Archive of SID

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

◇◇◇◇◇◇◇

◇◇◇◇◇◇◇

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 نرم‌افزار JMicroVision بر روی تصاویر روبش شده از مقاطع نازک این سنگ‌ها تعیین شد. با توجه به پیچیدگی‌های بافتی و همگنی مقاطع نازک این سنگ‌ها بخش‌های معرف مقاطع مشخص شده و سپس سری تصاویر دارای هم‌پوشانی به منظور ایجاد تصاویر معرف از نمونه‌های مورد مطالعه تهیه گردید. سپس تصاویر روبشی جهت آنالیزهای بعدی وارد محیط نرم‌افزاری شد. خطاهای همراه با روش‌های سنتی که ناشی از خستگی و بی‌تجربگی کاربر بوده، در روش حاضر بسیار کاهش یافته است.

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

www.SID.ir

Archive of SID

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

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

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 تشکیل‌دهنده سنگ (با روش آنالیز مدال) که منجر به طبقه‌بندی و نامگذاری نمونه می‌شود از اهمیت بالایی برخوردار است. نیاز به داده‌های کمی و نیمه کمی در مطالعات پتروگرافیک منجر به ارائه روشهای کمی گوناگونی به منظور تعیین آنالیز مدال سنگ شده است. همواره محققین در پی روشهایی با دقت و سرعت بالا جهت تعیین آنالیز مدال سنگ بوده‌اند، حتی از اواخر قرن نوزدهم تا کنون روشهای کمی و نیمه کمی متفاوتی ارائه شده است. از روش‌های اولیه می‌توان به (Johannsen, 1919; Wentworth, 1923 و Thomson,1930) اشاره نمود. روش نقطه شماری نیز توسط (Chayes, 1949) توسعه یافت. این روش با استفاده از یک میز مکانیکی[1] و یک نقطه‌شمار به محاسبه درصد اجزای تشکیل‌دهنده سنگ می‌پردازد. استفاده از یک مقطع با مساحت استاندارد ۳/۴ × ۱ اینچ، بدان معنی است که هر یک از آنالیزها با این روش شامل حدود ۱۴۰۰ نقطه با فاصله ۰/۳ میلی‌متر در یک جهت و یک میلی‌متر در جهت دیگر است. اعتقاد بر این بوده است که روش نقطه شماری سرعت بیشتری نسبت به روش‌های قبلی دارد. در حال حاضر روش نقطه شماری به عنوان یک شیوه استاندارد در تعیین آنالیز مدال سنگ‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. البته چارت‌های مقایسه‌ای نیز وجود دارند، که برای مقاصدی که نیاز به دقت بالایی ندارند، می‌توان از آنها استفاده کرد (Williams et al., 1982).

روش‌های سنتی، بسیار زمان‌بر و خسته‌کننده بوده و عدم دقت (در نتیجه عدم مهارت کافی) باعث افزایش خطاها می‌شود. در سالهای اخیر، با گسترش تکنولوژی‌های مرتبط، از جمله تجهیز میکروسکپ‌ها به دوربین‌های دیجیتال، توسعه برنامه‌های کامپیوتری در زمینه آنالیز و تحلیل اجزای تصاویر (Roduit, 2008 و Conrad et al., 2015)، مطالعات زیادی در زمینه آنالیز تصاویر میکروسکپی سنگ‌ها انجام شده است (Tarquini and Favalli, 2010; Gorsevski et al., 2012; Zhang et al., 2014 و Aligholi et al., 2015). هدف از ارائه این روش، معرفی یک روش کاربردی با دقت و سرعت بالا جهت تعیین آنالیز مدال سنگ می‌باشد.

[1] Mechanical stage

www.SID.ir

Archive of SID

◇◇◇◇◇◇◇

بحث و روش تحقیق:

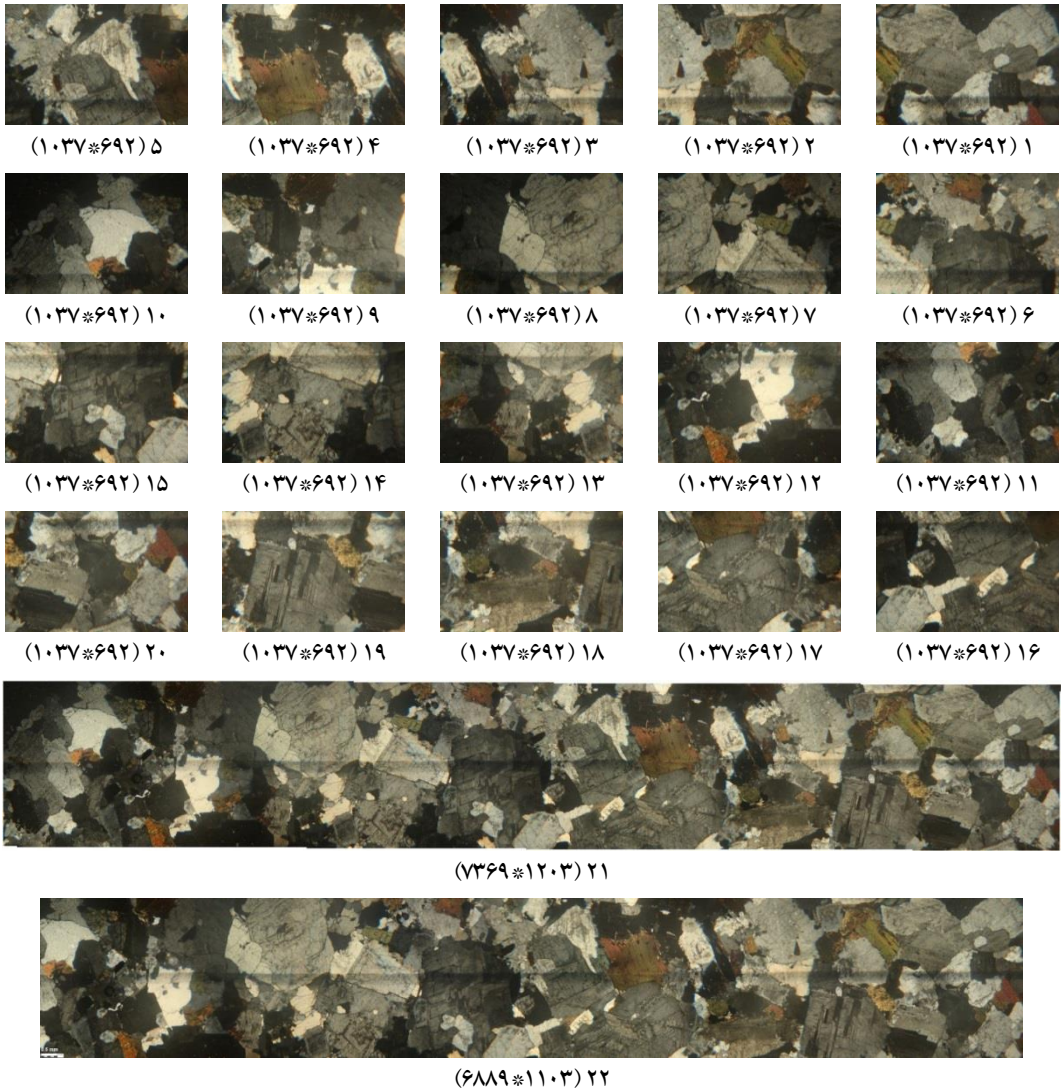
به منظور دستیابی به آنالیز مدال سنگ با یک برآورد معتبر پیش از هر اقدامی تهیه نمونه ها و مقاطع نازک معرف از توده سنگ از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. نمونه‌برداری باید از مکان‌هایی صورت گیرد که اجزای سازنده سنگ همگنی مناسبی داشته باشند، به طوری که بخش همگن، معرف کل توده سنگی مورد مطالعه باشد. اگر توده دارای تغییرات زیادی در کانی‌های تشکیل‌دهنده سنگ و اندازه آنها باشد، طبیعی است که توده باید به بخش‌های مختلفی تفکیک شود و هر بخش به طور جداگانه مورد بررسی قرار گیرد. سپس با توجه به اندازه دانه‌های سنگ، مقاطع نازک تهیه شود. پس از تهیه مقاطع نازک با توجه به موارد بالا از نمونه‌های مورد مطالعه، از آنها تصاویر دیجیتال تهیه شده و به منظور تعیین آنالیز مدال وارد محیط نرم‌افزار شده است.

