

کارگاه های آموزشی و سی و چهارمین گردهمایی
و دومین کنگره بین المللی تخصصی علوم زمین
۳ الی ۵ اسفند ۱۳۹۴ ایران - تهران

آنالیز مدال سنگ به روش نقطه شماری بر روی تصاویر روبشی مقاطع نازک



- سعید علیقلی^۱؛ غلامرضا لشکری پور^۲؛ محمد غفوری^۳؛ مرتضی رزم آرا^۴؛ سجاد صفری فرخند^{۵*}
- ۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زمین شناسی مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد (s_aligholi@yahoo.com)
- ۲- استاد گروه زمین شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد (lashkaripour@um.ac.ir)
- ۳- استاد گروه زمین شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد (ghafoori@um.ac.ir)
- ۴- دانشیار گروه زمین شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد (razmaramorteza@gmail.com)
- ۵- دانشجوی کارشناسی زمین شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد (s.safari1100@gmail.com)



چکیده:

در این مطالعه یک روش سریع و ساده، اما با دقت بالا در تعیین آنالیز مدال سنگ‌ها ارائه شده است. برای این منظور آنالیز مدال سه نمونه سنگ آذرین (مونزوگرانیت نطنز، گرانودیوریت تکاب و دیوریت نطنز) با استفاده از نرم افزار JMicroVision بر روی تصاویر روبش شده از مقاطع نازک این سنگ‌ها تعیین شد. با توجه به پیچیدگی های بافتی و همگنی مقاطع نازک این سنگ‌ها بخش های معرف مقاطع مشخص شده و سپس سری تصاویر دارای هم پوشانی به منظور ایجاد تصاویر معرف از نمونه های مورد مطالعه تهیه گردید. سپس تصاویر روبشی جهت آنالیزهای بعدی وارد محیط نرم افزاری شد. خطاهای همراه با روش های سنتی که ناشی از خستگی و بی تجربگی کاربر بوده، در روش حاضر بسیار کاهش یافته است.

کلید واژه ها: آنالیز مدال؛ نقطه شماری؛ JMicroVision؛ پتروگرافی؛ آنالیز تصویر

Modal analysis of rock using point counting method on the scanned images of thin sections

Saeid Aligholi¹; Gholam Reza Lashkaripour²; Mohammad Ghafoori³; Morteza Razmara⁴; Sajad Safari Farrokhad^{5*}

- 1- MSc student, Department of Geology, Ferdowsi University of Mashhad (s_aligholi@yahoo.com)
2- Professor, Department of Geology, Ferdowsi University of Mashhad (lashkaripour@um.ac.ir)
3- Professor, Department of Geology, Ferdowsi University of Mashhad (ghafoori@um.ac.ir)
4- Associate professor, Department of Geology, Ferdowsi University of Mashhad (razmaramorteza@gmail.com)
5- BSc student, Department of Geology, Ferdowsi University of Mashhad (s.safari1100@gmail.com)

کارگاه های آموزشی و سی و چهارمین گردهمایی
و دومین کنفرانس بین المللی تخصصی علوم زمین
۲ الی ۵ اسفند ۱۳۹۴ ایران - تهران

Abstract:

In this study a fast and simple method with high accuracy to modal analysis determination of rocks is presented. For this purpose modal analysis of three igneous rock samples (Natanz monzogranite, Takab granodiorite and Natanz diorite) using JMicroVision software, on the scanned images of thin sections from these rocks determined. Considering to textural complexity and homogeneity of the thin sections, representative parts of the thin sections marked, and then overlapped image series were took to creating representative images of the studied samples, after that the scanned images import to software environment for further analysis. The errors associated with conventional methods due to fatigue and inexperience of operator have a high reduction in the present method.

