PNUGEO6-B-218

An investigation on engineering properties of marl rocks of Safa dam foundation

***Iman Aghamolaie*[1], *Gholam Reza Lashkaripour* [2], *Mohammad Ghafoori*[3]**

[1] *MSc student, Department of Geology, Ferdowsi University of Mashhad*
[2] *Professor, Department of Geology, Ferdowsi University of Mashhad*
[3] *Professor, Department of Geology, Ferdowsi University of Mashhad*
(*imaneng189@gmail.com)

Abstract

Marl rocks are from weak rocks which cause some problems due to high swelling and efflorescence capability, low resistance and viability in implementation of engineering structures.creation of thease problems is due to inadequate recognition of engineering geology properties of these rocks.Hence, in this research,to determination the physical and mechanical parameters of marl rocks of safa dam site, experiments of eterberg limits, density, prosity experiment point load and X-ray diffraction (XRD) and X-ray fluorescence (XRF) experiments has performed on samples from excavation of bores. Results of experiments indicate that type and contents of minerals in marls particularly clay minerals and calcium carbonate are effective factors on engineering geology properties of these rocks.

Keywords: *Engineering Geology properties, Rabor, Clay minerals, Marl.*

بررسی خصوصیات زمین شناسی مهندسی سنگ‌های مارنی ساختگاه سد صفا

***ایمان آقاملایی*[۱]*، غلامرضا لشکری پور[۲]، محمد غفوری[۳]**

۱ – دانشجوی کارشناسی ارشد زمین شناسی مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد *imaneng189@gmail.com*
۲ – استاد، گروه زمین شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد
۳ – استاد، گروه زمین شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

سنگ‌های مارنی از جمله سنگ‌های ضعیف می‌باشند که به دلیل قابلیت تورم و شکفتگی زیاد، مقاومت و دوام پذیری کم در اجرای سازه‌های مهندسی مشکلاتی را سبب می‌شوند. ایجاد این مشکلات به دلیل عدم شناخت کافی از ویژگی‌های زمین شناسی مهندسی این نوع سنگ‌هاست. از این رو در این پژوهش به منظور تعیین پارامترهای فیزیکی و مکانیکی سنگ‌های مارنی ساختگاه سد صفا، بر روی نمونه‌های برداشت شده، آزمایش‌های حدود اتربرگ، وزن مخصوص، تخلخل،آزمایش تورم،آزمایش بار نقطه‌ای و همین‌طور آزمایش‌های پراش اشعه ایکس (XRD) و فلور سانس اشعه ایکس(XRF) صورت گرفته است. نتایج حاصل از آزمایشات نشان می‌دهد که نوع و مقدار کانی‌های موجود در مارن به ویژه کانی‌های رسی وکربنات کلسیم از عوامل موثر و تأثیر گذار بر ویژگی‌های زمین شناسی مهندسی این نوع از سنگ‌هاست.

