

بررسی خصوصیات مهندسی منابع قرصه کوهی شمال شرق شهر مشهد

جلال عزیزی شجاع^{۱*}، ناصر حافظی مقدس^۲، محمد غفوری^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد زمین شناسی مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد، jalalazizi46@yahoo.com

^۲ استاد زمین شناسی مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد، nhafezi@um.ac.ir

^۳ استاد زمین شناسی مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد، ghafoori@um.ac.ir

چکیده

مصالح سنگی از جمله مصالح مطلوب طبیعی هستند که کاربرد آن‌ها در بتن، آسفالت و سازه‌های هیدرولیکی مانند سدها، سازه‌های دریایی بسیار متداول می‌باشد. در این پژوهش با هدف شناخت خصوصیات زمین شناسی مهندسی سنگ‌های آهکی سازند مزدوران به عنوان مصالح کوهی آزمایش‌های متعدد فیزیکی و مقاومتی بر روی نمونه‌های اخذ شده از قسمت‌های مختلف رخنمون‌های فوق در شمال شرق مشهد انجام شده است. شاخص جذب آب تمامی نمونه‌های سنگ آهک کمتر از ۲ درصد است. با انجام آزمایش دوام و بر مبنای طبقه بندی گمبل و نیز رده بندی فرانکلین و چاندرا سنگ آهک‌های سازند مزدوران در رده خیلی مقاوم، Id₁₀ بالای ۹۹ درصد قرار دارند. سنگ‌های آهکی مورد بررسی در سازند مزدوران با توجه به عدد چکش اشmitt ۴۷ تا ۵۲ و تخلخل کمتر از ۳ درصد از نظر ویژگی‌های مهندسی شرایط مناسب جهت استفاده در منابع قرصه کوهی از نظر استحکام و مقاومت، دارا می‌باشند.

کلیدواژه‌ها: سنگدانه؛ خصوصیات زمین شناسی مهندسی؛ سنگ آهک؛ دوام وارفتگی؛ سازند مزدوران

مقدمه

مصالح سنگی از جمله مصالح مطلوب طبیعی هستند که کاربرد آن‌ها در بتن، آسفالت و سازه‌های هیدرولیکی مانند سدها، سازه‌های دریایی بسیار متداول می‌باشد. سنگدانه‌ها شامل شن، ماسه و خرده سنگ جهت تهیه بتن، آسفالت، زهکش و فیلتر، جاده سازی و پوسته سدهای خاکی و غیره مورد نیاز می‌باشد (حافظی مقدس، ۱۳۹۰). با توجه به اینکه ساخت اکثر پروژه‌های عمرانی در ارتباط مستقیم با سنگ است و سنگ به عنوان مصالح و نیز به عنوان پی و ساختگاه پروژه‌ها مطرح می‌باشد، آنون (Anon, 1977) مطالعات مربوط به شناخت ویژگی‌های زمین شناسی مهندسی سنگ و بنداریک و همکاران (Bednarik et al., 2014) خصوصیات فیزیکی و مکانیکی نمونه‌های سنگ آهکی (Leitha) را بررسی کرده‌اند. دورمکوف و همکاران (Durmekova et al., 2015) در پژوهشی به ارائه خلاصه‌ای از نتایج درباره ارزیابی کیفیت و دوام مرمرهای معادن و بیرون زدگی‌های اسلوواکی پرداخته‌اند. آزمایش

