نشریه علوم و مهندسی جداسازی
دوره دوم ، شماره دوم، سال ۱۳۸۹، صفحه ٤٥ تا ٥٣

Journal of Separation Science and Engineering
Vol.2, No.2, , pp. 45 -53

جداسازی مونت موریلنیت از بنتونیت نوع سدیمی و کلسیمی

مجید طهمورسی[۱*]، عبدالهادی ابراهیمی[۲]، امیر صرافی[۳]، عبدالرضا ایرج منصوری[۱]، مرتضی میرزایی[۴]

۱ . مربی پژوهشی پژوهشکده مواد، مرکز بین المللی علوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی،(Tahmoresi@icst.ac.ir)*
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی شیمی، دانشگاه شهید باهنر کرمان
۳. استادیار مهندسی شیمی، دانشگاه شهید باهنر کرمان
۴. کارشناس ارشد پژوهشکده مواد، مرکز بین المللی علوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی

مشخصات مقاله

تاریخچه مقاله :
دریافت ۱۹ دی ۱۳۸۸
دریافت پس از اصلاحات ٢٤ مرداد ۱۳۸۹
پذیرش نهایی ۱۷ شهریور ۱۳۸۹

کلمات کلیدی :
بنتونیت
مونت موریلنیت
جداسازی
سدیمی کردن

چکیده

معمولا در ذخیره بنتونیت علاوه بر کانی اصلی مونت موریلنیت کانی های رسی و غیر رسی بعنوان ناخالصی می توانند وجود داشته باشند. در برخی از صنایع مانند صنایع دارویی، غذایی، تولید نانو کامپوزیت ها و کاتالیست ها نیاز به مونت موریلنیت با خلوص بالا هست، بنابراین جداسازی مونت موریلنیت از کانی های همراه ضروری است. بعلت ریز دانه بودن بلورهای مونت موریلنیت نسبت به ناخالصیهای همراه می‌توان آنها را بر اساس اندازه دانه جدا کرد. در این تحقیق ابتدا یک نمونه بنتونیت سدیمی و کلسیمی از معدن بنتونیت خیر آباد (کرمان) تهیه و توسط آزمایشات لازم شناسایی شده است. سپس توسط یک روش دستگاهی جدید بر اساس اندازه ذرات، مونت موریلنیت از کانی های همراه آن جدا گردیده است. جداسازی در نمونه سدیمی به خوبی صورت گرفته ولی نمونه کلسیمی جداسازی خوبی حتی با استفاده از کالگون هم نداشته است. به منظور بهبود جداسازی نمونه کلسیمی با استفاده از ۲٪ کربنات سدیم، سدیم در محیط آبی جانشین کلسیم گردید. بررسی جداسازی مونت موریلنیت نشان داد که خلوص آن در نمونه سدیمی ۹۵٪ و در نمونه کلسیمی سدیمی شده ۹۴٪ میباشد، در صورتیکه خلوص مونت موریلنیت در نمونه های سدیمی و کلسیمی بنتونیت تنها حدود ۶۵٪ بوده است.

* عهده دار مکاتبات

حقوق ناشر محفوظ است.

۱- مقدمه

بنتونیت یک ماده معدنی است که در صنایع مختلف از جمله نفت، گاز، پتروشیمی، غذایی، دارویی، عمران و کشاورزی کاربردهای فراوانی دارد [۱]. کانی اصلی موجود در بنتونیت مونت موریلنیت است که یکی از کانی های گروه اسمکتیت می باشد. مونت موریلنیت یک کانی رسی سه صفحه ای است که از لایه های فشرده و با نظم مشخص تشکیل شده است. هر لایه شامل یک صفحه هشت وجهی با کاتیون اصلی آلومینیم در میان دو صفحه چهار وجهی با کاتیون اصلی سیلیسیم می باشد که از نظر شیمیایی یک سیلیکات آلومینیم آبدار به شمار می رود. در طبیعت ممکن است برخی کاتیون ها مانند Mg^{2+}, Fe^{2+} به جای Al^{3+} در صفحه هشت وجهی و بعضا Al^{3+} به جای Si^{4+} در صفحه چهار وجهی جانشین شوند. در اثر این جانشینی که جانشینی ایزو مورفی نامیده میشود بین ۰/۲ تا ۰/۶ بار منفی بر نصف واحد ساختاری شبکه ایجاد می شود. منظور از نصف واحد ساختاری رابطه ای برای ساختار رس است که در آن ۱۰ اتم اکسیژن وجود داشته باشند. برای خنثی کردن این بار منفی کاتیونهایی مانند سدیم، کلسیم و به میزان کمتر پتاسیم و منیزیم در بین لایه ها نفوذ می کنند. حضور این کاتیون ها در فضای بین لایه ای باعث جذب آب در فضای بین لایه ای می شود. ظرفیت تعویض کاتیونی[1] نشان دهنده میزان این بار منفی ایجاد شده در رس است و می توان با روشهایی آن‌را تعیین نمود [۲]. البته شکستگی لایه های مونت موریلنیت نیز باعث ایجاد باری در حدود ۲۰٪ نسبت به بار بین لایه ای می‌شود که به pH محیط بستگی دارد. نوع بنتونیت (سدیمی و کلسیمی بودن آن) را می توان با استفاده از پراش پرتو ایکس و اندیس تورم تعیین کرد. در نمونه های سدیمی[2] فاصله مبنایی[3] نسبت به نمونه های کلسیمی[4] کمتر است ولی تورم نمونه سدیمی نسبت به نمونه کلسیمی بیشتر است [۲،۱]. با توجه به موارد فوق میتوان ساختار زیر را برای مونت موریلنیت پیش نهاد کرد:

