



بیست و سومین همایش انجمن زمین شناسی ایران ۲۰ و ۲۱ آبانماه ۱۳۹۹ The 23rd Symposium of Geological Society of Iran 10-11 November, 2020

بررسی خصوصیات و منشا کانی پالیگورسکیت خاک‌های گچی منطقه لیستر، گچساران

سیروس شاکری*^۱ و ابوالفضل آزادی^۲

^۱*گروه کشاورزی دانشگاه پیام نور، تهران، ایران Shakeri@pnu.ac.ir

^۲بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

چکیده

کانی پالیگورسکیت از جمله کانی‌های رسی الیافی ۲:۱ است که در خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک گسترش وسیعی دارند. این تحقیق، به منظور بررسی منشا و شرایط تشکیل کانی پالیگورسکیت در دشت لیستر گچساران، واقع در استان کهگیلویه و بویراحمد انجام شد. برای انجام این مطالعه، ابتدا بر اساس اطلاعات به دست آمده از عکس‌های هوایی و نقشه‌های توپوگرافی، اقدام به تفکیک واحدهای فیزیوگرافی شد و در هر واحد، یک خاکرخ حفر و از افق‌های مختلف نمونه‌برداری شد. برای شناسایی کانی‌های رسی، بعد از حذف گچ، نمک‌های محلول، اکسیدهای آهن، کربنات‌ها و مواد آلی و جداسازی ذرات رس از یکدیگر، نمونه‌های خالص شده با منیزیم و پتاسیم اشباع و به ترتیب با اتیلن گلیکول و دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس تیمار و جداگانه با دستگاه پرتو پراش ایکس مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. نتایج نشان داد که خاک‌های منطقه در راسته‌های اینسپتی‌سول‌ها و آلفی‌سول‌ها قرار دارند. همچنین کانی پالیگورسکیت، به عنوان کانی غالب در خاک‌های منطقه شناخته شد. خاکرخ‌های مطالعه شده این منطقه دارای افق جیبسیک بوده و با توجه به بارندگی کم منطقه، پالیگورسکیت موجود در این خاک‌ها از تغییرات در طول زمان حفظ شده است. منشا تشکیل پالیگورسکیت این منطقه می‌تواند علاوه بر مواد مادری، تشکیل آن در شرایط گچی و شوری گذشته بوده که به دلیل تشکیل افق جیبسیک، این کانی در طول زمان بدون تغییر باقی مانده است.

کلمات کلیدی: کانی پالیگورسکیت، منطقه نیمه خشک، خاک گچی، لیستر

مقدمه

کانی پالیگورسکیت از جمله کانی‌های رسی الیافی ۲:۱ است که در خاکهای مناطق خشک و نیمه خشک گسترش وسیعی دارند [۱]. پالیگورسکیت یک کانی غنی از منیزیم با ویژگی‌های مورفولوژیکی فیبری است که فرمول تقریبی آن $(OH)_2 \cdot (1-y)[xMg_2Fe_2 \cdot (1-x)Mg_2Al_2]Si_4O_{20}$ می‌باشد. این کانی در موقعیت‌های ژئولوژیکی مختلف مانند محیط‌های دریایی، خلیج‌ها، تالاب‌ها و دریاچه‌ها، در خاک‌های مناطق خشک و نواحی هیدروترمال به وجود می‌آید [۲]. حضور طبیعی پالیگورسکیت در رسوبات و خاک‌های مناطق خشک به طور گسترده گزارش شده است و تقریباً همه خاک‌های حاوی پالیگورسکیت در نواحی خشک و نیمه خشک گزارش شده است [۳ و ۴]. در مقیاس جهانی پالیگورسکیت عمدتاً در رسوبات ترشیریافت می‌شود. این کانی به عنوان کانی شاخص برای اقلیم‌های خشک و نیمه خشک محسوب می‌شود. محققان زیادی در خصوص پالیگورسکیت در نواحی خشک و نیمه خشک تحقیق کرده‌اند و دو فرآیند عمده برای تشکیل اتوزنیک این کانی پیشنهاد داده‌اند. که اول تبدیل اسمکتیت و ایلیت-اسمکتیت [۵] یا تشکیل از کانی کلریت [۶] و دوم رسوب شیمیایی محلول واقع در منافذ خاک [۷]. خرماهی و ابطحی [۸] و شاکری و ابطحی [۹]. غنی بودن محیط از لحاظ سیلیسیم و منیزیم، pH بالا و در مقابل کمبود آلومینیم و آهن را شرایط مطلوب جهت تشکیل پالیگورسکیت می‌دانند. این کانی در محیط‌های با بارندگی سالانه بیشتر از ۲۰۰ میلی‌متر ناپایدار بوده و به رس‌های دیگر تبدیل می‌شود. ارتباط اسمکتیت و پالیگورسکیت در بسیاری از خاک‌ها مشاهده شده و درباره تبدیل آنها به یکدیگر بحث شده است. بیگهام و همکاران [۱۰] کاهش پالیگورسکیت را با افزایش اسمکتیت هماهنگ می‌دانند. طبق نظر گولدن و همکاران [۱۱] تبدیل پالیگورسکیت به اسمکتیت توسط شکسته شدن پیوندهای Si-O-Si بین واحدهای سیلیکات‌های لایه‌ای ۱: ۲ و با انحلال کامل و رسوب مجدد امکان پذیر است.

