

کانی‌شناسی رسی پالئوسول‌های لسی اوایل پلیستوسن و مقایسه آن با خاک‌های لسی مدرن

معصومه نجفی‌نیا^۱، فرهاد خرمالی^۲، فرشاد کیانی^۳، مجتبی بارانی مطلق^۴

به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استاد و دانشیاران علوم خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

چکیده

رسوبات لسی شمال ایران، آرشیوهای ارزشمندی از اطلاعات اقلیمی و محیطی گذشته منطقه می‌باشند. مطالعات سن‌یابی و رسوب‌شناسی گسترده‌ای بر روی لس‌های میانی و اواخر پلیستوسن در دهه‌های گذشته صورت گرفته است، ولی نیاز به مطالعه مقایسه‌ای در مورد رسوبات لسی قدیمی‌تر ضروری می‌باشد. از این رو، این پژوهش با هدف مطالعه کانی‌شناسی رسی پالئوسول‌های لسی اوایل پلیستوسن و مقایسه آن با خاک‌های لسی مدرن در مناطق آق‌بند، یلی‌بدراق و قره‌آغاچ در فلات لسی شرق گلستان انجام شد. یکی از شاخص‌های بررسی تغییر اقلیم گذشته در لس‌ها، کانی‌های رسی است. نتایج کانی‌شناسی نشان داد در خاک‌های لسی اوایل پلیستوسن، وجود رس‌های هوادیده‌ای مانند اسمکتیت در مقادیر بیش‌تر بیانگر شرایط مرطوب‌تر و مساعد هوادیدگی در عصر بین یخچالی است و حضور رس‌های اولیه و بدون تحول مانند ایلیت و کلریت در خاک‌های لسی اواخر پلیستوسن، شرایط سرد و خشک یخچالی را تأیید می‌نماید.

کلمات کلیدی: لس - خاک قدیمی، کانی‌های رسی، آب و هوای گذشته، ایران

مقدمه

از مهم‌ترین کاربردهای خاک استفاده از آن به عنوان پنجره‌ای به شرایط اقلیمی و محیطی گذشته از طریق خاک‌های قدیمی می‌باشد. خاک‌های قدیمی مدفون، در شرایط محیطی گذشته تشکیل شده و تکامل یافته‌اند ولی توسط رسوبات جوان‌تر مانند لس‌ها، رسوبات انتقال یافته یخچالی و رسوبات آبرفتی دفن شده‌اند و به همین دلیل، به راحتی قابل شناسایی هستند (اسچاتزل و همکاران، ۲۰۰۵). رسوبات لسی شمال ایران، منعکس‌کننده چندین چرخه تغییر اقلیم و تکامل سیمای سرزمین برای دوره میانی تا انتهایی کواترنری هستند. تغییر اقلیم در ارتفاعات ایران و مناطق اطراف آن در اواسط و اواخر دوره کواترنری بسیار بحث برانگیز بوده و در گذشته بر اساس دوره‌های بارندگی و بین بارندگی یا یخچالی و بین یخچالی مورد بحث قرار گرفته است (وانگ و همکاران، ۲۰۱۶). کانی‌های رسی به شدت تحت تاثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرند لذا جهت بازسازی و احیاء شرایط اقلیمی دیرینه زمین، کانی‌شناسی توالی‌های لس - پالئوسول خاصی برخوردار است (رتلاک، ۱۹۹۹).