$$((Na^{+}_{y}+Ca^{2+}_{x}) \times nH_2O)(Al^{3+}_{2-(y+2x)}Mg^{2+}_{y+2x})Si^{4+}_{4}O_{10}(OH)_2 \quad (1)$$

معمولا در بنتونیت استخراج شده علاوه بر مونت موریلنیت به عنوان کانی اصلی، کانی های رسی دیگری مانند کائولینیت و ایلیت و کانی های غیر رسی مانند کوارتز، کلسیت، کریستوبالیت، هماتیت، فلدسپار و ژیپس می توانند وجود داشته باشند [۳]. از الگوی پراش اشعه ایکس[5] می توان در تشخیص نوع مونت موریلنیت (کلسیمی و سدیمی) و کانیهای همراه آن استفاده کرد. بنتونیت استخراج شده از معادن مختلف با توجه به نوع آن، درصد خلوص مونت موریلنیت و کانی های همراه آن ویژگی های متفاوت فیزیکی و شیمیایی و در نتیجه کاربردهای متفاوت دارد.

برای جداسازی مونت موریلنیت از ناخالصیهای همراه روشهای مختلف شیمیایی و فیزیکی وجود دارد. نظر به اینکه در برخی از صنایع مانند صنایع دارویی، غذایی، تولید نانو کامپوزیت ها و کاتالیست ها نیاز به مونت موریلنیت با خلوص بالا هست، به این منظور جداسازی مونت موریلنیت از کانی های همراه بنتونیت ضروری است [۳]. از آنجایی که اندازه ذرات کانیهای رسی ریز بوده و زیر ۲ میکرومتر میباشند و ذرات مونت موریلنیت از کانی های رسی ریزتر بوده و حدود ۰/۱ میکرو متر و دارای شکل صفحه ای هستند لذا بر این اساس می توان به خوبی ذرات ریز را از ذرات درشت جدا کرده و خلوص مونت موریلنیت را بالا برد [۵،۴]. با استفاده از این روش مونت موریلنیت نوع سدیمی بهتر از نوع کلسیمی خالص می شود. بنتونیت نوع کلسیمی را می توان با استفاده از کربنات سدیم به سدیمی تبدیل

[1] (Cation Exchange Capacity (C.E.C.))
[2] (Na-sample)
[3] (d_{001}) (Basal spacing)
[4] (Ca-sample)
[5] (X-ray Diffraction)

کرد. برای سدیمی کردن نوع کلسیمی کاتیون های سدیم در محیط آبی جانشین کاتیون های کلسیم بین لایه ای می شوند. البته این جانشینی به دما، زمان و مقدار کربنات سدیم بستگی دارد و هیچ وقت کامل نیست [۷،۶].

معدن بنتونیت خیر آباد در ۶۰ کیلو متری شمال شهر کرمان واقع شده و ذخیره آن ۵۰۰۰۰۰ تن می‌باشد. در این معدن کانی های بنتونیت سدیمی و کلسیمی به رنگ های سفید، کرم، سبز، آبی و قهوه ای دیده می شود.

در این تحقیق سعی شده بر اساس روش اندازه ذرات از یک نمونه سدیمی و یک نمونه کلسیمی بنتونیت معدن خیر آباد مونت موریلنیت جداسازی شده و خلوص آن مورد ارزیابی قرار گیرد.