کانی پالیگورسکیت در ایران، اولین بار توسط هندرسون و رابرتسون [۱۲] و برنت و همکاران [۱۳] گزارش شده است. البته در این گزارش‌ها در مورد منشا پالیگورسکیت بحث نشده است. دو منشا اصلی کانی پالیگورسکیت شامل به ارث رسیده از مواد مادری و تشکیل پدوژنیک در خاک‌ها می‌باشد. مواد مادری می‌تواند شامل به ارث رسیدن از سنگ مادر، یا اضافه شدن به خاک در اثر گرد و غبارهای غنی از پالیگورسکیت و یا مواد آبرفتی می‌باشد. منشا پالیگورسکیت پدوژنیک می‌تواند از تغییر درجای سایر کانی‌ها مثل اسمکتیت و یا تشکیل اتوزنیک از محلول خاک باشد [۱۴]. زی و همکاران [۱۵] اعتقاد دارند که در شرایط قلیایی و pH حدود ۸ و محلول غنی از منیزیم، این یون فضاهای بین لایه‌ای اسمکتیت را اشغال می‌کند. در نتیجه یک حالت نامهمگون بین صفحه هشت وجهی منیزیم و لایه‌های اسمکتیت به وجود می‌آید. این حالت باعث اثر متقابل بین یون منیزیم و لایه‌های اسمکتیت ایجاد کرده و نهایتاً باعث سازماندهی مجدد ساختار اسمکتیت و تبدیل آن به پالیگورسکیت می‌شود.

کانی پالیگورسکیت در تیمار اشباع با منیزیم در ۵/۱۰ آنگستروم یک پیک نسبتاً قوی (با توجه به مقدار کانی) دارد که بعد از تیمار با اتیلن گلیکول تغییری در آن ایجاد نمی‌شود. اشباع نمونه با پتاسیم و دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت دو ساعت باعث کاهش ضخامت آن به ۱۰ آنگستروم میشود. معمولاً پیک این کانی به صورت یک پیک دو شاخه همراه با پیک ایلیت ظاهر می‌شود. پیک رده دوم این کانی ۴/۶ آنگستروم است که در شناسایی کانی مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱۶].

هدف از انجام این تحقیق، بررسی منشا و شرایط تشکیل کانی پالیگورسکیت در منطقه لیستر گچساران، واقع در استان کهگیلویه و بویراحمد بود.

مواد و روش کار

خصوصیات منطقه

منطقه مورد مطالعه در ۱۵ کیلومتری غرب شهر دوگنبدان (مرکز شهرستان گچساران) در استان کهگیلویه و بویراحمد قرار دارد. دشت لیستر با حدود ۵۰۰ متر ارتفاع از سطح دریا، پست‌ترین نقطه استان بوده و در طبقه‌بندی اقلیمی، نیمه خشک محسوب می‌شود. رژیم‌های رطوبتی و حرارتی خاک‌های دشت لیستر، یوستیک-آریدیک و هایپرترمیک هستند. مهمترین سازند منطقه مورد مطالعه، سازند گچساران است.

