نشریه پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب) / الف / جلد 33 / شماره 4 / 1398
Archive of SID

اثر تغییر کاربری اراضی بر میزان کربن آلی خاک در منطقه توتکابن استان گیلان

مژده تقی‌پور، نفیسه یغمائیان مهابادی[1] و محمود شعبانپور

دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم خاک، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان؛ mozhdeh_t_1369@yahoo.com

استادیار گروه علوم خاک، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان؛ yaghmaeian_na@guilan.ac.ir

دانشیار گروه علوم خاک، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان؛ shabanpour@guilan.ac.ir

دریافت: 98/9/24 و پذیرش: 98/11/27

چکیده

افزایش فعالیت‌های انسانی به ویژه تغییر کاربری اراضی از مهمترین علل تخریب کیفیت خاک در جهان است، زیرا نوع استفاده از زمین بر ذخیره کربن آلی خاک و اجزای آن بسیار اثرگذار است. کربن آلی خاک به علت تأثیر مستقیم بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک، در ارزیابی کیفیت خاک از اهمیت زیادی برخوردار است. هدف از این مطالعه بررسی اثر تغییر کاربری اراضی بر تغییرات اجزای اندازه‌ای کربن آلی خاک و شاخص‌های مدیریت کربن خاک در منطقه توتکابن استان گیلان می‌باشد. به این منظور سه کاربری متفاوت شامل جنگل، گندم دیم و مرتع و سه موقعیت دامنه انتخاب شدند و در هر کاربری و موقعیت دامنه، از عمق 15-0 سانتی‌متری خاک نمونه‌های مرکب خاک به طور کاملاً تصادفی برداشت شد. سپس، ماده آلی ذره‌ای در توده خاک و خاکدانه‌ها و ماده آلی هم‌اندازه سیلت و رس و کربوهیدرات در توده خاک اندازه‌گیری شد. مقدار ذخیره کربن و شاخص ذخیره کربن بر اساس کربن آلی ناپایدار محاسبه شد. نتایج به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملا تصادفی بررسی گردید. نتایج نشان داد که بیشترین مقادیر ماده آلی ذره‌ای، ماده آلی هم‌اندازه سیلت و رس، کربوهیدرات و ذخیره کربن مربوط به جنگل و کم‌ترین مقادیر مربوط به مرتع است. میانگین ماده آلی ذره‌ای در کاربری جنگل نسبت به دیم و مرتع به ترتیب 105% و 423% درصد بیشتر بود. نتایج نشان داد که بیشترین درصد کربن آلی ذره‌ای در خاکدانه‌های درشت وجود داشت. بنابراین، عواملی که پایداری و تخریب این خاکدانه ها را کنترل می کنند، می‌توانند ذخایر کربن آلی خاک را نیز کنترل نمایند. شاخص ذخیره کربن در کاربری‌های گندم دیم و مرتع نسبت به جنگل به ترتیب 45% و 82% کاهش نشان داد. همچنین شاخص مدیریت کربن در کاربری گندم دیم و مرتع نسبت به جنگل به ترتیب 67% و 80/2% درصد کمتر بود.

واژه‌های کلیدی: بخش‌بندی اندازه دانه‌ای، ماده آلی ذره‌ای، ماده آلی هم‌اندازه سیلت و رس، شاخص مدیریت کربن

[1] نویسنده مسئول، آدرس: گروه علوم خاک، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

با افزایش جمعیت و افزایش نیاز به فرآورده‌های کشاورزی، تمایل به تغییر کاربری اراضی و تبدیل اراضی دست‌نخورده به اراضی کشاورزی بیشتر شده که این امر باعث آسیب زمین، نابودی و کاهش کیفیت فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک شده است. امروزه تغییر جنگل‌ها و مراتع به اراضی کشاورزی به یکی از نگرانی‌های قابل توجه در سطح دنیا در زمینه تخریب محیط زیست و تغییر اقلیم جهانی تبدیل شده است؛ به‌طوری‌که 12/5 درصد کربن متصاعد شده به اتمسفر از سال1990تا سال2010 مربوط به تغییر کاربری اراضی (جنگل‌زدایی و از بین بردن مراتع) و تغییر نوع پوشش اراضی بود (هاقتون و همکاران، 2012). ذخایر ماده آلی و کربن خاک، شاخص مناسبی از کیفیت خاک است که به تغییرکاربری اراضی و عملیات مدیریتی حساس می‌باشد و توسط پژوهشگران به عنوان یکی از مهم‌ترین شاخص‌های ارزیابی کیفیت خاک معرفی شده است (لال و همکاران، 2004). کاربری‌های اراضی و پوشش‌های‌گیاهی مختلف می‌توانند منجر به تغییرات عمده در محتوای کربن آلی خاک شوند (هویوس و کامرفورد، 2005). با توجه به اینکه کربن موجود در بخش‌های مختلف مواد آلی دارای ویژگی‌ها و سرعت تخریب متفاوتی هستند، بنابراین تغییر کاربری اراضی می‌تواند نتایج متفاوتی بر بخش‌های مختلف کربن آلی داشته باشد (تان و همکاران، 2007؛ چنو و همکاران، 2000). بخش‌بندی فیزیکی مواد آلی خاک برای تمایز ذخایر ذره‌ای کربن در پاسخ به مدیریت مفید می‌باشد (لوتزو و همکاران، 2007). اساس بخش‌بندی اندازه‌ای بر ارتباط مواد آلی خاک با ذرات با اندازه‌ی مختلف و علاوه بر این ترکیبات کانی‌شناسی مختلف و متفاوت در ساختار و عملکرد استوار می‌باشد و بخش فعال ماده آلی همراه با ذرات شن (POM[1]) را از بخش غیرفعال همراه با سیلت و رس (MOM[2]) تفکیک می‌کند (جان و همکاران، 2005). ماده آلی ذره‌ای هرچند سهم ناچیزی از حجم خاک را به خود اختصاص می‌دهد ولی به دلیل داشتن زمان بازگشت کوتاه و نیز غنی بودن از عناصر غذایی و کربن به عنوان شاخص مواد آلی ناپایدار و حساس به مدیریت و تغییر کاربری به حساب می‌آید (هاینس، 2005).

ساینپو و همکاران (2018)، در بررسی اجزاء کربن آلی خاک در یکی از حوضه های آبخیز کنیا نشان دادند که تغییر کاربری اراضی اثر معنی‌داری بر ذخایر کربن آلی خاک و شاخص مدیریت کربن دارد و شاخص مدیریت کربن می‌تواند به عنوان بیانگر میزان تخریب خاک در اثر تغییر کاربری اراضی و پوشش گیاهی باشد. نتایج مطالعات مارتینزمنا و همکاران (2008) نشان داد که با تغییر کاربری جنگل به باغات زیتون، هدررفت خاک به میزان 7 برابر افزایش یافت و در لایه سطحی خاک میزان کربن آلی به اندازه 50 درصد کاهش یافت. مارتین و همکاران (2016) با اندازه‌گیری میزان کربن در عمق صفر تا 30 سانتی‌متری خاک‌های اسپانیا به این نتیجه رسیدند که تغییر عملیات کشاورزی (خاکورزی حفاظتی[3]) و یا تبدیل برخی اراضی دست خورده به مراتع و یا جنگل‌ها می‌تواند ذخیره کربن در خاک را افزایش دهد. کیو و همکاران (2012) از دست رفتن ماده آلی خاک را به علت تغییر کاربری اراضی در علفزارهای مناطق نیمه خشک مورد مطالعه قرار دادند و گزارش کردند غلظت کربن کل خاک و ذخیره آن بعد از تبدیل علفزار به کشاورزی به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. از آنجایی که مقدار کل مواد آلی در خاک‌های معدنی در طی دهه‌ها و قرن‌ها در تعادل با شرایط محیطی و متأثر از تغییرات کاربری یا مدیریتی بوده است، لذا تشخیص افزایش یا کاهش ذخایر کربن خاک از نظر آماری در مقابل ذخیره آن قسمت از مواد آلی که تأثیر نپذیرفته، مشکل است. بنابراین تعیین بخش‌هایی از مواد آلی خاک که دارای حساسیت بیشتری هستند، جهت شناخت تأثیر تغییر کاربری و مدیریت در مراحل اولیه، مفید خواهد بود. از این‌رو این تحقیق با هدف بررسی پیامد تغییر کاربری اراضی بر تغییرات اجزاء اندازه‌ای کربن آلی خاک و شاخص‌های مدیریت کربن خاک در اراضی شیب‌دار منطقه توتکابن استان گیلان انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه، زمین‌های واقع در روستای شیرکوه از شهرستان توتکابن در جنوب استان گیلان را شامل می‌شود. این منطقه به فاصله 5 کیلومتری از شهرستان توتکابن در عرض جغرافیایی 36 درجه و 53 دقیقه و 21 ثانیه شمالی و طول جغرافیایی 49 درجه و 33 دقیقه و 44 ثانیه شرقی واقع شده است. متوسط بارندگی سالیانه در منطقه 954 میلی‌متر و متوسط دمای سالیانه 18/4 درجه سانتی‌گراد می‌باشد. منطقه شیرکوه مشتمل بر دو تیپ اراضی تپه ماهوری و فلات است و از نظر زمین‌شناسی حاوی سنگ‌های با جنس آهک، شیل، توف آتشفشان و ماسه‌سنگ است. طبق نقشه رژیم رطوبتی-حرارتی مؤسسه تحقیقات خاک و آب (بنائی، 1377)،