۲- مواد و روشها

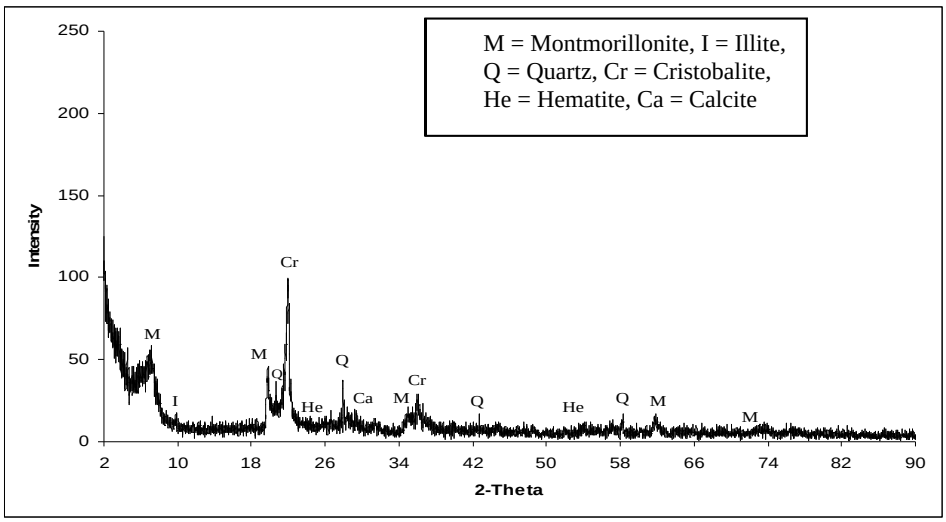
از آنجایی که در معدن بنتونیت خیر آباد بنتونیت سدیمی و کلسیمی در رگه هایی نزدیک بهم وجود دارند، ابتدا یک نمونه از هر کدام از معدن تهیه شد [۹]، سپس توسط سنگ شکن ساده ای به اندازه ورودی آسیا خرد شدند. در مرحله بعد توسط یک آسیای چکشی تا حدی که ۸۰ درصد آن ها از الک ۲۰۰ مش (۷۴ میکرون) عبور کنند آسیا شدند. در این تحقیق از آسیای ساخت شرکت رچ[1] استفاده شده است. نمونه های ریز شده در دمای ۱۱۰°c به مدت ۱۲ ساعت قرار گرفتند تا رطوبت سطحی آنها حذف شود. به منظور بررسی کانی شناسی و کریستالی نمونه ها الگوی پراش پرتو ایکس[2] مورد استفاده قرار گرفت. این کار به وسیله دستگاه ساخت شرکت بروکر[3] در شرایط ۴۰ کیلو ولت و ۳۰ میلی آمپر با تیوب مسی و با سرعت یک درجه 2θ در هر دقیقه انجام گرفت. الگوی پراش اشعه ایکس نمونه ها در زاویه 2θ بین ۲ تا ۹۰ درجه اندازه گیری شد. اندیس تورم[4] نمونه ها طبق استاندارد مجمع آمریکایی برای تست و مواد[5] اندازه گیری و با واحد میلی لیتر به ازاء ۲ گرم نمونه گزارش شد. آنالیز شیمیایی نمونه ها توسط دستگاه آرل[6] انجام شده است. میزان افت وزن[7] با اندازه اندازه گیری افت وزن در °c ۱۰۰۰ بعد از یک ساعت تعیین شد. ظرفیت تعویض کاتیونی نمونه ها با استفاده از روش جذب کمپلکس اتیلن دی آمین مس اندازه گیری و با واحد میلی اکی والان بر ۱۰۰ گرم نمونه گزارش شد. طیف مادون قرمز با عدد موج بین cm^{-1} ۶۰۰ تا cm^{-1} ۴۰۰۰ توسط دستگاه[8] ساخت شرکت بروکر گرفته شده است. جداسازی مونت موریلنیت از کانی های همراه بر اساس اندازه دانه صورت گرفت. برای این منظور ابتدا یک لوله شفاف به قطر ۷ و طول ۸۰ سانتی متر تهیه و سپس در فاصله ۵ سانتی متری انتهای لوله یک شیر جهت خروج مواد تعبیه شد. با فرض اینکه ذرات مونت موریلنیت از نا خالصی ها ریز تر [۸] و به شکل کره هستند و به طور متوسط کمتر از ۱ میکرو متر قطر دارند، بر اساس قانون استوکس ۵ روز طول می کشد تا این ذرات تا ارتفاع شیر دستگاه ساخته شده ته نشین شوند. به این منظور ابتدا آب و رس با نسبت وزنی ۴۰ به ۱ به آرامی با هم مخلوط و به مدت ۳۰ دقیقه به هم زده شدند و سپس درون لوله ریخته شد. مخلوط بالای شیر بعد از ۵ روز تخلیه و در فضای آزاد خشک شد و از آن پراش اشعه ایکس، آنالیز شیمیایی، طیف مادون قرمز، تست تورم و تعیین ظرفیت تعویض کاتیونی گرفته شد. از آنجایی که نتایج اولیه نشان داد خالص سازی نمونه بنتونیت کلسیمی به این روش مناسب نیست استفاده از کالگون (سدیم هگزامتافسفات، عامل متفرق ساز) با افزایش ۲٪ وزنی نسبت به بنتونیت انجام شد که این تست هم نتایج خوبی نداشت. لذا نمونه کلسیمی به سدیمی تبدیل و جداسازی صورت گرفت [۷،۶]. از کربنات سدیم جهت سدیمی کردن نمونه ها استفاده شده است. ابتدا مقادیر ۲، ۴ و ۶ درصد وزنی کربنات سدیم به نمونه کلسیمی مخلوط در آب به نسبت ۱ به ۴۰ اضافه شد و در دمای محیط و مدت زمان ۲۴ ساعت نگه داشته شد. پس از آزمایشات اندیس تورم و اندازه گیری فاصله

