

مطالعه‌ی میکرومورفولوژیکی افق‌های آرچیلیک و پتروکلسیک در یک مقطع لسی-آبرفتی، غرب

مشهد

بهاره بهشتی^۱، علیرضا کریمی^{۱*}، غلامحسین حق‌نیا^۱، امید بیات^۱

^۱گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

* نویسنده مسئول karimi-a@um.ac.ir

چکیده

میکرومورفولوژی خاک تکنیکی جهت مطالعه فرآیندهای موثر در تشکیل و تکامل خاک‌ها و شناخت شرایط محیطی گذشته می‌باشد. در این پژوهش یک مقطع عمیق در یک آبراهه حاصل از فرسایش خندقی در اراضی تپه ماهوری غرب مشهد مورد مطالعه قرار گرفت. این مقطع از یک خاک لسی دارای افق کلسیک بر روی سه واحد خاک قدیمی تشکیل شده از افق‌های کلسیک، آرچیلیک و پتروکلسیک تشکیل شده بود. ویژگی‌های میکرومورفولوژیکی افق‌های آرچیلیک-کلسیک (Btk) و افق پتروکلسیک (Bkm) بررسی شد. وجود تناوب پوشش‌های رسی و کربنات‌ها نشان دهنده پلی ژنتیک بودن خاک‌ها است. پوشش‌های ترکیبی کربنات‌ها - رس - نودول‌های کربنات، نشان دهنده تناوب دوره‌های خشک و مرطوب طی کوآترنر پایانی در منطقه مورد مطالعه است. پوسته‌های رسی تکه شده و تغییرشکل یافته در متن تجمع کربنات‌ها، نشانگر قدمت افق‌های Btk است. در افق پتروکلسیک تجمع کربنات‌ها به صورت میکریتیک و اسپاریتیک مشاهده شد.

واژگان کلیدی: اقلیم گذشته، پتروکلسیک، پوسته‌ی رسی، کربنات‌های ثانویه.

مقدمه

خاک‌های قدیمی (پالئوسول) محصول تشکیل خاک در شرایط اقلیمی گذشته و از شواهد تغییرات اقلیمی هستند (کریمی و همکاران، ۱۳۸۹). وجود افق آرچیلیک و کلسیک و پتروکلسیک با در بر داشتن مقادیری از کربنات‌های ثانویه و تجمع رس در خود، اطلاعات مفیدی راجع به اقلیم گذشته و فرآیند تشکیل خاک فراهم می‌کند (بیات و همکاران، ۲۰۱۸؛ خرمالی و کهل، ۲۰۱۱). یکی از روش‌های مطالعه‌ی اقلیم گذشته، بررسی و مطالعات میکرومورفولوژی، به منظور تکمیل مطالعات مورفولوژیکی خاک و تکامل خاک‌ها می‌باشد (استوپس، ۲۰۰۳). بر اساس نظر استوپس (۲۰۰۳) هیچ روشی مانند میکرومورفولوژی نمی‌تواند ماهیت و پیچیدگی پلی ژنز خاک را آشکار و بیان کند و قابلیت تشریح چگونگی تشکیل خاک را داشته باشد.

افق‌های آرچیلیک، کلسیک و پتروکلسیک از افق‌های معمول در مناطق خشک و نیمه‌خشک دنیا از جمله ایران هستند که مطالعات زیادی برای روش‌نشدن فرایندهای تشکیل آنها و استفاده از آنها برای مطالعات اقلیم گذشته انجام شده است (بیات و همکاران، ۲۰۱۸؛ خادمی و همکاران، ۲۰۰۳؛ خرمالی و کهل، ۲۰۱۱؛ رشیدی و همکاران، ۲۰۲۰). با توجه به این که فرآیندهای مختلفی می‌توانند سبب تشکیل کلکریته‌ها و افق‌های پتروکلسیک در مقاطع زمین‌شناختی شوند (بیات و کریمی، ۱۳۹۹)، مطالعات میکرومورفولوژیکی می‌توانند در شناخت فرآیندهای فعال در ایجاد این افق‌ها مناسب باشند. هدف از پژوهش، مطالعه میکرومورفولوژیکی افق آرچیلیک و پتروکلسیک در خاک‌های متشکل از رسوبات لسی و آبرفتی در غرب مشهد بود.

