

## مطالعه کانی‌شناسی رسی خاک‌های واقع بر سطوح مختلف ژئومرفیک در منطقه جبالبارز - جیرفت

ناصر برومند<sup>۱</sup> - صالح سنجری<sup>۲\*</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۱/۲۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۶/۰۸

### چکیده

ارتباط نزدیک و متقابلی بین موقعیت ژئومرفیک و نحوه‌ی تشکیل و تکامل خاک وجود دارد که مطالعات کانی‌شناسی به‌عنوان یکی از مهمترین ویژگی‌های خاک نسبت به توپوگرافی تغییر می‌کند. این پژوهش با هدف بررسی کانی‌شناسی رسی خاک‌های منطقه جبالبارز - جیرفت در سطوح مختلف ژئومرفیک صورت پذیرفت. اشکال اراضی تپه، پدیمت سنگی، پدیمت پوشیده و دشت آبرفتی دامنه‌ای در منطقه شناسایی گردیدند و شکل اراضی تپه بر اساس میزان پایداری، به سطوح ژئومرفیک مختلف تقسیم گردید. کانی‌های رسی ایلیت، اسمکتیت، کلریت و کائولینیت با استفاده از پراش سنخ پرتوی X (XRD) شناسایی شدند. کانی اسمکتیت کانی غالب در خاک‌های سطوح ژئومرفیک پایدار تپه و پدیمت پوشیده بود که به دلیل داشتن سطح پایدار و رطوبت بیشتر در زمان گذشته و حال، این کانی از تغییر شکل کانی ایلیت و کلریت تشکیل شده است. همچنین کانی کلریت در سطح پایدار پدیمت پوشیده مشاهده نشد که با توجه به افزایش مقدار نسبی کانی اسمکتیت در این سطح، نشان از تغییر شکل کانی کلریت به کانی اسمکتیت است. وجود کانی‌های کلریت، ایلیت مربوط به مواد مادری منطقه می‌باشد که البته بررسی ماده مادری منطقه مورد مطالعه این نکته را ثابت کرد. از طرفی منشأ کانی کائولینیت در اقلیم خشک این منطقه خاکساز نبوده و با توجه به مشاهده آن در مواد مادری، دارای منشأ توارثی می‌باشد. نتایج تحقیق، نمایان‌گر نقش مهم ژئومرفولوژی در کانی‌شناسی رسی خاک‌های منطقه‌ی مطالعاتی می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** اسمکتیت، پراش سنخ پرتوی X، ژئومرفولوژی، منشأ توارثی

### مقدمه

که بار الکتریکی اسمکتیت‌ها رابطه معکوسی با درجه هوازدگی دارد. اولیایی (۳۰) در مطالعه کانی‌های رسی خاک‌های منطقه سردسیری استان کهگیلویه و بویراحمد، کانی‌های رسی اسمکتیت، ایلیت، کلریت، ورمیکولیت و کائولینیت را به ترتیب به عنوان کانی‌های رسی غالب این خاک‌ها معرفی و بیان نمود که کانی‌های ایلیت، کلریت و کائولینیت منشأ توارثی و یا بادرفتی داشته در حالی که کانی ورمی کولیت دارای منشأ خاکساز و اسمکتیت دارای هر دو منشأ خاکساز و توارثی است. هر چند کانی پالیگورسکیت در سنگ مادر خاک‌های این منطقه شناسایی گردید، ولی به دلیل حساسیت بالای این کانی به هوازدگی، اثری از آن در این خاک‌ها یافت نشد. خاک، به موقعیت ژئومرفیک بسیار وابسته می‌باشد و اگر در بررسی‌های تشکیل و طبقه‌بندی زمین‌نما<sup>۳</sup> مفاهیم ژئومرفولوژی لحاظ شود، فرآیندهای تشکیل خاک بهتر درک می‌شوند (۱۳). رابطه‌ی خاک و ژئومرفولوژی در مناطق خشک و نیمه‌خشک، مورد توجه

شناخت درست و دقیق کانی‌های موجود در خاک، به ویژه در بخش رس، از جایگاه بسیار مهمی در زمینه‌ی فعالیت‌های کشاورزی و زیست محیطی برخوردار است. کانی‌ها به‌عنوان شاخص هوازدگی خاک قلمداد می‌شوند (۶). وجود کانی‌های خاص می‌تواند کلیدی برای تفسیر چگونگی تشکیل و تحول خاک باشد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی کانی‌های خاک در برنامه‌ریزی‌های مختلفی هم‌چون کشاورزی، ساخت و ساز و پایداری ساختمان‌ها، جاده‌ها، فرودگاه‌ها و آلودگی آب و خاک دارای اهمیت خاصی می‌باشند (۸). کانی‌های رسی دارای سه منشأ، به ارث رسیده، تغییر شکل یافته و پدوژنیک می‌باشند (۷). رید و همکاران (۳۱) کانی‌شناسی اسمکتیت‌ها و خصوصیات بار الکتریکی آن‌ها را در مناطق خشک مطالعه کردند. نتایج آنان نشان داد

۱- استادیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

۲- مربی گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت

(Email: sanjari@ujiroft.ac.ir

\*) نویسنده مسئول:

موقعیت ژئومرفیک به‌عنوان یکی از عوامل مؤثر بر فرآیندهای خاک‌ساز، می‌تواند نوع رس‌های خاک را تحت تأثیر قرار دهد. لذا، لازم است ارتباط بین این عامل با نوع رس‌های خاک بررسی شود تا زمینه توسعه کشاورزی پایدار فراهم شود. با توجه به اطلاعات محدودی که در مورد کانی‌شناسی رسی خاک‌های منطقه‌ی جبالبارز-جیرفت موجود است، این پژوهش صورت پذیرفت.

### مواد و روش‌ها

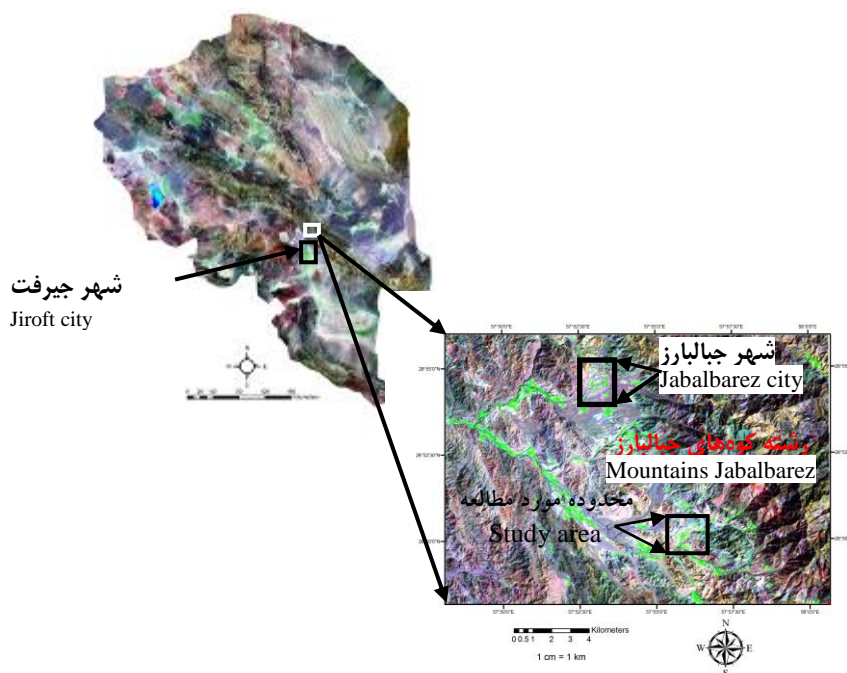
منطقه مورد مطالعه در بین رشته کوه‌های جبالبارز (حوزه دومار) و در منطقه بیلاقی و در فاصله ۳۵ کیلومتری شمال شرقی جیرفت واقع شده است. علت نام‌گذاری این منطقه ارتفاعات است که جبال به معنی کوه و بارز به معنای بلندی (کوه‌های بلند) می‌باشد. این رشته کوه‌ها ادامه رشته کوه‌های زاگرس می‌باشند. منطقه مورد مطالعه با مساحتی بالغ بر ۱۷۹۸ هکتار و در بین طول‌های جغرافیایی  $57^{\circ} 55'$  تا  $57^{\circ} 59'$  شرقی و عرض‌های جغرافیایی  $28^{\circ} 49'$  تا  $28^{\circ} 52'$  شمالی واقع شده است. حداقل ارتفاع این منطقه ۲۰۰۸ متر و حداکثر ارتفاع ۳۴۸۳ متر از سطح دریا می‌باشد. پوشش گیاهی غالب منطقه، بادام کوهی، بنه، گون و آویشن می‌باشد. رژیم‌های رطوبتی و حرارتی خاک‌ها در منطقه مورد مطالعه، به‌ترتیب، اریدیک و مزیک می‌باشد (۱). شکل (۱) موقعیت منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

