

## بهره برداری از خرده های سنگی با ابعاد کوچک در تعیین مقاومت فشاری سنگ از طریق اندازه گیری سرعت موج صوتی

محمد هفتانی<sup>۱\*</sup>، محمد رضا ملکی جوان<sup>۱</sup>، بهمن بهلولی<sup>۱</sup>، مهدی موسوی<sup>۲</sup>، مجید مرادی<sup>۳</sup>  
۱- دانشگاه تهران، پردیس علوم، دانشکده زمین شناسی، گروه تکتونیک و زمین شناسی مهندسی.  
۲- دانشگاه تهران، پردیس فنی، دانشکده معدن، گروه مکانیک سنگ.  
۳- دانشگاه تهران، پردیس فنی، دانشکده عمران، گروه مهندسی خاک و پی.  
[m.haftani@khayam.ut.ac.ir](mailto:m.haftani@khayam.ut.ac.ir) or [haftani@yahoo.com](mailto:haftani@yahoo.com)

### چکیده:

اندازه گیری سرعت امواج صوتی در مغزه های سنگی بعنوان یک روش آزمایشگاهی غیرمخرب در تعیین پارامترهای دینامیکی الاستیک سنگ استفاده می شود. علاوه بر روابط الاستیسیته، محققین بسیاری، روابط تجربی مختلفی را برای تعیین مقاومت فشاری سنگ بکر با استفاده از مقادیر سرعت امواج صوتی در نمونه هایی با انواع لیتولوژی های متنوع ارائه نموده اند. نمونه های مورد نیاز برای این آزمایش معمولاً به شکل استوانه ای با قطر حداقل ۵۶ میلی متر و نسبت طول به قطر بزرگتر از ۳ می باشند. نیازمندی به نمونه های با ابعاد بزرگ (مغزه های سنگی) با توجه به هزینه های سنگین مغزه گیری و عدم دسترسی به مغزه های سنگی در تمام طول چاه های نفت، بعنوان مهمترین فاکتور محدود کننده این آزمایش بشمار می رود.

در این مطالعه با هدف کاهش محدودیت های فوق، اقدام به اندازه گیری سرعت موج صوتی (فشاری) بر روی نمونه های با ابعاد کوچک در اندازه خرده های حفاری شده است. در این مقاله، روش آماده سازی نمونه هایی با ضخامت حدود ۵ میلی متر، دستگاه و روش آزمایش و نتایج آزمایش های انجام شده ارائه شده است. سرعت موج صوتی (Vp) در نمونه های کوچک مقیاس با مقاومت فشاری تک محوری (UCS) نمونه های استاندارد متناظر آنها با ضریب همبستگی بیش از ۰/۹۱ انطباق داده شده و رابطه همبستگی آنها تعیین گردید. ارزیابی رابطه پیشنهادی با استفاده از نمونه هایی که در توسعه روابط استفاده نشده اند، نشان می دهد مقادیر UCS پیش بینی شده بطور میانگین دارای اختلافی کمتر از ۳۲ درصد نسبت به مقادیر اندازه گیری شده هستند. نتایج بررسی ها و قابلیت انجام آزمایش در زمان کوتاه با هزینه کم، بیان کننده کارایی این روش در تعیین UCS می باشد.

واژه های کلیدی: مقاومت فشاری تک محوری، سرعت موج صوتی، خرده های سنگی، خرده های حفاری.

### مقدمه:

یکی از مهمترین پارامترهای مکانیکی که در بسیاری از طراحی های مهندسی مورد نیاز طراحان می باشد، مقاومت فشاری تک محوری (UCS) سنگ است. این پارامتر نقش بسیار مهمی در طراحی ها و تحلیل های مهندسی در علوم معدن، حفاری چاه های نفت، مهندسی مخازن نفتی و مسائل ژئوتکنیکی بعدده دارد و توسط محققین بسیاری در پروژه ها و مطالعات مختلف استفاده می شود (برای مثال، Barton؛ Bieniawski 1989؛ Zhang et al. 2010 و Ozkan et al. 2009؛ Gurocak et al. 2008؛ Uboldi et al. 1999؛ 2002).

تکنیک استفاده از سرعت موج صوتی (فشاری) در ارزیابی پارامترهای مقاومتی بعنوان یک آزمون آزمایشگاهی غیرمخرب توسعه یافته است. در این روش، با توجه به وابستگی سرعت سیر امواج صوتی به مقاومت فشاری و برشی نمونه مورد آزمایش، علاوه بر روابط الاستیسیته، روابط تجربی بسیاری