چهل و دومین گردهمایی (همایش) ملی
علـوم زمیـــن
The 42nd National
Geosciences Congress
www.geoconf.ir

تأثیر استیلولیت‌ها بر روی دوام سنگ‌های آهکی تزئینی در معادن خوی

حسن حاجی حسینلو

گروه زمین‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوی، خوی، ایران و کارآموز رشته امور معادن مرکز کارشناسان رسمی قوه قضاییه
Ha.Haji@iau.ac.ir

چکیده

در این مقاله به بررسی رابطه بین استیلولیت و دوام سنگ های آهکی تزئینی معادن خوی پرداخته شده است. ویژگی ای مکانیکی و دوام این سنگ ها، تحت گستره وسیعی از ناهمگنی‌ها از جمله استیلولیت‌ها قرار دارد. وجود مواد ناخالص در متن سنگ و به دنبال آن تجمع این مواد در داخل استیلولیت‌ها تأثیر فراوانی در کیفیت سنگ‌های آهکی تزئینی دارد. استیلولیت‌ها، تشکیلات انحلال فشاری در سنگ-های رسوبی هستند که مربوط به فشار روباره می‌باشند، فشار روباره با کاهش ضخامت لایه افزایش می یابد و استیلولیت اغاز می‌شود.

واژه‌های کلیدی

استیلولیت، سنگ های آهکی تزئینی، معادن خوی، انحلال فشاری

The effect of stylolites on the durability of decorative limestones in Khoy mines

Abstract

In this paper we study the relation between stylolite and durability of decoration limestone in Khoy. Mechanical characteristics and durability of these stones are affected by a wide range of heterogeneities such as stylolites. Existence of impure materials in the stones that followed by gathering of these materials in stylolites influence the quality of decoration limestones. Stylolites are pressure dissolution formations in carbonates or other sedimentary rocks that occur due to overburden pressure, as overburden pressure increases a correlation with bed thickness reduction and stylolitization begin.

Key words: Stylolite, Decoration limestones, Khoy mines, Pressure dissolution.

۱. مقدمه

منطقه مورد پژوهش بر اساس تقسیم بندی های ساختاری رسوبی ایران (Aghanabati, 1998) در زون ایران مرکزی قرار گرفته است. تمامی سنگ‌های آهکی مورد مطالعه عموماً سخت چگال با درجه سیمان‌شدگی بالا و دارای استحکام بالا و تخلخل کم هستند .به طور کلی استیلولیت سطحی نامنظم است که حاصل انحلال بخشی از توده سنگ در اثر فشار می باشد و باعث کاهش حجم سنگ و تمرکز مواد حل نشده و ناخالصی های سنگ در امتداد این ساخت می شود. تغییر خصوصیاتی از سنگ مانند دوام، استحکام، جلا، رنگ و در نهایت بازار فروش، روی کیفیت سنگ اثر می گذارد. استیلولیت‌ها سطوح انحلالی مرتبط با واتنش انقباضی یا برشی و نشان دهنده کاهش حجم هستند و به صورت موازی یا تقریباً موازی با سطح لایه بندی در طی دفن (واتنش فشارشی) رسوبات شکل می‌گیرند. استیلولیت های تکتونیکی با زاویه زیادی نسبت به لایه‌بندی و طی چین خوردگی شکل می گیرند، که نشان دهنده مؤلفه کوتاه شدگی موازی لایه بندی است (McClay, 1987).

بسیاری از سنگ های نتایج به دست‌آمده در این پژوهش که در حقیقت ارائه روش‌شناسی در این موضوع است، حاصل بازدید و بررسی از چندین محدوده اکتشافی، معدن و کارخانه سنگ‌های آهکی تزئینی در خوی و همچنین تحلیل ساختاری و انجام برداشت‌های دقیق تکتونیکی بر روی شکستگی‌های محدوده‌های سنگ‌های ساختمانی مرمریت در معادن شمال خوی می‌باشد.

