

# روش پیشنهادی مطالعه کمی سنگهای رسوبی

نوشته :

اسد ایران پناه (Ph. D.)

استادیار دانشکده علوم

مقدمه :

مطالعه سنگهای رسوبی از نظر تقریباً کمی (Semiquantitative) بروش های مختلف صورت میگیرد که معمولترین آنها عبارتند از :

- ۱- مطالعه ترکیب کانی شناسی سنگهای رسوبی بروش کنتور دوپوان (Point counting)
  - ۲- بررسی سنگهای تخریبی دانه درشت از نظر ترکیب کانی شناسی بروش گرانولومتری و انحلال سیمان (ماده خیمه‌ای).
  - ۳- بررسی سنگهای تخریبی دانه ریز بروش انحلال سیمان محلول و اندازگیری مواد غیر محلول باقیمانده از انحلال در اسید کلریدریک  $\frac{N}{10}$  (Insoluble residue).
  - ۴- مطالعه کمی سنگهای شیمیائی بروش رنگ آمیزی مقاطع سنگی و نمونه های دستی صیقلی شده (Staining methods).
  - ۵- یک روش سریع جهت اندازه گیری مقدار کوارتز در سنگهای رسوبی و رسوبات بطریقه اشعه مادون قرمز پیشنهاد گردیده است (R. Chester and R.N. Green, 1968).
- کوارتزی یکی از مهمترین عناصر ترکیب دهنده سنگهای رسوبی است و بدینجهت دانستن انتشار این کانی در رسوبات ما را در تفسیر اکولوژیکی ، کانی شناسی و ژئوشیمی شرایط ته نشینت کمک موثری مینماید .
- برای اولین بار در ۱۹۵۳ تعیین مقدار کمی کوارتز بروش سپکتروسکوپی مادون قرمز توسط

Hunt و Turner مورد بررسی قرار گرفت و از نظر کمی دقتی در حدود  $\pm 10\%$  درصد برای نمونه‌های مورد آزمایش تعیین گردید. تا این اواخر روش‌هایی که در تعیین مقدار کمی کوارتز بکار رفته است روش تجزیه کمی شیمیائی و استفاده از روش اشعه X فلورسانس (اغلب بصورت کیفی و نیمه کمی) بوده است. روش‌های شیمیائی مرطوب بعنوان مثال روش Trostel and Wynne, 1940 که دارای دقتی در حدود  $\pm 1\%$  درصد باشد احتیاج بداشتن مهارت کامل آزمایش کننده و صرف وقت بیشتری است. بعلاوه در سنگهای رسوبی که دارای کانی‌های سیلیکاته از قبیل فلدسپاتها و غیره است نتایج حاصل از نظر ترکیب شیمیائی سنگ بطور عمومی (Bulk composition) و یا بعبارت دیگر از نظر محاسبه نورم (Norm calculation) و اکسیدهای ترکیب دهنده مورد قبول میباشد و اغلب تجزیه یک نمونه مشخص بوسیله چندین آزمایشگاه نتایج کاملاً متفاوت داده است.

در روش اندازه گیری مقدار کوارتز در سنگهای رسوبی و رسوبات، نمونه مورد تجزیه را بحالت جامد از نظر سپکتر فتومتر (Spectrophotometer) در دیسکهای KBr مورد آزمایش قرار میدهند. در این آزمایش با کنترل مقدار مواد مورد تجزیه در هر دیسک مقدار کمی ترکیبات تعیین میگردد. Chester و Geen در ۱۹۶۸ این تجزیه را مورد شانزده سنگ رسوبی و استانداردهای مصنوعی آزمایش نمودند و نتایج حاصله با اطلاعاتی که از روش‌های شیمیائی و اشعه X بدست آمده بود به بهترین وجهی مطابقت داشت. بعنوان یادآوری طول امواج جذب باندهای طیف‌های مادون قرمز را که در اندازه گیری مقدار کمی سنگهای رسوبی از نظر ترکیب کانی شناسی اهمیت دارد در جدول (۱) از Chester and Green, 1968 نقل میکنیم:

روشی که بتوان از آن جهت بررسی سنگهای تخریبی دانه ریز از نظر کمی مانند کلی استونها (Claystones) کلی - شیل ها (Clay-shales) مادستون‌ها (Mudstones) و سیلت استون رس دار (Clayey siltstones) و غیره قابل استفاده باشد در دست نیست. بدینجهت نگارنده روش زیر را برای بررسی کمی سنگهای تخریبی دانه ریز و یا سنگهای شیمیائی میکرو کریستالین و کریپتوکریستالین پیشنهاد میکند. کانی‌های رستی مانند ایلیت، مونتموریونیت و کائولینیت ممکنست با یکدیگر در یک سنگ یافت شود. در چنین نمونه‌ای تشخیص مقدار کمی کانی‌های مذکور از یکدیگر بسیار مشکل است. کانی‌های رستی فوق بعلت کوچک بودن اندازه آنها (Submicroscopic) در یک ضخامت استاندارد مقاطع سنگها بصورت ورقه‌های چندتائی از کانی‌های رستی ظاهر میشود و بدینجهت مقدار تفاوت ضریب انکسار (Bn) آن از نظر اندازه گیری استاندارد نبوده و از نظر رنگ، رنگهای بالاتری را نشان خواهد داد. مثلاً اگر یک کانی مونتموریونیت دارای اندازه‌ای برابر ۳ میکرون باشد در یک مقطع سنگ ضخامت ۰.۳ میلیمتر ممکن است ۷ یا ۸ ورقه مونتموریونیت بشکل ورقه‌های کتاب روی همدیگر قرار گرفته باشد و این امر اندازه گیری رنگها (Bn) را مشکل میسازد.

در اینجا روشی را که از نظر کیفی جهت تشخیص کانی‌های مذکور در زیر میکروسکپ پلاریزان توسط نگارنده بکار میرود بطور خلاصه معرفی مینمائیم. (شکل ۱)

جدول ۱- نمایش طول امواج طیف‌های مادون قرمز کانی‌هایی که از نظر کمی در سنگ‌های رسوبی اهمیت دارد

