



## اثر شیب و تغییر کاربری اراضی بر ذخایر مواد آلی خاک در اجزاء اندازه‌ای ذرات و برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در اراضی تپه ماهوری لردگان

پریسا مختاری کرچگانی<sup>۱</sup>، \* شمس‌الله ایوبی<sup>۲</sup>، محمدرضا مصدقی<sup>۲</sup> و مائده ملکیان<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان، اصفهان،

<sup>۲</sup> دانشیار گروه خاکشناسی، دانشگاه صنعتی اصفهان

تاریخ دریافت: ۹۰/۳/۱۷؛ تاریخ پذیرش: ۹۰/۷/۴

### چکیده

این مطالعه به منظور بررسی تأثیر درجه شیب و تغییر کاربری اراضی بر ذخیره کربن آلی در اجزا فیزیکی مختلف و همچنین برخی ویژگی‌های خاک در منطقه تپه ماهوری لردگان استان چهارمحال و بختیاری انجام گرفت. سه کاربری رایج در منطقه شامل جنگل طبیعی (NF)، جنگل تخریب شده (DF) و اراضی کشت شده (CL) و سه درجه شیب شامل شیب کم‌تر از ۱۰ درصد ( $S_1$ )، شیب بین ۱۰-۳۰ درصد ( $S_2$ ) و شیب ۳۰-۵۰ درصد ( $S_3$ ) به عنوان تیمارهای مطالعه انتخاب و در مجموع ۱۰۸ نمونه از عمق ۰-۱۰ سانتی‌متر سطح خاک برداشت شدند. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و همچنین مواد آلی ذره‌ای (POM) و کربن آلی و ازت کل در ذرات هم‌اندازه سیلت و رس اندازه‌گیری شدند. نتایج این پژوهش نشان داد که مواد آلی ذره‌ای در اراضی جنگلی در همه شیب‌ها به طور معنی‌داری بیش‌تر از سایر کاربری‌ها بود. مواد آلی ذره‌ای در این منطقه به طور عمده در اندازه شن بودند. مقدار ازت کل در مواد آلی ذره‌ای در کاربری جنگل در شیب کم، بیش‌تر از مقادیر آن در سایر کاربری‌ها به‌ویژه در شیب‌های زیاد بود. نسبت C/N در بخش مواد آلی ذره‌ای ۱۷-۱۸ در اراضی جنگلی، و حدود ۲۳ در اراضی کشاورزی بوده است. فاکتور غنی شدن (Ec) برای جز POM حداکثر بود. برای ذرات اولیه فاکتور غنی شدن برای هر دو جزء سیلت و رس روند زیر را برای کاربری‌ها و شیب‌های

\* مسئول مکاتبه: ayoubi@cc.iut.ac.ir

مورد مطالعه نشان داد:  $CL > DF > NF$  و  $S_3 > S_2 > S_1$ . درجه شیب در زمین نما به طور معنی داری بر مقدار کربن آلی و ازت کل همراه ذرات سیلت و رس معنی دار بود، به طوری که بیشترین کربن آلی و ازت کل در بخش‌های پایین شیب و کمترین مقادیر در شیب‌های تند مشاهده گردید. نتایج کلی این پژوهش نشان داد که حفظ جنگل‌های طبیعی منجر به حفظ ذخیره کربن آلی خاک و کاهش هدررفت آن، کاهش فرسایش خاک به ویژه در اراضی کوهستانی با بارندگی زیاد در غرب ایران می‌گردد.

**واژه‌های کلیدی:** تغییر کاربری اراضی، کربن آلی خاک، درجه شیب، تفکیک فیزیکی، مواد آلی ذره‌ای

#### مقدمه

از آنجایی که کیفیت خاک بیانگر وضعیت خاک در شرایط مشخص بوده و بسته به هدف و نیاز، متفاوت است بنابراین باید شاخص‌هایی از خاک را مورد بررسی قرار داد که بتوانند وضعیت عملکرد گیاه و نوع مدیریت را در آن شرایط به خوبی بیان نمایند و گویای وضعیت کلی سیستم خاک باشند. در این رابطه می‌توان به شاخص‌هایی مانند میزان کربن آلی، درصد ذرات اولیه، مقدار نیتروژن کل، چگالی ظاهری، مقدار آب قابل دسترس، هدایت هیدرولیکی، pH، بافت و ساختمان خاک و پایداری خاک‌دانه‌ها اشاره نمود (لال، ۲۰۰۶).

در سال‌های اخیر، مسأله نگهداری کربن در خاک و تفکیک اجزاء آن و رابطه آن‌ها با گرم شدن کره زمین مورد توجه پژوهشگران بوده است. تغییر کاربری زمین شامل جنگل‌تراشی، سوزاندن زیست‌توده، تبدیل اکوسیستم طبیعی به کشاورزی، زه‌کشی زمین‌های غرقابی و تغییر نوع کشت، با آسان نمودن و سرعت بخشیدن به فرآیند تجزیه مواد آلی و تنفس هوازی در خاک و کمک به معدنی شدن و اکسید شدن هوموس، موجب خروج کربن آلی به شکل دی‌اکسید کربن از خاک به اتمسفر می‌شود (تیسن و همکاران، ۲۰۰۱).

تغییر کاربری زمین و پوشش گیاهی در طول تاریخ در ابتدا به علت رشد جمعیت، صورت گرفته و پیشرفت فن‌آوری و فرصت‌های اقتصادی باعث دخالت انسان به طور مشخص در تغییر تعداد زیادی از اکوسیستم‌ها شده است. تغییرات شگرفی در کاربری زمین‌های خشک و نیمه‌خشک آسیا در قرن بیستم رخ داده است در این زمینه بررسی وضعیت کربن آلی خاک به ویژه در اجزاء مختلف برای بررسی تأثیر این تغییرات امری ضروری می‌باشد.

برگشت مواد آلی به خاک در اثر فرایندهای بیولوژیکی و در فرایندهای تشکیل ساختمان و قابلیت دسترسی تجزیه‌کنندگان به سوبسترا نه تنها به خصوصیات ذاتی مواد آلی بلکه به نحوه اتصال و همراهی این مواد با اجزا معدنی خاک نیز وابسته است (کریستنسن، ۲۰۰۱). تفکیک فیزیکی خاک براساس اندازه و دانسیته ذرات با استفاده از جداسازی‌های متفاوت، برای شکستن باندهای بین ذرات ساختمان خاک و جداسازی مواد آلی غیرکمپلکس و کمپلکس‌های آلی - معدنی<sup>۱</sup> در اندازه‌های متفاوت صورت می‌گیرد (کریستنسن، ۱۹۹۲؛ کریستنسن، ۲۰۰۰؛ کریستنسن، ۲۰۰۱). مواد آلی کمپلکس نشده جزئی از ماده آلی است که در اجزا لاش‌برگ و بزرگ‌تر از ۲ میلی‌متر مشاهده می‌شود و همچنین با مواد معدنی خاک نیز کمپلکس‌های آلی - معدنی ایجاد نکرده است. این مواد به‌وسیله ترکیب روش‌های مبتنی بر دانسیته و اندازه ذرات خاک قابل جداسازی هستند (کریستنسن، ۲۰۰۱).