### مطالعات صحرایی

ابتدا با استفاده از تصاویر Google earths و نقشه زمین‌شناسی منطقه مطالعاتی به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰، سطوح ژئومورفولوژی منطقه شناسایی شد. در این منطقه چهار کاربری اصلی مرتع، جنگل پراکنده و کشت‌های باغی و زراعی مشاهده گردید. منطقه‌ی مورد مطالعه، دارای چهار شکل اراضی تپه، پدیمت سنگی، پدیمت پوشیده، دشت آبرفتی دامنه‌ای می‌باشد. شکل اراضی تپه شامل دو سطح ژئومرفیک پایدار و ناپایدار می‌باشد. سطح پایدار و ناپایدار در این شکل اراضی با توجه به تکامل خاکرخ تقسیم‌بندی شدند. پس از حفر تعداد ۱۵ خاکرخ در سطوح ژئومورفولوژی مختلف مذکور، برای هر سطح، یک خاکرخ شاهد (در مجموع، ۶ خاکرخ شاهد) انتخاب شد و با استفاده از راهنمای سرویس حفاظت منابع طبیعی آمریکا (۳۴) تفسیر و نمونه‌برداری شد.

از نظر زمین‌شناسی، منطقه شامل مخروط افکنه‌های جوان وابسته به کواترنری است. گرانودیوریت، گدازه‌های اندزیت، بازالت و ریولیتی به همراه ماسه سنگ، کنگلومرا، سنگ‌های آذر آواری با ترکیب ریولیتی، داسیت و توف ریولیتی سبز و توده‌ای وابسته به الیگوسن و ائوسن و نیز نهشته‌های آواری به همراه نومولیت‌های ائوسن میانی در منطقه دیده می‌شوند (۱۵).

سیاری از محققین قرار گرفته است (۱۱، ۱۹، ۲۶ و ۳۲). زارعیان (۳۸) در مطالعه خاک‌های منطقه بیضا در استان فارس نشان داد که خاک‌ها از نظر کانی‌های رسی کم و بیش مشابه و شامل؛ ایلیت، کلریت، اسمکتیت و ورمی‌کولیت است؛ اما مقدار نسبی این کانی‌ها تابع شرایط پستی و بلندی می‌باشد، به‌طوری که در مناطق مرتفع ایلیت و در مناطق پست اسمکتیت غالب بود. خرمالی و ابطحی (۲۳) وجود کانی‌های ایلیت، کلریت و کائولینیت را در خاک‌های مناطق خشک استان فارس گزارش کردند و منشأ توارثی را عامل اصلی وجود این کانی‌ها در خاک دانستند. بر اساس این یافته‌ها، وجود کانی‌های رسی در رسوبات مختلف جنوب ایران، اشاره به منشأ توارثی (آواری) کائولینیت، اسمکتیت و ایلیت دارد. فرپور و ایران‌نژاد (۱۲) در مطالعه خاک‌های مخروط‌افکنه گیودری رفسنجان بیان کردند که کانی‌های غالب رسی در اکثر خاک‌ها، اسمکتیت، ایلیت، پالیگورسکیت و کائولینیت می‌باشند که این کانی‌ها، دارای منشأ توارثی هستند. معاذالهی و فرپور (۲۶) نیز در حین مطالعه خاک‌های یک ردیف پستی و بلندی که در منطقه جنوب غرب کرمان (کرمان تا بافت) صورت پذیرفت، کانی‌های کلریت، ایلیت، پالیگورسکیت، اسمکتیت، کانی‌های مخلوط و کائولینیت را جزء کانی‌های رسی غالب در خاک‌های مورد مطالعه گزارش کردند. نتایج تحقیق نشان داد که به دلیل عدم وجود شرایط لازم برای تشکیل کائولینیت، این کانی به ارث رسیده از مواد مادری بوده است. از طرفی بیان کردند کانی پالیگورسکیت دارای دو منشأ خاکساز و به ارث رسیده از مواد مادری است. هم‌چنین حضور مقادیر فراوانی از ایلیت و کلریت در جزء رس خاک‌ها منشأ موروثی دارد. سنجری و همکاران (۳۲) در مطالعه کانی‌شناسی رسی خاک‌های منطقه جیرفت، وجود کانی‌های کلریت، ایلیت، پالیگورسکیت، اسمکتیت و کائولینیت را گزارش کردند. آن‌ها بیان کردند که به‌طرف دشت آبرفتی، به‌علت بالا بودن سطح آب زیرزمینی، از پایداری پالیگورسکیت کاسته می‌شود و اسمکتیت، کانی غالب خاک می‌باشد. منشأ کانی پالیگورسکیت در اشکال اراضی پدیمت پوشیده قدیمی، حدواسط و دشت آبرفتی، به‌ترتیب، موروثی، پدوژنیک و آواری می‌باشد. هم‌چنین بیان کردند که به‌دلیل عدم وجود شرایط لازم برای تشکیل کائولینیت، این کانی به ارث رسیده از مواد مادری است. کانی‌های ایلیت و کلریت در خاک‌های منطقه، منشأ موروثی دارند. برومند و سنجری (۳) در مطالعه کانی‌شناسی رسی خاک‌های منطقه‌ی جیرفت، کانی‌های کلریت، ایلیت، ورمی‌کولیت، اسمکتیت و کانی‌های مختلط را شناسایی کردند و علاوه بر آن کانی‌های سپیولیت، فلدسپار، پالی‌گورسکیت و کوارتز نیز گزارش کردند. آنان بیان کردند کانی‌های ایلیت و کلریت منشأ موروثی دارند. هم‌چنین بیان کردند که دلیل افزایش تبخیر و نیز افزایش شوری و تشکیل رسوبات تبخیری (مانند گچ و نمک)، می‌تواند محیطی مناسب برای تشکیل کانی فیبری پالیگورسکیت باشد.



شکل ۱- موقعیت منطقه‌ی مطالعاتی در استان کرمان  
Figure 1- Location of the study area in Kerman province

استفاده از رزین سه‌جزئی وستاپول (Vestapool) و تحت مکش، تلقیح و در شرایط هوای آزاد سخت و خشک شدند. در نهایت تفسیر مقاطع نازک تهیه‌شده، توسط میکروسکوپ پلاریزان مدل BK-POL در دو حالت نور پلاریزه‌ی صفحه‌ای (PPL) و متقاطع (XPL) بر اساس راهنمای استوپس (۳۷) صورت پذیرفت و از قسمت‌های مورد نظر عکس برداری گردید.

