

بررسی خصوصیات فیزیکی و مکانیکی شیستهای زون سنندج – سیرجان

فریدون بهرامی سامانی

یزدان محبی حسن آبادی

کارشناسان ارشد زمین شناسی مهندسی – مهندسين مشاور تماوان

چکیده

خصوصیات فیزیکی و مکانیکی سنگها نقش بسزایی در رده بندی مهندسی سنگ دارد و در تلفیق با یکدیگر امکان تطابق کلی بین خواص سنگ از طریق تجربه را برای کاربردهای علمی فراهم می سازد، به همین دلیل در کارهای معدنی و عمرانی تعیین خواص سنگ از اهمیت زیادی برخوردار است.

در این تحقیق خصوصیات فیزیکی و مکانیکی (دانسیته، تخلخل، درصد جذب آب، مقاومت فشاری تک محوره و سرعت امواج الاستیک) بیش از ۵۰ نمونه سنگی شیست مربوط به نواحی مختلف زون سنندج – سیرجان مورد بررسی قرار گرفته است.

با توجه به نتایج بدست آمده محدوده تغییرات خصوصیات فیزیکی و مکانیکی این سنگها مشخص گردیده و در نهایت یک طبقه بندی کلی برای شیست ها ارائه گردیده است.

واژگان کلیدی: رده بندی مهندسی سنگ، زون سنندج – سیرجان، سرعت موج، تخلخل

مقدمه

در کارهای عمرانی و معدنی که با توده سنگها در ارتباط باشد. اولین قدم جهت انجام پروژه تعیین خصوصیات فیزیکی و مکانیکی نمونه سنگهای موجود در محل می باشد. بعد از تعیین این پارامترها ارزیابی کلی و طبقه بندی توده سنگ انجام می شود و در نهایت پارامترهای مورد نیاز طراحی استخراج می گردد.

با توجه به اینکه شیبست ها یکی از عمده سنگهای موجود در زون سنندج سیرجان می باشند در این تحقیق خصوصیات فیزیکی و مکانیکی شیبست ها مورد بررسی قرار گرفته و محدوده تغییرات این خصوصیات تعیین گردیده است. با توجه به اینکه شیبست ها از جمله سنگهای انیزوترپ می باشند که خصوصاً پارامترهای مکانیکی آنها در جهت های مختلف متفاوت می باشد، لذا در این تحقیق این خصوصیات بصورت کلی و بدون توجه به انیزوترپ بودن سنگ و صرفاً جهت تعیین محدوده تغییرات مورد اندازه گیری قرار گرفته است و نتایج آن می تواند در مراحل اولیه و مطالعات فاز ۱ پروژه های عمرانی که با این توده سنگ در ارتباط باشند مورد استفاده قرار گیرد.

دانشسته

دانشسته سنگ در حالت طبیعی تابعی از ترکیب کانی شناسی، تخلخل و میزان آب موجود در فضاهای خالی سنگ می باشد و عبارت است از وزن ماده سنگ به حجم ماده سنگ که به دو صورت دانشسته خشک و اشباع بررسی می گردد. شیبست ها جزو سنگهای با دانشسته متوسط تا سنگهای با دانشسته زیاد می باشند [۴] در جدول شماره ۱ محدوده تغییرات دانشسته خشک و اشباع اندازه گیری شده برای نمونه سنگهای شیبستی مورد آزمایش آمده است. بر طبق نتایج بدست آمده سنگهای شیبستی بر اساس دانشسته به سه گروه (جدول شماره ۲) طبقه بندی گردیده اند.

جدول ۱: محدوده تغییرات دانشسته خشک و اشباع، تخلخل و درصد جذب آب نمونه سنگهای شیبستی

حد اکثر	میانگین	حداقل	
۲/۷۲	۲/۶۲	۲/۴۷	دانشسته خشک (gr/cm^3)
۲/۷۵	۲/۶۶	۲/۴۹	دانشسته اشباع (gr/cm^3)
۹/۳	۴/۲۹	۱/۹۲	تخلخل (%)
۳/۷۲	۱/۶۴	۰/۷۲	جذب آب (%)

جدول ۲: طبقه بندی شیبستها بر اساس دانشسته (gr/cm^3)

