

میکرومورفولوژی و تحول خاک در یک ردیف سنگی از مواد مادری غنی از اسمکتیت (حوزه رسوبی کپه داغ، شمال شرق ایران)

حسین تازی که^۱، فرهاد خرمالی^۲، آرش امینی^۳ و مجتبی بارانی مطلق^۴
۱- دانشجوی دکتری خاکشناسی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۲- استاد گروه علوم خاک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۳- استادیار گروه علوم زمین دانشگاه گلستان، ۴- استادیار گروه علوم خاک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

چکیده

به منظور مطالعه تاثیر ویژگی‌های سنگ مادر بر تحول خاک یک توالی سنگی شامل سنگ آهک، سنگ رس، ماسه سنگ و مارن گچ‌دار در حوزه رسوبی کپه‌داغ انتخاب گردیده و با استفاده از آنالیزهای فیزیکی و شیمیایی، میکرومورفولوژی و کانی‌شناسی مطالعه شدند. نتایج حاصل از مطالعات میکرومورفولوژی و ترکیب کانیهای رسی نشان می‌دهد که با وجود فراوانی کانی اسمکتیت در ترکیب کانیهای رسی همه خاکهای مورد مطالعه، فراوانی ذرات درشت کوارتزی و نبود کانیهای قابل هوادیدگی دیگر در ماسه‌سنگ سبب تکامل ابتدایی خاکهای حاصل گردیده است در مقایسه با آن وجود پوشش گیاهی و فعالیت بیولوژی سبب ایجاد افق زیرسطحی کمبیک با میکروساختمان گرانوله و بازتوزیع بیولوژیک آهک در خاکهای حاصل از سنگ آهک شده است. بررسی‌های مشابه بر روی خاکهای حاصل از سنگ رس و مارن گچی نشان دهنده نقش اساسی مقدار گچ در ایجاد خصوصیات ورتیک و بروز شواهد ناشی از آن مانند تشکیل ترکهای انقباضی و بی‌فابریک خطی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: ردیف سنگی، میکرومورفولوژی، اسمکتیت، تشکیل خاک، کپه‌داغ