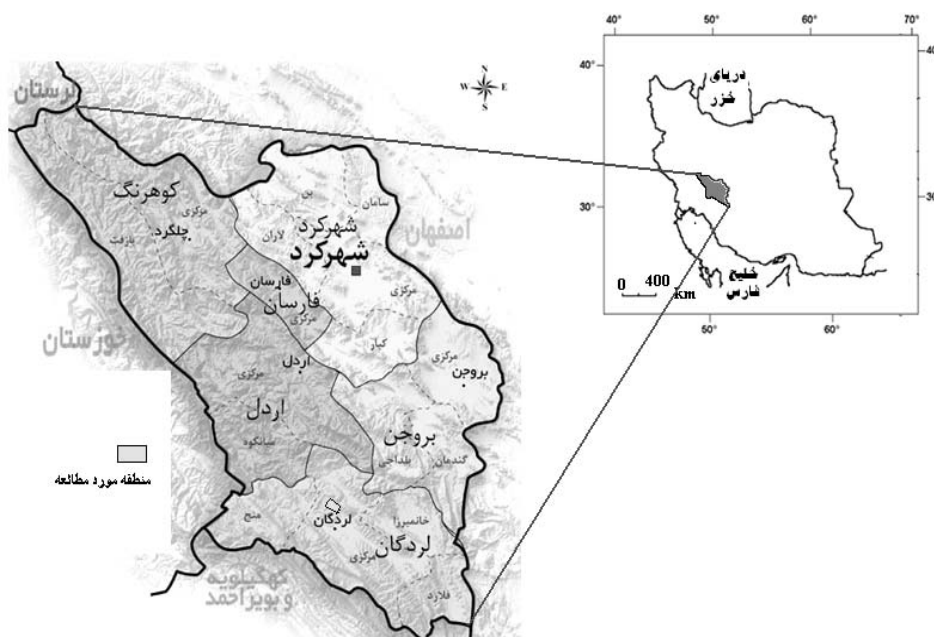
تفکیک کمپلکس‌های آلی - معدنی اولیه براساس جداسازی کلاس‌های اندازه ذرات متفاوت و مواد آلی همراه با آن‌ها صورت می‌گیرد (کریستنسن، ۲۰۰۱). تفاوت در خصوصیات مواد آلی همراه با کلاس‌های متفاوت اندازه ذرات برای درک و مدل‌سازی سرعت برگشت‌پذیری مواد آلی بسیار مهم می‌باشد (کریستنسن، ۲۰۰۱). پراکنده شدن کامل خاک برای جداسازی کمپلکس‌های آلی - معدنی ضروری است.

در زمینه تفکیک اجزا فیزیکی ماده آلی خاک در ایران پژوهش‌های کمی انجام گرفته و این پژوهش‌ها بیش‌تر محدود به مزرعه و یا حداکثر در مقیاس شیب‌تپه بوده است. بنابراین این مطالعه با منظور بررسی اثر شیب و کاربری زمین بر اجزاء فیزیکی ماده آلی خاک (کمپلکس شده با ذرات اولیه) و همچنین برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در بخشی از حوضه آبخیز سرخون واقع در منطق لردگان استان چهارمحال و بختیاری انجام شد.

## مواد و روش‌ها

**موقعیت جغرافیایی منطقه:** منطقه مورد مطالعه در بخشی از زیرحوضه سرخون واقع در حوضه آبخیز کارون شمالی در حد فاصل شهرستان‌های لردگان و سرخون مابین عرض‌های جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۱ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۴۲ دقیقه و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۴۲ دقیقه و ۵۰ درجه و ۵۲ دقیقه قرار

گرفته است (شکل ۱). این منطقه در جنوب استان چهارمحال و بختیاری قرار دارد و از سمت شمال به شهرستان‌های بروجن و اردل، از سمت شرق به منطقه سمیرم در استان اصفهان، از سمت جنوب به استان کهگیلویه و بویراحمد و از غرب به استان خوزستان منتهی می‌شود. ارتفاع منطقه از سطح دریا حدود ۱۵۵۰ متر و دارای آب و هوای نیمه مرطوب با تابستان‌های گرم و خشک و زمستان‌های نیمه سرد است. این اقلیم در تقسیم‌بندی اقلیمی گوسن، مدیترانه‌ای گرم و خشک و در تقسیم کوپن نیمه گرمسیری با تابستان‌های گرم و خشک می‌باشد. میانگین بارندگی سالانه حدود ۶۲۰ میلی‌متر بوده که بیش‌تر نزولات در زمستان می‌بارد. همچنین بارندگی ۷۰ میلی‌متر در ۲۴ ساعت در این منطقه گزارش شده است. تعداد روزهای یخبندان حدود ۶۰ روز می‌باشد. حداکثر مطلق دما در استان چهارمحال و بختیاری مربوط به این منطقه به میزان ۴۷/۵ درجه سانتی‌گراد است. رژیم رطوبتی و حرارتی خاک به ترتیب Typic Xeric و Mesic می‌باشد.



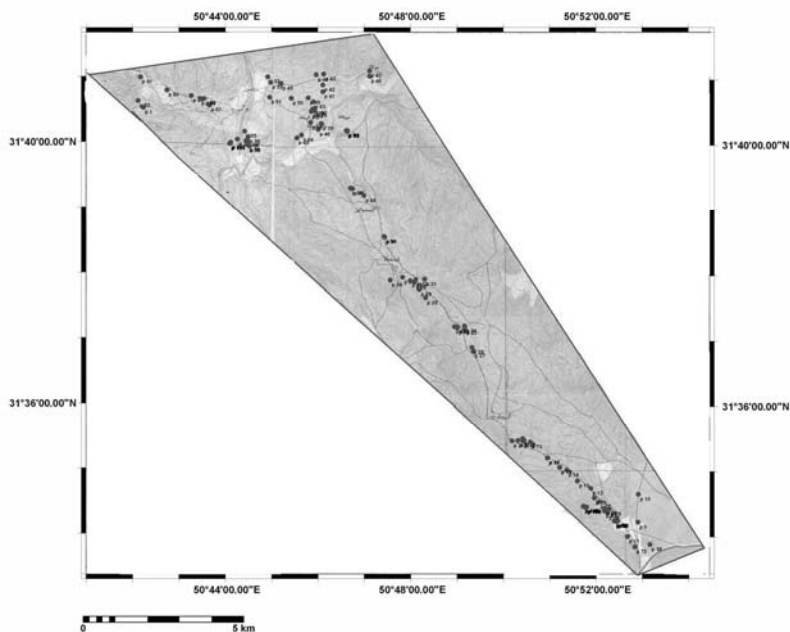
شکل ۱- موقعیت منطقه جغرافیایی منطقه مورد مطالعه در بخشی زیرحوضه سرخون منطقه در زاگرس مرکزی.

پوشش طبیعی منطقه مورد مطالعه در سال‌های پیشین مشتمل بر جنگل‌های طبیعی بلوط غرب بوده است. گونه بلوط غالب منطقه مورد مطالعه گونه *Quercus brantii* می‌باشد. ولی به تدریج به دلیل افزایش جمعیت، قطع بی‌رویه درختان برای سوخت و همچنین قطع درختان در راستای ایجاد تملک و کشت دیم جنگل‌های طبیعی منطقه در حال انقراض قرار گرفته‌اند و در برخی مناطق اثری از جنگل دیده نمی‌شود. از نظر زمین‌شناسی منطقه انتخاب شده روی رسوبات کواترنری به‌طور عمده شامل تراس‌های قدیمی رودخانه‌ای قرار گرفته که به‌شدت بریده‌بریده<sup>۱</sup> شده‌اند و اراضی تپه‌ماهوری با ارتفاع بیش از ۵۰ متر و شیب بالاتر از ۷۰ درصد را هم ایجاد کرده‌اند.

