

## ارزیابی ارتباط بین خصوصیات فیزیکی و مکانیکی و دوام داری سنگ های مارنی

### سازند آبدراز و آب تلخ در ناحیه کپه داغ، شمال شرق ایران

معصومه خلیلی<sup>۱\*</sup>، غلامرضا لشکری پور<sup>۲</sup>، محمد غفوری<sup>۳</sup>، محمد خانه باد<sup>۴</sup>

پوریا دهقان<sup>۵</sup>

۱- دانشجوی دوره کارشناسی ارشد زمین شناسی مهندسی دانشگاه فردوسی مشهد

۲-۳ استادگروه زمین شناسی دانشکده علوم پایه دانشگاه فردوسی مشهد

۴- استادیار گروه زمین شناسی دانشکده علوم پایه دانشگاه فردوسی مشهد

۵- دانشجوی دوره دکتری زمین شناسی مهندسی پردیس

دانشگاه فردوسی مشهد

[khalily.masomeh@yahoo.com](mailto:khalily.masomeh@yahoo.com)

#### چکیده

به طور کلی بررسی های انجام شده نشان می دهد که دوام پذیری سنگ های مارنی تابع میزان کرنبات کلسیم و میزان و نوع کانی های رسی آن هاست. به طوری که با افزایش درصد کرنبات کلسیم خواص مکانیکی سنگ های مارنی بهبود می یابد. این سنگ ها در طبقه بندی های مهندسی از نظر رفتار مکانیکی در ضعیف ترین گروهها قرار می گیرند، در سنگ های مارنی ارتباط بین ویژگی های مختلف در آن ها با سنگ های دیگر مغایرت دارد. در این بررسی ارتباط بین ویژگی های فیزیکی و دوام داری سنگ های مارنی سازند آبدراز و سازند بالایی آن که سازند آب تلخ نام دارد مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. نشان داده شد که همبستگی شاخص دوام باهر یک از پارامترهای مورد بررسی شامل بارنقطه ای، درصد کرنبات کلسیم، دانسیته در هر دو سازند مورد بررسی مشابه و تقریباً یکسان می باشد که یکی از دلایل آن را می توان به پیوستگی رسوبی که سازند آبدراز و آب تلخ در ناحیه کپه داغ دارند نسبت داد. به طوری که مرز بالایی سازند آبدراز با سازند آب تلخ، هم شیب و پیوسته و از نظر زیستی نیز در این مرز تغییراتی مشاهده نمی شود، به طوری که فرم های پلانکتونی مانند گونه های مختلف جنس Globotruncina تا قانده سازند آب تلخ نیز تدوام یافته اند.

**کلمات کلیدی:** ویژگی های فیزیکی، دوام داری، سازند آبدراز، سازند آب تلخ

#### ۱- مقدمه

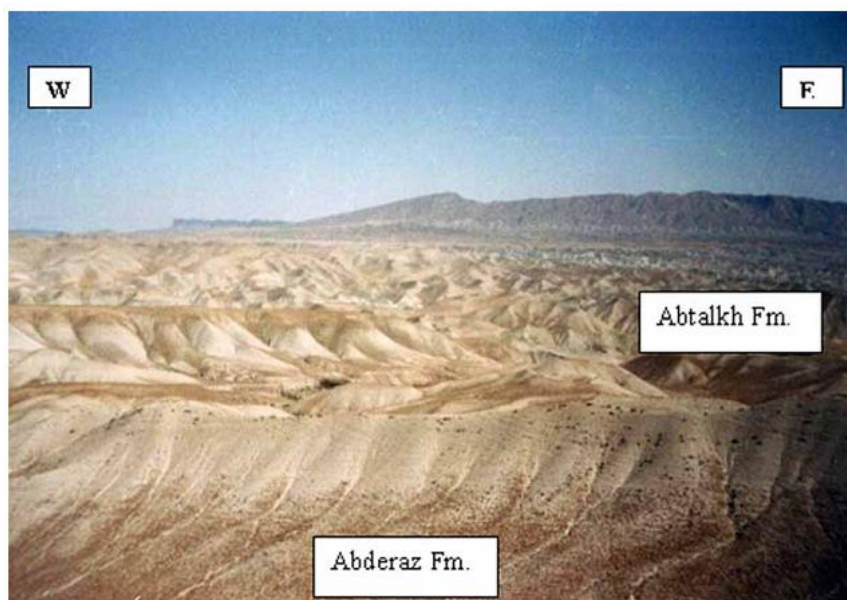
سازند آبدراز و آب تلخ از جمله واحدهای سنگی حوضه رسوبی کپه داغ می باشند. به طوری که مرز بالایی سازند آبدراز با سازند آب تلخ، هم شیب و پیوسته می باشد (شکل ۱)، و بخشی از تشکیلات رسوبی این سازند هارا سنگ های مارنی تشکیل می دهند، که در این تحقیق به مطالعه ی آن ها پرداخته شده است.