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

مواد و روش‌ها

مقطع مورد مطالعه در غرب مشهد و کوه‌های خلج و جنوب روستای شلگرد در طول جغرافیایی $30^{\circ} 55' 59''$ شرقی و عرض جغرافیایی $36^{\circ} 12' 18''$ شمالی واقع شده است. این منطقه دارای میانگین بارش سالیانه ۲۶۰ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه آن ۱۳/۷ درجه سانتیگراد و دارای اقلیم خشک/نیمه خشک می باشد. مقطع مورد مطالعه در یک آبراهه حاصل از فرسایش خندقی قرار دارد که بر اساس روش رده‌بندی خاک مورد تشریح قرار گرفت (Schoeneberger, 2012). برای مطالعه میکرومورفولوژی، نمونه‌های دست نخورده از افق‌های آرچلیک-کلسیک (2Btk، 3Btk، 3Btky) و افق پتروکلسیک برداشته شد. در بستر رزین و سخت کننده قرار داده شد و پس از سخت شدن، مقاطع نازک از تهیه شد. مقاطع نازک با استفاده از میکروسکوپ پلاریزان در دو حالت معمولی PPL و متقاطع XPL بر اساس راهنمای استوپس (۲۰۰۳) مورد مطالعه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

توصیف مقطع مورد مطالعه

ترتیب و توالی افق‌ها و برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی در جدول ۱ نشان داده شده است. بر اساس شواهد صحرایی شامل بافت خاک، رنگ و تغییرات سنگریزه و همچنین فرایندهای خاک‌سازی، یک واحد رسوبات لسی در بخش سطحی و سه واحد خاک قدیمی در رسوبات آبرفتی زیر واحد لسی تشخیص داده شد که توسط انقطاع سنگی از یکدیگر جدا شده‌اند (جدول ۱).

جدول ۱- برخی ویژگی‌های مورفولوژی، فیزیک و شیمیایی و طبقه بندی خاک مورد مطالعه

افق	عمق سانتی متر	pH	رس	سیلت	شن %	کربنات کلسیم معادل	
واحد لسی	A	۰-۲۰	۱۶/۷	۷۰/۳	۱۳	۲۴/۸	
	BC1	۲۰-۷۰	۲۸/۵	۶۰	۱۱/۵	۱۵/۶	
	BC2	۷۰-۱۲۰	۷/۹	۲۸/۵	۶۱	۱۰/۵	۲۱/۴
	BC3	۱۲۰-۱۷۰	۸,۲	۱۸/۳	۷۱	۱۰/۷	۲۲/۶
واحد‌های آبرفتی	2Bw	۱۷۰-۲۱۵	۳۷/۵	۵۳/۷	۸/۸	۲۰/۲	
	2BK1	۲۱۵-۲۴۵	۴۶/۷	۱۶/۸	۳۶/۵	۲۴/۲	
	2BK2	۲۴۵-۲۷۵	۴۶/۷	۱۵/۸	۳۷/۵	۲۳/۹	
	2Btk	۲۷۵-۳۰۵	۱۶/۷	۴۳/۶	۳۹/۷	۲۳	
	3Btky	۳۰۵-۳۴۰	۱۶/۷	۵۸/۳	۲۵	۲۵/۸	
	3Btk	۳۴۰-۳۶۰	۷/۸	۵۱/۷	۳۳/۳	۱۵	۴۰/۴
4Bkm	+۳۶۰	۸	-	-	-	۳۸/۷	

توالی افق‌ها در مقطع مورد مطالعه (جدول ۱) نشانگر غالب شدن و جایگزینی فرآیندهای رسوبگذاری رسوبات آبرفتی بجای فرآیندهای رسوبگذاری آبی و افزایش روند خشکی محیطی در منطقه مورد مطالعه طی کواترنری پایانی هست.