[1] Particulate Organic Matter (POM)
[2] Mineral Associated Organic Matter (MOM)
[3] Conservation tillage

www.SID.ir

Archive of SID

رژیم‌های رطوبتی و حرارتی خاک، به‌ترتیب زریک و ترمیک است.

به منظور دستیابی به اهداف پژوهش، نمونه‌برداری خاک از سه کاربری جنگل، زراعی و مرتع با جهت دامنه (غربی) و مواد مادری یکسان و در سه موقعیت دامنه (بالای دامنه، وسط دامنه و پایین دامنه) انجام گرفت. سه کاربری مورد بررسی در کنار هم و در فاصله نزدیکی از هم قرار داشتند. پوشش طبیعی منطقه شامل جنگل‌های طبیعی صنوبر (*Populus nigra*) است. در اراضی زراعی مورد نظر 14 سال است که کشت دیم گندم صورت می‌گیرد. لازم به ذکر است که در این اراضی پس از برداشت محصول، بقایای گیاهی (کاه و کلش گندم) سوزانده نمی‌شود؛ همچنین پوشش مرتعی غالب منطقه شامل تیپ درمنه است. برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در کاربری و موقعیت‌های مختلف دامنه در جدول 1 ارائه شده است. بدین منظور در هر کاربری و موقعیت دامنه، سه نمونه خاک مرکب از عمق 15-0 سانتی‌متری برداشت شد. سپس ماده آلی ذره‌ای در توده خاک و خاکدانه‌ها اندازه‌گیری شد. ابتدا خاکدانه‌های جدا شده به روش الک تر (کمپر و روزنا، 1996) به مدت 24 ساعت در دمای 60 درجه سلسیوس در آون، خشک شدند. اندازه‌گیری ماده آلی ذره‌ای به روش کاهش وزن ناشی از سوختن[1] صورت گرفت (کامبردلا و همکاران، 2001). به این منظور ابتدا توده خاک یا خاکدانه توسط هگزا متافسفات سدیم 5 درصد برای مدت 18 ساعت و با دور رفت و برگشتی 120 دور در دقیقه دیسپرس شد. بعد از دیسپرس شدن، برای جداسازی شن و ماده آلی ذره ای، سوسپانسیون خاک از الک 0/053 میلی‌متر (270 مش) عبور و شست و شو داده شد.

نمونه روی الک (شن + ماده آلی ذره‌ای) در آون با دمای 55 درجه سلسیوس قرار داده شد تا وزن آن به یک مقدار ثابت برسد و سپس برای اندازه‌گیری ماده آلی ذره ای، ابتدا مواد آلی ذره‌ای + ذرات شن توزین شده و به مدت 4 ساعت در دمای 450 درجه سلسیوس قرار گرفت پس از گذشت مدت زمان مذکور، نمونه‌ها دوباره توزین شده و اختلاف بین آن‌ها مقدار ماده آلی ذره‌ای را نشان داد (کامبردلا و همکاران، 2001). ذرات سیلت و رس عبور کرده از الک از هم جدا نشدند و به عنوان بخش هم اندازه رس+سیلت درنظر گرفته شد و کربن آلی آن به روش اکسیداسیون تر والکلیو بلاک (1934) اندازه‌گیری شد. مقدار کربوهیدرات‌های قابل عصاره‌گیری با روش آب داغ (دابیس، 1956) در توده خاک اندازه‌گیری شد و مقدار ذخیره کربن با روش عمق ثابت (Fixed depth) با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (مارتین و همکاران، 2016).

(1)
$$C_S\,(ton/ha) = 100 \times OC\,(\%) \times Bd\,(g/cm^3) \times e\,(m)$$

در این رابطه OC کربن آلی خاک (درصد)، BD جرم مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتی‌متر مکعب)، e عمق خاک (متر) می‌باشد.

شاخص مدیریت کربن (CMI) به روش بلیر و همکاران (1995) و از رابطه (2) به‌دست آمد:

(2)
$$CMI = CPI \times LI \times 100$$

که در این رابطه CPI شاخص ذخیره کربن و LI شاخص ناپایداری کربن است که هر کدام بر اساس روابط زیر محاسبه می‌شوند.

$$CPI = TOC_s/TOC_r \quad (3)$$

$$LI = LOC_s/LOC_r \quad (4)$$

$$LOC = \text{Labile C/Non-labile C} \quad (5)$$

در این روابط TOC_s کربن کل در نمونه خاک، TOC_r کربن کل در نمونه خاک مرجع، LOC_s کربن ناپایدار در نمونه خاک و LOC_r کربن ناپایدار در نمونه خاک مرجع می‌باشد. برای محاسبه شاخص‌های CPI و LI به مقدار کربن در کاربری شاهد نیاز است. بنابراین با توجه به اینکه کاربری زمین‌های جنگلی به کاربری گندم دیم و مرتع تغییر یافته‌اند، کاربری جنگل به عنوان شاهد در نظر گرفته شد (بنبی و همکاران، 2014). کربن موجود در ذرات هم اندازه شن به عنوان کربن ناپایدار و بخش همراه با ذرات کوچک‌تر (کربن موجود در ذرات هم‌اندازه سیلت + رس) به عنوان بخش پایدار کربن آلی در نظر گرفته شد. نتایج به‌دست آمده به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور کاربری (در سه سطح) و موقعیت دامنه (در سه سطح) و در سه تکرار در نرم‌افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح پنج درصد انجام شد. همچنین رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel انجام گرفت.

[1] Loss On Ignition

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 1- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در کاربری و موقعیت‌های مختلف دامنه

ویژگی	جنگل			گندم دیم			مرتع		
	بالا	میانی	پایین	بالا	میانی	پایین	بالا	میانی	پایین
کربن آلی (درصد)	3/2	2/9	3/4	2/3	1/6	1/9	1/0	0/6	0/7
رس (درصد)	36/8	30/7	33/5	44	41	46/1	46/8	26/7	51/2
سیلت (درصد)	32	28/2	31/2	36/3	31/5	30/2	37/2	34/2	30
شن(درصد)	31/2	41/1	35/3	19/7	27/5	23/7	16	39/1	18/8
جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	1/47	1/35	1/56	1/39	1/48	1/52	1/65	1/49	1/56
EC (dS/m)	0/11	0/15	0/26	0/07	0/06	0/06	0/06	0/11	0/12
pH	6/74	6/73	6/53	6/31	6/41	6/69	7/2	7/58	7/55