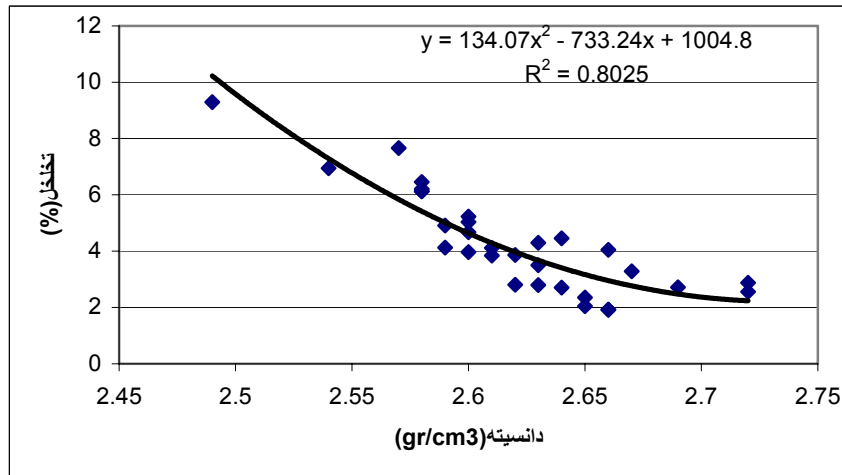
پارامتر	اشباع	خشک
دانشسته پایین (gr/cm^3)	$< 2/63$	$< 2/59$
دانشسته متوسط (gr/cm^3)	$2/63 - 2/69$	$2/59 - 2/65$
دانشسته بالا (gr/cm^3)	$> 2/69$	$> 2/65$

تخلخل و درصد جذب آب

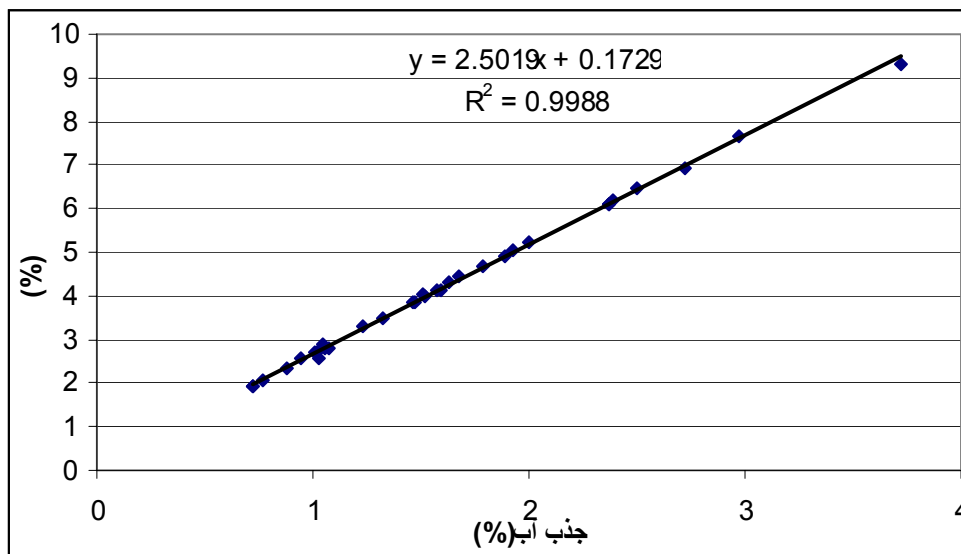
سنگها اجسامی کاملاً توپر نبوده و همیشه حاوی فضاهای خالی با شکل و اندازه های مختلف می باشند. به منظور بررسی چگونگی این فضاها از لفظ تخلخل استفاده می شود که عبارت است از نسبت حجم خلل و فرج درونی اشغال شده ماده سنگ به حجم کل سنگ.

مقدار آب موجود در سنگ در حالت اشباع بیان کننده درصد جذب آب سنگ بوده و عبارت است از وزن آب همراه ماده سنگ به وزن ماده سنگ در حالت خشک.

