# ارزیابی و مقایسه ذخایر کربن آلی و نیتروژن خاک مراتع و مزارع گندم مجاور در موقعیت‌های مختلف شیب دامنه (مطالعه موردی: مراتع کوهستانی کرمانشاه)

حیدر میرزایی[1*]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۱/۲۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۷/۱۶)

## چکیده

**افزایش گازهای گلخانه‌ای اتمسفر به‌ویژه دی‌اکسیدکربن در اثر مصرف سوخت‌های فسیلی موجب افزایش دمای کره زمین شده است. توقف این روند فقط با کاهش مصرف این سوخت‌ها و یا ذخیره کربن آلی در خاک امکان‌پذیر است. پوشش گیاهی کره زمین شامل جنگلها، مراتع و اراضی کشاورزی با جذب و ذخیره کربن نقش مؤثری در کاهش گازهای گلخانه‌ای دارد. این مطالعه به‌منظور بررسی تأثیر میزان شیب و موقعیت دامنه و نیز کاربری اراضی بر میزان ذخایر کربن آلی در یک منطقه کوهستانی واقع در ارتفاعات زاگرس میانی در کرمانشاه انجام شد. نتایج بیانگر تأثیر معنی‌دار شیب و کاربری زمین بر مقدار زیست‌توده، میزان ذخایر کربن آلی و نیتروژن خاک است. مقایسه شیب‌های مختلف مرتعی نشان داد که موقعیت پای‌دامنه با کمترین شیب (۲۰ تا ۳۰ درصد) بیشترین میزان ذخیره کربن آلی، درصد نیتروژن خاک و زیست‌توده فوقانی را داشت. حضور درختان پراکنده در مرتع در موقعیت شانه‌دامنه موجب افزایش توانایی این موقعیت در ذخیره‌سازی کربن آلی خاک در مقایسه با دامنه مشابه بدون درختان شده که احتمالاً در اثر افزوده‌شدن هوموس و یا مراقبت تاج آنها از گونه‌های علفی زیراشکوب درختان است. مقایسه گندمزار با مرتع مجاور با شیب یکسان بیانگر افزایش معنی‌دار ($P<0/05$) میزان کربن آلی و درصد نیتروژن کل در خاک مرتع است.**

**واژه‌های کلیدی: کربن آلی خاک، مراتع طبیعی، اراضی کشاورزی، تغییرات اقلیمی، موقعیت شیب دامنه**

۱. استادیار گروه منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه.

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mirzaei.hd@gmail.com

## مقدمه

تغییرات اقلیمی و گرمایش زمین که به‌دلیل افزایش گازهای گلخانه‌ای در اثر مصرف سوخت‌های فسیلی و وارد کردن سالیانه میلیون‌ها تن گاز دی‌اکسیدکربن به اتمسفر اتفاق می‌افتد، بشر را با یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های محیط‌زیستی در کره زمین روبرو کرده است. مهم‌ترین منابع تولید و انتشار گازهای گلخانه‌ای در اثر فعالیت‌های انسانی در طی ۱۵۰ سال گذشته، استفاده از سوخت‌های فسیلی برای تولید برق، سیستم‌های گرمایشی و حمل ونقل بوده است (۲۵) که این گازها با محبوس‌کردن گرما و جلوگیری از خروج آن از اتمسفر باعث گرم‌شدن کره زمین شده‌اند (۱۸). از بین گازهای گلخانه‌ای، دی‌اکسیدکربن با تأثیر ۷۵ درصدی خود مهم‌ترین گاز است. توقف روند فعلی جز با کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی و یا ذخیره کربن آلی در خاک یا پوشش گیاهی امکان‌پذیر نیست. مطابق گزارش منتشر شده به‌وسیله بخش بین‌المللی مربوط به تغییرات اقلیمی سازمان ملل (۲۶)، از زمان شروع دوره صنعتی-شدن تاکنون حدود ۱ درجه به میانگین دمای کره زمین اضافه شده است (۰/۸۲ تا ۱/۲ درجه سانتی‌گراد). افزایش دما تاکنون به تغییرات عمیقی در سیستم‌های انسانی و طبیعی از جمله افزایش خشکسالی‌ها، سیل و برخی انواع دیگر حوادث نادر و شدید آب‌وهوایی، افزایش سطح آب دریاها و از دست دادن تنوع زیستی منجر شده است. این تغییرات باعث خطرات بی-سابقه برای افراد و گروه‌های آسیب‌پذیر نیز می‌شود. جامعه علمی بین‌المللی هشدار داده که بدون کاهش شدید میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای، سیستم‌های طبیعی زمین به‌طور قابل توجهی تغییر خواهد کرد و بشریت با اثرات منفی بسیاری مواجه شده و احتمالاً موجب بحران عظیمی در حال حاضر خواهد شد (۴۳ و ۴۸). از بین‌بردن جنگل‌ها و مراتع نیز سهم بسزایی در افزایش دی‌اکسید کربن داشته به‌طوری‌که به‌عنوان مثال در سال ۱۹۹۹ صرف سوخت‌های فسیلی و صنایع سیمان ۸۰ درصد و جنگل-زدایی ۲۰ درصد در افزایش دی‌اکسیدکربن اتمسفر نقش داشته است (۱۶). در سال ۲۰۱۴ چین با ۳۰ درصد در صدر و ایالات متحده آمریکا با ۱۵ درصد در رتبه دوم افزایش دی‌اکسیدکربن اتمسفر قرار داشتند (۲۷ و ۴۸). در همین سال تأثیر جنگل‌زدایی بر افزایش گازهای گلخانه‌ای ۲۲ درصد بوده است (۴). همان-طور که اشاره شد سیستم‌های زیستی کره زمین مانند جنگل‌ها، مراتع، مزارع کشاورزی و باغات می‌توانند با به‌دام‌انداختن کربن موجود در اتمسفر و ترسیب و ذخیره آن در خاک موجب کاهش این گاز در اتمسفر شوند. بخش اعظم (۲۵ تا ۷۰ درصد) دی‌اکسیدکربن ذخیره‌شده در تولیدات گیاهی و تولید ناخالص اولیه (GPP =Gross Primary Production) در اثر تنفس، دوباره به اتمسفر بازمی‌گردد. باقیمانده تولید خالص اولیه ( Net NPP =Primary Production) مقدار کربنی است که می‌تواند به خاک برگردد (NPP=GPP-Ra). تولید ناخالص اولیه محصولات زراعی شامل مجموع زیست‌توده برگی، ساقه‌ها، ریشه‌ها و بذرها است. علفزارها شامل مراتع طبیعی، مراتع مصنوعی، و اراضی کشاورزی کاشته‌شده با استفاده از گیاهان علوفه‌ای و بوته‌زارها است که حدود ۲۶ درصد خشکی‌ها یا ۳۵ میلیون کیلومترمربع از مجموع خشکی‌ها را در بر می‌گیرند (۱۰). حدود ۲۰ میلیون کیلومترمربع از مراتع تأمین‌کننده نیازهای دامی در جهان هستند (۳۶). مراتع کوهستانی با وجود اینکه خاکی نسبتاً نازک و کم‌عمق دارند یکی از منابع بسیار مهم ذخیره کربن هستند (۲۴). بخش‌های وسیعی از علفزارها در اثر عوامل انسانی و برهم‌خوردن خاک‌ها، آتش‌سوزی، چرا، خشکسالی، فقیرشدن پوشش گیاهی، کاهش حاصلخیزی و فرسایش خاک، ویران شده و یا با کاهش میزان کربن آلی خاک (Soil Organic Carbon=SOC) مواجه شده‌اند (۸ و ۳۴). کاهش کربن آلی خاک در اثر چرای بی‌رویه در گزارشات متعددی ذکر شده و در مقابل، چرای متعادل و در فصل مناسب باعث افزایش ذخایر کربن آلی خاک شده است (۱۷، ۴۰ و ۴۱). مطابق آمار فائو ۲۰ درصد از ذخایر کربن آلی در سال ۲۰۰۰ در مراتع ذخیره شده است (۲۰). به‌عبارت دیگر علفزارها و مراتع طبیعی حدود ۳۴۳ میلیارد تن از کربن آلی خشکی‌ها را تا عمق یک‌متری در خود ذخیره کرده‌اند (۱۱) و سالیانه حدود پانصد

میلیون تن کربن آلی در خود ذخیره و جذب می‌کنند (۶، ۲۱ و ۴۳) که این مقدار عظیم از کربن آلی، اهمیت و نقش مدیریت مراتع را نشان می‌دهد.

