

# بررسی دوام‌پذیری شیل به عنوان یک سنگ مشکل آفرین در شهرستان سنندج

دکتر محمد حسین قبادی، دکتر بهروز رفیعی، \*سهیلا حق‌ویردی

گروه آموزشی زمین‌شناسی مهندسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

s.hag.geo98@gmail.com



## چکیده

یکی از ویژگی‌های مهم کنترل‌کننده رفتار و تاثیرپذیری سنگ‌ها در برابر عوامل مختلف دوام‌پذیری آن‌ها می‌باشد که ارزیابی و سنجش مقاومت سنگ در برابر هوازگی و تغییر شکل، اندازه و وضعیت ظاهری اولیه در یک مدت زمان طولانی در شرایط محیطی حاکم بر سنگ است. شیل‌های به دلیل داشتن کانی رسی در ساختار خود نسبت به چرخه‌های تر و خشک شدن مکرر حساسیت بیشتری نشان می‌دهند و مشکل ساز است. شهر سنندج بر روی شیل سنندج بنا نهاده شده است بنابراین دوام این سنگ‌ها در برابر هوازگی مهم است. در این پژوهش به بررسی دوام‌پذیری شیل سنندج طی چرخه‌های مکرر تر و خشک شدن پرداخته شده است. نتایج حاکی از این است که شیل‌ها در برابر هوازگی به دلیل سیمان‌شدگی دچار وارفتگی نمی‌شوند و مشکل آفرین نیستند.

کلمات کلیدی: دوام‌پذیری، شیل سنندج، سنگ مشکل آفرین

## مقدمه

گسترش سنگ‌های حاوی کانی‌های رسی در محل سازه‌های عمرانی می‌تواند مساله‌ساز باشد، چراکه تحت تغییرات چرخه‌ای تر و خشک شدن قرار می‌گیرند و سنگ‌های آریلیتی در این موقعیت در رنج‌های مختلف به علت وارفتگی، تجزیه می‌شوند.

وارفتگی و هوازگی سنگ‌های ضعیف باعث تغییرات سریع در خواص ژئوتکنیک و دوام می‌شود، در این شرایط نمونه‌ها با توجه به خصوصیات مختلف خود از قبیل کانی‌شناسی، جذب آب، سن زمین‌شناسی، وزن واحد حجم و تخلخل در جهت‌های مختلفی شکسته می‌شوند. مهم‌ترین آزمایش‌های استاندارد پیشنهاد شده برای مدل کردن رفتار سنگ‌ها و ارزیابی دوام آن‌ها، آزمایش‌های دوام استاتیکی و دینامیکی است.

طبق تعریف دوام‌پذیری سنگ، ارزیابی و سنجش مقاومت سنگ در برابر هوازگی و تغییر شکل، اندازه و وضعیت ظاهری اولیه در یک مدت زمان طولانی در شرایط محیطی حاکم بر سنگ است.

## مواد و روش‌ها

## مطالعات دفتری

تهیه بانک اطلاعاتی در مورد دوام‌پذیری شیل و سنگ سست با استفاده از منابع

## مطالعات صحرایی

بازدید صحرایی، نمونه برداری از ایستگاه‌های مطالعاتی انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه ژئوتکنیک دانشگاه بوعلی

## مطالعات آزمایشگاهی

مطالعات پتروگرافی بر روی مقاطع نازک تهیه شده و انجام آزمایش دوام دینامیکی، دوام استاتیکی و دوام استاتیکی آزاد



