پانزدهمین کنگره علوم خاک ایران
۶ تا ۸ شهریور ۱۳۹۶ محور مقاله: پیدایش و رده بندی خاک

تغییرات ماده آلی در اثر تغییر کاربری اراضی جنگلی در نیم‌رخ خاک با استفاده از روش‌های میکرومورفولوژیکی

احمد حیدری[۱]، الهه شیروی[۲] ابراهیم مقیسه[۳]
[۱ و ۲] به ترتیب استاد و دانش آموخته گروه علوم و مهندسی خاک، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، [۳] استادیار سازمان انرژی اتمی
ahaidari@ut.ac.ir

چکیده
۹ پروفیل (۴ پهن برگ، ۲ سوزنی‌برگ و ۳ مرتع) از کاربری‌های مجاور با خصوصیات مشابه تشریح و نمونه‌های دست‌نخورده تا عمق ۱۵۰سانتی‌متری خاک تهیه و خصوصیات میکرومورفولوژیکی آنها تعیین شد. تغییر کاربری جنگل پهن‌برگ به سوزنی‌برگ باعث افزایش مواد آلی شده بود ولی مواد آلی تازه و نیمه‌تجزیه شده در افق‌های سطحی سوزنی‌برگ کاهش و مواد آلی تجزیه شده و کمپلکس‌ها در افق‌های سوزنی‌برگ نسبت به پهن‌برگ افزایش یافته بود. تنوع مواد آلی تازه و نیمه‌تجزیه شده (بقایای اندام‌های مختلف) و مواد دفعی در جنگل پهن‌برگ بیش از سوزنی‌برگ بود. بخش عمده مواد آلی در همه کاربری‌ها از نوع هوموس بود که نقش عمده‌ای در پیوند ذرات اولیه و تشکیل خاکدانه ایفا می‌نماید. مواد آلی نیمه‌تجزیه شده و تازه کمتر مشاهده شدند که حاکی از پویایی این بخش از مواد آلی است. ماده آلی نیمه‌تجزیه شده و تازه همخوانی خوبی با مقادیر به دست آمده از روش مرسوم نشان داد.

کلمات کلیدی: مواد آلی، تغییر کاربری، میکرومورفولوژی

مقدمه

ماده آلی یک جزء مهم و ضروری خاک است که هر گونه تغییر در فراوانی، ترکیب و کیفیت آن بر روی فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی در خاک موثر است. مواد آلی ورودی به خاک به طور مداوم دچار تغییر و تجزیه می‌شوند که این تغییرات کیفیت خاک، شرایط رشد گیاه و سایر موجودات زنده را تحت تاثیر قرار می‌دهد. تغییر کاربری اراضی باعث تغییراتی در میزان ورود مواد آلی به خاک، کیفیت مواد آلی ورودی، روند تجزیه و تخریب مواد آلی و در نهایت بروز خصوصیات میکرومورفولوژیکی متفاوت در خاک می‌شود. بخش آلی خاک از دیدگاه‌های مختلفی مورد بررسی قرار می‌گیرد. از دیدگاه مورفولوژیکی خاک‌های آلی بر اساس درجه تجزیه بقایا به سه نوع: ۱- مواد فیبریک ۲- مواد همیک ۳- مواد ساپریک تقسیم می‌شوند. تجزیه پی در پی مواد آلی باعث تشکیل یک ماده آلی پیچیده‌تر به نام هوموس می‌شودکه بر ویژگی‌های خاک تاثیر می‌گذارد و باعث تیرگی رنگ خاک، افزایش خاکدانه سازی و پایداری خاکدانه و افزایش CEC (توانایی جذب و نگهداری مواد غذایی) می‌شود. مقدار ماده‌ی آلی (به خصوص هوموس)، ظرفیت ذخیره آب و حفاظت دراز مدت کربن اتمسفری را افزایش می‌دهد (بات و جاز، ۲۰۰۵). جدول ۱ خلاصه تاثیرات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی مواد آلی را در خاک نشان می‌دهد.

از یک دیدگاه دیگر ماده آلی خاک شامل ۱- بقایای گیاهی و زیست توده‌ی زنده‌ی میکروبی ۲- ماده‌ی آلی فعال (اکتیو) خاک ۳- ماده‌ی آلی پایدار خاک (هوموس) می‌باشد. دو نوع اول در حاصلخیزی خاک مشارکت می‌کنند؛ زیرا نتیجه‌ی تجزیه آنها آزاد شدن عناصر غذایی مثل نیتروژن، فسفر ، پتاسیم و غیره است. جزء هوموس تاثیر کمتری بر حاصلخیزی کوتاه‌مدت خاک دارد زیرا این بخش محصول نهایی تجزیه است. با این حال هوموس برای مدیریت حاصلخیزی خاک مهم است؛ زیرا در ساختمان خاک، شخم‌پذیری خاک، و ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) مشارکت می‌کند (اوسط ۱۳۸۸؛ واندر ۲۰۰۴).

