

امکان استفاده از کربن آلی خاک به عنوان شاخصی برای تصمیم‌سازی درباره تغییر کاربری اراضی

فرشته مقامی مقیم^{۱*}، علیرضا کریمی^۱، غلامحسین حق‌نیا^۱ و آرش دوراندیش^۲

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۹/۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۳/۳۱)

چکیده

تغییرات کربن آلی خاک یکی از مهم‌ترین شاخص‌های تعیین تأثیر تغییرات کاربری اراضی بر کیفیت خاک است. با توجه به سابقه طولانی مدت تبدیل اراضی مرتعی به دیم در منطقه روئین واقع در استان خراسان شمالی، اهداف این پژوهش بررسی تأثیر تغییرات درازمدت کاربری اراضی بر مقدار کربن آلی خاک در جهات مختلف شیب و امکان استفاده از کربن آلی خاک به عنوان معیاری برای تصمیم‌سازی برای استفاده از اراضی در این منطقه بود. ۱۴۰ نمونه خاک از عمق ۱۵-۰ سانتی‌متری بخش شیب پستی شیب‌های شمالی، جنوبی، شرقی، غربی و بدون جهت در کاربری‌های مرتع، دیم، یونجه دیم، باغ و کشت آبی و از هر کاربری در ۷ نقطه و ۱۴ نمونه از کشت آبی، در تیرماه برداشت شد. نتایج نشان داد که کاربری باغ با میانگین ۲/۰۳ و کشت آبی با ۰/۷۸ درصد، بیشترین و کمترین مقدار کربن آلی را دارند. میانگین کربن آلی خاک در مرتع ۱/۴۰ درصد می‌باشد که تغییر کاربری باعث کاهش آن تا ۱/۲۷ و ۱/۰۴ درصد به ترتیب در یونجه دیم و دیم شده است. در تمام کاربری‌ها بین تمام شیب‌ها با شیب جنوبی اختلاف معنی‌داری مشاهده شد و شیب‌های شرقی بیشترین مقدار کربن آلی خاک را داشتند. به نظر می‌رسد پس از تغییر درازمدت کاربری، کربن آلی خاک با شرایط محیطی و کاربری به تعادل رسیده و میانگین کربن آلی خاک در جهات مختلف شیب به غیر از شیب جنوبی از ۱/۴ درصد در کاربری مرتع به ۱/۱۲ درصد در کاربری دیم و ۱/۳۲ درصد در کاربری یونجه دیم درصد رسیده است که برای مناطق نیمه‌خشک در حد مناسبی قرار دارد. براساس نتایج به دست آمده، با هدف جلوگیری از تخریب اراضی از یک سو و از سوی دیگر با در نظر گرفتن این واقعیت که دیم‌کاری یکی از منابع اصلی درآمد ساکنان منطقه است، پیشنهاد می‌شود که کشت دیم در شیب‌های جنوبی متوقف شده و در جهات دیگر شیب با رعایت اصول حفاظتی انجام شود.

واژه‌های کلیدی: کربن آلی خاک، تصمیم‌سازی، تغییر کاربری، کربن آلی خاک، جهت‌های شیب، روئین

۱. گروه خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۲. گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: baran_soil84@yahoo.com

مقدمه

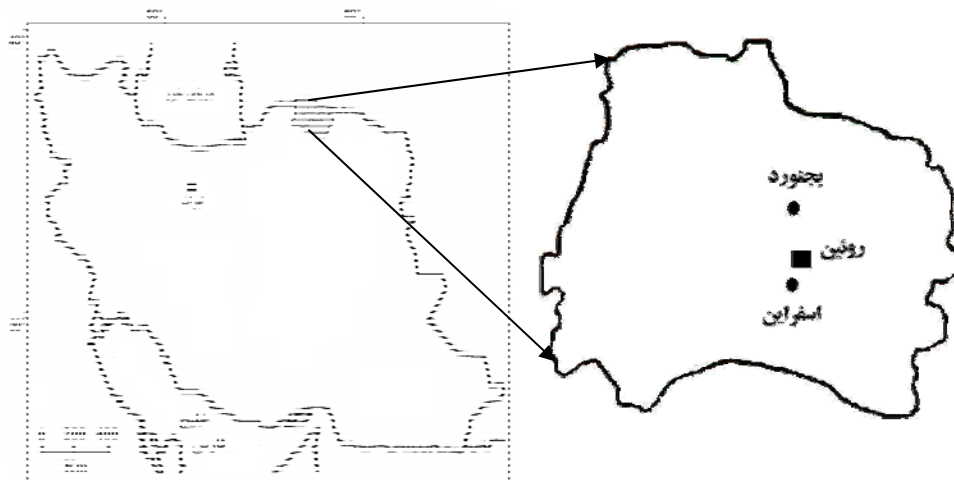
امروزه با افزایش جمعیت و نیاز روزافزون به تأمین مواد غذایی، راهی به جز استفاده از اراضی وجود ندارد، ولی استفاده از اراضی باید به نحوی باشد که حداقل آسیب به اراضی وارد شود. تغییر کاربری اراضی مرتعی به دیم به ویژه در مناطق پر شیب کوهستانی، عموماً سبب فرسایش خاک شده و کیفیت پویای خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۲۴). کیفیت خاک، بیانگر توانایی دائمی خاک در انجام وظایف خود به عنوان یک سامانه زنده در چارچوب اکوسیستم و تحت بهره‌برداری‌های گوناگون می‌باشد (۲۲). کیفیت خاک دو جنبه دارد: ۱) کیفیت ذاتی (Inherent soil quality)، که توانایی طبیعی خاک در انجام وظایف خود (تولید بیولوژیک، بهبود کیفیت آب و هوا و تأمین سلامت گیاه، حیوان و انسان)، می‌باشد و به خاک‌سازی و عوامل مؤثر بر آن بستگی داشته و تحت تأثیر مدیریت خاک قرار نمی‌گیرد و ۲) کیفیت پویای خاک (Dynamic soil quality)، شامل آن دسته از ویژگی‌های خاک است که به دلیل بهره‌برداری یا مدیریت دستخوش تغییر می‌شوند (۱۴).