**نمونه‌برداری:** به‌منظور بررسی و ارزیابی اثر شیب و نوع کاربری اراضی بر اجزاء فیزیکی ماده آلی خاک در منطقه مورد مطالعه سه کاربری مورد ارزیابی قرار گرفتند: الف) اراضی جنگل طبیعی (NF) ب) جنگل تخریب شده (DF) و ج) اراضی تحت کشت دیم (CL). برای بررسی فرضیه تأثیر میزان شیب و توپوگرافی بر توزیع اجزاء فیزیکی ماده آلی در منطقه مورد مطالعه سه کلاس شیب تشخیص داده شد و تعداد ۹۹ نقطه به‌وسیله شیب‌سنج تعیین و سپس با نقشه شیب تهیه شده توسط مدل رقومی ارتفاع چک نهایی گردید. براساس تنوع شیب منطقه در کاربری‌های مختلف سه شیب زیر تعیین شدند و به‌عنوان فاکتور در آنالیز آماری استفاده شدند: شیب ۱۰-۰ درصد ( $S_1$ )، شیب ۳۰-۱۰ درصد ( $S_2$ ) و شیب بیش از ۳۰ درصد ( $S_3$ ).

در مجموع با در نظر گرفتن سه کاربری یاد شده و تنوع شیب منطقه تعداد ۱۰۸ نقطه نمونه‌برداری انتخاب شدند. شکل ۲ توزیع مکانی نقاط مورد مطالعه را نشان می‌دهد. موقعیت نقاط توسط دستگاه GPS ثبت گردید. در مکان‌های انتخاب شده نمونه‌برداری خاک از عمق ۱۰-۰ سانتی‌متری انجام گرفت و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن‌ها تعیین شد. همچنین از هر نقطه نمونه‌ای دست‌نخورده برای اندازه‌گیری چگالی ظاهری خاک به‌وسیله نمونه‌بردار سیلندری با قطر ۵ و ارتفاع ۵/۱ سانتی‌متر برداشت شد.

- 1- Dissected
- 2- Natural Forest
- 3- Distrubed Forest
- 4- Cultiavted Land
- 5- Global Positiong Sysytem



شکل ۲- پراکنش مکانی نقاط مورد مطالعه.

**آنالیزهای آزمایشگاهی:** درصد مواد خثی شونده به روش خثی کردن با اسید کلریدریک و عمل تیتراسیون برگشتی با سود تعیین شد. ماده آلی به وسیله اکسایش تر و با روش والکلی بلک اندازه گیری گردید (پیچ و همکاران، ۱۹۸۲). ازت خاک به روش کلدال تعیین گردید. اسیدپته خاک در حالت گل اشباع و با استفاده از دستگاه pH متر اندازه گیری شد (پیچ و همکاران، ۱۹۸۲). هدایت الکتریکی با استفاده از دستگاه هدایت سنج الکتریکی در عصاره اشباع انجام شد (پیچ و همکاران، ۱۹۸۲).

بافت خاک به روش هیدرومتری تعیین گردید. برای تعیین وزن مخصوص ظاهری خاک از نمونه های خاک دست نخورده که توسط سیلندرهای استوانه ای جمع آوری شده بود، استفاده گردید (بلیک و هاریتیج، ۱۹۸۶).

برای تفکیک ترکیبات آلی- معدنی اولیه (ذرات هم اندازه شن، سیلت و رس)، ۵۰ گرم خاک خشک نرم (کوچک تر از ۲ میلی متر) در آب مقطر به نسبت ۱:۲/۵ مخلوط و با کمک ۵۰ عدد ساچمه، به مدت ۲ ساعت با شیکر رفت و برگشتی و سرعت ۲۵۰ دور در دقیقه تکان داده شد و ذرات پراکنش یافتند. این روش پراکنش سبب انتشار کامل خاک دانه های درشت می گردد (پاژت و همکاران، ۱۹۹۵).

با توجه به این که تکان دادن دارای انرژی کافی برای خرد کردن خاک‌دانه‌های ریز ( $0/053$  میلی‌متر) نمی‌باشد، از روش انرژی فراصوت مدل UP 200H Ultrasonic processor به مدت ۱۵ دقیقه استفاده شد. برای اطمینان از خرد شدن کامل خاک‌دانه‌های ریز، نتایج درصد ذرات اولیه پس از اعمال انرژی فراصوت با نتایج به دست آمده از تعیین بافت مقایسه گردید، سپس سوسپانسیون، از الک  $0/053$  میلی‌متر عبور داده شد تا ذرات شن و ماده آلی ذره‌ای (POM) از آن جدا گردد. پس از خشک شدن در آون با دمای  $50$  درجه سانتی‌گراد، بخش شن توزین شد. ذرات رس و سلیت عبور داده از الک به استوانه مدرج ۱ لیتری منتقل و به حجم رسانده شدند. با توجه به قانون استوکس از روش رسوب و سیفون (برونیک و لال،  $2005$ ) برای جداسازی ذرات رس از سلیت استفاده گردید. وزن رس از کم کردن وزن شن، سلیت و ماده آلی ذره‌ای از کل وزن خاک به دست آمد. برای تفکیک فیزیکی ماده آلی خاک، کربن و ازت آلی در هر یک از اجزا مواد آلی کمپلکس نشده (POM)، سلیت و رس اندازه‌گیری شد (کریستنسن،  $1992$ ).

فاکتور غنی شدن کربن آلی خاک برای تمامی نمونه‌های خاک محاسبه گردید. این نسبت وزن کربن آلی در جزء مورد نظر به وزن کربن آلی در کل توده خاک می‌باشد (کریستنسن،  $1992$ ).

**آنالیز واریانس و مقایسه میانگین:** برای بررسی تأثیر نوع کاربری اراضی و درصد شیب بر خصوصیات خاک و توزیع فیزیکی کربن آلی در منطقه مورد مطالعه طرح کاملاً تصادفی در قالب طرح فاکتوریل با دو فاکتور شیب و کاربری اراضی آنالیز واریانس توسط نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین به روش دانکن صورت گرفت.

### نتایج و بحث

اثر شیب و کاربری اراضی بر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک: نتایج آنالیز واریانس (ANOVA) در مورد بررسی تأثیرات کاربری اراضی و شیب بر برخی خصوصیات انتخاب شده اراضی نشان داد که برای بیش تر خصوصیات خاک درجه شیب و نوع کاربری اراضی تأثیر معنی‌داری داشته‌اند. در جدول ۱ نتایج مقایسه میانگین به روش دانکن برای پارامترهای مورد بررسی ارائه شده است.

جدول ۱- اثر کاربری اراضی و شیب بر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در منطقه مورد مطالعه در عمق ۱۰-۰ سانتی متری سطح خاک.