Keywords: Modal analysis; Point counting; JMicroVision; Petrography; Image analysis



مقدمه :

در مطالعات پتروگرافیکی تعیین درصد کانیهای تشکیل دهنده سنگ (با روش آنالیز مدال) که منجر به طبقه بندی و نامگذاری نمونه می شود از اهمیت بالایی برخوردار است. نیاز به داده های کمی و نیمه کمی در مطالعات پتروگرافیک منجر به ارائه روش های کمی گوناگونی به منظور تعیین آنالیز مدال سنگ شده است. همواره محققین در پی روش هایی با دقت و سرعت بالا جهت تعیین آنالیز مدال سنگ بوده اند، حتی از اواخر قرن نوزدهم تا کنون روش های کمی و نیمه کمی متفاوتی ارائه شده است. از روش های اولیه می توان به (Thomson, 1930 و Johannsen, 1919; Wentworth, 1923) اشاره نمود. روش نقطه شماری نیز توسط (Chayes, 1949) توسعه یافت. این روش با استفاده از یک میز مکانیکی^۱ و یک نقطه شمار به محاسبه درصد اجزای تشکیل دهنده سنگ می پردازد. استفاده از یک مقطع با مساحت استاندارد $1 \times \frac{3}{4}$ اینچ، بدان معنی است که هر یک از آنالیزها با این روش شامل حدود ۱۴۰۰ نقطه با فاصله $\frac{0}{3}$ میلی متر در یک جهت و یک میلی متر در جهت دیگر است. اعتقاد بر این بوده است که روش نقطه شماری سرعت بیشتری نسبت به روش های قبلی دارد. در حال حاضر روش نقطه شماری به عنوان یک شیوه استاندارد در تعیین آنالیز مدال سنگ ها مورد استفاده قرار می گیرد. البته چارت های مقایسه ای نیز وجود دارند، که برای مقاصدی که نیاز به دقت بالایی ندارند، می توان از آنها استفاده کرد (Williams et al., 1982).

روش های سنتی، بسیار زمان بر و خسته کننده بوده و عدم دقت (در نتیجه عدم مهارت کافی) باعث افزایش خطاها می شود. در سال های اخیر، با گسترش تکنولوژی های مرتبط، از جمله تجهیز میکروسکپ ها به دوربین های دیجیتال، توسعه برنامه های کامپیوتری در زمینه آنالیز و تحلیل اجزای تصاویر (Roduit, 2008 و Conrad et al., 2015)، مطالعات زیادی در زمینه آنالیز تصاویر میکروسکپی سنگ ها انجام شده است (Aligholi et al., Tarquini and Favalli, 2010; Gorsevski et al., 2012; Zhang et al., 2014). هدف از ارائه این روش، معرفی یک روش کاربردی با دقت و سرعت بالا جهت تعیین آنالیز مدال سنگ می باشد.



¹Mechanical stage



کارگاه های آموزشی و سی و چهارمین گردهمایی و دومین کنگره بین المللی تخصصی علوم زمین ۳ الی ۵ اسفند ۱۳۹۴ ایران - تهران

بحث و روش تحقیق:

به منظور دستیابی به آنالیز مدال سنگ با یک برآورد معتبر پیش از هر اقدامی تهیه نمونه ها و مقاطع نازک معرف از توده سنگ از اهمیت ویژه ای برخوردار است. نمونه برداری باید از مکان هایی صورت گیرد که اجزای سازنده سنگ همگنی مناسبی داشته باشند، به طوری که بخش همگن، معرف کل توده سنگی مورد مطالعه باشد. اگر توده دارای تغییرات زیادی در کانی های تشکیل دهنده سنگ و اندازه آنها باشد، طبیعی است که توده باید به بخش های مختلفی تفکیک شود و هر بخش به طور جداگانه مورد بررسی قرار گیرد. سپس با توجه به اندازه دانه های سنگ، مقاطع نازک تهیه شود. پس از تهیه مقاطع نازک با توجه به موارد بالا از نمونه های مورد مطالعه، از آنها تصاویر دیجیتال تهیه شده و به منظور تعیین آنالیز مدال وارد محیط نرم افزار شده است.