روش انجام مطالعه

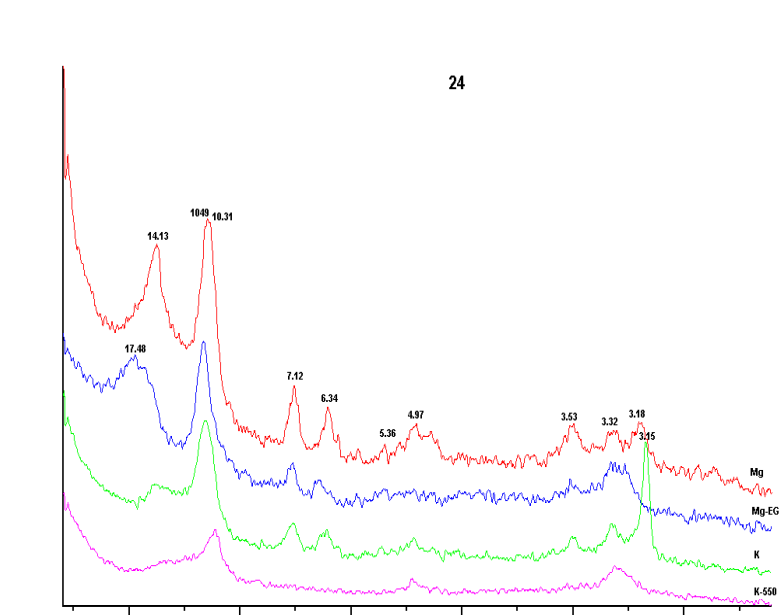
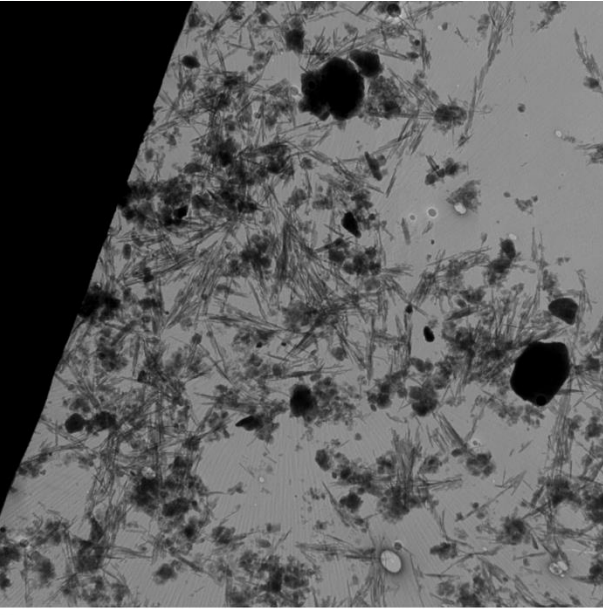
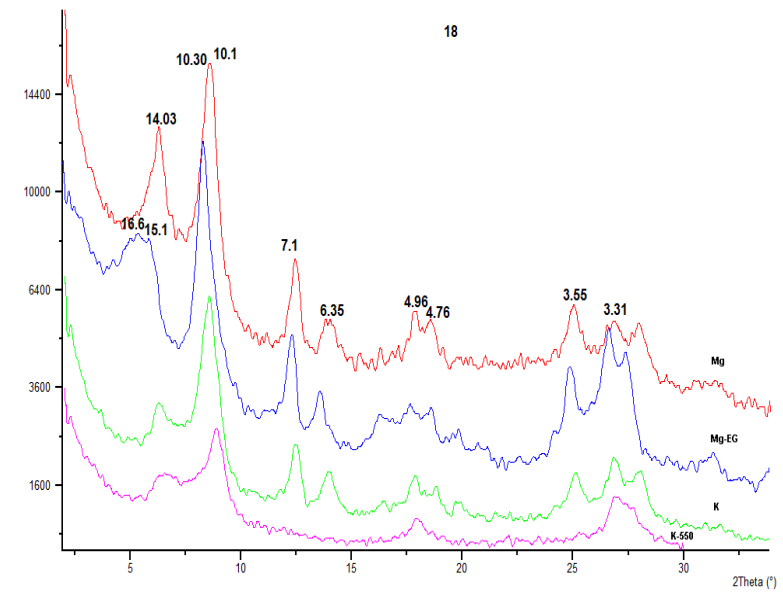
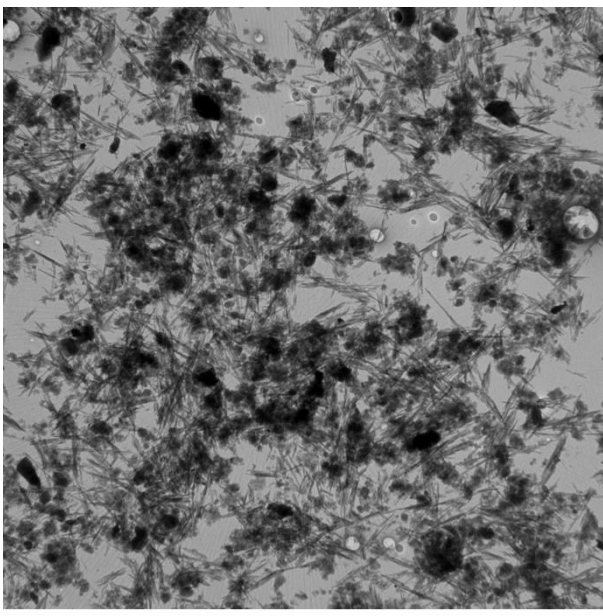
برای آماده سازی نمونه‌ها برای تجزیه کانی‌های رسی، روش‌های مهرا و جکسون [۱۷].، کیتریک و هوپ [۱۸] و جکسون [۱۹] برای از بین بردن عوامل شیمیایی سمی‌کننده و جدا شدن ذرات رس از یکدیگر مبنای عمل قرار گرفت. ابتدا کربنات‌های خاک با استفاده از محلول نرمال اسنات سدیم (پ. هاش ۵) در دمای ۸۰ درجه سلسیوس در حمام بخار خارج شدند. برای حذف ماده آلی، آب اکسیژنه ۳۰٪ مورد استفاده قرار گرفت. پس از جداسازی رس نمونه‌ها با منیزیم و پتاسیم اشباع و این نمونه‌ها به ترتیب با گلیسرول و دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس تیمار شده و جداگانه با پراش پرتو ایکس مورد بررسی قرار گرفتند. پس از جداسازی بخش رس، یک قطره از تعلیق رس (با توجه به نوع نمونه به نسبت ۱:۵۰۰ یا ۱:۳۰۰) تعدادی از نمونه‌ها را روی شبکه‌های مسی ریخته و پس از آن با لایه‌ای از «فرم وار» پوشانده و با میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) مطالعه شدند.