EC	pH	BD (گرم بر سانتی متر مکعب)	درصد مواد خنثی شونده	SOC	درصد شن	درصد سیلت	درصد رس	نوع کاربری	کلاس شیب
۰/۵۶ <sup>a</sup>	۷/۷۶ <sup>a</sup>	۱/۳۹ <sup>d</sup>	۱۴/۳۰ <sup>d</sup>	۳/۵۸ <sup>a</sup>	۱۱/۷۴ <sup>bc</sup>	۳۲/۷۹ <sup>ab</sup>	۵۵/۴۶ <sup>abc</sup>	NF	
۰/۵۰ <sup>ab</sup>	۷/۸۳ <sup>a</sup>	۱/۶۰ <sup>c</sup>	۳۱/۴۶ <sup>bcd</sup>	۱/۰۹ <sup>c</sup>	۱۵/۵۴ <sup>b</sup>	۲۴/۷۵ <sup>cde</sup>	۵۹/۶۹ <sup>a</sup>	DF	S <sub>۱</sub>
۰/۴۸ <sup>ab</sup>	۷/۷۵ <sup>a</sup>	۱/۶۵ <sup>b</sup>	۳۸/۲۶ <sup>bc</sup>	۰/۹۸ <sup>c</sup>	۳/۰۱ <sup>c</sup>	۳۸/۵۱ <sup>a</sup>	۵۸/۳۸ <sup>ab</sup>	CL	
۰/۳۲ <sup>c</sup>	۷/۷۴ <sup>a</sup>	۱/۴۰ <sup>d</sup>	۲۱/۷۱ <sup>de</sup>	۲/۵۱ <sup>b</sup>	۱۸/۵۹ <sup>b</sup>	۲۸/۱۳ <sup>cd</sup>	۵۳/۲۷ <sup>abc</sup>	NF	
۰/۴۰ <sup>abc</sup>	۷/۷۹ <sup>a</sup>	۱/۶۴ <sup>b</sup>	۴۰/۶۵ <sup>bc</sup>	۱/۱۲ <sup>c</sup>	۱۹/۴۹ <sup>b</sup>	۳۱/۶۷ <sup>b</sup>	۵۳/۸۳ <sup>abc</sup>	DF	S <sub>۲</sub>
۰/۳۷ <sup>abc</sup>	۷/۷۲ <sup>a</sup>	۱/۶۵ <sup>b</sup>	۵۵/۶۰ <sup>a</sup>	۰/۸۴ <sup>c</sup>	۲۱/۱۴ <sup>ab</sup>	۲۶/۰۵ <sup>bcd</sup>	۵۲/۸۰ <sup>abc</sup>	CL	
۰/۴۶ <sup>abc</sup>	۷/۸۱ <sup>a</sup>	۱/۳۸ <sup>d</sup>	۲۹/۵۰ <sup>cd</sup>	۲/۴۸ <sup>b</sup>	۱۸/۱۶ <sup>b</sup>	۳۰/۱۶ <sup>bc</sup>	۵۱/۶۷ <sup>bc</sup>	NF	
۰/۴۰ <sup>abc</sup>	۷/۸۷ <sup>a</sup>	۱/۶۵ <sup>b</sup>	۴۴/۸۴ <sup>ab</sup>	۱/۰۵ <sup>c</sup>	۲۱/۴۱ <sup>ab</sup>	۲۷/۶۹ <sup>bcd</sup>	۵۱/۸۸ <sup>bc</sup>	DF	S <sub>۳</sub>
۰/۴۶ <sup>abc</sup>	۷/۷۲ <sup>a</sup>	۱/۷۵ <sup>a</sup>	۵۶/۵۱ <sup>a</sup>	۰/۹۸ <sup>c</sup>	۳۲/۰۳ <sup>a</sup>	۱۸/۶۹ <sup>e</sup>	۴۹/۲۸ <sup>c</sup>	CL	

S<sub>۱</sub>: شیب کم تر از ۱۰ درصد، S<sub>۲</sub>: شیب ۱۰-۳۰ درصد، S<sub>۳</sub>: شیب بیش از ۳۰ درصد حداکثر تا ۵۰ درصد، NF: جنگل طبیعی، DF: جنگل تخریب شده، CL: کشت دیم، BD: وزن مخصوص ظاهری، SOC: کربن آلی خاک، EC: هدایت الکتریکی خاک، pH: اسیدیته خاک، علائم مختلف کنار اعداد نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال P<۰/۰۵ می باشد.

**الف) هدایت الکتریکی و pH:** از بین خصوصیات مزبور pH خاک تفاوت معنی داری بین تیمارهای مورد نظر نشان نمی دهد و به عبارتی چون pH به طور عمده در منطقه توسط آهک کنترل می شود، نوع کاربری اراضی و توپوگرافی نتوانسته است بر میزان pH مؤثر باشد. تأثیر کاربری و شیب هر چند بر هدایت الکتریکی معنی دار بوده ولی تغییرات بین تیمارها ناچیز می باشد.

**ب) دانه بندی خاک:** بررسی دانه بندی نشان می دهد که تغییر کاربری منجر به تغییر در توزیع اندازه ذرات شده است. به طوری که در کاربری کشاورزی با افزایش فرسایش ذرات ریز و رس تخلیه شده و منجر به افزایش درصد شن و ایجاد بافت شنی شده است. این مسأله در شیب های زیاد (S<sub>۳</sub>) بیش تر مشاهده می شود به طوری که درصد شن به حداکثر مقدار خود (۳۲/۰۳ درصد) رسیده است. تاینسن و همکاران (۱۹۸۲) و هبرت و همکاران (۱۹۹۱) نیز در مطالعات خود نتیجه گرفتند کاربری زراعی در مقایسه با کاربری جنگل بافت سبک تری دارد. مطالعه اسلام و ویل (۲۰۰۰) نیز در بنگلادش نشان داد خاک زراعی در مقایسه با خاک تحت پوشش جنگل طبیعی رس کم تری داشتند. حاج عباسی و



همکاران (۱۹۹۷) با مطالعه بافت خاک لایه ۳۰-۰ سانتی متری منطقه لردگان بیان داشتند مقدار رس خاک تحت کشت نسبت به خاک جنگل کم تر است. آن‌ها معتقدند به دلیل تجزیه مواد آلی و از هم پاشیده شدن خاک‌دانه‌ها در اراضی تحت کشت، ذرات ریزتر از طریق فرسایش حمل شده و ذرات درشت‌تر بر جای می‌مانند.

**ج) وزن مخصوص ظاهری خاک:** تبدیل کاربری جنگل به زراعی باعث شده تا میزان وزن مخصوص ظاهری خاک از  $1/38$  به  $1/75$  گرم بر سانتی متر مکعب افزایش یابد. کم‌ترین وزن مخصوص ظاهری در اراضی جنگلی و حداکثر آن در اراضی کشت دیم در شیب کم دیده می‌شود. این مسأله به‌طور عمده به دلیل ماده آلی کم در اراضی کشاورزی، و تردد زیاد ماشین‌آلات کشاورزی و خاک‌ورزی متراکم می‌باشد. نتیجه به‌دست آمده با یافته بسیاری از محققان از جمله حاج‌عباسی و همکاران (۱۹۹۷)، کارتر و همکاران (۱۹۹۸)، اسلام و ویل (۲۰۰۰)، ایورندیلک و همکاران (۲۰۰۴) و چلیک (۲۰۰۵) مطابقت دارد.

چلیک (۲۰۰۵) تجزیه مواد آلی خاک بر اثر تبدیل کاربری‌های طبیعی زمین به اراضی زراعی و کاهش تشکیل ساختمان را به‌عنوان دو عامل مهم برای افزایش وزن مخصوص ظاهری خاک‌ها برشمرد. طبق نظر اسلام و ویل (۲۰۰۰)، مقادیر شن باقی‌مانده بیش‌تر در اراضی زراعی همراه با خاک‌دانه‌بندی ضعیف‌تر در مقایسه با جنگل طبیعی، موجب افزایش وزن مخصوص ظاهری زمین‌های تحت کشت می‌شود. تلفات ماده آلی خاک و گسیخته شدن خاک‌دانه‌ها بر اثر عملیات زراعی، متراکم شدن خاک و همچنین سبک بودن بافت خاک در کاربری زراعی را می‌توان از دلایل عمده افزایش وزن مخصوص ظاهری و کاهش تخلخل خاک در منطقه تحت کشت نسبت به کاربری طبیعی مجاورش دانست. الرت و گرگوریچ (۱۹۹۶) کاهش فعالیت‌های بیولوژیکی ناشی از عملیات زراعی را نیز دلیل دیگری برای افزایش وزن مخصوص ظاهری خاک‌ها می‌دانند.

**د) کربن آلی کل خاک:** همان‌طور که نتایج جدول ۱ نشان می‌دهد بین کاربری‌های مورد مطالعه و شیب‌های مختلف تفاوت معنی‌داری در میزان ذخیره کل کربن آلی خاک وجود دارد. تبدیل کاربری اراضی از جنگل طبیعی به جنگل تخریب شده و در نهایت کشت دیم مقدار کربن آلی را به‌ترتیب از میانگین  $2/85$  درصد، به  $1/08$  و  $0/93$  درصد کاهش داده است. بیش‌ترین کربن آلی در موقعیت اراضی پست کاربری جنگل ( $NFS_1$ ) با مقدار  $3/58$  درصد و کم‌ترین مقدار مربوط به اراضی کشت دیم با شیب ۳۰-۱۰ درصد است.