[1] Retsch Cross Beater Mill SK 100
[2] (XRD)
[3] Bruker D8 Advance
[4] (swelling index)
[5] ASTM 5890
[6] ARLAdvant'x XRF
[7] L.O.I.
[8] Bruker Tensor 27

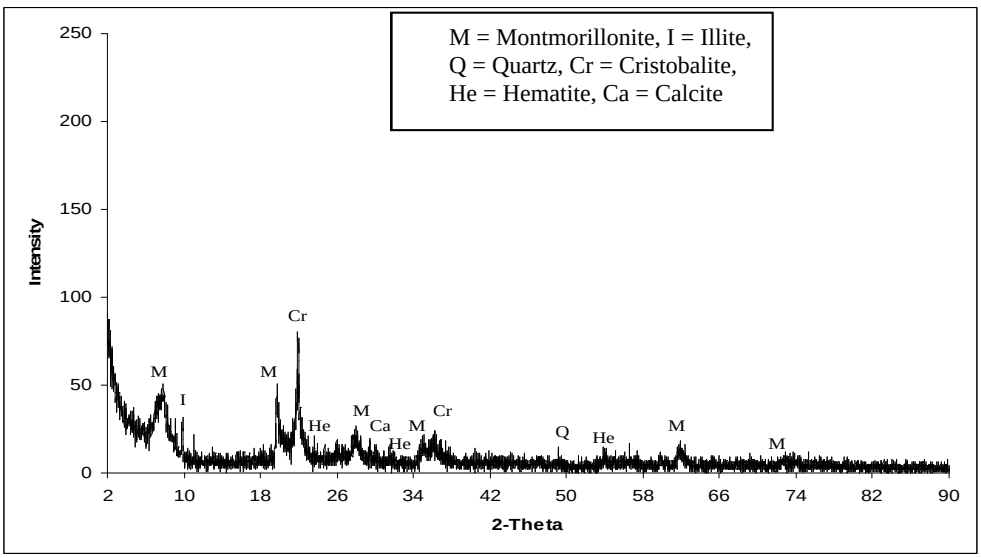
مبنایی مقدار بهینه به دست آمد. برای به دست آمدن درصد خلوص مونت موریلنیت از روش مقایسه ظرفیت تعویض کاتیونی استفاده شده است [۳]. کلیه مواد شیمیایی استفاده شده در این تحقیق ساخت شرکت مرک آلمان میباشند.

۳- ارائه نتایج و تحلیل یافته‌ها

الگوی پراش اشعه ایکس نمونه سدیمی و کلسیمی بنتونیت به ترتیب در شکل های (۱و۲) نشان داده شده است. با توجه به این دو شکل در این دو نمونه علاوه بر مونت موریلنیت مقداری کریستوبالیت، ایلیت، هماتیت، کلسیت و کوارتز نیز وجود دارد. اصلی ترین پیک مونت موریلنیت پیک فاصله مبنایی (d_{001}) در مقیاس 2θ بین ۲ تا ۱۰ درجه دیده می شود. از آنجایی که فاصله مبنایی در نمونه های کلسیمی بیش از نمونه های سدیمی است، فاصله مبنایی در نمونه کلسیمی ۱/۲۲ نانو متر و برای نمونه سدیمی ۱/۱۲ نانو متر است و تفاوت ۰/۱ نانو متری حاصله بواسطه کلسیمی بودن نمونه است.



شکل (۱): پراش اشعه ایکس نمونه سدیمی



شکل (۲) : پراش اشعه ایکس نمونه کلسیمی

آنالیز شیمیایی، اندیس تورم و ظرفیت تعویض کاتیونی نمونه ها در مقایسه با نمونه های جهانی در

جدول (۱) آورده شده است [۱۰]. در کانی مونت موریلنیت نسبت مولی عنصر سیلیسیم به آلومینیم ۲ است ولی اغلب به دو علت این نسبت بیشتر از ۲ است:

۱- به واسطه جانشینی انجام شده عناصری مانند منیزیم و آهن در شبکه هشت وجهی به جای آلومینیم.

۲- به علت حضور کانی هایی مانند کوارتز و کریستو بالیت.