بحث

نتایج نشان داد که خاک‌های منطقه در راسته‌های اینسپتی‌سول‌ها و آلفی‌سول‌ها قرار دارند. شاخص‌ترین افق‌های تحت‌الارضی منطقه مطالعه شده، افق‌های کلسیک و جیبسیک بودند. اینسپتی‌سول‌ها، حد واسط بوده و با توجه به شرایط آب و هوایی و مواد مادری در طول زمان به سایر خاک‌ها تبدیل می‌شود. افق جیبسیک که در این منطقه شناسایی شد، در خاک‌های ۱، ۲ و ۴ که در زیر گروه Gypsic Haplustepts طبقه بندی شدند مشاهده شد. این خاکرخ‌ها دارای رژیم رطوبتی یوستیک-آریدیک و مواد مادری با منشأ سازند گچساران می‌باشد. خاکرخ ۳ با وجود قرار گرفتن در شرایط اچفا جیبسیک، به دلیل آبیاری غرقابی به مدت طولانی برای کشت ذرت، صیفی جات و گندم فاقد این افق می‌باشد ولی به دلیل کافی نبودن شستشو برای خروج همه کربنات‌ها، دارای افق کلسیک نسبتاً قوی می‌باشد. همچنین یک افق آرچلیک ضعیف نیز در این خاکرخ تشکیل شده و با توجه به این افق، در راسته آلفی‌سول‌ها رده‌بندی شده است. افق آرچلیک مشاهده شده، با توجه به شواهد موجود نمی‌تواند مربوط به اقلیم گذشته باشد. به نظر می‌رسد فرآیند تبدیل خاک‌های شور به سدیمی و انتقال رس از افق‌های بالایی به دلیل دیسپرس شدن در اثر وجود سدیم می‌تواند باعث تشکیل افق نارتیک و نهایتاً آرچلیک در این مناطق شده باشد. این خاک‌های سدیمی مجدداً به دلیل وجود آهنک زیاد و در طی فرآیند کلسیفیکشن آهنکی شده و باعث تجمع رس و آهنک در یک افق شده است. ابطحی [۲۰]. با مطالعه یک کاتنا در منطقه مروشدت فارس گزارش داد که در مناطقی که سرفه آب زیرزمینی بالا است خاکهای سالیدر و در مناطقی که عمق آب زیرزمینی پایین است خاکهای ناتروزالفز تشکیل می‌شود.

پیک قوی رده اول حدود ۳/۱۰ تا ۶/۱۰ آنگستروم و پیک نسبتاً قوی حدود ۴/۶ آنگستروم با کمک مشاهدات میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) و میکروسکوپ الکترونی روشی (SEM) که با توجه به فیبری بودن پالیگورسکیت به راحتی قابل تشخیص می‌باشد، وجود این کانی را در تعداد زیادی از خاکرخ‌های مطالعه شده تأیید می‌کند. در منطقه مطالعه شده در همه خاکرخ‌هایی که پالیگورسکیت در آنها مشاهده شد در سنگ مادر آنها نیز این کانی وجود داشته ولی بسته به شرایط محیطی مقدار آن کمتر یا بیشتر شده است. بیشترین مقدار کانی پالیگورسکیت در خاک‌های منطقه لیستر مشاهده شد. خاکرخ‌های مطالعه شده این منطقه دارای افق جیبسیک بوده و با توجه به بارندگی کم منطقه، پالیگورسکیت موجود در این خاک‌ها از تغییرات در طول زمان حفظ شده است. منشا تشکیل پالیگورسکیت این منطقه می‌تواند علاوه بر مواد مادری، تشکیل آن در شرایط گچی و شوری گذشته بوده که به دلیل تشکیل افق جیبسیک، این کانی در طول زمان بدون تغییر باقی مانده