۲. روش تحقیق

در ایستگاه های مختلف از تمام استیلولیت های منطقه به شعاع یک کیلومتر برداشت خواهد شد. روش نمونه گیری در برداشت استیلولیت های منطقه مورد مطالعه به صورت غیرسیستماتیکی از نوع تصادفی می‌باشد. این پژوهش نیز مانند سایر مطالعات زمین شناسی نیاز به بررسی های صحرایی و آزمایشگاهی دارد. در مطالعات صحرایی برداشت داده های مربوط به ساختار های موجود در منطقه توسط دستگاه کمپاس، و تعیین موقعیت آن ها توسط دستگاه جی‌پی‌اس (GPS) و نمونه برداری جهت دار از سنگ های منطقه صورت خواهدگرفت و در مطالعات آزمایشگاهی، تهیه‌ی مقاطع نازک جهت‌دار، مطالعه ی مقاطع، توسط میکروسکوپ پلاریزاسیون و ترسیم دیاگرام های منطقه، توسط نرم افزار صورت خواهد گرفت.

۳. یافته ها

استیلولیت‌ها شکستگی‌هایی با امتداد دندانه دندانه و مضرسی شکل هستند که اغلب بر روی سنگ‌های غنی از کربنات ایجاد می‌شوند وجود استیلولیت‌ها و مواد پرکننده آنها عموماً تأثیر زیادی بر خواص فیزیکی و مکانیکی سنگ میزبان دارد (Nevin et al., 2018). این نوع درزه‌ها از نوع فشارشی بوده که عمود بر راستای تنش اصلی بیشینه (σ_1) تشکیل می‌شوند. در محل این درزه‌ها پدیده انحلال صورت گرفته و مواد مختلفی می‌تواند آنها را پر کند. نمونه‌های زیادی از معادن سنگ‌های تزئینی سنگ آهک در منطقه مورد مطالعه وجود دارد (شکل‌های ۱، ۲). استیلولیت‌ها یکی از عوامل کلیدی برای کنترل کیفیت سنگ‌های تزئینی هستند (Arzani, 2011). در کربنات‌های دارای رس، استیلولیت زیاد دیده می‌شود و در ماسه‌سنگ‌ها نیز دیده می‌شوند. به نظر می‌رسد استیلولیت‌های موازی لایه‌بندی در اثر دیاژنز باشند، اما استیلولیت‌های مایل با کوتاه‌شدگی لایه‌ها ساخته شده‌اند. در صورتی که توده‌های سنگی به ویژه آهک‌ها و مرمریت‌ها دارای درزه‌های استیلولیتی باشند، قبل از استخراج باید مطالعه دقیق بر روی مواد پرکننده و سیمان استیلولیت‌ها انجام گیرد. وجود موادی مانند سیمان‌های سیلیسی و همچنین کلسیتی متبلور شده نه تنها تأثیر منفی نداشته بلکه می‌تواند موجب بالا رفتن مقاوت سنگ گردد. از سوی دیگر در صورتی که استیلولیت‌ها با کانی‌های رسی، مواد آلی و یا اکسید آهن پر شده باشند به شدت مقاومت سنگ را کاهش خواهند داد (حاجی حسینلو، ۱۳۹۷).

به منظور بررسی دقیق استیلولیت‌ها علاوه بر انجام مطالعات چکشی در محل، باید از نمونه‌های سنگی مقاطع نازک تهیه کرده و زیر میکروسکوپ مطالعه نمود. شناسایی دقیق نوع مواد پرکننده به ویژه کانی‌های رسی نیز با انجام آنالیزهایی همچون XRD امکان‌پذیر می‌باشد. همچنین با انجام آزمایش‌هایی نظیر تعیین مقدار باقیمانده‌های نامحلول و شاخص دوام وارفتگی (Index Durability Slake) بر روی نمونه‌های سنگ، می‌توان میزان دوام سنگ‌های تزیینی دارای استیلولیت را مشخص نمود. استیلولیت‌ها