## نتایج و بحث

### خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها

جدول ۱، برخی خصوصیات مورفولوژیکی، فیزیکی و شیمیایی خاک‌های شاهد را نشان می‌دهد. هدایت الکتریکی تمام خاک‌های منطقه کم است و از حدود ۰/۲۸ تا ۰/۵۴ دسی‌زیمنس بر متر تغییر می‌کند (جدول ۱). واکنش خمیر اشباع خاک (pHe) در تمام خاک‌ها همواره بالاتر از ۷ و از ۷/۱۹ تا ۷/۶۸ متغیر است (جدول ۱). هدایت الکتریکی پایین و pH نسبتاً بازی این خاک‌ها را می‌توان به دلیل درشتی بافت و قرار داشتن روی بخش‌های مرتفع و آبشویی زیاد از یک سو و عدم وجود سازندهای تبخیری در این منطقه که خود جزئی از ایران مرکزی است (۳۲)، از سوی دیگر مرتبط دانست. با توجه به ذرات تشکیل دهنده خاک مخصوصاً رس و کلاس‌های بافتی افق‌ها

### مطالعات آزمایشگاهی

نمونه‌ها در آزمایشگاه خاک‌شناسی دانشگاه جیرفت، هواخشک و از الک دو میلی‌متری عبور داده شدند. برای تعیین بافت خاک از روش هیدرومتری (۴) استفاده گردید. برای اندازه‌گیری پهاش خمیر اشباع و قابلیت هدایت الکتریکی عصاره‌ی اشباع خاک به ترتیب از دستگاه پهاش‌سنج و هدایت‌سنج الکتریکی مدل ملتی‌لاین پی ۴ استفاده شد. با قرار دادن خاک اشباع در حرارت ۱۰۵ درجه‌ی سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴ ساعت، درصد وزنی رطوبت اشباع (SP) مشخص گردید. اندازه‌گیری کربنات کلسیم معادل به روش تیتراسیون برگشتی (۲۷) انجام شد. از طرفی ماده آلی به روش اکسایش تر (۲۸) اندازه‌گیری شد.

برای تعیین نوع کانی‌های رسی در خاک از روش جکسون (۱۶) و کیتریک و هوپ (۲۵) برای حذف مواد سیمانی و جدا نمودن بخش رس استفاده گردید، و چهار تیمار مختلف شامل اشباع با منیزیم، اشباع با پتاسیم، اشباع با منیزیم و تیمار اتیلن‌گلیکول، اشباع با پتاسیم و تیمار حرارت ۵۵۰ درجه‌ی سانتی‌گراد بر روی هر یک از نمونه‌ها اعمال گردید. نمونه‌ها پس از آماده‌سازی به‌وسیله‌ی دستگاه پراش پرتو ایکس مدل بروکر D8 در ولتاژ ۴۰ کیلوولت و آمپراژ ۳۰ میلی‌آمپر بررسی گردیدند.

برای مطالعات میکرومورفولوژی نیز کلوخه‌های دست‌نخورده با

می‌باشد (جدول ۱).

خاکرخ چهارم در سطح پدیمت پوشیده در ارتفاع ۲۲۱۵ متری از سطح دریا قرار دارد. از آن جایی که امکان تشکیل افق آرچیلیک در اقلیم خشک زمان حال وجود ندارد، لذا وجود افق آرچیلیک در این شکل اراضی، نشان‌دهنده‌ی رطوبت قابل دسترس مربوط به دوران گذشته می‌باشد. این خاک بر اساس سیستم رده‌بندی آمریکایی (۳۵)، تیپیک کلسی آرچیدز طبقه‌بندی شد.

خاکرخ پنجم و ششم در شکل اراضی دشت دامنه‌ای که به ترتیب در ارتفاعات ۲۰۳۸ و ۲۰۷۷ متری از سطح دریا قرار دارند. در بررسی درصد نسبی ذرات خاک این شکل اراضی، افزایش درصد رس در زیر افق A، به همراه سایر خصوصیات مورد نیاز از جمله مشاهده پوشش‌های رس (شکل ۲-ج و د)، مؤید تشکیل افق آرچیلیک (Bt) می‌باشد (جدول ۱). به نظر می‌رسد که در دوران گذشته، به دلیل وجود رطوبت فراوان‌تر، افق آرچیلیک در این شکل اراضی تشکیل گردیده است. خاکرخ‌های پنجم و ششم، بر اساس سیستم رده‌بندی آمریکایی (۳۵)، به صورت تیپیک هپل آرچیدز طبقه‌بندی گردیدند (جدول ۱).

#### میکرومورفولوژی خاک

در مطالعه میکرومورفولوژی افق Bt خاکرخ‌های ۴، ۵ و ۶ خاک‌های این منطقه، پدوفیچر پوشش رس مشاهده گردید (شکل ۲). با توجه به شرایط آب و هوایی کنونی منطقه امکان شستشوی رس وجود ندارد بنابراین، می‌توان تا حدودی به آب و هوای مرطوب گذشته پی برد (۸). وجود اقلیم مرطوب‌تر گذشته، برای رفسنجان (۱۱) و نیز جیرفت (۳۲) در استان کرمان توسط محققین دیگر نیز گزارش گردیده است. از سوی دیگر، خادمی و مرموت (۲۲) افق‌های تجمعی شست‌شو یافته‌ی رسی را در منطقه‌ی اصفهان گزارش کردند و تشکیل این افق‌ها را به اقلیم مرطوب‌تر گذشته (احتمالاً پلیستوسن) ربط داده‌اند.

از طرفی، مشاهده‌ی نادل‌های اکسید آهن (شکل ۲-د) که به فاصله‌ی کمی از حفرات قرار دارد می‌تواند نشان‌گر این باشد که در فضای درون خاکدانه‌ها، شرایط احیایی و در بیرون از آن، شرایط اکسیدی حاکم بوده است؛ بنابراین، آهن در اثر شرایط احیاء درونی به شکل محلول در آمده و در برخورد با شرایط اکسیدی خلل و فرج، به صورت اکسیدی رسوب نموده است. در اثر این شرایط به‌صورت نادل، رسوب و تجمع کرده است. شواهد بالا نشان می‌دهند که خاک‌های این سطح، به‌طور متناوب در زمان‌هایی از سال با آب اشباع بوده‌اند و سپس حالت غیراشباع داشته‌اند (۱۴ و ۳۲). در نتیجه، با توجه به شرایط خشک حاکم بر منطقه در زمان حال، می‌توان به وجود اقلیم مرطوب‌تر در گذشته و بنابراین تغییر اقلیم در طی زمان پی برد.

در لندفرم‌های مختلف می‌توان تفاوت‌های تکاملی را بررسی کرد. با توجه به درصد رس و عمق بیشتر سولوم در خاکرخ لندفرم‌های پدیمت پوشیده، دشت دامنه‌ای و سطح پایدار تپه نسبت به لندفرم پدیمت سنگی و سطح ژئومرفیک ناپایدار تپه می‌توان به جوان‌تر بودن خاک‌های موجود در پدیمت سنگی و سطح ژئومرفیک ناپایدار تپه پی برد. از طرفی وجود افق‌های زیر سطحی کمبیک و آرچیلیک خود دلیلی بر تکامل بیشتر خاک‌های واقع بر سطوح پدیمت پوشیده، دشت دامنه‌ای و سطح ژئومرفیک پایدار تپه نسبت به پدیمت سنگی و سطح ژئومرفیک ناپایدار تپه می‌باشد. از طرفی، بررسی ماده آلی خاک در مدیریت و توسعه کشاورزی پایدار بسیار حائز اهمیت است. خاک‌های مورد بررسی از نظر کربن آلی فقیر بوده و میزان تغییرات کربن آلی بین ۰/۳۱ تا ۱/۹۵ درصد می‌باشد. مقدار کربن آلی از سطح به عمق کاهش می‌یابد که می‌تواند به دلیل وجود بقایای گیاهی و ریشه در افق‌های سطحی و حضور کربن آلی بیشتر در آن‌ها باشد (۱۷).

خاکرخ اول (با ارتفاع ۲۲۲۳ متری از سطح دریا) بر روی سطح پدیمت سنگی قرار دارد. خاک‌های واقع بر روی این سطح، فاقد تکامل و تنوع خاکزایی هستند. تنها تکامل آن مربوط به تشکیل افق سطحی A یا اپی‌پدون اکریک است. سنگ بستر در این خاکرخ در عمق ۷۵ سانتی‌متری از سطح زمین قرار دارد. با توجه به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها و تشریح صحرایی آن‌ها، بر اساس سیستم رده‌بندی آمریکایی (۳۵) به‌صورت تیپیک توری سامنتز طبقه‌بندی گردید (جدول ۱).