جدول ۱- خلاصه‌ای از نقش فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی مواد آلی در کارکرد خاک (واندر، ۲۰۰۴)

اثرات	خلاصه شده توسط وکسمن (۱۹۳۸)	خلاصه شده توسط استیونسون (۱۹۹۴)
فیزیکی	رنگ، بافت، ساختمان خاک، ظرفیت نگهداری آب و تهویه‌ی خاک	رنگ، نگهداری آب، کمک به جلوگیری از انقباض و خشک شدن خاک، ترکیب با کانی‌های رسی خاک، بهبود ویژگی‌های رطوبتی خاک، نگهداری رطوبت در خاک، پایداری ساختمان، بهبود تبادلات گازی
شیمیایی	انحلال کانی‌ها، با تشکیل ترکیبات با عناصری مثل آهن، دسترسی گیاه به این عناصر را افزایش می‌دهد. افزایش ویژگی‌های بافری خاک	کیلیت شدن که دسترسی به عناصر غذایی را بهبود می بخشد، حفظ رفتار بافری خاک و افزایش تبادل کاتیونی.
بیولوژیکی	منبع انرژی برای میکروارگانیسم‌ها، خاک را محیطی بهتر برای رشد گیاهان می‌سازد. تامین جریانی آهسته اما مداوم از عناصر غذایی برای رشد گیاه.	معدنی شدن منبعی از عناصر غذایی را تامین می‌کند. ترکیب با زنوبیوتیک‌ها. تاثیر بر زیست‌فراهمی و اثر حشره‌کش‌ها.

فرکشن‌های حاصل از روش‌های جزء به جزء کردن فیزیکی (اوسط، ۱۳۸۸) عبارتند از: ۱- مواد آلی کمپلکس نشده ۲- کمپلکس-های آلی- معدنی ۳- تفکیک هر یک از اجزا بر حسب چگالی.

جزء به جزء کردن شیمیایی، مواد آلی را بر اساس حلالیت نسبی آنها در استخراج کننده‌های مختلف که گاهی قبل یا بعد از اعمال پیش تیمارها صورت می‌گیرد، جدا می‌کند. استخراج کننده‌ها حلال‌های آلی یا محلول‌های آبی بازها یا اسیدها هستند. جزء به جزء کردن شیمیایی نوع پیوند شیمیایی بین SOM و ذرات معدنی خاک و پیوند شیمیایی داخل SOM را مد نظر قرار می‌دهد. استخراج‌های شیمیایی توزیع مکانی SOM در خاک را نشان نمی‌دهند. از جمله روش‌های جزء به جزء کردن شیمیایی می‌توان به ۱- استخراج اسیدی و ۲- استخراج بازی مواد آلی اشاره نمود (اوسط، ۱۳۸۸).

ماده آلی به روش‌های مختلفی اندازه گیری می‌شود. از جمله این روش‌ها می‌توان به روش غیر مستقیم اشاره کرد. در این روش ماده آلی خاک از حاصلضرب درصد کربن آلی خاک در نسبت کربن آلی به ماده آلی خاک محاسبه می‌گردد. هرچند این روش چندان دقیق نمی‌باشد زیرا درصد کربن آلی در ترکیبات آلی مختلف متفاوت است و این تفاوت در خاک‌های مختلف و حتی افق‌های مختلف یک خاک نیز دیده می‌شود. جهت اندازه گیری مستقیم ماده آلی یا باید بخش آلی را کاملا از بخش معدنی جدا نمود. این روش به دلیل عدم وجود عامل استخراج کننده با قابلیت استخراج تمام ماده آلی خاک، حالت کیفی دارد. شاید دقیق‌ترین روش اکسیداسیون ماده آلی و اندازه‌گیری میزان کاهش وزن اولیه‌ی نمونه، و تعیین میزان ماده آلی خاک باشد که چندان مرسوم نیست (شیروی، ۱۳۹۳).