است. نتایج XRD (شکل ۲) و تصاویر گرفته شده با میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) (شکل ۳)، وجود این کانی فیبری را در افق‌های جیبسیک و کلسیک خاک‌های مطالعه شده منطقه تأیید می‌کند. ندیمی و فرپور [۲۱]، با بررسی خاک‌های منطقه ماهان کرمان منشا پالیگورسکیت موجود در خاک‌ها را نتیجه افزایش منیزیم به کلسیم بعد از تشکیل بلورهای گچی می‌دانند. همچنین این کانی روند مثبتی با کریستال‌های کلسیت نشان داد که منشا پدوژنیک آن را تأیید می‌کند. ججتی و خادمی [۲۲]، بیان می‌کنند که حضور پالیگورسکیت در رسوب‌های دوران سوم این مطلب را تأیید می‌کند که یکی از منابع اصلی حضور پالیگورسکیت در خاک‌های ایران مرکزی و سایر نقاط مشابه ایران، مواد مادری می‌باشد. زیرا شرایط تشکیل این کانی در دوران سوم فراهم بوده و شرایط خشکی بعد از آن باعث پایداری این کانی در خاک‌ها شده است. هاشمی و همکاران [۲۳] با مطالعه خاک‌های گچی استان فارس پالیگورسکیت، کلریت، ایلیت و اسمکتیت را کانی‌های عمده خاک‌های مطالعه شده اعلام کردند. در بیشتر خاکرخ‌ها، روند کاهش کانی‌ها با افزایش اسمکتیت همراه بود. همچنین در سطح خاک‌ها نیز معمولاً مقدار پالیگورسکیت کمتر از عمق خاک‌ها بود که تبدیل آن به اسمکتیت در سطح و همچنین پایداری پالیگورسکیت در افق‌های کلسیک می‌تواند علت آن را توجیه کند. خاکرخ‌های این منطقه بر روی یک پلاتو قرار دارند و بنابراین با توجه به مشاهده مقدار زیاد پالیگورسکیت مشاهده شده در سنگ مادر آنها، منشا این کانی در این منطقه مواد مادری می‌باشد. فرپور و ایران نژاد [۲۴]، با بررسی خاک‌های منطقه علی عباس کرمان گزارش دادند که در افق‌های سطحی خاک‌های مورد مطالعه به دلیل رطوبت بیشتر و شرایط آب و هوایی، کانی پالیگورسکیت تبدیل به اسمکتیت شده است ولی در افق‌های گچی، آهنکی و شور پایینی خاک‌ها، کانی پالیگورسکیت که در زمان‌های گذشته به دلیل فعالیت زیاد سیلیس و نسبت بالای منیزیم به کلسیم و شرایط مساعد pH خاک تشکیل شده است پایدار مانده‌اند. شاکری و ابطحی [۹] در رابطه با منشأ و پراکنش کانی‌های رسی در خاکهای با اقلیم متفاوت در استان کهگیلویه و بویراحمد چنین اظهار می‌دارند که رطوبت قابل استفاده خاک، بیشترین تأثیر را در پراکنش کانی‌های رسی مخصوص اسمکتیت و پالیگورسکیت در خاک‌های مورد مطالعه داشته است. منشأ ارثی عامل اصلی وجود کانی‌های کلریت، ایلیت و کائولینیت در خاک می‌باشد. کانی اسمکتیت بیشتر در اثر تبدیل سایر کانی‌ها مثل میکا و پالیگورسکیت در خاک بوجود آمده است. پالیگورسکیت جلگه‌های مرتفع مناطق بسیار خشک منشأ ارثی داشته ولی در نواحی دیگر، سرفه آب زیرزمینی شور و کم عمق و گچ زیاد باعث تشکیل مجدد آن از محلول خاک شده است.

