IRANIAN SOCIETY of CRYSTALLOGRAPHY and MINERALOGY

IRANIAN JOURNAL of CRYSTALLOGRAPHY and MINERALOGY

Vol. 11, No. 1, 1382/2003 Spring & Summer

Lithium chloride Treatment for Identification of Randomly Interstratified Illite - Smectite

Behrouz Rafiei

Bou-Ali Sina University, Faculty of Sciences, Hamedan - Iran.
E-mail: b_rafiei@basu.ac.ir

(received: 13/3/2002, received in revised form: 5/1/2003)

Abstract: Identification of randomly interstratified illite – smectite, the most abundant of the mixed-layer clay minerals, is occasionally difficult. The so-called magnesium chloride and ethylene glycol treatment does not always reveal all the peaks necessary for identification of these clay minerals. Therefore a new modality, lithium chloride treatment, is suggested. With the application of this treatment, the characteristic peaks related to the mixed-layer as well as smectite will appear clearly. So, the illite proportion in the mixed-layer can be determined easily.

Keywords: *Clay minerals, Lithium chloride treatment, Randomly interstratified Illite-Smectite, XRD, Beidellite.*

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-06-05]

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-06-05]

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-06-05]

مجله بلورشناسی و کانی شناسی ایران

سال یازدهم، شماره ۱، بهار و تابستان ۸۲، از صفحهٔ ۲۹ تا ۳۶

انجمن بلورشناسی و کانی شناسی ایران

تیمار کلرید لیتیوم برای شناسایی درهم لایه‌های نامنظم ایلیت ـ اسمکتیت

بهروز رفیعی

دانشگاه بوعلی سینا، دانشکده علوم پایه، گروه زمین شناسی، خیابان مهدیه، همدان ـ ایران.

پست الکترونیکی: b_rafiei@basu.ac.ir

(دریافت مقاله ۱۳۸۰/۱۲/۲۲ , دریافت نسخه نهایی ۱۳۸۱/۱۰/۱۵)

چکیده: شناسایی درهم لایه‌های نامنظم ایلیت ـ اسمکتیت که فراوانترین کانی رسی از گروه درهم لایه‌ها می‌باشد گاهی اوقات با دشواری صورت می‌گیرد. تیمار کلرید منیزیم و اتیلن گلیکول (که برای شناسایی آن معرفی شده است) همیشه تمام قله‌های لازم برای تشخیص این کانی را نشان نمی‌دهد. بدین منظور تیمار کلرید لیتیوم پیشنهاد می‌شود . با استفاده از این تیمار کلیه قلم‌های مربوط به این نوع درهم لایه‌ها و نیز اسمکتیت کاملاً مشخص شده و وجود هر یک از این کانیها قطعی می‌شـود به طـوریکه شناسایی و حتی تعیین میزان ایلیت موجود در شبکه درهم لایهٔ نامنظم ایلیت ـ اسمکتیت به سهولت انجام می‌گیرد.

واژه‌های کلیدی: *کانی رسی، تیمار کلرید لیتیوم، درهم لایهٔ نامنظم ایلیت ـ اسمکتیت، XRD و بدلیت.*

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-06-05]