واژگان کلیدی: *خصوصیات زمین شناسی مهندسی، رابر، کانی‌های رسی، مارن.*

۱ - مقدمه

مارن‌ها (سنگ یا خاک) از جمله نهشته های رسوبی هستند که به طور کلی از کانی‌های رسی و کربنات کلسیم با نسبت‌های مختلف که معمولاً بین ٪۶۵-۳۵ است تشکیل شده‌اند (pettijohn, 1975). از دیدگاه کانی شناسی تفاوت در میزان کربنات، درصد کانی‌های رسی، نسبت کربنات به کانی‌های رسی و نیز نوع کانی‌های رسی می‌تواند ویژگی‌های فیزیکی، خواص خمیری، قابلیت تورم، مقاومت، دوام و شکفتگی را در این سنگ‌ها تحت تأثیر قرار دهد(قبادی و همکاران، ۱۳۸۵). با توجه به گسترش و پراکنش مارن ها در سطح ایران و جهان و پتانسیل آن‌ها در هوازدگی و تولید خاک (خاک‌های مارنی) و عنایت به گسترش روز افزون احداث ابنیه فنی بر روی یا درون زمین‌هایی که از خاک‌های مارنی تشکیل شده‌اند، شناسایی بهتر و بیشتر خصوصیات و رفتار مهندسی این خاک‌ها و بررسی روش‌های تعیین متغیرهای مهندسی آن‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است. تا کنون حجم گسترده‌ای از تحقیقات برای شناسایی خصوصیات مارن‌ها در نقاط مختلفی از دنیا صورت گرفته که محوریت اصلی این مطالعات بررسی برخی از ویژگی‌های شاخص از قبیل تثبیت خاک‌های مارنی توسط آهک (نقش کانی‌های رسی در تثبیت مارن) اندازه‌گیری نسبت محتوای رس به کربنات در مارن‌ها (تأثیر تخلخل روی مقاومت برشی مارن‌ها) و غیره بوده است (Yong et al. 1996, Yong and Ouhadi 1997; Mohamed 2000; Lamas et al. 2002, 2005; Athmania et al. 2010).

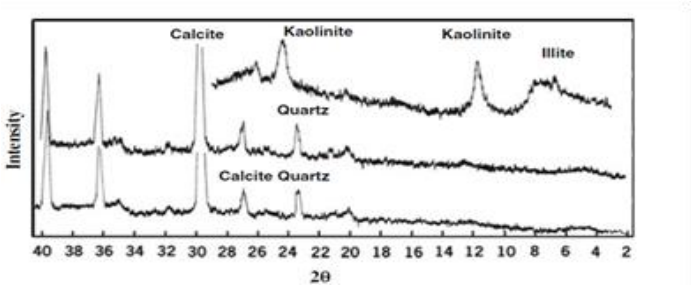
۲ - زمین شناسی

ساختگاه سد صفا در استان کرمان، شهرستان رابر و بر اساس تقسیمات زمین شناسی ساختمانی ایران در زون ساختاری ایران مرکزی و بر اساس تقسیمات ناحیه‌ای، در کمربند آتشفشانی ارومیه- دختر قرار گرفته است. در محدوده ساختگاه سد سنگ‌های مربوط به دوره میوسن به بعد قابل مشاهده است که غالباً از سنگ‌های آذر آواری، آذرین و رسوبی تشکیل شده‌اند. سنگ‌های رسوبی مربوط به دوره میوسن که قسمت وسیعی از محدوده طرح را شامل شده با نام سازند قرمز بالایی شناخته می‌شوند. مجموعه لایه‌های سنگی این سازند در محدوده ساختگاه سد عمدتاً متشکل از تناوب مارن مارن رسی، مارن سیلتی و گل سنگ به رنگ قهوه‌ای متمایل به قرمز و ماسه سنگ خاکستری رنگ ریزدانه می‌باشد.

۳- مطالعات آزمایشگاهی

۳-۱- ترکیب شیمیایی

به منظور پی بردن به نقش ترکیب شیمیایی مارن‌ها در رفتار مهندسی آن‌ها چهار نمونه‌ی مارن توسط دستگاه فلورسانس اشعه ایکس(XRF) مورد آزمایش قرار گرفتند. مقدار CaO از ۱۷/۵ تا ۲۴/۹ درصد در نمونه‌های مذکور متغیر بود. همچنین روی سه نمونه آزمایش XRD انجام شد (شکل۱). ترکیب غالب نمونه‌های مارنی مورد بررسی را کانی‌های کوارتز، کلسیت، ایلیت وکائولینیت تشکیل می‌دهند. کریستال کائولینیت از یک سری لایه های تکراری نوع ۱:۱ تشکیل شده است که هرلایه دارای صفحات سیلیکا و آلومینا بوده که بوسیله پیوند هیدروژنی بهم وصل شده اند. به علت این پیوند قوی، آب نمی تواند به فضای داخل آنها وارد شود. این امر باعث کاهش نفوذ پذیری و کاهش خواص خمیری خاک می شود. این کانی بیشتر در نمونه‌های تهیه شده از عمق قابل مشاهد است. کانی ایلیت از تکرار صفحات آلومینا و دوصفحه سیلیکا بوجود آمده که دربین آنها یون پتاسیم قرارگرفته است. تبدیل مارن از حالت غیر هوازده به حالت هوازده باعث افزایش مقدار ایلیت و همچنین کاهش کائولینیت می‌شود بنابراین افزایش ایلیت و کاهش کائولینیت باعث می‌شود که خواص خمیری افزایش بیابد.