الماسی و همکاران (۲۰۰۴) با بررسی ترکیب کانی‌های رسی و تحول آن‌ها در رسوبات لسی و خاک قدیمی منطقه قپان استان گلستان به این نتایج رسیدند که در خاک‌های قدیمی وجود رس‌های هوادیده‌ای مانند اسمکتیت و کانی‌های حد واسط اسمکتیت - ایلیت بیانگر شرایط مرطوب‌تر و مساعد هوادیدگی در عصر بین یخچالی است. کیانی و همکاران (۲۰۰۶) به منظور بررسی نوع، مقدار و خاستگاه کانی‌های رسی در تناوب لس - خاک قدیمی منطقه پاسنگ استان گلستان دریافتند که ایلیت، کلریت، اسمکتیت، کائولینیت، کوارتز و فلدسپارها از کانی‌های غالب در این خاک‌ها هستند. کوارتز و فلدسپار کانی موجود در سیلت و اسمکتیت در رس ریز و رس درشت وجود دارند. غفارپور و همکاران (۱۳۹۰) با مطالعه کانی‌شناسی بخش رس منطقه آق‌بند استان گلستان بیان کردند که ایلیت در مواد مادری تمامی نمونه‌ها در منطقه غالب می‌باشد. از آنجا که ایلیت قسمت عمده مواد مادری لسی در مناطق مورد مطالعه را تشکیل می‌دهد حضور آنها در خاک عمدتاً منشأ ارثی دارد. کهل و همکاران (۲۰۰۵) سه توالی لس - خاک قدیمی را که حاوی اطلاعاتی در مورد تغییر اقلیم گذشته از حالت سرد و خشک تا گرم و مرطوب است را در طول دوره پلیستوسن میانی و پایانی مورد مطالعه قرار دادند. به طور موضعی توالی‌های لس - خاک قدیمی در شمال ایران، رسوبات قرمز رنگی را که بعنوان لس‌های پلیستوسن پایین شناخته می‌شوند را می‌پوشانند.



هر چند مکانیسم تشکیل این رسوبات قرمز رنگ هنوز به طور کامل شناخته شده نیست. رسوبات قرمز رنگ به احتمال زیاد قدیمی‌تر از رسوبات لسی تشریح شده در مطالعات قبلی هستند. شواهد رسوب‌شناسی نشان می‌دهد که این رسوبات قرمز رنگ گسترده، منشأ بادرفتی دارند. نتایج پالئومغناطیسی نیز نشان می‌دهد که این رسوبات بین ۲/۴-۱/۸ میلیون سال قبل تجمع یافته‌اند. به هر حال، عوارض پدولوژیک و آثار اقلیمی گذشته در این لس‌ها در شمال ایران هنوز به طور کامل مورد بررسی قرار نگرفته است. لذا تحقیق حاضر، درباره شناخت و نحوه تشکیل و تبدیل کانی‌ها و یافتن سایر مشخصات و ویژگی‌های آن‌ها برای درک بهتر از تشکیل و تکوین خاک با توجه به اطلاعات محدود درباره کانی‌شناسی خاک‌های قرمز شمال ایران لازم و ضروری به نظر می‌رسد. بدین منظور، برای مقایسه کانی‌شناسی خاک‌های قدیمی و خاک‌های مدرن سه خاک‌رخ در هر یک از منطقه‌های آق‌بند، یلی‌بدرق و قره‌آغاچ مورد بحث قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در اقلیم گرم و خشک، در فلات لسی شرق گلستان در محدوده جغرافیایی بین جاده گنبد- داشلی- برون از شرق تا کلاله- مراوه تپه از غرب و کوه‌های کپه‌داغ در شمال و گرگان‌رود در جنوب انتخاب شده است. همچنین اطلاعات عمومی خاک‌های لسی مدرن و قدیمی در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱ - اطلاعات عمومی توالی‌های لس - خاک قدیمی مورد مطالعه

منطقه	متوسط بارندگی	میانگین دمای سالانه	رژیم رطوبتی	رژیم حرارتی
آق‌بند (خاک قدیمی)	۳۰۰	۱۷/۵۸	Dry xeric	Termic
آق‌بند (خاک مدرن)	۳۰۰	۱۷/۵۸	Dry xeric	Termic
یلی‌بدرق (خاک قدیمی)	۴۰۰	۱۶	Typic xeric	Termic
یلی‌بدرق (خاک مدرن)	۴۰۰	۱۶	Typic xeric	Termic
قره‌آغاچ (خاک قدیمی)	۳۵۰	۱۷	Dry xeric	Termic
قره‌آغاچ (خاک مدرن)	۳۵۰	۱۷	Dry xeric	Termic