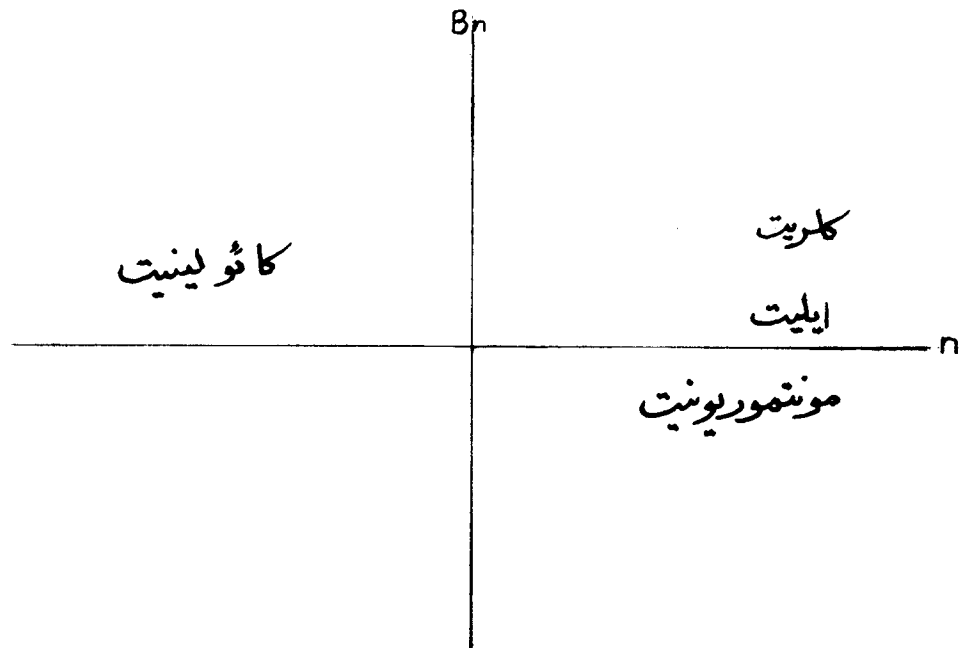
تغییرات طول موج			
۱۳-۱۴	۱۲	۱۰-۱۱	۸-۹
		۶-۷	۲-۵
<b>کانی‌های سیلیکاته</b>			
	کوارتز	۱/۴ (متوسط)	۱۲/۵۲ (متوسط) ۱۲/۵۲ (تراس) ۱۰/۹۵ (تراس) ۸/۶ (تراس) ۱۹/۲ (قوی) ۶/۲ (ضعیف)
	اپال	( ) ۱۲/۸۲ ( ) ۱۲/۵۵ ( ) ۱۰/۵ ( ) ۸/۲ ( ) ۹/۲ ( ) ۶/۱ ( ) ۳ ( ) ۵/۳۸ ( )	
<b>کانی‌های رستی</b>			
	کلریت	۱۴/۴ (متوسط)	۱۰/۱۰ (قوی) ۹/۳۰ ( ) ۲/۸ ( ) ۱۰/۴۶ (تراس) ۹/۷۵ ( ) ۶/۱ ( ) ۳/۲ ( ) ۱۱/۴۹ (متوسط) ۲/۷۸ (ضعیف) ۹/۱۷ (تراس) ۹/۷۵ (قوی) ۶/۱ (ضعیف) ۲/۲ (متوسط) ۷/۵۵ ( )
	اپلیت	۱۳/۳ (متوسط) ۱۴/۵ ( )	۲/۷۵ (متوسط، تراس) ۶ (ضعیف) ۹/۰۹ (قوی) ۸/۹۹ (تراس) ۱۰/۶۸ (تراس) ۱۲/۵۰ (متوسط) ۱۲/۳ (متوسط) ۲/۹۴ (متوسط) ۶/۱ ( ) ۹/۷۱ ( ) ۷/۵۵ ( ) ۹/۹۰ ( )
	مونتموریونیت	۱۰/۹۵ (ضعیف) ۱۱/۴۰ (تراس) ۱۱/۹۰ (تراس)	۲/۸ ( ) ۶/۱۵ ( ) ۹/۱۳ (تراس) ۷/۵۵ (متوسط) ۹/۸۰ (قوی) ۳/۲ (ضعیف) ۱۱/۹۰ (تراس)

تغییرات طول موج

۱۳-۱۴	۱۲	۱۰-۱۱	۸-۹	۶-۷	۵-۲
(قوی، تراس)	۱۴/۰۸				
					کلسیت
					۴/۰۲ (ضعیف) ۷ (قوی، وسیع) ۱۱/۴۱ (قوی، تراس)
					۵/۰۸ ( » ) ۱/۷۶ (ضعیف)
					آراگونیت
					۴/۰۲ ( » ) ۶/۸۷ (متوسط، قوی، تراس)
					وسیع
					۵/۰۸ (ضعیف) ۱۱/۹۰ (ضعیف)
					سنیزیت
					۴/۰۲ ( » ) ۶/۹۰ (قوی، تراس)
					وسیع
					۵/۰۲ ( » ) ۱۱/۷۳ (قوی، تراس)
					دولومیت
					۴ (ضعیف) ۶/۹۴ (قوی، تراس)
					وسیع
					۵/۰۲ ( » ) ۱۱/۷۳ (ضعیف)

کانی‌های کربناته

سه کانی عمده سنگهای رستی یعنی ایلیت، مونتموریونیت و کائولینیت از نظر ضریب انکسار ( $n = \text{Index of refraction}$ ) و تفاوت ضریب انکسار ( $Bn$ ) بطور کیفی بصورت زیر قابل تشخیص میباشد: مونتموریونیت تنها کانی رستی است که دارای ضریب انکسار منفی نسبت به بوم دوکانادا میباشد. معمولاً از بلورهای بسیار کوچک در حدود  $\mu\text{m}$  میکرون یا بیشتر تشکیل شده است. ازدوکانی ایلیت و کائولینیت اولی دارای تفاوت ضریب انکسار بیشتر از دومی است.