تهیه تصاویر معرف

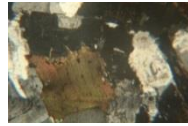
پیش از تهیه تصاویر، ابتدا یک بررسی اولیه جهت شناسایی اجزای تشکیل دهنده سنگ های مورد مطالعه و خصوصیات بافتی آنها بر روی مقاطع نازک صورت گرفته و بخشی از مقاطع که معرف کل آنها بوده است، به منظور تهیه تصاویر انتخاب شده اند. بخش انتخاب شده از هر مقطع به صورت خطی توسط دوربین جاروب شده و تصاویر دارای هم پوشانی از این بخش تهیه گردیده است. ابتدا خط روبش منتخب با یک مداد بر روی مقطع نازک (گرانودیوریت تکاب) این سنگ مشخص گردید، سپس تصویر برداری به صورت زیر انجام شد: الف) میدان دید دوربین بر روی یکی از دو انتهای خط روبش قرار گرفت، به صورتی که خط روبش در بخش پایینی میدان دید دوربین قرار داشت. در این موقعیت، تصویر اول گرفته شد (شکل ۱-۱). ب) سپس مقطع به کمک یک میز مکانیکی به سمت انتهای دیگر خط روبش جابجا و تصویر دوم که با تصویر اول هم پوشانی داشت گرفته شد (شکل ۱-۲). ج) سپس این کار تا انتهای خط روبش ادامه یافت، به صورتی که هر تصویر با بخشی از تصویر پیش از خود هم پوشانی داشت (شکل های ۱-۳ تا ۱-۱۰)؛ د) سپس مقطع طوری جابجا شد که خط روبش در بخش بالایی میدان دید دوربین قرار گرفت. در این موقعیت، تصویر بعدی گرفته شد (شکل ۱-۱۱). و) پس از آن، مقطع به سمت انتهای دیگر خط روبش (محل شروع تصویر برداری) جابجا و تصویر بعدی گرفته شد، به طوری که بخشی از این تصویر با تصویر قبلی هم پوشانی داشت (شکل ۱-۱۲). ی) این کار تا انتهای خط روبش (محل شروع تصویر برداری) ادامه یافت، به صورتی که هر تصویر با بخشی از تصویر پیش از خود هم پوشانی داشت (شکل های ۱-۱۳ تا ۱-۲۰). در مرحله بعد، این سری از تصاویر با استفاده از نرم افزارهای گرافیکی به یکدیگر متصل (شکل ۱-۲۱) و یک تصویر واحد و مناسب برای تجزیه و تحلیل به وجود آمد (شکل ۱-۲۲). لازم به ذکر است که اگر با یک خط روبش نتوان یک تصویر معرف از سنگ مورد مطالعه تهیه کرد، باید خطوط روبش بیشتری در مقطع و یا مقاطع تهیه شده از سنگ به منظور تصویر برداری در نظر گرفته شود.



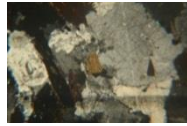
کارگاه های آموزشی و سی و چهارمین گردهمایی و دومین کنگره بین المللی تخصصی علوم زمین ۳ الی ۵ اسفند ۱۳۹۴ ایران - تهران