نیز از جمله ناهمگنی‌ها و غیریکنواختی‌ها در سنگ می‌باشند که باعث ایجاد ناهمسانگردی در سنگ می‌گردند ترکیب کانی‌شناسی از جمله عوامل کنترل کننده دوام سنگ می‌باشد. نوع کانی‌ها و نسبت آنها تأثیر زیادی بر دوام و مقاومت سنگ خواهد داشت. سنگ‌های دارای سیلیس بیشترین مقاومت را دارند و سنگ‌های دارای رس کمترین مقاومت در بین سنگ‌ها را دارا می‌باشند. به طور کلی هر میزان رس موجود در سنگ زیاد شود، دوام سنگ کمتر خواهد شد. در معادن مرمریت می توان میزان دوام سنگ‌ها را بر اساس وجود استیلولیت به صورت زیر تقسیم‌بندی نموده است :

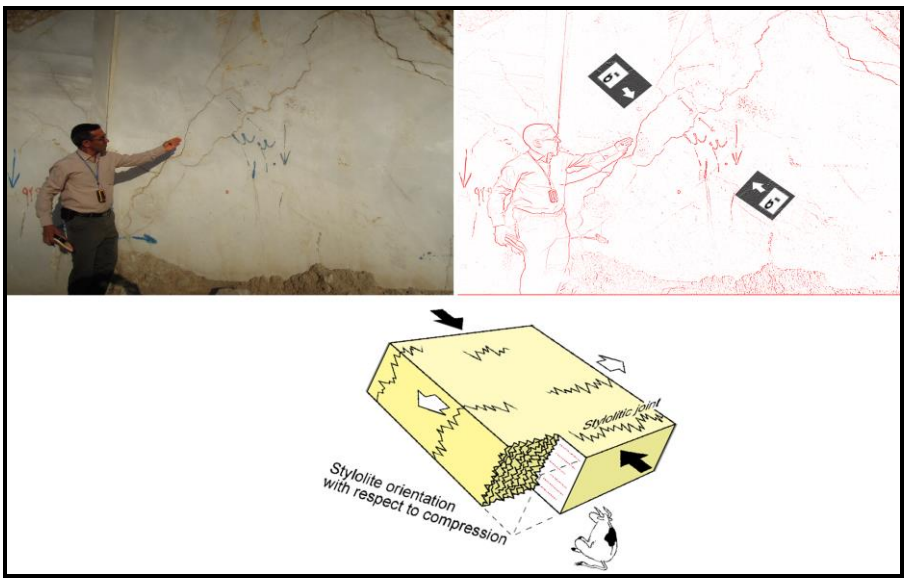
۱- عالی: سنگ هیچ گونه استیلولیتی ندارد.

۲- خیلی خوب: سنگ دارای استیلولیت‌های منفرد، با ضخامت کم و سخت می‌باشد.

۳- خوب: سنگ دارای استیلولیت‌های کم، با ضخامت کم و سخت می‌باشد.

۴- نسبتاً خوب: سنگ دارای مقدار زیادی استیلولیت است که بسته به چگالی، ضخامت و جهت‌گیری استیلولیت‌ها استحکام و دوام متفاوتی دارد.

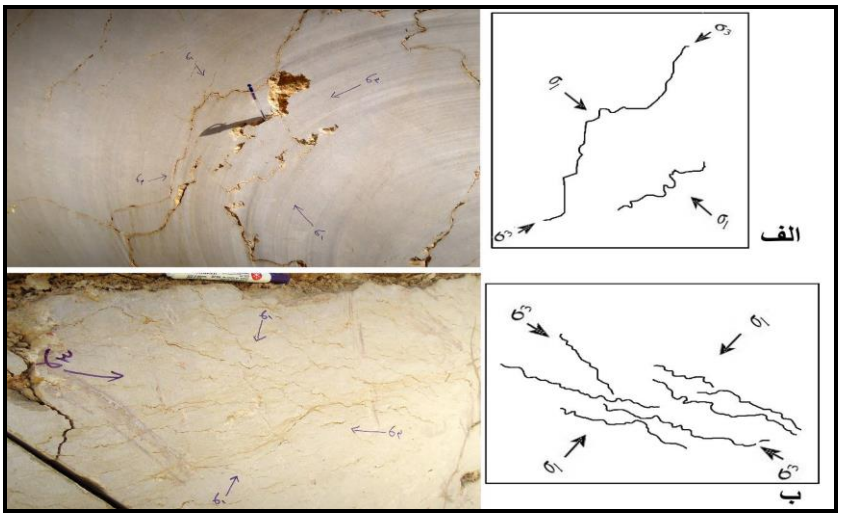
۵- ضعیف: سنگ دارای شبکه های بسیار زیاد استیلولیت با ضخامت زیاد می‌باشد.