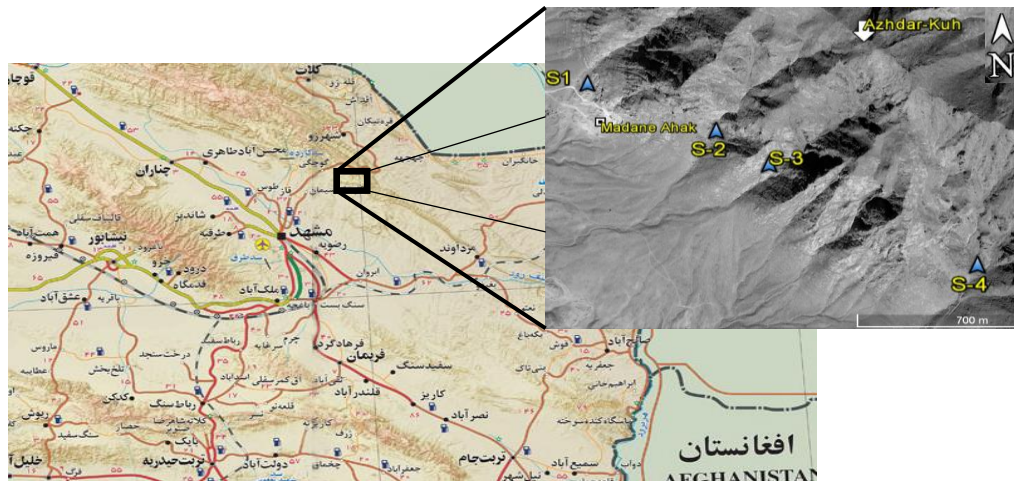
سرعت موج P طبق استاندارد ASTM D2845 و خصوصیات فیزیکی طبق استاندارد ASTM D2216 انجام شده است. آزمون شاخص دوام وارفتگی نمونه‌ها با استاندارد ASTM D4644 انجام شده و نتایج مقایسه شده‌اند.

زمین‌شناسی

گستره دشت مشهد تمامی واحدهای سنگ چینه‌ای مربوط به پالئوزوئیک، مزوزوئیک و سنوزوئیک را شامل می‌شود. این سازند یکی از واحدهای حوضه رسوبی کپه داغ به سن آکسفوردین-کیمریجین می‌باشد که تقریباً در بخش وسیعی از این حوضه رسوبی رخنمون دارد. این سازند در بخش مرکزی و غرب حوضه از سنگ‌های آهکی و دولومیتی با بین لایه‌هایی از شیل و مارن تشکیل شده است (درویش زاده، ۱۳۸۰). سازند مزدوران شامل دو عضو می‌باشد؛ الف) I_{mz}^1 این عضو از سنگ‌آهک دولومیتی خوب لایه‌بندی شده به رنگ قهوه‌ای پدید آمده است و به دلیل ویژگی شکنندگی شکستگی‌هایی فراوان بر آن اثر کرده است. ب) I_{mz}^2 که از سنگ‌آهک میکریتی کم فسیل نازک تا متوسط لایه سنگ‌آهک شیلی و شیل ویژه مناطق ژرف پدید آمده است.

محل نمونه‌گیری و جنس سنگ‌ها

مکان نمونه‌گیری که به اژدر کوه معروف است و جزو سازند مزدوران در کپه داغ می‌باشد تقریباً در ۲۰ کیلومتر جاده مشهد-کلات و بین ۳۶ درجه و ۲۷ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۱۹ دقیقه عرض شمالی و ۵۹ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۵۹ درجه و ۴۸ دقیقه طول شرقی می‌باشد. با استناد به نقشه زمین‌شناسی مهندسی محدوده مورد مطالعه و انجام آزمون تعیین درصد کلسیم کربنات، جنس سنگ‌های محل اخذ نمونه‌ها از آهک، دولومیت، نخودی روشن-خاکستری (سازند مزدوران) تا سنگ آهک، میکریتی و مارن (سازند چمن بید) متغیر می‌باشد. در کل از نظر لیتولوژی متشکل از آهک ضخیم لایه تا ماسیف به رنگ روشن، آهک دولومیتی متخلخل و دولومیت است.



شکل ۱. نقشه راه‌های ارتباطی شهر مشهد و عکس هوایی ایستگاه‌های محل نمونه برداری

جدول ۱. موقعیت و زمین شناسی محل اخذ نمونه‌ها

نام معدن	نوع سنگ	موقعیت معدن	زمین شناسی
فلات شرق (اژدر کوه)	آهک ضخیم لایه تا ماسیف به رنگ روشن، آهک دولومیتی متخلخل و دولومیت	کیلومتر ۲۰ جاده مشهد-کلات	فرآیندهای دیاژنری مؤثر بر رسوبات کربناته سازند مزدوران شامل فشردگی، سیمانی شدن، میکریستی شدن، نئومورفیسم افزایشی، دولومیتی شدن و تشکیل رگه‌های کلسیتی است.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش با هدف شناخت خصوصیات زمین شناسی مهندسی سنگ‌های آهکی سازند مزدوران، بر روی نمونه های انتخابی آزمایش‌های مختلف مطابق جدول (۲) انجام شده است. نتایج آزمایشات که طبق استانداردها انجام شده است در جدول (۳) آمده است.