آنالیزهای شیمیایی، فیزیکی و مینرالوژیکی معمولا نیازمند مخلوط کردن، خرد کردن، حل کردن یا جزء به جزء کردن نمونه‌های خاک می‌باشند. در نتیجه آنچه از این روش‌ها به دست می‌آید تنها میانگینی برای کل نمونه است. میکرومورفولوژی امکان بررسی اغلب عوارض را به صورت برجا در خاک ممکن می‌سازد (حیدری و صاحب جلال، ۱۳۹۰). روش‌های دقیقی را برای توصیف شکل و توزیع مواد آلی در خاک پیشنهاد شده‌اند (استوپس و همکاران ، ۲۰۱۰). سیستم بولاک و همکاران (۱۹۸۵) و استوپس (۲۰۰۳) به عنوان چارچوب بررسی مواد آلی خاک در مقاطع نازک، با استفاده از میکروسکوپ نوری استفاده می‌شود (استوپس و همکاران ، ۲۰۱۰). بررسی مقاطع نازک مواد خاکی غنی از ماده‌ی آلی با برخی مشکلات مواجه است. از آنجا که ماده‌ی آلی خاک بسیار بیشتر از اجزای معدنی مستعد انقباض بر اثر خشک کردن است مقاطع نازک این مواد اغلب حاوی مصنوعاتی حاصل از فرایند تهیه مقاطع است. روش‌های مختلفی برای حذف آب و آماده سازی مقاطع نازک ماده آلی خاک در منابع یافت می‌شوند (استوپس و همکاران ، ۲۰۱۰). یکی از مشکلات هنگام مطالعه ماده‌ی آلی خاک و ویژگی‌های مرتبط با آن در مقاطع نازک تمایز بین ویژگی‌های آلی تیره و اجزای دیگر که به همان اندازه تیره هستند (به طور معمول اکسیدهای آهن یا منگنز) می‌باشد. بسته به مواد و اهداف مطالعه، این مشکلات را می‌توان با مشاهده مقاطع نازک با استفاده از میکروسکوپ فلورسانس یا با تیمار نمونه‌ها (استوپس، ۲۰۰۳) برطرف کرد. تیمارهای ممکن برای تشخیص ترکیبات آلی از دیگر اجزا شامل رنگ‌زدایی با هیپوکلریت سدیم رنگ آمیزی با فلوکروم، از جمله

آکریدین نارنجی در مطالعه با میکروسکوپ فلورسنس می‌باشد. دیواره‌های سلولی و ریشه‌ها در نمونه‌های تیمار شده با رنگ آکریدین نارنجی را می‌توان با تاباندن یک رنگ مایل به سبز و تحریک نور آبی تشخیص داد، در حالی که مواد دیگر مانند رس خاک نارنجی مایل به زرد به نظر می‌رسند (استوپس و همکاران ، ۲۰۱۰).

در مقایسه با اجزای معدنی، تشریح اجزای آلی بسیار مشکل است؛ زیرا در بسیاری از موارد فقط مورفولوژی، رنگ و رلیف می‌توانند به عنوان ملاک استفاده شوند و عوارض تشریحی ممکن است به سرعت تحت فرایند هوموسی شدن تغییر یابند (استوپس ، ۲۰۰۳). اجزای آلی قابل رویت در مقاطع نازک خاک بر اساس اندازه و پیچیدگی خود به انواع مختلفی تقسیم می‌شوند که شامل: بقایای اندام‌ها (متعلق به بیش از یک نوع بافت)، بقایای بافتی (فقط متشکل از یک نوع بافت) که خود شامل بافت‌های پارانشیمی، بافت‌های لیگنینی شده و بافت‌های حاوی فلوبافن هستند و همچنین توده‌ی هیفی از آن جمله‌اند. و اجزاء آلی غیر قابل رویت در مقاطع هم شامل: سلول‌ها (گروه‌های ۵ سلولی یا کمتر متصل به هم یا سلول‌های منفرد) و بقایای سلولی، مواد آلی ریز بی‌شکل (مواد آلی بی شکل بدون ساختمان سلولی قابل تشخیص)، منقوطه‌ها (ذرات خیلی تیره یا اوپک با ابعاد حدود یک میکرومتر) و رنگدانه‌های آلی (مواد آلی که ریز توده‌ی غیر آلی را رنگی کرده‌اند) می‌باشند (استوپس، ۲۰۰۳)