از آنجا که در بیشتر مراتع علاوه بر محدودیت‌های فیزیکی و محیطی و شرایط آب‌وهوایی طاقت‌فرسا، چرای مفرط و زودرس نیز اثرات مخرب خشکی و تغییرات اقلیمی را دوچندان کرده، بنابراین مدیریت علفزارها و مراتع باید قابلیت سازگاری با این تغییرات را داشته باشد. با این‌حال ویژگی‌های بوم‌شناختی، توپوگرافی و جغرافیایی، باعث تنوع پوشش گیاهی و وجود تیپ‌های رویشی متنوع می‌شود که این موضوع با درنظرگرفتن نقش مدیریت و تغییرات اقلیمی، الگوهای متنوعی در زمینه ذخیره کربن خاک ایجاد می‌کند که باید جداگانه مورد بررسی قرار گیرند. یکی از عوامل تأثیرگذار بر تغییرات کربن آلی خاک، توپوگرافی است که حتی در محدوده‌های کوچک نیز کاملاً مشهود است. تغییرات پوشش گیاهی در اثر تغییرات ارتفاع یا شیب و جهت دامنه‌هاست، به‌طوری‌که ارتفاع، درصد شیب و جهت شیب به‌تنهایی و یا با هم تأثیر زیادی بر ترکیب پوشش گیاهی می‌گذارند (۱۲) و تأثیر تغییرات اقلیمی را بیشتر نمایان می‌کنند (۹ و ۴۱). این اثرات را می‌توان در ترکیب و تنوع گیاهی مشاهده نمود. مطالعات زیادی در این زمینه انجام شده است. در مناطق خشک و نیمه‌خشک الگوهای تنوع زیستی و پوشش گیاهی بیشتر از مناطق مرطوب تحت تأثیر جهت و وضعیت شیب دامنه است (۲۲) و تأثیر این تغییرات بر میزان ذخیره کربن آلی خاک نیز نمایان است. گزارش‌های متفاوتی در خصوص تأثیر توپوگرافی بر میزان این تغییرات ارائه شده است. ارتباط بین ارتفاع، شیب و موقعیت دامنه و تغییر ذخایر کربن در مناطق جنگلی هند و هیمالیا (۲، ۸ و ۳۱) گزارش شده است. در همه این مطالعات نشان داده شده که میزان شیب و موقعیت دامنه، اثرات متفاوتی بر ذخایر کربن خاک دارد و کاربری زمین می‌تواند نقش مؤثری در کم و زیاد کردن این اثرات داشته باشد. در مطالعات دیگری که تأثیر ارتفاع و موقعیت دامنه بر درصد کربن آلی خاک در مراتع استپی و آلپی با هم مقایسه شد، بعد از ارتفاع به‌عنوان مهم‌ترین عامل اثرگذار بر تیپ گیاهی، موقعیت دامنه اثر معنی‌دار داشته است، به‌طوری‌که در همه طبقات ارتفاعی به‌جز مراتع کوهستانی میزان کربن آلی خاک در کوهپایه (پای‌دامنه) بیشتر از سایر موقعیت‌های دامنه نظیر سرتخت کوه و یا شانه‌دامنه بوده است (۳۲). در ایران نیز تحقیقاتی در زمینه تغییرات ترسیب کربن در اراضی با کاربری‌های متفاوت انجام شده است. در یک مطالعه موردی، اثرات افزایش شیب بر میزان ترسیب کربن در مراتع آذربایجان بررسی شد که نتایج بیانگر تأثیر منفی افزایش شیب بر میزان ترسیب کربن آلی خاک بود (۱). در مطالعه دیگری مقدار ترسیب کربن در جهات مختلف جغرافیایی بررسی شد که نتایج نشان‌دهنده افزایش ترسیب کربن در دامنه‌های شمالی نسبت به دامنه‌های جنوبی بود (۳۰). به‌نظر می‌رسد ابهامات زیادی در مورد تغییرات ذخیره کربن خاک و تأثیر متقابل شیب، جهت و موقعیت دامنه در مراتع وجود دارد که نیازمند بررسی‌های بیشتر است. در تحقیق حاضر میزان کربن آلی و نیتروژن قابل دسترس خاک یک مرتع کوهستانی که به‌طور مداوم تحت چرا بوده در موقعیت‌های مختلف دامنه شامل کوهپایه دامنه، پشته‌دامنه، شانه‌دامنه و سرتخت کوه در مقایسه با اراضی گندمزار متصل به پای دامنه در یک شیب شمال‌شرقی اندازه‌گیری و با هم مقایسه شد.

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

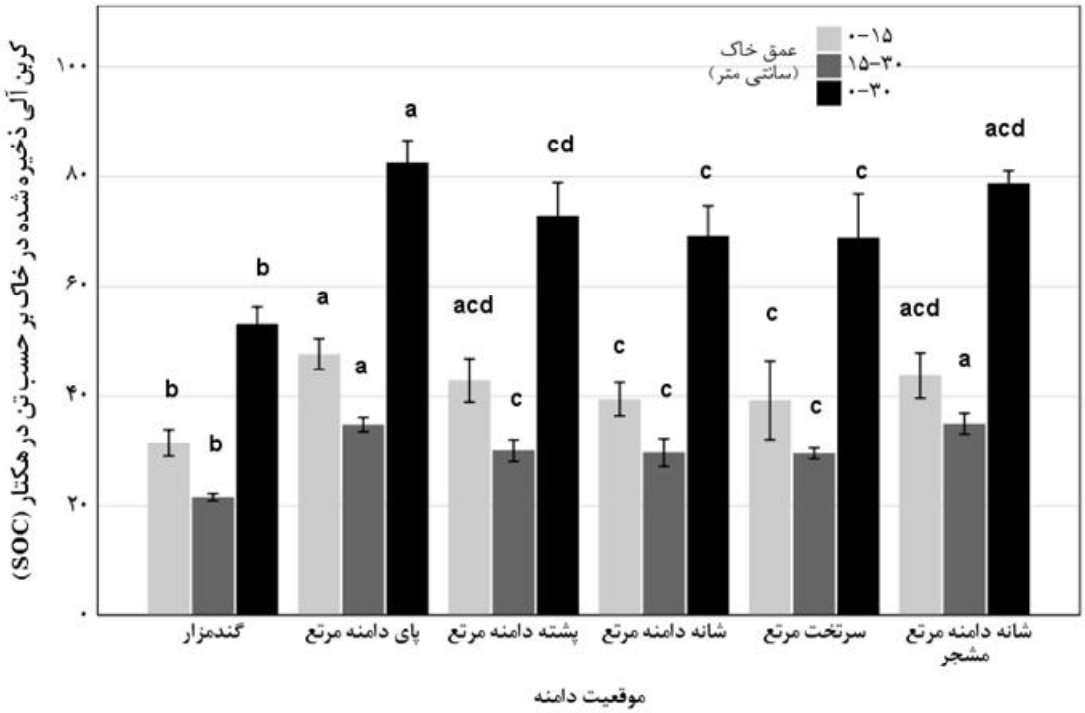
در مناطق کوهستانی واقع در منطقه رویشی زاگرس اختلاف در پوشش گیاهی و فرم‌های رویشی متأثر از عوامل محیطی و بوم‌شناختی مانند ارتفاع از سطح دریا، جهت شیب و موقعیت دامنه، موجب تغییرات قابل توجهی در وضعیت پوشش گیاهی و در نتیجه اختلاف در مواد مغذی و درصد کربن آلی خاک شده است. بر همین مبنا منطقه‌ای در فاصله ۱۵ کیلومتری جنوب شهر کرمانشاه با مرکزیت روستایی به نام بان‌گبری واقع در کوه‌سفید با مختصات جغرافیایی

