



## بررسی تغییرات تنش برشی خاک قبل و بعد از به کارگیری نانورس‌ها

هدی گنجی<sup>۱</sup>، رامین فضل‌اولی<sup>۲</sup>، احسان نوروزنژاد<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد سازه های آبی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۲- استادیار گروه مهندسی آب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ساری

۳- کارشناس فنی عمران قرارگاه خاتم، ساری

hodaganjy@yahoo.com

### خلاصه

اصلاح رفتار خاک به کمک افزودنی‌ها به عنوان یکی از روش‌های مؤثر در بهبود بسیاری از پارامترهای رفتاری خاک همواره مدنظر پژوهش‌گران در مهندسی ژئوتکنیک بوده است. از میان این افزودنی‌ها، نانومواد که حایز ویژگی‌های منحصر به فردی هستند و استفاده از آن‌ها در دیگر شاخه‌های علوم مهندسی منجر به تحولاتی بنیادی شده است، در مهندسی ژئوتکنیک کمتر مورد توجه قرار گرفته‌اند. مطالعات آزمایشگاهی انجام شده قبلی بر روی انواع رس‌ها و مخلوط آن‌ها با نانوذرات نشان می‌دهد که استفاده از نانورس سبب تغییرات حدود اتربرگ و مقاومت فشاری محدود شده، می‌شود. در این پژوهش به منظور بررسی میزان تغییرات به وجود آمده در تنش برشی خاک، آزمایش فشار تک‌محوری در دو حالت با و بدون نانورس بر روی خاک مورد نظر انجام شد. مقایسه نتایج آزمایشات انجام شده در این پژوهش حاکی از افزایش معنی‌دار تنش برشی خاک در اثر به کارگیری نانورس‌ها بوده است.

کلمات کلیدی: نانورس‌ها، تنش برشی، آزمایش فشاری تک‌محوری

### 1. مقدمه

چنانچه بر روی توده‌ی خاک باری اعمال شود در آن تنش‌های برشی به وجود می‌آید. زمانی که تنش‌های برشی به یک مقدار حدی می‌رسند، تغییر شکل و در نتیجه شکست برشی در توده خاک اتفاق می‌افتد. لذا براساس تعاریف موجود، مقاومت برشی خاک عبارت از مقاومت در مقابل تغییر شکل برشی ممتد در توده خاک است [1]. در بسیاری از مسائل مربوط به مکانیک خاک، مقاومت برشی به عنوان یکی از مهمترین پارامترها در نظر گرفته می‌شود و در حالت کلی به سه بخش تقسیم می‌گردد که شامل: مقاومت در مقابل لغزش ذرات، چسبندگی و پیوستگی بین ذرات، مقاومت در برابر تغییر شکل ذرات می‌باشد. به طوری که تأثیر مستقل و دقیق هر یک از اجزا بر مقاومت برشی خاک معین نیست. تغییرات درصد رطوبت، فشار آب منفذی، بهم خوردگی ساختمان خاک، نوسانات سطح آب زیرزمینی، حرکت آب زیرزمینی، تاریخچه تنش، زمان و حتی واکنش‌های شیمیایی و شرایط محیط روی هر یک از اجزا تأثیر می‌گذارند [2].

پارامترهای مقاومت برشی تابعی پیچیده از ساختار خاک می‌باشد. در خاک‌های رسی، این پارامترها می‌تواند نشان دهنده نحوه قرار گرفتن ذرات رسی نسبت به یکدیگر و طبیعت و مقدار نیروی الکتروشمیایی موجود در سیستم رس - آب الکترولیت باشد. برای تخمین فشار جانبی ناشی از خاک در حالت حدی، اغلب از روش تعادل خمیری تعریف شده توسط پوش گسیختگی موهر (Mohr) استفاده می‌گردد. هر نوع بار جدید، تنش‌های جدیدی بر روی حالت فعلی تنش‌های محبوس موجود در توده‌ی خاک زیر پی، تحمیل می‌کند. پاسخ توده خاک تا حدود زیادی به تاریخچه‌ی قبلی تنش بستگی دارد، به همین دلیل یکی از مهم‌ترین نکات در مهندسی ژئوتکنیک، تعیین اثر تنش مربوط به این تاریخچه می‌باشد. جهت تعیین مقدار

<sup>1</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد سازه‌های آبی

<sup>2</sup> استادیار گروه مهندسی آب دانشکده مهندسی علوم زراعی

<sup>3</sup> کارشناس فنی عمران قرارگاه خاتم