حساس بودن کربن آلی خاک به تغییرات کاربری اراضی و مدیریت، باعث شده است که کربن آلی خاک به عنوان یک شاخص مناسب برای پایش تخریب اراضی در اثر تغییرات کاربری و مدیریت باشد. راجان (۲۶)، با بررسی ۲۴ شاخص کیفیت خاک در اراضی فرسایش یافته جنوب کارناتا در هند، کربن آلی خاک را به عنوان مهم‌ترین شاخص کیفیت خاک مطرح کردند و هدایت الکتریکی، آب قابل استفاده، فعالیت آنزیم دی‌هیدروژناز و ریزخاکدانه‌ها را نیز همراه با کربن آلی خاک، در حفاظت از تخریب اراضی ناشی از فرسایش مهم دانستند. برژا و همکاران در اراضی لسی شمال می‌سی‌سی‌پی و دشت‌های مرتفع مرکز و جنوب آمریکا، کربن آلی خاک را مهم‌ترین عامل کیفیت خاک در مقیاس منطقه‌ای اعلام کردند (۱۲ و ۱۳). این نتیجه‌گیری منطقی به نظر می‌رسد زیرا بسیاری از ویژگی‌های فیزیکی و بیولوژیکی خاک، مانند میانگین قطر خاکدانه‌ها، مقاومت در برابر فرسایش، فعالیت میکروارگانیسم‌ها

و آنزیم‌ها در خاک، به شدت به مقدار کربن آلی وابسته است. هم‌چنین وجود ماده آلی موجود در خاک، مانع از فروپاشی خاکدانه‌ها (۱۹)، کاهش فرسایش‌پذیری خاک (۲۳)، افزایش ظرفیت نگهداری آب (۲۷)، بهبود ساختمان خاک و ممانعت از تشکیل سله (۱۵)، می‌شود. به همین دلیل، می‌توان گفت قضاوت درباره کیفیت خاک و تأثیر مدیریت‌های گوناگون، بر اساس تغییرات کربن آلی خاک، سریع و به صرفه می‌باشد.

در مساحت‌های بزرگ، عوامل اقلیمی تعیین‌کننده تغییرات کربن آلی خاک هستند. آلوارز و لاوادو (۹)، نشان دادند که در آرژانتین، میزان کربن آلی خاک تا عمق ۵۰ سانتی‌متری، رابطه مستقیمی با نسبت بارندگی به دما دارد. در مقیاس محلی، مؤلفه‌های توپوگرافی، تعیین‌کننده تغییرات کربن آلی خاک می‌باشند. فانتاو و همکاران (۲۱)، نشان دادند که درکوه‌های بیل واقع در جنوب شرقی اتیوپی، جهت‌های گوناگون شیب، به علت تفاوت در میکروکلیم و پوشش گیاهی، عوامل مهم مسئول تغییرات قابل توجه میزان کربن آلی و ذخیره نیتروژن هستند. باقریفام و همکاران (۱)، تأثیر جهت و موقعیت شیب را به عنوان عوامل مهم تغییرات کربن آلی خاک در اراضی سیسب بجنورد بیان کردند.

در کنار عوامل طبیعی، تغییر کاربری اراضی از حالت طبیعی مرتعی به کشاورزی، معمولاً باعث افت مقدار کربن آلی خاک می‌شود. استفاده از سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی، پس از تغییر ناآگاهانه و غیر علمی کاربری این اراضی، تأثیرات نامطلوبی را به دنبال دارد. برگرداندن و خرد کردن توده خاک توسط شخم و شیار، سبب تسریع تجزیه ماده آلی خاک شده و سایر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی آن و لذا کیفیت پویای خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۱۷). مطالعات انجام شده در اسکاتلند نیز نشان داده است که میزان تخریب خاک در آبخیزهایی که به طور غالب تحت کشت و کار هستند، بیشتر از مراتع دست نخورده می‌باشد (۱۸). یوسفی فرد و همکاران (۸)، به منظور شناخت مدیریت‌های پایدار در منطقه چشمه علی استان چهارمحال و بختیاری، نتیجه گرفتند که در اثر تغییر



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان خراسان شمالی

باشد (۲۶)؛ لازم است که قابلیت کربن آلی به عنوان شاخصی از تخریب اراضی و معیاری برای تصمیم‌سازی برای تغییرات کاربری اراضی مورد بررسی قرار گیرد.

منطقه روئین واقع در استان خراسان شمالی، از نظر توپوگرافی و جهت شیب، تنوع زیادی برخوردار است. این منطقه از نظر تولید محصولات دیم به ویژه گندم و جو و یونجه، از موقعیت ممتازی در استان برخوردار است. بخش‌های زیادی از این منطقه از زمان‌های دور به کشت دیم اختصاص داشته و به همین دلیل می‌توان تأثیر درازمدت تبدیل اراضی مرتعی به دیم را مطالعه کرد. اهداف این مطالعه، بررسی (۱) تأثیر کاربری و جهت‌های مختلف شیب و اثر متقابل آنها بر تغییرات کربن آلی خاک، (۲) تأثیر یونجه‌کاری به عنوان یک گیاه خاص بر تغییرات کربن آلی خاک و (۳) تعیین موقعیت‌ها مناسب کشت دیم با در نظر گرفتن حفظ کربن آلی خاک و معیشت ساکنان منطقه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه روئین واقع در استان خراسان شمالی و در ۳۰ کیلومتری شهر به‌نورد، به وسعت ۵۰ کیلومترمربع، بین طول‌های جغرافیایی ۵۷°۲۹' تا ۵۷°۳۸' شرقی و عرض‌های جغرافیایی ۳۷°۱۱'۳۰'' تا ۳۷°۱۵'۳۰'' شمالی قرار گرفته است (شکل ۱).

کاربری از مرتع به دیم، مقدار ماده آلی و فسفر قابل استفاده کاهش یافته و بیشترین کاهش در دیم‌زار مشاهده شد. کاهش ماده آلی در دیم‌زار بیشتر از دیم‌زار رها شده بود که علت این امر را کاهش خاک‌ورزی و کاهش تجزیه ماده آلی در دیم‌زار رها شده دانستند. با این وجود، این اراضی نباید به حال خود رها شوند؛ زیرا ایجاد یک اکوسیستم سالم، بدون مدیریت صحیح در شرایط رها شده غیر ممکن است.