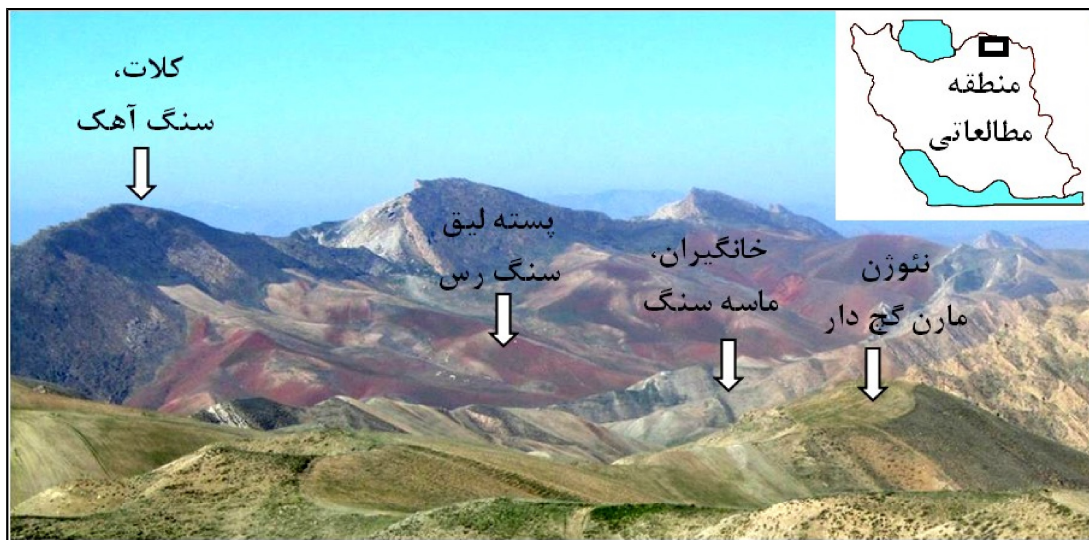
مقدمه

در مناطق خشک و نیمه‌خشک خصوصیات خاک تا حد زیادی به ویژگیهای سنگ مادر بستگی دارد. بنابراین در این مناطق یکی از مسائل اولیه مهم در نقشه‌برداری و طبقه‌بندی خاک، مواد مادری خاک می‌باشد. سنگ‌های مادری به لحاظ مقاومت به هوادیدگی، نوع و مقدار کانی‌های تشکیل دهنده و بافت با یکدیگر متفاوتند. این عوامل کنترل کننده شدت هوادیدگی و نیز خاک‌های حاصل از آنها می‌گردد. با توجه به تنوع قابل توجه منطقه مورد مطالعه از سازندهای تشکیل دهنده حوزه رسوبی کپه‌داغ، مطالعه مواد مادری به لحاظ کانی‌شناسی و تشکیل خاک در این منطقه می‌تواند به بسیاری از مناطق حوضه کپه‌داغ تعمیم داده شود و اطلاعات حاصل از این گونه مطالعات پایه‌ای می‌تواند به عنوان مبنایی در جهت تهیه نقشه خاکها قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

حوزه رسوبی کپه‌داغ در شمال شرق ایران به لحاظ مورفولوژی جوان بوده و توپوگرافی رابطه مستقیمی با ساختارهای زمین‌شناسی دارد به گونه‌ای که تقادیس‌ها، ارتفاعات را به وجود آورده و ناودیس‌ها اغلب دشت‌های میان‌کوهی را می‌سازند. منطقه مورد مطالعه در شمال شرقی بجنورد بخشی از ناودیس شیخ و شامل ردیفی از سازندهای گوناگون متعلق به ترشیاری می‌باشد که پس از انتخاب لیتولوژی غالب از چهار سازند یک نیم‌رخ خاک بر روی آن حفر، تشریح و نمونه‌برداری شد (شکل ۱)

(۱). بر پایه داده‌های اقلیمی موجود رژیم رطوبتی منطقه مورد مطالعه آریدیک و رژیم حرارتی آن مزیک می‌باشد. مکان خاکرخ‌ها به گونه‌ای انتخاب گردید که همگی بر روی شیب‌های کناری قرار گرفته به طوریکه همه خاکها به صورت درجا از سنگ مادری زیرین خود به وجود آمده باشند. آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی متداول شامل بافت، کربنات کلسیم معادل، کربن آلی، هدایت الکتریکی و واکنش خاک با روشهای استاندارد انجام و در نهایت خاک‌ها تا حد فامیل با استفاده از کلید تاکسونومی خاک (۲۰۱۰) طبقه‌بندی شدند. در مرحله بعد پس از جداسازی ذرات رس به روش کیتریک و هوپ (۱۹۶۴)، ذرات تفکیک شده در پنج تیمار شامل اشباع با منیزیم، منیزیم و اتیلن گلیکول، پتاسیم در دماهای معمولی، ۳۳۰ و ۵۵۰ درجه سانتیگراد آماده شده و سپس با دستگاه پراش پرتو ایکس اسکن گردیدند. برای مطالعات میکرومورفولوژی، بعد از نمونه‌برداری مقاطع نازک با روش‌های استاندارد تهیه و در دو نور ساده (PPL) و متقاطع (XPL) به شیوه‌ی بولاک و همکاران (۱۹۸۵) تشریح گردیدند.



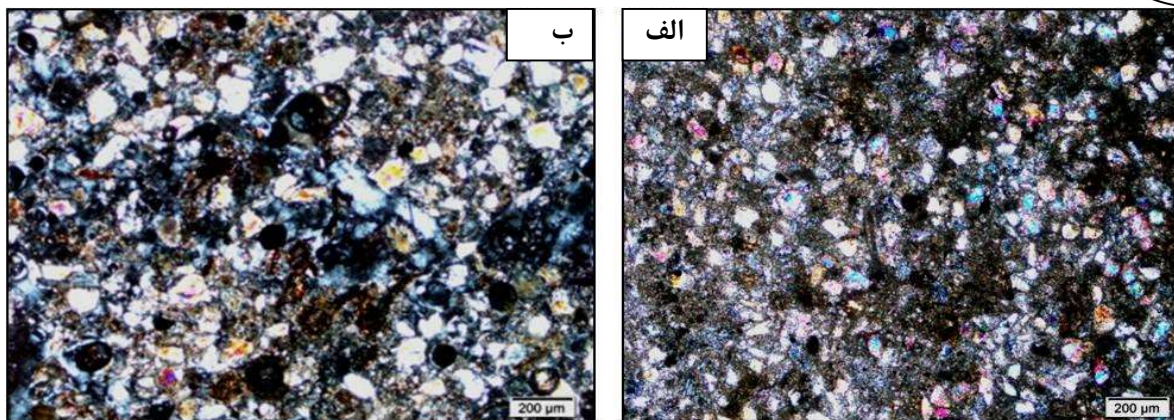
شکل ۱: تصویری از زمین‌نمای منطقه مورد مطالعه که سازندها و ردیف سنگی مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