″۳۲ ′۱۴ °۳۴ شمالی و ″۳۰ ′۷ °۴۷ شرقی و ارتفاع ۱۶۳۰ تا ۲۰۰۰ متر از سطح دریا و در دامنه‌ای شمالی انتخاب شد. این منطقه دارای پوشش مرتعی مناسبی است که در ایام زمستان و اواخر پاییز پوشیده از برف است. متوسط بارندگی سالیانه در نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی ۴۵۰ میلی‌متر و میانگین دمای سالیانه ۱۴ درجه سانتی‌گراد بوده و دارای اقلیم نیمه‌خشک سرد است (۳۰). دلیل انتخاب این محل، ویژگی‌های پوشش گیاهی، تنوع بوم‌شناختی و شرایط بهره‌برداری از آن به‌عنوان مرتعی کاملاً طبیعی و دست‌نخورده است. پوشش گیاهی مرتع بسیار متنوع است و ۱۰۰ گونه مرتعی شناسایی شدند. بهره‌برداران شامل عشایر و روستاییان هستند. شیب‌های ملایم دامنه کوهپایه‌ها به‌صورت کشت دیم و بیشتر شامل کشت گندم، جو و حبوبات است، بنابراین در مطالعه حاضر به‌منظور تشخیص تأثیر نوع کاربری بر میزان کربن آلی خاک در این اراضی، ویژگی‌های خاک اراضی مرتعی مجاور و مشابه آن نیز اندازه‌گیری شد. اراضی مرتعی واقع بر روی یک دامنه دارای کاربری یکسان و شیب متغیرند و در پایین‌ترین ارتفاع دامنه (که در این مقاله با عنوان پای‌دامنه نامیده شده)، اراضی مرتعی و کشاورزی در مجاورت هم قرار داشته و از نظر ویژگی‌های توپوگرافی و آب‌وهوایی کاملاً یکسان هستند.

## روش مطالعه

در این مطالعه ویژگی‌های خاک و پوشش گیاهی به‌صورت سیستماتیک تصادفی در امتداد دامنه از کف دره که نسبتاً هموار و شامل گندمزارهای دیم است تا سرتخت کوه که سنگلاخی و کم شیب است، مورد مطالعه و نمونه‌برداری قرار گرفت. اندازه‌گیری ویژگی‌های پوشش گیاهی با توجه به فرم رویشی آن یعنی مراتع بوته‌زار همراه با گندمیان انبوه با استفاده از پلات‌های یک مترمربعی انجام شد و برای بررسی ویژگی‌های خاک و مقایسه خاک سطحی و زیرین، نمونه‌های خاک از اعماق ۰ تا ۱۵ و ۱۵ تا ۳۰ سانتی‌متری در مرکز هر پلات جمع‌آوری شد. شرایط برای تمام تیمارها از نظر لایه رویی خاک یکسان است. محل پلات‌ها به‌صورت تصادفی انتخاب شد. واحدهای مطالعاتی در موقعیت‌های مختلف دامنه به‌ترتیب شامل اراضی کشاورزی و اراضی مرتعی پای‌دامنه یا کوهپایه (Foot-Slope) با شیب تقریبی ۲۰ تا ۳۰ درصد، پشته‌دامنه (Back-Slope) با شیب ۳۰ تا ۴۵ درصد، شانه‌دامنه (Shoulder) با شیب ۴۵ تا ۶۰ درصد، سرتخت (Summit) با شیب ملایم تا ۱۰ درصد و جامعه جنگلی زالزالک-پسته بسیار پراکنده که می‌توان آن را مرتع مشجر نامید با گونه غالب زالزالک در موقعیت شانه‌دامنه با شیب ۴۵ تا ۶۰ درصد می‌باشد. تعداد واحدهای مطالعاتی ۶ واحد در نظر گرفته شد و به‌منظور کاهش اریبی، تعداد نمونه‌ها دو برابر حداقل نمونه‌های مورد نیاز در مطالعات آماری (حداقل ۳ نمونه) در نظر گرفته شد، بنابراین در هر واحد ۶ پلات به‌طور تصادفی انتخاب شد. در هر پلات یک مترمربعی میزان تولید یا زیست‌توده گیاهی اندازه‌گیری شد و فاکتورهای مربوط به خاک نیز در دو عمق ۰ تا ۱۵ و ۱۵ تا ۳۰ سانتی‌متری با استفاده از استوانه فلزی به قطر ۵ سانتی‌متر در مرکز پلات نمونه‌برداری شد. بنابراین در مجموع ۷۲ نمونه خاک برای آنالیز خاک و ۳۶ کوادرات یک مترمربعی برای محاسبه تولید گیاهی جمع‌آوری شد. نمونه‌های خاک برای تجزیه و آنالیز به آزمایشگاه خاک فرستاده شد و نمونه‌های زیست‌توده گیاهی به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد قرار داده شده و سپس وزن شد. پارامترهای خاک شامل میزان کربن آلی، بافت خاک و نیتروژن کل در آزمایشگاه خاک به شرح زیر تعیین شد. تمام نمونه‌های خاک پس از انتقال به آزمایشگاه، در هوای آزاد خشک شده و سپس به‌وسیله الک ۲ میلی‌متری برای انجام آزمایش آماده شد. نیتروژن کل به روش کجلدال و با استفاده از دستگاه اتوکجلتیک، کربن آلی به روش والکلی‌بلاک (Walkley and Black)، بافت خاک با استفاده از روش هیدرومتری، وزن مخصوص ظاهری خاک با روش کلوخه بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب، و درصد رطوبت خاک نیز با روش خشک‌کردن مقدار معین خاک تر در آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد. مقدار کربن آلی ذخیره در خاک به‌وسیله معادله زیر برآورد شد (۱۵):

$$OC = OCP \times BD \times E \times 10000$$




**شکل ۱. مقایسه ترسیب کربن در عمق‌های مختلف و در موقعیت‌های مختلف شیب. نتایج آزمون دانکن در سطح ۰/۰۵ به‌صورت حروف نشان داده شده است، به این صورت که وجود حداقل یک حرف مشترک نشانه تشابه و عدم وجود حرف مشترک نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح اعتماد مورد نظر و در عمق مربوطه است.**

که در این فرمول:

OC= کربن آلی ذخیره‌شده در خاک بر حسب تن در هکتار، OCP= درصد کربن آلی موجود در خاک، BD= وزن مخصوص ظاهری خاک بر حسب تن بر مترمکعب ($ton/m^3$) و E= عمق مورد نظر بر حسب متر (در اینجا ۰/۱۵ متر) است.