(شکل ۱)

نمایش تعیین کانی‌های مهم رستی از روی ضریب انکسار و بیرفرانسان آنها

بهرحال تعیین مقدار کمی کانی‌های رستی فوق در سنگهای رسوبی بسیار مشکل و عملاً غیرممکن میباشد. پیدایش کانی‌های مذکور با کانی‌های دیگر مثل کلسیت‌های ریز بلور (میکرایت) و مخفی بلور و دولومیت و غیره اندازه‌گیری کمی کانی‌های رستی را در اینگونه سنگها مشکلتر میسازد. زیرا که کانی‌های رستی توسط کلسیت‌های ریز بلور و مخفی بلور در مقاطع نازک پوشانیده میشود (Superposed). از این نظر تشخیص کمی ترکیب کانی‌شناسی این قبیل سنگها باشکال روبرو میشود. معمولاً در سنگهای آهکی رس دار قاعده برای این است که از روش Insoluble residue مقدار ناخالص رس را تعیین مینمایند ولی بهر حال تعیین اینکه چه مقدار از این رستها از ایلیت، کائولی نیست و یا مونتموریونیت تشکیل گردیده است عملاً غیر ممکن است.

روش کمی که در این مقاله بحث میشود از مطالعه یک سیستم دوتائی (Binary) مثلاً آهک + ماسه‌دار (آهک + کوارتز) نتیجه شده است (A. Iranpanah, 1966).

این بررسی را میتوان در مورد سنگهای رسوبی خیلی دانه ریز یعنی سنگهای رستی که از چندین نوع

کانی متفاوت تشکیل شده بصورت سیستم‌های سه تائی (Ternary) و چهارتائی (Quaternary) بترتیب بصورت دیاگرامهای مثلثی و چهار وجهی نمایش داد.

### روش مطالعه :

مطالبی که در این مقاله گنجانده شده است زمینه را برای بررسی‌های کمی کانی‌های رستی : ایلیت، کائولینیت و مونتموریونیت فراهم میسازد . ولی چون کار بعدا نمودن فازهای مختلف کانی‌های رستی حتی از سنگهای تک کانی بطور کامل صورت نگرفته است . لذا این بررسی را ابتدا در روی کانی‌های درشت بلور مانند کوارتز و کلسیت انجام داده ایم . نمونه‌های خالص کوارتز و کلسیت را قبل از اینکه با یکدیگر مخلوط کنیم بطور جدا گانه در چندین سلاید توسط اشعه ایکس مورد بررسی قرار دادیم تا اگر ناخالص مشخص در کانی‌های مذکور موجود باشد تعیین گردد . سپس کانی‌های کوارتز و کلسیت را بطور جدا گانه خرد کرده و گرد کمتر از Mesh ۲۳ . آنرا جهت آزمایش انتخاب نمودیم . برای اینکه اندازه ذرات استاندارد باشد ذرات خرد شده را بلافاصله پس از خرد نمودن الک کردیم .