جدول ۲. استاندارد آزمایش‌های مورداستفاده

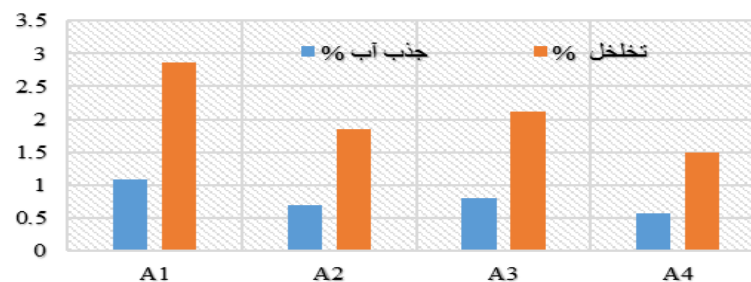


شکل ۲. نمای از سازند مزدوران، اژدرکوه

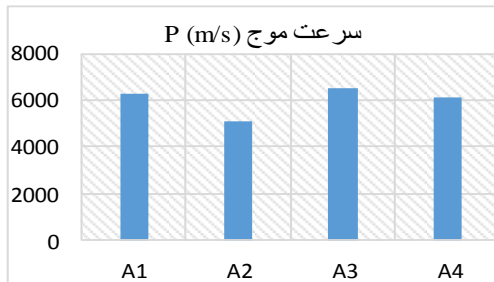
ردیف	نام آزمایش	شماره استاندارد
۱	خصوصیات فیزیکی	ASTM D2216
۲	سرعت موج P	ASTM D2845
۳	چکش اشمیت	C805, ASTM
۴	بار نقطه‌ای	ASTM D5731
۵	دوام وارفتگی	ASTM D4644
۶	کلسیم کربنات %	ASTM D4373

جدول ۳. نتایج آزمایشات

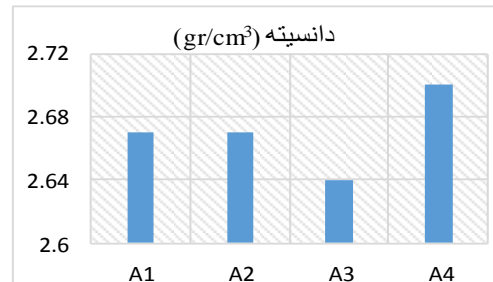
ردیف	جذب آب %	کلسیم کربنات %	تخلخل %	دانسیته (g/cm ³)	سرعت موج P (m/s)	چکش اشمیت	بار نقطه‌ای (MPa)	دوام وارفتگی % Id ₁₀
A1	1.09	90	2.86	2.67	6300	51.37	5.39	99.60
A2	0.7	88	1.85	2.67	5090	51.2	5.15	99.54
A3	0.81	85	2.12	2.64	6490	49.75	4.75	99.72
A4	0.57	79	1.5	2.70	6087	47.25	4.73	99.65