درصد جذب آب اثر قابل توجهی بر خصوصیات مکانیکی سنگ دارد بطوریکه افزایش درصد جذب آب نشان دهنده تخلخل بیشتر سنگ و نیز باعث کاهش مقاومت سنگ می گردد [۱]. در جدول شماره ۱ محدوده تغییرات تخلخل و درصد جذب آب نمونه‌های مورد آزمایش آمده است بر اساس نتایج بدست آمده شیت‌ها بر اساس تخلخل و درصد جذب آب به سه گروه (جدول شماره ۳) طبقه بندی گردیده اند. نمودارهای ۱، ۲ و تغییرات تخلخل، درصد جذب آب و دانسیته را نسبت به هم نشان می دهند.



نمودار ۱- ارتباط مابین تخلخل و دانسیته در شیت ها



نمودار ۲- ارتباط مابین تخلخل و درصد جذب آب در شیت ها

جدول ۳: طبقه بندی سنگهای شیستی بر اساس مقدار تخلخل سنگ بکر

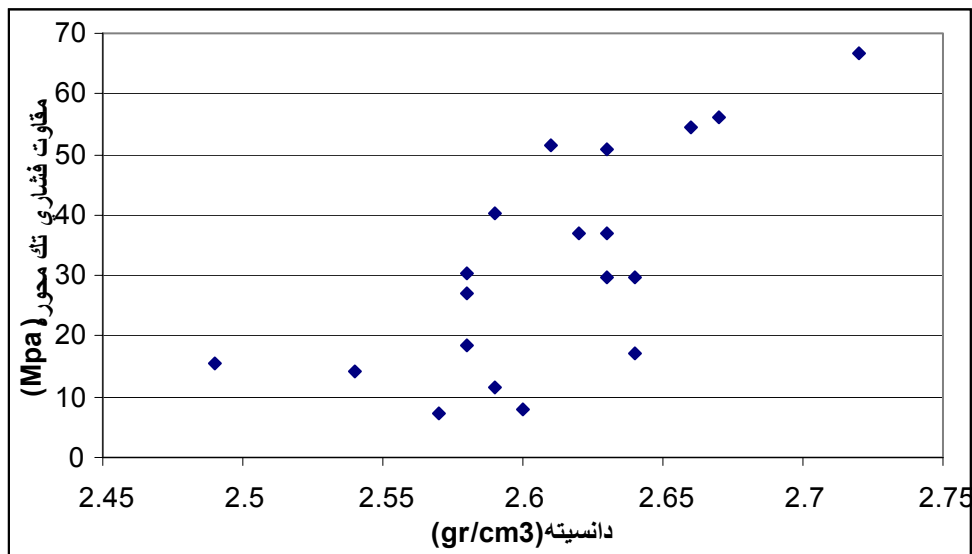
پارامتر	درصد جذب آب	مقدار تخلخل
تخلخل کم (%)	$< 1/1$	< 3
تخلخل متوسط (%)	$1/1 - 1/9$	$3 - 5$
تخلخل زیاد (%)	$> 1/9$	> 5

مقاومت فشاری تک محوره

مقاومت فشاری تک محوره سنگ بر اساس حداکثر بار قائم که بطور محوری روی یک نمونه استوانه ای اعمال می شود، تعیین می گردد. عوامل مختلفی از جمله نسبت طول به قطر نمونه، سرعت بارگذاری، وضعیت انتهای نمونه، وجود شکاف و درزه، ناهمسانی نمونه و... در مقدار مقاومت سنگ موثر می باشند. امروزه آزمایشها بر اساس روشهای پیشنهادی ISRM انجام می گیرد و اکثر عوامل کنترل می گردد، ناهمسانی نمونه یکی از عواملی است که به نوع سنگ بستگی داشته و در سنگهای مختلف متفاوت می باشد. در شیست ها به علت وجود تورق و شیستوزیته سنگ در دو جهت عمود بر تورق و موازی با تورق، مقاومت و رفتار متفاوتی دارد. نتایج بدست آمده که در نمودار شماره ۳ آمده است بیانگر تأثیر انیزوتروپی سنگ شیست بر مقاومت فشاری آن می باشد. با توجه به مطالعات انجام شده قبلی [۲۱] کمترین مقاومت این نوع سنگ در حالتی است که جهت اعمال نیرو با سطح تورق زاویه حدود ۲۵-۲۰ درجه بسازد و بیشترین مقاومت مربوط به حالتی است که نیرو در جهت عمود بر سطح تورق وارد می گردد. در این تحقیق بدون توجه به جهت اعمال نیرو حدود تغییرات مقاومت فشاری تک محوره شیست ها مورد بررسی قرار گرفته است (جدول ۴). نمودار شماره ۳ تغییرات مقاومت فشاری را نسبت به دانسیته نشان می دهد.