مقدمه

کانی ایلیت- اسمکتیت از جمله فراوانترین کانیهای رسی درهم لایه و دومین کانی بعد از ایلیت است که در تەنشستها یافت می‌شود. این کانی به دو صورت نامنظم و منظم وجود دارند و میزان نسبت ایلیت به اسمکتیت در آنها متغیر و متفاوت است. با افزایش مقدار ایلیت، میزان نظم در درهم لایه بالا می‌رود [۱] . برخی مراجع کانی ایلیت- اسمکتیت را به عنوان کانیهای حد واسط تبدیل ایلیت به اسمکتیت در هنگام فروسایی و یا اسمکتیت به ایلیت در هنگام فراسازی در نظر گرفته‌اند[۱ و ۲ و ۳] . این فرایندها در طول خاکزایی و درونزایی در محیط ته نشستی صورت می‌گیرد. درهم لایۀ ایلیت- اسمکتیت مانند سایر کانیهای رسی با پرتو ایکس مورد مطالعه قرار می‌گیرد. این کانی در گسترۀ ۱۱ الی ۱۳ آنگستروم در نمودارهای پرتو ایکس از نمونۀ خام، قله‌هایی نشان می‌دهد که در اثر تیمارکلرید منیزیم به اضافۀ گلیکول اتیلن به ۱۴ الی ۱۷ آنگستروم تغییر مکان می‌دهند. این تغییر مکان بستگی به میزان ایلیت در این کانی دارد. با افزایش میزان ایلیت این تغییر مکان کاهش می‌یابد. اما برای شناسایی کامل باید به گسترۀ مکانی ۵ تا ۵٫۵۳ آنگستروم توجه کرد. در این گستره هیچ کانی رسی با تیمار کلرید منیزیم به اضافه اتیلن گلیکول قله‌ای نخواهد داشت. در صورت مشاهدۀ قله‌ای در این گستره، وجود درهم لایۀ ایلیت- اسمکتیت قطعی خواهد بود [۴] . اما همیشه این قله درهم لایۀ ایلیت- اسمکتیت (در واقع 002 ایلیت و003 اسمکتیت یا قله 002/003 از کانی Ill/S) به خوبی قابل مشاهده نیست و نیز قلۀ 001/002 این درهم لایه، در گسترۀ نزدیک به ۹٫۸۱Å به خوبی دیده نمی‌شود. هدف این مقاله ارائه تیماری است که بتواند قله‌های مختلف ایلیت- اسمکتیت را مشخص کند تا با استفاده از آنها بتوان وجود کانی ایلیت ـ اسمکتیت و نیز نسبت ایلیت به اسمکتیت در این کانیها را تعیین کرد. ۲۴ نمونه از سازندهای آقچاگیل و آپشرون دشت مغان بررسی شدند. در این بررسی، نمونه‌های رسی به وسیلۀ دستـگاه Shimadzo 5XD با لامپ مس با ولتاژ ۴۰ کیلوولت و جریان ۳۰ میلی‌آمپر مورد تحلیل XRD قرار گرفتند.

روش تحقیق

شناسایی کانیهای رسی این درهم لایه در نمودارهای پرتو ایکس غالباً دشوار است. بهترین روش بررسی این کانیها مطالعه و مقایسه الگوهای پراش پرتو ایکس نمونه‌های خام(Air-Dried) و اشباع با کلرید منیزیم در اثر اتیلن گلیکول است [۴]. در نمونه‌های خام قله‌های موجود در گسترۀ ۱۱ الی ۱۳ آنگستروم و نیز در ۵ آنگستروم می‌تواند مبین وجود کانی درهم لایۀ نامنظم ایلیت- اسمکتیت باشد، اما برای تشخیص قطعی و دقیق آن باید نمونه را

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-06-05]

نخست با کلرید منیزیم یا کلسیم اشباع کرد و سپس تحت اثر اتیلن گلیکول قرار داد. در اثر این رفتار در نمودارهای پرتو ایکس قله‌های گسترهٔ ۱۱ الی۱۳ آنگستروم به حدود گسترهٔ ۱۴ تا ۱۷ آنگستروم منتقل می‌شوند و قله‌هایی در گسترهٔ ۸٫۵ الی ۹٫۸ آنگستروم (قلهٔ 001/002) و ۵٫۱ الی۵٫۶ آنگستروم (قلهٔ 002/003) ظاهر می‌شود. وجود قلهٔ بین ۵٫۵۳ الی ۵ آنگستروم (قلهٔ 002/003 درهم لایه) در نمونه، تحت تأثیر اتیلن گلیکول نشان‌دهنده فاز ایلیت- اسمکتیت است. با این حال در همه نمودارهای پرتو ایکس بجز قلهٔ در گسترهٔ ۱۴ الی۱۷ آنگستروم که تا حدی مشابه اسمکتیت عمل می‌کند، قله‌های دیگر این درهم لایه یا به سختی قابل رؤیت و تشخیص است و یا به کلی مشاهده نمی‌شوند و ممکن است این درهم لایه با کانی اسمکتیت اشتباه شود [۷ و ۸]. به منظور برجسته‌ترکردن این قله‌ها از تیمارکلرید لیتیوم استفاده شده است.

در این تیمار که جهت تشخیص بدلیت از مونت موریونیت ارائه شده است [۵] نمونهٔ رسی را با محلول کلرید لیتیوم (۲N) به مدت ۹۰ دقیقه در یک محیط بسته می‌جوشانند. سپس کلرید لیتیوم اضافی با شستشوی مکرر با آب مقطر از نمونه جدا می‌شود. این نمونه را روی لام شیشه‌ای ریخته و به مدت ۱۲ساعت تا ۳۰۰ درجهٔ سانتیگراد گرم میکنند و پس از سرد شدن به آن اتیلن گلیکول می‌افزایند و بلافاصله با پراش‌سنج پرتو ایکس مورد بررسی قرار می‌دهند. با این تیمار قلهٔ ۹٫۵ الی۱۰ آنگستروم وجود مونت موریونیت را نشان می‌دهد در صورتی که قلهٔ بدلیت در ۱۷ آنگستروم باقی می‌ماند.