ویژگی های ژئوتکنیکی سنگ های مارنی ورسی در شرایط مختلف جوی بسیار متغیر می باشد به طوریکه خواص فیزیکی و مکانیکی این سنگ ها در شرایط خشک و اشباع از صفر تا ۱۰۰ درصد ممکن است بایکدیگر متفاوت باشند. از نظر کانی شناسی و ترکیب شیمیایی نیز این سنگ ها دارای تنوع زیادی می باشند و در عین حال به دلیل ریزدانه بودن شناخت دقیق آن ها به راحتی میسر نیست.

اغلب کانی های سنگ های مارنی مورد مطالعه در هر دو سازند را کانی های کلسیت، کوارتز، آلپیت، کائولینیت تشکیل می دهند. که در این بررسی روابط مختلف بین پارامترهای شیمیایی، فیزیکی و مکانیکی مورد مقایسه قرار گرفته است یکی از پارامترهای مورد بررسی دوام پذیری می باشد. دوام به قدرت مقاومت مواد در برابر عوامل مخرب فیزیکی و شیمیایی اتلاق

می شود. میزان مناسب بودن مصالح خرده سنگی مورد استفاده در زیر سازی راهها، آسفالت یا بتن با دوام آن ها سنجیده می شود (معماریان ح، ۱۳۷۴).

عوامل کنترل کننده دوام یک نمونه تابع کانی غالب، شکستگی های ریز، تجزیه و هوازدگی سنگ است. دوام در آب به میزان مقاومت سنگ در برابر خیس و خشک شدن مکرر اتلاق می شود. شاخص دوام در سنگ های مارنی شدیداً تابع میزان کربنات کلسیم آنها می باشد و با افزایش درصد کربنات کلسیم شاخص دوام افزایش می یابد. در این نوع سنگ ها با افزایش تعداد چرخه آزمایش، دوام سنگ کاهش می یابد. در مجموع این پارامتر به عوامل متعددی بستگی دارد و بدین منظور گمبل با انجام بررسی هایی معتقد است که بین سن زمین شناسی و دوام، رابطه معینی وجود ندارد، اما دوام سنگ با وزن واحد حجم نسبت مستقیم و با درصد آب موجود در آن رابطه عکس دارد (لادریان ا، ۱۳۷۸). در سنگ های مارنی شاخص بار گذاری نقطه ای مارن ها همانند دیگر ویژگی های ژئوتکنیکی تابع میزان کربنات کلسیم آن ها می باشد.



شکل ۱- مرز سازند آبدراز و آب تلخ

## ۲- منطقه‌ی مورد مطالعه

در این مطالعه موقعیت سازند آب تلخ در ۱۸۰ کیلومتری شرق مشهد و در حدود ۷۵ کیلومتری جنوب سرخس می باشد در حالی که موقعیت سازند آبدراز در شمال شرق مشهد در مسیر جاده مشهد - سرخس در فاصله یک کیلومتری گردنه مزدوران واقع است. برای رسیدن به این برش از گردنه مزدوران به سمت سمت شرق حرکت کرده و پس از پیمودن حدود (700) متر، به محل مورد نظر (شکل ۱) می رسیم (سنجری س. و همکاران، ۱۳۸۹).