نتایج و بحث

ماده آلی ذره‌ای

نتایج تجزیه واریانس ماده آلی ذره‌ای (جدول 2) نشان می‌دهد که اثر کاربری بر مقدار ماده آلی ذره‌ای معنی‌دار بود($p<0.01$). بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها (شکل 1-الف) کاربری جنگل بیشترین ماده آلی ذره‌ای را دارا بود و نسبت به سایر کاربری‌ها اختلاف معنی‌داری نشان داد. میانگین ماده آلی ذره‌ای خاک در کاربری دیم و مرتع نسبت به کاربری جنگل کمتر بود؛ به‌طوری‌که میانگین ماده آلی ذره‌ای در کاربری جنگل نسبت به دیم و مرتع به ترتیب 105 و 423 درصد بیشتر بود. حداکثر ماده آلی ذره‌ای در موقعیت بالایی دامنه در کاربری جنگل 4/62درصد و حداقل مقدار آن 0/56درصد در موقعیت میانی دامنه در کاربری مرتع مشاهده شد. مقادیر بیشتر ماده آلی ذره‌ای در کاربری‌های جنگل و کشاورزی نسبت به مرتع، ناشی از ورود باقی‌مانده‌های گیاهی تازه و درشت (بزرگتر از نظر اندازه و حجم) بیشتر در این کاربری‌ها نسبت به مرتع است. همچنین مقادیر بیشتر کربن آلی ذره‌ای کاربری زراعی گندم دیم در مقایسه با مرتع را می‌توان به این علت دانست که مراتع منطقه دارای پوشش گیاهی متوسط و تحت چرای دام هستند؛ ولی در اراضی گندم دیم که از عملکرد نسبتاً خوبی برخوردار هستند، بازگشت مواد آلی به خاک بیشتر از مراتع است. فلاح‌زاده و حاج عباسی (1389) گزارش کردند که تغییر کاربری مراتع تحت چرای شدید به کشت گندم، باعث افزایش معنی‌دار ماده آلی کل، ماده آلی ذره‌ای، نیتروژن کل و مقدار کربوهیدرات در هر دو عمق سطحی و زیرسطحی گردید. بوجیلا و گالالی (2010) اثر نوع کاربری اراضی را بر کربن آلی خاک و ماده آلی ذره‌ای مطالعه کردند. نتایج آنان نشان داد که تغییر کاربری اراضی از جنگل طبیعی به مرتع و زمین کشاورزی به طور معنی‌دار کربن آلی خاک و کربن آلی ذره‌ای را کاهش داد. ساینپو و همکاران (2018)، مقدار بیشتر کربن آلی ذره‌ای درختچه‌زارها در مقایسه با اراضی مرتعی و کشاورزی را به مقادیر بیشتر لاشبرگ و برهم خوردن کمتر خاک نسبت دادند. آنان به طور غیر منتظره‌ای کمترین مقدار کربن آلی ذره‌ای را در مراتع مشاهده کردند و علت آن را چرای مفرط دام که منجر به ورود کمتر بقایای گیاهی به خاک می‌شود، عنوان کردند. نتایج مطالعات کالامبوکاتو و همکاران (2013) نشان داد که در کاربری جنگل که خاک به صورت دست نخورده باقی می‌ماند، وجود مقادیر بیشتر کربن آلی ذره‌ای مربوط به تجمع کربن است که توسط خاکدانه‌ها حفاظت می‌شوند. لی و همکاران (2015) نیز مقادیر کمتر کربن آلی ذره‌ای در اراضی مرتعی را به پوشش سطحی کمتر خاک، زیست توده ریشه کمتر و آسیب‌پذیری خاک در برابر فرسایش نسبت دادند. کونانت و همکاران (2003) با مقایسه مراتع جنوب شرقی ایالت متحده دریافتند که مقدار کربن آلی ذره‌ای در مراتعی که تحت مدیریت قرار گرفته‌اند نسبت به مراتعی که تحت چرای مفرط هستند، 18 درصد بیشتر است.

ماده آلی هم اندازه ذرات سیلت و رس

نتایج تجزیه واریانس ماده آلی هم اندازه ذرات سیلت و رس (MOM) (جدول 2) نشان می‌دهد که تنها اثر کاربری بر ماده آلی هم اندازه سیلت و رس معنی‌دار است ($p<0.01$). نتایج مقایسه میانگین‌ها (شکل 1-ب) نشان داد که میزان ماده آلی هم اندازه ذرات سیلت و رس در کاربری دیم و مرتع نسبت به کاربری جنگل به‌طور معنی‌داری کمتر بود به طوری‌که ماده آلی هم اندازه ذرات

www.SID.ir

Archive of SID

سیلت و رس در کاربری جنگل نسبت به دیم و مرتع به ترتیب 12 و 404 درصد بیشتر است. بیشترین و کمترین ماده آلی ذره‌ای به ترتیب در موقعیت پایینی دامنه در کاربری جنگل 1/53 درصد و موقعیت میانی دامنه در کاربری مرتع 0/16درصد مشاهده شد.

نتایج مربوط به دو بخش اندازه‌ای (بخش هم اندازه شن و بخش هم اندازه سیلت و رس) نشان داد که بیشترین مقادیر کربن در هر دو بخش اندازه‌ای مربوط به جنگل و کم‌ترین مقادیر مربوط به مرتع است. نتایج حاصل از این پژوهش حاکی از آن است که کربن فعال یا کربن آلی ذره‌ای تغییرات بیشتری را نسبت به تغییر کاربری نشان می‌دهد که این به دلیل پوشش گیاهی زیاد و دست نخورده بودن خاک جنگلی و حفاظت از این بخش کربن و حساسیت بیشتر آن به تغییر کاربری می باشد. جعفری و همکاران (1395) بیان کردند که اثر تغییر کاربری از اراضی بکر به کشاورزی بر افزایش غلظت کربن آلی در جزء شن، بسیار شدیدتر از سایر اجزاء ماده آلی خاک است. نتایج آنان نشان می‌دهد که جزء شن از جمله اجزاء حساس به تغییر کاربری اراضی بوده و از آن می‌توان به عنوان معیاری برای پایش مدیریت‌های اعمال شده استفاده نمود. کربن موجود در ذرات هم‌اندازه سیلت و رس بیشتر تحت تأثیر بافت خاک می‌باشد و کربن موجود در ذرات درشت به مدیریت زمین وابسته است (کلبر، 2004)؛ اما مدیریت زمین در منطقه مورد مطالعه توانسته است بر تمام بخش‌های فیزیکی کربن آلی خاک تأثیر بگذارد. نتایج مشابهی توسط محمودزاده و همکاران (1393) در مورد اثر مدیریت بر هر دو بخش کربن آلی گزارش شده است.

موقعیت دامنه در هر سه کاربری تأثیر معنی‌داری بر ماده آلی در هر دو بخش اندازه‌ای نداشته است (جدول 2) که بیانگر حساسیت کم و پایداری نسبتاً زیاد این بخش‌ها در برابر تخریب و فرسایش می‌باشد. هم چنین این موضوع هم مطرح است که در مناطق مرطوب به علت پوشش گیاهی متراکم و توزیع یکنواخت رطوبت خاک اثر موقعیت شیب بر شرایط و ویژگی‌های خاک تا حدودی از بین می‌رود (خرمالی، 2007). با این وجود بیشترین مقادیر کربن آلی ذره‌ای و هم اندازه سیلت و رس در هر سه کاربری مربوط به موقعیت‌های پایدار بالا و پایین دامنه می‌باشد. زارعی (1390) نیز نشان داد که کمترین مقدار کربن آلی در هر دو بخش اندازه‌ای در سه کاربری جنگل، چراگاه و زراعی در قسمت‌های میانی شیب و بیشترین آن در موقعیت‌های بالایی و پایینی شیب می‌باشد که به دلیل توپوگرافی پایدار در موقعیت بالای شیب و همچنین انباشتگی ذرات خاک در موقعیت پای شیب می‌باشد.