پس از بررسی کامل گزارش‌های خاک‌شناسی، زمین‌شناسی، ژئومورفولوژی، هواشناسی و تفسیر عکس‌های هوایی و همچنین تعیین تیپ اراضی، در هر منطقه ۳ خاک‌رخ قدیمی جهت مطالعه کانی‌شناسی انتخاب شد. برای مقایسه تغییرات پیدایشی و پدولوژیکی خاک‌ها در گذشته با شرایط موجود اقلیمی، تعداد ۳ خاک‌رخ مدرن (خاک‌هایی که در شرایط کنونی محیطی تشکیل شده‌اند) نیز در همان مناطق با مواد مادری لسی حفر و به صورت مشابه با خاک‌های قدیمی تشریح و نمونه

برداری گردید. برای از بین بردن عوامل شیمیایی سیمان کننده و جداسازی ذرات رس از یکدیگر از روش کیتریک و هوپ (۱۹۶۳) استفاده شد. برای هر نمونه چهار تیمار شامل اشباع با منیزیم، اشباع با منیزیم و اتیلن گلیکول و اشباع با پتاسیم در دمای معمولی و ۵۵۰ درجه سانتیگراد، تهیه و توسط دستگاه اشعه ایکس (XRD) مدل D8 ADVANCE مورد مطالعه قرار گرفت.

نتایج و بحث

نتایج کانی‌شناسی مناطق مورد مطالعه در جدول ۲ نشان داده شده است. کانی‌شناسی بخش رس نشان می‌دهد ایلیت کانی غالب، در نمونه‌های خاک قدیمی و نمونه‌های خاک مدرن در هر سه منطقه می‌باشد. از آنجا که ایلیت قسمت عمده مواد مادری لسی در مناطق مورد مطالعه را تشکیل می‌دهد، حضور آن‌ها در خاک عمدتاً منشأ ارثی دارد. مطالعات کانی‌شناسی رسوبات لسی در دیگر مناطق استان گلستان (خرمالی و کهل، ۲۰۱۱) نیز نشان می‌دهد که ایلیت کانی اصلی در این رسوبات می‌باشد. کلریت در تمام نمونه‌ها تشخیص داده شد. ایلیت و کلریت دو کانی غالب مشاهده شده در مناطق گرم و خشک که تشکیل خاک با سرعت کمتری انجام می‌شود، می‌باشند (فانینگ و همکاران، ۱۹۸۹؛ ویلسون، ۱۹۹۹) لذا حضور آن‌ها در خاک عمدتاً به دلیل حضورشان در مواد مادری است. مقدار کلریت در خاک‌های مدرن هر سه منطقه در مقایسه با خاک‌های قدیمی همان منطقه، افزایش پیدا کرده است. این امر به دلیل تغییر شرایط اقلیمی و هوازدگی این کانی در خاک‌های قدیمی می‌باشد. الماسی و همکاران (۱۳۸۴) کلریت را در بادرفتها تشخیص داده و یک روند کاهشی در اثر هوازدگی برای آن متصور هستند. بجز خاک قدیمی قره‌آغاچ، در سایر مناطق مقدار کائولینیت خاک‌های مدرن اندکی بیشتر از خاک قدیمی است.