ناردی و همکاران (۱۹۹۶) اظهار می‌دارند خاک‌دانه‌های درشت در مناطق تحت کشت به دلیل عملیات شخم شکسته شده و در نتیجه مواد آلی خاک از حفاظت فیزیکی کم‌تری برخوردار خواهند شد. کارتر و همکاران (۱۹۹۸) بیان می‌کنند افزایش دمای خاک به دلیل کاهش پوشش (سایه) خاک و همچنین تغییرات ناشی از عملیات زراعی مانند تغییر ساختمان خاک و افزایش پتانسیل فرسایش، ممکن است بر تغییرات میزان کربن آلی خاک در اثر تبدیل کاربری اراضی از جنگل به کشاورزی تأثیر بگذارد. تاینسن و همکاران (۲۰۰۱) و هبرت و همکاران (۲۰۰۱) نیز معتقدند بافت سبک خاک حساسیت مواد آلی را به تجزیه افزایش می‌دهد. همان‌طور که نتایج جدول ۱ نشان داد بافت خاک اراضی تحت کشت دیم به شدت تغییر کرده و درصد رس کاهش و درصد شن افزایش یافته است.

ر) **کربنات کلسیم معادل:** مقایسه میانگین و تجزیه واریانس نشان داد که بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری در میزان کربنات کلسیم معادل وجود داشت (جدول ۱). کم‌ترین مقدار مواد خنثی‌شونده مربوط به اراضی پست جنگلی با مقدار متوسط ۱۴/۳ درصد است. این مقدار حداقل در خاک‌های آهکی منطقه ناشی از پایداری نسبی این موقعیت شیب و دریافت آب از اراضی بالادست می‌باشد. همچنین حضور بیش‌تر ماده آلی شرایط را برای تولید  $CO_2$  بیش‌تر فراهم می‌کند تا طبق فرآیند زیر آهک شسته شده و از افق سطحی تخلیه گردد.



در اراضی جنگل تخریب شده آهک افزایش یافته است و این افزایش در اراضی کشت و کار شده و در شیب‌های زیاد به حداکثر مقدار خود (۵۶/۵ درصد) می‌رسد. افزایش آهک در افق سطحی اراضی کشت شده به‌طور عمده مربوط به از دست رفتن افق سطحی اولیه بر اثر فرسایش و ظاهر شدن افق‌های غنی از آهک زیرین و همین‌طور اختلاط خاک زیرین با خاک سطحی در اثر عملیات شخم است. این نتیجه‌گیری با نتایج مطالعه خرمالی و همکاران (۲۰۰۹) در اراضی تپه‌ماهوری لسی شمال کشور هم‌خوانی دارد.

**اثر شیب و کاربری اراضی بر ماده آلی کمپلکس نشده:** آنالیز واریانس اثر شیب و کاربری اراضی در منطقه مورد مشاهده نشان داد که این دو تیمار بر مقدار ماده آلی کمپلکس‌نشده که در اندازه شن و

بزرگ‌تر هستند، اثر معنی‌داری داشت. مقدار کربن آلی خاک در این جزء بعد از جنگل‌زدایی بین ۷۰-۶۰ درصد کاهش یافته است. این نتایج با یافته‌های ندیری و همکاران (۱۹۹۶) هم‌خوانی دارد. آن‌ها در مطالعه خود نشان دادند که شکسته شدن خاک‌دانه‌های بزرگ‌تر به ذرات ریزتر به واسطه جنگل‌زدایی منجر به ازدست رفتن کربن آلی می‌شود. مواد آلی که به‌صورت فیزیک با ذرات خاک حفظ می‌شوند، به‌علت به‌هم‌خوردگی خاک و شخم در معرض اکسیداسیون میکروبی قرار می‌گیرند. همچنین به‌واسطه جنگل‌زدایی دمای خاک افزایش می‌یابد و بنابراین فعالیت‌های خاک‌ورزی منجر به حساسیت بیش‌تر خاک‌ها به فرسایش می‌گردد (کارتر و همکاران، ۱۹۹۸).

مقایسه میانگین به روش دانکن نشان داد که مقدار کربن آلی خاک در بخش کمپلکس نشده و آزاد در حد شن و بزرگ‌تر از آن بین سه کاربری و سه شیب انتخاب شده اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد وجود دارد. مقدار آن در کاربری جنگل در اراضی پست (شیب کم‌تر از ۱۰ درصد) ۳/۵۷ درصد بوده است در حالی که مقدار آن در اراضی مرتفع (شیب بیش از ۳۰ درصد) در اراضی کشت دیم به مقدار ۰/۸۴ درصد رسیده است. اوردنیلک و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند که جنگل‌تراشی و به‌دنبال آن کشت و کار باعث کاهش ۴۸/۸ درصدی ماده آلی خاک شده است.

مطالعات مختلف در ارتباط با تغییرپذیری ماده آلی خاک به‌واسطه درجه شیب نشان داده است که مقدار کربن آلی در اراضی پست از مناطق مرتفع‌تر بیش‌تر می‌باشد. ویلدینگ و همکاران (۱۹۸۲) نشان دادند که در اراضی پست‌تر با بافت ریزتر دارای ظرفیت ذخیره آب بیش‌تری بوده و شرایط را برای تجمع بیش‌تر مواد آلی فراهم می‌کند. دلیل دیگر برای کربن آلی بیش‌تر در اراضی پست ناشی از حرکت ذرات ریز خاک محتوی مواد آلی بیش‌تر از اراضی مرتفع‌تر و پرشیب‌تر به اراضی کم‌شیب و پست می‌باشد.

کربن آلی در مواد آلی ذره‌ای (POC) در کاربری جنگل و هر سه شیب (NFS<sub>۱</sub>، NFS<sub>۲</sub> و NFS<sub>۳</sub>) به‌طور معنی‌داری از اراضی جنگل تخریب شده (DF) و اراضی کشت شده بیش‌تر است. مواد آلی ذره‌ای در این منطقه به‌طور عمده در اندازه شن قرار دارند. مقدار زیاد کربن آلی ذره‌ای در اراضی جنگلی معمولاً ناشی از ورود مواد آلی با اندازه بزرگ توسط درختان است که از نظر اندازه و از نظر ساختار شیمیایی با مواد آلی اراضی کشت دیم متفاوت می‌باشد.

به طور معمول، در خاک‌های تحت پوشش جنگل‌های دائمی با حجم زیادی از لاش‌برگ ورودی به خاک، بیش‌ترین مقدار کربن آلی در بخش ذره‌ای وجود دارد (مندهام و همکاران، ۲۰۰۴). از سوی دیگر در اراضی جنگلی تخریب شده و کشت شده مواد آلی درشت و ذره‌ای به واسطه تخریب خاک‌دانه‌ای اکسید و تجزیه می‌شوند.