تیمار کلرید لیتیوم روی نمونه‌های دارای درهم لایهٔ نامنظم ایلیت- اسمکتیت انجام شد (شکل‌های ۱ و ۲). چنانکه در شکل ۱ دیده می‌شود، کانیهای رسی موجود عبارتند از درهم لایهٔ ایلیت- اسمکتیت، ایلیت، کلریت، کائولینیت و احتمالاً مقدار بسیار کمی اسمکتیت. در نمونه با تیمار کلرید منیزیم به اضافه اتیلن گلیکول تنها قله‌های ۱۷ آنگستروم و قله‌های ضعیف و نامشخصی در گسترهٔ ۵٫۵۳ الی ۵ آنگستروم مشاهده می‌شود و با توجه به این تیمار به نظر می‌رسد تنها کانی موجود قابل انبساط اسمکتیت است. در نمودار مربوط به تیمار کلرید لیتیوم چنانکه از شکل ۱ پیداست، کلیه قله‌ها واضح‌تر و تیزتر دیده می‌شوند. قله‌های جدید ۸٫۷ آنگستروم (001/002) و قلهٔ آشنای ۵٫۵ آنگستروم (002/003) نیز در این نمودار مشاهده می‌شوند. دو قلهٔ یاد شده به درهم لایهٔ ایلیت- اسمکتیت مربوط می‌شوند [۴] که قبلاً در نمودار با تیمار کلرید منیزیم و اتیلن گلیکول دیده نمی‌شدند. این قله‌ها کاملاً چشم گیرند حتی می‌توان میزان ایلیت در این درهم لایه را تعیین کرد [۱ و ۴]. میزان ایلیت موجود در این درهم لایه بین ۳۰ تا ۴۰ درصد است.

در شکل ۲ نمودار پرتو ایکس مربوط به نمونهٔ خام بیانگر وجود درهم لایه (قله‌های ۱۱ تا ۱۳ آنگستروم) بوده و ضمناً در تیمار کلرید منیزیم و اتیلن گلیکول تنها قلهٔ ۱۷ آنگستروم

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-06-05]