## نتایج

### کربن آلی ذخیره‌شده در خاک

خلاصه نتایج به‌دست آمده در شکل ۱ نشان داده شده است. مطابق نتایج تجزیه واریانس و همان‌طور که مشاهده می‌شود مقدار ترسیب کربن آلی در هر دو عمق ۱۵-۰ و ۳۰-۱۵ سانتی‌متری در موقعیت‌های مختلف، با هم اختلاف معنی‌دار دارند (در سطح ۹۵ درصد). برای مقایسه بین گروه‌ها از آزمون چندگانه دانکن استفاده شد که نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین موقعیت‌های مختلف است، به‌طوری‌که مقدار کربن آلی خاک در عمق ۱۵-۰ سانتی‌متری خاک در موقعیت‌های پای دامنه (کوهپایه) با شیب ۳۰-۲۰ درصد، شانه‌دامنه مرتع مشجر با شیب ۶۰- ۴۵ درصد و پشته‌دامنه مرتعی با شیب ۴۰-۳۵ درصد با بیشترین مقدار در یک گروه قرار گرفتند. موقعیت‌های سرتخت مرتعی، شانه‌دامنه مرتعی و پشته‌دامنه مرتعی در گروه بعدی قرار گرفتند و گندمزار با شیب ۳۰-۲۰ درصد کمترین مقدار کربن آلی خاک را داشت، که مجموعاً در سه گروه قرار گرفتند. در عمق ۳۰-۱۵ سانتی‌متری، گندمزار با داشتن ۲۱/۵ تن کربن آلی در هکتار کمترین مقدار را دارا بود و آزمون دانکن نیز بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین گندمزار و دامنه مرتعی مشابه و نیز با تمام موقعیت‌های مرتعی است. در این عمق بین موقعیت پای‌دامنه و شانه‌دامنه مشجر و سایر موقعیت‌ها نیز اختلاف

معنی‌دار است (P<۰/۰۵)، و شانه‌دامنه مشجر و پای‌دامنه بیشترین مقدار را دارند (۳۵ تن در هکتار، شکل ۱). به‌طور کلی نیز در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری بهترین طبقه‌بندی به‌وسیله آزمون دانکن انجام شد. چهار گروه به‌ترتیب به شرح زیر تعیین شدند که با هم اختلاف معنی‌دار داشتند: گروه اول شامل شانه‌دامنه مرتع مشجر و پای‌دامنه با بیشترین مقدار و میانگین ۸۰/۲۵ تن در هکتار، گروه دوم شامل شانه‌دامنه مشجر و پشته‌دامنه مرتع با میانگین ۷۵/۸۵، گروه سوم شامل سرتخت، شانه مرتع و پشته‌دامنه مرتع با میانگین ۷۰/۳۱ و گروه آخر با کمترین مقدار به گندمزار اختصاص داشت که در مجموع، پای‌دامنه مرتع با ۸۲/۵۰ تن در هکتار بیشترین مقدار را دارا بود. میانگین سایر موقعیت‌ها ۷۱ تن تعیین شد.

همان‌طور که شکل ۱ نشان می‌دهد، دو واحد گندمزار و پای‌دامنه مرتعی که در مجاورت هم و دارای موقعیت دامنه و ویژگی‌های توپوگرافی یکسان هستند، از نظر ذخایر کربن آلی به‌طور معنی‌داری (P<۰/۰۵) با هم اختلاف دارند به‌طوری‌که خاک مرتع دارای مقادیر بیشتر کربن آلی است. شانه‌دامنه مرتعی و شانه‌دامنه مشجر نیز با وجود تشابه موقعیت و شیب دامنه با هم اختلاف دارند و دامنه مشجر مقادیر بیشتری از کربن آلی خاک را نشان می‌دهد.

### درصد نیتروژن کل خاک

در عمق ۱۵-۰ سانتی‌متری اختلاف بین درصد نیتروژن کل خاک گندمزار و موقعیت‌های پای‌دامنه و شانه‌دامنه مشجر کاملاً معنی‌دار (P<۰/۰۵) است و با سایر موقعیت‌ها اختلاف معنی‌داری از نظر آماری مشاهده نمی‌شود، بنابراین طبق آزمون دانکن در این عمق دو گروه تعیین شد و موقعیت پای‌دامنه با داشتن ۰/۲۳ درصد نیتروژن از جرم کل خاک بیشترین مقدار را دارا بود. مطابق همین شکل در عمق ۳۰-۱۵ سانتی‌متری اختلاف بین گندمزار و تمام موقعیت‌های دامنه معنی‌دار است. به‌طور کلی در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری سه گروه با استفاده از آزمون دانکن تعیین شدند: شانه‌دامنه مشجر با بیشترین مقدار (۰/۱۸۳ درصد) در یک زیرگروه، گندمزار با کمترین مقدار (۰/۱۴۷ درصد) در زیرگروه دیگر، و سایر موقعیت‌ها (با میانگین ۰/۱۷۰ درصد) نیز در زیرگروه دیگری قرار گرفتند (شکل ۲).

### بررسی مقدار تولید علوفه و پوشش گیاهی در واحدهای مرتعی

با توجه به عمق مناسب خاک، شیب کمتر و رطوبت بیشتر خاک در پای‌دامنه (کوهپایه)، مقدار زیست‌توده برگی گیاهان مرتعی در این موقعیت بیشتر است (شکل ۳). پس از آن بیشترین مقدار تولید به شانه‌مرتعی مشجر و سرتخت اختصاص دارد که به‌ترتیب به میزان ۱۲۸۰، ۸۲۳ و ۸۰۰ کیلوگرم علوفه خشک در هکتار است. اختلاف تولید در اراضی پای‌دامنه با سایر طبقات شیب معنی‌دار (P<۰/۰۵) است.