مواد و روش‌ها

چهار موقعیت که از نظر خصوصیات فیزیوگرافی (ارتفاع، جهت و درجه شیب)، و مواد مادری همگن بودند در بخش جنوبی کلاردشت جهت نمونه برداری انتخاب گردیدند (مختصات نقاط در جدول۲ آمده است). تیمار اصلی، تغییر کاربری جنگل در نظر گرفته شده است. جنگل اولیه پهن‌برگ به عنوان شاهد، به منظور مقایسه اثرات تغییر کاربری (جنگل‌کاری و تخریب جنگل) مدنظر می‌باشد. کاربری‌های فعلی شامل جنگل اولیه پهن‌برگ (PF1)، جنگل ثانویه سوزنی‌برگ (SF1) و مرتع (R1) قرق شده می‌باشند. در هر کاربری سه پروفیل خاک تعیین، حفر، تشریح و نمونه‌برداری شدند. تعداد ۵۰ نمونه دست نخورده به وسیله‌ی جعبه کوبینا تهیه و جهت انجام مطالعات میکرومورفولوژیکی به آزمایشگاه منتقل شد. نمونه‌ها طبق روش استاندارد میکرومورفولوژی خشکانده، تلقیح شده، برش داده شده، و به روی لام چسبانده شدند و تا رسیدن به ۳۰ میکرومتر سایش داده شدند. سپس با استفاده از میکروسکوپ پلاریزان الیمپوس BX51 بر اساس روش استوپس ۲۰۰۳ تشریح شدند. پس از تشریح اولیه با استفاده از روش حذف انتخابی مواد آلی اجزاء مختلف ماده آلی به صورت مرحله‌ای حذف و مقاطع مجددا مطالعه شدند. به منظور حذف مواد هیومیک، مقاطع نازک بدون پوشش به مدت ۹۰ دقیقه در دمای اتاق در محلول ۲/۵ درصد هیپوکلریت سدیم (NaOCl) غوطه‌ور شدند. این روش برای تشخیص مواد هیومیک قهوه‌ای و سیاه از سایر ترکیبات (عمدتا آهن‌دار) به کار می‌رود. به منظور تشخیص مواد آلی بی شکل از کانی‌های تیره و مواد معدنی آمورف با استفاده از آب اکسیژنه استفاده شد که موجب اکسید کردن و حذف مواد آلی بی‌شکل گردید.

کمی کردن مقدار مواد آلی در مقاطع نازک با ساتفاده از روابط زیر صورت گرفت:

$$A = a \times b \times c \times V \times \rho b_{OM} \quad (۱)$$

$$B = a \times b \times c \times \rho b_{soil} \quad (۲)$$

$$X = (A/B) \times 100 \quad (۳)$$

$$C = OM\,\% - X \quad (۴)$$

a = طول مقطع، b = عرض مقطع، c = ضخامت مقطع، V = میانگین درصد ماده آلی مشاهده شده در زیر میکروسکوپ (حداقل ۱۰ نقطه)، ρb_{OM} = جرم مخصوص ظاهری ماده آلی، ρb_{soil} = جرم مخصوص ظاهری خاک، A = جرم ماده آلی موجود در مقطع نازک (گرم)، B = جرم خاک موجود در مقطع نازک (گرم)، X = درصد ماده آلی (نیمه تجزیه شده و تجزیه نشده) محاسبه شده در مقطع نازک، OM = درصد ماده آلی در خاک به روش والکلی و بلک، C = درصد ماده آلی تجزیه شده (اختلاف ماده آلی به روش والکلی و بلک و درصد ماده آلی مشاهده شده در مقطع نازک).

نتایج و بحث

جدول ۲ موقعیت جغرافیایی، خصوصیات منطقه، کاربری و رده‌بندی خاک‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد. راش گونه غالب جنگل پهن‌برگ (PF1) می‌باشد، سطح آب زیرزمینی عمدتاً بالا بوده و گاهی به عمق ۵۰ سانتی‌متری سطح خاک می‌رسد. افق سرشار از مواد آلی نسبتاً تجزیه‌یافته (افق Oa) با ضخامت ۲ سانتی‌متر تشکیل شده است پوشش علفی زیر اشکوب عموماً ضعیف است (مقیسه، ۱۳۹۰). در جنگل سوزنی برگ (SF1) گونه نوئل " Picea abies"، کاشته شده که برخلاف کاربری پهن‌برگ، سایه تاج پوشش به طور کامل سطح خاک را نپوشانده است و زیر اشکوب علفی و درختچه‌ای در کف جنگل تشکیل شده است. به طوری‌که حتی در فصول سرد، سطح جنگل با پوشش علفی پوشانده شده است. بقایای لاشبرگ‌ها در سطح خاک تجمع یافته و سبب تشکیل افق سرشار از کربن آلی کمی تجزیه یافته (Oa) شده است. اراضی جنگلی تخریب یافته تحت عنوان مرتع قرق (R1)، از گیاهان علفی، سرخس عقابی (Pteridium aquilinum) و شبدر (Trifolium sp.) و مقدار کمتر توسط انواع گراسها پوشیده شده‌اند (مقیسه، ۱۳۹۰).