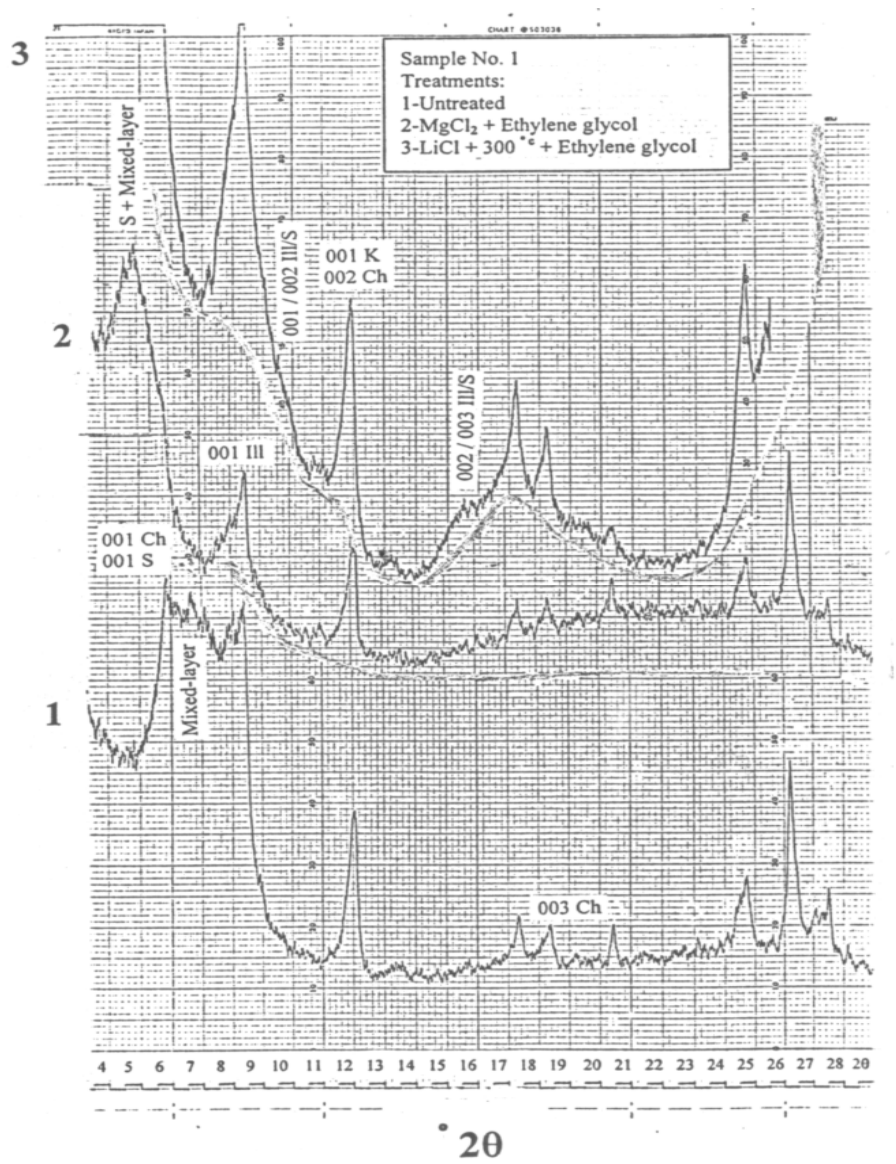
مربوط به فاز کانی رسی متورم شونده است. هیچ قلهٔ دیگری که مبین وجود درهم لایهٔ و یا حتی قله‌های دیگر مربوط به اسمکتیت (قله‌های ۵٫۶۴ و ۸٫۴۶ آنگستروم) مشاهده نمی‌شود. با تیمار کلرید لیتیوم، قله ۹، ۵٫۶۴ و۵٫۵۰ آنگستروم ظاهر شده‌اندکه قبلاً مشخص نبودند. قلهٔ ۵٫۶۴ آنگستروم مربوط به اسمکتیت است اما قله‌های ۹ و ۵٫۵۰ آنگستروم متعلق به فاز درهم لایهٔ ایلیت- اسمکتیت با حدود ۳۰ الی۴۰ درصد ایلیت در آن است [۱ و ۴] در این نمودار نزدیکی قله‌های ۵٫۶۴ و ۵٫۵ آنگستروم ممکن است ایجاد اشکال کند. اما وجود قله در گسترهٔ ۹ آنگستروم در این نمودار و وجود قله‌های ۱۱ الی ۱۳ آنگستـروم در نمودار نمونهٔ خام تأییدی است بر وجود کانی ایلیت- اسمکتیت [۴]. سایر قله‌های متعلق به فاز ایلیت- اسمکتیت دارای همپوشی با قله‌های ایلیت (در زاویه‌های بزرگ 2θ) می‌باشد که عملاً آنها را غیر قابل استفاده‌اند. بنابراین چنانکه از نمودارهای پرتو ایکس شکل‌های ۱ و ۲ پیداست، تیمار کلرید لیتیوم به راحتی قله‌های مختلف کانیهای رسی به ویژه درهم لایهٔ ایلیت-اسمکتیت را تقویت کرده و شناسایی آنها را ساده‌تر میکند.

بحث و برداشت

چنانکه از نمودارهای پرتو ایکس دیده می‌شود در بسیاری از موارد تشخیص فاز درهم لایهٔ ایلیت- اسمکتیت از طریق تیمارهای رایج به سختی صورت می‌گیرد و برخی از قله‌های شاخص این کانی قابل رویت نیستند. تیمار کلرید لیتیوم که به منظور شناسایی بدلیت از مونت موریونیت به کار رفته است در شناسایی درهم لایهٔ ایلیت- اسمکتیت نیز کارایی داشته و قله‌ها را به خوبی مشخص می‌سازد. در این تیمار گاهی به علت وجود مقدار زیاد کانی اسمکتیت، قلهٔ 002/003 درهم لایهٔ ایلیت- اسمکتیت ممکن است بسیار نزدیک به قلهٔ ۵٫۴۶ آنگستروم اسمکتیت قرار گیرد. البته مکان دو قلهٔ متفاوت بوده و مجموع دو قله (در گسترهٔ ۵٫۹ الی ۵٫۲۱ آنگستروم) با یکدیگر دیده می‌شوند. از طرفی قلهٔ نزدیک۹٫۸۱ آنگستروم (001/002) درهم لایه نیز که در تیمار رایج کلرید منیزیم و اتیلن گلیکول کاملاً نامشخص بوده با این تیمار نمایان شده است. گفته می‌شود که این دسته از قله‌ها به علت وجود بلورهای کوچک نسبت به قله‌های 002/003 از اطمینان کمتری برخور دارند [۴]. به همین علت، در صورتی که تنها از یک قله در شناسایی ایلیت- اسمکتیت استفاده شود، قله‌های گسترهٔ ۵٫۵۳ الی ۵ آنگستروم کارآیی بهتری دارند.