تهیه تصاویر معرف

پیش از تهیه تصاویر، ابتدا یک بررسی اولیه جهت شناسایی اجزای تشکیل‌دهنده سنگ‌های 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 شده‌اند. بخش انتخاب شده از هر مقطع به صورت خطی توسط دوربین جاروب شده و تصاویر دارای هم‌پوشانی از این بخش تهیه گردیده است.
ابتدا خط روبش منتخب با یک مداد بر روی مقطع نازک (گرانودیوریت تکاب) این سنگ مشخص گردید، سپس تصویربرداری 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 هم‌پوشانی 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 هم‌پوشانی داشت (شکل‌های 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 تصویربرداری) جابجا و تصویر بعدی گرفته شد، به طوری که بخشی از این تصویر با تصویر قبلی هم‌پوشانی داشت (شکل ۱-۱۲). ی) این کار تا انتهای خط روبش (محل شروع تصویربرداری) ادامه یافت، به صورتی که هر تصویر با بخشی از تصویر پیش از خود هم‌پوشانی داشت (شکل‌های ۱-۱۳ تا ۱-۲۰). در مرحله بعد، این سری از تصاویر با استفاده از نرم‌افزارهای 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 تصویربرداری در نظر گرفته شود.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- تصاویر تهیه شده از مقطع نازک گرانودیوریت تکاب. تصاویر ۱-۲۰) میدان دید دوربین در بخش‌های مختلف مقطع نازک که خط روبش انتخاب شده در آنها مشخص است؛ تصویر ۲۱) تصویر واحد به وجود آمده از تصاویر ۱-۲۰؛ تصویر۲۲) 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 روبش به نمایش در آمده (در تصویر ۲۲) حدود ۳۰ میلیمتر، و بزرگنمایی میکروسکپ ۲۵ برابر می‌باشد.

نقطه شماری بر روی تصاویر

به منظور انجام آنالیز مدال نمونه سنگ‌های مورد مطالعه، تصاویر معرف تهیه شده از مقطع نازک هر نمونه وارد محیط نرم‌افزار شده و به تعداد اجزای تشکیل‌دهنده هر یک از نمونه‌ها کلاس (رده) تعریف شد. به منظور انجام آنالیز مدال با نرم‌افزار JMicroVision دو شیوه وجود دارد: شبکه بازگشتی و شبکه تصادفی. شبکه بازگشتی برای سنگ‌های کاملا همگن مناسب بوده و در غیر این

www.SID.ir

Archive of SID

صورت این فرآیند بسیار طولانی خواهد شد. از آنجا که در طبیعت معمولا سنگ‌ها کاملا همگن نبوده و کانی‌ها تجمعات خاصی مانند تجمعات گلومروپورفیری 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

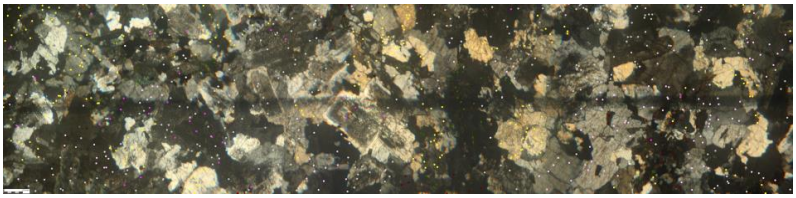
بر اساس روش معرفی شده آنالیز مدال نمونه سنگ‌های مورد مطالعه تعیین گردید (جدول ۱). نکته کلیدی در این روش تصمیم گیری در مورد زمان اتمام فرآیند است. همانطور که ذکر شد، نرم‌افزار JMicroVision منحنی تغییرات مربوط به اجزای مختلف سنگ را در اختیار کاربر قرار می‌دهد (شکل‌های ۲- ب، ۲- ث و ۲- ح)، هر بار که شخص 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 مونزوگرانیت 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.

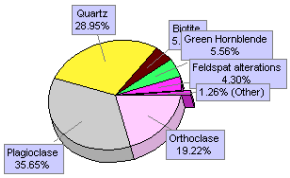
نمونه	کوارتز	پلاژیوکلاز	ارتوکلاز	دگرسانی در فلدسپات‌ها	بیوتیت	هورنبلند سبز	کلریت	کانی‌های تیره	اسفن
مونزوگرانیت نطنز	۲۸/۹۵	۳۵/۶۵	۱۹/۲۲	۴/۳	۵/۰۶	۵/۵۶	–	۱/۲۶	–
گرانودیوریت تکاب	۲۳/۰۹	۴۷/۷۱	۱۵/۲۵	۲/۶۱	۴/۷۹	۵/۴۵	–	۰/۴۴	۰/۶۵
دیوریت نطنز	–	۵۷/۹۵	–	–	۴/۲۶	۲۶/۸۵	۳/۹۸	۶/۹۶	–

