

## بررسی رفتار مقاومتی خاک رس طبیعی با مدل رفتاری همسان و ناهمسان با سخت شونده‌گی دورانی

مسعود حاجی علیلوی بناب<sup>۱</sup>، علی شیرمحمدی<sup>۲</sup>

۱- دانشیار دانشکده‌ی مهندسی عمران دانشگاه تبریز

۲- دانشجوی دکتری ژئوتکنیک دانشگاه تبریز

mhbonab@gmail.com

### خلاصه

رس‌های طبیعی به دلیل وجود ناهمسانی در ماهیت خود رفتاری متفاوت با نمونه‌های بازسازی شده تحت آزمایشات مختلف نشان می‌دهند. برای مقاصد طراحی و شبیه‌سازی رفتار رس‌ها از مدل‌های دقیقی همچون مدل کم کلی اصلاح شده (MCC) استفاده می‌شود، اما آزمایشات دانشمندانی همچون گراهام نشان داد رفتار رس‌های طبیعی متفاوت از نمونه‌های بازسازی شده بوده و مدل‌های همسان حالت بحرانی با خطای بالایی این شبیه‌سازی را مدل می‌کنند. در این پژوهش مدل‌های رفتاری ناهمسان دورانی از جمله SANICLAY با زبان FISH به صورت ساب روتین به نرم‌افزار FLAC تعریف گردیده‌اند و نتایج شبیه‌سازی با نتایج شبیه‌سازی مدل همسان MCC مقایسه می‌گردند. مدل رفتاری ناهمسان استفاده شده به صورت قانون جریان همراه و غیرهمراه کد نویسی شده است و هر دو مقایسه انجام گرفته است.

کلمات کلیدی: ناهمسانی، مدل رفتاری، سخت شونده‌گی دورانی

### ۱. مقدمه

بررسی و آنالیز رفتار خاک رس تحت شرایط مختلف بارگذاری به دلیل رفتار پیچیده‌ی رس نسبت به خاک‌های دانه‌ای توجه دانشمندان ژئوتکنیک را به خود جلب کرده است، به طوری که محققان درصدد بوده‌اند برای شبیه‌سازی رفتار رس از مدل‌هایی استفاده کنند که تطابق بیشتری با نتایج آزمایشگاهی داشته و پارامترهای سهل‌الوصولی داشته باشد. یکی از بهترین مدل‌های ارائه شده برای خاک رس مدل کم کلی اصلاح شده می‌باشد که در عین سادگی دقت خوبی دارد و برای کارهای عددی بسیار مناسب می‌باشد. نقص بزرگ موجود در این مدل ناتوانی آن برای در نظر گرفتن اثر ناهمسانی خاک رس طبیعی می‌باشد. مدل SANICLAY که در این پژوهش مورد استفاده و ارزیابی قرار گرفته است یکی از پیچیده‌ترین و در عین حال دقیق‌ترین مدل‌هایی است که در سال‌های اخیر برای شبیه‌سازی رفتار همسان و ناهمسان خاک رس ارائه شده است که پارامترهای مدل به سادگی قابل وصول می‌باشند [۳]. مدل SANICLAY در نرم‌افزار FLAC توسط زبان فیش تعریف شده است و برای تحلیل‌ها استفاده کرده است. برای مقایسه‌ی شبیه‌سازی از نتایج آزمایشات سه محوری کششی و فشاری آنتونیو گنزر روی رس LCT استفاده شده است [۴].

### ۲. معرفی و فرمول بندی مدل SANICLAY

SANICLAY یک مدل نسبتاً ساده‌ی پلاستیسیته‌ی رس‌هاست که شکل اولیه‌ی آن بر اساس قانون جریان همراه در جهت شبیه‌سازی پاسخ رس تحت شرایط زهکشی نشده در تحکیم  $K_0$  تعریف شده است. شکل اصلاح شده و کامل شده‌ی این مدل با در نظر گرفتن قانون جریان غیرهمراه، به صورت تعریف سطح تسلیم متفاوت با سطح پتانسیل پلاستیک ارائه شده است. علاوه بر سخت‌شونده‌گی همسان سطح تسلیم، سطح تسلیم و سطح پتانسیل دارای قانون سخت‌شونده‌گی دورانی برای شبیه‌سازی اثر ناهمسانی هستند. بر اساس فرضیات اساسی حالت بحرانی مکانیک خاک، مدل در فضای تنش موثر

<sup>۱</sup> دانشیار دانشکده‌ی مهندسی عمران دانشگاه تبریز

<sup>۲</sup> دانشجوی دکتری ژئوتکنیک دانشگاه تبریز