شناسایی تأثیر عوامل طبیعی مانند ویژگی‌های توپوگرافی و مدیریت‌های گوناگون در عرصه‌های کشاورزی و منابع طبیعی بر تغییرات کربن آلی خاک، برای مدیریت و حفظ کربن آلی خاک در محدوده‌ای قابل قبول و نهایتاً جلوگیری از تخریب اراضی، لازمه استفاده پایدار از اراضی است. استفاده از اراضی باید به نحوی باشد که حداقل آسیب به اراضی وارد شده و با مدیریت مناسب، وضعیت اراضی را در حد قابل قبولی نگه‌داشت. در آمایش سرزمین برای تصمیم‌سازی برای ارائه یک برنامه‌ریزی مناسب استفاده از اراضی، لازم است که تخریب اراضی کمی شود. در این‌گونه مطالعات معمولاً از فرسایش برای کمی کردن تخریب اراضی استفاده می‌شود (۱۶). با توجه به این‌که اندازه‌گیری فرسایش خاک با خطای زیادی همراه است و از سوی دیگر مطالعات نشان داده است که کربن آلی می‌تواند شاخصی از فرسایش و به دنبال آن تخریب اراضی

جدول ۱. سازندهای تشکیل دهنده و نوع کاربری آنها

نوع سازند	نوع ماده مادری	کاربری
لار	سنگ آهک دولومیتی	یونجه، دیم و مرتع
شوریجه	ماسه سنگ قرمز رنگ، کنگلومراتیک	کشت آبی
تیرگان	سنگ آهک اوربیتولین دار و مارنی	باغ

میانگین بارندگی و دمای سالیانه منطقه به ترتیب، ۳۵۱ میلی متر و ۸/۳ درجه سانتی گراد است. اقلیم منطقه با استفاده از اقلیم نمای آمبرژه، از نوع نیمه خشک سرد می باشد. از نظر سنگ شناسی، واحدهای چینه سنگی سازندهای لار، تیرگان و شوریجه به همراه رسوبات رودخانه ای واحدهای زمین شناسی منطقه مطالعاتی را تشکیل می دهد. گسترش سازند لار، بسیار بیشتر از واحدهای دیگر بوده و کاربری های دیم، مرتع و یونجه دیم نیز بر روی این سازند انجام می شود (جدول ۱). در اراضی دیم به تناوب، گندم، جو و در برخی موارد عدس کشت می شود (۷). به دلیل این که یونجه یک کشت چند ساله است و ویژگی های گیاه شناسی آن نسبت به گندم و جو متفاوت است، یونجه دیم به صورت یک کاربری جداگانه مورد نمونه برداری قرار گرفت.

بعد از بازدید صحرایی از منطقه، از شیب های شمالی، جنوبی، شرقی، غربی و بدون جهت، در کاربری های یونجه دیم، مرتع، باغ و از هر کاربری در ۷ نقطه، نمونه برداری شد. از کشت آبی (گندم و جو)، در شیب های بدون جهت، ۱۴ نمونه از عمق ۱۵-۰ سانتی متری خاک، در تیرماه انجام شد. برای حفظ یکنواختی، نمونه برداری در همه جهات، در بخش شیب پستی (Backslope) انجام شد. از آن جایی که، در منطقه مورد مطالعه بخش عمده مورد استفاده برای کشاورزی بخش شیب پستی، پای شیب (Footslope) و پنجه شیب (Toeslope) بود، این بخش ها به عنوان واحدهای نمونه برداری انتخاب شدند. پای شیب و پنجه شیب در این منطقه به دلیل شیب کم و نسبتاً مسطح، بدون جهت نامگذاری شدند. نمونه های خاک پس از هوا خشک شدن، کوبیده شد و از الک ۲ میلی متری عبور داده شدند. میزان کربن آلی خاک به روش والکی - بلک، درصد

نتایج و بحث

۱. وضعیت کربن آلی خاک

برخی از ویژگی های فیزیکی و شیمیایی نمونه های خاک، در جدول ۲ آمده است. کاربری باغ و کشت آبی به ترتیب با مقادیر ۲/۰۳ و ۰/۷۸ درصد، بیشترین و کمترین میانگین کربن آلی را دارند. با توجه به عدم وجود شخم و شیار و وجود لاشبرگ گیاهی، زیاده بودن کربن آلی در کاربری باغ نسبت به سایر کاربری ها دور از انتظار نیست.

ضریب تغییرات یا CV، معیاری از تنوع یا پراکندگی است که بیان می کند کدام متغیر از پراکنش بیشتری برخوردار است (۴). براساس سیستم پیشنهادی ویلدینگ (۳۰)، ضریب تغییرات بیش از ۳۵، ۱۵ تا ۳۵ و کمتر از ۱۵ درصد، به ترتیب در سه کلاس تغییرات زیاد، متوسط و کم، طبقه بندی می شوند. با توجه به جدول ۲، تغییرپذیری کربن آلی در کلاس تغییرات زیاد قرار داشته و نسبت به سایر ویژگی ها از پراکندگی بیشتری برخوردار است که نشان دهنده حساس تر بودن کربن آلی خاک به تغییر عوامل محیطی و تغییرات کاربری اراضی است؛ در واقع کربن آلی خاک نسبت به سایر پارامترهای اندازه گیری شده،

جدول ۲. میزان کربن آلی خاک و برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه (اعداد داخل پرانتز در ردیف کربن آلی خاک، ضرایب تغییر پذیری می‌باشند)