پراش پرتو ایکس حضور کانی هایی مثل کوارتز و کریستوبالیت را تائید می کند. میزان CaO و نیز Na_2O سدیمی و یا کلسیمی بودن نمونه را مشخص می کند. میزان K_2O موجود در نمونه ها عمدتا به دلیل حضور کانی ایلیت می باشد که پراش پرتو ایکس این مطلب را تائید می کند. میزان Fe_2O_3 به علت حضور کانی هماتیت و هم چنین جانشینی انجام شده در شبکه هشت وجهی می باشد. میزان MgO عمدتا مربوط به جانشینی انجام شده در شبکه هشت وجهی می باشد و به مقدار کمتر به علت قرار گرفتن در بین لایه های مونت موریلنیت و یا حضور ناخالصی هایی مثل دولومیت می باشد. اندیس تورم نیز نوع بنتونیت را مشخص می کند. هر چه این اندیس بیشتر باشد دلیل بر سدیمی تر بودن نمونه است. همانطور که مشاهده می شود نمونه سدیمی خیلی بیشتر از نمونه کلسیمی تورم داشته است. در بنتونیت ها بسته به مقدار کانی مونت موریلنیت و جانشینی‌های ایزومورفی انجام شده در آن میزان ظرفیت تعویض کاتیونی متفاوت بوده و بین ۵۰ تا ۱۳۰ میلی اکی والان بر صد گرم رس متغیر است که ظرفیت تعویض کاتیونی این دو نمونه در این محدوده قرار دارد. نظر به اینکه هر دوی این نمونه ها از یک معدن برداشته شده اند و احتمال جانشینی‌های ایزومورفی در هر دو تقریبا یکسان است، نزدیک بودن ظرفیت تعویض کاتیونی آنها نشان می دهد که میزان کانی های همراه دو نمونه تقریبا یکسان می باشد.

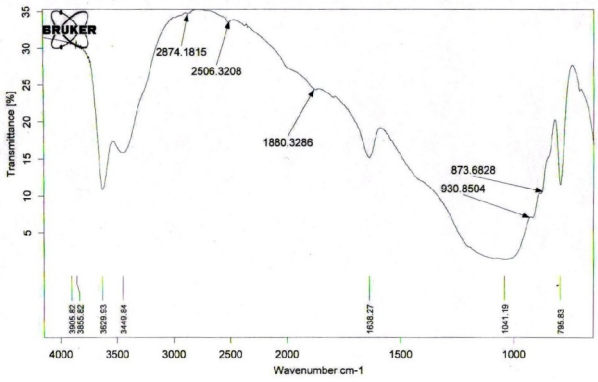
جدول (۱) : آنالیز شیمیایی، اندیس تورم و ظرفیت تعویض نمونه های سدیمی و کلسیمی

٪	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	L.O.I.	Total	اندیس تورم	C.E.C
سدیمی	۷۰/۰۶	۱۴/۲۲	۳/۰۴	۲/۴	۱/۶۸	۲/۱۷	۰/۳۹	۵/۳۲	۹۹/۲۸	۲۳	۷۸
کلسیمی	۷۱/۶۸	۱۲/۹۳	۲/۷۶	۲/۲	۲/۲۴	۱/۲۹	۰/۴۵	۶/۳۸	۹۹/۹	۱۰	۷۵
نمونه جهانی	۶۳/۳۷	۲۳/۳۷	۳/۸۲	۳/۲۲	۰/۶۳	۰	۰/۰۲	۰	۹۴/۸۸	-	۱۱۶
نمونه جهانی	۷۸/۶۸	۱۵/۷	۲/۴۲	۲/۱۱	۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۱۱	۰	۹۹/۱	-	۱۰۴

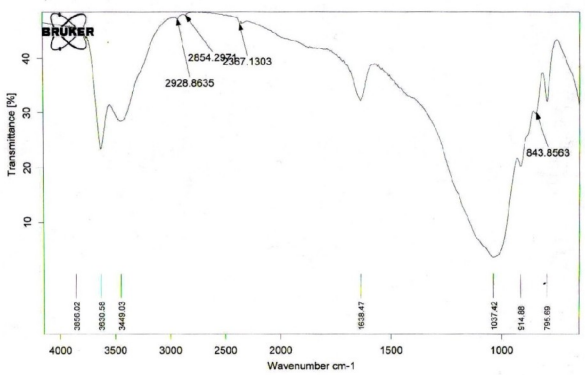
طیف مادون قرمز دو نمونه در شکل های ۳ و ۴ آورده شده اند. جا نشین شدن یون منیزیم و آهن[1] به جای یون آلومینیم[2] به ترتیب از روی پیک های $795\ cm^{-1}$ [1] 795 و $873 cm^{-1}$ نمونه ها مشهود است. پیک‌های $1038\ cm^{-1}$، ۱۶۳۰، ۳۴۵۰ و ۳۶۳۰ به ترتیب مربوط به پیوند های سیلیس با اکسیژن، هیدروژن با اکسیژن، هیدروژن با اکسیژن و آلومینیوم با اکسیژن است.

