistry, 34: 1235-1241.
9. Frazoa, L.A., M.C. Picolo., B.J. Feigle., C.C. Cerri & C.E. Cerri, 2010. Inorganic nitrogen, microbial biomass and microbial activity of a sandy Brazilian Cerrado soil under different land uses. Agriculture, Ecosystems and Environment, 135: 161-167.
10. Gamboa, A.M. & L. Galicia., 2011. Differential influence of land use/cover change on topsoil carbon and microbial activity in low-latitude temperate forests. Agriculture, Ecosystems and Environment, 142: 280-290.
11. Ghazanshahi, J., 2006. Soil and plant analysis. Homa publication, 272p. (In Persian)

[1]- Francisco

[2]- Post

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-13]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.1.10.1]

12. Gupta, R.D., A. Sanjay & N.M. Sumberia, 2010. Soil physical variability in relation to soil erodibility under different land uses in foothills of Siwaliks in N-W India. Tropical Ecology, 51(2):183-197.
13. Hill, M.J., R.Braaten & G.M. Mekeon, 2003. A scenario calculator for effect of grazing land management on carbon stock in Australian rangelands. Environmental modeling and software, 18:627-644.
14. Hirata, R., T. Hirano., N. Saigusa., Y. Fujinuma., K. Inukai., Y. Kitamori., Y. Takahashi & S. Yamamoto, 2007. Seasonal and internal variations in carbon dioxide exchange of a temperate larch forest, Agr. Forest Meteorol, 147: 110-124.
15. Islam, K.R. & R.R. Weil., 2000. Soil quality indicator properties in mid- Atlantic soils as influenced by conservation management. Soil and Water Conservation Journal, 55: 69-78.
16. Jabro, J.D., U. Sainju., W.B. Stevens & R.G. Evans, 2008. Carbon dioxide flux as affected by tillage and irrigation in soil converted from perennial forages to annual crops. Journal of Environmental Management, 88:1478-1484.
17. Jalilvand, H., R. Tamartash & H. Heydarpour, 2007. Grazing impact on vegetation and some soil chemical properties in Kojour Rangelands, Noushahr, Iran. Journal of Rangeland, 1(1):53-66. (In Persian)
18. Jauhiainen, J., A. Hooijer & S.E. Page, 2012. Carbon dioxide emissions from an Acacia plantation on peatland in Sumatra, Indonesia. Biogeosciences, 9: 617–630.
19. Karami, P., G. Heshmati., A. Soltani & A. Golchin, 2010. Effects of different managements (grazing, exclosure, harvesting) on production and plant composition of rangeland ecosystems in the western partof Iran (Case study: Saral of Kurdistan). Journal of Rangeland, 4(2): 250-261. (In Persian)
20. Kim, Y., R.G. Knox., M. Longo., D. Medvigi., L.R. Hutyra & P.R. Morcraft, 2012. Seasonal carbon dynamics and water fluxes in an Amazon rainforest. Global Change Biology, 18(1): 1322-1334.
21. Kooch, Y., 2012. Soil variability related to pit and mound, canopy cover and individual trees in a Hyrcanian Oriental Beech stand. Ph.D. Thesis, Tarbiat Modares University, 203p. (In Persian)
22. Kooch, Y. & Z. Zoghi., 2014. Comparison of soil fertility of Acer insigne, Quercus castaneifolia and Pinus brutia stands in the Hyrcanian forests of Iran. Chine Journal Applied Environment Biology, 20: 899-905.
23. Lal, R., 2004. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. Geoderma 123: 1-22.
24. Lal, R., 2005. Climate change, soil carbon dynamics and global food security, In: Lal, Rattan, B. A. Stewart, Norman Uphoff and David O. Hansen (eds), Climate change and global food security, CRC press, Taylor & Francis, 4: 113-143.
25. Le Quere, C., M.R. Raupach., J.G. Canadell., G. Marland., L. Bopp & P. Ciais, 2009. Trends in the sources and sinks of carbon dioxide, Nat. Geosci, 2: 831-836.
26. Leifeld, J., C. Ammann., A. Neftel & J. Fuhrer, 2011. A comparison of repeated soil inventory and carbon flux budget to detect soil carbon stock changes after conversion from cropland to grasslands. Global Change Biology, 17(11): 3366-3375.
27. Lima, A.C., L. Brussaard., M.R. Totola., W.B. Hoogmoed & R.G. Goede, 2013. A functional evaluation of three indicator sets for assessing soil quality. Applied Soil Ecology, 64: 194-200.
28. Luo, Y. & X. Zhou., 2006. Soil Respiration and the Environment. 320pp.
29. Marzaioli, R., R. D'Ascoli., R.A. De Pascale & F.A. Rutigliano, 2010. Soil quality in a Mediterranean area of Southern Italy as related to different land use types. Applied Soil Ecology, 44: 205-212.
30. Merino, A., P. Perez-Batallon & F. Macıas, 2004. Responses of soil organic matter and greenhouse gas fluxes to soil management and land use changes in a humid temperate region of southern Europe. Soil Biology and Biochem, 36: 917-925.
31. Morris, J. & A. Jensen., 1998. The carbon balance of grazed and non-grazed Spartina angelica salt marshes at Skallingen, Denmark. Journal of Ecology, 86: 229-242.
32. Nunes, J.S., A.S.F. Araujo., L.A.P.L. Nunes., L.M. Lima., R.F.V. Carneiro., A.A.C. Salviano & S.M. Tsai, 2012. Impact of land degradation on soil microbial biomass and activity in Northeast Brazil. Pedosphere, 22: 88-95.
33. Peng, Y. & S.C. Thomas., 2006. Soil CO2 efflux in uneven-aged managed forests: temporal patterns following harvest and effects of edaphic heterogeneity. Plant and Soil, 289: 253-264.
34. Pettersson, F. & L. Hogbom., 2004. Long-term growth effects following forest nitrogen fertilization in *Pinus sylvestris* and *Picea abies* stands in Sweden. Scandinavi. Journal of Research, 19: 339-347.
35. Post W.M. & K.C. Kwon., 2010. Soil carbon sequestration and land- use change, processes and potential. Global change biology, 6:317-327.
36. Rahbar, G.h. & S.A. Kosar., 2001. Soil fertility management in Flood spreading of Grbaygan Fasa. Proceedings of the first conference on watershed management and water harvesting, 96-100. (In Persian)
37. Raiesi, F. & E. Asadi., 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.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-13]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.1.10.1]