ویژگی	مربع			دیم			پوشه دیم			باغ			بدون جهت								
	بدون جهت	شمالی	جنوبی	شمالی	جنوبی	شرقی	بدون جهت	شمالی	جنوبی	شرقی	غربی	بدون جهت		شمالی	جنوبی	شرقی	غربی				
OC(%)	۱/۵۵ (۵۷/۷)	۱/۵۶ (۳۵/۴)	۱/۳۱ (۵۳/۰)	۱/۶۴ (۳۹/۰)	۱/۵۳ (۵۴/۲)	۱/۱۵ (۱۷/۹)	۱/۰۰۲ (۳۹/۹)	۰/۶۰ (۴۶/۲)	۱/۲ (۲۲/۵)	۱/۱ (۶۲/۱)	۱/۱۸ (۵۷/۷)	۱/۲۲ (۳۸/۷)	۰/۸۱ (۴۴/۱)	۱/۳۵ (۱۴/۱)	۱/۱۴ (۱۸/۹)	۲/۰۳ (۳۹/۰)	۲/۰۲ (۴۲/۲)	۱/۹۹ (۵۸/۸)	۲/۱۲ (۱۷/۶)	۲/۰۲ (۷۱/۴)	۰/۸۸ (۴۱/۳)
CaCO ₃ (%)	۹/۴	۱۱/۱	۱۳/۲	۱۱	۱۱/۸	۹/۲	۱۱/۵	۱۲/۲	۱۱/۳	۱۰/۱	۹/۷	۱۱/۱	۱۱/۹	۱۱/۵	۹/۴	۱۱/۲	۱۲/۳	۱۰/۲	۱۰/۲	۱۴/۴	
pH (2:1)	۷/۴۱	۷/۵۰	۷/۵۴	۷/۴۵	۷/۴۵	۷/۳۹	۷/۴۷	۷/۵۲	۷/۴۴	۷/۳۳	۷/۴۰	۷/۴۹	۷/۵۳	۷/۴۵	۷/۴۴	۷/۳۶	۷/۴۰	۷/۴۹	۷/۴۲	۷/۴۲	۷/۶۰
EC 2:1 (ds/m)	۰/۲۵	۰/۲۴	۰/۲۶	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۶	۰/۳۲	۰/۲۵	۰/۲۴	۰/۲۶	۰/۲۴	۰/۲۹	۰/۲۴	۰/۵۶	۰/۴۴	۰/۴۷	۰/۴۰	۰/۳۷	۰/۲	
شن (%)	۳۳/۲	۲۱/۳	۳۰/۲	۲۱/۲	۲۷/۲	۲۸/۷	۲۲/۹	۲۸/۵	۳۳/۲	۲۰/۳	۳۳/۸	۲۸/۰	۲۴/۹	۲۷/۲	۲۲/۴	۴۲/۷	۴۳/۴	۴۲/۹	۴۲/۹	۴۲/۹	
سیلت (%)	۴۶/۲	۵۳/۴	۴۹/۳	۵۳/۴	۵۳/۶	۵۱/۴	۵۰/۲	۵۰/۲	۵۳/۹	۵۴/۹	۵۳/۹	۴۷/۹	۵۳/۴	۵۱/۲	۵۶/۵	۳۹/۴	۴۰/۵	۴۰/۹	۳۹/۸	۴۰/۱	۳۶/۶
رِس (%)	۲۰/۶	۲۵/۳	۲۰/۵	۲۵/۴	۱۹/۲	۱۹/۹	۲۶/۹	۲۱/۳	۲۲/۹	۲۴/۸	۲۲/۳	۲۴/۱	۲۱/۶/۱	۲۱/۶	۲۱/۱	۱۷/۹	۱۶/۱	۱۶/۲	۱۷/۳	۱۷/۶	۱۸/۵

توجه کاربری، جهت شیب و اثر متقابل آنها بر مقدار کربن آلی خاک است. براساس سطح احتمال معنی دار شدن (جدول ۳)، تأثیر کاربری بر مقدار کربن آلی خاک، خیلی بیشتر از تأثیر جهت شیب است. نتیجه تجزیه و تحلیل آماری و مقایسه میانگین کربن آلی خاک در ۵ کاربری مورد نظر در شکل ۲ آورده شده است. نتایج بیانگر آن است که از بین کاربری‌های مورد مطالعه، کاربری باغ در تمامی جهات شیب بیشترین مقدار کربن آلی خاک را دارد، اگرچه ماده مادری باغ با مرتع و دیم تفاوت اندکی دارد (جدول ۱)، نمی‌توان با وجود مشابهت زیاد مواد مادری، نقش مواد مادری را در نظر نگرفت، اضافه شدن برگ درختان و پوشش زیراشکوب درختان می‌تواند باعث افزایش مواد آلی در کاربری باغ باشد. تغییر کاربری اراضی مرتعی به دیم و یونجه دیم موجب کاهش معنی‌دار در میزان کربن آلی شده است. ولی بین دیم و یونجه با وجود این‌که کربن آلی یونجه دیم بیشتر از دیم است ولی اختلاف آنها معنی‌دار نشده است.

رئییسی (۲۵)، نشان دادند که که کشت یونجه در جنوب شرقی شهرکرد، سبب افزایش بیشتر کربن آلی نسبت به گندم شده است و این مسأله را به میزان زیاد معدنی شدن کربن آلی در کشت گندم نسبت دادند. کاربری کشت آبی با وجودی که در بخش‌های بدون جهت کشت می‌شود و انتظار می‌رفت که مواد آلی این بخش تفاوت زیادی با بخش بدون جهت کشت دیم نداشته باشد ولی این کشت آبی نسبت به سایر کاربری‌ها با میانگین ۰/۷۸ درصد، کمترین میزان کربن آلی را دارد که علت این کاهش را می‌توان به کم‌بودن درصد رس یا زیاد بودن درصد شن خاک که متأثر از ماده مادری است نسبت داد (جدول ۱). مقدار شن زیاد در خاک باعث کاهش حاصل‌خیزی و کاهش تولید ماده آلی می‌شود. متقیان و محمدی (۶)، در حوزه مرغملک شهرکرد، نشان دادند که کاهش درصد رس، به دلیل فرسایش، به‌همراه شکسته شدن خاکدانه‌ها طی عملیات خاک‌ورزی، سوزاندن بقایا، مصرف نامتعادل کودهای شیمیایی و به‌هم‌خوردن تعادل نسبت C/N خاک، مقدار کربن آلی خاک کاهش پیدا کرده است.