در جدول (۲) نتایج آزمایش جداسازی این دو نمونه نشان داده شده است. همانگونه که مشاهده می شود درصد بیشتری از نمونه سدیمی (۶۵٪) نسبت به نمونه کلسیمی (۲۷٪) معلق مانده است و نظر به اینکه در نمونه سدیمی ظرفیت تعویض کاتیونی وتست تورم نمونه بالای شیر[3] افزایش چشمگیری نسبت به نمونه اولیه داشته و ظرفیت تعویض کاتیونی و تست تورم نمونه پایین شیر[4] خیلی کاهش یافته لذا می توان نتیجه گیری کرد که جداسازی مونت موریلنیت در این نمونه به خوبی صورت گرفته است.

[1] Fe^{3+}, Mg^{2+}
[2] Al^{3+}
[3] Dispersed clay
[4] Bottom sediment



شکل (۳) : طیف مادون قرمز نمونه سدیمی



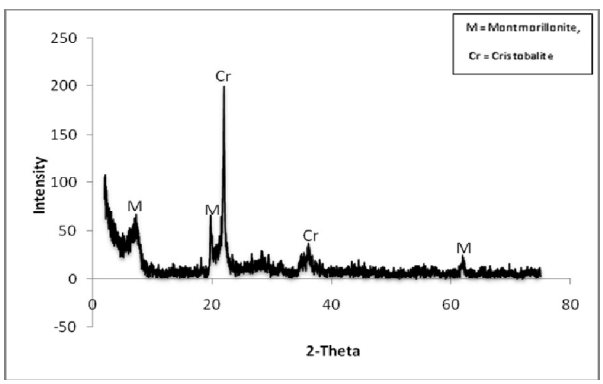
شکل (۴) : طیف مادون قرمز نمونه کلسیمی

جدول(۲) : نتایج آزمایش جداسازی نمونه های سدیمی و کلسیمی

	جرم به دست آمده (گرم)		اندیس تورم		ظرفیت تعویض کاتیونی	
	بالای شیر	پایین شیر	بالای شیر	بالای شیر	پایین شیر	بالای شیر
مکان	۲۷	۷۳	۱۳	۹	۸۳	۷۲
نمونه کلسیمی	۶۵	۳۵	۳۴	۳	۱۲۰	۱۷
نمونه سدیمی	۵۸	۴۲	۲۵	۷	۸۸	۳۶

ولی در نمونه کلسیمی تفاوت چندانی بین ظرفیت تعویض کاتیونی وتست تورم ذرات بالای شیر، پایین شیر و نمونه خام وجود ندارد که نشان دهنده عدم انجام جداسازی است. چون لایه های مونت موریلنیت کلسیمی به خوبی مونت موریلنیت سدیمی از هم جدا نمی شوند و اگلومره میشوند در نتیجه مجموعه لایه ها بزرگ شده و ته نشین میشوند [۱] و در نتیجه جداسازی به خوبی نمونه سدیمی انجام نمی شود. برای بهتر شدن جداسازی در نمونه کلسیمی از کالگون با غلظت ۲٪ نسبت به بنتونیت استفاده شد که نتایج را اندکی بهبود داد ولی باز هم مثل نمونه سدیمی خالص سازی نشد. الگوی پراش پرتو ایکس نمونه سدیمی خالص شده در شکل ۵ آورده شده است. همانطور که مشاهده می شود کانی های همراه مونت موریلنیت مثل هماتیت، کوارتز و کلسیت حذف شده اند و فقط مقداری کریستوبالیت به علت مقدار زیاد آن در نمونه اولیه باقی مانده است[۸]. آنالیز شیمیایی مونت موریلنیت خالص شده نیز در جدول (۳) آورده شده است که مؤید کاهش میزان سیلیسیم است که نشان دهنده حذف ناخالصی هاست. البته میزان آهن و منیزیم تفاوت چندانی نکرده که نشان دهنده حضور آهن و منیزیم در شبکه کریستالی مونت موریلنیت میباشد. مقادیر سدیم و پتاسیم تفاوت چندانی نکرده که نشان دهنده حضور آنها در بین لایه هاست

نتایج تست تورم و فاصله مبنایی نمونه های کلسیمی که با اضافه کردن۲، ۴ و ۶ درصد وزنی کربنات سدیم سدیمی شده در جدول (۴) آورده شده است. از نتایج تورم در جدول ۴ مشخص است که سدیمی کردن بخوبی صورت گرفته و d_{001} نمونه ها نسبت به نمونه خام کاهش و اندیس تورم افزایش یافته است.