$35^{\circ}20'14''N$  و  $46^{\circ}59'57''E$



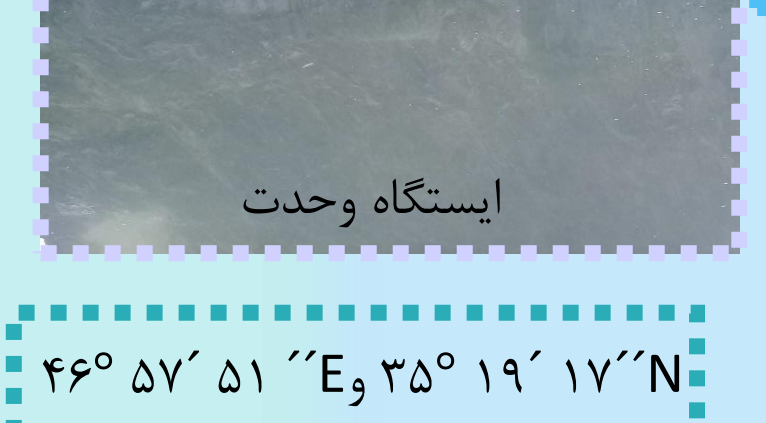
$35^{\circ}15'46''N$  و  $47^{\circ}00'26''E$



$35^{\circ}17'17''N$  و  $46^{\circ}57'51''E$

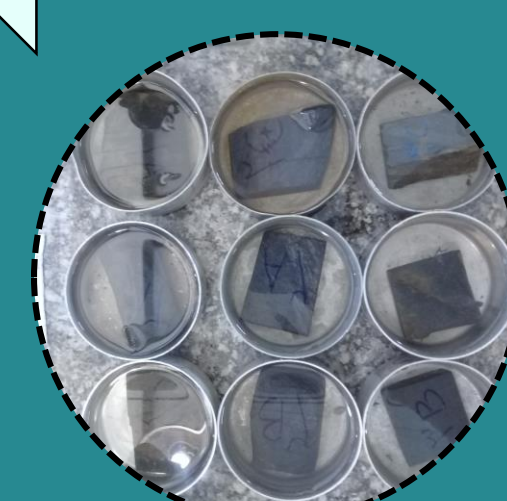


$35^{\circ}56'19''N$  و  $46^{\circ}59'23''E$



تصویر ۱: ایستگاه‌های نمونه‌برداری و مختصات آن‌ها  $35^{\circ}17'33''N$  و  $46^{\circ}59'02''E$

## نتایج



مقدار شاخص وارفتگی آزاد برای تمام سنگ‌های ایستگاه‌ها طبق رده‌بندی سانتایی (۱۹۹۸) برابر ۶ بوده و سنگ‌ها بدون تخریب طی ۶ سیکل باقیماندند



طی نتایج به دست آمده از آزمایش دوام استاتیکی طی شش چرخه، طبق طبقه‌بندی سادیسان و همکاران (۲۰۰۲)، شیل‌های هر پنج ایستگاه دوام فوق العاده زیاد دارند.



دوام دینامیکی سنگ‌های ایستگاه مطالعاتی در سیکل اول طبق طبقه‌بندی فرانکلین و چاندارا شدیداً مقاوم و در سیکل دوم مطابق با رده‌بندی گمبل شیل ایستگاه اسلام آباد و آیدر خیلی مقاوم و شیل سایر ایستگاه‌ها مقاوم است.