در همه کاربری‌ها درصد کربن آلی ذره‌ای بیشتر از ذرات هم اندازه سیلت و رس بود (شکل 1- الف و ب). در منطقه مورد مطالعه به علت بارش‌های جوی و پوشش گیاهی زیاد، سالانه مقدار زیادی مواد آلی تازه به خاک اضافه می‌شود و چون تجزیه میکروبی خاصی روی آنها صورت نگرفته است؛ پس در ذرات هم اندازه شن حضور می‌یابند و مقدار بیشتری را نسبت به کربن موجود در ذرات کوچکتر به خود اختصاص می‌دهند. اشمیت و همکاران (1999) نیز گزارش کردند که مقدار کربن آلی همراه با بخش شن در عمق صفر تا 30 سانتی متر بیشتر از کربن آلی بخش هم اندازه سیلت -رس می باشد. فهیم و همکاران (1391) بیان کردند که در بین بخش‌های معدنی خاک در اراضی جنگلی، بخش رس دارای بیشترین مقدار کربن آلی بوده اما بیشترین غنای کربن مربوط به بخش شن می‌باشد.

کربوهیدرات خاک

نتایج تجزیه واریانس کربوهیدرات خاک نشان داد که اثر کاربری ($p<0.01$) و اثر متقابل کاربری و موقعیت دامنه ($p<0.05$) بر مقدار کربوهیدرات معنی‌دار بود (جدول 2). بیشترین مقدار کربوهیدرات مربوط به بالای دامنه کاربری جنگل 40/74 میلی‌گرم در کیلوگرم و کمترین مقدار آن مربوط به پایین دامنه کاربری مرتع 22/33 میلی‌گرم در کیلوگرم است. کاربری جنگل و گندم دیم به ترتیب 58 و 43 درصد کربوهیدرات بیشتری نسبت به مرتع داشتند (شکل 1-ج). دلیل بیشتر بودن غلظت کربوهیدرات در اراضی جنگلی و گندم دیم می‌تواند افزایش مقدار ماده آلی و پایداری بیشتر خاکدانه‌ها در کاربری جنگل و گندم دیم نسبت به اراضی مرتعی باشد که به ایجاد شرایط مناسب برای مقادیر بیشتر کربوهیدرات کمک می‌کند. فلاح‌زاده و حاج‌عباسی (1389) گزارش کردند که زیر کشت بردن اراضی بیابانی (کشت گندم و یونجه) باعث افزایش معنی‌دار مقادیر کربوهیدرات شده بود. کریمی و همکاران (1394) بیان کردند که وجود ماده آلی زیاد و پایداری خاکدانه‌ها در اراضی کشاورزی نسبت به اراضی مرتعی شرایط را برای خاکدانه سازی و افزایش خاکدانه‌های درشت فراهم آورده و در نتیجه شرایط بهتری برای غلظت زیاد کربوهیدرات ایجاد می‌شود.

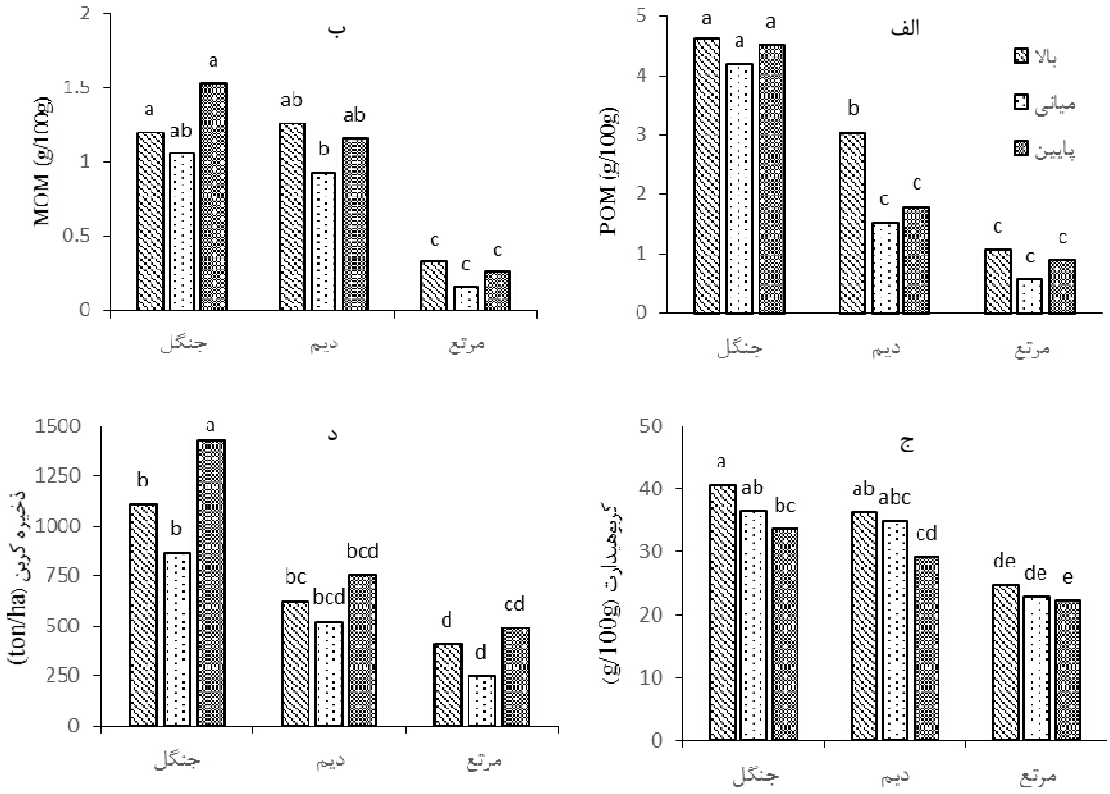
www.SID.ir

Archive of SID

جدول 2- تجزیه واریانس برخی از اجزای ماده آلی خاک در کاربری و موقعیت‌های مختلف دامنه

منبع تغییرات	میانگین مربعات (MS)			
	POM[1]	MOM[2]	کربوهیدرات	ذخیره کربن
کاربری	30/00**	3/2**	450/8**	1326369**
موقعیت دامنه	0/67ns	0/1ns	13/48 ns	104712ns
کاربری× موقعیت دامنه	0/81 ns	0/02 ns	59/55*	110814 ns
خطا	0/52	0/05	15/2	117033
ضریب تغییرات (درصد)	29/49	25/87	12/47	47/67

1. ماده آلی ذره‌ای، 2. ماده آلی هم اندازه سیلت و رس، ns،*،** به ترتیب بیانگر عدم وجود اثر معنی‌دار، اثر معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد می باشد.



شکل 1- مقایسه میانگین برخی از اجزای ماده آلی خاک در کاربری و موقعیت‌های مختلف دامنه

میانگین‌های با حروف متفاوت اختلاف معنی‌دار با استفاده از آزمون مقایسه میانگین توکی در سطح 0/05 را نشان می‌دهد.

ذخیره کربن

نتایج تجزیه واریانس ذخیره کربن در کاربری و موقعیت‌های مختلف دامنه (جدول 2) بیانگر آن است که که اثر کاربری بر ذخیره کربن معنی‌دار است ($p<0.01$). کاربری جنگل با اختلاف معنی‌داری ذخیره کربن بیشتری نسبت به مرتع داشت به گونه‌ای که حداکثر و حداقل مقدار ذخیره کربن خاک به ترتیب در کاربری جنگل و موقعیت پایین دامنه 1431/1 تن در هکتار و موقعیت میانی دامنه در کاربری مرتع 248/4 تن در هکتار مشاهده شد (شکل 1-د). بیشترین مقادیر ذخیره کربن در هر سه کاربری در موقعیت پایین دامنه به دلیل فرایند انباشتگی مشاهده می‌شود. نتایج مطالعات کوچاریک (2007) نشان داد که نگه‌داشت کربن، اغلب در بخش‌های پایینی شیب و در خاک‌های غنی از رس در برابر قسمت‌های بالایی شیب می‌باشد. در کاربری گندم دیم اگرچه مقدار ذخیره کربن

www.SID.ir

Archive of SID

نسبت به مرتع بیشتر بود ولی این افزایش معنی‌دار نبود. خاک جنگل و گندم دیم به ترتیب 197 و 66 درصد کربن ذخیره شده بیشتری نسبت به مرتع داشتند. مارتین و همکاران (2016) و وانگ و همکاران (2009) نیز در مطالعات خود نتایج مشابهی را به دست آوردند. ذخیره کربن آلی بیشتر در کاربری جنگل و گندم دیم نسبت به کاربری مرتع ناشی از مقادیر بیشتر ماده آلی ذره‌ای و ماده آلی همراه با ذرات سیلت و رس بود. به عبارتی تغییر کاربری زمین عامل اصلی تغییر مقدار ذخیره کربن خاک است (وینوویکی و همکاران، 2015). لیو و همکاران (2011) برخلاف بسیاری از مطالعات انجام شده میزان ذخیره کربن آلی خاک را در اراضی کشاورزی بیشتر از کاربری علفزار گزارش کردند و دلیل آن را قرار گرفتن زمین‌های کشاورزی در شرایط مساعد، فاقد شیب و اضافه شدن کودهای آلی و غیر آلی به اراضی کشاورزی بیان کردند. فانگ و همکاران (2006) گزارش کردند که میزان ذخیره کربن در کاربری جنگل بیشتر از اراضی کشاورزی است و علت آن را تبدیل پوشش طبیعی به اراضی کشاورزی و تاثیر شخم در سرعت تجزیه مواد آلی بیان نمودند.