شکل ۱- نمونه‌ای از مرمریت منطقه پیرکندی که با وجود داشتن استیلولیت‌های فراوان، به دلیل پرشدگی درزه‌های استیلولیتی با سیمان مقاوم، دارای کیفیت مطلوبی بوده و به عنوان سنگ نما در ساختمان به کار رفته‌اند، جهت دید عکس N۳۲۰°.

وجود ناخالصی‌های فراوان در متن سنگ و به دنبال آن تجمع این مواد در داخل استیلولیت‌ها باعث کاهش دوام سنگ‌های مرمریت می-گردد. کانی‌های رسی مهم‌ترین بقایای انحلال در سنگ‌های مورد مطالعه هستند و در محل‌هایی که مواد نامحلول حاصل از انحلال سنگ تجمع پیدا کرده‌اند، سنگ کم‌ترین درجه استحکام و در نتیجه کیفیت نامطلوب را دارد. سنگ‌های مرمریت موجود در مناطق مورد مطالعه از نظر دارا بودن ناخالصی و در نتیجه باقیمانده‌های نامحلول شرایط متفاوتی دارند. سنگ ساختمانی مرمریت پیرکندی دارای ناخالصی-های کم‌تری نسبت به دو معدن سیه‌باز و حکمت‌آرا می باشد، به طوری که رنگ سنگ در بسیاری از سینه‌کارهای این معدن روشن و کرمی رنگ می‌باشد. با توجه به میزان کم باقیمانده‌های نامحلول تجمع یافته در استیلولیت‌ها، این سنگ‌ها دوام نسبتاً بالایی دارند. در معدن مرمریت حکمت‌آرا وضعیتی متفاوت با معدن پیرکندی حکمفرماست، به صورتی که میزان ناخالصی‌های سنگ از جمله کانی‌های رسی به قدری زیاد می‌باشد که رنگی کاملاً متفاوت به سنگ داده‌اند و در تمام رخنمون‌های آن به چنین حالت دیده می‌شود. به همین دلیل است که سنگ های این معدن از استحکام بالایی برخوردار نیستند. در معدن مرمریت پیرکندی نیز مقدار ناخالصی‌های سنگ تقریباً

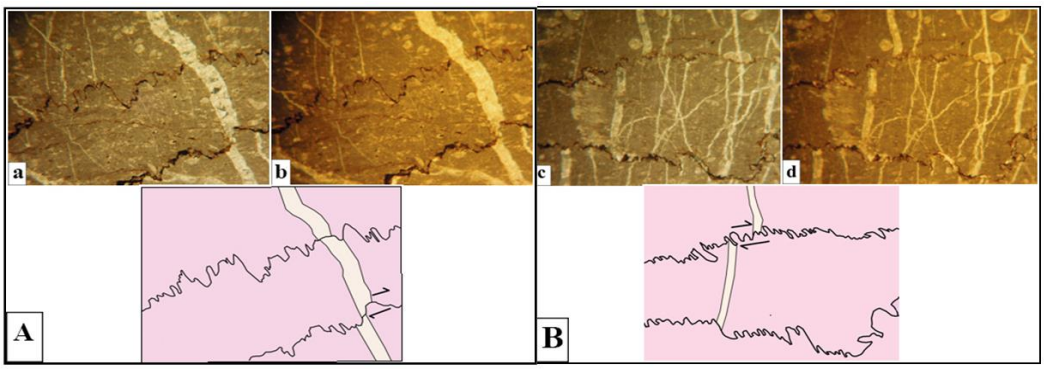
برابر با معدن حمت‌آرا می‌باشد اما نکته قابل ذکر در این معدن این است که رنگ زمینه سنگ در سینه‌کارهای این معدن عمدتاً در اثر نفوذ سیالاتی می‌باشد که مواد شسته شده از رسوبات بالایی را به داخل این سنگ‌ها انتقال داده‌اند. همچنین به علت تشکیل نودول‌ها و باندهای سیلیسی حاصل از نفوذ سیالات سیلیسی به داخل سنگ، اثر منفی ناخالصی‌ها روی دوام سنگ کاهش یافته و استحکام سنگ را بالا برده‌اند.