نتیجه گیری



شکل ۲- ریزنگشت‌های میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) در افق‌های جیبسیک

شکل ۱- دایفرکتوگرام‌های پرتو پراش ایکس منطقه پیک‌های قوی رده‌های اول و دوم پالیگورسکیت

نتیجه‌گیری

در منطقه مطالعه شده در همه خاکرخ‌هایی که پالیگورسکیت در آنها مشاهده شد در سنگ مادر آنها نیز این کانی وجود داشته ولی بسته به شرایط محیطی مقدار آن کمتر یا بیشتر شده است. منشا تشکیل پالیگورسکیت این منطقه می‌تواند علاوه بر مواد مادری، تشکیل آن در شرایط گچی و شوری گذشته بوده که به دلیل تشکیل افق جیبسیک، این کانی در طول زمان بدون تغییر باقی مانده است. همچنین این کانی روند مثبتی با کریستال‌های کلسیت نشان داد که منشا پدوژنیک آن را تأیید می‌کند.

منابع

- Singer, A. (1989). Palygorskite and sepiolite group minerals. *Minerals in soil environments*, (mineralsinsoile), 829-872.
- Bouza, P. J., Simón, M., Aguilar, J., Del Valle, H., & Rostagno, M. (2007). Fibrous-clay mineral formation and soil evolution in Aridisols of northeastern Patagonia, Argentina. *Geoderma*, 139(1), 38-50.
- Neaman, A., & Singer, A. (2000). Kinetics of palygorskite hydrolysis in dilute salt solutions. *Clay Minerals*, 35(2), 433-441.
- Neaman, A., & Singer, A. (2004). The effects of palygorskite on chemical and physico-chemical properties of soils: a review. *Geoderma*, 123(3), 297-303.
- Chen, T., Xu, H., Lu, A., Xu, X., Peng, S., & Yue, S. (2004). Direct evidence of transformation from smectite to palygorskite: TEM investigation. *Science in China Series D: Earth Sciences*, 47(11), 985-994.
- Hong, H. L., Yu, N., Xiao, P., Zhu, Y. H., Zhang, K. X., & Xiang, S. Y. (2007). Authigenic palygorskite in Miocene sediments in Linxia basin, Gansu, northwestern China. *Clay Minerals*, 42(1), 45-58.
- García-Romero, E., Barrios, M. S., & Reuvelta, M. B. (2004). Characteristics of a Mg-palygorskite in Miocene rocks, Madrid basin (Spain). *Clays and Clay Minerals*, 52(4), 484-494.
- Khormali, F., & Abtahi, A. (2003). Origin and distribution of clay minerals in calcareous arid and semi-arid soils of Fars Province, southern Iran. *Clay minerals*, 38(4), 511-527.
- Shakeri, S., & Abtahi, S.A. (2020) Potassium fixation capacity of some highly calcareous soils as a function of clay minerals and alternately wetting-drying. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 66(4), 445-457.
- Bigham, J. M., Jaynes, W. F., & Allen, B. L. (1980). Pedogenic degradation of sepiolite and palygorskite on the Texas High Plains. *Soil Science Society of America Journal*, 44(1), 159-167.
- Golden, D. C., Dixon, J. B., Shadfan, H., & Kippenberger, L. A. (1985). Palygorskite and sepiolite alteration to smectite under alkaline conditions. *Clays and Clay minerals*, 33(1), 44-50.
- Henderson, S. G., & Robertson, R. H. S. (1958). A mineralogical reconnaissance in western Iran. *Resource Use Ltd., Glasgow, UK*.
- Burnet, A. D., Fookes, P. G., & Robertson, R. H. (1972). An engineering soil at Kermanshah, Zagros mountains, Iran. *Clay Miner.*, 9, 329-343.
- Birsoy, R. (2002). Formation of sepiolite-palygorskite and related minerals from solution. *Clays and Clay Minerals*, 50(6), 736-745.
- Xie, Q., Chen, T., Zhou, H., Xu, X., Xu, H., Ji, J., ... & Balsam, W. (2013). Mechanism of palygorskite formation in the Red Clay Formation on the Chinese Loess Plateau, northwest China. *Geoderma*, 192, 39-49.
- Dixon, J. B., & Weed, S.B. (1992). *Minerals in soil environments*. 2nd ed. SSSA. Madison, Wisconsin, U.S.A. 1244p.
- Mehra, O. P., & Jackson, M. L. (1958, October). Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. In National conference on clays and clays minerals (Vol. 7, pp. 317-327).
- Kittrick, J. A., & Hope, E. W. (1963). A procedure for the particle-size separation of soils for X-Ray diffraction analysis. *Soil Science*, 96(5), 319-325.
- Jackson, M.L., 1975. Soil Chemical Analysis Advanced Course. *Department of Soils, College of Agriculture, University of Wisconsin*, Madison, WI.
- Abtahi, A. (1980). Soil genesis as affected by topography and time in highly calcareous parent materials under semiarid conditions in Iran. *Soil Science Society of America Journal*, 44(2), 329-336.
- Nadimi, M., & Farpoor, M. H. (2013). Genesis and clay mineralogy of soils on different geomorphic surfaces in Mahan-Joupar area, central Iran. *Arabian Journal of Geosciences*, 6(3), 825-833.
- Hojati, S., Khademi, H., & Cano, A. F. (2010). Palygorskite formation under the influence of saline and alkaline groundwater in central Iranian soils. *Soil science*, 178(6), 303-312.
- Hashemi, S. S., Baghernejad, M., & Najafi Ghiri, M. (2013). Clay Mineralogy of Gypsiferous Soils under Different Soil Moisture Regimes in Fars Province, Iran. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 15(5), 1053-1068.
- Farpoor, M. H., & Irannejad, M. (2013). Soil genesis and clay mineralogy on Aliabdas river alluvial fan, Kerman province. *Arabian Journal of Geosciences*, 6(3), 921-928.