شکل اراضی تپه، شامل دو سطح ژئومرفیک ناپایدار (خاکرخ دوم و پایدار (خاکرخ سوم) می‌باشند، که به ترتیب در ارتفاعات ۲۲۱۷ و ۲۱۰۸ متری از سطح دریا قرار دارند. خاکرخ دوم فاقد تکامل و تنوع خاکزایی می‌باشد و بر اساس سیستم رده‌بندی آمریکایی (۳۵)، تیپیک توری سامنتز طبقه‌بندی می‌شود (جدول ۱). از سوی دیگر، با بررسی درصد نسبی ذرات خاک خاکرخ سوم، افزایش درصد رس در زیر افق A از ۱۹/۶ درصد به ۲۹/۳ درصد را نشان می‌دهد که به همراه سایر خصوصیات مورد نیاز، مؤید تشکیل افق آرچیلیک (Btk) می‌باشد (جدول ۱). از آن جایی که امکان تشکیل افق آرچیلیک در اقلیم خشک زمان حال وجود ندارد؛ بنابراین، حضور افق مزبور در این شکل اراضی، نشان‌دهنده‌ی وجود رطوبت قابل دسترس مناسب در دوران گذشته می‌باشد (۳۲) و در نتیجه، خاک موجود در سطح پایدار تپه، یک خاک قدیمی محسوب می‌گردد. در این خاک شواهد مرفولوژیکی از نظر تجمع آهک ثانویه به صورت نادل ملاحظه شد. به‌طور کلی، وجود افق‌های مشخصه‌ی کمبیک، کلسیک و آرچیلیک در این خاکرخ، حاکی از تکامل و تنوع خاکزایی آن می‌باشد. رده‌بندی این خاک بر اساس سیستم رده‌بندی آمریکایی (۳۵)، تیپیک هپل آرچیدز

جدول ۱- برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های شاهد

Table 1- Some physical and chemical properties of representative pedons

| افق<br>Horizon                                                                       | عمق<br>Depth<br>(cm) | توزیع اندازه ذرات<br>Particle size<br>distribution                         |                     |                   | CF<br>(%) | رطوبت<br>اشباع<br>(%) SP | pHe  | ECe<br>(dSm-1) | CCE<br>(%) | کربن آلی<br>OC<br>(%) |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|-----------|--------------------------|------|----------------|------------|-----------------------|
|                                                                                      |                      | رس<br>Clay<br>(%)                                                          | سیلت<br>Silt<br>(%) | شن<br>Sand<br>(%) |           |                          |      |                |            |                       |
|                                                                                      |                      | سطح پدیمت سنگی: خاکرخ اول، (Rock pediment: profile 1) Typic Torripsamments |                     |                   |           |                          |      |                |            |                       |
| A                                                                                    | 0-30                 | 4.6                                                                        | 2.0                 | 93.4              | 40        | 29.9                     | 7.53 | 0.34           | 6.8        | 0.47                  |
| C1                                                                                   | 30-45                | 3.6                                                                        | 1.0                 | 95.4              | 53        | 29.5                     | 7.64 | 0.28           | 6.4        | 0.39                  |
| C2                                                                                   | 45-75                | 4.6                                                                        | 1.0                 | 94.7              | 62        | 27.7                     | 7.24 | 0.32           | 6.3        | 0.63                  |
| R                                                                                    | +75                  | -                                                                          | -                   | -                 | -         | -                        | -    | -              | -          | -                     |
| سطح ناپایدار تپه: خاکرخ دوم، (Surface unstable hill: profile 2) Typic Torripsamments |                      |                                                                            |                     |                   |           |                          |      |                |            |                       |
| A                                                                                    | 0-20                 | 6.6                                                                        | 2.0                 | 91.4              | 48.5      | 31.8                     | 7.35 | 0.41           | 5.6        | 0.54                  |
| C1                                                                                   | 20-50                | 7.6                                                                        | 2.0                 | 90.4              | 47.7      | 27.3                     | 7.48 | 0.37           | 4.0        | 0.63                  |
| C2                                                                                   | 50-95                | 7.0                                                                        | 3.0                 | 90.0              | 67        | 30.5                     | 7.55 | 0.34           | 3.8        | 0.63                  |
| R                                                                                    | +95                  | -                                                                          | -                   | -                 | -         | -                        | -    | -              | -          | -                     |
| سطح پایدار تپه: خاکرخ سوم، (Surface stable hill: profile 3) Typic Calciargids        |                      |                                                                            |                     |                   |           |                          |      |                |            |                       |
| A                                                                                    | 0-25                 | 19.6                                                                       | 30.0                | 50.4              | 42        | 42.6                     | 7.42 | 0.54           | 17.4       | 1.95                  |
| Bw                                                                                   | 25-65                | 21.3                                                                       | 38.0                | 40.7              | 29        | 40.6                     | 7.62 | 0.53           | 14.1       | 0.63                  |
| Btk                                                                                  | 65-120               | 29.3                                                                       | 32.0                | 38.7              | 50        | 45.1                     | 7.68 | 0.51           | 22.0       | 0.39                  |
| سطح پدیمت پوشیده: خاکرخ چهارم، (Mantled pediment: profile 4) Typic Haplargids        |                      |                                                                            |                     |                   |           |                          |      |                |            |                       |
| A                                                                                    | 0-30                 | 12.0                                                                       | 15.3                | 72.7              | 32        | 32.0                     | 7.43 | 0.53           | 9.6        | 0.93                  |
| Bt                                                                                   | 30-60                | 16.0                                                                       | 19.3                | 64.7              | 20        | 31.6                     | 7.37 | 0.49           | 9.8        | 0.63                  |
| Bw                                                                                   | 60-115               | 12.0                                                                       | 13.3                | 74.7              | 47        | 24.8                     | 7.22 | 0.36           | 7.9        | 0.47                  |
| سطح دشت دامنه ای: خاکرخ پنجم، (Piedmont alluvial plain: profile 5) Typic Haplargids  |                      |                                                                            |                     |                   |           |                          |      |                |            |                       |
| A                                                                                    | 0-20                 | 8.6                                                                        | 23.0                | 68.4              | 40        | 22.1                     | 7.53 | 0.26           | 4.1        | 0.47                  |
| Bt                                                                                   | 20-50                | 23.6                                                                       | 26.0                | 50.4              | 36        | 34.6                     | 7.48 | 0.40           | 4.6        | 0.63                  |
| C                                                                                    | 50-105               | 17.6                                                                       | 20.0                | 62.4              | 40        | 27.9                     | 7.57 | 0.30           | 4.3        | 0.31                  |
| سطح دشت دامنه ای: خاکرخ ششم، (Piedmont alluvial plain: profile 6) Typic Haplargids   |                      |                                                                            |                     |                   |           |                          |      |                |            |                       |
| A                                                                                    | 0-20                 | 5.6                                                                        | 22.4                | 72.0              | 25        | 28.6                     | 7.49 | 0.31           | 7.8        | 1.33                  |
| Bt                                                                                   | 20-50                | 13.6                                                                       | 30.4                | 56.0              | 23        | 34.5                     | 7.19 | 0.45           | 9.6        | 0.86                  |
| C                                                                                    | 50-130               | 7.6                                                                        | 22.4                | 70.0              | 32        | 31.3                     | 7.36 | 0.39           | 7.4        | 0.41                  |

CF: coarse fragment

(۹ و ۳۶).