مقایسه ازت کل در مواد ذره‌ای (PTN) برای تیمارهای مطالعه شده در جدول ۲ ارائه شده است. مقادیر PTN به طور معنی‌داری در اراضی جنگلی در اراضی کم‌شیب و پست نسبت به اراضی جنگل‌زدایی شده و کشت شده بیش‌تر است. این روند ممکن است مرتبط با ورود بقایای غلات با نسبت C/N زیاد به اراضی کشاورزی یا تغییر پوشش گیاهی در اراضی جنگل‌زدایی شده باشد که بقایای این گیاهان دارای درصد بیش‌تری از کربن بوده‌اند. نسبت C/N در مواد آلی ذره‌ای در اراضی جنگلی مورد مطالعه حدود ۱۷-۱۸ و در اراضی کشاورزی حدود ۲۳ مشاهده شد. نسبت C/N در جزء POM در اراضی کشت شده در مقایسه با اراضی جنگلی نشان‌دهنده هدررفت ذخیره بیش‌تر ازت نسبت به ذخیره کربن می‌باشد. این نتایج با نتیجه پژوهش‌های شای و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت دارد. این نتایج احتمالاً نشان می‌دهد که فرآیندهای تجزیه و بازگشت کربن و ازت به طور کامل بر هم منطبق نیستند. همچنین به این نکته باید توجه داشت که کیفیت مواد آلی اضافه شده نیز بر نسبت کربن به ازت مؤثر بوده است. به طوری که در اراضی کشاورزی کاه و کلش غلات دارای نسبت کربن به ازت بیش‌تری هستند.

کمبردلا و الیوت (۱۹۹۳) همچنین گزارش کردند که ۱۸ درصد کل کربن آلی و ۲۵ درصد کل ازت خاک در اراضی تحت تیمار بدون شخم (no-till) با ذراتی در اندازه سیلت در خاک‌دانه‌های بزرگ یافت شده است. ازت آلی با افزایش شدت شخم و کشت و کار، کاهش یافته اما مقدار کربن آلی بدون تغییر باقی مانده است. آن‌ها پیشنهاد کردند که برگشت کربن آلی به وسیله مکانیزم حفظ فیزیکی کنترل می‌گردد، در حالی که برگشت ازت به وسیله حفاظت شیمیایی کنترل می‌شود. این مسأله همچنین ممکن است به تفاوت کیفیت مواد آلی در کاربری‌های مختلف مورد مقایسه در منطقه مورد مطالعه باشد. این نتایج با نتایج مندهام و همکاران (۲۰۰۴) مطابقت دارد که گزارش کردند نسبت C/N در اراضی جنگل‌زدایی شده اوکالیپتوس ۱۹ و در اراضی مرتعی ۱۷ می‌باشد.

## پریسا مختاری کرچگانی و همکاران

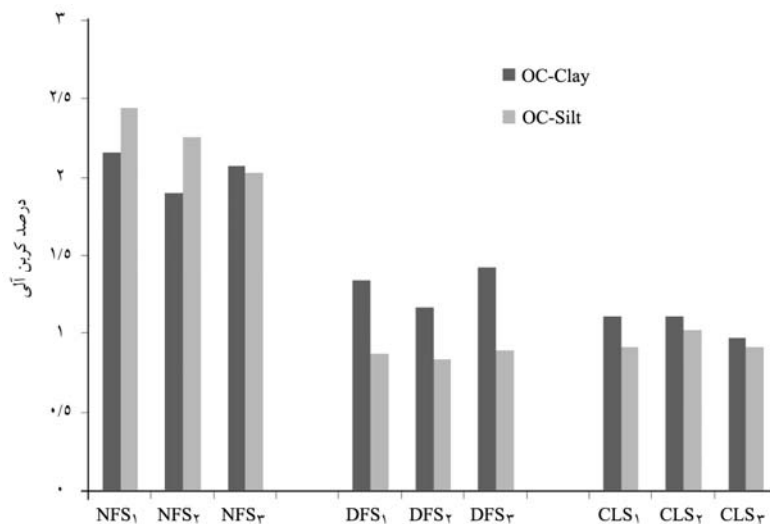
جدول ۲- اثر کاربری اراضی و شیب اراضی بر مقدار POC و PTN و نسبت C/N در بخش ماده آلی ذره‌ای در منطقه مورد مطالعه.

C/N	PTN (درصد)	POC (درصد)	کاربری اراضی	کلاس شیب
۱۸/۲۷ <sup>b</sup>	۰/۵۰ <sup>a</sup>	۹/۱۳ <sup>a</sup>	NF	
۱۷/۳۵ <sup>c</sup>	۰/۳۹ <sup>a</sup>	۶/۸۳ <sup>ab</sup>	DF	S <sub>۱</sub>
۱۷/۳۱ <sup>c</sup>	۰/۴۵ <sup>a</sup>	۷/۷۹ <sup>a</sup>	CL	
۲۱/۱۱ <sup>ab</sup>	۰/۰۵ <sup>b</sup>	۱/۲ <sup>c</sup>	NF	
۲۲/۱۰ <sup>ab</sup>	۰/۰۷ <sup>b</sup>	۱/۵۶ <sup>bc</sup>	DF	S <sub>۲</sub>
۲۲/۰۵ <sup>ab</sup>	۰/۰۳ <sup>b</sup>	۰/۶۸ <sup>c</sup>	CL	
۲۳/۷۱ <sup>a</sup>	۰/۰۹ <sup>b</sup>	۲/۱۳ <sup>bc</sup>	NF	
۲۱/۲۹ <sup>a</sup>	۰/۱۰ <sup>b</sup>	۲/۱۲ <sup>bc</sup>	DF	S <sub>۲</sub>
۲۳/۴۴ <sup>a</sup>	۰/۰۹ <sup>b</sup>	۲/۱۱ <sup>bc</sup>	CL	

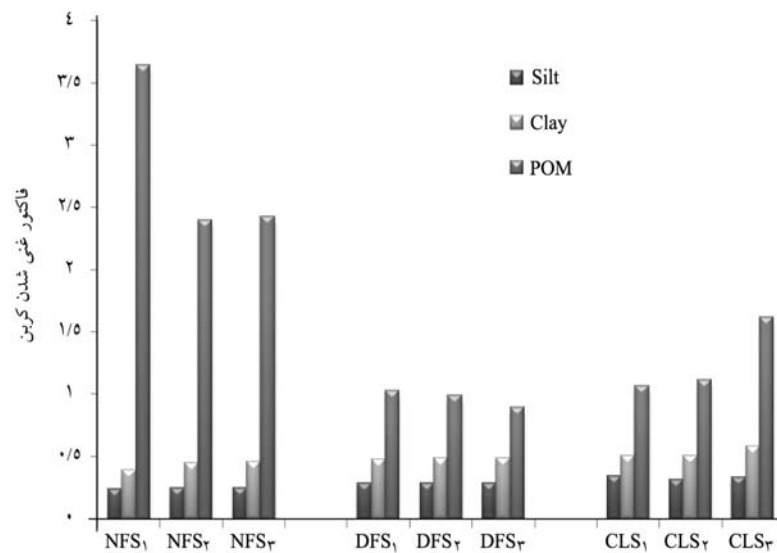
S<sub>۱</sub>: شیب کم‌تر از ۱۰ درصد، S<sub>۲</sub>: شیب ۱۰-۳۰ درصد، S<sub>۳</sub>: شیب بیش از ۳۰ درصد حداکثر تا ۵۰ درصد، NF: جنگل طبیعی، DF: جنگل تخریب شده، CL: کشت دیم.

اثر شیب و کاربری اراضی بر کمپلکس آلی- معدنی اولیه: همان‌طور که نتایج شکل ۲ نشان می‌دهد، کربن آلی کمپلکس شده با ذرات اولیه رس و سیلت به شکل معنی‌داری ( $P < 0.01$ ) تحت تأثیر شیب و نوع کاربری قرار گرفته است. در اراضی جنگلی کربن آلی همراه سیلت بیش‌ترین مقدار کربن آلی را در بخش کمپلکس‌های معدنی اولیه به خود اختصاص داده است. این مسأله به‌طور عمده مربوط به طبیعت (نوع) و اندازه مواد آلی در کاربری جنگل طبیعی است. ولی در اراضی جنگل تخریب شده و اراضی کشت شده کربن آلی خاک در بخش رس بیش‌تر از کربن آلی همراه سیلت بوده است.