شکل ۱. نمودار X-Ray کانی‌های موجود در نمونه‌های مارنی مورد مطالعه

۳-۲- وزن مخصوص

از میان نمونه‌های برداشت شده ۳۰ نمونه برای تعیین وزن مخصوص بر اساس استاندارد ISRM مورد آزمایش قرار گرفت. نتایج برخی از آزمایشات انجام شده در جدول۱ و ۲ ارائه شده است. بر اساس کار آماری صورت گرفته روی نتایج حاصل میانگین دانسیته نمونه‌های مارنی gr/cm^3 ۲/۴۷ برآورد شده که حاکی از تراکم نسبتاً بالای سنگ در محل است.

۳-۳- تخلخل

به منظور تعیین درصد تخلخل (n) نیز تعدادی از نمونه‌ها مورد آزمایش قرار گرفتند. بر اساس بررسی آماری بر روی نتایج حاصل مقادیر ضریب تغییرات محاسبه شده در دامنه قابل قبول (۴۲-۱۳ درصد) می‌باشد. میانگین تخلخل برای سنگ‌های مارنی ۱۴/۵ درصد می‌باشد که در محدوده‌های پایین ارائه شده برای این سنگ قرار می‌گیرد و می‌تواند دانسیته های بالای بدست آمده را نیز توجیه نماید

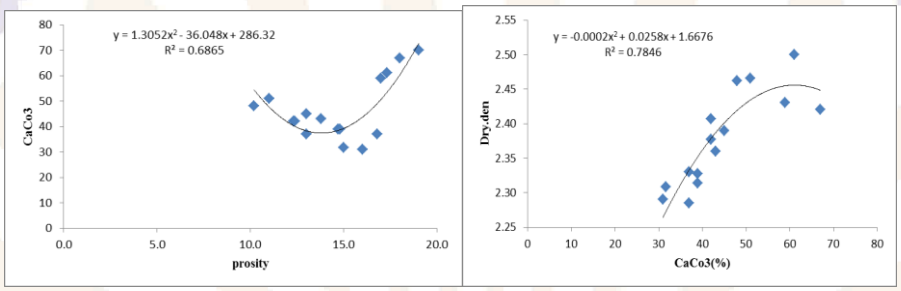
جدول۱. نتایج برخی از آزمایشات فیزیکی

شماره نمونه	واحد	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
وزن نمونه خشک	G	۴۸۱/۳	۵۶۷/۳	۶۳۰/۶	۷۸۶/۷	۵۲۵/۵
وزن نمونه اشباع با سطح خشک	G	۵۱۰/۱	۶۰۲/۸	۶۶۵/۴	۸۲۴/۵	۵۵۷/۴
وزن نمونه غوطه ور در آب	G	۳۰۵/۶	۳۵۸/۹	۳۹۸/۱	۴۹۵/۴	۳۳۲/۲
حجم نمونه	Cm^3	۲۰۴/۵	۲۴۳/۹	۲۶۷/۳	۳۲۹/۱	۲۲۵/۲
مقدار آب جذب شده	G	۲۸/۸	۳۵/۵	۳۴/۸	۳۷/۸	۳۱/۹
دانسیته خشک	g/cm^3	۲/۳۵۴	۲/۳۲۶	۲/۳۵۹	۲/۳۹۰	۲/۳۳۳
دانسیته اشباع	g/cm^3	۲/۴۹۴	۲/۴۷۲	۲/۴۸۹	۲/۵۰۵	۲/۴۵۷
درصد جذب آب	%	۶/۰	۶/۳	۵/۵	۴/۸	۶/۱
درصد تخلخل	%	۱۴/۱	۱۴/۶	۱۳/۰	۱۱/۵	۱۴/۲