شکل ۲- الف- نمونه‌ی دیگری از مرمریت منطقه مورد مطالعه که با وجود داشتن استیلولیت‌های فراوان، به دلیل پرنشدگی درزه‌های استیلولیتی با سیمان نامقاوم، دارای کیفیت مطلوبی نبوده است، جهت دید عکس N337°، ب- نمونه‌ی دیگری از مرمریت منطقه مورد مطالعه که با وجود داشتن استیلولیت‌های فراوان، به دلیل پرشدگی درزه‌های استیلولیتی با سیمان مقاوم، دارای کیفیت مطلوبی بوده و به عنوان سنگ نما در ساختمان به کار رفته‌اند، جهت دید عکس N285

از ریزساختارهای منطقه می‌توان به ساختارهای استیلولیت‌ها اشاره کرد. استیلولیت‌ها سطوح به‌شدت فرورفته و دندانه‌داری هستند که در شرایط دگرگونی پایین و در اثر انحلال فشاری ایجاد شده و منجر به پیدایش برگ‌وارگی ناهموار می‌شوند. استیلولیت‌ها را حاصل انحلال فشاری به حساب می‌آورند که عبارت است از سطوحی که دندانه‌ها نسبت به سطح آن عمود است (شکل ۳) این ساختارها در مرمریت‌های منطقه مشاهده می‌شود و هر دو نمونه حرکت راست‌گرد را نشان می‌دهند که مؤید حرکات راست‌گرد است.

از مجموع ۲۰۰ شکستگی، ۲۰ شکستگی (تقریباً ۱۰ درصد) از نوع استیلولیتی شده هستند. بیشتر استیلولیت ها روند شمال شرق - جنوب غرب و راستای N۰۸۵° دارند.



شکل ۳- B و A- استیلولیت‌های تکتونیکی موجود در مرمریت‌های منطقه. [a,c (PPL) و b,d (CPL)]، (4X).

۴. بحث و نتیجه‌گیری

کانسارها تابعی از عوامل تکتونیک، به خصوص درزه‌ها می‌باشند. آگاهی از میزان درزه‌ها و شکستگی‌ها، نحوه استخراج کانسار را مشخص نمود. چنانچه امتداد لایه‌ها به موازات راستای چین‌خوردگی باشد، سنگ سالم‌تر است و شکستگی کمتری دارد در نتیجه از کیفیت بهتری نیز برخوردار است. تأثیر گسل‌ها و درزه‌ها بر سنگ‌ها، مختلف است. نظر به این که وجود درزه‌ها از مرغوبیت کانسار می‌کاهد، سنگ‌های واقع در نواحی شکسته، برای تهیه بلوک یا پلاک، مناسب نیستند. ولی ممکن است در سنگ‌های آذرین، عوامل خوبی برای سهولت در استخراج باشند مانند معدن گرانیت که با استفاده از درزه‌های موازی سطح و دو دسته درزه‌ای تقریباً عمود بر هم، بلوک‌های گرانیت به راحتی استخراج می‌گردند. بنابراین وجود درزه‌ها، تا حدی می‌تواند مفید باشد. تراکم زیاد درزه‌ها باعث نفوذ آب‌های سطحی، هوازدگی و فرسودگی سنگ‌ها می‌گردد. در انواع سنگ‌های رسوبی و مرمریت‌ها، وجود گسل و درزه از کیفیت و بهره‌وری کانسار می‌کاهد. آگاهی بر میزان درزه‌ها و شکستگی، برای استخراج ضروری است. در معادنی که به روش انفجاری کار می‌کنند برای باطله برداری، مواد ناریه مصرف می نمایند؛ مطالعه جهت، شیب درزه‌ها و گسترش آن‌ها عامل مهمی برای تعیین نوع و عمق چال‌ها و آتشباری خواهد بود و با این کار، میزان اتلاف سنگ‌های ساختمانی به حداقل ممکن کاهش می یابد.