به‌طور گسترده‌ای گزارش شده است که ماده آلی همراه با ذرات سیلت به‌نسبت پایدارتر از بخش‌های شن و رس هستند. چرا که مواد آلی همراه شده با شن شامل بقایای تازه تجزیه شده و در مورد رس شامل محصولات میکروبی است که ناپایدارند (کریستنسن، ۱۹۹۲). فاکتور غنی شدن کربن آلی برای بخش POM بیش‌ترین بود (شکل ۳).



شکل ۲- اثر شیب و کاربری اراضی بر مقدار کربن آلی همراه ذرات سیلت (OC-Silt) و رس (OC-Clay) در کاربری‌ها و شیب‌های انتخاب شده در منطقه مورد مطالعه S<sub>1</sub>: شیب کم‌تر از ۱۰ درصد، S<sub>2</sub>: شیب ۱۰-۳۰ درصد، S<sub>3</sub>: شیب بیش از ۳۰ درصد حداکثر تا ۵۰ درصد، NF: جنگل طبیعی، DF: جنگل تخریب شده، CL: کشت دیم.



شکل ۳- اثر شیب و کاربری اراضی بر فاکتور غنی شدن برای کربن آلی در اجزا فیزیکی مختلف در بخش POM در منطقه مورد مطالعه.

فاکتور غنی شدن کربن آلی خاک (نسبت وزن کربن آلی در جزء موردنظر به وزن کربن آلی در کل توده خاک) (کریستنسن، ۱۹۹۲) برای جزء POM حداکثر بود (شکل ۳). برای ذرات اولیه فاکتور غنی شدن ( $E_C$ ) روند زیر را برای کاربری‌های مختلف و شیب‌های مختلف برای هر دو جزء سیلت و رس نشان داد:

$$S_3 > S_2 > S_1 \quad CL > DF > NF$$

جنگل‌های طبیعی در تمامی درجه‌ها شیب انتخاب شده مقدار کربن آلی همراه با ذرات اولیه بیش‌تری را نسبت به دو کاربری دیگر نشان داد. به‌طورکلی کربن همراه با سیلت به‌طور معنی‌داری به‌وسیله کاربری اراضی تحت‌تأثیر قرار گرفته و کاربری‌های جنگل، جنگل تخریب شده و اراضی کشت شده به‌ترتیب با مقدار ۲۱/۰۱، ۱۱/۳۴ و ۷/۵۳ گرم بر کیلوگرم روند کاهشی نشان داد. همچنین غلظت ازت کل همراه با سیلت نیز روند مشابه با کربن آلی از خود نشان داده است. کربن آلی همراه با ذرات رس هم به‌طور معنی‌داری تحت‌تأثیر قرار گرفته و مقدار آن در جنگل، جنگل تخریب شده و اراضی کشت دیم به‌ترتیب ۲۰/۳۱، ۱۲/۵۱ و ۱۲/۳ گرم به کیلوگرم به‌دست آمد. روند تغییرات ازت کل همراه با ذرات رس نیز به همین صورت بود. شای و همکاران (۲۰۱۰) در بخشی از فلات چین نشان دادند که مقدار کربن و ازت آلی مرتبط با مواد آلی POM و همراه با ذرات اولیه در کاربری‌های مختلف، متفاوت بوده و به‌شرح زیر تغییر کرده است. بوته‌زار طبیعی < کشت و زرع ۱۲ ساله < کشت و زرع ۵۰ ساله. در اراضی کشت شده و جنگل‌های تخریب شده مقدار کربن آلی در بخش رس بیش از بخش سیلت بوده و این مسأله نشان‌دهنده پایداری مواد آلی همراه با رس در اکوسیستم‌های تخریب شده است. در این ارتباط عامل اصلی این افزایش بیش‌تر مرتبط با پایداری بیش‌تر کمپلکس‌های ارگانومینرال رس نسبت به سیلت می‌باشد. مقادیر بیش‌تر فاکتور غنی شدن کربن برای بخش رس با نتایج مطالعات کریستنسن (۱۹۹۲) و سیکس و همکاران (۲۰۰۲) هم‌خوانی دارد. نکته قابل‌توجه این است که رس در حفظ و نگهداری کربن و جلوگیری از تجزیه میکروبی آن نقش مهمی ایفا می‌کند و این مسأله ناشی از چندین عامل است (۱) بخش رس با هوای کم‌تر تجزیه میکروبی را محدود می‌کند (۲) سطح ویژه بیش‌تر کانی‌های رسی و بخش رس باعث جذب بیش‌تر کربن می‌شود (۳) ذرات رس همچنین قادرند تا آنزیم‌های میکروبی را جذب و آن‌ها را غیرفعال نمایند (بالابین و پلاته، ۲۰۰۴). برونیک و لال (۲۰۰۵) نیز گزارش کردند که کربن آلی همراه با ذرات اولیه در اراضی خاک‌ورزی نشده (no-Till) نسبت به اراضی خاک‌ورزی شده و کشت شده بیش‌تر بوده است.

درجه شیب به طور معنی داری مقدار کربن آلی و ازت کل را تحت الشعاع قرار داده، به طوری که در موقعیت‌های پایین شیب کربن آلی و ازت کل حداکثر مشاهده شد. این مسأله به طور عمده ناشی از این است که ذرات ریز به واسطه فرآیند ترجیحی فرسایش خاک از مناطق پرشیب‌تر به اراضی پست‌تر منتقل شده‌اند. به علاوه این موقعیت‌ها نسبت به شیب‌های بالاتر آب بیش‌تری دریافت می‌کنند و دارای رطوبت بیش‌تری بوده که خود باعث حفظ مواد آلی می‌گردد. دعائی (۲۰۰۸) در مطالعه‌ای روی مراتع منطقه بروجن نشان داد که موقعیت پای شیب حداکثر کربن آلی و ازت کل را نسبت به سایر موقعیت‌های شیب نشان می‌دهد.

### نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه نشان داد که جنگل‌تراشی و به‌دنبال آن کشت و کار مداوم منجر به کاهش کیفیت خاک و تغییر در ویژگی‌های تعیین‌کننده خاک مانند کربن آلی کل، چگالی ظاهری، توزیع اندازه ذرات و درصد مواد خشتی‌شونده شده است. مقایسه کاربری‌های در شیب‌های مختلف نشان داد که مواد آلی ذره‌ای به شدت تحت تأثیر کاربری تغییر کرده و از کاربری جنگل به کاربری جنگل تخریب شده کاهش و در اراضی کشت دیم به حداقل مقدار خود رسیده است. کربن آلی همراه سیلت و رس و همچنین کربن آلی و ازت جزء رس هم به طور معنی داری روند بالا را نشان می‌دهند. بین میزان تغییرات ازت و کربن روند مشابهی دیده می‌شود ولی این تغییرات در مورد کربن شدیدتر از ازت مشاهده مدیریت صحیح و نبود جنگل‌تراشی و همچنین نبود خاک‌ورزی در اراضی شیب‌دار می‌تواند باعث نگهداری ذخایر کربن خاک، بهبود ساختمان، کاهش فرسایش و هدررفت کربن خاک در درازمدت گردد.

### منابع

1. Balabane, M., and Plante, A.F. 2004. Aggregation and carbon storage in silty soil using physical fractionation, techniques. *Eur. J. Soil Sci.* 55: 415-427.
2. Blake, G.R., and Hartge, K.H. 1986. Bulk density, P 363-375. In: A. Klute. (Eds.), *Method of Soil Analysis. Part1. Physical and Mineralogical Methods*, 2<sup>th</sup> ed. Agronomy monographs, 9. ASA-SSSA, Madison, WI.
3. Bronick, G.J., and Lal, R. 2005. Manuring and rotation effect on soil organic carbon concentration for different aggregate size fractions on two soils northeastern Ohio, USA. *Soil Till. Res.* 81: 239-252.
4. Bronik, C.J., and Lal, R. 2005. Carbon and nitrogen distribution in aggregates from cultivated and native grassland Soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 57: 1071-1076.