بیشتر تحت تأثیر جهت شیب و نوع کاربری بوده است، در حالی‌که مقدار رس، کربنات‌ها و pH و EC، احتمالاً به دلیل این‌که بیشتر تحت تأثیر مواد مادری هستند، تغییرپذیری کمتری دارند.

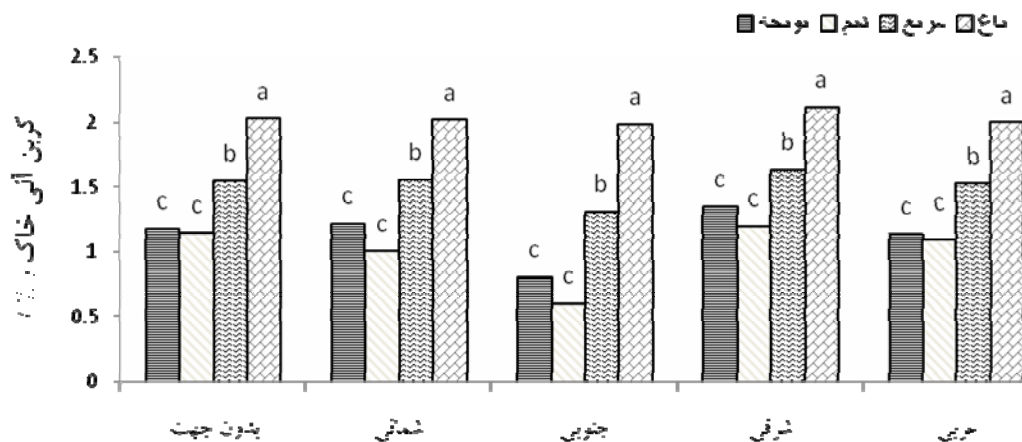
در منطقه مورد مطالعه، مراتع، نماینده اکوسیستم‌های طبیعی هستند که میزان کربن آلی در آنها می‌تواند نشان‌دهنده توان محیط در تولید کربن آلی و به‌عنوان محکی برای تأثیر کاربری‌های مختلف باشد. میانگین کل کربن آلی خاک در مراتع این منطقه ۱/۴۰ درصد است که بیشترین مقدار آن تا ۲/۳۱ درصد می‌رسد که مربوط به شیب‌های شرقی است. کم‌بودن میانگین دمای سالیانه (۸/۳ درجه سانتی‌گراد) و بارندگی ۳۵۱ میلی‌متری سالیانه، توجیه‌کننده مقدار مناسب کربن آلی در خاک‌های مورد مطالعه است. نتایج مطالعات در مناطق خشک و نیمه‌خشک شمال‌شرقی ایران، نشان داده است که افزایش بارندگی سبب افزایش تولید ماده آلی و کاهش دما باعث کاهش تجزیه آن شده و در نهایت باعث افزایش کربن آلی در خاک می‌شود. میانگین مقدار کربن آلی خاک در سیسب شیروان و جنوب مشهد به‌ترتیب با میانگین بارندگی (میلی‌متر) - دمای سالیانه (درجه سانتی‌گراد)، ۱۱-۲۷۰ و ۱۳/۷-۲۶۰، به‌ترتیب حدود ۱/۱ و زیر ۱ درصد است (۱ و ۳). وانگ و همکاران (۲۹)، نیز در شمال شرق چین با میانگین بارندگی ۵۸۲ میلی‌متر و دمای سالیانه ۴/۸ درجه سانتی‌گراد، مقدار کربن آلی خاک را در دیم تا ۱/۴۸ درصد اعلام کردند که این مقدار زیاد به دلیل افزایش بارندگی و کاهش درجه حرارت نسبت منطقه مورد مطالعه در پژوهش حاضر است. منطقه‌ای نیمه‌خشک در تانزانیا به‌ترتیب میانگین بارندگی و دمای سالیانه ۵۴۲ میلی‌متر و ۲۰ درجه سانتی‌گراد، مقدار کربن آلی خاک کمتر از ۱ درصد است (۱۱)، که نشان‌دهنده تأثیر افزایش درجه حرارت بر کاهش کربن آلی خاک در مقایسه با اقلیم سردتر است.

۲. تأثیر کاربری و جهت شیب بر مقدار کربن آلی خاک

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳)، نشان‌دهنده تأثیر معنی‌دار قابل

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس اثر کاربری و جهت شیب بر کربن آلی خاک

منبع تغییرات	درجه آزادی	SS	MS	F	P
کاربری	۳	۲۷/۵۱	۹/۱۷	۴۹	۰/۰۰۰
شیب	۴	۷/۲۲	۱/۸۰	۱۴	۰/۰۲۷
کاربری / شیب	۱۲	۲۷/۲۷	۲/۲۷	۲/۸۵	۰/۰۰۰
خطا	۱۲۰	۷۵/۹۳	۰/۶۳	۳/۵۹	
مجموع	۱۳۹				



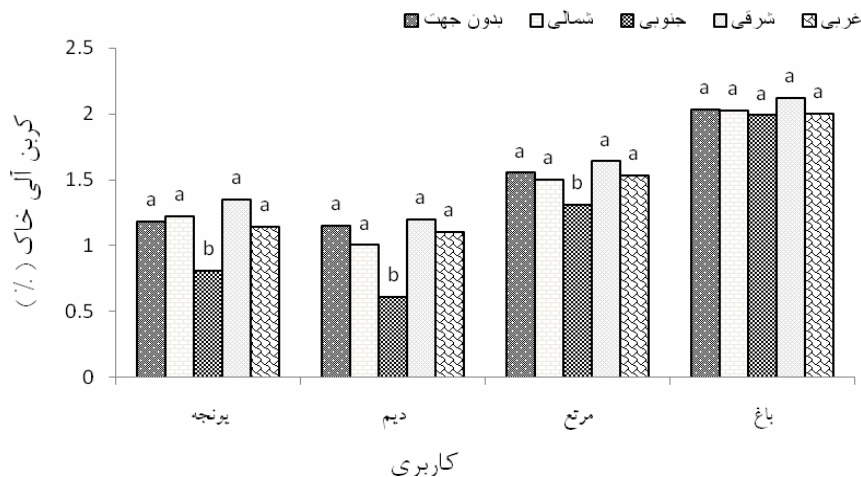
جهت شیب

شکل ۲. تأثیر کاربری بر کربن آلی خاک در جهات مختلف شیب

(میانگین‌های دارای حروف مشترک، در سطح ۵٪ آزمون LSD، تفاوت معنی‌داری ندارند).