جدول۲. نتایج برخی از آزمایشات تعیین دانسیته که به روش موم اندود انجام شده

شماره نمونه	وزن نمونه خشک	وزن نمونه طبیعی	وزن نمونه موم اندود	وزن موم	وزن نمونه موم اندود درآب	حجم موم	حجم نمونه	وزن واحد حجم (g/cm^3)	
	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(cm^3)	(cm^3)	مرطوب Y_w	خشک y_d
A_9	۵۱۸/۷	۵۵۰/۲	۵۳۰/۹	۱۲/۲	۲۹۷/۸	۱۳/۶	۲۱۹/۵	۲/۵۰۶	۲/۳۶۳
A_{10}	۵۰۶/۹	۵۳۰/۴	۵۱۸/۲	۱۱/۳	۲۹۵/۳	۱۲/۶	۲۱۰/۳	۲/۵۲۲	۲/۴۱۰
A_{11}	۲۳۷/۲	۲۵۲/۹	۲۴۸/۳	۱۱/۱	۱۳۵/۲	۱۲/۳	۱۰۰/۸	۲/۵۱۰	۲/۳۵۴

یکی از پارامترهای بسیار موثر روی دانسیته و میزان تخلخل سنگ‌های مارنی، درصد کربنات کلسیم در این نوع از سنگ‌هاست که در (شکل۲) می‌توان این تاثیر را مشاهده کرد.



شکل۲. تاثیر درصد کربنات کلسیم روی دانسیته و تخلخل در سنگهای مارنی

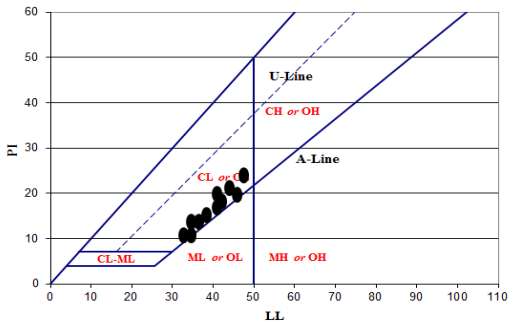
شاید بتوان گفت ابتدا با افزایش درصد کربنات کلسیم دانسیته افزایش و تخلخل کاهش می‌یابد اما بعد از حدود ۶۵درصد کربنات کلسیم سنگ مارن طبیعت سنگ‌های آهکی را به خود گرفته و در اثر ریز ترکهایی که یعذا ممکنه بخاطر رفتار شکننده تر در این نوع از سنگ‌ها بوجود اید باعث کاهش دانسیته و افزایش تخلخل شود.

۳-٤- حدود اتربرگ

درصد رس و نوع کانی‌های رسی موجود در سنگ‌های مارنی نقش مهمی در رفتار زمین شناسی مهندسی آن‌ها ایفا می‌نماید(Mohamed, 2000). برای تعیین بافت و خصوصیات خمیری مصالح تشکیل دهنده سنگ‌های ریزدانه، روی بعضی نمونه‌ها، آزمایش‌های هیدرو متری و حدود اتربرگ انجام و رده آن در سیستم طبقه‌بندی یونیفاید تعیین شد (جدول۳). بر اساس طبقه‌بندی سیستم یونیفاید (USCS)، مارن‌ها در رده CL قرار می‌گیرند. شکل (۳) نتایج آزمایش تعیین حدود اتربرگ آنها را نشان می‌دهد.