جدول ۴: حدود تغییرات مقاومت فشاری تک محوره شیست ها

پارامتر	حداقل	میانگین	حداکثر
مقاومت فشاری تک محوره خشک (Mpa)	۱۱/۴۴	۳۴/۵۲	۶۶/۵۹
مقاومت فشاری تک محوره اشباع (Mpa)	۹/۴۱	۳۳/۲۶	۵۰/۷۱

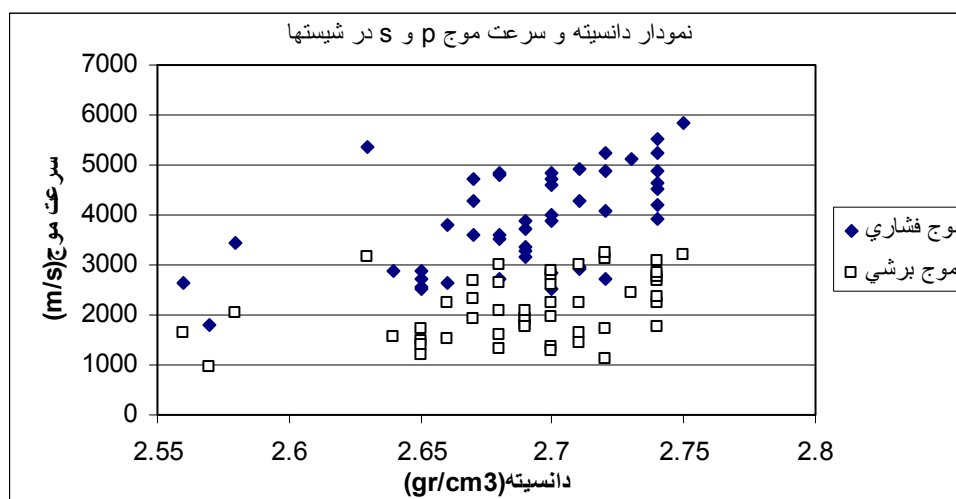


نمودار ۳- ارتباط مابین مقاومت فشاری تک محوره خشک و دانسیته در شیست ها

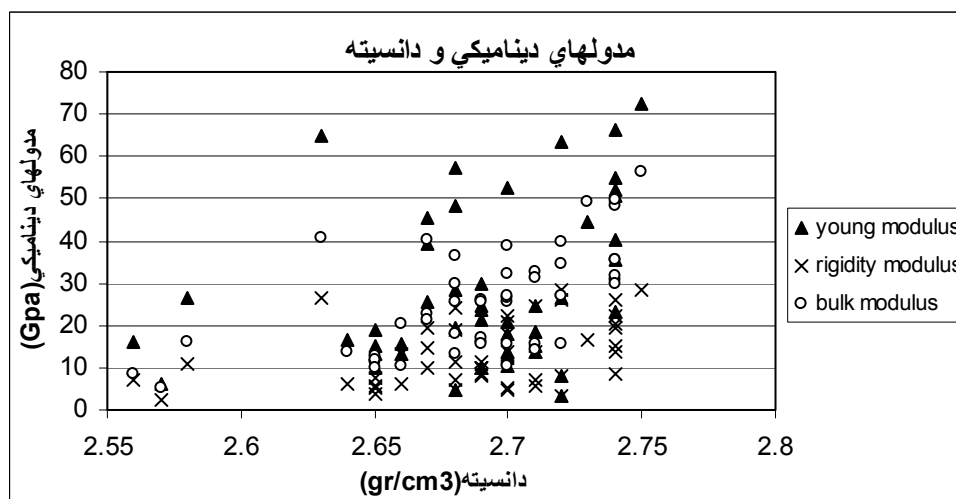
سرعت موج P و S

این آزمایش جهت تعیین پارامترها و مدولهای دینامیکی سنگ انجام می‌گیرد. از جمله عوامل موثر بر سرعت موج در سنگ‌ها می‌توان به نوع موج، ناهمسانی، تخلخل، میزان آلودگی، درصد رطوبت و... اشاره نمود. بررسی‌ها نشان داده است که سرعت امواج در امتداد موازی با سطوح تورق در هر دو حالت اشباع و خشک همواره بیشتر از جهت عمود بر سطوح تورق می‌باشد [۳] با اشباع شدن نمونه و افزایش زاویه سطح تورق با جهت حرکت موج، کاهش سرعت موج P نسبت به موج S بیشتر می‌باشد. [۳].