www.SID.ir

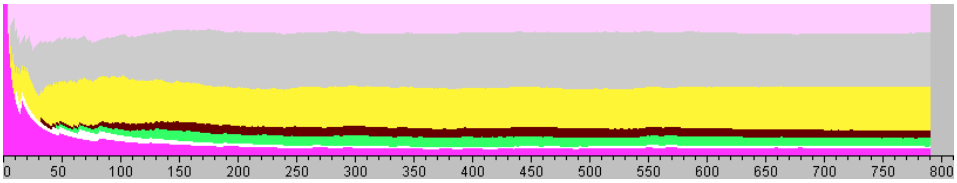
Archive of SID



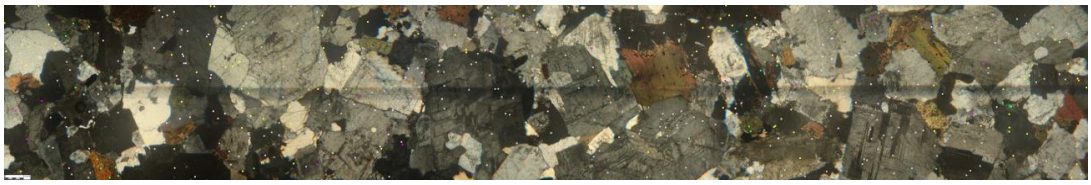
(الف) (۱۱۸۷*۴۹۶۷)



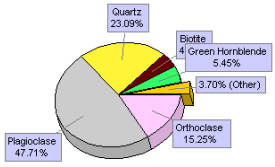
(پ)



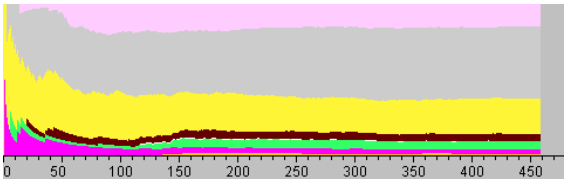
(ب)



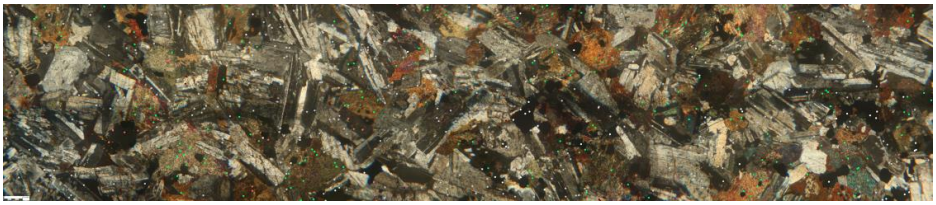
(ت) (۱۱۰۳*۶۸۸۹)



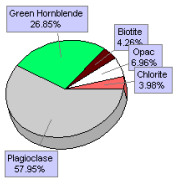
(ج)



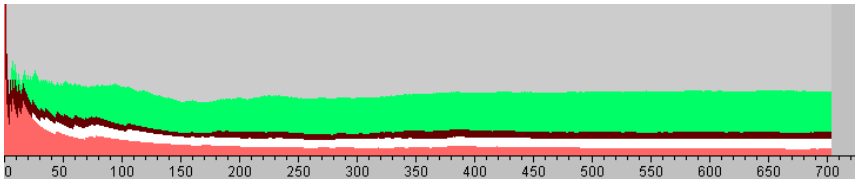
(ث)



(چ) (۱۲۴۷*۵۸۷۹)



(خ)



(ح)

شکل۲- تصاویر آنالیز شده از مقاطع نازک همراه با منحنی تغییرات کانی‌های تشکیل‌دهنده در حین نقطه شماری و چارت‌های مربوط به درصد اجزای تشکیل‌دهنده نمونه‌های مورد مطالعه: مونزوگرانیت نطنز (الف- پ)؛ گرانودیوریت تکاب (ت- ج) و دیوریت نطنز (چ- خ).

◇◇◇◇◇◇◇

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه گیری :

در این مطالعه برآورد آنالیز مدال نمونه سنگ‌های مونزوگرانیت نطنز، گرانودیوریت تکاب و دیوریت نطنز به روش نقطه شماری و با استفاده از نرم‌افزار JMicroVision بر روی تصاویر روبش شده از مقاطع نازک این سنگ‌ها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل نشان‌دهنده آن است هر چه پیچیدگی‌های بافتی سنگ بیشتر باشد و سنگ ریزدانه‌تر باشد، به نقاط تصادفی بیشتری جهت تعیین آنالیز مدال آن نیاز است. برمبنای 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 نمونه‌ها، مقاطع و تصاویر معرف به کار گرفته شود، روش ارائه شده بسیار کاربردی می‌باشد.

◇◇◇◇◇◇◇

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.

www.SID.ir