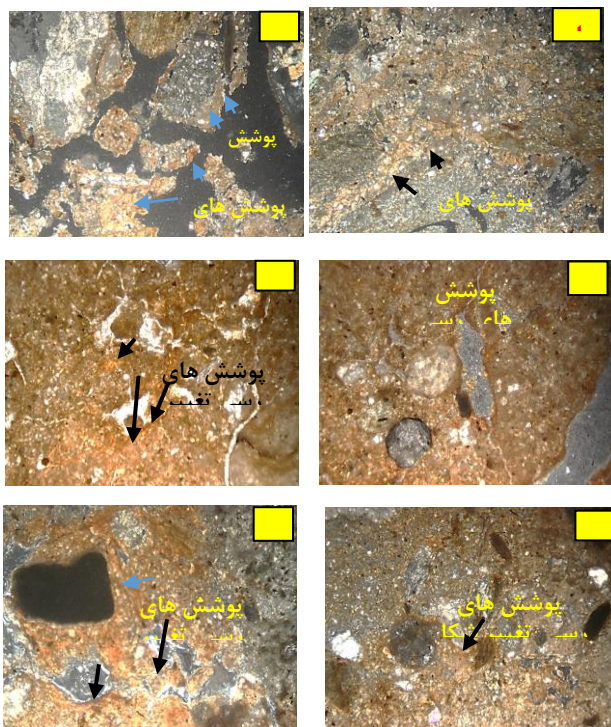
میکرومورفولوژی افق‌های آرچلیک-کلسیک (Btk)

خصوصیات میکرومورفولوژیکی افق‌های آرچلیک-کلسیک در مقطع مورد نظر بررسی شد. خاک‌های این منطقه به دلیل طبیعت مواد مادری و شرایط اقلیمی دارای کربنات‌های بالایی هستند و از این جهت بی فابریک آن بیشتر کلسیت کریستالی است. در افق

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

آرجیلیک-کلسیک پوسته های رسی زیادی مشاهده می شود که بیانگر تجمع رس در این افق و تشکیل افق آرجیلیک است (شکل ۱ الف).

وجود پوسته های رسی فراوان در همه افق های Btk به همراه تجمع کربنات های ثانویه مشاهده می شود (شکل ۱). در همه این افق های پوسته های رسی به صورت تکه های جدا شده در داخل حفرات (شکل ۱)، در متن خاک (شکل های ه، و) و همچنین تغییر شکل یافته (شکل ۱ الف) دیده می شوند. تکه شدن و تغییر پوشش های رس بیانگر سن بالا و قدیمی بودن این خاک است. در بخش هایی که کمتر تحت تاثیر قرار گرفته اند، پوشش های رسی بر روی کربنات های ثانویه قرار گرفته اند (شکل ۱ ب، د) که نشان دهنده پلی ژنتیک بودن خاک است. این توالی از پدوفیچرها تجمع رس و کربنات ها نشان از چند دوره اقلیمی در این خاک است.