شکل (۵) : پراش پرتو ایکس نمونه سدیمی خالص شده

جدول (۳) : آنالیز شیمیایی نمونه سدیمی خالص شده

	سدیمی خالص شده
SiO_2	۶۲/۸۷
Al_2O_3	۱۵/۴
Fe_2O_3	۳/۹۸
MgO	۲/۶۴
CaO	۱/۲۲
Na_2O	۲/۵۳
K_2O	۰/۳۵
L.O.I.	۱۰/۱۴

بر اساس نتایج حاصله می توان نتیجه گرفت که در این خصوص ۲٪ کربنات سدیم مناسب می باشد زیرا هر چه فاصله مبنایی کمتر و تورم بیشتر باشد نمونه سدیمی تر شده است. نمونه سدیمی شده با ۲٪ کربنات سدیم مورد آزمایش جداسازی قرار گرفت. در جدول (۵) نتایج جداسازی، تست تورم و ظرفیت تعویض کاتیونی برای این نمونه نشان داده شده است. همانطور که در این جدول نشان داده شده است می توان با سدیمی کردن نمونه کلسیمی نتایج بهتری گرفت و به نتایج نمونه سدیمی نزدیک شد. شکل (۶) پراش اشعه ایکس و جدول (۶) آنالیز شیمیایی نمونه خالص شده را نشان می دهد.

در نهایت می توان نتیجه گرفت که همه کانیهای همراه بجز کریستوبالیت از مونت موریلنیت جدا شده اند. بر اساس روش مقایسه ظرفیت تعویض کاتیونی [۳] درصد خلوص در نمونه های بنتونیت سدیمی و کلسیمی ۶۵٪ و در نمونه های خالص شده سدیمی و کلسیمی به ترتیب ۹۵٪ و ۹۴٪ بوده است. با توجه به آنالیز شیمیایی، پراش پرتو ایکس و ظرفیت تعویض کاتیونی فرمول ساختاری زیر برای مونت موریلنیت جدا شده نمونه سدیمی پیش نهاد می شود:

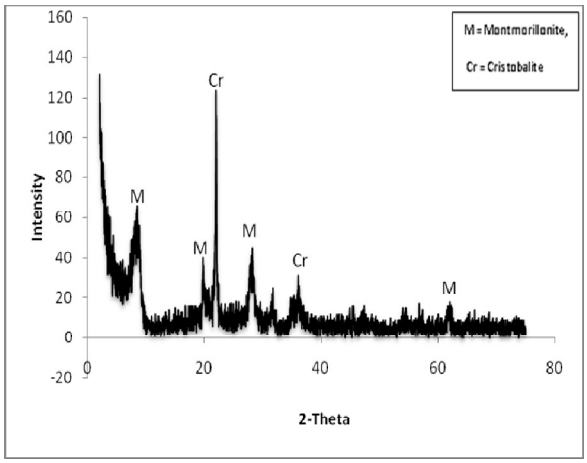
$$((Na^{+}_{0.3}+Ca^{2+}_{0.1}) \times nH_2O)(Al^{3+}_{1.5}Fe^{3+}_{0.1}Mg^{2+}_{0.4})Si^{4+}_{4}O_{10}(OH)_2 \quad (۲)$$

فرمول ساختاری زیر نیز برای نمونه کلسیمی پیش نهاد می شود:

$$((Na^{+}_{0.1}+Ca^{2+}_{0.2}) \times nH_2O)(Al^{3+}_{1.5}Fe^{3+}_{0.1}Mg^{2+}_{0.4})Si^{4+}_{4}O_{10}(OH)_2 \quad (۳)$$

جدول (۴) : نتایج تست تورم و فاصله مبنایی نمونه های کلسیمی سدیمی شده

درصد کربنات سدیم اضافه شده	اندیس تورم	فاصله مبنایی (آنگستروم)
۲	۲۸	۹/۸
۴	۲۶	۱۰/۱
۶	۲۰	۱۰/۳



شکل(۶): پراش پرتو ایکس نمونه کلسیمی سدیمی خالص شده

جدول (۵): نتایج آزمایش جداسازی نمونه کلسیمی سدیمی شده

	مکان	نمونه کلسیمی سدیمی شده
جرم به دست آمده	بالای شیر	۵۰
	پایین شیر	۵۰
اندیس تورم	بالای شیر	۳۶
	پایین شیر	۹
ظرفیت تعویض کاتیونی	بالای شیر	۱۰۸
	پایین شیر	۳۸

جدول (۶) : آنالیز شیمیای نمونه کلسیمی سدیمی شده خالص شده

	کلسیمی سدیمی شده خالص شده
SiO_2	۶۳/۸۹
Al_2O_3	۱۳/۹۸
Fe_2O_3	۲/۵۸
MgO	۲/۹۷
CaO	۱/۵۷
Na_2O	۳/۵
K_2O	۰/۳۷
L.O.I.	۹/۶۷