5. Cambardella, C.A., and Elliott, E.T. 1993. Methods for physical separation and characterization of soil organic matter fractions. *Geoderma*. 56: 449-457.
6. Carter, M.R., Gregorich, E.G., and Angers, D.A. 1998. Organic C and N storage and organic C fractions in adjacent cultivated and forest soils of eastern Canada. *Soil Till. Res.* 47: 253-261.
7. Celik, I. 2005. Land use effects on organic matter and physical properties of soil in a southern Mediterranean highland of Turkey. *Soil Till. Res.* 83: 270-277.
8. Christensen, B.T. 1992. Physical fractionation of soil and organic matter in primary particle size and density separates. *Adv. Soil Sci.* 20: 1-90.
9. Christensen, B.T. 2000. Organic matter in soil: Structure, function and turnover. DIAS report, No. 30, Danish Institute of Agricultural Science.
10. Christensen, B.T. 2001. Physical fractionation of soil and structural and functional complexity in organic matter turnover. *Eur. J. Soil Sci.* 52: 345-353.
11. Doaee, N. 2008. Physical soil organic matter fractionation in pasture and cultivated soils on the hillslope. M.Sc. Thesis, Bu Ali Sina University, Hamedan, 125p.
12. Ellert, B.H., and Gregorich, E.G. 1996. Storage of carbon, nitrogen and phosphorus in cultivated and adjacent forested soils of Ontario. *Soil Sci.* 161: 1-17.
13. Evrendilek, F., Celik, I., and Kilic, S. 2004. Changes in soil organic carbon and other physical soil properties along adjacent Mediterranean forest, grassland, and cropland ecosystems in Turkey. *J. Arid. Environ.* 59: 743-752.
14. Hajabbasi, M.A., Jalalian, A., and Karimzadeh, H.R. 1997. Deforestation effects on soil physical and chemical properties, Lordegan, Iran. *Plant and Soil*, 190: 301-308.
15. Hebert, K., Karam, A., and Parent, L.E. 1991. Mineralization of nitrogen and carbon in soils amended with composted manure. *Biol. Agric. Hort.* 7: 336-361.
16. Islam, K.R., and Weil, R.R. 2000. Land use effects on soil quality in a tropical forest ecosystem of Bangladesh. *Agric. Ecosys. Environ.* 79: 9-16.
17. Khormali, F., Ajami, M., Ayoubi, S., Srinivasarao, Ch., and Wani, S.P. 2009. Role of deforestation and hillslope position on soil quality attributes of loess-derived soils in Golestan province, Iran. *Agric. Ecosy. Environ.* 134: 178-189.
18. Lal, R. 2006. Impacts of climate on soil systems and of soil systems on climate, P 617-636. In: N. Uphoff, A.S. Ball, C. Palm, E. Fernandes, J. Pretty, H. Herren, P. Sanchez, O. Husson, N. Sanginga, M. Laing, J. Thies (eds), *Biological Approaches to Sustainable Soil Systems*, Taylor & Francis Group, Boca Raton.
19. Mendham, D.S., Heagney, E.C., and Corbeels, M. 2004. Soil particulate organic matter effects on nitrogen availability after afforestation with *Eucalyptus globulus*. *Soil Biol. Biochem.* 36: 1067-1074.

20. Nardi, S., Cocheri, G., and Dell Agnola, G. 1996. Biological activity of humus, P 361-406. In: Piccolo, A. (ed.), Humic Substances in Terrestrial Ecosystems. Elsevier, Amsterdam.
21. Page, A.L., Miller, R.H., and Keeney, D.R. 1982. Methods of Soil Analysis. 2<sup>th</sup> ed. Part 2: Chemical and biological properties. Soil Sci. Soc. Am. Inc. publisher.
22. Puget, P., Chenu, C., and Balesdent, J. 1995. Total and young organic matter distribution in aggregates of silty cultivated soils. Euro. J. Soil Sci. 46: 449-459.
23. Shi, X.M., Li, X.G., Long, R.J., Singh, B.P., Li, Z.T., and Li, F.M. 2010. Dynamics of soil organic carbon and nitrogen associated with physically separated fractions in a grassland-cultivation sequence in the Qinghai-Tibetan plateau. Biol. Fertil. Soils, 46:103-111.
24. Six, J., Conant, R.T., and Paul, E.A. 2002. Stabilization mechanisms of soil organic matter: implications for C-saturation of soils. Plant Soil, 241: 155-176.
25. Tiessen, H., Sampaio, E.V.S.B., and Salcedo, I.H. 2001. Organic matter turnover and management in low input agriculture of NE Brazil. Nutr. Cycl. Agroecosys. 61: 99-103.
26. Wilding, N.E., Smeck, A., and Hall, G.F. 1982. Pedogenesis and Soil Taxonomy. II. The soil orders. Developments in Soil Sci.



Gorgan University of Agricultural  
Sciences and Natural Resources

*J. of Soil Management and Sustainable Production*, Vol. 1(1), 2011  
[www.gau.ac.ir/journals](http://www.gau.ac.ir/journals)

## **Effects of land use and slope gradient on soil organic carbon pools in particle-size fractions and some soil physico-chemical properties in hilly regions, western Iran**

**P. Mokhtari Karchegani<sup>1</sup>, \*Sh. Ayoubi<sup>2</sup>, M.R. Mosaddeghi<sup>2</sup>  
and M. Malekian<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>M.Sc. Student, Dept. of Soil Science, Islamic Azad University, Khorasgan Branch, Isfahan, <sup>2</sup>Associate Prof., Dept. of Soil Science, Isfahan University of Technology

Received: 2011/06/07; Accepted: 2011/09/26

### **Abstract**

This study was conducted to investigate the effects of slope gradient and land use changes on soil organic pools in particle-size fractions under natural forest in hilly regions in western Iran. Three common land uses in the selected site including natural forest (NF), disturbed forest (DF) and cultivated land (CL) and three slope gradients (0-10%, S<sub>1</sub>, 10-30%, S<sub>2</sub>, and 30-50%, S<sub>3</sub>) were selected as a basis for soil sampling. A total of 108 soil samples were taken from the 0-10 cm surface layer in the whole studied region. Some physical and chemical properties as well as particulate organic matter (POM), particulate total nitrogen (PTN) and organic carbon (OC) and total nitrogen (TN) associated with different primary particle size fractions were measured. The results showed that the POM in the forest land use was considerably higher than the deforested and cultivated lands in all slope gradients. POM was mainly concentrated in the sand-size fraction. The values of PTN were significantly higher in the forest land use and in the down lower slopes than in the deforested and cultivated counterparts and steep slopes except for the CL land use. The C:N ratios in POM fraction were around 17-18 in the forest land and around 23 in the cultivated land. In forest land, the silt-associated OC had highest values among the primary particles. The enrichment factor of SOC,  $E_C$ , was the highest for POM. For the primary particles,  $E_C$  of both silt and clay primary fractions for selected land uses and slope gradients tend to be in the following orders: CL>DF>NF and S<sub>3</sub>>S<sub>2</sub>>S<sub>1</sub>. Slope gradient significantly affected the OC and TN contents associated with the silt and clay particles, whereas higher OC and TN contents were observed in lower positions and the lowest value was measured in the steep slopes. Overall, the results showed that native forest land improves soil organic carbon storage and can reduce the carbon emission and soil erosion especially in the mountain regions with high rainfall in western Iran.

**Keywords:** Land use change, Soil organic carbon, Slope gradient, Physical fractionation, Particulate organic matter

---

\* Corresponding Author; Email: [ayoubi@cc.iut.ac.ir](mailto:ayoubi@cc.iut.ac.ir)