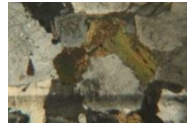
(۱۰۳۷*۶۹۲) ۵



(۱۰۳۷*۶۹۲) ۴



(۱۰۳۷*۶۹۲) ۳



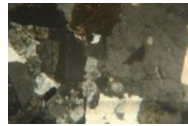
(۱۰۳۷*۶۹۲) ۲



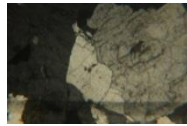
(۱۰۳۷*۶۹۲) ۱



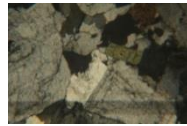
(۱۰۳۷*۶۹۲) ۱۰



(۱۰۳۷*۶۹۲) ۹



(۱۰۳۷*۶۹۲) ۸



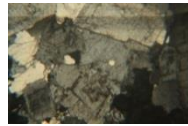
(۱۰۳۷*۶۹۲) ۷



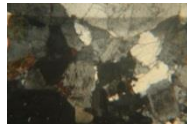
(۱۰۳۷*۶۹۲) ۶



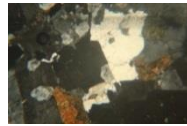
(۱۰۳۷*۶۹۲) ۱۵



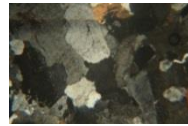
(۱۰۳۷*۶۹۲) ۱۴



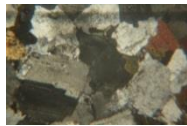
(۱۰۳۷*۶۹۲) ۱۳



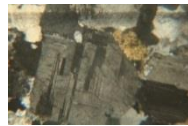
(۱۰۳۷*۶۹۲) ۱۲



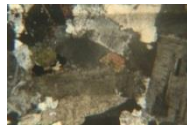
(۱۰۳۷*۶۹۲) ۱۱



(۱۰۳۷*۶۹۲) ۲۰



(۱۰۳۷*۶۹۲) ۱۹



(۱۰۳۷*۶۹۲) ۱۸



(۱۰۳۷*۶۹۲) ۱۷



(۱۰۳۷*۶۹۲) ۱۶



(۷۳۶۹*۱۲۰۳) ۲۱



(۶۸۸۹*۱۱۰۳) ۲۲

شکل ۱- تصاویر تهیه شده از مقطع نازک گرانودیوریت تکاب. تصاویر ۱-۲۰) میدان دید دوربین در بخش های مختلف مقطع نازک که خط رویش انتخاب شده در آنها مشخص است؛ تصویر ۲۱) تصویر واحد به وجود آمده از تصاویر ۱-۲۰؛ تصویر ۲۲) بخش انتخاب شده از تصویر ۲۱ به منظور انجام تجزیه و تحلیل مقطع نازک. اندازه (سایز) هر تصویر در کنار آن به نمایش در آمده است؛ طول خط رویش به نمایش در آمده (در تصویر ۲۲) حدود ۳۰ میلیمتر، و بزرگنمایی میکروسکپ ۲۵ برابر می باشد.

نقطه شماری بر روی تصاویر

به منظور انجام آنالیز مدال نمونه سنگ های مورد مطالعه، تصاویر معرف تهیه شده از مقطع نازک هر نمونه وارد محیط نرم افزار شده و به تعداد اجزای تشکیل دهنده هر یک از نمونه ها کلاس (رده) تعریف شد. به منظور انجام آنالیز مدال با نرم افزار JMicroVision دو شیوه وجود دارد: شبکه بازگشتی و شبکه تصادفی. شبکه بازگشتی برای سنگ های کاملاً همگن مناسب بوده و در غیر این

کارگاه‌های آموزشی و سی و چهارمین گردهمایی و دومین کنگره بین‌المللی تخصصی علوم زمین ۲ الی ۵ اسفند ۱۳۹۴ ایران - تهران

صورت این فرآیند بسیار طولانی خواهد شد. از آنجا که در طبیعت معمولاً سنگ‌ها کاملاً همگن نبوده و کانی‌ها تجمعات خاصی مانند تجمعات گلو مروپور فیری نشان می‌دهند، شیوه دوم یعنی شبکه تصادفی پیشنهاد می‌شود. در این شیوه نرم‌افزار به طور تصادفی نقاطی را در تصویر انتخاب می‌کند، البته نقاط انتخاب شده در همه جای تصویر از تراکم و پراکندگی یکسانی برخوردار هستند و کاربر باید تعیین کند نقطه انتخاب شده در چه کلاسی قرار می‌گیرد. در نهایت شخص بر اساس همگرایی منحنی‌های حاصل از اجزای تشکیل‌دهنده سنگ می‌تواند این فرآیند را خاتمه دهد. در ادامه نتایج حاصل از نمونه‌های مورد مطالعه که با این روش آنالیز شده‌اند ارائه می‌گردد.