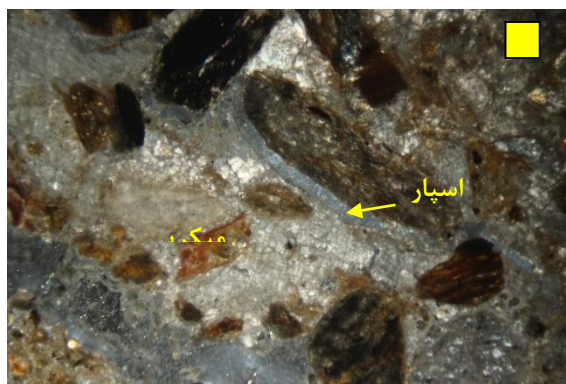
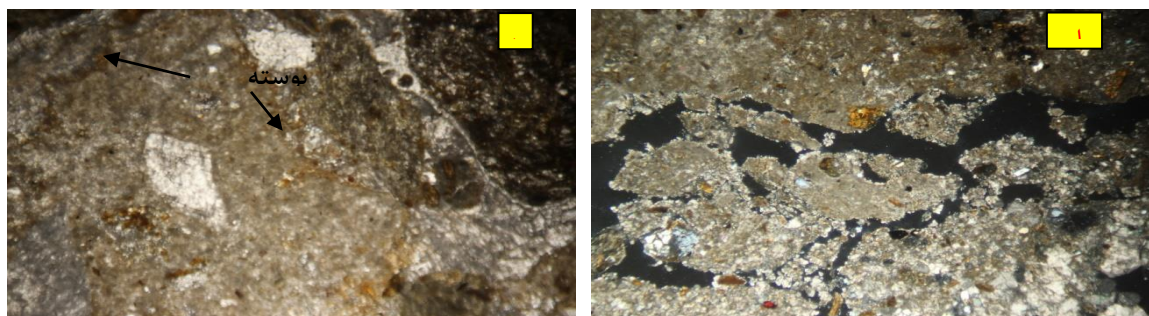
شکل ۱- تصاویر مقاطع نازک الف و ب) افق 2Btk، ج و د) 3Btk، ه و و) 3Btk؛ پوسته های رس تغییر شکل یافته (الف تا و)، پوش رسی بر روی کربنات ثانویه (ب)، پوشش های رسی تکه شده در داخل حفره (ج)

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

در افق 2Btk در تصویر مقطع نازک، داخل پوسته رسی کربنات های ثانویه نیز مشاهده شد (شکل ۱ ب) هایپوکوتینگ رس بر روی کربنات ثانویه بیانگر شستشو و انتقال کربنات ثانویه از افق های بالایی به افق زیرین و پس از آن شستشو و انتقال رس می باشد. در افق 3Btk مقطع نازک نشان میدهد که کل بستر خاک این تصویر پوشیده از نودول کربنات های ثانویه است که بعضی از آن ها دارای مرز و بعضی از آن ها مرز مشخصی با اطراف ندارند البته پوسته های رسی نیز همچنان در این مقطع حضور دارند که تکه تکه شده و شکل خود را از دست داده اند که بیانگر قدیمی بودن این افق و نهایتاً خاک می باشد (شکل ۲ ج). وجود نودول کربنات ثانویه و پوسته ی رسی نشان دهنده ی پدوفیچر مرکب و پلی ژنتیک بودن خاک است. در افق 2Btk در تمام تصاویر مقاطع نازک آن تعداد بیشتری حفره از دو افق زیرین آن دارد. در افق 2Btk و 3Btk اکسید آهن مشاهده شد که بیانگر شدت آزادسازی آهن است. در افق 3Btk مقدار رس و کربنات کلسیم معادل از تمام افق ها بیشتر است که بدلیل تجمع کربنات های شسته شده از افق های بالا و بالا بودن مقدار رس نیز در این بخش به دلیل رسوب رس از افق های بالاست.

میکرومورفولوژی افق پتروکلسیک (4Bkm)

با بررسی تصاویر مقاطع نازک افق پتروکلسیک، اشکال متفاوتی از تجمع کلسیت مشاهده شد (شکل ۲ الف-ج). در در شکل ۲ ب) مشخص است که کل زمینه خاک توسط کربنات های ثانویه به صورت کامل اشباع شده است؛ همچنین، در این افق دو نوع کربنات مشاهده می شود (شکل ۲ ج). نوع اول از نوع میکریت است که در وسط شکل ۲ ج مشاهده می شود و اسپاریتیک که ذرات کربنات کلسیم هستند که مشابه یافته های رشیدی و همکاران در مطالعات مقاطع بچستان است (رشیدی و همکاران، ۲۰۲۰).