ترکیبات مختلف از کانی‌های کوارتز و کلسیت بشرح زیر تهیه گردید :

جدول ۲ - نمایش ترکیب نمونه‌های مورد آزمایش

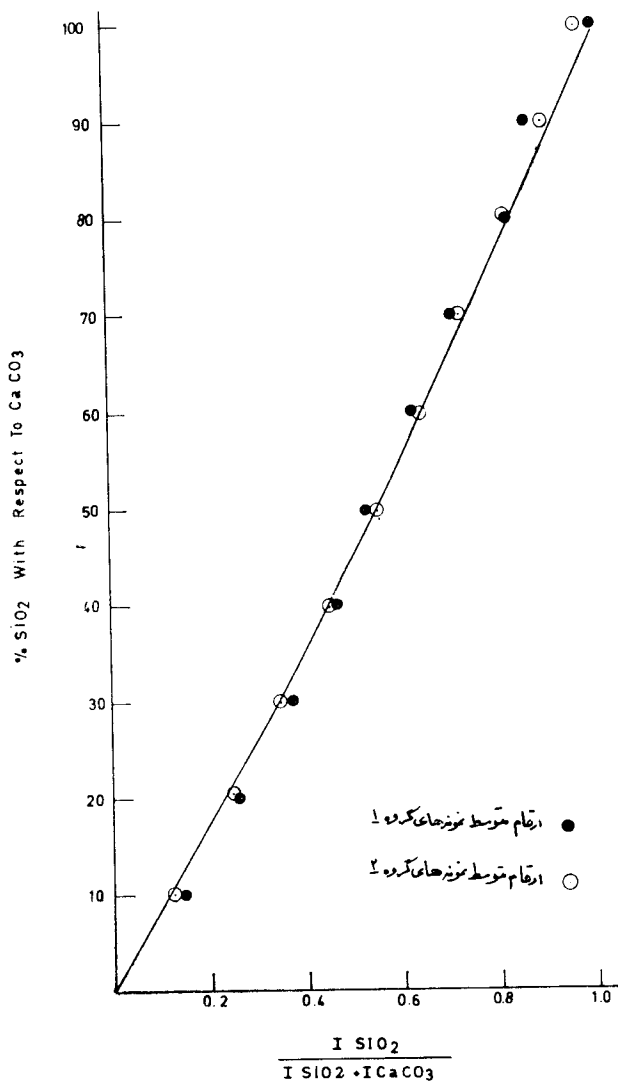
نوع کانی	مقدار برحسب گرم
کوارتز	۰.۰/۹ ۰.۲/۳ ۰.۳/۴ ۰.۴/۵ ۰.۵/۶ ۰.۶/۷ ۰.۷/۸ ۰.۸/۹ ۱
کلسیت	۱۰/۱ ۰/۸ ۰/۷ ۰/۶ ۰/۵ ۰/۴ ۰/۳ ۰/۲ ۰/۱ ۰
مقدار کل نمونه برحسب گرم	۱ ۱ ۱ ۱ ۱ ۱ ۱ ۱ ۱ ۱

مطابق جدول (۲) یازده نمونه از کانی‌های کوارتز و کلسیت با نسبت‌های مختلف تهیه گردید و سعی شد که ذرات کوارتز و کلسیت بخوبی بایکدیگر مخلوط شود . وزن کلی هر یک از ترکیبات فوق برابر یک گرم میباشد . از این مقدار نمونه در حدود ۱۲ تا ۱۴ سلاید جهت آزمایش با اشعه ایکس تهیه گردید . سلایدهای آزمایش از شیشه‌ای که بوسیله ورقه‌ای از وازلین پوشانیده و روی آن ذرات گرد نمونه‌های فوق پاشیده شده تشکیل شده است . از روی آزمایشی که در روی یک نمونه بخصوص انجام گردید معلوم شد که در تجزیه‌های مختلف یک ماده بوسیله اشعه ایکس بعلمت سیستم ژئومتری دیفراکتمتر بخشی از اسلاید که در امتداد اشعه نفوذی (Incident beam) قرار میگردد بسیار کوچک است و این منطقه کوچک نمیتواند نماینده ترکیب عمومی نمونه باشد . بدینجهت آزمایش‌های متفاوت از یک ترکیب بوسیله اشعه ایکس نتایج متفاوت از نظر پترن اشعه ایکس بدست میدهد .