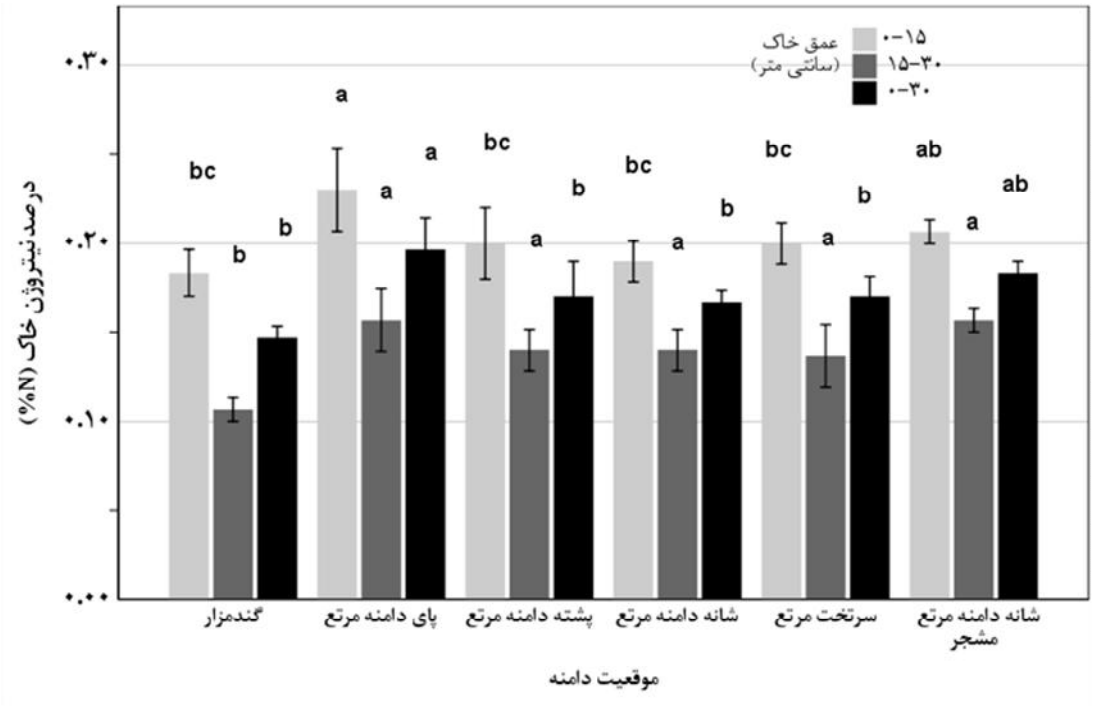
### بافت خاک

بافت خاک با اختلاف اندکی در همه واحدها مشابه و سیلتی کلی لوم بود. به‌طور کلی درصد سیلت از ۴۸ تا ۶۳ درصد متغیر بود که بیشترین مقدار به موقعیت پای‌دامنه و کمترین مقدار به شانه‌دامنه مرتع مشجر اختصاص دارد. درصد رس نیز از ۳۳ تا ۳۸ درصد متغیر بود که کمترین مقدار مربوط به موقعیت پای‌دامنه است. درصد شن نیز بین ۴ تا ۱۴ درصد است که کمترین مقدار به پای‌دامنه اختصاص دارد.

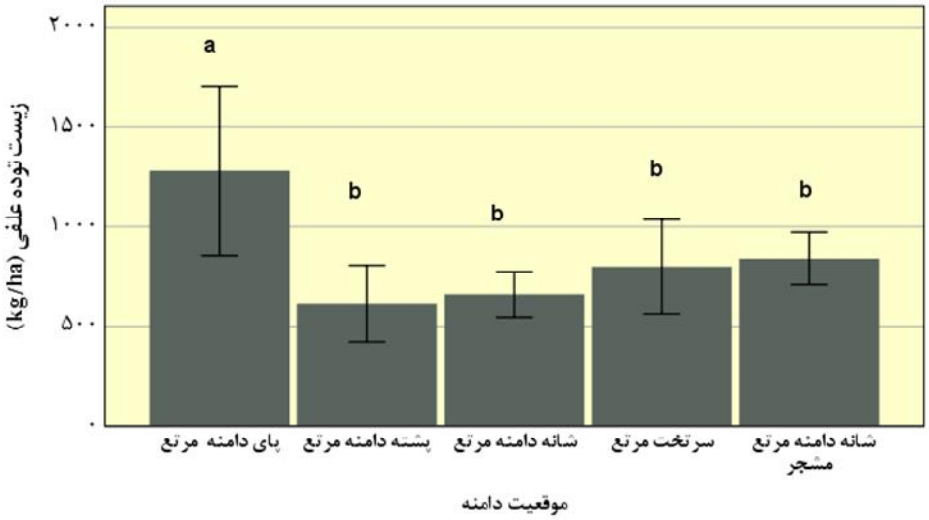
## بحث و نتیجه‌گیری

### مقایسه میزان کربن آلی و نیتروژن کل ذخیره‌شده در خاک در اراضی گندمزار و مراتع طبیعی

اراضی کشاورزی که به‌مدت طولانی تحت کشت بوده‌اند بر میزان ترسیب کربن آلی خاک به‌ویژه در عمق‌های پایین‌تر تأثیرات کاهنده‌ای داشته‌اند. این موضوع در تحقیقات گوناگون به اثبات رسیده است (۳۰ و ۴۶). در تحقیق حاضر نیز مقایسه مقدار کربن آلی خاک در گندمزار و تمام موقعیت‌های دامنه نشان‌دهنده کاهش چشمگیر آن در زمین‌های کشاورزی است (شکل ۱). این اختلاف بین موقعیت مرتع پای‌دامنه و گندمزار




**شکل ۲. مقایسه درصد نیتروژن کل خاک در عمق‌های مختلف و در موقعیت‌های مختلف شیب. نتایج آزمون دانکن در سطح ۰/۰۵ به صورت حروف نشان داده شده، به این صورت که وجود حداقل یک حرف مشترک نشانه تشابه و عدم وجود حرف مشترک نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح اعتماد مورد نظر و در عمق مربوطه است.**




**شکل ۳. مقایسه مقدار زیست‌توده علفی در موقعیت‌های مختلف دامنه. حروف نایکسان بیانگر اختلاف معنی‌دار (P<۰/۰۵) با استفاده از آزمون دانکن است. (رنگی در نسخه الکترونیکی)**

واقع در همین موقعیت معنی‌دار (P<۰/۰۵) است. از آنجا که پای‌دامنه کاملاً مجاور گندمزار بوده و تقریباً دارای ویژگی‌های یکسان آب‌وهوایی و خاک هستند بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری کرد که وجه تمایز این اراضی نوع کاربری آنهاست که موجب

اختلاف در میزان ذخیره کربن آلی خاک شده است. اراضی گندمزار به‌صورت دیم کشت می‌شوند و مطابق بررسی‌های انجام شده از چندین سال پیش تاکنون تحت کشت گندم یا جو بوده‌اند. در اراضی کشاورزی می‌توان با عدم برداشت کاه و کلش و بقایای گیاهی و کاهش عملیات خاک‌ورزی و شخم تا حدود زیادی به میزان ذخایر کربن آلی خاک اضافه نمود. استفاده از سیستم‌های تناوب زراعی و اضافه‌نمودن کودهای حیوانی نیز تأثیر بسیار زیادی بر افزایش کربن و نیتروژن خاک دارد. (۳۳). در همه تحقیقات انجام شده، شخم به‌ویژه شخم عمیق عامل بسیار مهمی در کاهش ذخیره کربن آلی خاک بوده است (۵۲). میزان کربن آلی خاک در مراتع حتی در شیب‌های تند از گندمزار بیشتر بود. این موضوع با توجه به این‌که فرسایش خاک با افزایش شیب و کاهش پوشش گیاهی رابطه مستقیم دارد (۳۱) بسیار قابل توجه بوده و نشان‌دهنده اهمیت پوشش گیاهی مرتعی در حفاظت خاک و حفظ و جذب کربن آلی خاک است. همان‌طور که شکل ۱ نشان می‌دهد این اختلاف در عمق ۳۰-۱۵ سانتی‌متری خاک بیشتر است که ناشی از سیستم ریشه‌ای عمیق و گسترده گیاهان مرتعی است (۴۲) که نقش مؤثری در جذب و ذخیره کربن آلی خاک دارند. مراتع از قابلیت بیشتری برای ترسیب کربن آلی خاک برخوردارند و این قابلیت هر چه شرایط خشک‌تری حاکم باشد بیشتر نمایان می‌شود (۱۳). مقایسه مقدار نیتروژن خاک در مراتع و اراضی زراعی نشان‌دهنده اختلاف کمتری در لایه خاک سطحی است (شکل ۲). به‌طوری‌که نتایج نشان می‌دهد اختلاف مقدار نیتروژن در عمق ۱۵-۰ سانتی‌متر در موقعیت‌های پای‌دامنه و شانه‌دامنه مشجر با گندمزار معنی‌دار ($P<0/05$) است که این موضوع می‌تواند ناشی از استفاده از کودهای نیتراته در اراضی کشاورزی باشد که با نتایج به‌دست آمده از سایر تحقیقات و تحقیق حاضر نیز سازگار است (۱۹ و ۳۷). بنابراین وجود اختلاف بین اراضی کشاورزی با مراتع امری مسلم است که تحقیقات متنوع بیانگر نقش مهم‌تر اراضی طبیعی در ذخیره کربن آلی و نیتروژن خاک است، اما نوع آماده‌سازی زمین، استفاده از تناوب زراعی، دادن فرصت آیش به اراضی زراعی، استفاده کمتر از کودهای شیمیایی، استفاده بیشتر از کودهای حیوانی و به‌طور کلی کاهش عملیات خاک‌ورزی (۵، ۳۰ و ۳۳) می‌تواند در افزایش پتانسیل ذخیره کربن آلی خاک اراضی زراعی تا حدود زیادی مؤثر باشد. عدم برداشت یا عدم چرای کاه و کلش بقایای اراضی زراعی نیز تأثیر زیادی بر افزایش توانایی زمین‌های زراعی در ترسیب کربن دارد (۳۴). استفاده از سیستم تک‌کشتی هم به‌شدت بر کاهش مقدار ترسیب کربن و نیتروژن خاک مؤثر است، بنابراین پیشنهاد می‌شود از تناوب‌های زراعی استفاده شود که این‌کار موجب افزایش ترسیب کربن در خاک می‌شود (۴۷). به‌علاوه مصرف بیش از اندازه کودهای شیمیایی باعث افزایش خروج گاز نیتروژن و دی‌اکسیدکربن و در نتیجه کاهش کربن آلی و pH خاک نیز می‌شود (۳۷ و ۵۰). در اراضی زراعی هرچه به عمق خاک اضافه شود از میزان نیتروژن خاک کاسته و به همان‌نسبت کربن آلی خاک نیز کاهش می‌یابد که در اثر کاهش دامنه نفوذ و دوام سیستم‌های ریشه‌ای گیاهان زراعی نسبت به گیاهان جنگلی و مرتعی است. ترکیبی از وجود بقایای گیاهی و تناوب زراعی نیز می‌تواند باعث افزایش بیشتر درصد نیتروژن و ذخایر کربن آلی خاک شود (۶).