در تیمار با کلریدلیتیوم، یون‌های لیتیوم به درون صفحات هشت‌وجهی وارد شده و در صورتی‌که جانشینی در هشت‌وجهی وجود داشته باشد بار حاصل را خنثی می‌کند. حذف بار، مونت‌موریونیت را به یک کانی مشابه پیروفیلیت تبدیل می‌سازد و در نتیجه خاصیت تورم‌پذیری آن از بیـن خـواهـد رفـت [۴].

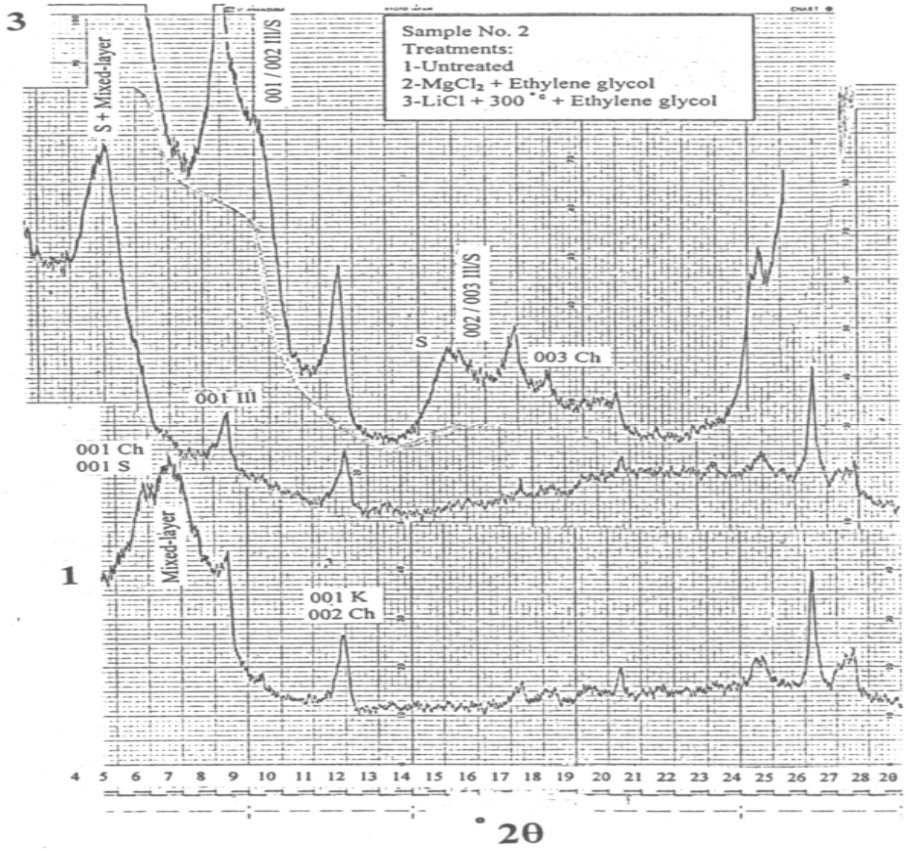
[Downloaded from ijcm.ir on 2025-06-05]



شکل ۱ نمودار پرتو ایکس از یک درهم کانی رسی که بخش اصلی آن را درهم لایهٔ نامنظم ایلیت ـ اسمکتیت تشکیل داده است. سه تیمار نمونهٔ خام، کلرید منیزیم و کلرید لیتیوم در شکل با شماره مشخص شده‌اند (لامپ مس).

Ch = Chlorite, K = Kaolinite, S = Smectite, Ill = Illite, Ill/S = Illite-Smectite.