به‌طور معنی‌دار بیشتر از شیب جنوبی بوده است. به‌صورت معمول باور بر این است که شیب‌های شمالی، به‌دلیل حفظ رطوبت، بیشترین مقدار ماده آلی را دارند؛ ولی در منطقه مورد مطالعه شیب‌های شرقی، بیشترین مقدار کربن آلی را داشته و با شیب‌های شمالی و غربی نیز تفاوت معنی‌داری ندارند (شکل ۳). با توجه به جهت باد غالب منطقه که از سمت غرب به شرق است، می‌توان بیان نمود که شیب‌های شرقی در قسمت بادپناه قرار گرفته‌اند و در نتیجه میزان تبخیر و تعرق در این جهت شیب کم شده و پوشش گیاهی بیشتر به‌دلیل فراهم بودن آب بیشتر، می‌تواند توجه‌کننده بیشتر بودن کربن آلی در شیب‌های شرقی باشد. فقیه (۵)، در حوزه شمالی رودخانه کرج، نشان داد

شکل ۳ تأثیر جهات گوناگون شیب بر مقدار کربن آلی خاک را نشان می‌دهد. در تمام کاربری‌ها، شیب شرقی بیشترین و شیب جنوبی کمترین مقدار کربن آلی را دارد؛ هم‌چنین، علاوه بر شیب شرقی، شیب‌های بدون جهت نیز به‌دلیل صاف بودن و نگهداری بیشتر رطوبت، درصد کربن آلی قابل توجهی دارند. در همه کاربری‌ها، مقدار کربن آلی خاک در همه جهت‌های شیب، به‌جز شیب جنوبی، تفاوت معنی‌داری ندارند. در کاربری باغ، حتی شیب جنوبی نیز با شیب‌های دیگر تفاوت معنی‌داری ندارند. توکلی و همکاران (۲)، در مطالعه شاخص‌های کیفیت خاک در باغات بادام واقع در شیب‌های شمالی و جنوبی منطقه سامان شهرکرد، بیان کردند که میزان کربن آلی در شیب شمالی



شکل ۳. تأثیر جهت شیب در کاربری‌های مختلف بر میزان کربن آلی خاک (میانگین‌های دارای حروف مشترک، در سطح ۵٪ آزمون LSD، تفاوت معنی‌داری ندارند).

گونگون شیب در اثر تبدیل مرتع به دیم و یونجه دیم را نشان می‌دهد. میزان کاهش در شیب‌های جنوبی بیشتر است و مقدار کاهش در تبدیل مرتع به دیم، به بیش از ۵۰ درصد می‌رسد. در دیگر شیب‌ها مقدار کاهش، کمتر از ۳۰ درصد است و کمترین مقدار کاهش با مقدار ۱۸/۳۹ درصد مربوط به یونجه دیم می‌باشد. به نظر می‌رسد مقدار کاهش کربن آلی خاک در همه شیب‌ها به جز شیب جنوبی در حد قابل قبولی است. در منطقه‌ای نیمه‌خشک در تانزانیا ولی گرمتر از منطقه مورد مطالعه، مقدار کاهش کربن آلی خاک پس از کشت و کار درازمدت، بیش از ۵۰ درصد گزارش شده است (۱۱).

از سوی دیگر مردم این منطقه برای امرار معاش، مجبور هستند که به کشت دیم ادامه دهند. بنابراین با توجه به میزان کربن آلی خاک در کاربری‌های گوناگون (جدول ۲) و مقدار کاهش آن در جهات گوناگون شیب (جدول ۴)، می‌توان گفت که در همه شیب‌ها به جز شیب جنوبی، کشت دیم مشکل خاصی ایجاد نمی‌کند. با توجه به این که مقدار کاهش کربن آلی در یونجه دیم کمتر است، می‌توان با افزایش سطح زیرکشت این محصول البته با رعایت اصول حفاظتی به توسعه دامپروری در این منطقه کمک کند. البته با توجه به حساسیت این پیشنهاد، پژوهش بیشتر قبل از هر گونه اقدام عملی لازم است.

که شیب‌های شمالی و غربی به دلیل قابلیت حفظ رطوبت بیشتر، ماده آلی بیشتری نسبت به شیب‌های جنوبی و شرقی دارند.

۳. تصمیم‌سازی درباره تغییر کاربری از مرتع به دیم با توجه به کربن آلی خاک

حداقل نمودن تخریب اراضی و حداکثر نمودن سود، دو هدف اصلی استفاده پایدار از اراضی است که به نحوی باید بین این دو هدف ظاهراً متناقض، سازش برقرار کرد (۲۰). همان‌گونه که در مقدمه گفته شد کربن آلی خاک می‌تواند به‌عنوان شاخصی مناسب برای اظهار نظر درباره تخریب اراضی استفاده شود. در تغییر مراتع به کشاورزی، پس از یک دور سریع کاهش کربن آلی خاک، به مرور با گذشت زمان در تعادل با عملیات مدیریتی، در یک حد ثابت باقی می‌ماند (۱۰). با توجه به سابقه طولانی (بیش از ۵۰ سال)، دیم‌کاری در منطقه مورد مطالعه، می‌توان گفت که مقدار کربن آلی خاک در کاربری‌های گوناگون به مقدار ثابت خود و در تعادل با شرایط محیطی و کاربری رسیده و میانگین کربن آلی خاک در کاربری دیم و یونجه دیم در همه جهت‌های شیب به جز شیب جنوبی، به ترتیب ۱/۱۱ و ۱/۳۲ درصد است.