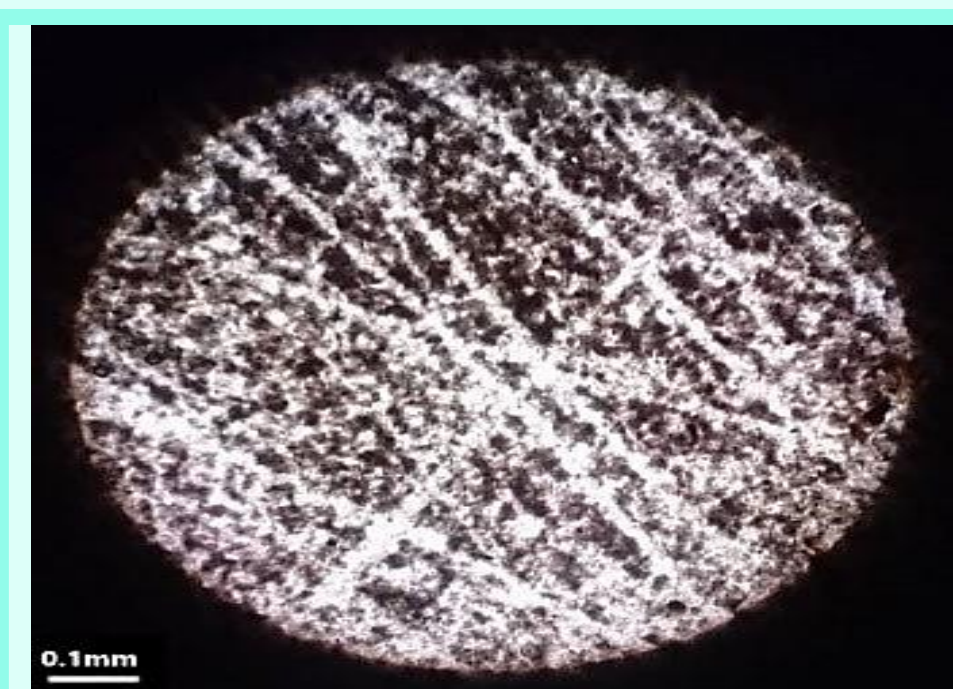
## تحقیقات صورت گرفته در سال‌های اخیر

• بیان کردند که اندازه دانه‌ها، شکل دانه‌ها و گاهی تخلخل اثر قابل توجهی بر روی دوام و مقاومت تک محوری شیل‌ها دارد.

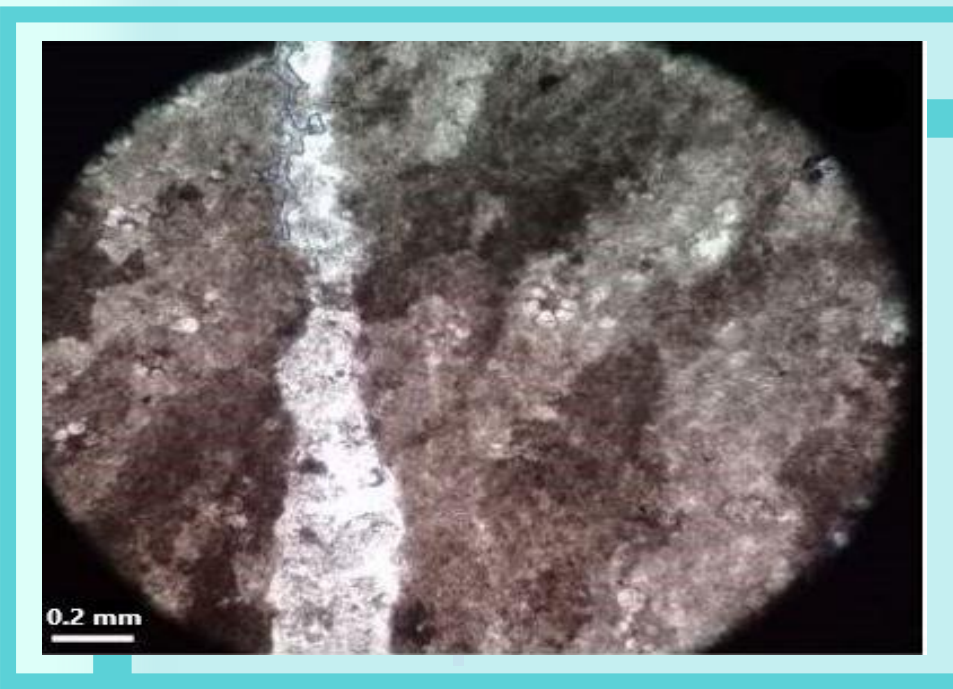
کونکاغول و سانتی (۱۹۹۹)

• عواملی را که بر مقاومت و دوام شیل‌ها تاثیرگذار هستند را طبقه‌بندی کرد. او بیان کرد که دوام و مقاومت شیل‌ها تابع سه عامل اولیه چگالی، درجه و نوع پیوند بین دانه‌های منفرد و اندازه اجزای تشکیل‌دهنده سنگ است.