38. Sadeghipour, A., 2012. The study of carbon sequestration and its distribution in different land uses (Case study: Shahriar). Ph.D. thesis of range management, University of Tehran. 153pp.
39. Sainju, U.M., B. William., A. Stevens & D. Jalal Jabro, 2011. Carbon input and soil carbon dioxide emission affected by land use and management practices. 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World, 256-261.
40. Sainju, U.M., J.D. Jabro & W.B. Stevens, 2008. Soil carbon dioxide emission and carbon content as affected by irrigation, tillage, cropping system, and nitrogen fertilization. Plant and environment intraction, 37:98-106.
41. Sariyildiz, T. & J.M. Anderson., 2003. Interactions between litter quality, decomposition and soil fertility: a laboratory study. Soil Biology and Biochemistry, 35: 391-399.
42. Scahrenbroch, B.C. & J.G. Bockheim., 2007. Pedo diversity in an old – growth northern hardwood forest in the Huron Mountains, Upper Peninsula, Michigan. Canadian Journal Forest Research, 37: 1106-1117.
43. Sherrod, L.A., G.A. Peterson., D.G. Westfall & A.R. Ahuja, 2003. Cropping intensity enhances soil organic carbon and nitrogen in a no till agro ecosystem. Soil Science Society American Journal, 67:1533-1543.
44. Sparling, G.P. & D.J. Ross., 1988. Microbial contribution to the increased nitrogen mineralization after air drying of soils. Plant and Soil, 105: 163-167.
45. Tate, K.R., D.J. Ross., S. Saggar., C.B. Hedley., J. Dando., B.K. Singh & S.M. Lambie, 2007. Methane uptake in soils from Pinus radiata plantations, a reverting shrubland and adjacent pastures: Effects of land-use change, and soil texture, water and mineral nitrogen. Soil Biology and Biochemical, 39: 1437–1449.
46. Vanaee, f., P. Karami., H. Joneidi Jafari & K. Nabiee Elahi, 2016. Simulation of Soil Organic Carbon Dynamics in Lawn Ecosystem under Different Management Conditions Using the Model of the Century. Rangeland, 10(4): 439-449.(In Persian)
47. Vickers, D., C.K. Thomas., C. Pettijohn., J. Martin & B.E. Law, 2011. Five years of carbon fluxes and inherent water-use efficiency at two semi-arid pine forests with different disturbance histories. International Meteorological Institute in Stockholm.
48. Ward, S., E. Richard., D. Bardgett., P. Niall., J. McNamara., K. Adamson., D. Nick & J. Ostle, 2007. Long-Term Consequences of Grazing and Burning on Northern Peat land Carbon Dynamics. Ecosystems, 10: 1069-1083.
49. Wohlfahrt, G., 2008. Biotic, abiotic, and management controls on the net ecosystem CO2 exchange of European mountain grassland ecosystems. Ecosystems, 11:1338-1351.
50. Yadav, R.S., B.L. Yadav., B.R. Chipa., S.K. Dhyani & M. Ram, 2010. Soil biological properties under different tree based traditional agroforestry systems in a semi - arid region of Rajasthan, India. Agroforestry System, 81: 195-202.
51. Yatso, K.N. & E.A. Lilleskov, 2016. Effects of tree leaf litter, deer fecal pellets and soil properties on growth of an introduced earthworm (*Lumbricus terrestris*): Implications for invasion dynamics. Soil Biol. Biochem, 94: 181-190.
52. Yuan, Z.Y., F.S. Chen., D.H. Zeng., Q. Zhao & G.S. Chen, 2008. Soil inorganic nitrogen and microbial biomass carbon and nitrogen under pine plantations in Zhanggutai sandy soil. Pedosphere, 18: 775-784.
53. Zeeman, M.J., R. Hiller., A.K. Gilgen., P. Michna., P. Pluss., N. Buchmann & W.Eugster, 2010. Management and climate impacts on net CO2 fluxes and carbon budgets of three grasslands along an elevational gradient in Switzerland. Agriculture Forest Meteorology, 150: 519-530
54. Zhang, C., S. Xue., G.B. Liu & Z.L. Song, 2011. A comparison of soil qualities of different vegetation types in the Loess Plateau, China. Plant and Soil, 347: 163-178.
55. Zifcakova, L., T. Vetrovsky., A. Howe & P. Barldrian, 2016. Microbial activity in forest soil reflects the changes in ecosystem properties between summer and winter. Journal of Environmental Microbiology, 18: 288-301.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-13]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.1.10.1]