نتایج

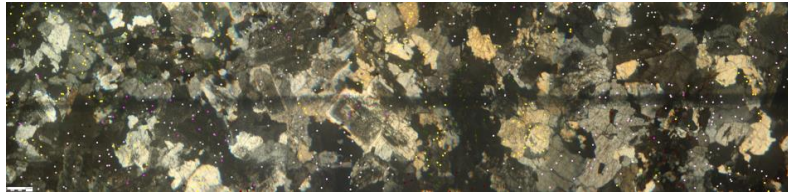
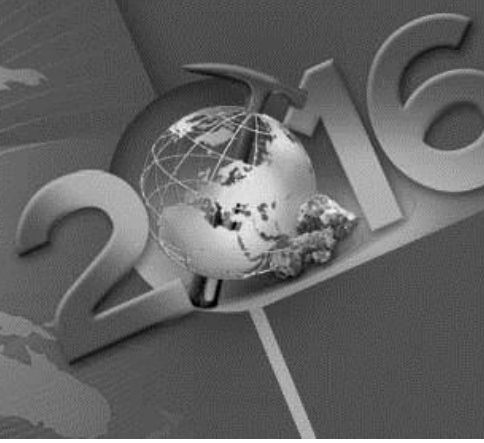
بر اساس روش معرفی شده آنالیز مدال نمونه سنگ‌های مورد مطالعه تعیین گردید (جدول ۱). نکته کلیدی در این روش تصمیم‌گیری در مورد زمان اتمام فرآیند است. همانطور که ذکر شد، نرم‌افزار JMicroVision منحنی تغییرات مربوط به اجزای مختلف سنگ را در اختیار کاربر قرار می‌دهد (شکل‌های ۲-ب، ۲-ث و ۲-ح)، هر بار که شخص نقطه جدیدی را به عنوان یکی از اجزای تشکیل‌دهنده سنگ شناسایی می‌کند، در این منحنی تغییراتی ایجاد می‌گردد، و با افزایش نقاط از میزان تغییرات در منحنی‌های هر یک از اجزای سازنده سنگ کاسته می‌گردد. و در نهایت این تغییرات بسیار ناچیز شده و منحنی‌ها بدون تغییر و ثابت می‌مانند. هر چه پیچیدگی سنگ بیشتر باشد و اندازه ذرات آن ریزتر باشند به نقاط بیشتری جهت انجام آنالیز مدال نیاز است. همانطور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، پیچیدگی مقطع تهیه شده از مونزوگرنایت نطنز (شکل ۲-الف) و پس از آن دیوریت نطنز (شکل ۲-ت) از گرانودیوریت تکاب (شکل ۲-چ) بیشتر می‌باشد. به همین ترتیب تعداد نقاط مورد نیاز جهت انجام آنالیز مدال آنها با روش ارائه شده نیز متفاوت می‌باشد. در شکل‌های ۲-پ، ۲-ج و ۲-خ، درصد اجزای تشکیل‌دهنده مقاطع مورد مطالعه به نمایش درآمده است. لازم به ذکر است جهت شناسایی کانی‌هایی که در تصویر به خوبی مشخص نیستند، از میکروسکپ استفاده شده است.

جدول ۱- آنالیز مدال نمونه‌های مورد مطالعه.