کانجی (۲۰۱۴)



تصویر ۳: پرشدگی شکستگی با سیمان سیلیسی



تصویر ۲: پرشدگی شکستگی با سیمان کربناتی

## آزمایش دوام استاتیکی

دستورالعمل انجام این آزمایش، روش پیشنهادی توسط سادیسان و همکاران (۲۰۰۲) برای سنگ‌های رسی است

## آزمایش دوام استاتیکی آزاد

دستورالعمل این آزمایش، روش پیشنهادی توسط وود و دنو (۱۹۷۵) است. نتایج این آزمایش به صورت بصری است.

سانتایی (۱۹۹۵) پیشنهاد نموده است که چنانچه آزمایش وارفتگی بر روی سنگی انجام گردد و مقدار شاخص وارفتگی آزاد کمتر یا مساوی ۴ باشد، سنگ به عنوان مشکل آفرین تلقی می‌شود.

## آزمایش دوام دینامیکی

دستورالعمل کنونی این آزمایش براساس روش پیشنهادی ASTM D644 و ISRM تهیه شده است.

سانتی و همکاران (۱۹۹۷) پیشنهاد کردند اگر شاخص دوام وارفتگی در سیکل دوم سنگی براساس استاندارد ASTM D644 تعیین گردد و مقدار آن کمتر از ۹۰ درصد باشد، سنگ در رده مشکل آفرین قرار می‌گیرد

## بحث و نتیجه‌گیری

- عدم وارفتگی شیل‌ها در آزمایش دوام، خوب سیمانی شدن شیل‌ها را تایید می‌کند.
- با بررسی دوام‌پذیری شیل‌ها، تاثیر بیش‌تر سیمان‌شدگی سنگ نسبت به کانی‌شناسی اثبات می‌شود.

## تقدیر و تشکر

بدینوسیله از زحمات بی‌دریغ استاد راهنما دکتر محمدحسین قبادی و استاد مشاور دکتر بهروز رفیعی تشکر و سپاسگزاری نموده و موفقیت و سلامتی این عزیزان را در تمامی مراحل زندگی از خداوند بزرگ خواستارم.

## منابع

کتاب:

- فهیمی فر، ا. و سروش، ح. آزمایش‌های مکانیک سنگ. چاپ اول، ۱۳۹۰، انتشارات شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک.
- Article in journal:
- Franklin, J. A., Chandra, R. The slake-durability test. In International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences & Geomechanics Abstracts . 1972. Vol. 9, No. 3, pp. 325-328.
- Kanji, M. A. Critical issues in soft rocks. Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering. 2014. 6(3), 186-195.
- Koncagul, E.C. Comparison of uniaxial compressive strength and slake durability index values of shale samples from Breathitt formation, Kentucky, phd dissertation, university of Missouri-rolla. 1998. pp.183.
- Sadisun, I. A., Shimada, H., Ichinose, M., Matsui, K. Evaluation of physical deterioration of slake-prone rock subjected to static slaking test. In The 11th Japan national symposium for rock mechanics, Chiba, Japan. 2002.
- Santi, P. M. Classification and testing of weak and weathered rock materials: a model Based on colorado shales: Unpublished PhD dissertation, Colorado School of Mines, Golden. 1995.
- Wood, L. E. Deo, P. A suggested system for classifying shale materials for embankments. Bull. Assoc. Eng. Geol. Vol. 1975. 12, p.39-54
- Thesis
- Gamble, J.C. Durability-Plasticity Classification of Shales and other Argillaceous Rocks, Unpublished Ph.D. Thesis, University of Illinois, Urbana-Champaign. 1971.