۴- نتیجه گیری

در این تحقیق یک نمونه کلسیمی و یک نمونه سدیمی معدن بنتونیت خیر آباد جهت جداسازی مونت موریلنیت از کانی های همراه مورد بررسی و آزمایش قرار گرفتند. بدین منظور دستگاه ساده ای ساخته شد که بر اساس اندازه ذرات جداسازی مونت موریلنیت در آن انجام گرفت. نتایج به دست آمده نشان داد که مونت موریلنیت نمونه سدیمی بخوبی از کانی های همراه جدا شده و خلوص بالایی دارد(۹۵٪). اما در نمونه کلسیمی جداسازی چندانی صورت نگرفت و استفاده از کالگون نیز تاثیر چندانی نداشت لذا نمونه کلسیمی ابتدا با استفاده از کربنات سدیم، سدیمی شد و بهترین درصد کربنات سدیم برای این منظور ۲٪ بود. سپس جداسازی مونت موریلنیت صورت گرفت که به خلوص ۹۴٪ رسید. با توجه به این که ابتدا نمونه کلسیمی و سدیمی هر کدام حدودا ۶۵٪ مونت موریلنیت داشتند و تنها کریستوبالیت در مونت موریلنیت خالص شده مشاهده شد لذا می توان نتیجه گرفت که کانی های همراه بجز کریستوبالیت از مونت موریلنیت جدا شده اند.

مراجع

[1] H. H. Murray, (2007) *"Applied Clay Mineralogy"*, ELSEVIER, 113.

[2] F. Bergaya, B. K. G. Theng, G. Lagaly, (2006), *"Handbook of Clay Science"*, ELSEVIER, 40.

[3] S. Kaufholda, R. Dohrmannb, K. Uferc, F.M. Meyer, (2002) ″ Comparison of methods for the quantification of montmorillonite in bentonites″, *Applied Clay Science*, 22 145-151.

[4] S. Pavlidou, C. D. Papaspyrides, (2008) ″A review on polymer–layered silicate nanocomposites″, *Progress in Polymer Science*, 33, 1119-1198.

[5] M. Alexandre, P. Dubois, (2000) ″Polymer-layered silicate nanocomposites: preparation, properties and uses of a new class of materials″, *Materials Science and Engineering*, 28, 1-63.

[6] M. S. Hassan, N. A. Abdel-Khalek, (1998), ″Beneficiation and applications of an Egyptian bentonite″, *Applied Clay Science*, 13 99-115.

[7] N. Yildiz , Y. Sarikaya , A. Calimli, (1999) ″The effect of the electrolyte concentration and pH on the rheological properties of the original and the Na_2CO_3 -activated Kutahya bentonite″, *Applied Clay Science*, 14, 319-327.

[8] G. W. Brindley, G. Brown, (1984) ″Crystal Structure of Clay Minerals and their X-Ray Identification″, *Mineralogical Society*, 305-330.

[9] P. Gy, (1999) *"Sampling for Analytical Purposes"*, John Wiley & Sons Ltd., 5-17.

[10] R. E. Grim, N. Guven, (1978) ″Bentonites: geology, mineralogy, properties and uses″, *Elsevier Scientific Pub. Co*.

Separation of montmorillonite from sodium and calcium type bentonite

M. Tahmooresi[1*], A. Ebrahimi[2], A. Sarrafi[3], A. I. Mansouri[1], M. Mirzaee[4]

1.Research instructor of International Center for Science, High Technology & Environmental Sciences.
2. MSc in Chemical Engineering, Shahid Bahonar University of Kerman.
3. Assiatant Professor of Chemical Engineering, Shahid Bahonar University of Kerman.
4. MSc of International Center for Science, High Technology & Environmental Sciences.

A R T I C L E I N F O

Article history :
Received 9 January 2010
Received in revised form 15 Aug. 2010
Accepted 8 September 2010

Keywords:
Bentonite
Montmorillonite
Separation
Sodium substitution

A B S T R A C T

Usually in the quarried Bentonite in addition to Montmorillonite other clay minerals and non-clay minerals as impurities may be found. In some industries such as pharmaceutical industries, food production, nano-composites and catalysts, high purity Montmorillonite is required, therefore its separation from other minerals is essential. Montmorillonite separation may be carried out by its fine-grained crystals compared to impurities. In this study, first a sample of sodium Bentonite and calcium Bentonite from Kheirabad (Kerman) Bentonite mine were prepared and identified using the necessary measurements. Then, utilizing a new designed equipment Montmorillonite was separated from other minerals based on particle size. Separation of the sodium Montmorillonite sample was satisfactory but the calcium Montmorillonite sample separation was not efficient enough and even using calgon as dispersing agent has not improved its separation. Calcium ions in the calcium type sample were first exchanged with sodium using 2% (w/w) sodium carbonate solution. The results of separation show that the purity of sodium Montmorillonite and ion exchanged sample are 95% and 94% respectively, compared to the raw samples purity of about 65%.

All rights reserved.

This document was created with Win2PDF available at http://www.daneprairie.com.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.