**مقایسه مراتع در موقعیت‌های مختلف دامنه و شیب**

مقدار تولید گیاهی در موقعیت پای‌دامنه به‌دلیل وجود خاک عمیق، رطوبت بیشتر و شیب کمتر از سایر موقعیت‌ها بیشتر است که همین موضوع موجب افزایش کربن آلی و نیتروژن خاک در این موقعیت شده است. این وضعیت به‌دلیل شیب کمتر و هدایت املاح و مواد مغذی به سمت پایین در اثر نیروی ثقلی دامنه ایجاد می‌شود (۵۱). هرچه شیب دامنه بیشتر شود از میزان پوشش گیاهی کاسته شده و فرسایش خاک نیز بیشتر می‌شود (۲۳ و ۳۵). در نتیجه، وجود پوشش گیاهی بهتر و شیب کمتر، باعث افزایش کربن آلی و درصد نیتروژن خاک در این موقعیت شده و اختلاف آن را با سایر موقعیت‌ها (در سطح اعتماد ۹۵ درصد) معنی‌دار کرده است. تحقیقات متنوعی

در رابطه با تأثیر جهت و موقعیت دامنه بر پوشش گیاهی و ذخایر کربن آلی و نیتروژن خاک انجام شده و این موضوع با نتایج دیگران نیز مشابهت دارد (۳ و ۵۲). نتایج این تحقیق نشان دهنده کاهش کربن آلی خاک با افزایش درجه شیب دامنه است چرا که در اثر افزایش فرسایش خاک در شیب‌های تند، میزان تنوع گونه‌ای و تولید گیاهی نیز کاهش یافته (۲۷ و ۴۹) و در نتیجه از میزان کربن آلی و درصد نیتروژن کل خاک کاسته می‌شود، که این موضوع با نتایج بسیاری از تحقیقات دیگر نیز مشابهت دارد (۲۳ و ۴۶). در تحقیق دیگری که اثرات چرا نیز به‌طور هم‌زمان بررسی شده، نشان داده شده که میزان تأثیرگذاری چرا بر مقدار ذخایر کربن و نیتروژن خاک و علوفه سرپا به‌شدت تحت تأثیر موقعیت دامنه تنظیم و کنترل می‌شود (۳). به‌عبارت دیگر با اینکه چرای دام خود عاملی قدرتمند و مؤثر بر میزان ذخایر کربن آلی و نیتروژن خاک است، این تأثیر به موقعیت دامنه بستگی دارد که اهمیت مدیریت چرا را در شیب‌های نسبتاً تند یادآوری می‌کند، بنابراین اختلاف معنی‌داری ($P<0/05$) بین میزان کربن و نیتروژن ذخیره‌شده در موقعیت‌های مختلف وجود دارد. تغییرات میزان ذخایر کربن آلی خاک و درصد نیتروژن خاک به‌ترتیب از کف دره‌ها به سمت بالا و سرتخت کوه کاهش می‌یابد (۳ و ۵۱) که این موضوع می‌تواند تحت تأثیر سایر عوامل بوم‌شناختی و پوشش گیاهی تغییر نماید. به‌عنوان مثال می‌توان به حضور درختان و درختچه‌ها در موقعیت شانه‌دامنه اشاره کرد. به‌نظر می‌رسد اثرات مثبت درختان رابطه قوی با شیب دامنه دارد به‌طوری‌که در بررسی سیستم‌های اگروفارستری (Agroforestry) یا تلفیق کشاورزی و جنگلداری نیز این موضوع ثابت شده و مقایسه سیستم‌های زراعی، مرتعی، جنگلی با سیستم اگروفارستری مؤید برتری آشکار این سیستم است. در این سیستم مقدار کربن آلی خاک افزایش معنی‌داری را نسبت به سایر سیستم‌های زراعی نشان می‌دهد (۸ و ۳۹) که با نتایج این تحقیق در تأیید برتری مراتع مشجر در ترسیب بیشتر کربن آلی و نیتروژن کل خاک نسبت به موقعیت مشابه مرتعی بدون درخت مطابقت دارد. همان‌طور که شکل‌های ۱ و ۲ و همچنین نتایج آزمون دانکن نشان می‌دهد مقدار کربن آلی خاک و درصد نیتروژن در موقعیت شانه‌دامنه مرتع مشجر نسبت به موقعیت شانه‌دامنه مرتعی در هر دو عمق مطالعه‌شده بیشتر است که در اثر تأثیر مثبت درختان در اضافه‌نمودن مالچ گیاهی، گسترش ریشه درختان در اعماق بیشتر و اصلاح بافت خاک ایجاد شده است. ایجاد سایه و در نتیجه حفظ بیشتر رطوبت خاک به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک، باعث توسعه پوشش گیاهی اشکوب علفی می‌شود (۷، ۳۵ و ۳۸). بنابراین محافظت از عناصر درختی و درختچه‌ای در مناطق رویشی زاگرس که درختان بلوط، پسته وحشی، زالزالک و... به‌طور طبیعی در این رویشگاه‌ها حضور دارند در ترسیب بیشتر کربن و نگهداری از گونه‌های مرتعی مرغوب بسیار مؤثر است و می‌تواند به‌عنوان راهکاری مناسب در نظر گرفته شود. با اینکه شیب دامنه در موقعیت شانه‌دامنه حداقل ۱۰ درصد از سایر موقعیت‌ها بیشتر است و از طرفی افزایش شیب تأثیر منفی بر ترسیب کربن آلی و نیتروژن خاک دارد با این‌حال به‌نظر می‌رسد وجود درختان به‌صورت پراکنده اثرات منفی شیب بیشتر را خنثی کرده است (۱۳، ۲۳ و ۴۰). از آنجا که آسیب‌پذیری مراتع پرشیب در مقابل چرای شدید و فرسایش خاک بیشتر است توصیه می‌شود اراضی مرتعی شیب‌دار با شیب بیش از ۳۰ درصد در فصول زمستان و پاییز و اوایل بهار در مقابل چرا محافظت شوند و روش‌های زراعی مناسب مانند تناوب زراعی، تلفیق کشاورزی، کاهش شخم و اجتناب از شخم هم‌جهت با شیب به کشاورزان آموزش داده شود.