جدول ۲ - آنالیز نیمه کمی کانی‌های رسی در خاک‌های مورد مطالعه

منطقه	افق	عمق	کلریت	ایلیت	اسمکتیت	ورمی کولیت	کائولینیت
Calcic Haploxeralf (Calcic Luvisol)							
خاک قدیمی	Ay	۰-۱۰	++	++++	++	-	+
آق‌بند	Btkyg	۳۰-۶۵	+	++++	+++	+	+
Typic Xerorthent (Calcaric Reglosol)							
خاک مدرن	A	۰-۱۰	+++	++++	+	-	++
آق‌بند	C	۱۰>	+++	++++	+	-	+
Calcic Haploxeralf (Calcic Luvisol)							
خاک قدیمی یلی -	AB	۱۵-۳۵	+	+++	+++	-	+
بدراق	Btk ₁	۳۵-۱۱۰	+	+++	++++	-	+
Typic Haploxerept (Calcaric Cambisol)							
خاک مدرن	A	۱۰-۳۵	++	+++	+	+	++
یلی بدراق	C	۳۵ به پایین	++	+++	++	-	+
Calcic Haploxeralf (Calcic Luvisol)							
خاک قدیمی قره‌آغاچ	A	۰-۱۴	++	+++	+++	+	++
	Btkg ₂	۴۰-۱۳۰	++	+++	+++	-	+
Typic Xerorthent (Calcaric Reglosol)							
خاک مدرن قره‌آغاچ	A		++	+++	-	-	+

-: ندارد، +: کتر از ۱۰ درصد، ++: ۱۰-۲۵ درصد، +++: ۲۵-۵۰ درصد، ++++: بیشتر از ۵۰ درصد.

کائولینیت هم مانند ایلیت منشا ارثی دارد. زیرا، تشکیل کائولینیت به صورت خاکساز نیازمند شرایط اسیدی، فعالیت سیلیس کم و اندک بودن کاتیون‌های قلیایی است. نبود این شرایط در منطقه مورد مطالعه نیز تأییدی بر منشا توارثی کائولینیت در این خاک‌ها می‌باشد که با مطالعات کاویانی و همکاران (۱۳۹۳) مطابقت دارد. اسمکتیت با مقادیر کم در افق‌های خاک‌های مدرن هر سه منطقه مشاهده شد. میزان اسمکتیت به طور چشمگیری در افق‌های Bt خاک‌های قدیمی افزایش یافته است. این امر می‌تواند به دلیل تغییر در شرایط اقلیم کنونی نسبت به گذشته باشد. مطالعه شاخص میکرومورفولوژی تکامل خاک که توسط طاهری و همکاران (۲۰۱۶) صورت گرفت، نشان می‌دهد که، خاک‌های قدیمی لسی قرمز رنگ، در محیطی با متوسط بارندگی سالانه ۶۵۰-۴۵۰ میلی‌متر بوجود آمده‌اند که نشان‌دهنده اقلیم مرطوب‌تر زمان تشکیل آن‌ها نسبت به لس‌های اواخر پلیستوسن و خاک‌های مدرن می‌باشد. بنابراین حضور اسمکتیت در خاک‌های قدیمی را نمی‌توان به شرایط کنونی حال حاضر منطقه نسبت داد. وجود این کانی در خاک‌های قدیمی می‌تواند در شرایط اقلیمی مرطوب گذشته و ناشی از هوازگی کانی کلریت باشد. با توجه به پیشرفت هوازگی در خاک قدیمی، منشأ پدوژنیک را می‌توان در کانی اسمکتیت انتظار داشت. الماسی و همکاران (۱۳۸۴) تشکیل اسمکتیت را در لس‌ها تأیید کرده‌اند. به عقیده آن‌ها هوازگی و اکسایش کلریت و تخریب فلدسپارها نقش مهمی در تشکیل اسمکتیت دارد.