در این تحقیق سرعت موج و مدولهای دینامیکی حاصله از نمونه‌های شیبستی موجود در نقاط مختلف بدون توجه به زاویه سطح تورق و جهت امتداد موج مورد بررسی قرار گرفته، حدود تغییرات آنها مشخص گردیده است [جدول ۵]. نمودار ۴ و ۵ تغییرات پارامترهای دینامیکی نمونه سنگها را نسبت به تغییر دانسیته نمونه‌ها نشان می‌دهد.



نمودار ۴- ارتباط مابین سرعت موج فشاری و موج برشی و دانسیته در شیست‌ها



نمودار ۵- ارتباط مابین مدولهای دینامیکی و دانسیته در شیست‌ها

جدول ۵: حدود تغییرات پارامترهای دینامیکی نمونه سنگهای شیست

پارامتر	حداقل	میانگین	حداکثر
سرعت موج P (m/s)	۱۷۸۲	۳۸۷۳	۵۸۴۶
سرعت موج S (m/s)	۹۴۶	۲۱۲۵	۳۲۴۱
مدول یانگ (Gpa)	۳/۴	۲۸/۰۶	۷۲/۴۲
نسبت پواسون	۰/۱۰۸	۰/۲۷۸	۰/۳۹۸
مدول برشی (Gpa)	۲/۳	۱۳/۲۴	۲۸/۶
مدول بالک (Gpa)	۵/۰۹	۴۶/۴۵	۵۶/۲۸

نتیجه گیری

- ۱- دانسیته شیستها از ۲/۴۷ الی ۲/۷۲ تغییر می کند و با افزایش دانسیته تخلخل نمونه سنگها کاهش می یابد.
- ۲- تخلخل شیستها از ۱/۹۲ الی ۹/۳ درصد تغییر می کند و با افزایش تخلخل درصد جذب آب نمونه ها افزایش می یابد.
- ۳- سرعت موج فشاری از ۱۷۸۲ الی ۵۸۴۶ و موج برشی از ۹۷۶ الی ۳۲۴۱ متر بر ثانیه تغییر می کند و با افزایش دانسیته سرعت موج افزایش می یابد.
- ۴- آنیزوتروپی شیستها تأثیر عمده ای بر مقاومت سنگ می گذارد و بیشترین مقاومت در حالت عمود بر سطح تورق و کمترین مقاومت در جهت ۲۵-۲۰ درجه نسبت به سطح تورق می باشد. بطور کلی در حالتی که نیرو در یک جهت اعمال گردد. افزایش دانسیته باعث افزایش مقاومت نمونه سنگ می گردد.
- ۵- پیشنهاد می گردد سنگهای شیستی را با توجه به نوع کانیهای عمده تقسیم بندی کرده خصوصیات پایه این نوع سنگها با توجه به نوع کانیهای تشکیل دهنده بررسی گردد

منابع

۱. قطره سامانی عزت اله، پایان نامه کارشناسی ارشد زمین شناسی مهندسی، دانشگاه اصفهان ۱۳۸۰
۲. خاندلری غلامرضا، بررسی تأثیر ناهمسانگردی در خواص مهندسی فیلیتها با استفاده از آزمایش بار نقطه ای دومین کنفرانس مکانیک سنگ ایران ۱۳۸۳.
۳. شهرام یزدان پناه، تأثیر ناهمسانگردی بر روی پارامترهای دینامیکی سنگ، دومین کنفرانس مکانیک سنگ ایران ۱۳۸۳.
۴. لادریان اصغر، ۱۳۷۸، اصول مکانیک سنگ، ۳۴۸ صفحه
5. Franklin, J.A. & Dusseault, M.B, 1989, Rock Engineering; New York: Mc Grow Hill.
6. Behrestaghi, M.H.N, Ramamurthy, T., 1996 "engineering geological and geotechnical responses of schistose rocks from dam project areas in India", J. Eng. Geo, PP.183-201.