## منابع مورد استفاده

1. Bahrami, B., R. Erfanzadeh and J. Motamedi. 2013. Effect of slope and vegetation on carbon sequestration in a semi-dry rangeland of western Iran, case study: Khanghah Sorkh, Urmia. *Journal of Water and Soil Science* 27(4):

703-711. (In Farsi)
2. Bangrooam, S. A., G. R. Najara and A. Rasool. 2017. Effect of altitude and aspect on soil organic carbon and nitrogen stocks in the Himalayan Mawer Forest Range. *Catena* 158: 63-68.
3. Bin, Z., W. T. Ben, B. Ryan, D. W. Walter, Z. Mengli and H. Xiying. 2018. Slope position regulates response of carbon and nitrogen stocks to cattle grazing on rough fescue grassland. *Journal of Soils and Sediments* 18: 3228-3234.
4. Boden, T. A., G. Marland and R. J. Andres. 2017. Global, regional and national fossil-fuel $CO_2$ emissions. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tenn., USA. DOI 10.3334/CDIAC/00001_V2017
5. Cai, M., Z. Chen, J. Zhou, J. Han and Q. Shi. 2018. Effects of long-term cultivation practices and nitrogen fertilization rates on carbon stock in a calcareous soil on the Chinese Loess Plateau. *Journal of Arid Land* 10(1): 129-139.
6. Cai, Y., X. Scott and C. Chang Yi. 2017. Greenhouse gas emissions from excreta patches of grazing animals and their mitigation strategies. *Earth-science reviews* 171: 44-57.
7. Cardinael, R., V. Umulisa, A. Toudert, A. Olivier, L. Bockel and M. Bernoux. 2018. Revisiting IPCC Tier 1 coefficients for soil organic and biomass carbon storage in agroforestry systems. *Environmental Research Letters*. Available online at: http://sci-hub.tw/10.1088/1748-9326/aaeb5f.
8. Chaturvedi, S. S. and S. Kitboklang. 2018. Soil organic carbon and carbon stock in community forests with varying altitude and slope aspect in Meghalaya. *International Research Journal of Environmental Sciences* 7(7): 1-6.
9. Clifton, P., M. Bueno, S. T. Luke, D. Connor, C. Katherine, P. Noah and N. Katharine. 2018. Topographic heterogeneity explains patterns of vegetation response to climate change (1972–2008) across a mountain landscape, Niwot Ridge, Colorado. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research Journal* 50(1): e1504492.
10. Conant, R. T. and K. Paustian. 2002. Potential soil carbon sequestration in overgrazed grassland ecosystems. *Global Biogeochemical Cycle* 16(4): 90/1-90/9.
11. Conant, R. T., C. E. Cerri, B. B. Osborne and K. Paustian. 2017. Grassland management impacts on soil carbon stocks: a new synthesis. *Ecological Application* 27: 662-668.
12. Cong, W. F., J. V. Ruijven, L. Mommer, G. B. De Deyn, F. Berendse and E. Hoffland. 2014. Plant species richness promotes soil carbon and nitrogen stocks in grasslands without legumes. *Journal of Ecology* 102: 1163-1170.
13. Dass, P., B. Z. Houlton, Y. Wang and D. Warlind. 2018. Grasslands may be more reliable carbon sinks than forests in California. *Environmental Research Letters* 13: 499-587.
14. Denman, K. L, G. Brasseur, A. Chidthaisong, P. Ciais, P. M. Cox, R. E. Dickinson, D. Hauglustaine, C. Heinze, E. Holland, D. Jacob, U. Lohmann, S. Ramachandran, D. Silva, S. C. Wofsy and X. Zhang. 2007. Couplings between changes in the climate system and biogeochemistry. pp. 499-587. In: Intergovernmental Panel on Climate Change (ed.), Climate Change 2007: The physical science basis, Chapter 7. Cambridge University Press, New York.
15. Department of Agriculture and Food, Western Australia. 2014. Measuring and monitoring changes in soil organic carbon accurately. Available online at: https://www.agric.wa.gov.au.
16. Dintwe, K. and G. S. Okin. 2018. Soil organic carbon in savannas decreases with anthropogenic climate change. *Geoderma* 309: 7-16.
17. Dlamini, P., P. Chivenge, A. Manson and V. Chaplot, 2014. Land degradation impact on soil organic carbon and nitrogen stocks. *Geoderma* 235: 372-381.
18. EPA (United States Environmental Protection Agency). 2020. Sources of greenhouse gas emissions. Available online at: https://epa.gov/ghgemissions/sources-greenhouse-gas-emissions. Accessed 29 December 2019.
19. Eze, S., S. M. Palmer and P. J. Chapman, 2018. Soil organic carbon stock in grasslands: effects of inorganic fertilizers, liming and grazing in different climate settings. *Journal of Environmental Management* 223: 74-84.
20. FAO. 2009. FAO STAT statistical database. FAO, Rome.
21. Follett, R. F. and D. A. Reed, 2010. Soil carbon sequestration in grazing lands: societal benefits and policy implications. *Journal of Rangeland Ecology and Management* 63: 4-15.
22. Fossati, J., G. Pautou and J. Peltier. 1999. Water as resource and disturbance for wadi vegetation in a hyper arid area. *Journal of Arid Environment* 43: 63-77.
23. Hamere, Y., S. Teshome and A. Mekuria. 2015. Carbon stock analysis along slope and slope aspect gradient in Gedo Forest: implications for climate change mitigation. *Earth Science Climate Change* 6(9): 305. DOI: 0.4172/2157-7617.1000305.
24. Hoffmann, U., T. Hoffmann, G. Jurasinski, S. Glatzel and N. J. Kuhn. 2014. Assessing the spatial variability of soil organic carbon stocks in an alpine setting (Grindelwald, Swiss Alps). *Geoderma* 232-234: 270-283.
25. IEA. 2019. $CO_2$ emissions from fuel combustion. IEA, Paris. https://doi.org/10.1787/2a701673-en.
26. IPCC. 2018. Global Warming of 1.5°C. An IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global

response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. In Press.