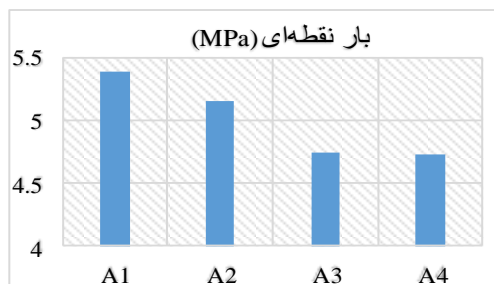
نمودار ۱. تخلخل و درصد جذب آب



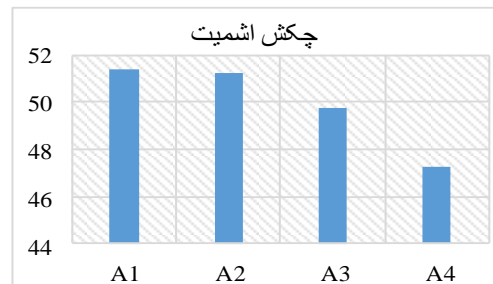
نمودار ۳. نتایج سرعت موج P



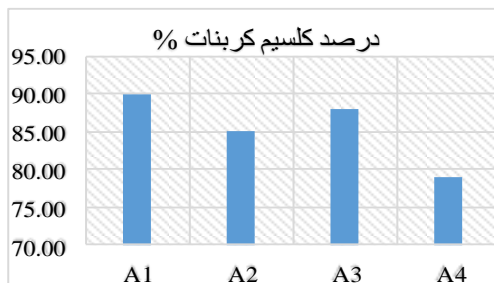
نمودار ۲. نتایج دانسیته



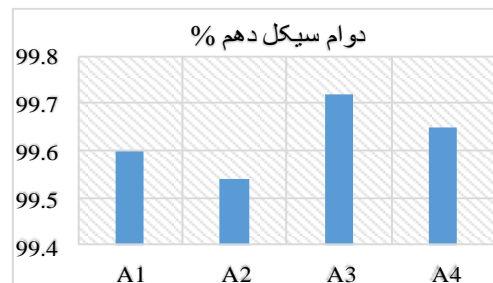
نمودار ۵. نتایج بار نقطه‌ای



نمودار ۴. نتایج چکش اشمیت



نمودار ۷. نتایج درصد کلسیم کربنات



نمودار ۶. نتایج دوام وارفتگی سیکل دهم

تشریح و ارزیابی نتایج آزمایش‌ها

شاخص دوام وارفتگی یک شاخص بسیار مناسب برای نشان دادن حساسیت سنگ در برابر تر و خشک شدن متوالی و تأثیرات شیمیایی آب، شاخص دوام و وارفتگی است که توسط فرانکلین و چاندر (Franklin and Chandra, 1972) ارائه گردید. هرچه مقدار این شاخص بیشتر باشد میزان فرسایش، انحلال و خرد شدن سنگ در برابر هوازگی کمتر است. نتایج آزمایش دوام‌پذیری که بر اساس استاندارد ASTM D4644 انجام شده، بیان می‌کند که نمونه‌های آهکی منطقه مورد مطالعه نسبت به تر و خشک شدن‌های متوالی مقاومت بسیار خوبی نشان می‌دهند و برای کارهای عمرانی و ساختمانی مناسب می‌باشند.

تعیین درصد کلسیم کربنات $CaCO_3$ به کمک دستگاه برنارد صورت گرفت، اساس کار این دستگاه بر پایه تغییر حجم آب مقطر داخل لوله بر اثر واکنش اسید ۱ نرمال HCL و پودر آهک داخل بشر می باشد. نتایج آزمایش های معرف خلوص بالای کلسیم کربنات نمونه ها، متوسط ۸۵ درصد، بوده که این درصد خلوص نشان دهنده خلوص بالا و ترکیب یکنواخت سنگ آهک های سازند مزدوران مورد بررسی است.

جذب آب، تخلخل و دانسیته بر اساس استاندارد ASTM D2216 انجام شده و در آخر نتایج نشان دهنده قابل قبول بودن سنگ های منطقه به عنوان منابع قرضه و یا استفاده از شن و ماسه (سنگدانه) کوهی منطقه، در ساخت بتن می باشند.

اساس کار چکش اشmitt بازتاب یک جرم ارتجاعی به سختی سطح در مقابل جرمی که به آن برخورد می کند وابسته است. مطالعات نشان داده است که عدد سختی چکش اشmitt سنگ ها با مقاومت فشاری تک محوری و مدول کشسانی سنگ ها در ارتباط است (طباطبایی، ۱۳۸۰). نتایج به دست آمده در این بررسی به خوبی نشان می دهد که سنگ های آهک مربوطه سختی بالایی دارند.

جهت انجام آزمایش سرعت موج P طبق استاندارد ASTM D2845 نمونه استوانه ای با حداقل بعد جانبی پنج برابر طول موج تهیه گردید. برای حداکثر دقت در اندازه گیری زمان باید ترانس دیوسر و دو سطح نمونه کاملاً جفت شود و ترانس دیوسرها به دو سر نمونه متصل شده و زمان عبور پالس ها ثبت می شود. بر اساس استاندارد سرعت های به دست آمده برای سنگ آهک مناسب می باشند که نمایانگر تراکم و استحکام مناسب سنگ های محل است.