نتایج و بحث

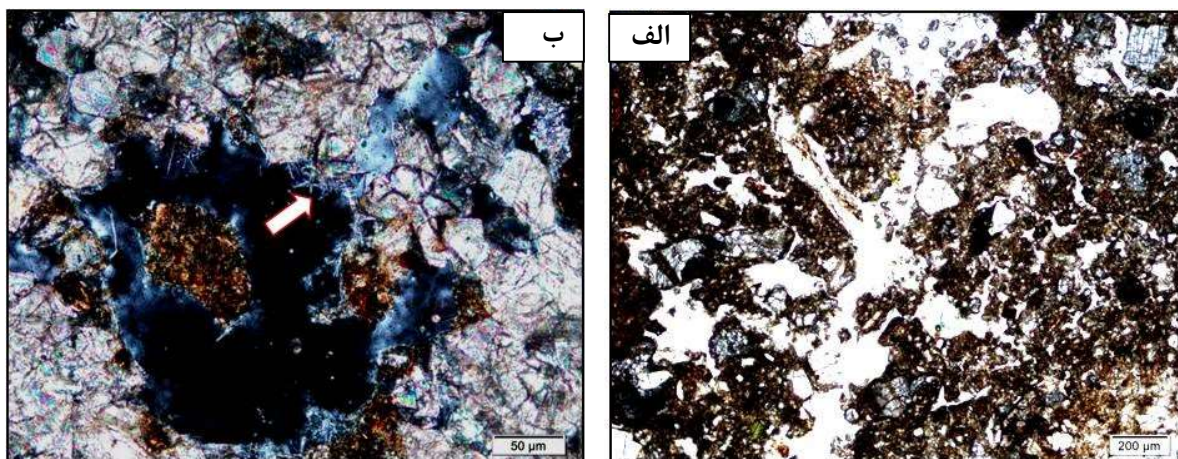
(۱) خاک‌های تشکیل شده بر روی ماسه‌سنگ: بررسی چگونگی تشکیل خاک از ماسه‌سنگ‌های سازندها خانگیران نشان می‌دهد که به دلیل جوان بودن این خاکها و شیب زیاد اراضی که این سازندها را پوشانیده است فرایندهای هواپدگی و تشکیل خاک در آن پیشرفت چندانی نکرده است در مطالعه مقاطع نازک بالا بودن درصد مواد درشت دانه از جنس کوارتز به صورت الگوی توزیع ذرات ریز و درشت مشخص می‌باشد ($C/F = 50 \mu = 1/2$) (شکل ۲). فرایند اضافه شدن مواد آلی و تشکیل افق سطحی نیز محدود به تکامل افق A کم عمق با ساختمان ضعیف می‌باشد (جدول ۱). از طرفی به دلیل اینکه عمده ذرات تشکیل دهنده آنها از جنس کوارتز می‌باشند و کانیهای قابل هواپدگی چندانی در آنها مشاهده نمی‌شود، لذا افق شناسایی زیرسطحی نیز در آنها تشکیل نگردیده و بنابراین این خاکها دارای تکامل ابتدایی بوده و به صورت انتی سول طبقه بندی می‌شوند (جدول ۱).