جدول۲- موقعیت جغرافیایی، کاربری، خصوصیات منطقه و رده‌بندی خاک‌های مورد مطالعه

موقعیت	موقعیت جغرافیایی	کاربری اراضی	درصد شیب	جهت شیب	ارتفاع (متر)	طبقه بندی خاک
(۱)	515055 E, 4038000 N	PF_1	۲۰ الی ۲۵	شمال شرقی	۱۳۰۰ الی ۱۴۰۰	Very fine, mixed, mesic, Aquic Palexeralfs
	514860 E,4038119 N	SF_1				Clayey-skeletal, mixed , active, mesic, Calcic Pachic Haploxerolls
	514992 E,4038063 N	R_1				Very fine, mixed , active, mesic, Typic Haploxerolls
(۲)	516036 E,4038822 N	PF_2	۲۰ الی ۲۵	شمال شرقی	۱۲۰۰ الی ۱۳۰۰	Fine, mixed , active, mesic, Typic Haprendolls
	515990 E,4038833 N	SF_2				Very fine, mixed , active, mesic, Pachic Haploxerolls
(۳)	516129 E,4038817 N	PF_3	۲۰ الی ۲۵	شمال غربی	۱۲۰۰ الی ۱۳۰۰	Very fine, mixed , active, mesic, Typic Haploxeralfs
	516120 E,4038886 N	R_3				Very fine, mixed , active, mesic, Typic Haploxeralfs
(۴)	516432 E,4038860 N	PF_4	۲۵ الی ۳۰	شمال غربی	۱۳۰۰ الی ۱۴۰۰	Very fine, mixed , active, mesic, Typic Haploxeralfs
	5156330 E,4038983 N	R_4				Very fine, mixed, active, mesic, Typic Haploxeralfs

جدول ۳ نتایج برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی پروفیل‌های مطالعه شده را نشان می‌دهد. شکل ۱ اثر تیمار هیپوکلریت سدیم را بر حذف ماده آلی در دو حالت PPL و XPL نشان می‌دهد. مقایسه نشان می‌دهد که مواد آلی حذف شده در ارتباط خاکدانه‌ها و ماتریکس خاک چه نقشی داشته‌اند. ملاحظه می‌شود که حذف ماده آلی آمورف و کمپلکس شده چگونه ساختار اولیه واحدهای خاکدانه را تغییر داده است. شدت تاثیر هیپوکلریت سدیم از سطح به عمق کاهش نشان می‌دهد که نشان از ناچیز بودن مواد آلی در اعماق است. برای کمی کردن برآورد درصد مواد آلی تازه و نیمه تجزیه شده در مقاطع نازک و نیز درصد مواد آلی در

نمونه‌های دست خورده و روابط ۱ تا ۴ مذکور در قسمت مواد و روش‌ها به برآورد مقدار مواد تجزیه شده در خاک پرداختیم؛ نتایج برای موقعیت یک به صورت خلاصه در زیر آورده شده است.

