



## بهسازی خاک ماسه‌ای با نانو کربنات کلسیم

حیدر غلامی<sup>۱</sup>، دکتر فرزاد فرخزاد\*<sup>۲</sup>، دکتر حسین پهلوان<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران، موسسه آموزش عالی پردیسان فریدونکنار، فریدونکنار، ایران

۲- استادیار دانشگاه صنعتی مازندران، بابل، ایران

۳- استادیار دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران

آدرس ایمیل نویسنده رابط: [H.Gholami.civil@gmail.com](mailto:H.Gholami.civil@gmail.com)

### خلاصه

تأثیر نانوذرات بر روی خصوصیات عمومی خاک‌ها از موضوعات جدید می‌باشد، اما به دلیل عدم وجود مطالعات آزمایشگاهی کافی داده‌های واقعی در این زمینه کم می‌باشد. در این پژوهش تأثیر نانوکربنات کلسیم بر خاک ماسه‌ای شهرستان نور بررسی شده است. بدین منظور از درصد‌های مختلف نانوکربنات کلسیم استفاده شده است تا میزان تغییرات به وجود آمده در خواص ماسه‌ای با افزایش درصد نانو بررسی شود. جهت دستیابی به مقاومت برشی، زاویه اصطکاک داخلی (Q) و چسبندگی (C) آزمایش برش مستقیم و سپس آزمایش سه محوری بر روی خاک مورد نظر انجام گرفت که آزمایش برش مستقیم در دو حالت استفاده و عدم استفاده از نانو ذرات بر روی خاک مورد نظر و آزمایش سه محوری بر روی خاک با نانو ۱٪ و ۳٪ انجام گرفت. نتایج آزمایشات حاکی از بهبود بعضی از خواص خاک (افزایش زاویه اصطکاک داخلی و کاهش ضریب چسبندگی) با وجود افزایش درصد کم نانو کربنات کلسیم می‌باشد.

**کلمات کلیدی:** نانوفناوری، بهسازی خاک، نانو کربنات کلسیم، آزمایش برش مستقیم، آزمایش سه محوری.

### ۱. مقدمه

اولین کاربرد نانوتکنولوژی در مصالح ساخت و ساز به میانه دهه ۱۹۹۰ برمی‌گردد. از آن زمان تا کنون مطالعات بسیاری در زمینه استفاده از نانو ذرات یا نانوتکنولوژی در بسیاری از شاخه‌های ساخت و ساز (از جمله تکنولوژی بتن) انجام گرفته است و در این میان سهم مهندسی ژئوتکنیک بسیار اندک بوده است. نانو فناوری عبارت است از علمی که توانایی کنترل ماده در ابعاد نانومتری (مولکولی) و بهره برداری از خواص و پدیده‌های این بُعد در مواد، ابزارها و سیستم‌های نوین را داشته باشد. این تعریف ساده خود دربرگیرنده معانی زیادی است. به عنوان مثال فناوری نانو با طبیعت فرا رشته‌ای خود در آینده در برگیرنده همه‌ی فناوری‌های امروزه خواهد بود [۱].