جدول ۴، میزان کاهش کربن آلی خاک در جهت‌های

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس اثر کاربری و جهت شیب بر کربن آلی خاک

منبع تغییرات	درجه آزادی	SS	MS	F	P
کاربری	۳	۲۷/۵۱	۹/۱۷	۱۴/۴۹	۰/۰۰۰
شیب	۴	۷/۲۲	۱/۸۰	۲/۸۵	۰/۰۲۷
کاربری / شیب	۱۲	۲۷/۲۷	۲/۲۷	۳/۵۹	۰/۰۰۰
خطا	۱۲۰	۷۵/۹۳	۰/۶۳		
مجموع	۱۳۹				

جدول ۴. درصد کاهش کربن آلی از تغییر کاربری مرتع به دیم و یونجه در جهات مختلف شیب

کاربری	بدون جهت	شمالی	جنوبی	شرقی	غربی
مرتع به دیم (%)	۲۵	۳۲/۲	۵۹/۲	۲۶/۸	۲۸/۱
مرتع به یونجه (%)	۲۳/۹	۲۱/۸	۳۸/۲	۱۸/۳	۲۵/۵

دو نکته را برای اختصاص دادن اراضی به استفاده‌های گوناگون در منطقه مورد مطالعه باید در نظر داشت؛ اول این که نتیجه اعلام شده، مجوزی برای تبدیل اراضی مرتعی منطقه به دیم نیست؛ از سوی دیگر استفاده از اراضی با رعایت اصول حفاظتی نه تنها باعث حفظ شرایط موجود می‌شود بلکه می‌تواند سبب افزایش کربن آلی خاک نیز شود. در آخر باید یادآور شد که اختصاص اراضی دیم به محصولات گوناگون با توجه به مقدار کربن آلی خاک، به عنوان یک عامل زیست محیطی کافی نیست و بررسی شرایط اقتصادی و اجتماعی عوامل مهمی می‌باشند که نیاز به مطالعه بیشتر را می‌طلبد.

نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که بین کاربری‌ها و جهات گوناگون شیب از نظر مقدار کربن آلی خاک، اختلاف معنی داری وجود دارد به طوری که این اختلاف در کاربری‌های مورد مطالعه خیلی بیشتر از جهات گوناگون شیب است. هم‌چنین، نتایج گویای این مطلب است که اگرچه تغییر کاربری باعث کاهش در مقدار کربن آلی خاک شده ولی پس از دیم‌کاری درازمدت، مقدار کربن آلی خاک در کاربری‌های گوناگون به مقدار ثابتی رسیده

است و میانگین کربن آلی خاک در جهات مختلف شیب به غیر از شیب جنوبی نسبت به سایر مناطق، برای مناطق نیمه‌خشک در حد مناسبی قرار دارد. براساس نتایج گفته شده برای حفاظت از محیط زیست و با توجه به اهمیت اقتصادی و وابسته بودن مردم منطقه به دیم‌کاری، می‌توان توصیه کرد که به غیر از شیب‌های جنوبی، دیم‌کاری با رعایت اصول حفاظتی ادامه پیدا کند. نتایج این پژوهش نشان داد که کربن آلی خاک به عنوان یک ویژگی حساس به تغییرات کاربری می‌باشد که اندازه‌گیری آن نیز کم‌هزینه و دقیق است. بنابراین در مقیاس محلی، می‌توان از کربن آلی خاک به عنوان معیاری برای تصمیم‌سازی درباره استفاده مناسب از اراضی استفاده کرد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد، برای تأمین بخشی از هزینه انجام این پژوهش صمیمانه تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع مورد استفاده

۱. باقری‌فام، س.، ع. کریمی، ا. لکزیان و ا. ایزانلو. ۱۳۹۰. توزیع کربن آلی خاک در شرایط مختلف مدیریت اراضی و توپوگرافی در منطقه سیسپاب بجنورد. دومین همایش ملی مقابله با بیابان‌زایی و توسعه پایدار تالاب‌های کویری ایران، اراک.
۲. توکلی، م.، ف. رئیسی، و م. ح. صالحی. ۱۳۸۷. مطالعه برخی از شاخص‌های کیفیت خاک در باغات بادام واقع در شیب‌های شمالی و جنوبی منطقه سامان شهرکرد. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۱۵: ۳۱-۴۳.
۳. حسنی نکو، ا.، ع. کریمی، غ. ح. حق‌نیا و م. ح. محمودی قرائی. ۱۳۹۰. تأثیر نوع مواد مادری بر ویژگی‌های مورفولوژیکی، فیزیکی و شیمیایی خاک‌های تشکیل شده در منطقه بینالود، مشهد. دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران، تبریز.
۴. فارسی، م. ۱۳۸۷. مقدمه‌ای بر کاربرد آمار در کشاورزی و علوم زیستی. انتشارات جهاد کشاورزی دانشگاه مشهد.
۵. فقیه، ا. ۱۳۸۸. بررسی تثبیت کربن در شرایط متفاوت فیزیوگرافی و اقلیم در حوزه شمالی رودخانه کرج با استفاده از RS و GIS. پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج.
۶. متقیان، ح. ر. و ج. محمدی. ۱۳۸۹. مقایسه برخی از شاخص‌های فیزیکی شهرکرد فیزیکی کیفیت خاک در کاربری‌های مختلف اراضی در حوزه مرغملک، شهرکرد. نشریه آب و خاک ۲۵: ۱۲۴-۱۱۵.
۷. مهندسین مشاور ساز آب شرق. ۱۳۸۶. مطالعات جامع حوزه آبخیز رویین.
۸. یوسفی فرد، م.، ح. خادمی و ا. جلالیان. ۱۳۸۶. تنزل کیفیت خاک طی تغییر کاربری اراضی مرتعی منطقه چشمه علی استان چهارمحال بختیاری. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۱۴: ۲۸-۳۷.
9. Alvarez, R. and R. S. Lavado. 1998. Climate, organic matter and clay content relationships in the Pampa and Chaco soils, Argentina. *Geoderma* 83: 127-141.
10. Balesdent, J., G. H. Wagner and A. Mariotti. 1988. Soil organic matter turnover in long-term field experiments as revealed by carbon-13 natural abundance. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 52: 118-124.
11. Birch-Thomsen, T., B. Elberling, B. Fog and J. Magid. 2007. Temporal and spatial trends in soil organic carbon stocks following maize cultivation in semi-arid Tanzania, East Africa. *Nutr. Cycl. Agroecosys.* 79:291-302.
12. Brejda, J. J., D. L. Karlen, J. L. Smith and D. L. Allan. 2000. Identification of regional soil quality factors and indicators: II. northern Mississippi loess hills and palouse prairie. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 64:2125-2135.
13. Brejda, J. J., T. B. Moorman, D. L. Karlen and T. H. Dao. 2000. Identification of regional soil quality factors and indicators: I. central and southern high plains. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 64:2115-2124.
14. Carter, M. R. and E. G. Gregorich. 1997. Concept of soil quality and their significant. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 25: 1-19
15. Castro Filho, C., A. Lourenco, M. D. F. Guimaraes and I. C. B. Fonseca. 2002. Aggregate stability under different soil management systems in a red latosol in the State of Parana, Brazil. *Soil Till. Res.* 65: 45-51.
16. Chen, L. Ingmar, M. Shurong, Zh. Bojie, Fu and Stig, L. 2003. Land use evaluation and scenario analysis towards sustainable planning on the Loess Plateau in China—case study in a small catchment. *Catena* 54: 303-316.
17. Doran, J. W. 1987. Microbial biomass and mineralizable nitrogen distribution in no-tillage and plowed soils. *Biol. Fertile. Soil J.* 5: 68-75.
18. Duck, R. W. and J. McManus. 1990. Relationship between catchments land use and sediment yield in the mid land valley of Scotland. PP. 285-299. *In: J. Boardman, I. D. L. Foster and J. A. Dearing (Eds.), Soil Erosion on Agricultural Land, John Wiley and Sons Ltd, Chichester, West Sussex, UK.*
19. Emadi, M., M. Baghernejad and H. M. Memarian. 2009. Effect of land use change on soil fertility characteristics within water-stable aggregates of two cultivated soils in northern Iran. *Land. Use Policy* 26: 452-457.
20. F. A. O. 1993. Guideline for land use planning. FAO development series 1, United Nations, Rome.
21. Fantav, Y., I. Stig and A. Abdu. 2006. Soil organic carbon and total nitrogen stocks as affected by topographic aspect and vegetation in the Bale Mountains, Ethiopia. *Geoderma* 135: 335-344.
22. Karlen, D. L., M. J. Rosek, J. C. Gardner, D. L. Allan, M. J. Alms, D. F. Bezdicek, M. Flock, D. R. Huggins, B. S. Miller and M. L. Staben. 1999. Conservation research program effects on soil quality indicators. *J. Soil Water Conserv.* 54: 439-444.
23. Kay, B. D. 2000. Soil structure. PP. 229-264. *In: Sumner, E. M. (Ed.), Handbook of Soil Science. CRC Press, Boca Raton, New York.*