مقدار و توزیع کربن آلی ذره‌ای در اجزا خاکدانه

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین مقدار کربن آلی ذره‌ای در خاکدانه‌های مختلف به ترتیب در جدول‌های 3 و 4 آورده شده است. مقدار کربن آلی ذره‌ای بین کاربری و موقعیت‌های مختلف دامنه نشان می‌دهد که در کاربری جنگل، مقدار کربن آلی ذره‌ای خاکدانه‌های 1-2 میلی‌متر و 0/053- 0/25 میلی‌متر به‌طور معنی‌داری بیشتر از گندم دیم و مرتع است. کاربری گندم دیم با وجود دارا بودن مقدار بیشتر کربن آلی ذره‌ای در تمام اجزای خاکدانه نسبت به کاربری مرتع اختلاف معنی‌دار نشان نمی‌دهد. در کاربری جنگل و گندم دیم مقدار کربن آلی ذره‌ای موجود در خاکدانه‌های درشت به ترتیب 438 و 142 درصد و در خاکدانه‌های ریز 600 و 185 درصد نسبت به مرتع بیشتر بود. در مورد خاکدانه‌های درشت، بیشترین مقدار کربن آلی ذره‌ای مربوط به کاربری جنگل و موقعیت بالای دامنه (g POC[1] 25/92 kg^{-1} soil) و کمترین مقدار آن مربوط به کاربری مرتع و موقعیت میانی دامنه (2/82 g POC kg^{-1} soil) می‌باشد. در مورد خاکدانه‌های ریز، بیشترین مقدار کربن آلی ذره‌ای مربوط به کاربری جنگل و موقعیت بالایی دامنه (5/52 g POC kg^{-1} soil) و کمترین مقدار آن مربوط به کاربری مرتع و موقعیت میانی دامنه (g POC kg^{-1} soil 0/54) می‌باشد. در هر سه کاربری بیشترین مقدار کربن آلی ذره‌ای در خاکدانه‌های درشت در موقعیت‌های بالا و پایین دامنه و کمترین مقدار آن در موقعیت میانی دامنه می‌باشد. نسبت مقدار کربن آلی ذره‌ای در خاکدانه‌های درشت به ریز (درشت/ریز) نشان می‌دهد که به طور کلی مقدار کربن آلی ذره‌ای در خاکدانه‌های درشت نسبت به ریز در همه کاربری‌ها 4 و تا حدود 8 برابر بوده است و این نشان می‌دهد که کربن آلی ذره‌ای همراه با خاکدانه‌های درشت از ریز بیشتر است (جدول 4). جان و همکاران (2005) بیان کردند که در اراضی کشاورزی، غلظت کربن آلی ذره‌ای در خاکدانه های درشت بیشتر از ریز است. فلاح زاده و عباسی (1389) نیز بیان کردند که نسبت کربن آلی ذره‌ای خاکدانه‌های درشت نسبت به ریز در هر دو کاربری کشاورزی و مرتع و دو عمق سطحی و زیر سطحی بیشتر از 2 است.

نتایج تجزیه واریانس توزیع کربن آلی ذره‌ای در جدول 3 و مقایسه میانگین‌ها در شکل 2 نشان داده شده است. بیشترین درصد کربن آلی ذره‌ای در همه کاربری‌ها و موقعیت‌های مختلف دامنه، در خاکدانه‌های درشت (2-0/25 میلی‌متر) ذخیره شده است و از بین خاکدانه‌های درشت، خاکدانه‌های 1-2 میلی‌متر، درصد بیشتری از کربن آلی ذره‌ای را داشتند. در کاربری گندم دیم نسبت به کاربری‌های جنگل و مرتع، مقدار کربن آلی ذره‌ای خاکدانه‌های 1-2 میلی‌متر کمتر و مقدار کربن آلی ذره‌ای خاکدانه‌های 1-0/25 میلی‌متر بیشتر است.

این یافته‌ها نشان می‌دهد که تغییر کاربری اراضی بیشتر بر کربن بخش 1-2 میلی‌متر اثرگذار بوده است و نگه‌داشت کربن در خاکدانه‌های 1-0/25 میلی‌متر افزایش یافته است. میخا و رایس (2004) گزارش کردند خاکدانه‌های درشت بر اثر شخم از بین می‌روند که در واقع اتصال بین خاکدانه‌های درشت از بین رفته و بر مقدار خاکدانه‌های کوچکتر افزوده می‌شود. آشاگری و همکاران (2007) گزارش کردند مقدار خاکدانه‌های درشت در اثر تغییر کاربری (مرتع به کشاورزی) 20 درصد کاهش یافته، در حالی که مقدار خاکدانه‌های ریز 2/5 برابر شده است و این نشان‌دهنده طبیعت پویای خاکدانه‌های درشت است که حساس به مدیریت و تغییر کاربری می‌باشند. وانگ و همکاران (2009) گزارش کردند عملیات خاک‌ورزی خاکدانه‌های درشت را در برابر خاکدانه‌های ریز بیشتر تخریب می‌کند و کربن آلی را در معرض معدنی شدن قرار می‌دهد.

[1] Particulate Organic Carbon (POC)

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 3- نتایج تجزیه واریانس توزیع کربن آلی ذره‌ای موجود در اجزاء خاکدانه

	میانگین مربعات (MS)				
اندازه خاکدانه (mm)	کاربری	موقعیت دامنه	کاربری×موقعیت دامنه	خطا	ضریب تغییرات (درصد)
	مقدار کربن آلی ذره‌ای (g POC kg^{-1} soil)				
1-2	20/04**	0/12^{ns}	1/41^{ns}	0/91	52/98
0/25-1	2/80**	0/83*	0/19^{ns}	0/23	60/9
0/053-0/25	1/38**	0/03^{ns}	0/023^{ns}	0/11	70/66
درشت	37/02**	0/31^{ns}	1/24^{ns}	1/23	42/99
ریز	1/38**	0/03^{ns}	0/023^{ns}	0/11	70/66
درشت/ریز	3/18^{ns}	6/28^{ns}	21/4^{ns}	18/3	59/16
	توزیع کربن آلی ذره‌ای (%)				
1-2	497/23*	170/42^{ns}	165/44^{ns}	138/44	20/47
0/25-1	298/57*	473/93^{ns}	170/58^{ns}	134/56	43/16
0/053-0/25	292/68*	85/82^{ns}	135/22^{ns}	57/55	48/47
درشت	292/68*	85/82^{ns}	135/22^{ns}	57/55	8/99
ریز	292/68*	85/82^{ns}	135/22^{ns}	57/55	48/47

^{ns}،* و ** به ترتیب بیانگر عدم وجود اثر معنی‌دار، اثر معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد می باشد.