شکل ۲- موقعیت منطقه مورد مطالعه

### ۳- بررسی خصوصیات زمین شناسی مهندسی سازند آبدراز و آب تلخ

بررسی ارتباط بین خصوصیات زمین شناسی مهندسی، با استفاده از آزمایشات زیر بر روی ۱۶ نمونه سنگ مارنی سازند آبدراز در گردنه مزدوران و ۱۴ نمونه سنگی سازند آب تلخ در محل ساختگاه سد دوستی انجام گرفته است. این آزمایشات شامل موارد زیر هستند:

- آزمایش تعیین دانسیته (ISRM)
- آزمایش تعیین میزان بار نقطه ای (ISRM)
- آزمایش تعیین شاخص دوام (ASTM D 4644)
- آزمایش تعیین درصد کربنات کلسیم (وزنی کلسیمتری)

### ۴- بررسی نتایج و ارتباط بین پارامترهای مختلف

در جدول (۱) نتایج آزمایشات مربوط به سازند آبدراز و در جدول (۲) نتایج تست های مربوط به سازند آب تلخ ذکر شده است. در ادامه بین پارامترهای مختلف ارتباط برقرار شده است تا میزان همبستگی این پارامترها در هر دوسازند آبدراز و آب تلخ مورد ارزیابی قرار گیرد.

شاخص دوام وارفتگی در سیکل دوم، از جمله شاخص هایی است که برای رده بندی سنگ ها مورد استفاده قرار می گیرد. (Franklin J.A. and Chandra R., 1972) نیز سنگ ها را بر اساس شاخص دوام در سیکل دوم رده بندی نمودند. این رده بندی در جدول شماره ی (۳) ارائه شده است.

طبق طبقه بندی فرانکلین و چاندررا، تمامی نمونه های مارنی مربوط به سازند آبدراز در رده ی خیلی مقاوم تا شدیداً مقاوم قرار می گیرند. و سنگ های مارنی مربوط به سازند آب تلخ در رده ی ضعیف تا خیلی مقاوم قرار می گیرند که نشان دهنده این است که درصد کانی های رسی در نمونه های مربوط به سازند آب تلخ متغییر می باشد به طوری که هر قدر میزان کانی های رسی در این سنگ ها کمتر باشد شاخص دوام آن ها بالاتر می باشد.

جدول ۱ - نتایج آزمایشات: درصد کربنات کلسیم، شاخص بار نقطه ای، شاخص دوام و دانسیته (سازند آبدراز)

شماره نمونه	دانسیته	شاخص دوام (Id2)	بار نقطه ای	درصد کربنات کلسیم
۱	2.049809	98.74976	3.674378	87.615
۲	2.505938	99.49343	6.138873	82.965
۳	2.485	98.9169	1.820995	85.768
۴	2.501012	99.34336	4.249855	88.762
۵	2.523156	99.17819	3.431154	86.408
۶	2.458599	98.95897	2.073461	86.1
۷	2.522843	99.31761	4.09	93.547
۸	2.480274	98.78384	2.073461	87.3
۹	2.426712	98.7	5.266258	87.615
۱۰	2.429091	99.11085	4.712915	87.28
۱۱	2.468286	99.02386	4.293104	84.597
۱۲	2.49061	99.08462	2.202394	84.473
۱۳	2.4	99.01178	1.578195	86.985
۱۴	2.473304	98.85726	5.236049	87.378
۱۵	2.4816	99.01694	2.55159	80.56
۱۶	2.45809	98.86825	3.240738	84.41