جدول۳. نتایج آزمایش حدود اتربرگ و درصد رس

جنس نمونه	LL(%)				PI(%)				Clay percent<2μm			
	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار
مارن	۲۹	۴۴	۳۶	۴/۲	۹	۱۷	۱۳	۲/۶	۱۰	۳۱	۲۰	۶/۶



شکل۳. نتایج آزمایش حدود اتربرگ بر روی نمونه های مارن

۳-۵- تورم پذیری

آزمایش تورم پذیری بر روی چند نمونه با سربار۱KPa انجام شد که برخی از نتایج حاصل در جدول(۴) آورده شده

جدول۴. نتایج آزمایش تورم

شماره نمونه	درصد رطوبت قبل از آزمایش	درصد رطوبت بعد از ازمایش	درصد تورم
A_8	۴/۷	۷/۹	۰/۴۰
A_{15}	۶/۶	۸/۹	۰/۳۵
A_{20}	۱۷/۶	۲۰/۵	۰/۱۳

۳-٦- آزمون بار نقطه‌ای

از ۲۰ نمونه سنگ مارنی که تحت آزمون بار نقطه‌ای قرار گرفتند دامنه تغییرات این شاخص بین ۲/۵ تا ۱۰/۳ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع می‌باشد.همچنین مقاومت فشاری تک محوری ۵ تا ۱۶ برابر شاخص بار نقطه‌ای است که به طور کلی دارای مقاومت پایینی می‌باشند.

٤- نتیجه گیری

با توجه به نتایج حاصل از آزمایشات XRD ترکیب غالب نمونه‌های مارنی را می‌توان شامل کانی‌های کوارتز، کلسیت، ایلیت وکائولینیت معرفی کرد. نتایج حاصل از آزمایشات فیزیکی نشان می‌دهد که میانگین دانسیته نمونه‌ها در حالت طبیعی $۲/۴۷gr/cm^3$ می‌باشد که از تراکم خوبی برخوردارند. میانگین در صد تخلخل نمونه‌ها در حالت عادی ۱۴/۵ درصد محاسبه گردید. بر اساس طبقه‌بندی سیستم یونیفاید (USCS)، مارن‌های ساختگاه سد صفا در رده CL قرار می گیرند. همچنین توده سنگ‌های مارنی دارای پتانسیل تورم کم می‌باشند. بر مبنای آزمایش بار نقطه‌ای دامنه تغییرات این شاخص بین ۲/۵ تا ۱۰/۳ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع محاسبه گردید بر این اساس سنگ‌های مارنی ساختگاه سد در رده سنگهای ضعیف قرار می گیرند.

٥- منابع

قبادی، م.ح.، رسولی فرحی، م.ر.، خانلری، غ. ۱۳۸۵. اهمیت شناخت ویژگی‌های ژئومکانیکی مارن در عملیات آب بندی محل سدها، بیست و چهارمین گردهمایی علوم زمین، اسفند ماه، تهران، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

Athmania, D. Benaissa, A. Hammadi, A.& Bouassida, M. (2010). Clay and marl formation susceptibility in Mila province, Algeria. Geotech Geol Eng 28, 805–813.

Lamas, F., Irigaray, C.& Chaco´n, J. (2002). Geotechnical characterization of carbonate marls for constraction of impermeable dam cores, Engineering Geology 66, 283-294.

Lamas, F., Oteo, C. & Chacón, J. (2005). Influence of carbonate content on the stress–strength behavior of Neogene marls from the betic cordillera (Spain) in cu triaxial tests using a quasilinear elastic (hyperbolic) model. Engineering Geology 81, 32-41.

Mohamed, A. M. O. (2000). The role of clay minerals in marly soils on its stability, Eng Geol 57, 193–203.

Pettijohn, F. J. (1975). Sedimentary rocks, 3rd edn. Harper and Row, New York.

Yong, R. N. Ouhadi, V. R.& Mohamed, A. M. O. (1996). Physicochemical evaluation of failure of stabilized marl soil. Proceedings of the 49th Canadian Geotechnical conference frontiers in geotechnology.

Yong, R.N. Ouhadi, V. R. (1997). Reaction factors impacting on instability of bases on natural and lime-stabilized marls. Special Lecture, Keynote Paper. Proceeding of the International Conference on Foundation Failures.