(۲) خاک‌های تشکیل شده بر روی سنگ‌های آهکی: اگرچه مواد مادری به شدت آهکی و نیز شیب زیاد از مهمترین موانع فرایندهای خاکساز بر روی سنگ‌های آهکی در این منطقه می‌باشند، اما در مقایسه با خاک‌های حاصل از ماسه‌سنگ به دلیل پوشش گیاهی بهتر تکامل بهتری را نشان داده و علاوه بر تشکیل افق سطحی، افق زیرسطحی کمبیک با میکروساختمان قوی

گرانوله نیز تشکیل گردیده که بازتوزیع آهک ویژگی بارز آن است در بررسی‌های میکروسکوپی این افق عوارض ناشی از فعالیت بیولوژیک با تشکیل میکروساختمان و نیز تحول موضعی آهک مرتبط با فعالیت جانداران به صورت کلسیت‌های سیتومورفیک و آهک‌های سوزنی شکل قابل توجه است. پژوهشگران تشکیل کلسیت‌های سیتومورفیک حاصل جذب کلسیم توسط بافت ریشه‌های گیاه و تبلور مجدد آن درون بافت گیاهی می‌دانند که پس از تجزیه بافت گیاهی به صورت بلورهای اسپاریتی کلسیت درون حفرات دیده می‌شوند (جیلارد و همکاران، ۱۹۹۱) این در حالی است که محققین تشکیل کلسیت‌های سوزنی شکل را حاصل جذب کلسیم و تبلور آن در درون ریشه‌های قارچها می‌دانند (ورچیا، ۱۹۹۴).



شکل ۲: الف: تصاویر مقاطع نازک از مواد مادری و ب: افق A خاک مشتق شده از ماسه سنگ سازند خانگیران (XPL).



شکل ۳: تصاویر مقاطع نازک از افق Bk خاکهای تشکیل شده از سنگهای آهکی. الف: وجود میکروساختمان گرانوله (PPL) و ب: وجود بلورهای اسپاریتی از کلسیت‌های سیتومورفیک و نیز کلسیت‌های سوزنی شکل (علامت فلش) را درون حفره نشان می‌دهد. (XPL).

۳) خاکهای تشکیل شده بر روی سنگهای ریز بافت: خاکهای تشکیل شده از هوادیدگی سنگهای رسوبی ریز بافت شامل سنگ رس (سازند پسته‌لیق) و مارن گچی (نئوزن) دارای بافت رسی بوده و اسمکتیت کانی غالب بخش رس است (جدول ۲) اما وجود گچ فراوان در خاکهای حاصل از مارن سبب تفاوت در مسیر تحول آنها گردیده است که به بررسی آن می‌پردازیم.

الف: خاکهای تشکیل شده بر روی مارن گچی: با در نظر گرفتن درصد رس فراوان موجود در ماده مادری این خاکها بالاترین درصد رس را در بین خاکهای منطقه دارند. فرایند قابل توجه در این خاکها آبشویی و جابه‌جایی گچ در نیمرخ خاک است به طوری که آبشویی گچ از افق سطحی و تجمع آن در افقهای تحتانی موجب تشکیل افق جیپسیک گردیده است (جدول ۱). مطالعه مقاطع نازک نبود گچ را در افق سطحی و تجمع آن را در افقهای By نشان می‌دهد همچنین مطالعه بی‌فابریک مقاطع نازک افقهای A و By نشان دهنده زمینه‌ای تهی از آهک به همراه وجود بی‌فابریک لکه‌ای و خطی است (شکل ۴). در مقایسه با آن بررسی مقاطع نازک افق C وجود بی‌فابریک کریستالی ناشی از حضور میکریته‌های آهک را نشان می‌دهد که حدود ۵۰ درصد مقطع خاک را شامل می‌شود و در سایر قسمت‌ها بی‌فابریک لکه‌ای دیده می‌شود (شکل ۴) الگوی توزیع کریستال‌های عدسی شکل گچ در این خاکها به گونه‌ای است که این ذرات در زمینه خاک دیده نمی‌شوند بلکه در داخل حفرات جای گرفته‌اند (شکل ۴) پژوهشگران وجود گچ در خاک را عاملی در جهت تعدیل فرایندهای انبساط و انقباض در خاک می‌دانند (مرموت و همکاران، ۱۹۹۱) با وجود اینکه این خاکها دارای ترکیب کانی رسی با غالبیت اسمکتیت هستند اما خصوصیات انبساط و انقباض آنها به اندازه‌ای نیست که ویژگیهای شناسایی خاکهای ورتی‌سول را فراهم نماید بلورهای گچ در فصل مرطوب به دلیل حلالیت زیاد حل شده و موجب کاهش حجم و انبساط خاک می‌شوند در حالیکه در فصل خشک با تبلور مجدد سبب افزایش حجم خاک گردیده و از شدت انقباض خاک می‌کاهند.