درزه ها و شکستگی ها در سنگ‌های تزئینی ممکن است با کلسیت یا کانی دیگر پر شود و زیبایی خاصی به سنگ بدهد ولی در مواردی باعث سستی و کاهش مقاومت سنگ می‌گردد. این امر تابعی از ضخامت درزه و مواد پرکننده خواهد بود. درزه‌های مذکور همگی طبیعی هستند اما در معادنی که به روش انفجاری استخراج می‌گردند؛ در اثر ضربه انفجار، به میزان زیادی درزه ایجاد می‌شود که در زمان برش یا صیقل، منجر به شکستن پلاک می‌گردد و در این صورت راندمان کارخانه کاهش می‌یابد، میزان و جهت شیب طبقات نیز در استخراج کانسار اهمیت دارد. لازم است روند استخراج، در جهت عکس شیب طبقات باشد، تا بلوک استخراج شده راحت تر حمل گردد.

وجود ناخالصی‌های فراوان در متن سنگ و به دنبال آن تجمع این مواد به صورت باقیمانده‌های نامحلول در داخل درزه‌های استیلولیتی باعث کاهش کیفیت سنگ ساختمانی مرمریت می‌گردد. کانی‌های رسی از مهمترین بقایای نامحلول موجود در سنگ‌های مرمریت می-باشند. این کانیها به علت جذب آب می‌توانند استحکام سنگ را کاهش دهند. با توجه به آنالیزهای صورت گرفته (اندازه‌گیری باقیمانده-های نامحلول و شاخص دوام وارفتگی) روی سنگ‌های مرمریت معادن حکمت‌آرا، سیه‌باز، پیرکندی و یاریم‌قیه در استان آذربایجان‌غربی مشخص گردید که سنگ مرمریت دارای کمترین میزان باقیمانده نامحلول و در نتیجه بیشترین درجه استحکام و سنگ مرمریت پیرکندی دارای بیشترین باقیمانده‌های نامحلول و متعاقب آن کمترین درجه استحکام می‌باشند. سنگ مرمریت یاریم‌قیه نیز علیرغم داشتن مواد نامحلول نسبتاً زیاد، به خاطر وجود باندهای سیلیسی دوام بهتری نسبت به سنگ‌های حکمت‌آرا دارد و ویژگی‌های حد واسطی دارد.

منابع

[1] حاجی‌حسینلو، ح.، ۱۳۹۷. پتروفابریک انتشارات دانشگاه آزاد واحد خوی، ۲۹۸ صفحه.

[2]-Aghanabati, A., (1998). Major Sedimentary-structural Units of Iran. Geological Survey of Iran.

[3]-Nevin, A., Timothy, W., Ákos, T., (2018). The effect of stylolites on the deterioration of limestone: possible mechanisms of damage evolution. Environmental Earth Sciences, v. 77(16); p. 1-11

[4]-Arzani, N., (2011). Stylolite networks in dolomitized limestones and their control on polished decorative stones:a case study from Upper Cretaceous Khur quarries, central Iran. Archive of SID 36 Arzani ... JGeope, 1 (2), P. 25-37

[5]-McClay, K., (1987). The mapping of geological structures. New York: John Wiley and Sones.