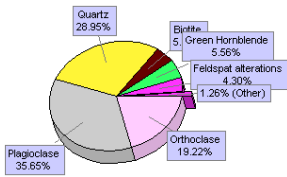
نمونه	کوارتز	پلاژیوکلاز	ارتوکلاز	دگرسانی در فلدسپات‌ها	بیوتیت	هورنبلند سبز	کلریت	کانی‌های تیره	اسفن
مونزوگرنایت نطنز	۲۸/۹۵	۳۵/۶۵	۱۹/۲۲	۴/۳	۵/۰۶	۵/۵۶	-	۱/۲۶	-
گرانودیوریت تکاب	۲۳/۰۹	۴۷/۷۱	۱۵/۲۵	۲/۶۱	۴/۷۹	۵/۴۵	-	۰/۴۴	۰/۶۵
دیوریت نطنز	-	۵۷/۹۵	-	-	۴/۲۶	۲۶/۸۵	۳/۹۸	۶/۹۶	-



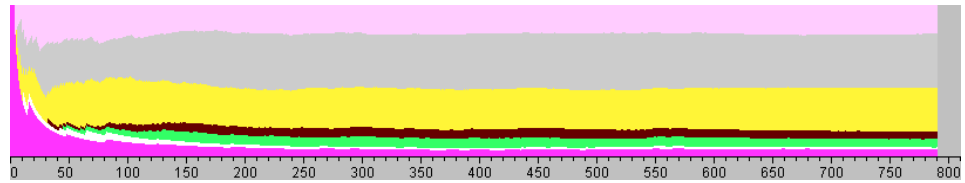
کارگاه های آموزشی و سی و چهارمین گردهمایی و دومین کنگره بین المللی تخصصی علوم زمین ۳ الی ۵ اسفند ۱۳۹۴ ایران - تهران



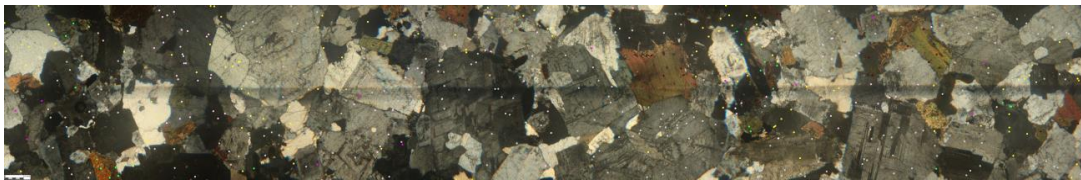
(الف) (۱۱۸۷*۴۹۶۷)



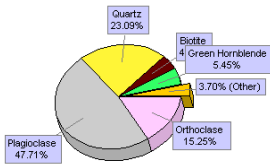
(پ)



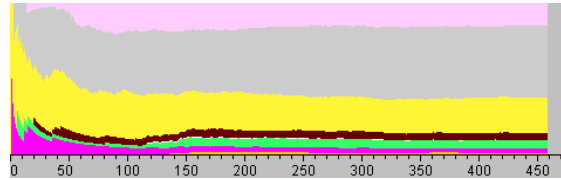
(ب)



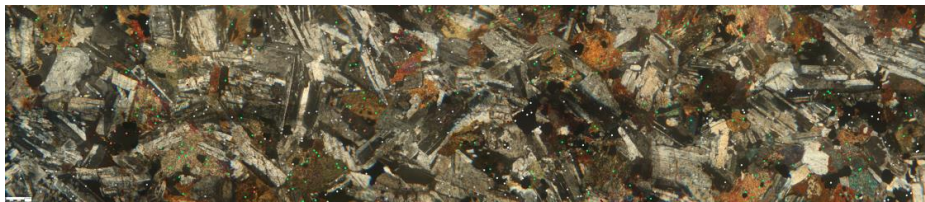
(ت) (۱۱۰۳*۶۸۸۹)



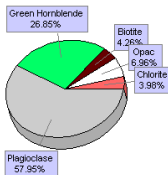
(ج)



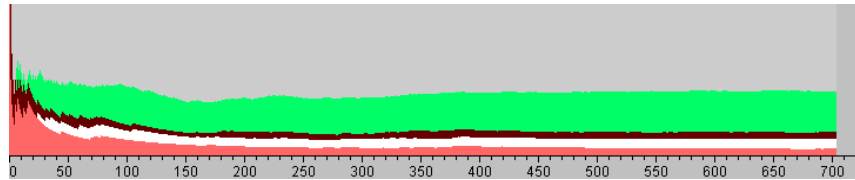
(ث)