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - پیدایش، رده بندی، ارزیابی خاک و زمین نما

جدول ۱: برخی از خصوصیات فیزیکوشیمیایی و طبقه بندی خاک های مورد مطالعه.

گچ (%)	pH	EC mmho/cm	مواد آلی (%)	کربنات کلسیم معادل (%)	زیرین (%)	سیل (٪)	شبن (%)	ساختما ن	رنگ	ضخامت	افق	سازند، لیتولوژی
Fine loamy, carbonatic, mesic, Typic Haplocambids												
-	۷	۱۲/۰	۰۳/۳	۳۱	۱۶	۴۲	۴۲	۱,f,sbk	۱۰YR۴/۶	۲۰-۰	A	کلات، سنگ آهک
۵/۰	۷	۱۵/۰	۴۹/۲	۴۱	۲۷	۴۰	۳۳	۱,f,sbk	۷.۵YR۴/۶	۳۵-۲۰	Bk	
۵/۰	۷	۱۵/۰	۰۲/۲	۵/۴۴	۲۸	۴۲	۳۰	m	۷.۵YR۴/۴	۶۰-۳۵	Cr	
Fine, smectitic, mesic, Chromic Haplotorrerts												
۹/۰	۷	۱/۰	۳۴/۱	۱۳	۴۷	۳۰	۲۳	۳,m,abk	۱۰R۴/۶	۳۰-۰	Ap	پسته لقی سنگ رس
۵/۰	۸	۲/۰	۱	۱۱	۵۲	۴۰	۸	۲,m,abk	۱۰R۴/۶	۷۰-۳۰	Bss _۱	
۶/۰	۵	۳/۰	۶۱/۰	۷	۵۲	۳۳	۱۵	۲,m,abk	۱۰R۴/۶	۱۰۵-۷۰	Bss _۲	
۲۵	۷	۱/۳	۳۴/۰	۵/۱۱	۴۰	۳۳	۲۷	۲,m,abk	۱۰R۵.۵/۶	۱۴۰-۱۰۵	Cy	
Fine loamy, smectitic, calcareous. mesic, Xeric Torriorthents												
۵/۰	۴	۱۴/۰	۹/۱	۵	۳۰	۱۹	۵۱	۱,f,gr	۱۰YR۶/۲	۱۳-۰	A	خانگیران، مانتیه سنگ
۴/۰	۸	۲۱/۰	۴/۱	۶	۲۳	۱۳	۶۴	m	۱۰YR۶/۲	۲۰-۱۳	Cr _۱	
۵/۰	۸	۴۱/۰	۶۷/۰	۵/۴	۳۴	۲۶	۴۰	m	۱۰YR۶/۱	۲۰<	Cr _۲	
Very fine, smectitic, mesic, Typic Haplogypsis												
۱	۷	۱۶/۰	۸۱/۰	۵/۹	۷۰	۲۱	۶	۱,f,sbk	۱۰YR۴.۵/۱	۳۵-۰	Ap	نژوژن، مارن گچ
۸	۷	۲/۳	۴۷/۰	۷	۶۶	۵	۲۹	۲,m,abk	۲.۵Y۶/۲	۸۰-۳۵	By _۱	
۱/۸	۷	۳/۳	۳۴/۰	۵/۷	۶۶	۲۰	۱۴	۳,m,abk	۲.۵Y۵/۲	۱۲۰-۸۰	By _۲	
۱۰	۴	۵/۳	۱۳/۰	۵	۷۰	۱۸	۱۲	m	۲.۵Y۴/۳	۱۵۰-۱۴۰	Cssy	