آزمایش بار نقطه ای اغلب به عنوان روش غیرمستقیم برای اندازه گیری مقاومت کششی یا فشاری سنگ گزارش می شود. در این نوع آزمایش، نمونه سنگ که می تواند به شکل مغزه (آزمایش طولی و یا قطری)، بلوک (آزمایش بلوک) و یا کلوخه نامنظم (آزمایش کلوخه نامنظم) باشد. سنگ آهک ها بر اساس رده بندی دیر و بنیوسکی (فهمی فر و سروش، ۱۳۸۰) در رده مقاومت زیاد و از طرفی دیگر سنگ ها بر اساس رده بندی براش و فرانکلین (Broch and Franklin, 1972) در رده مقاومت خیلی زیاد قرار می گیرند.

نتیجه گیری

الف) شاخص جذب آب تمامی نمونه های سنگ آهک کمتر از ۲ درصد است و نیز نتایج آزمایش دوام که تمامی نمونه ها Id_{10} بالای ۹۹ درصد را دارا می باشند، بر مبنای طبقه بندی گمبل و نیز رده بندی فرانکلین و چاندرا سنگ آهک های سازند مزدوران در رده خیلی مقاوم قرار دارند و احتمال وارفتن و کاهش شدید مقاومت آن ها در مقابل آب بسیار کم است.



ب) سنگ آهک‌های منطقه با دارا بودن شاخص بار نقطه‌ای (۴ تا ۶ مگاپاسگال) بالا بر اساس رده‌بندی دیر و بنیوسکی در رده مقاومت زیاد و از طرفی دیگر سنگ‌ها بر اساس رده‌بندی براش و فرانکلین در رده مقاومت خیلی زیاد قرار می‌گیرند.

ج) نتایج حاصل از آزمایش سرعت موج فشاری به‌طور متوسط ۵۹۰۰ متر بر ثانیه می‌باشد و نشان‌دهنده استحکام و تراکم بالای نمونه‌های سنگ آهک منطقه مطالعاتی می‌باشد.

د) سنگ‌های آهکی مورد بررسی در سازند مزدوران با توجه به عدد چکش اشمیت ۴۷ تا ۵۲ و تخلخل کمتر از ۳ درصد از نظر ویژگی‌های مهندسی شرایط مناسبی را برای مصرف به‌عنوان منابع قرضه کوهی از نظر استحکام و مقاومت، دارا می‌باشند.

مراجع فارسی

- ۱- حافظی مقدس، ن.، ۱۳۹۰، زمین‌شناسی مهندسی، نشر آرسس، مشهد.
- ۲- آقا نباتی، ع.، ۱۳۸۲، زمین‌شناسی ایران، انتشارات سازمان زمین‌شناسی کل کشور، تهران.
- ۳- جعفری پور، ف.، حافظی مقدس، ن.، لشکری پور، غ. ر.، ۱۳۹۳، بررسی زمین‌شناسی مهندسی سنگ‌های تزئینی آهکی (مطالعه موردی شهرستان مشهد)، همایش ملی زمین‌شناسی و اکتشاف منابع، شیراز.
- ۴- قبادی، م.ح.، محسنی، ح.، ۱۳۹۳، بررسی خصوصیات زمین‌شناسی مهندسی سنگ آهک سازندهای ایلام-سروک در خرم‌آباد، نشریه زمین‌شناسی مهندسی، جلد هشتم، شماره ۴.
- ۵- فهیمی فر، ا.، سروش ح.، ۱۳۸۰، آزمایش‌های مکانیک سنگ: مبانی نظری و استانداردها، شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران.
- ۶- درویش زاده، ع.، ۱۳۸۰، زمین‌شناسی ایران، چاپ دوم، نشر دانش امروز، ۹۰۱ صفحه، تهران.

References:

- 1- Durmekova, T. Ruzlicka, P. Hian, M. Caplovicova, M. 2015 Changes in Marble Quality After Sodium Sulphate Crystallization and Long-Lasting Freeze-Thaw Testing, *Engineering Geology for Society and Territory, Springer International Publishing Switzerland*, 5, 237-241.
- 2- Anon. 1977 the description of rock masses for engineering properties, Working Party Report. *Quarterly Journal of Engineering Geology*, 10, 88-355.
- 3- Bednarik, M. et al. 2014 Engineering Geological Properties of Leitha Limestone from Historical Quarries in Burgenland and Styria, Austria, *Engineering Geology*, 176, 66-78.
- 4- Broch, E. Franklin J.A. 1972 The point load strength test, *Int. J. Rock Mech. Min. Sci & Geomech. Abstr.*, 9, 669-698.