برای این منظور از هریک گرم ترکیب (جدول ۱) در حدود ۱۲ تا ۱۴ اسلاید تهیه گردید که هر اسلاید به تنهایی در چهار جهت در هر ۹۰ درجه چرخش بوسیله اشعه ایکس متاثر گردید و پترن مربوط تهیه شد. پس بدین ترتیب از هر نمونه ۴ تا ۵ پترن بدست آمد که پس از اندازه گیری آماری مورد بررسی قرار گرفت.

بنظر میآید که هرچه اندازه ذرات مورد آزمایش کوچکتر باشد بعلت اینکه دانه های بیشتری در اختیار دیفراکسیون اشعه ایکس قرار بدهد و همچنین با افزایش تعداد نمونه های مورد بررسی و ترکیبات حد واسط نتایج دقیقتری بتوان بدست آورد.

ارتفاع بزرگترین قله (Peak) کوارتز و کلسیت (1014) برای کوارتز و 1014 برای کلسیت (Grim, 1954) بوسیله خط کش اندازه گیری شد و شدت نسبی قله های مربوط به کوارتز و کلسیت بصورت زیر تعیین گردید:

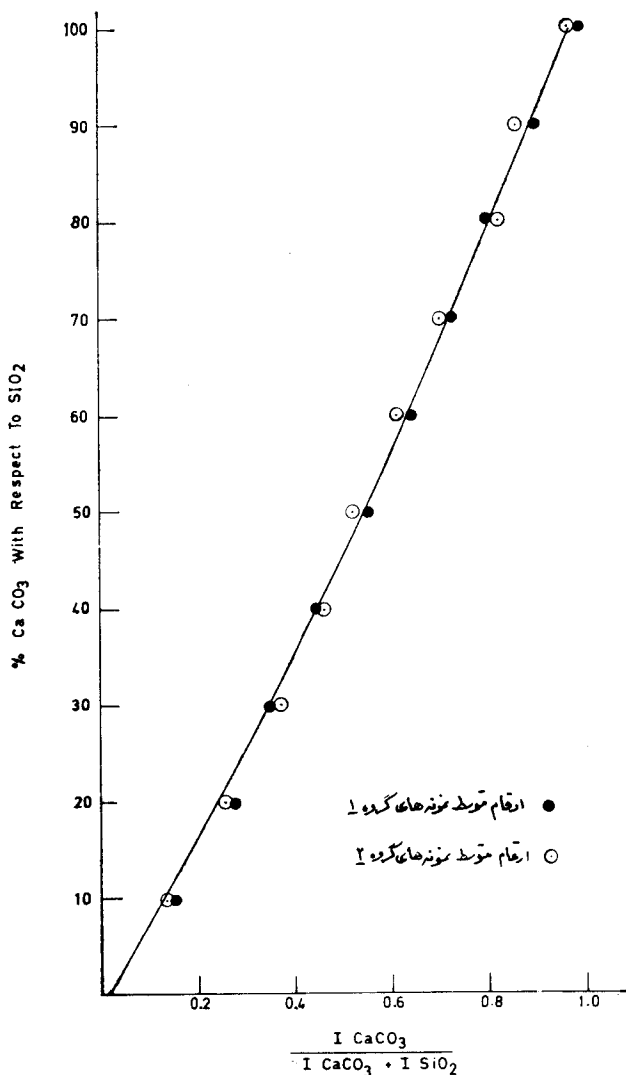


شکل ۲

منحنی تغییرات مقدار درصد کوارتز در یک گرم مخلوط کلسیت و کوارتز

$$\frac{I_{SiO_2}}{I_{SiO_2} + I_{CaCO_3}} \quad \text{و} \quad \frac{I_{CaCO_3}}{I_{CaCO_3} + I_{SiO_2}}$$