24. Lal, R. 1998. Soil Quality and Agricultural Sustainability. Ann Arbor Press, Chelsea, Michigan.
25. Raiesi, F. 2006. Carbon and N mineralization as affected by soil cultivation and crop residue in a calcareous wetland ecosystem in Central Iran. *Agric. Ecosys. Environ.* 112: 13-20.
26. Rajan, K. 2010. Soil organic carbon-the most reliable indicator for monitoring land degradation by soil erosion. *Curr. Sci.* 99: 6-25.
27. Rumpel, C., A. Chabbi, N. Nunan and M. F. Dignac. 2009. Impact of land use change on the molecular composition of soil organic matter. *J. Anal. Appl. Pyro.* 85: 431-434.
28. Soil survey staff. 1996. Soil survey manual. USDA Hb. No. 18. U.S. Gov. Print. Office. Washington, DC.
29. Wang, Z. M., B. Zhang, K. S. Song, D. W. Liu, F. Li. Z. X. Guo and S. M. Zhang. 2008. Soil organic carbon under different landscape attributes in croplands of Northeast China. *Plant Soil. Environ.* 54: 420-427.
30. Wilding, L.P. 1985. Spatial variability: Its documentation, accommodation, and implication to soil surveys. *In: D.R. Nielsen and J. Bouma (Eds.), Soil Spatial Variability.* Pudoc, Wageningen, the Netherlands.

The Possibility of Using Soil Organic Carbon as an Index of Decision Making for Land Use Change

F. Maghami Moghim^{1*}, A. Karimi¹, G.H. Haghniya¹ and A. Dourandish²

(Received : Nov. 23-2011 ; Accepted : June 20 -2012)

Abstract

The quantity and variability of soil organic carbon (SOC) is one of the most important indices to determine the effect of land use changes on the soil quality. Regarding long-term changes from rangeland to dry farming in the Roin area of North Khorasan, the objectives of this study were to investigate the effect of long-term land use changes on the SOC in different slope faces and use SOC as an index to make a proper decision about the future of land use in this area. 140 soil samples were taken from 0-15 cm soil depth of back slope position of north-, south-, west- and east-facing slopes of rangeland, dry farming, alfalfa dry farming and garden in 7 points. 14 soil samples were taken from irrigated farming, too. The results showed that garden and irrigation farming with averages of 2.03 and 0.78% have the maximum and minimum SOC content. The average of SOC content in rangeland was 1.40% that decreased by land use change to 1.04 and 1.27% in dry farming and alfalfa dry farming, respectively. SOC content in southern slope aspects showed a significant difference compared to other slope aspects. The most SOC content occurred in east aspects. It seems that after long-term land use changes, the SOC content have equilibrated to environmental and land use conditions. The average SOC content in different slope aspects except south one changed from 1.4% in rangeland to 1.11% in dry farming and 1.32% in alfalfa dry farming, which are a suitable value for semiarid regions. In conclusion, to protect land from degradation and considering this fact that dry farming is the main income of the people in the study area, it is recommended to stop dry farming on south aspects and continue on east, north and west aspects with conservation practices.

Keywords: Soil organic carbon; Decision making, Land use change, Slope aspects, Roin

1. Dept. of Soil Sci., College of Agric., Ferdowsi Univ. of Mashhad, Mashhad, Iran.

2. Dept. of Agric. Econ., College of Agric., Ferdowsi Univ. of Mashhad, Mashhad, Iran.

*: Corresponding Author, Email: baran_soil84@yahoo.com