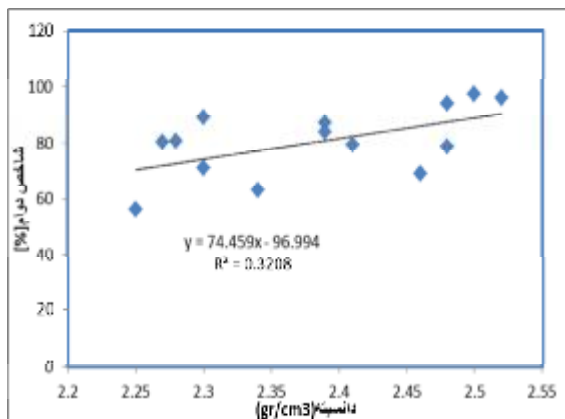
جدول ۲ - نتایج آزمایشات: درصد کربنات کلسیم، شاخص بار نقطه ای، شاخص دوام و دانسیته (سازند آب تلخ)، (رضایی ح، ۱۳۷۹)

شماره نمونه	دانسیته	شاخص دوام (Id2)	بار نقطه ای	درصد کربنات کلسیم
۱	2.48	78.8	11.66	51.46
۲	2.39	87.10	10.66	39.95
۳	2.41	79.30	11.77	38.35
۴	2.3	71.20	12.1	34.29
۵	2.52	96.20	13.5	69.13
۶	2.25	56.10	3.5	33.83
۷	2.27	80.30	8.77	36.30
۸	2.34	63.02	4.1	32.89
۹	2.3	89.30	7.51	18.29
۱۰	2.46	69.10	4.5	37.75
۱۱	2.28	80.50	9.65	42.09
۱۲	2.48	94.25	18	65.52
۱۳	2.39	84	16.2	51.40
۱۴	2.5	97.60	18.8	76.21

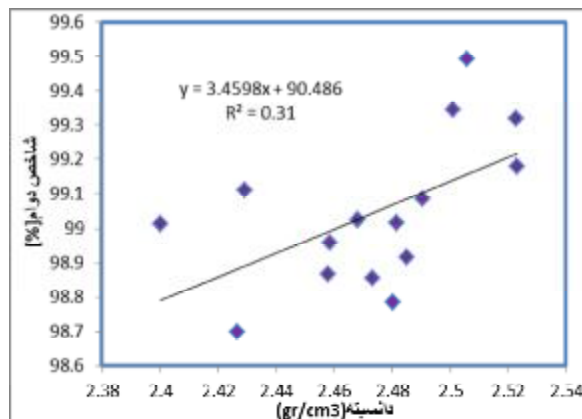
جدول ۳ - رده بندی سنگ ها براساس شاخص دوام و وارفتگی سیکل دوم فرانکلین و چاندررا (۱۹۷۲)

رده بندی	شاخص دوام و وارفتگی سیکل دوم فرانکلین و چاندررا (%)
خیلی ضعیف	۰-۳۰
ضعیف	۳۰-۶۰
متوسط	۶۰-۸۵
مقاوم	۸۵-۹۵
خیلی مقاوم	۹۵-۹۸

شدیداً مقاوم	۹۸-۱۰۰
--------------	--------

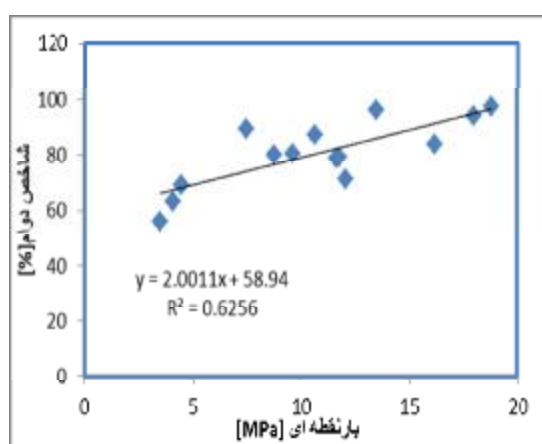


شکل ۴- رابطه بین دانسیته و شاخص (سازند آبدراز) دوام(سازند آب تلخ)