این نسبت‌ها برای هر نمونه در حدود ۰.۴ تا ۰.۶ بار اندازه‌گیری و بیکدیگر اضافه گردید و متوسط یا Mean برای هر نمونه تعیین شد. نتایج حاصل بصورت منحنیهای شکل (۲) و (۳) ترسیم گردیده است. نسبت شدت کوارتز به کلسیت + کلسیت در روی محور Xها و نسبت درصد کوارتز در روی محور Yها در (شکل ۲) و نسبت شدت کلسیت به کلسیت + کوارتز در روی محور Xها و نسبت درصد مقدار کلسیت در روی محور Yها نمایش داده شده است (شکل ۳). حال اگر مقدار نسبی ارتفاع پترن دیفراکسیون اشعه ایکس برای کانیهای کوارتز و کلسیت از یک نمونه نامعلوم را تعیین کنیم میتوان مقدار درصد کوارتز و کلسیت را از روی منحنی استاندارد که بدین طریق تهیه شده است تعیین کنیم.



(شکل ۳)

منحنی تغییرات مقدار درصد کلسیت در یک گرم مخلوط کوارتز و کلسیت



برای کانی‌های رستی از قبیل ایلیت، سونتموریونیت و کائولینیت میتوان ترکیبات استاندارد تهیه و منحنی‌ها و دیاگرامهای استاندارد جهت آنها بدست آورد. بهرحال دقت تعیین این نسبت‌ها از یازده نمونه‌ایکه مطالعه گردید بطریقه Interpolation و تعیین مقدار درصد کانی‌ها از روی منحنی‌ها نشان داد که مقدار اشتباه محاسبه شده در این روش ممکن است از صفر تا ۷ درصد تغییر کند که در اینصورت دارای تغییرات متوسطی (Mean deviation) برابر ۳ خواهد بود. بنظر میرسد که با افزایش تعداد نمونه‌های مورد آزمایش در یک گرم از ترکیبات مختلف یا بیشتر شاید بتوان مقدار درصد اشتباه ممکنه در این روش را به علاوه یا منهای یک یا دو درصد رساند. دستگاههای مخصوص انتشار ذرات (Sample Spinner) و غیره میتواند در تهیه نمونه‌هایی که جهت‌یابی کاملاً نامنظم دارد (Randomly-oriented grains) کمک مؤثری نماید. نتیجه - روشی که در بالا مورد بحث قرار گرفت به آندسته از سنگ شناسان رسوبی که در روی سنگهای دانه ریز (Clay petrologists) کار میکنند توصیه میشود. مطالعه سنگهای دانه ریز از نظر کمی بطریقه کنتور دوپوان علاوه بر اینکه مدت زیادی وقت لازم دارد همچنین سبب اشتباه در تعیین مقدار درصد ترکیب کانی شناسی سنگها میگردد. روش «Insoluble residue» فقط از نظر کیفی قابل اطمینان است. با استفاده از روش مطالعه سنگهای رسوبی بطریقی که در این مقاله بحث شده است میتوان سنگهای رسوبی دانه ریز را در مدت کمتر از یکساعت از نظر کمی بررسی نمود. این روش برای سنگ شناسانی که علاقمند به مطالعه کمی ترکیب کانی شناسی سنگهای رسوبی میباشد مفید خواهد بود. با توسعه این روش در روی سنگهایی که بیش از دو کانی در ترکیب آنها مشارکت دارد میتوان بطور کمی در سیستم‌های سه تائی (Ternary) و چهار تائی (Quaternary) مطالعه نمود.

## منابع مقاله

- Calvert, S.E., 1966 . Accumulation of diatomaceous silica in the sediments of the Gulf of California. Geol. Soc. Am. Bull., 77 : 569-596.
- Grim, R.E., 1953 . Clay mineralogy. New York, Mc Graw-Hill, 384 p.
- Iranpanah, A., 1966. Petrology, origin and trace element geochemistry of the Ada Formation, Sominole and Pontotoc counties, Oklahoma. Unpublished Ph.D. dissertation, University of Oklahoma.
- Trostel, L. J. and Wynne, D. J., 1940. Determination of quartz (free silica) in refractory clays. J. Am. Ceram. Soc., 23 : 18-22.