27. Jin-Tun, Z., X. Bin and L. Min. 2013. Vegetation patterns and species diversity along elevational and disturbance gradients in the Baihua mountain reserve, Beijing, China. *Journal of Mountain Research and Development* 33(2): 170-178.
28. Karamian, M. and V. Hosseini. 2015. Effect of position and slope aspect on organic carbon, total nitrogen and available phosphorus in forest soils (case study: the forests of Ilam Province, Dalab). *Journal of Water and Soil Science* 19(71): 109-117. (In Farsi)
29. Kermanshah Meteorological Organization. 2020. Climate class. Available online at: http://www.kermanshahmet.ir/practicalweatherinformation/climatclass.
30. Lal, R. 2000. World cropland soils as a source or sink for atmospheric carbon. *Advances in Agronomy* 71: 145-191.
31. Lenka, N. K., S. Sudhishri, A. Dass, P. R. Choudhury, S. Lenka and U. S. Patnaik, 2013. Soil carbon sequestration as affected by slope aspect under restoration treatments of a degraded alfisol in the Indian sub-tropics. *Geoderma* 204: 102-110.
32. Liu, M., G. Han, Z. Li, T. Liu, X. Yang, Y. Wu and Z. Song. 2017. Effects of slope position and land use on the stability of aggregate associated organic carbon in calcareous soils. *Journal of Acta Geochimica* 36(3): 456-461.
33. Liu, X., S. J. Herbert, A. M. Hashemi, X. Zhang and G. Ding. 2006. Effects of agricultural management on soil organic matter and carbon transformation- a review. *Journal of Plant and Soil Environments* 52(12): 531-543.
34. Lorenz, K. and R. Lal. 2018. Carbon sequestration in agricultural ecosystems. Springer, Cham, Switzerland.
35. Luedeling, E., G. Sileshi, T. Beedy and J. Dietz. 2011. Carbon sequestration potential of agroforestry in Africa. pp. 61-84, In: B. M. Kumar and P. K. Nair (eds.), Carbon sequestration potential of agroforestry systems: opportunities and challenges. Springer, Dordrecht Heidelberg London New York. DOI 10.1007/978-94-007-1630-8.
36. Mottet, A., C. Haan, A. Falcucci, G. Temphio, C. Opio and P. Geber. 2017. Livestock: on our plates or eating at our table? A new analysis of the feed/food debate. *Journal of Global Food Security* 14: 1-8.
37. Moxley, J., S. Anthony, K. Begum, A. Bhogal, S. Buckingham, P. Christie and J. Yeluripati. (2014). Capturing cropland and grassland management impacts on soil carbon in the UK LULUCF inventory. Contract Report prepared for the Department for Environment, Food and Rural Affairs Project SP1113. Available online at: http://nora.nerc.ac.uk/id/eprint/508474.
38. Mugunga, C. P. and T. Mugumo. 2013. *Acacia sieberiana* effects on soil properties and plant diversity in Songa pastures, Rwanda. *International Journal of Biodiversity* 2013: 1-11.
39. Nair, P. K. and V. D. Nair. 2014. Solid-fluid-gas: the state of knowledge on carbon sequestration potential of agroforestry systems in Africa. *Journal of Current Opinion* in *Environmental Sustainability* 6:22-27.
40. Pardona, P., B. Reubensa, D. Reheulb, J. Mertensd, P. D. Frenneb, T. Coussemente, P. Janssense and K. Verheyenc. 2017. Trees increase soil organic carbon and nutrient availability in temperate agroforestry systems. *Journal of Agriculture, Ecosystems and Environment* 247: 98-111.
41. Pinder, J., G. C. Korch, J. White and A. Bassam. 1997. The relationships between vegetation type and topography in Lassen Volcanic National Park. *Journal of Plant Ecology* 131: 17-29.
42. Saviozzi, A., R. Minzi, R. Cardelli and R. Riffaldi. 2001. A comparison of soil quality in adjacent cultivated, forest and native grassland soils. *Journal of Plant and Soil* 233(2): 251-259.
43. Tessema, T. and K. Kibebew. 2019. Carbon stock under major land use landcover types of Hades sub-watershed, Eastern Ethiopia. *Journal of Carbon Balance and Management* 14: 7. https://doi.org/10.1186/s13021-019-0122-z.
44. Todd, B. 2015. Global warming. The Wiley- Blackwell Encyclopedia of Globalization. Available online at: https://doi.org/10.1002/9780470670590.wbeog245.
45. Tshering, D., A. Inakwu, I. Odeh and D. J. Field. 2014. Vertical distribution of soil organic carbon density in relation to land use cover, altitude and slope aspect in the Eastern Himalayas. *Land* 3(4): 1-19.
46. Tumwesigye, W., J. Wasige and G. Thomas. 2015. Effect of land use change and slope position on soil organic carbon in Kitabi Watershed Rwanda. *Journal of Scientific and Innovative Research* 4(5): 213-217.
47. Van Eerd, L., K. Congreves, A. Hayes, A. Verhallen and D. Hooker. 2014. Long-term tillage and crop rotation effects on soil quality, organic carbon, and total nitrogen. *Canadian Journal of Soil Science* 94: 303-315.
48. Xiaofei, M., Z. Chengyi, Y. Wei and Z. Xiaoning. 2019. Influences of 1.5 °C and 2.0 °C global warming scenarios on water use efficiency dynamics in the sandy areas of northern China. *Science of The Total Environment* 664: 161-174.
49. Xin, H. Z., J. Z. Wan, G. S. Yi and T. S. Hui. 2014. Slope aspect and slope position have effects on plant diversity and spatial distribution in the hilly region of Mount Taihang, North China. *Journal of Food, Agriculture & Environment* 12(1): 391-397.

50. Yu, G., H. Fang, L. Gao and W. Zhang. 2006. Soil organic carbon budget and fertility variation of black soils in Northeast China. *Journal of Ecological Research* 21: 855-867.
51. Yu, G., C. Hui, W. Wei and B. Hong. 2015. Effects of slope position, aspect and cropping system on soil nutrient variability in hilly areas. *Journal of Soil Research* 53: 338-348.
52. Zau, M., Q. Feng, M. Zhang, W. Liu, Y. Qin and R. Deo. 2019. Effects of topography on soil organic carbon stocks in grasslands of a semiarid alpine region, northwestern China. *Journal of Soils and Sediments* 19(4): 1640-1650.

IJAE
Iranian Journal of Applied Ecology

# Soil Organic Carbon Stocks and Nitrogen Content Comparison in Different Slope Positions in Native Grasslands and Adjacent Cultivated Soils (Case Study: Kermanshah Mountain Rangelands, Iran)

**H. Mirzaei[1*]**

(Received: February 18-2020; Accepted: October 07-2020)

## Abstract

Global warming has been largely driven by increasing atmospheric GHG (Green House Gasses), particularly carbon dioxide caused by fossil fuels burning. The current trend can not be stopped except by reducing fossil fuel consumption or storing organic carbon in soil or earth's biological systems such as forests, rangelands and agricultural systems. This study was conducted to determine the effect of slope position as well as land use effect on organic carbon storage and nitrogen content in a mountainous area in the middle of Zagros chain mountain ranges in Kermanshah. The results showed that slope position has significant effect on aboveground biomass, SOC (Soil Organic Carbon) and Soil Nitrogen Content (SNC). Comparison of different rangeland slopes showed that the lowest slope position (20-30%) had the highest amount of SOC, SNC and aboveground biomass. The presence of scattered trees in the shoulder position added significant amount of soil organic carbon and total nitrogen content to the soil beneath the trees, resulting from the input of tree litter and positive effect of trees canopy on herbaceous layer. Comparison of natural rangeland in all slope positions and adjacent cropland showed higher amount of SOC and SNC in grasslands. Comparison of croplands and adjacent rangelands with the same slope shows a significant increase in organic carbon content ($P>0.05$) and soil nitrogen percentage in the rangelands. This situation is also seen in other rangeland slope classes.

**Keywords:** soil organic carbon, natural grasslands, croplands, climate change, slope position

1. Department of Natural Resources, Faculty of Agriculture, Razi University, Kermanshah, Iran.
*: Corresponding Author, Email: mirzaei.hd@gmail.com