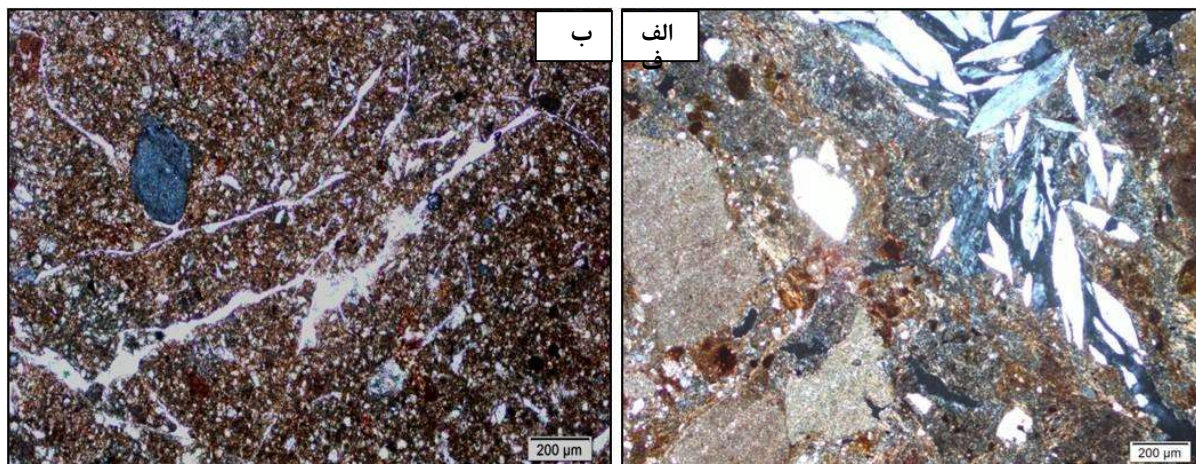
جدول ۲: فراوانی نسبی کانیهای رسی در خاک های مورد مطالعه

سازند	کانی، افق	کلریت	کانولینیت	میکا	اسمکتیت
ماسه سنگ	A	—	—	—	+++++
سنگ آهک	C	—	—	—	+++++
سنگ آهک	A	+	+	+++	++++-
سنگ آهک	C	++	+	+++	++++
مارن	By	+	+	+++	++++-
مارن	Cssy	+-	+	++-	++++
سنگ رس	Bss	+	-	+	++++-
سنگ رس	Cy	++	-	+-	++++

* هر علامت + و - به ترتیب نشان دهنده حدود ۱۰ و ۵ درصد فراوانی نسبی کانی رسی است.

شکل ۴: تصاویر مقاطع نازک از خاک تشکیل شده از مارن های گچ دار؛ الف: پرشدگی کریستالهای عدسی شکل گچ در داخل حفره و بی فابریک لکه ای و ب: افق Csy که حضور کریستالهای گچ، بی فابریک لکه ای و کریستالی را در مواد مادری نشان می دهد (XPL).

ب: خاکهای تشکیل شده بر روی سنگ رس: از ویژگیهای قابل توجه مواد مادری این خاکها وجود گچ، اکسیدهای آهن و وجود درصد رس زیاد از نوع اسمکتیت است (شکل ۵، جدول ۲). بررسی مقاطع نازک افق C نشان دهنده وجود کریستالهای گچ، بی فابریک کریستالی آهکی ناشی از وجود میکریتهای آهک (حدود ۸۰ درصد) و نیز بی فابریک نامشخص (حدود ۲۰ درصد) می باشد که به دلیل غالبیت اکسیدهای آهن در زمینه خاک است (شکل ۵). در مقایسه با مواد مادری، ذرات گچ از سولوم خاک کاملاً آبشویی شده اند و آهک ثانویه به صورت ندول های آهکی دیده می شود. در مقایسه با خاکهای حاصل از مارن آبشویی گچ از سولوم خاک و نیز چیرگی ذرات رس (بیش از ۴۰ درصد) و غالب بودن اسمکتیت در ترکیب کانیهای رسی سبب بروز فرایندهای انقباض و انقباض در این خاکها به گونه ای گردیده است که در رده خاکهای رتی سول طبقه بندی می شوند. وجود اسلیکن ساید، خاکدانه های گوه ای شکل و تدریجی بودن مرز افقها از ویژگی های مورفولوژیکی قابل توجه است که تأییدی بر وقوع فرایند آرجیلی پدوتوربیشن است. در مطالعات میکروسکوپی سولوم خاک نیز غالب بودن حفرات از نوع ترکهای انقباضی و نیز جهت یافتگی ذرات رس به صورت تشکیل بی فابریک خطی نیز نشانه ای بر وقوع این پدیده است (شکل ۴).



شکل ۵: تصاویر مقاطع نازک از مواد مادری و خاک حاصل از سنگ رس؛ الف: حضور کریستالهای عدسی شکل گچ، بی فابریک کریستالی و بی فابریک نامشخص در افق (XPL) CY و ب: ترکهای انقباضی و ندول آهک در افق (PPL) Bss.