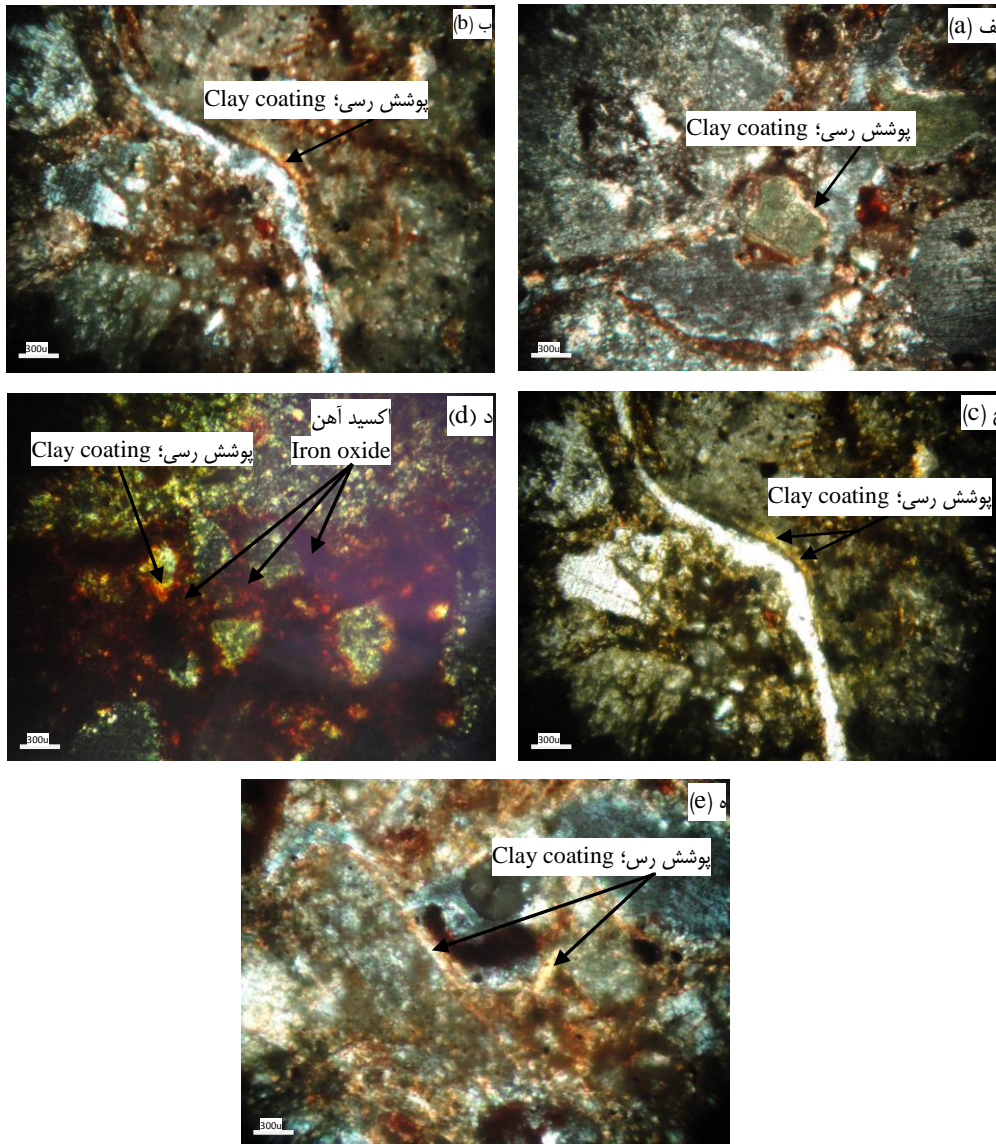
کانی‌های اسمکتیت، ایلیت، کلریت و کائولینیت در خاکرخ اول (افق‌های A و C2) واقع بر پدیمت سنگی مشاهده شدند (شکل ۳- الف و ب). نظر به این که پیک ۱۴ آنگستروم در خاکرخ اول در تیمار ۵۵۰ درجه‌ی سانتی‌گراد از بین نرفته است؛ بنابراین کانی کلریت در این خاک وجود دارد (شکل ۳-الف) و همچنین از بین رفتن پیک ۱۰ آنگسترومی در تیمار حرارت ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد بیانگر کانی ایلیت می‌باشد. با توجه به نتایج کانی‌شناسی که وجود مقدار زیادی ایلیت در خاک‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد، می‌توان گفت که ایلیت موجود در خاک‌ها از میکاهای مربوط به مواد مادری آن‌ها حاصل شده است (البته بررسی میکا در ماده مادری (افق C) منطقه مورد مطالعه نیز این نکته را ثابت کرد). از طرفی به علت کاهش پیک ۷ آنگستروم در تیمار حرارت ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد می‌توان وجود کانی کائولینیت را نتیجه گرفت. کائولینت یک کانی ثانویه است که در شرایط گرم و

#### کانی‌شناسی رسی خاک‌ها

نتایج حاصل از دستگاه پراش پرتو ایکس، نشان‌دهنده‌ی این واقعیت بود که منطقه مطالعاتی حاوی کانی‌های ایلیت، اسمکتیت، کلریت و هم‌چنین کانی کائولینیت می‌باشد. این کانی‌های، کانی‌های غالب در مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شوند (۷). کانی پالیگورسکیت در خاک‌ها و ماده مادری این منطقه مشاهده نشد، به نظر می‌رسد به دلیل وضعیت مناسب زهکشی (۱۷) از یک سو و رطوبت بیشتر در اقلیم گذشته منطقه از سوی دیگر، باعث عدم شرایط تشکیل این کانی شده است. از طرفی عدم وجود این کانی را نیز می‌توان به دلیل عدم شرایط تشکیل آن دانست. سنجری و همکاران (۳۲) وجود این کانی را در خاک‌های منطقه جیرفت گزارش کردند. گرچه پالیگورسکیت از دیر باز به عنوان یک کانی رسی مهم و رایج در خاک‌ها و رسوبات مناطق خشک و نیمه خشک گزارش شده است

می‌تواند باشد. از طرفی مشاهده این کانی در ماده مادری (افق C)، خود نیز دلیلی بر توارثی بودن این کانی است. محققین زیادی منشأ مادری را برای این کانی‌ها در خاک‌های ایران مرکزی گزارش کرده‌اند (۱۱، ۲۰، ۳۲ و ۳۳).

مرطوب می‌تواند بر اثر پدیده خاک‌سازی ایجاد شود و ایجاد این کانی در شرایط خشک و نیمه‌خشک امکان‌پذیر نمی‌باشد (۱۸). بنابراین با توجه به شرایط منطقه مورد مطالعه که دارای اقلیم خشک می‌باشد، حضور کائولینیت در خاک‌ها را نمی‌توان به فرآیندهای پدوژنیک حال حاضر نسبت داد، بلکه مدرکی از فرآیندهای پدوژنیک زمان گذشته



شکل ۲- الف). پوشش رس در افق Bt خاکرخ چهارم (XPL)، ب). پوشش رس در افق Bt خاکرخ پنجم (XPL)، ج). پوشش رس در افق Bt

خاکرخ پنجم (PPL)، د). پوشش رس و اکسید آهن در افق Bt خاکرخ ششم (XPL)، ه). پوشش رس در افق Bt خاکرخ ششم (XPL)

Figure 2- Thin sections of a) Bt horizon, pedon 4, clay coating (XPL), b) Bt horizon, pedon 5, clay coating (XPL), c) Bt horizon, pedon 5, clay coating (PPL), d) Bt horizon, pedon 6, clay coating and iron oxide (XPL), e) Bt horizon, pedon 6, clay coating (XPL)

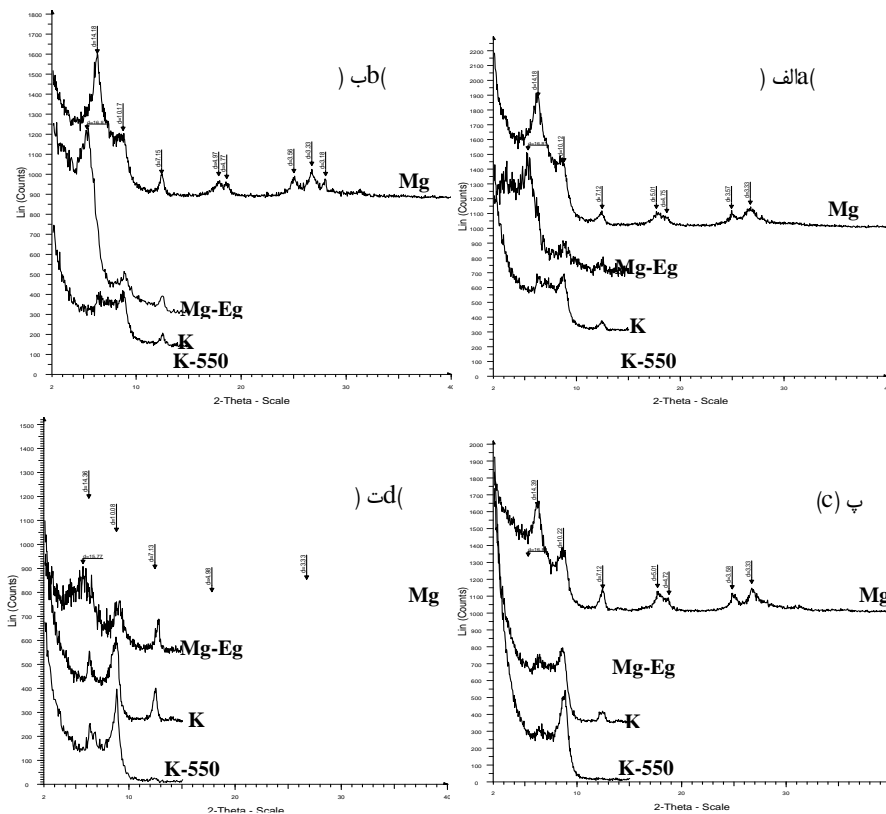
کانی محتمل است. بر طبق اظهارات خرمالی و همکاران (۲۴)، کانی ایلیت می‌تواند به انواع دیگری از کانی‌ها و غالباً اسمکتیت تبدیل شود. نیستانی و فرپور (۲۹) بیان کردند کانی اسمکتیت از جمله کانی‌هایی