منابع

الماسی، ع. ۱۳۸۴. شناسایی کانی‌های رسی موجود در رسوبات لسی و پارینه خاک‌های منطقه قپان استان گلستان و بررسی چگونگی تشکیل آنها، پایان نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
غفارپور، ا. خرمالی، ف. کریمی، ع. ایوبی، ش. ۱۳۹۰. مطالعه کانی‌های رسی در توالی‌های لس- خاک قدیمی مبارک آباد و آق بند استان گلستان به منظور مقایسه شدت هواپدیدی خاک‌های مدرن و قدیمی. دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران.
کاویانی، ن. خرمالی، ف. مسیح آبادی، ح. تازیکه، ح. ۱۳۹۳. تغییرات کانی‌شناسی و میکرومورفولوژی در کاربری‌های طبیعی و زراعی در یک ردیف اقلیمی در خاک‌های لسی استان گلستان. نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک جلد بیست و یکم، شماره دوم، صفحه‌های ۳۱ تا ۵۸.

- Almasi A., Pashaei A., Jalalian A. and Ayoubi S. 2004. Investigation on composition and evolution of minerals in the loess deposits and plaeosols of Ghapanarea, Golestan Province, Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 3: 10-20. (In Persian).
- Fanning D.S., Keramidas V.S., El-Desoky M.A. 1989. Micas. In: Dixon, J.B., Weed, S.B. (Eds.), Minerals in Soil Environments, 2nd ed., Soil Science Society of America.
- Kehl M., Sarvati R., Ahmadi H., Frechen M., Skowronek A. 2005. Loess paleosol-sequences along a climatic gradient in Northern Iran. Quaternary Science Journal, 55: 151-175.
- Kiani F., Jalalian A., Pashaei A., and Khademi H. 2006. Clay minerals in soil-loess sequences in pasang area, Golestan province. Iran. J. Crystallography and Mineralogy, 2: 395-412.
- Kittrick J.A., and Hope E.W. 1963. A procedure for particle size separation of soils for X-ray diffraction analysis. Soil Science. 96: 312-325.
- Khormali F., 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.
- Retallack G.J., 1999. Soils of the Past. An Introduction to Paleopedology. Unwin Hyman. Boston, 520p.
- Schaetzl R.J., and Anderson S. 2005. Soils: Genesis and Geomorphology. Cambridge University Press, 833p.
- Taheri M., Khormali F., Wang X., Amini A., Wei H., Kehl M., Frechen M., Chen F. 2016. Micromorphology of the lower Pleistocene loess in the Iranian Loess Plateau and its paleoclimatic implications. Quaternary International xxx (2016), 1-10.
- Wang X., Wei H., Khormali F., Taheri M., Kehl M., Frechen M., Lauer M., Chen M. 2016. Grain-size distribution of Pleistocene loess deposits in northern Iran and its palaeoclimatic implications. Quaternary International. In Press. Quaternary International xxx (2016), 1-11.
- Wilson M.J., 1999. The origin and formation of clay minerals in soils: past, present and 642 future perspectives. Clay Minerals, 34: 7-25.



Comparison of the clay mineralogy of the early Pleistocene Paleosols with modern loess-derived soils

M. Najafinia¹, F. Khormali², F. Kiani³ and M. Baranimotlagh⁴
¹M.Sc. Student, ²Professor and, ^{3,4}Associate Professors, Dept. of Soil Science,
Agricultural Sciences and Natural Resources University of Gorgan

Abstract

The loess deposits in Northern Iran are a valuable archive of regional paleoclimatic and paleoenvironmental information. Extensive sedimentological and chronological studies have been carried out on the middle to upper Pleistocene loess during the past decades, but it is necessary to do a comparable research on the older loess deposits. So, this study aimed to conduct a mineralogical investigation on the early Pleistocene loess and to compare it with modern loess soils in Agh-Band, Yelli-Badrag and Qareh-Agach in loess plateau of Eastern Golestan. Clay mineralogy is a good indicator for past climate change studies in loess. The results of clay mineralogical study showed that the presence of weatherable mineral such as smectite in large quantities in early Pleistocene loess suggest a moister and more favorable weathering conditions in interglacial period. On the other hand, the dominance of less weathered minerals such as illite and chlorite in the late Pleistocene modern loess soils is correlated with the present dry climatic conditions.

Keywords: Loess-paleosol, Clay mineral, Paleoclimate, Iran