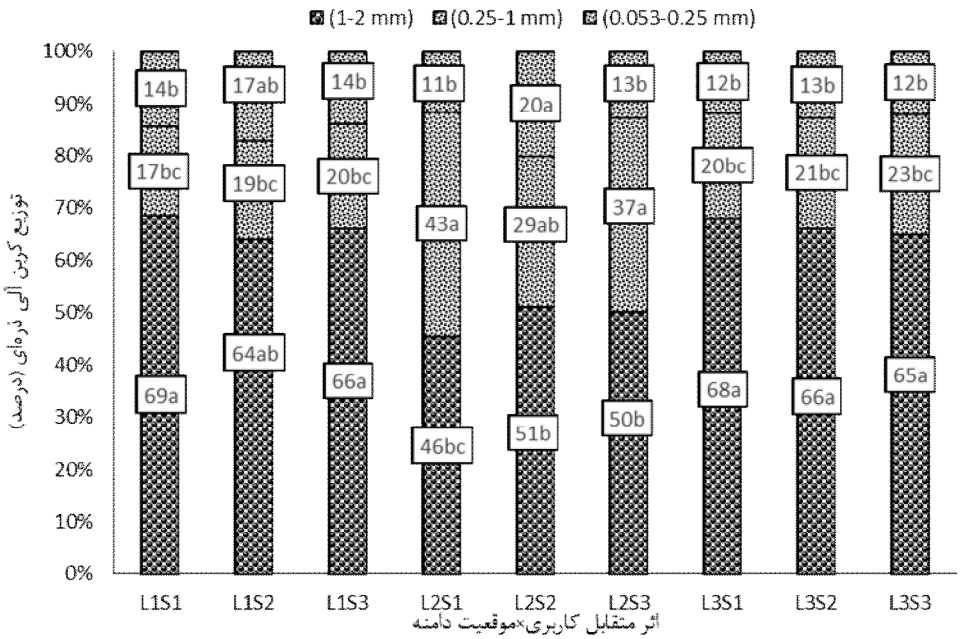
جدول 4- مقایسه میانگین کربن آلی ذره‌ای در اجزاء خاکدانه‌ها در کاربری و موقعیت‌های مختلف دامنه

	جنگل			گندم دیم			مرتع		
اندازه خاکدانه (mm)	بالا	میانی	پایین	بالا	میانی	پایین	بالا	میانی	پایین
	(g POC kg^{-1} soil)								
1-2	25/92^{a}	20/40^{ab}	21/96^{ab}	9/29^{cd}	5/52^{cd}	7/28^{cd}	5/58^{cd}	2/82^{d}	3/9^{d}
0/25-1	6/48^{ab}	6/06^{ab}	6/66^{ab}	8/77^{a}	3/12^{cd}	5/39^{bcd}	1/68^{d}	0/90^{d}	1/38^{d}
0/053-0/25	5/52^{a}	5/4^{a}	4/62^{ab}	2/34^{bcd}	2/16^{bcd}	1/82^{cd}	0/96^{d}	0/54^{d}	0/72^{d}
درشت	32/4^{a}	26/46^{ab}	28/62^{a}	18/07^{bc}	8/64^{cd}	12/67^{cd}	7/26^{cd}	3/72^{d}	5/28^{cd}
ریز	5/52^{a}	5/4^{a}	4/62^{ab}	2/34^{bcd}	2/16^{bcd}	1/82^{cd}	0/96^{d}	0/54^{d}	0/72^{d}
درشت/ریز	5/87^{ab}	4/90^{ab}	6/19^{ab}	7/72^{a}	4/00^{b}	6/96^{ab}	7/56^{a}	6/89^{ab}	7/33^{ab}

میانگین‌ها با حروف متفاوت در هر ردیف اختلاف معنی‌دار با استفاده از آزمون مقایسه میانگین توکی در سطح پنج درصد را نشان می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل 2- اثرمتقابل کاربری و موقعیت دامنه بر درصد توزیع کربن آلی ذره‌ای در اجزای مختلف خاکدانه

حروف متفاوت برای هر اندازه خاکدانه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین کاربری و موقعیت‌های مختلف دامنه در سطح احتمال 0/05 می‌باشد.

L1: جنگل، L2: دیم، L3: مرتع، S1: بالای دامنه، S2: وسط دامنه، S3: پایین دامنه

خاکدانه‌های درشت بخش زیادی از مواد آلی تجزیه نشده را در خود نگه‌داری می‌کنند، مواد آلی تازه ممکن است عامل سیمانی مهمی در پیوند دادن خاکدانه‌های کوچک برای تشکیل خاکدانه‌های درشت باشد، همزمان که ریزجانداران مواد آلی را تجزیه می‌کنند، ترشحات پلی‌ساکاریدی آن‌ها هم به عنوان عاملی سیمانی عمل می‌کنند (جاسترو، 1996). این موضوع می‌تواند دلیلی بر بیشتر بودن کربن آلی ذره‌ای در خاکدانه‌های درشت در منطقه مورد مطالعه باشد. رولاندو و همکاران (2017) در بررسی دو کاربری مرتع و دیم به این نتیجه رسیدند که تجمع کربن در خاکدانه‌های درشت در کاربری دیم نسبت به کاربری مرتع کمتر است. ون و همکاران (2016) در مطالعات خود به این نتیجه رسیدند در کاربری جنگل میزان کربن آلی ذره‌ای در خاکدانه‌های درشت بیشتر از ریز است زیرا میزان مواد آلی تازه در خاکدانه درشت بیشتر است.

شاخص مدیریت کربن

با توجه به معنی‌دار نشدن اثر موقعیت دامنه بر POC و MOC خاک (جدول 2) نتایج شاخص‌های کربن آلی خاک، تنها برای کاربری‌های مختلف در جدول 5 نشان داده شده است. نتایج شاخص مدیریت کربن نشان داد که کربن ناپایدار در کاربری جنگل بیش از دو برابر کاربری‌های گندم دیم و مرتع و کربن پایدار در کاربری جنگل بیش از 1/2 برابر کاربری‌های گندم دیم و مرتع می‌باشد که به علت انباشته شدن مقدار زیادی لاشبرگ در کاربری جنگل می‌باشد. شاخص ذخیره کربن در کاربری‌های گندم دیم و مرتع نسبت به جنگل به ترتیب 45 و 82 درصد کاهش نشان داده است. همچنین شاخص مدیریت کربن در کاربری گندم دیم و مرتع نسبت به جنگل به ترتیب 67 و 80/2 درصد کاهش یافته است. لازم به ذکر است که شاخص ذخیره کربن و شاخص مدیریت کربن در کاربری مرتع به ترتیب 37 و 13/2 درصد کمتر از کاربری گندم دیم می‌باشد که می‌تواند مربوط به مقادیر بیشتر کربن آلی کل در نتیجه عملکرد نسبتا خوب اراضی زراعی گندم دیم و بازگشت بیشتر مواد آلی به خاک در کاربری گندم دیم نسبت به مرتع باشد. کاربرد کود هم در افزایش شاخص ذخیره کربن و بازیابی مقدار کربن خاک مهم می‌باشد. افزودن کود منجر به افزایش پوشش گیاهی و ورود بیشتر بقایای گیاهی به خاک می‌شود، پس سیستم مدیریتی که در جهت افزایش کیفیت خاک باشد باید فعالیت بیولوژیکی زیاد، تولید آنزیم زیاد، پتانسیل زیاد برای پایداری و حفاظت هر آنزیمی به‌واسطه برهمکنش با کلوئیدهای آلی یا حفاظت درون خاکدانه‌های خاک را داشته باشد (ویرا و همکاران،