(چ) (۱۲۴۷*۵۸۷۹)



(خ)



(ح)

شکل ۲- تصاویر آنالیز شده از مقاطع نازک همراه با منحنی تغییرات کانی های تشکیل دهنده در حین نقطه شماری و چارت های مربوط به درصد اجزای تشکیل دهنده نمونه های مورد مطالعه: مونزوگرانیت نظنز (الف-پ)؛ گرانودیوریت تکاب (ت-ج) و دیوریت نظنز (ج-خ).





کارگاه های آموزشی و سی و چهارمین گردهمایی
و دومین کنفرانس بین المللی تخصصی علوم زمین
۳ الی ۵ اسفند ۱۳۹۴ ایران - تهران



نتیجه گیری:

در این مطالعه برآورد آنالیز مدال نمونه سنگ های مونوزوگرنایت نطنز، گرانودیوریت تکاب و دیوریت نطنز به روش نقطه شماری و با استفاده از نرم افزار JMicroVision بر روی تصاویر روبش شده از مقاطع نازک این سنگ ها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل نشان دهنده آن است هر چه پیچیدگی های بافتی سنگ بیشتر باشد و سنگ ریزدانه تر باشد، به نقاط تصادفی بیشتری جهت تعیین آنالیز مدال آن نیاز است. بر مبنای نتایج به دست آمده روش معرفی شده دارای سرعت و دقت بالایی بوده و برخلاف روش های سنتی خطاهای ناشی از خستگی و اشتباهات ناشی از بی تجربگی کاربر در روش حاضر بسیار کاهش یافته است. بنابراین در صورتیکه دقت کافی در تهیه نمونه ها، مقاطع و تصاویر معرف به کار گرفته شود، روش ارائه شده بسیار کاربردی می باشد.



References:

- Aligholi, S., Khajavi, R., Razmara, M., 2015. "Automated mineral identification algorithm using optical properties of crystals", Computers and Geosciences, 85, p. 175-183.
- Chayes, F., 1949. "A simple point counter for thin section analysis", American Mineralogist, 34, p. 1-11.
- Conrad, O., Bechtel, B., Bock, M., Dietrich, H., Fischer, E., Gerlitz, L., Wehberg, J., Wichmann, V., Bohner, J., 2015. "System for Automated Geoscientific Analyses (SAGA) v. 2.1.4", Geoscientific Modeling Development, 8, p. 2271-2312.
- Gorsevski, P.V., Onasch, C.M., Farver, J.R., Ye, X., 2012. "Detecting grain boundaries in deformed rocks using a cellular automata approach", Computers and Geosciences, 42, p. 136-142.
- Johannsen, A., 1919. "A Planimeter Method for the Determination of the percentage Compositions of Rocks", Journal of Geology, 27, p. 276-285.
- Roduit, N., 2008. "JMicroVision: Image Analysis Toolbox for Measuring and Quantifying Components of High-Definition Images", Version 1.2.7.
- Tarquini, S., Favalli, M., 2010. "A microscopic information system (MIS) for petrographic analysis", Computers and Geosciences, 36, p. 665-674.
- Thomson, E., 1930. "Quantitative Microscopic Analysis", Journal of Geology, 38, p.193-222.
- Wentworth, C. K., 1923. "An Improved Recording Micrometer for Rock Analysis", Journal of Geology, 31, p. 228-232.
- Williams, H., Turner, F. J., and Gilbert, C. M., 1982. "Petrography: An introduction to the study of rocks in thin sections", W. H. Freeman, San Francisco.
- Zhang, X., Liu, B., Wang, J., Zhang, Z., Shi, K., Wu, S., 2014. "Adobe photoshop quantification (PSQ) rather than point-counting: a rapid and precise method for quantifying rock textural data and porosities", Computers and Geosciences, 69, p. 62-71.