کانی غالب در این سطح کانی اسمکتیت می‌باشد که با توجه به مقدار بیشتر اسمکتیت در افق سطحی نسبت به عمق خاک از یک سو و شرایط زهکشی مناسب از سوی دیگر، منشأ پدوژنیک برای این

کانی اسمکتیت تبدیل شده است (۳۲ و ۳۳). از طرفی همان طور که در بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی اشاره شد، در سطح این خاکرخ کربن آلی بالا است که به دلیل پوشش گیاهان علفی یکساله می باشد، این پوشش گیاهان علفی یکساله را می توان به وجود رطوبت بیشتر در این سطح از تپه مرتبط دانست، بنابراین رطوبت بیشتر و پایدار بودن این سطح، خود دلایلی بر مساعد بودن شرایط هوادیدگی و تبدیل کانی های ایلیت و کلریت به اسمکتیت می باشد. به نظر می رسد که منشأ کانی اسمکتیت در خاک های منطقه ای مورد مطالعه، پدوژنیک باشد و در این سطح ژئومرفیک، در نتیجه ای هوادیدگی، کانی های ایلیت و کلریت تشکیل شده است. محققین زیادی در ایران منشأ پدوژنیک را برای کانی اسمکتیت گزارش نموده اند (۱۱ و ۳۳). بر طبق اظهارات کریمی و همکاران (۱۹)، میکا می تواند به کانی اسمکتیت تبدیل شود.

است که از تغییر شکل دیگر کانی ها مثل ایلیت در مناطقی که زهکشی مناسب دارند، تشکیل می شود.

کانی های اسمکتیت، ایلیت، کلریت و کائولینیت در خاکرخ سوم (افق های A و Btk)، بر روی سطح پایدار شکل اراضی تپه مشاهده شدند (شکل ۳- پ و ت). وجود کلریت در خاک ها گاهی به علت تحول اسمکتیت است ولی در شرایط خاک های مورد مطالعه با pH بیش از ۷، امکان این تحول از بین رفته، و با توجه به اینکه این کانی در ماده مادری مشاهده گردید، بنابراین وجود کانی کلریت ناشی از به ارث رسیدن از مواد مادری می باشد (۱۱، ۲۱ و ۳۳). از طرفی میزان کانی کلریت از سطح به عمق بیشتر شده است که به نظر می رسد با توجه به مشاهده این کانی در ماده مادری، با افزایش عمق هر چه به ماده مادری نزدیک شده میزان این کانی بیشتر و از طرفی به دلیل رطوبت بیشتر در سطح و شرایط هوادیدگی مساعدتر این کانی به



شکل ۳- نمودارهای پراش اشعه ی ایکس در افق A و C2 خاکرخ اول (به ترتیب الف و ب): افق A و Btk خاکرخ سوم (به ترتیب پ و ت) (Mg: اشباع با منیزیم، Mg-E: اشباع با منیزیم و اتیلن گلیکول، K: اشباع با پتاسیم، K-550: اشباع با پتاسیم و حرارت ۵۵۰ درجه سانتی گراد)

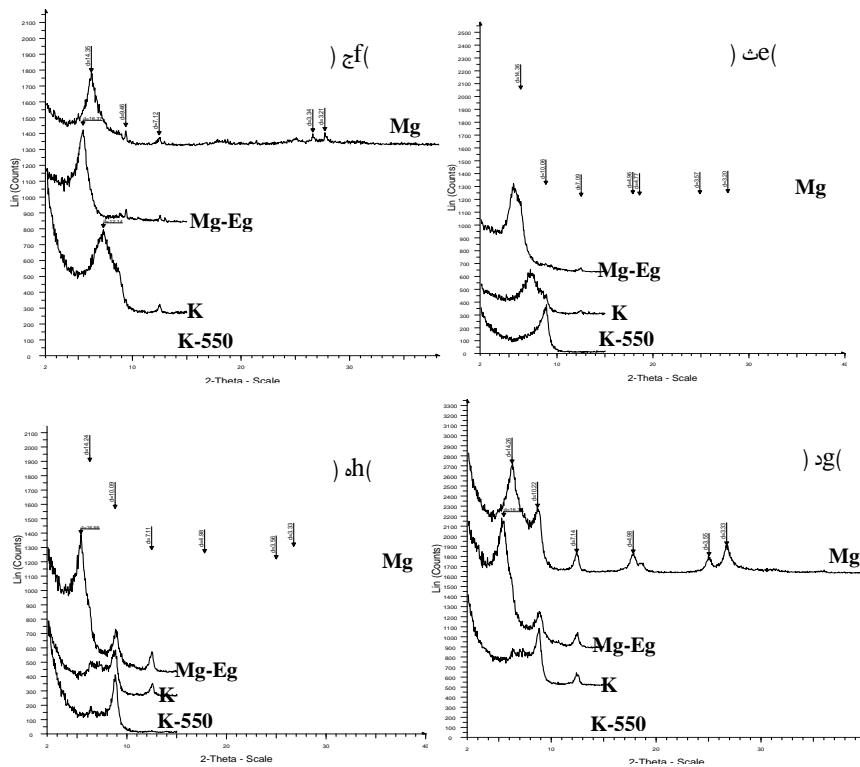
Figure 3- X-Ray diffractograms of the clay fraction, A and C2 horizons of pedon 1 (a and b respectively); A and Bt horizons of pedon 3 (c and d respectively), (Mg=Mg saturated; Mg-Eg=Mg saturated with Ethylene glycol; K=K saturated; K-550=K saturated and heated to 550 °C)

(شکل ۴- ت و ج)، با این تفاوت که در این سطح کانی کلریت مشاهده نشد. نظر به این که پیک ۱۴ آنگستروم در خاکرخ چهارم در

ترکیب کانی شناسی رسی افق های Bt و Bw خاکرخ چهارم واقع بر سطح پایدار پدیمنت پوشیده مشابه خاکرخ اول و سوم می باشد

ایلیت و کلریت محتمل به نظر می‌رسد (۲ و ۳۲). بیرکلند (۵) معتقد است که سرعت تشکیل رس‌های انبساط‌پذیر با افزایش رطوبت زیاد شده و بیشترین میزان رس در محیط مرطوب و گرم ایجاد می‌شود. ترکیب کانی‌شناسی رسی افق‌های Bt و C موجود در خاکرخ پنجم (شکل ۴-د و ه) واقع بر سطح دشت دامنه‌ای، همانند سطح شکل اراضی پدیمت سنگی می‌باشد. در افق Bt این خاکرخ کانی اسمکتیت غالب می‌باشد. بنابراین به نظر می‌رسد شرایط رطوبت زیاد گذشته در این خاک‌ها، شرایط هوادیدگی مناسبی را برای تشکیل اسمکتیت از تغییر شکل ایلیت فراهم کرده است (۳۲ و ۳۳). فانینگ و همکاران (۱۰) تشکیل اسمکتیت حاصل از هوادیدگی کانی ایلیت را مطرح کردند که برای این عمل و خروج پتاسیم از لایه‌های ایلیت و تبدیل آن به اسمکتیت، غلظت خیلی کم پتاسیم در محیط خاک الزامی است.