شکل ۲- تصاویر الف ، ب ، ج، افق 4Bkm (پتروکلسیک)

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

نتیجه‌گیری

ویژگی‌های مقطع مورد نشان از چند دوره خاک‌سازی را نشان می‌دهد. در بخش آبرفتی، سه خاک قدیمی با تکامل در حد تشکیل افق آرچیلیک و پتروکلسیک وجود دارد که نشان دهنده دوره‌های مناسب بای آبشویی و انتقال کربنات‌ها و رس است. وجود پوسته‌های رسی در جهت تایید افق آرچیلیک و همراه بودن آن با کربنات کلسیم نشان دهنده ی پلی ژنتیک بودن تشکیل این افق است. وجود نودول‌های آهکی که تحت پوشش رس قرار دارند نشان دهنده یک دوره ی مرطوب پس از انتقال کربنات‌ها است. مطالعه میکرومورفولوژی این مقطع اثبات کننده منشاء پدوژنیک کلکریت مورد مطالعه می‌باشد. وجود خاک لسی با تکامل کم نشان از تغییر به شرایط خشکی در هولوسن دارد.

فهرست منابع

- بیات ا. و کریمی، ع. ۱۳۹۹. مروری بر مدل‌های مفهومی و عددی تکامل کربنات‌های پدوژنیک در خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک، فصلنامه کواترنری ایران، ۶(۱)، ۳۹-۸۳.
- کریمی، ع.، خادمی، ح. و جلالیان، ا. ۱۳۸۹. شواهد پدولوژیکی و ژئومورفولوژیکی تغییر اقلیم در شمال شرق ایران. چهارمین کنفرانس منطقه‌ای تغییر اقلیم. ۲۰۹-۲۱۴.
- Bayat, O., Karimzadeh, H. R., Khademi, H., Eghbal, M. K., Karimi, A. and Amundson, R. 2018. Calcic soils as indicators of profound Quaternary climate change in an arid region, eastern Isfahan, Iran. *Geoderma* 315, 220-230.
- Khademi, H. and Mermut, A. R. 2003. Micromorphology and classification of Argids and associated gypisiferous Aridisols from central Iran. *Catena* 54: 439-455.
- Khormali, F. and Kehl, M. 2011. Micromorphology and development of loess-derived surface and buried soils along a precipitation gradient in Northern Iran. *Quaternary International* 234, 109-123.
- Schoeneberger, P.J., Wysocki, D.A., Benham, E.C., and Soil Survey Staff. 2012. *Field Book for Describing and Sampling Soils, Version 3.0*. Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln, NE.
- Stoops, G. 2003. *Guidelines for the Analysis and Description of Soil and Regolith .Thin Sections*. SSSA. Madison, WI.

Micromorphological study of argillic and petrocalcic horizons in a loess- alluvial section, western Mashhad

Bahareh Beheshti¹, Alireza Karimi¹, Gholamhosain Haghnia¹, Omid Bayat¹

¹Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

Abstract

Soil micromorphology is a technique for studying the processes responsible for soil formation and evolution as well as understanding past environmental conditions. In this study, a deep section in the hilly lands in western of Mashhad was investigated. The section composed of a loessial soil with calcic horizon on the three units of paleosols containing calcic-argillic (Btk) and petrocalcic (Bkm) horizons. Micromorphological characteristics of these horizons were described. The association of clay coating and secondary carbonate indicates the polygenetic nature of the horizons. The existence of calcite nodules covered with clay coatings indicates alternation of dry and humid climate in the area. The fragmented and deformed clay coatings are the evidences of duration of soil formation processes. Micritic and sparitic calcite were the common carbonates accumulation in the petrocalcic horizon.

Keywords: Paleoclimate, Petrocalcic, Clay coating, Secondary carbonate