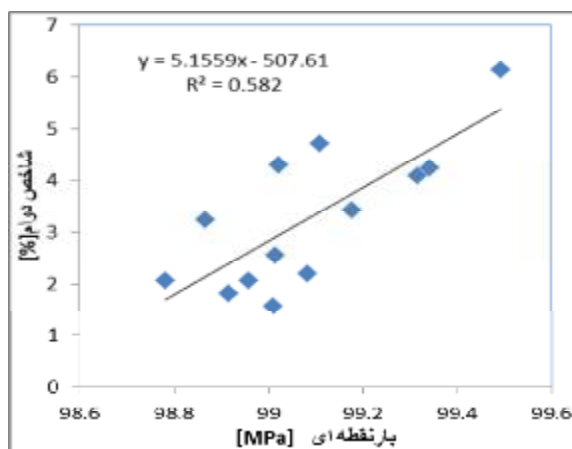


شکل ۳- رابطه بین دانسیته و شاخص دوام

در شکل (۳) و (۴) مشاهده می شود که گرچه بین شاخص دوام و میزان دانسیته همبستگی مناسبی مشاهده نمی شود ولی میزان این همبستگی در هر دو سازند مشابه یکدیگر می باشد و این را می توان به پیوستگی رسوبی که این دو سازند بایکدیگر دارند نسبت داد.

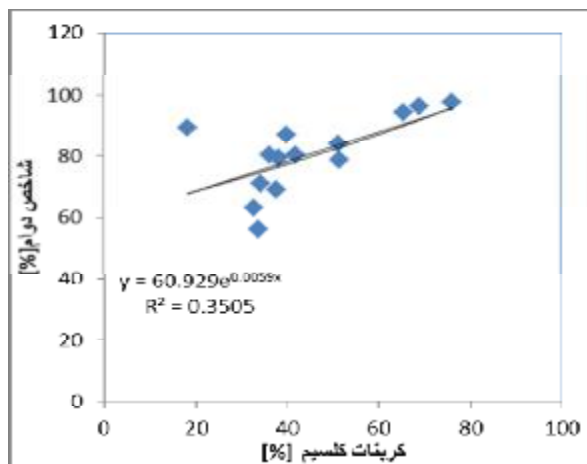


شکل ۶- رابطه بین شاخص بار نقطه ای (سازند آبدراز) و شاخص دوام(سازند آب تلخ)

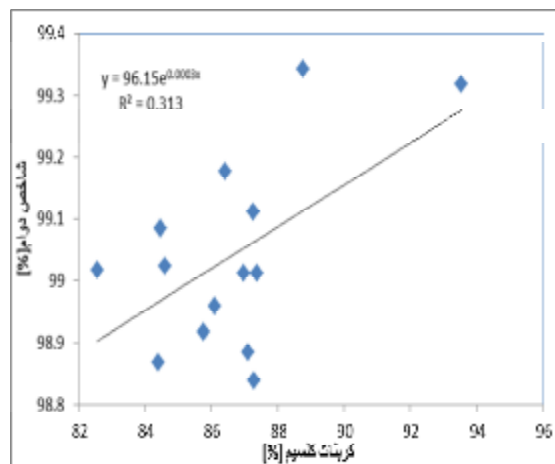


شکل ۵- رابطه بین شاخص بار نقطه ای و شاخص دوام

در شکل (۵) و (۶) ارتباط بین شاخص بار نقطه ای و شاخص دوام نشان دهنده ی این می باشد که علاوه بر برقراری رگرسیون مناسب در هر دو سازند از خصوصیات یکسان برخوردار می باشد و با افزایش شاخص بار نقطه ای، شاخص دوام نیز افزایش می یابد و یکی از دلایل آن برخورداری از شرایط مشابه تکنیکی و آب و هوایی که از عوامل موثر در مقاومت و دوام سنگ می باشند نسبت داده می شود.