تیمار ۵۵۰ درجه‌ی سانتی‌گراد از بین رفته است؛ بنابراین کانی کلریت در این خاک وجود ندارد (شکل ۴-ث و ج)، لذا عدم وجود این پیک را به کانی اسمکتیت می‌توان نسبت داد (۳۳). مقدار نسبی کانی اسمکتیت در خاک‌های این سطح به حدی زیاد است که پیک کانی ایلیت را پوشانده است (شکل ۴-ث و ج) نتیجه فوق نشان‌دهنده شرایط مرطوب‌تر در زمان گذشته می‌باشد. به نظر می‌رسد که کانی اسمکتیت در این سطح، دارای منشأ تغییر شکل‌یافته از دو کانی کلریت و ایلیت باشد. این نتیجه در اکثر خاک‌های منطقه مورد مطالعه صادق است. از طرفی در این سطح مشابه سطح پایدار تپه تجمع نسبتاً زیاد گیاهان علفی یک ساله در مطالعات میدانی مشاهده شد که تراکم این پوشش خود نیاز به رطوبت بیشتر دارد، که خود دلیلی بر رطوبت بیشتر در این سطح پایدار است. بنابراین شرایط هوادیدگی مناسب و رطوبت کافی برای تشکیل کانی اسمکتیت از تغییر شکل کانی‌های



شکل ۴- نمودارهای پراش اشعه‌ی ایکس در افق Bt و Bw خاکرخ چهارم (به ترتیب ث و ج)؛ افق Bt و C خاکرخ پنجم (به ترتیب د و ه)  
Figure 4- X-Ray diffractograms of the clay fraction, Bt and Bw horizons of pedon 4 (e and f respectively); Bt and C horizons of pedon 5 (g and h respectively),

داده شد.

### نتیجه‌گیری

نتایج کانی‌شناسی رسی، حاکی از وجود کانی‌های رسی ایلیت، اسمکتیت، کلریت و کائولینیت به عنوان کانی‌های رسی غالب در خاک‌های منطقه مورد بررسی می‌باشد. با توجه به عدم وجود شرایط لازم برای تشکیل کائولینیت، این کانی به ارث رسیده از مواد مادری

افق آرچلیک در خاک‌های این منطقه مشاهده شد که تشکیل افق آرچلیک در خاک‌های این منطقه‌ی، با توجه به اقلیم کنونی منطقه امکان‌پذیر نمی‌باشد بنابراین به اقلیم مرطوب‌تر گذشته نسبت



بنابراین نتایج تحقیق، حاکی از آن است که موقعیت سطوح ژئومرفیک، تا حدودی نقش قابل توجهی در تغییر کانی‌شناسی رسی و مقدار نسبی کانی‌های رسی مطالعه شده خاک‌های منطقه داشته است.

### سپاسگزاری

بدین وسیله از دانشگاه جیرفت، به‌خاطر فراهم آوردن امکان تحقیق و نیز انجام آزمایش‌های فیزیکی، شیمیایی و کانی‌شناسی رسی قدردانی می‌شود.

است. از طرفی حضور کانی‌های ایلیت و کلریت در خاک‌های منطقه، منشأ موروثی دارند. کانی اسمکتیت دارای منشأ تغییر شکل یافته می‌باشد، که به نظر می‌رسد به دلیل رطوبت بیشتر به خصوص در اقلیم مرطوب‌تر گذشته باشد.

در سطح پایدار تپه کانی کلریت با عمق افزایش یافته که به دلیل نقش ماده مادری در افزودن این کانی به خاک می‌باشد. در حالی‌که در سطح پایدار پدیمنت پوشیده این کانی مشاهده نشد. از طرفی مقدار نسبی کانی اسمکتیت به حدی زیاد است که پیک ایلیت را پوشانده است که نشان از منشأ تغییر شکل یافته از کانی ایلیت و کلریت می‌باشد.

### منابع

- 1- Banaei M.H. 1998. Soil moisture and temperature regimes map of Iran. (1: 2500000). Soil and Water Research Institute.
- 2- Bayat O., Karimzadeh H.R., and Khademi H. 2011. Clay minerals in two paleosols on geomorphic surfaces in eastern Isfahan. Iranian Journal of Crystallography and Mineralogy, 19(1): 45-58. (In Persian with English abstract)
- 3- Boroomand N., and Sanjari S. 2012. Impacts of climate change on soil clay mineral composition of the Jiroft region. The first desert Conference, International desert Research Center, Tehran University. (In Persian)
- 4- Bouyoucos G.J. 1962. Hydrometer method improved for making particle size analysis of soil. Agron. J. 54: 464-465.
- 5- Birkeland P.W. 1990. Soils and Geomorphology. Oxford University Press, Inc., New York.
- 6- Brady N.C. 1990. The Nature and Properties of Soils. 10th ed., Macmillan Publishing Company.
- 7- Dixon J.B. 1989. Kaolin and Serpentine group minerals In: J.B. Dixon, and S.B. Weed (ed.) Minerals in soil environments, Soil. Sci. Soc. Am. J. Madison. Wisconsin, 551-634.
- 8- Eghbal M.K., and Southard R.J. 1993. Micromorphological evidence of polygenesis of three Aridisols western Mojave Desert, California. Soil Sci. Soc. Am. J. 57: 1041-1050.
- 9- Elprince A.M., Mashhady A.S., and Aba-Hussein M.M. 1979. The occurrence of pedogenic palygorskite (attapulgite) in soils of Saudi Arabia. Soil Science, 128: 211-218.
- 10- Fanning D.S., Keramidas V.Z., and Desoky M.A. 1989. Micas. P: 551-634. In Dixon J. B., Weed S.B., "Minerals in soil environment" (2nd) SSSA. Book series. Madison. WI.
- 11- Farpoor M.H., Khademi H., and Eghbal M.K. 2002. Genesis and distribution palygorskite and associated clay minerals in Rafsanjan soils on different geomorphic surface. Iran Agric. Res. 21: 39-60.
- 12- Farpoor M.H., and Irannejad M. 2011. Soil genesis and clay mineralogy on Aliabbas River Alluvial Fan, Kerman Province. doi: 10.1007/s12517-011-0395-3.
- 13- Graham R.C., and Boul S.W. 1990. Soil-geomorphic relations on the Blue Ridge Front. II. Soil characteristics and pedogenesis. Soil Sci. Soc. Am. J. 54: 1188-1194.
- 14- Huang L., Hong J., Tan W., Hu H., Liu F., and Wang M. 2008. Characteristics of micromorphology and element distribution of ironmanganese cutans in typical soils of subtropical China. Geoderma, 146: 40-47.
- 15- Iran Geology Organization. 1992. Sabzevaran Geology map, (1:250000).
- 16- Jackson M.L. 1975. Soil Chemical Analysis-advanced Course. Univ. of Wisconsin College of Agric., Dept of Soils Sci., Madison, WI.
- 17- Jafari S., and Nadian H. 2015. The study of a toposequence soil series and clay mineral assemblage in some soils of Khozestan Province. J. Water Soil. 18(69): 151-164. (In Persian with English abstract).
- 18- Jolicoeur S., Ilde Fons P., and Bouchard M. 2000. Kaolinite and gibbsite weathering of biotite within saprolites and soils of central Virginia. Soil Sci. Soc. Am. J. 64: 1118-1129.
- 19- Karimi A., Khademi H., and Jalalian A. 2009. Genesis and distribution of palygorskite and associated clay minerals in soils and sediments of southern Mashhad. Irananin Journal of Crystallography and Mineralogy, 16(4): 545-558. (In Persian with English abstract).
- 20- Kaviani N., Khormali F., Masihabadi H., and Tazikeh H. 2014. Micromorphology and clay mineralogy of loess-derived soils of natural and cultivated land uses along a climosequence in Golestan Province. J. of Water and Soil Conservation. 21(2): 31-58. (In Persian)