www.SID.ir

Archive of SID

2007). بایر و همکاران (2000) و ویرا و همکاران (2007) گزارش کردند مقدار کربن ناپایدار با ورود سالانه کربن به خاک ارتباط مستقیمی دارد. از نتایج شاخص مدیریت کربن می‌توان دریافت که تغییر کاربری باعث کاهش توانایی ذخیره کربن و هم‌چنین افت شاخص‌های کیفیت خاک شده است. هم‌چنین کاربری گندم دیم نسبت به مرتع شرایط بهتری را در رابطه با ظرفیت نگهداشت کربن آلی و شاخص مدیریت کربن داشته است. ساینپو و همکاران (2018) گزارش کردند میانگین کربن آلی ذره‌ای در کاربری‌های مختلف باهم متفاوت هستند، به طوری که جنگل بالاترین کربن آلی ذره‌ای در بخش هم اندازه شن (7/79 g/kg) و در بخش هم اندازه سیلت و رس (g/kg 10/04) نسبت به سایر کاربری‌ها را دارا است و زمین‌های کشاورزی دارای شاخص ذخیره کربن بیشتری نسبت به مراتع هستند که این نشان دهنده چرای بیش از حد از مراتع است. بنبی و همکاران (2015) با استفاده از شاخص مدیریت کربن و کربن ناپایدارخاک با هدف شناسایی بهترین سیستم کشت از نظر ترسیب کربن نشان دادند که سامانه جنگل- زراعی[1] بهترین سیستم از دیدگاه ترسیب کربن می‌باشد. آنها همچنین بیان کردند که شاخص مدیریت کربن نشان‌دهنده بازیابی کربن نیز می‌باشد. در مکانی که میزان شاخص مدیریت کربن کمتر است، مقدار تخریب کربن زیادتر می‌باشد. به نظر می‌رسد نوع کاربری با شاخص مدیریت بالا، گزینه بهتری برای بازیابی کربن باشد. در نتیجه کیفیت خاک جنگل بیشتر از کاربری گندم دیم و مرتع است و میزان بازسازی کربن در کاربری گندم دیم بیشتر از مرتع است. پژوهش‌های زیادی به این نکته تأکید دارند که شاخص مدیریت کربن به عنوان شاخص قابل اطمینان در ارزیابی ظرفیت سیستم مدیریت در توسعه کیفیت خاک قابل استفاده می‌باشد (دیکو، 2005).

نتیجه‌گیری کلی

مواد آلی ذره‌ای و مواد آلی هم اندازه سیلت و رس تحت تأثیر کاربری تغییر کرده و از کاربری جنگل به کاربری کشت گندم دیم کاهش و در اراضی مرتعی به حداقل مقدار خود رسیده است. بخش هم‌اندازه شن کربن آلی خاک نسبت به مدیریت زمین واکنش بیشتری داشته و مقدار زیادی کربن در اثر تغییر کاربری از این بخش به محیط زیست وارد شده است. بیشترین مقادیر کربوهیدرات و ذخیره کربن نیز مربوط به کاربری جنگل و کم‌ترین مقادیر مربوط به کاربری مرتع است. بررسی توزیع اجزای ماده آلی ذره‌ای نشان داد که بیشترین درصد کربن آلی ذره‌ای در خاکدانه‌های درشت ذخیره شده است؛ بنابراین عواملی که پایداری و تخریب این خاکدانه‌ها را کنترل می‌کنند، می‌توانند ذخایر کربن آلی خاک را نیز کنترل کنند. از نتایج شاخص مدیریت کربن می‌توان دریافت که تغییر کاربری اراضی باعث کاهش توانایی ذخیره کربن و هم چنین افت شاخص کیفیت خاک شده است. با توجه به اقلیم مرطوب در منطقه مورد بررسی، ورود سالانه بقایای گیاهی تازه به خاک زیاد بوده و منجر به تجمع زیاد کربن در ذرات درشت خاک (ماده آلی ذره‌ای) می‌شود. با توجه به حساسیت زیاد این بخش از کربن به تغییر کاربری اراضی، جلوگیری از تغییر کاربری اراضی از اقدامات ضروری به منظور مدیریت پایدار خاک در منطقه مورد مطالعه به شمار می رود.

[1] Agroforestry

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 5- تغییرات شاخص‌های کربن آلی خاک در کاربری‌های مختلف

کاربری	POC (g/kg)	MOC (g/kg)	ناپایداری	شاخص ناپایداری	شاخص ذخیره کربن	شاخص مدیریت کربن
جنگل	25/4	8/0	3/2	1	1	100
گندم دیم	12/1	6/4	1/9	0/6	0/55	33/0
مرتع	4/8	1/4	3/4	1/1	0/18	19/8

فهرست منابع:

1. بنائی، م. ح. 1377 .نقشه رژیم رطوبتی و حرارتی خاک‌های ایران. مؤسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران، 1 برگ.
2. جعفری، س.، گلچین، ا. و طولابی‌فرد. ا. 1395. تأثیر تغییر کاربری اراضی بر خصوصیات اجزاء فیزیکی ماده آلی، میزان رس قابل انتشار و پایداری خاکدانه‌ها در برخی از اراضی استان خوزستان. نشریه تحقیقات آب و خاک ایران، 47 (3):593-603.
3. زارعی، و. 1390. اثر تغییر کاربری اراضی و موقعیت شیب بر بخش‌های کربن آلی خاک. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا.
4. کریمی، ر.، صالحی، م. ح. و مصلح، ز. 1394. تأثیر تغییر کاربری اراضی بربرخی از اجزای کربن توده خاک و خاکدانه در منطقه صفاشهر استان فارس. نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار، 5 (1): 145-157.
5. فلاح‌زاده، ج. و حاج عباسی، م. ع. 1389. بررسی ذخایر مواد آلی خاک‌دانه در خاک‌های رسی تحت کاربری مرتع تخریب‌شده و کشاورزی در زاگرس مرکزی. نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، 17 (3): 179-194.
6. فهیم، ز.، دلاور، م. ا. و گلچین، ا. 1392 . تأثیر نوع پوشش جنگلی بر ذخیره کربن آلی و خصوصیات خاک در جنگل خیرودکنار، نوشهر. نشریه علوم آب و خاک، 17 (63) :149-137.
7. محمودزاده، ح.، شکل آبادی، م. و محبوبی، ع. ا. 1393. اثر تغییر کاربری زمین بر اندوخته‌های کربن آلی خاک در زمین‌های حاشیه دریاچه زریبار مریوان. نشریه علوم آب و خاک، 18 (68): 68-55.
8. Ashagrie, Y., W. Zech, G. Guggenberger, and T. Mamo. 2007. Soil aggregation and total and particulate organic matter following conversion of native forests to continuous cultivation in Ethiopia. Soi. Til. Res. 94: 101-108.
9. Bayer, C., J. Mielniczuk, T.J.C. Amado, L. Martin-Neto, and S.V. Fernandes. 2000. Organic matter storage in a sandy clay loam Acrisol affected by tillage and cropping systems in southern Brazil. Soil Till. Res. 54: 101–109.
10. Benbi, D.K., K. Brar, A.S. Toor, and P. Singh. 2014. Total and labile pools of soil organic carbon in cultivated and undisturbed soils in northern India. Geoderma. 237: 149–158.
11. Blair, G.J., R.D.B. Lefroy, and L. Lisle. 1995. Soil carbon fractions based on their degree of oxidation, and the development of a carbon management index, for agricultural systems. Australian J. of Agri. Res. 46: 1459–1466.
12. Bouajila, A., and T. Gallali. 2010. Land use effect on soil and particulate organic carbon, and aggregate stability in some soils in Tunisia. Afr. J. Agric. Res. 5: 764-774.
13. Cambardella, C.A., A.M. Gajda, J.W. Doran, B.J. Wienhold, and T.A. Kettler. 2001. Estimation of particulate and total organic matter by weight loss-on-ignition. p. 349-359. In R. Lal et al. (ed.). Assessment methods for soil carbon. CRC, Boca Raton, FL.
14. Chenu, C., Y. Le Bissonnais, and D. Arrouays. 2000. Organic matter influence on clay wettability and soil aggregate stability. Soil Sci. Soc. Am. J. 64: 1479–1486.