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-06-05]



شکل ۲ نمودار پرتو ایکس از یک درهم کانی رسی که بخش اصلی آن را درهم لایهٔ نامنظم ایلیت- اسمکتیت به اضافه اسمکتیت تشکیل داده است. سه تیمار نمونه خام، کلرید منیزیم و کلرید لیتیوم در شکل با شماره مشخص شده‌اند (لامپ مس).

Ch = Chlorite, K = Kaolinite, S = Smectite, Ill = Illite, Ill/S = Illite-Smectite.

حال با توجه به این مطالب می‌توان پیش بینی کرد که احتمالاً با این تیمار در نمونه‌های دارای مونت‌موریونیت و یا درهم لایه‌های ایلیت- اسمکتیتی که بخش اسمکتیت آن ساختمانی مشابه مونت موریونیت دارند (جانشینی در هشت وجهی آن وجود دارد) قلهٔ گسترهٔ ۱۷ آنگستروم از بین خواهد رفت. در واقع با استفاده از این تیمار، مونت- موریونیت موجود خاصیت تورم پذیری خود را از دست می‌دهد. البته این فرضیه نیاز به کار روی نمونه‌های دارای مونت موریونیت و درهم لایهٔ ایلیت- مونت موریونیت دارد و لازم است که آزمایش‌های بیشتری صورت گیرد.

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-06-05]

امین سبحانی و معین وزیری روی بدلیت و مونت موریونیت‌های مناطق مختلف ایران مطالعاتی انجام داده‌اند [۶]. در هیچ کدام از این موارد با تیمار کلرید لیتیوم، قله‌های حاصل تفاوت چندانی با قله‌های اولیه نکرده‌اند و تنها وجود بدلیت را به این طریق اثبات کرده‌اند و حتی سایر قله‌های اسمکتیت در رده‌های بعدی 001 را مشاهده نکرده‌اند. بنابراین با توجه به نمونه‌های ارائه شده (شکل‌های ۱ و ۲) واضح است که تیمار کلرید لیتیوم تأثیری بسیار مشخص بر قله‌های 001/002 و 002/003 کانی درهم لایهٔ ایلیت- اسمکتیت گذاشته است. در هر صورت وجود قله در محدوده ۱۱ الی ۱۳ آنگستروم و نیز قله‌های 001/002 و 002/003 (که با تیمار کلرید لیتیوم همراه با گرما و اتیلن گلیکول به خوبی نمایان می‌شوند) می‌تواند مشخص کننده وجود درهم لایهٔ ایلیت- اسمکتیت باشد. بنابراین پیشنهاد می‌شود که در صورت مشاهده قله‌هایی در محدودهٔ ۱۱ الی ۱۳ آنگستروم در نمودارهای خام کانیهای رسی تیمار یاد شده اعمال گردد تا نتیجه گیری نهایی بهتر و دقیقتر به دست آید.

مراجع

[1] Weaver C.E., *Clays, Mudstones and Shales*, Elsevier, Amesterdam (1989) p. 820.

[2] Chamly H., *Clay Sedimentology*, Springer-Verlag Pub. (1989) p. 623.

[3] Millot G., *Geology of Clays*, Springer-Verlag, Manson, Paris (1970) p. 425.

[4] Moore D.M., Reynolds R.C., *X-ray Diffraction and the Identification and Analysis of Clay Minerals*, Oxford University Press (1989) p. 332.

[5] Byström-Brusewitz A.M., *Studies of the Li test to distinguish beidellite from montmorillonite*: Proceedings, Internat. Clay Conf., Mexico City, Applied Publishing, Wilmette Ill. (1975) pp. 419-428.

[۶] امین سبحانی الف.، معین وزیری ح.، *بدلیت و منشا تشکیل آن در پاره‌ای از نقاط ایران*، نشریهٔ علوم دانشگاه تربیت معلم، شماره ۱ (۱۳۶۸) صفحات ۵۷ تا ۶۵ .

[۷] تیموری غلامرضا، *رسوب شناسی و کانی شناسی رسهای منطقه لوله کاب (ویدر) در شمال غرب ساوه با نگرشی خاص بر پتانسیل اقتصادی آنها*، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم زمین، گروه زمین شناسی (۱۳۸۰).

[۸] رفیعی بهروز، *رسوب شناسی، محیط رسوبی و ژئوشیمی سازندهای آقچاگیل و آپشرون در دشت مغان، شمال غرب ایران*، رساله دکتری، دانشگاه تربیت معلم تهران (۱۳۷۹).

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-06-05]