در حالی که پراکنش خاکهای ورتی سول معمولا در مناطقی کم ارتفاع و مکانهای پست فیزیوگرافی می باشد، ورتی سول های این منطقه هم در ارتفاع بالا و هم در مناطق شیبدار تشکیل شده اند به عنوان نمونه قسمت اعظم ورتی سول های کشور هند در دره ها و در دشتهای دامنه ای پست تشکیل و تکامل یافته اند (پال و همکاران، ۲۰۰۹) با این وجود مواردی نیز گزارش شده اند که ورتی سول ها در مناطقی با ارتفاع بالا مانند ورتی سول های اتیوپی و یا در مناطق شیبدار مانند ورتی سول های هند شرقی تشکیل شده اند (کولمب و همکاران، ۱۹۹۶) در این حالت مواد مادری تشکیل دهنده خاک از مقدار رس و اسمکتیت کافی برای تشکیل این خاکها برخوردار می باشد مانند سنگهای رسی موجود در سازند پسته لیک که با آزاد کردن درصد زیادی از رسهای اسمکتیتی شرایط را برای تشکیل این خاکها فراهم می کنند.

منابع

- Bullock, P., Federoff, N., Jongerius, A., stoops., c., tursina, T., Babel., ۱۹۸۵. Handbook for soil thin section Description. Wainer research Publication, wolverhampton, U.K.
- Coulombe, C.E., Wilding, L.P., Dixon, J.B., ۱۹۹۶. Overview of vertisols: characteristics and impacts on society. In: Sparks, D.L. (Ed.), Advances in Agronomy, vol. ۵۷. Academic Press, New York, pp. ۲۸۹-۳۷۵.
- Jaillard, B., Guyon, A. & Maurin, A.F., ۱۹۹۱. Structure and composition of calcified roots, and their identification in calcareous soils. Geoderma ۵۰, ۱۹۷-۲۱۰.
- Kittric, J., and E. W. Hope., ۱۹۷۱. A procedure for particle size separations of soils for x-ray diffraction. Soil sci. soc. Am. Proc. ۳۵:۶۲۱-۶۲۶.
- Mermut, A.R., Acton, D.F. & Tarnocai, C., ۱۹۹۱. A review of recent research on swelling clay soils in Canada. In Kimble, J.M. (ed.), Characterization, Classification and Utilization of Cold Aridisols and Vertisols. USDA Soil Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln, Nebraska, pp. ۱۱۲-۱۲۱.
- Pal, D.K., Bhattacharyya, T., Chandran, P., Ray, S.K., Satyavathi, P.L.A., Durge, S.L., Raja, P., Maurya, U.K., ۲۰۰۹c. Vertisols (cracking clay soils) in a climosequence of Peninsular India: evidence for Holocene climate changes. Quaternary International ۲۰۹, ۶-۲۱.
- Soil survey staff, ۲۰۱۰. Keys to soil taxonomy. U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service.
- Verrecchia, E.P. & Verrecchia, K.E., ۱۹۹۴. Needle-fiber calcite: a critical review and a proposed classification Journal of Sedimentary Research A ۶۴, ۶۵۰-۶۶۴.



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - پیدایش، رده بندی، ارزیابی خاک و زمین نما

Abstract

Six representative soil profile, formed on dominant lithology of six formations in sheikh syncline (northeastern Iran), were selected to investigate the effects of mineralogical composition of different parent rocks on soil evolution pathway using micromorphological study. The results of clay mineralogical study of soils show that although smectite is a dominant clay mineral in their clay fraction, but the abundance of quartz and absence of weatherable mineral are responsible for weak horizon differentiation in soils derived from sandstones. Micromorphological study of soil genesis from limestone show that the more intensive vegetation causes cambic horizon formation with development of granular microstructure and biologic calcite redistribution in the form of cytomorphic and acicular calcite coatings in voids. Soil genesis study on soils derived from clayey parent materials (claystone and marn) reveal that presence and proportion of gypsum play a key role in impeding vertic properties. In fact substantial amount of gypsum in soils developed from marn modify shrinking and swelling processes while illuviation and depletion of gypsum from soils formed on claystones leads to vertisol formation.