

## مقایسه سختی برشی ماسه‌های کربناتی و سیلیکاته با استفاده از آزمایش‌های دینامیکی و سیکی

یاسر جعفریان

استادیار، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، تهران، ایران  
yjafarianm@iuees.ac.ir

عبدالحسین حداد

استادیار، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران  
ahadad@semnan.ac.ir

حامد جاودانیان

دانشجوی دکتری ژئوتکنیک، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران  
h.javdanian@semnan.ac.ir

کلید واژه‌ها: سختی برشی، ماسه کربناتی، ماسه سیلیکاته، مطالعه آزمایشگاهی

### چکیده

مطالعات زمین‌شناسی حاکی از آن است که بسیاری از مناطق حاره‌ای کره‌ی زمین از جمله نواحی جنوبی ایران پوشیده از خاک‌ها و رسوبات کربناتی است. تفاوت در نوع کانی و شکل ذرات خاک‌های کربناتی در مقایسه با خاک‌های سیلیکاته بیانگر احتمال تفاوت رفتاری این خاک‌ها تحت بارهای دینامیکی می‌باشد. در این تحقیق، سختی برشی ماسه‌ی کربناتی هرمز و ماسه سیلیکاته بابلسر در دامنه‌های کرنش برشی کوچک و بزرگ و با استفاده از آزمون‌های آزمایشگاهی ستون تشدید و سه‌محوری سیکی مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفت. ماسه‌ها با دانه‌بندی مشابه و در نسبت تخلخل یکسان مورد آزمایش قرار گرفتند. اثر فشار محدود کننده بر سختی برشی ماسه‌های هرمز و بابلسر بررسی شد. نتایج آزمایش‌ها بیانگر آن است که سختی برشی ماسه‌های مورد آزمایش با افزایش فشار محدود کننده افزایش یافته است. همچنین نتایج نشان می‌دهد که سختی برشی ماسه‌ی کربناتی هرمز بیشتر از ماسه‌ی سیلیکاته بابلسر می‌باشد. مقادیر سختی برشی ماکزیمم حاصل از آزمایش‌ها با روابط موجود مقایسه شد. نرخ افزایش سختی برشی ماسه‌ی کربناتی هرمز در اثر افزایش فشار محدود کننده بیشتر از ماسه‌ی سیلیکاته بوده است.

### مقدمه

سختی برشی خاک یکی از پارامترهای اساسی در مسائل مختلف مهندسی ژئوتکنیک از جمله تحلیل پاسخ زمین می‌باشد. مطالعات بسیاری جهت ارزیابی سختی برشی خاک‌های سیلیکاته صورت گرفته است (به عنوان مثال Jafarian et al., 2014; Towhata, 2008). برخی از مطالعات صورت گرفته نیز در جهت شناسایی عوامل مؤثر بر این پارامتر بوده است (Zhang et al., 2005). مطالعات بر روی اثر شکل ذرات بر رفتار خاک، حاکی از آن است که شکل ذرات اثر قابل ملاحظه‌ای بر رفتار خاک دارد (Santamarina and Cho, 2004). مطالعات (Cho et al., 2006) نشان داده که شکل ذرات خاک (خصوصاً خاک‌های دانه‌ای) یکی از ویژگی‌های شاخص خاک می‌باشد که لحاظ اثر آن در محاسبات به درک بهتر رفتار این مصالح کمک خواهد کرد. از اینرو، Shin and Santamarina (2013) با انجام مطالعات آزمایشگاهی بر روی دو نوع خاک ماسه‌ای گردگوشه و تیزگوشه به بررسی اثر شکل ذرات بر مدول برشی ماکزیمم این خاک‌ها پرداختند. ایشان نشان دادند که با افزایش درصد ذرات تیزگوشه، سختی برشی ماکزیمم خاک افزایش می‌یابد. نتایج مطالعات آزمایشگاهی (Senetakis et al., 2012) که با انجام آزمون‌های ستون تشدید بر روی ماسه‌های کوارتزی و ماسه‌های آتشفشانی همراه بوده، بیانگر تفاوت سختی برشی این خاک‌ها بوده است. آنها تفاوت رفتاری مشاهده شده را به تفاوت در نوع کانی و ساختار ذرات خاک‌های مورد آزمایش نسبت داده‌اند.

بر اساس مطالعات زمین‌شناسی حدود چهل درصد سطح کف و مجاور اقیانوس‌ها و دریاها در نواحی گرمسیری را خاک‌ها و رسوبات کربناتی تشکیل داده است. بسیاری از این نواحی دارای خطر لرزه‌خیزی بالایی می‌باشد که پتانسیل آسیب‌پذیری آنها در زلزله‌های سال‌های اخیر