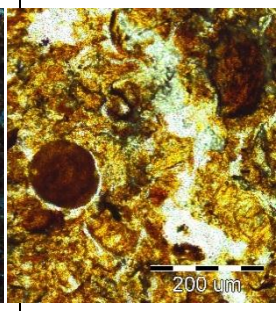
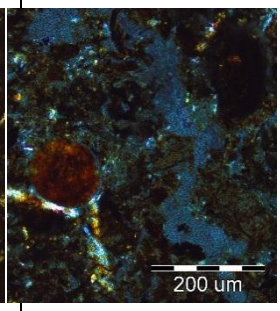
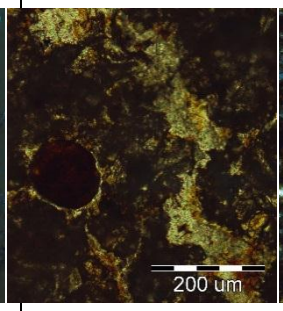
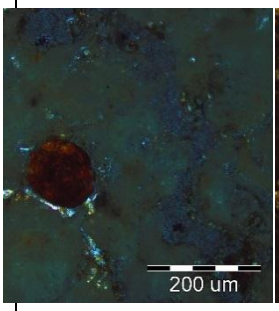
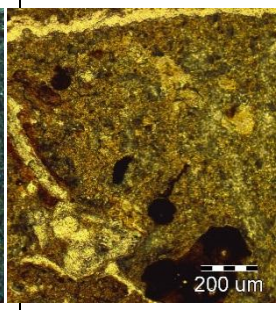
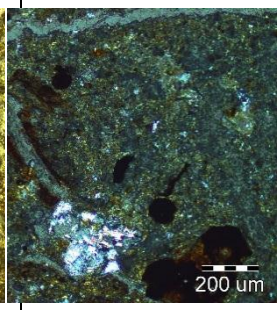
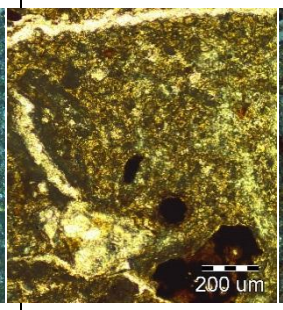
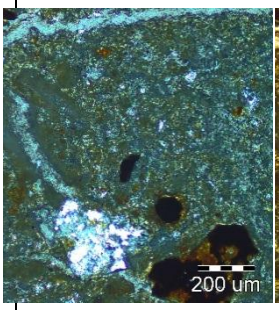
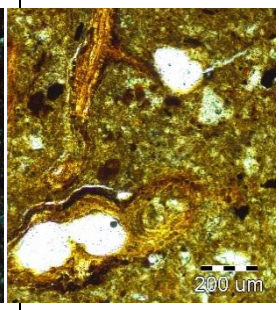
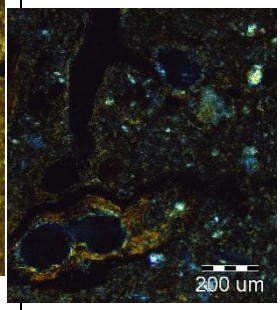
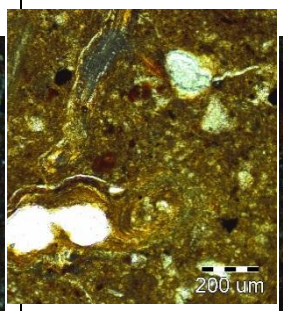
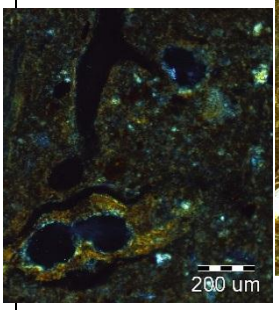
جدول۳- برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک‌های مطالعه شده در موقعیت ۱

Ec ds/m	pH	Texture Class	CCE %	OC %	B.D g/cm^3	ضخامت cm	افق
(Very fine, mixed, mesic, Aquic Palexeralfs) PF1							
0.67	7.81	C	0.1	5.07	1.02	2–10	A
0.42	7.39	C	0.1	2.53	1.24	10–20	AB
0.41	7.42	C	0.1	1.07	1.47	20–40	Bt1
0.38	7.4	C	0.1	1.04	1.53	40–80	Bt2
0.43	7.42	C	0.1	0.83	1.55	60–80	Bt3
0.38	7.81	C	0.1	0.48	1.56	80–100	Bt3
0.37	7.56	C	0.1	0.15	1.62	100–150	Bt5
(Clayey-skeletal, mixed, active, mesic, Calcic Pachic Haploxerolls) SF1							
1.8	8.02	C	18.21	6.57	1.01	2–10	A
1.512	8.13	C	23.18	4.29	1.20	10–20	AB
0.94	8.15	gC	26.49	2.68	1.33	20–40	Bk1
0.59	8.03	gC	28.42	1.01	1.52	40–60	Bk2
0.48	7.96	gC	0.76	0.78	1.52	60–80	2Bwb1
0.53	7.93	C	0.76	0.61	1.55	80–100	2Btb1
0.53	8	C	0.24	0.39	1.53	120–150	2Btb3
(Very fine, mixed , active, mesic, Typic Haploxerolls) R1							
1.64	7.92	C	0.44	5.15	1.23	2–10	A
1.10	8.12	C	0.23?	3.90	1.28	10–20	AB
0.33	7.76	C	0.27	0.16	1.59	100–120	Bw4