شکل ۸- رابطه بین کربنات کلسیم (سازند آبدراز) و شاخص دوام (سازند آب تلخ)



شکل ۷- رابطه بین کربنات کلسیم و شاخص دوام

در شکل (۷) و (۸) ارتباط بین شاخص دوام و درصد کربنات کلسیم نشان دهنده ی این است که دوام سنگ های مارنی شدیداً تابع میزان کربنات کلسیم آن می باشد و با افزایش درصد کربنات کلسیم، شاخص دوام (Id) افزایش می یابد.

## ۶- نتیجه گیری

در این مطالعه رابطه بین دانسیته، درصد کربنات کلسیم، شاخص بار نقطه ای مربوط به دو سازند آبدراز و آب تلخ مورد ارزیابی قرار گرفت و نتایج زیر حاصل گردید:

۱- طبق طبقه بندی فرانکلین و چاندررا، تمامی نمونه های مارنی مربوط به سازند آبدراز در رده ی خیلی مقاوم تا شدیداً مقاوم قرار می گیرند. و سنگ های مارنی مربوط به سازند آب تلخ در رده ی ضعیف تا خیلی مقاوم قرار می گیرند که نشان دهنده این است که درصد کانی های رسی در نمونه های مربوط به سازند آب تلخ متغیر می باشد به طوری که هر قدر میزان کانی های رسی در این سنگ ها کمتر باشد شاخص دوام آن ها بالاتر می باشد.

۲- اغلب کانی های سنگ های مارنی مورد مطالعه در هر دو سازند را کانی های کلسیت، کوارتز، آلپیت، کائولینیت تشکیل می دهند.

۳- بین شاخص دوام و میزان دانسیته دو سازند مورد بررسی همبستگی مناسبی مشاهده نمی شود ولی میزان این همبستگی در هر دو سازند مشابه یکدیگر می باشد و این را می توان به پیوستگی رسوبی که این دو سازند بایکدیگر دارند نسبت داد.

۴- ارتباط بین شاخص بار نقطه ای و شاخص دوام نشان دهنده ی این می باشد که علاوه بر برقراری رگرسیون مناسب در هر دو سازند از خصوصیات یکسان برخوردار می باشد و با افزایش شاخص بار نقطه ای، شاخص دوام نیز افزایش می یابد و یکی از دلایل آن برخورداری از شرایط مشابه تکنونیک و آب و هوایی که از عوامل موثر در مقاومت و دوام سنگ می باشند نسبت داده می شود.

۵- ارتباط بین شاخص دوام و درصد کربنات کلسیم نشان دهنده ی این است که دوام سنگ های مارنی شدیداً تابع میزان کربنات کلسیم آن می باشد و با افزایش درصد کربنات کلسیم، شاخص دوام (Id) افزایش می یابد.

## منابع

- رضایی، ح.، (۱۳۷۹). "خصوصیات زمین شناسی مهندسی سنگ های ماری ساختگاه سد دوستی"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.
- سنجری، س، وزیری، ح، وحیدی نیا، م، ذبیحی زوارم، ف، (۱۳۸۹). "چینه نگاری زیستی سازند آبدراز در برش گردنه مزدوران بر مبنای روزن داران"، پنجمین همایش ملی زمین شناسی و محیط زیست.
- لادریان ۱، (۱۳۷۸). "اصول مکانیک خاک"، انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان.
- معماریان ح.، (۱۳۷۱). "زمین شناسی مهندسی و ژئوتکنیک"، انتشارات دانشگاه تهران
- ASTM (D 4644-04) (2004), Standard test method for slake Durability of shales and similar weak rocks.
- ISRM Suggested methods, (1985), "Suggested method for determining point load strength", Int. J. Rock Mech. Min. Sci., Vol. 22: 53-60
- Franklin, J.A, and Chandra, R., (1972), "The Slake-Durability Test", Int. J. Rock Mec. Min. Sci. Vol. 9, PP. 325-341.