



## تخمین مقاومت تراکمی تک محوری سنگ تراورتن محلات با استفاده از آزمایش شاخص بار نقطه‌ای

سعید دهقان<sup>۱</sup>، قاسم ستاری<sup>۲\*</sup>

(۱) دانشگاه آزاد اسلامی واحد محلات sa\_dehghan@yahoo.com

(۲) دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، عضو باشگاه پژوهشگران جوان ghsattari@azad.ac.ir

\* عهده‌دار مکاتبات

### چکیده

مقاومت تراکمی تک محوری یکی از مهمترین پارامترهایی است که در اکثر پروژه‌های مهندسی سنگ برای مطالعات مکانیک سنگ به عنوان آزمایش پایه مورد نیاز می‌باشد. انجام دقیق این آزمایش با وجود ظاهری ساده بسیار مشکل می‌باشد، لذا در سال‌های اخیر کوشش‌هایی مبنی بر تخمین این پارامتر با استفاده از آزمایش‌هایی غیرمستقیم و ساده (نظیر آزمایش شاخص بار نقطه‌ای) به وسیله‌ی محققین مختلف انجام گردید و روابط مختلفی هم برای این منظور ارائه شده است.

این مقاله با استفاده از داده‌های حاصل از انجام مطالعات آزمایشگاهی بر روی نمونه‌های سنگ تراورتن محلات، رابطه‌ای میان مقاومت تراکمی تک محوری و شاخص بار نقطه‌ای ارائه می‌دهد. جهت تعیین ارتباط بین مقادیر حاصل از انجام آزمایشات، از مدل‌سازی ریاضی استفاده شد. بررسی‌های آماری میان این دو پارامتر نشان دهنده‌ی دقت بیشتر معادله‌ی غیرخطی نسبت به معادله‌ی خطی است. همچنین بررسی پارامتر مؤثر تخلخل و افزودن این پارامتر به روابط موجود، سبب بهبود ضریب همبستگی میان مقادیر تخمینی و مقادیر آزمایشگاهی در معادلات غیرخطی چند متغیره گردید. با توجه به اختلاف مقادیر تخمینی و آزمایشگاهی موجود، معادلات به دست آمده دارای دقت قابل قبولی می‌باشند.

**واژه‌های کلیدی:** تخلخل، سنگ تراورتن، شاخص بار نقطه‌ای، ضریب همبستگی، مطالعات آزمایشگاهی، مقاومت تراکمی تک محوری

## Estimating of uniaxial compressive strength by using point load index for travertine rock of Mahallat

S. Dehghan<sup>1</sup> & Gh. Sattari<sup>2</sup>

- 1) Department of Mining Engineering, Islamic Azad University, Mahallat Branch, Mahallat, I. R. Iran
- 2) Department of Mining Engineering, Faculty of Graduate Studies, Islamic Azad University of South Tehran, Tehran, I. R. Iran

## Abstract

The uniaxial compressive strength (UCS) is one of the most important parameters that is needed and determined for studying rock mechanics of intact rock in most rock engineering projects. In spite of simple appearance of this test, the careful performance is very difficult. Therefore, scientists have made many attempts for indirect estimation of this parameter using simple tests (such as point load index (Is)) and they generated some relations between these parameters.

This paper presents the new relationship between UCS and Is by using laboratory tests on Travertine samples of Mahallat. To determine the relations between parameters, the mathematical modeling has been used. Statistical analyses show that the nonlinear equation has a higher correlation coefficient than the linear; also, by estimating another effective parameter, porosity, and by adding it to the last equation, the correlation coefficient between actual and predicted data was improved in multiple non-linear equations. The comparison between actual and predicted results has proved acceptably accurate.

**Key words:** correlation coefficient, text laboratory, point load index, test, porosity, travertine rock, Uniaxial compressive strength.

و آنالیز آماری داده‌ها از نرم افزار اس پی اس اس (SPSS) استفاده شده است.

## ۱- مقدمه

مقاومت تراکمی تک محوری یکی از مهمترین و مرسوم ترین پارامترهایی است که در اکثر پروژه‌های مهندسی سنگ به طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد. نحوه‌ی اندازه‌گیری این پارامتر (of Rock Mechanic) و هر دو استاندارد آی اس آر ام (ISRM 1981, International Society) و ای اس تی ام (ASTM: American Society for Testing and Materials) تعیین گردیده است. انجام دقیق این آزمایش با وجود ظاهری ساده، بسیار مشکل بوده و مستلزم آماده‌سازی دقیق نمونه، در اختیار داشتن دستگاه‌های گران و حساس بوده و در عین حال نتایج حاصل وابستگی شدیدی به عوامل خارجی، خطاهای انسانی، ابعاد نمونه، نحوه‌ی بارگذاری و غیره دارد. همچنین در مراحل ابتدایی مطالعات، زمانی که مقادیر با دقت کمتر مقاومت مد نظر است، می‌توان از روش‌های غیرمستقیم و سریع و آسان همچون آزمایش شاخص بار نقطه‌ای، آزمایش چکش اشمیت، آزمایش سرعت عبور موج فشاری استفاده نمود. این آزمایش‌ها به آماده‌سازی اندک و یا گاهی به هیچ نوع آماده‌سازی نمونه احتیاج نداشته و به راحتی در محل قابل انجام می‌باشند.

## ۲- تحقیقات گذشته

آزمایش شاخص بار نقطه‌ای به عنوان روش غیرمستقیم برای اندازه‌گیری مقاومت فشاری یا کششی سنگ‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. این آزمایش به علت سادگی، آسان بودن آماده‌سازی نمونه و امکان انجام آزمایش در محل به طور گسترده‌ای به وسیله‌ی محققین مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد.

رابطه‌ی کلی بین مقاومت تراکمی تک محوری (UCS) و شاخص بار نقطه‌ای ( $I_s$ ) به صورت رابطه‌ی یک است:

$$UCS = C I_s \quad (۱)$$

در این رابطه C ضریبی ثابت است که مقادیر مختلفی برای این ضریب ارائه شده است. انجمن بین‌المللی مکانیک سنگ آی اس آر ام (ISRM 1985) این ضریب را بین ۲۵ - ۲۰ تعیین کرده است، اما محققین زیادی مقادیر متفاوتی بین ۱۰ - ۵۰ برای این ضریب به دست آورده‌اند که نشان دهنده‌ی این است که بسته به نوع سنگ، نحوه و محل انجام آزمایش این ضریب می‌تواند در محدوده‌ی وسیعی تغییر کند. بعضی از روابط ارائه شده توسط محققین مختلف هم از معادله‌های  $y = ax$ ,  $y = ax + b$ ,  $y = ax^b$  یا  $y = ax^2 + b$  پیروی می‌کنند. در جدول ۱ تعدادی از روابط که به وسیله‌ی محققین میان این دو پارامتر تعیین گردیده، ارائه شده است.

موضوع اصلی این تحقیق ارزیابی آزمون شاخص بار نقطه‌ای برای تخمین مقاومت تراکمی تک محوری سنگ تراورتن محلات است که برای انجام این امر آزمون‌های آزمایشگاهی بر روی نمونه‌های سنگ تراورتن انجام گردید. برای تعیین ارتباط میان این دو