www.SID.ir

Archive of SID

15. Conant, R.T., J. Six, and K. Paustian. 2003. Land use effects on soil carbon fractions in the southeastern United States. I. Management-intensive versus extensive grazing. Biol. Fertil. Soils. 38: 386-392.
16. Diekow, J., J. Mielniczuk, H. Knicker, C. Bayer, D.P. Dick, and I. Kogel-Knaber. 2005. Carbon and nitrogen stocks in physical fractions of a subtropical Acrisol as influenced by long-term no-till cropping systems and N fertilization. Plant and Soil. 268: 319–328.
17. Dubois, M., K.A. Gilles, J.K. Hamillton, P.A. Rebers, and F. Smith. 1956. Colorimetric method of determination of sugars and related substances. J. Anal. Chem. 28: 350-356.
18. Fang, H.J., S.L. Cheng, X.P. Zhang, A.Z. Liang, X.M. Yang. and C.F. Drury. 2006. Impact of soil redistribution in a sloping landscape on carbon sequestration in Northeast. Land Degrad. Dev. 17:89–96.
19. Haynes, R.J. 2005. Labile organic matter fractions as central components of the quality of agricultural soils: An overview. Adv. In Agron. 85: 221-268.
20. Houghton, R.A., J.I. House, J. Pongratz, G.R. Vanderwerf, R.S. DeFries, M.C. Hansen, C.Le. Quéré, and N. Ramankutty. 2012. Carbon emissions from land use and land-cover change. Bio. 9:5125-5142.
21. Hoyos, N., and N.B. Comerford. 2005. Land use and landscape effects on aggregate stability and total carbon of Andisols from the Colombian Andes. Geoderma. 129:268-278.
22. Jastrow, J.D. 1996. Soil aggregate formation and the accrual of particulate and mineral-associated organic matter. Soil Biol. and Biochem. 28: 656-676.
23. John, B., T. Yamashita, B. Ludwig, and H. Flessa. 2005. Storage of organic carbon in aggregate and density fractions of silty soils under different types of land use. Geoderma. 128:63–79.
24. Kalambukattu, J.G., R. Singh, A.K. Patra, and K. Arunkumar. 2013. Soil carbon pools and carbon management index under different land use systems in the Central Himalayan region. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B–Soil & Plant Science. 63(3):200–5.
25. Kamper, D.W and R.C. Rosenau. 1996. Aggregate stability and size distribution. p. 425-442. In A. Klute (ed.). Methods of Soil Analysis. The American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin.
26. Khormali, F., Sh. Ayoubi, F. Kananro Foomani, A. Fatemi, and Kh. Hemmati. 2007. Tea yield and soil properties as affected by slope position and aspect in Lahijan area, Iran. International Journal of Plant Production, 1: 1. 99-111.
27. Kleber, M., C. Mertz, S. Zikeli, H. Knicker, and R. Jahn. 2004. Changes in surface reactivity and organic matter composition of clay subfractions with duration of fertilizer deprivation. Eur. J. Soil Sci. 55: 381–391.
28. Kucharik, C.J. 2007. Impact of prairie age and soil order on carbon and nitrogen sequestration. Soil Sci. Soc. Am. J. 71:430–441.
29. Lal, R. 2004. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. Sci. 304: 1623-1627.
30. Li, Z.W., X.D. Nie, X.L. Chen, Y.M. Lu, W.G. Jiang, and G.M. Zeng. 2015. The effects of land use and landscape position on labile organic carbon and carbon management index in red soil hilly region, southern China. J. Mt. Sci. 12(3):626–36.
31. Liu, Z., M. Shao, and Y. Wang. 2011. Effect of environmental factors on regional soil organic carbon stocks across the Loess Plateau region, China. Agriculture, Ecosystems and Environment. 142: 184-194.
32. Lutzow, M.V., I.K. Knabner, K. Ekschmitt, H. Flessa, G. Guggenberger, E. Matzner, and B. Marschner. 2007. SOM fractionation methods: Relevance to functional pools and to stabilization mechanisms. Soil Biol. Biochem. 9: 2183–2207.

www.SID.ir

Archive of SID

33. Martínez-Mena, M., J. López, M. Almagro, C. Boix-Fayos, and J. Albaladejo. 2008. Effect of water erosion and cultivation on the soil carbon stock in a semiarid area of South-East Spain. Soil Till. Res. 99: 119–129.
34. Mikha, M.M., and C.W. Rice. 2004. Tillage and manure effects on soil and aggregate-associated carbon and nitrogen. Soil Sci. Soc. Am. J. 68, 809.
35. Qiu, L., X. Wei, X. Zhang, J. Cheng, W. Gale, C. Guo, and T. Long. 2012. Soil organic carbon losses due to land use change in a semiarid grassland. Plant and Soil. 355: 299-309.
36. Martin, J.R., J. Alvaro-Fuentes, J. Gonzalo, C. Gil, J.J. Ramos-Miras, J.G. Corbí, and R. Boluda. 2016. Assessment of the soil organic carbon stock in spain. Geoderma. 264: 117-125.
37. Rolando, J.L., J. Dubeux, W. Perez, D.A. Ramirez, C. Turin, M. Moreno, N. Comerford, V. Mares, S. Garcia, and R. Quiroz. 2017. Soil organic carbon stocks and fractionation under different land uses in the Peruvian High-Andean Puna. Geoderma. 307: 65-72.
38. Sainepo, B,M., C.K. Gachene, and A. Karuma. 2018. Assessment of soil organic carbon fractions and carbon management index under different land use types in Olesharo catchment, Narok County, Kenya. CrossMark, 13:4.
39. Schmidt, M.W.I., C. Rumpel, and I. Kogel-Knabner. 1999. Particle size fractionation of soil containing coal and combusted particles. Eur. J. Soil Sci. 50: 512–522.
40. Tan, Z., R. Lal, L. Owens, and R.C. Izaurralde. 2007. Distribution of light and heavy fractions of soil organic carbon as related to land use and tillage practice. Soil Till. Res. 92:53–59.
41. Vieira, F.C.B., C. Bayer, J.A. Zanatta, J. Dieckow, J. Mielniczuk, and Z.L. He. 2007. Carbon management index based on physical fractionation of soil organic matter in an Acrisol under long-term no-till cropping systems. Soil Till. Res. 96: 195–204.
42. Walkley, A., and I.A. Black. 1934. An examination of digestion method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci. 37: 29-37.
43. Wang, Q., L. Zhang, L. Li, Y. Bai, J. Cao, and X. Han. 2009. Changes in carbon and nitrogen of Chernozem soil along a cultivation chronosequence in a semi-arid grassland. Eur. J. Soil Sci. 60(6):916–23.
44. Wen, D., N. He, and J. Zhang. 2016. Dynamics of soil organic carbon and aggregate stability with grazing exclusion in the inner Mongolian grasslands. PloS one, 11(1), p.e0146757.
45. Winowiecki, L., T.G. Vågen, and J. Huising. 2015. Effects of land cover on ecosystem services in Tanzania: A spatial assessment of soil organic carbon. Geoderma. 263: 274-283.

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of Land Use Change on Organic Carbon Storage in Aggregates and Bulk Soil in Tootkabon Area, Guilan Province

M. Taghipour, N. Yaghmaeian Mahabadi[1], and M. Shabanpour

MSc., Soil Science Department, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Iran; E-mail: mozhdeh_t_1369@yahoo.com

Assistant Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Iran; E-mail: yaghmaeian_na@guilan.ac.ir

Associated Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Iran; E-mail: yaghmaeian_na@guilan.ac.ir

Received: December, 2019 and Accepted: February, 2020

Abstract

Increasing anthropogenic disturbances, especially on land use change, is the major cause of soil quality deterioration in the world. Soil organic carbon has recently gained prominence in assessment of soil quality since it affects chemical, physical and biological aspects of the soil. This study was carried out to investigate the impact of land use change on some carbon fractions and carbon management index (CMI) in Tootkabon area, Guilan province. Three land uses (forest, dry farming, and rangeland) and three slope positions were selected. Soil sampling was done randomly from 0-15 cm depth of each land use and slope position. Particulate organic matter (POM) was measured in both bulk soil and aggregate particles and mineral associated organic matter (MOM) and extractable carbohydrate were measured in bulk soil. Carbon management index and carbon pool index were calculated using forest soil as a reference. Results showed that the highest and lowest amounts of particulate organic matter, mineral associated organic matter, and carbohydrate, and carbon pools were obtained in, respectively, forest and rangeland. Results also showed that the particulate organic matter in forest was increased by, respectively, 105% and 423% compared to dry farming and rangeland. The highest percentage of particulate organic carbon was stored in macro aggregates, thus, the factors that control the stability and degradation of these aggregates can control soil organic carbon storage. Results showed that carbon pool index in dry farming and rangeland was decreased by, respectively, 45% and 82% compared to forest; and carbon management index in dry farming and rangelands was declined by 67% and 80.2%, respectively.

Keywords: Particle size fractionation, Particulate organic matter, Mineral associated organic matter, Carbon management index

[1] Corresponding author: Soil Science Department, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht.

www.SID.ir