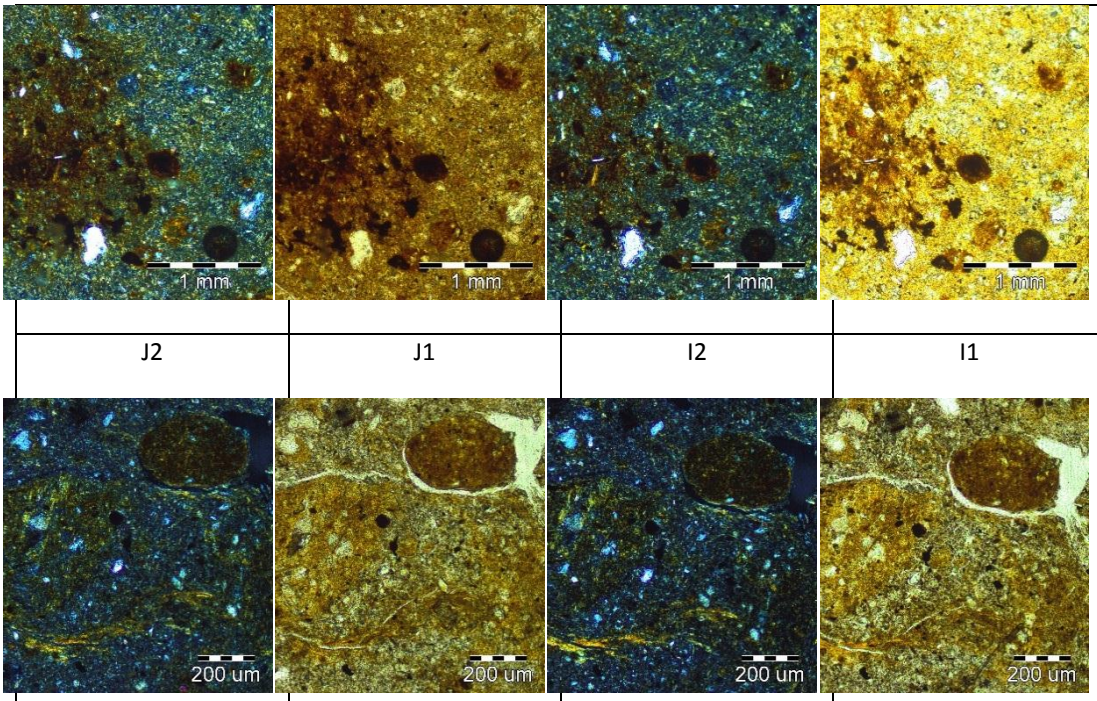
جرم مخصوص ظاهری (BD)، کربنات کلسیم معادل (CCE)

جداول ۴ و ۵ نتایج حاصل بر آورد میزان ماده آلی قابل مشاهده توسط روش میکرومورفولوژی را با معادل آن در روش والکلی و بلک مورد مقایسه قرار داده‌اند. همبستگی خوبی بین برآوردها مشاهده می‌شود. تاکنون مطالعات زیادی در رابطه با دینامیک مواد آلی خاک در جهان صورت گرفته است اما این مطالعات عمدتا مبتنی بر روش‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی بوده که همگی این روش‌ها به برآورد غیر مستقیم مواد آلی در خاک می‌پردازند. در روش‌های میکرومورفولوژیکی تغییرات مواد آلی و آثار و تغییرات ناشی از آن به صورت برجا و مستقیم مورد ارزیابی قرار گرفته و با استفاده از تلفیق روش‌های میکروسکوپی با خصوصیات شیمیایی و فیزیکی اطلاعات

ارزشـــمندی از تغییر و تجزیه مواد آلی در خاک به دســـت می‌آید. در این روش مواد آلی قابل تفکیک به تازه، نیمه تجزیه شـــده و تجزیه شده هستند.

پروفیل	عمق	قبل از حذف با هیپوکلریت سدیم PPL	قبل از حذف با هیپوکلریت سدیم XPL	حذف با هیپوکلریت سدیم PPL	حذف با هیپوکلریت سدیم XPL
PF.1	2-10 cm	A1 	A2 	B1 	B2 
PF.1	10-20 cm	C1 	C2 	D1 	D2 
PF.1	20-40 cm	E1 	E2 	F1 	F2 
PF.1	60-80 cm	G1	G2	H1	H2

PF.1	80-100 cm	I1	I2	J1	J2



شکل۱- حذف مواد آلی با هیپوکلریت سدیم در مقاطع نازک پروفیل جنگل پهن‌برگ شماره ۱ (PF1)

جدول۵- بر آورد درصد مواد آلی تجزیه شده در مقطع نازک پروفیل جنگل سوزنی برگ یک

عمق خاک cm	درصد کل ماده آلی خاک به روش والکی بلک	درصد ماده آلی قابل مشاهده در خاک	درصد ماده آلی تجزیه شده
2–10	۱۱/۳۲	۱/۹۸	۹/۳۵
10–20	۷/۳۹	۱/۰۸	۶/۳۱
20–40	۴/۶۲	۰/۳۷	۴/۲۴
40–60	۱/۷۴	۰/۲۰	۱/۵۴
60–80	۱/۳۴	۰/۱۶	۱/۱۸
80–100	۱/۰۵	۰/۱۳	۰/۹۲
120–150	۰/۶۷	۰/۱۲	۰/۵۵