- 21- Khademi H., and Mermut A.R. 1998. Source of palygorskite in gypsiferous aridisols and associated sediments from central Iran. *Clay Miner.* 33: 561-578.
- 22- Khademi H., and Mermut A.R. 2003. Micromorphology and classification of Argids and associated gypsiferous Aridisols from central Iran. *Catena*, 54: 439-455.
- 23- Khormali F., and Abtahi A. 2001. Soil genesis and mineralogy of three selected regions of Fars, Bushehr and Khuzestan provinces of Iran, formed under highly calcareous conditions. *Iran agricultural Research* 20: 67-82.
- 24- Khormali F., Abtahi A., Mahmoodi S., and Stoops G. 2003. Argillic horizon development in calcareous soils of arid and semi-arid regions of Southern Iran. *Catena* 776: 1-29.
- 25- Kittrik J.A., and Hope E.W. 1963. A procedure for the particle size separation of soil for X-ray diffraction analysis. *Soil Sci. Soc.* 96: 312-325.
- 26- Moazallahi M., and Farpoor M.H. 2012. Soil Genesis and Clay Mineralogy along the Xeric-Aridic Climotoposequence in South Central Iran. *J. Agr. Sci. Tech.* 14: 683-696.
- 27- Nelson R.E. 1982. Carbonate and Gypsum. P. 181-196. In: A. L. Page et al.(ed), *Methods of Soil Analysis. Part II.* 2<sup>nd</sup> ed., Agron. Monogar. No: 9, ASA and SSSA. Madison, WI.
- 28- Nelson D.W., and Sommers L.E. 1982. Total Carbon, Organic Carbon and Organic Matter. pp. 539-577. In: A.L. Page et al., (Ed), *Methods of Soil Analysis. Part II.* 2nd ed., Agron. Monogar. No: 9, ASA and SSSA. Madison, WI.
- 29- Neyestani M., and Farpoor M.H. 2014. Genesis, clay mineralogy and micromorphology of saline-gypsiferous soils in Kheirabad playa, Sirjan. *Arid Biome Scientific and Research Journal*, 4(1): 65-78. (In Persian with English abstract).
- 30- Owliaie H.R. 2004. Genesis, clay mineralogy and micromorphology of soils of Kohgilouye Province, southwestern Iran. Ph.D. Thesis. Shiraz University, Iran. (In Persian)
- 31- Reid D.A., Geraham R.C., Doglaus L.A., and Amrhein C. 1996. Smectites, mineralogy and charge characteristic in arid regions. *Soil Sci Soc Am J* 59: 1012-1218.
- 32- Sanjari S., Farpour M.H., Karimian M., and Esfandyarpour I. 2011. Genesis, micromorphology and clay mineralogy of soils located on different geomorphic surfaces in Jiroft area. *J. Water Soil.* 25: 2. 411-425. (In Persian with English abstract)
- 33- Sanjari S., and Boroomand N. 2014. Clay Mineralogy Studies of Soils Located on Different Geomorphic Surfaces in Sarduih-Jiroft Area. *Iranian Journal of Soil Research*, 28(1): 209-219. (In Persian with English abstract)
- 34- Schoeneberger P.J., Wysocki D.A., Benham E.C., and Broderson W.D. 2002. Field book for describing and sampling soils. Natonal Soil Survey Center, Natural Resources Conservation Service. U. S. Dept. of Agriculture, Lincoln, Nebraska.
- 35- Soil Survey Staff. 2014. Keys to soil taxonomy. 11th edition. USDA.
- 36- Stahr K., Kuhn J., trommler J., Papenfum K.H., Zarei M., and Singer A. 2000. Palygorskite-cemented crusts (palycretes) in southern Portugal. *Aust. J. Soil Res.* 38: 169-188.
- 37- Stoops G. 2003. Guideline for the Analysis and Description of Soil and Regolith Thin Sections. SSSA, Madison, WI.182p.
- 38- Zareian Gh. 1997. Genesis, classification, morphological characteristics, physico-chemical and mineralogical of soils Beyza area in Fars Province. Master's thesis, Department of Soil Science, College of Agriculture, Shiraz University. (In Persian)

## Clay Mineralogy Studies of Soils Located on Different Geomorphic Surfaces in Jabalbarez-Jiroft Area

N. Boroomand<sup>1</sup>- S. Sanjari<sup>2\*</sup>

Received: 13-04-2015

Accepted: 30-08-2015

**Introduction:** Soil and geomorphology are closely related to each other. That is why considering geomorphic concepts in soil genesis and classification studies may cause a better understanding of soil genesis processes. Paleosols with argillic horizons were investigated on stable pediment surfaces in Jiroft area, central Iran, by Sanjari et al. (2011). They found that secondary gypsum and calcium carbonate were accumulated in mantled pediments, but moving down the slope toward lowlands, salts more soluble than gypsum have been accumulated. Clay mineralogy in soil researches helps to better studying soil genesis and development. A quantitative and qualitative study of clay minerals together with their structural composition provides valuable data on the absorption, fixation, and desorption of different cations in soils. Smectite, chlorite, illite, vermiculite, kaolinite, palygorskite, and sepiolite were reported as dominant clay minerals found in arid and semi-arid areas. The objectives of the present study are to evaluate the clay mineralogy of Jabalbarez-Jiroft soils on different geomorphic surfaces.

**Materials and Methods:** The study area was located in Jabalbarez, 200 Km south Kerman, Central Iran. Fig. 1 showed the exact location of study area. Soil temperature and moisture regimes of the area were thermic and aridic, respectively. Hill, rock pediment, mantled pediment and piedmont alluvial plain landforms were identified, using aerial photo interpretation, topography and geological map observation, in addition to detailed field works. Air-dried soil samples were crushed and passed through a 2-mm sieve. Routine physicochemical analyses were performed on the samples. Undisturbed soil samples from the Bt horizon of pedons 4, 5 and 6 were chosen for micromorphology investigations. Beside, eight samples including A and C2 horizons of pedon 1, A and Bt horizon of pedon 3, Bt and Bw horizons of pedon 4, and Bt and C horizon of pedon 5 were selected for clay mineralogy.

**Results and Discussion:** Argillic horizon found in mantled pediment and piedmont alluvial plain surfaces and stable hill, respectively. In thin horizons coating of clay were observed. Pedofeatures formed in this geomorphic surface, seemed to have been buried in the soil, due to the favorable conditions in terms of the time factor and the presence of moisture in the past. Fig. 2 showed clay coatings in the Bt horizon of pedons 4,5 and 6. The presence of argillic horizons in the arid climate of the research area is attributed to a more humid paleoclimate, which was also reported by Farpoor et al. (2002), Khademi and Mermut (2003), and Sanjari et al. (2011) in Rafsanjan, Isfahan and Jiroft, central Iran, respectively. Clay minerals illite, smectite, chlorite and kaolinite were identified by using X-ray diffractometer. Similar results were also obtained by Sanjari et al. (2011) in the Jiroft area. Kaolinite and illite in soils of arid and semi-arid environments of Iran have been reported with an inherited origin (Khormali and Abtahi, 2003; Sanjari et al., 2011). As the environmental conditions are not favorable for the pedogenic formation of such minerals in soils of this study area, it is proposed that they might be inherited from their parent material. Just as previously stated by other researchers that the origin of the kaolinite minerals in the dry climate regions is due to its inheritance from parent materials (Farpoor et al., 2002; Khormali and Abtahi, 2003). The dominant of smectite minerals in soils on stable geomorphic surfaces of hills and mantled pediment can be cause of stable level and more moisture content in the past and the present, which may be resulted to smectite formation from illite and chlorite transformation. Also, chlorite minerals on stable surface of mantled pediment were not observed. High amount of leaching, low pH level (<6) and high temperature are reported to be necessary for chlorite formation which were not present in the area under study. Besides, increase in the relative amount of smectite minerals on the surface proposed some transformation from chlorite mineral to smectite. Generally, type of parent materials in site study proved the evidence that the origin of illite and chlorite minerals was pedogenic.

**Conclusion:** A close relationship between geomorphology and soil genesis-physicochemical properties-clay mineralogy was found. The presence of argillic horizons in the soil area with an aridic soil moisture regime revealed humidity variation in paleoclimate history records of the area. Illite, smectite, chlorite and kaolinite clay

1- Assistant Professor of Soil Science, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran

2- Lecturer Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Jiroft, Kerman, Iran

(\*- Corresponding Author Email: sanjari@ujiroft.ac.ir)

minerals were identified in almost all geomorphic positions. Kaolinite and illite were inherited in all studied soils, but smectite was formed from transformation of illite in most of the geomorphic positions. The results indicated the important role of geomorphology in soils clay mineralogy of the study area.

**Keywords:** Geomorphic surfaces, Jabalbarez, Smectite, XRD