جدول ۴- بر آورد درصد مواد آلی تجزیه شده در مقطع نازک پروفیل یک جنگل پهن برگ

عمق خاک cm	درصد کل ماده آلی خاک به روش والکی بلک	درصد ماده آلی قابل مشاهده در خاک	درصد ماده آلی تجزیه شده
2–10	۸/۷۴	۲/۹۴	۵/۸۰
10–20	۴/۳۶	۱/۶۱	۲/۷۵
20–40	۱/۸۴	۰/۸۸	۰/۹۶
40–60	۱/۷۹	۰/۱۳	۱/۶۶
60–80	۱/۴۳	۰/۱۱	۱/۳۱
80–100	۰/۸۳	۰/۱۰	۰/۷۲
120–150	۰/۲۶	۰/۰۸	۰/۱۷

همچنین انواع مواد آلی گیاهی و جانوری به خوبی در زیر میکروسکوپ قابل مشاهده‌اند اما در روش‌های آزمایشگاهی دیگر مواد به صورت دست خورده و همگن شده مورد بررسی قرار می‌گیرند و یک برآورد کلی از مواد آلی حاصل می‌شود. این مطالعه که برای اولین بار در کشور به طور خاص بر روی مواد آلی و روند تغییرات آن با استفاده از روش میکرومورفولوژیکی صورت گرفته است نشان داد که میکرومورفولوژی روشی موثر و مفید بوده و می‌تواند در همراه با روش‌های دیگر جهت مطالعات در سطح وسیع مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

اوسط، م. (۱۳۸۸). تغییرات میزان کربن آلی خاک در اثر تغییر کاربری اراضی در محدوده ی مرکزی شهرستان کرج، پایان نامه ی کارشناسی ارشد ، گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه تهران .

حیدری، ا. صاحب جلال، ا. (۱۳۹۰). میکرومورفولوژی خاک، راهنمای مطالعه و تشریح و مقاطع نازک خاک و رسوب (ترجمه)، انتشارات دانشگاه تهران، ۲۷۸ ص.

شیروی، ا. (۱۳۹۳). بررسی تغییرات ماده آلی خاک با استفاده از روش‌های میکرومورفولوژیکی، پایان نامه ی کارشناسی ارشد ، گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه تهران .

Bot A., José B., 2005. The importance of soil organic matter. Key to drought-resistant soil and sustained food and production. Food And Agriculture Organization of the united nations. p.1-95.

Bullock, P. N. Federoff, A. Johngerus. G. Stoop, T. Tursina and V. Babel (1985). Hand book for thin section description. 1 st published. WAINE research publications.

Stoops, G., (2003). Guidelines for Analysis and Description of Soil and Regolith Thin Sections. SSSA., Madison, WI. 184 p.

Stoops, G., Marcelino, V., Mees, F.(2010).Interpretation of Micromorphological Features of Soils and Regoliths. Linacre House, Jordan Hill, Oxford OX2 8DP, UK.

Wander M. (2004). Soil Organic Matter in Sustainable Agriculture. CRC Press LLC. 68-90.

Investigation soil organic matter changes caused by forestlands land use change in soil profile using micromorphological methods

A. Heidari[1], E. Shiravi[2], E. Moghiseh[3]

[1, 2] Professor and graduated MSc. Student of University of Tehran, [3] Assistant Professor Atomic Energy Organization

Abstract

9 pedons (4 deciduous, 2 coniferous and 3 rangeland) from adjacent land uses with similar properties were described and undisturbed samples up to 150 cm from soil surface were prepared and were micromorphologically characterized. Land use change from deciduous to coniferous forest has been caused increasing in soil organic matter but the fresh and semi decomposed organic matter at the surface layers of coniferous forest was decreased while the decomposed and complexed organic matter in all horizons of coniferous forest were increased compared to deciduous forest. Diversity in fresh residues and semi decomposed (residues of different plant organs) beside fecal pellets were higher in deciduous forest rather than coniferous. Main part of organic matter in all land uses was humus that plays a major role aggregation of primary particles and forming aggregates. Semi decomposed and fresh organic matter were constitute lower amounts compared to humus demonstrating the faster dynamics of this fraction. Semi decomposed and fresh organic matters amounts were in good correlation with the conventional method values.

Keywords: Organic matter, Land use change, Micromorphology.