



ارزیابی مدل‌های رفتاری از طریق شبیه‌سازی آزمایش‌های سه محوری

آرمان قائمی^۱، محمد هادی داودی^۲، محمد فرید آستانه^۳

۳،۱- دانشگاه آزاد-واحد تهران مرکز

۲- پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری

Arman.ghaemi1988@gmail.com

m.hadi.davoudi@gmail.com

خلاصه

مدل‌های رفتاری، ارائه دهنده توصیفی کیفی از رفتار خاک با استفاده از پارامترهای رفتاری آن و همچنین بیانگر ارتباط بین تنش و کرنش در حالات مختلف و تحت بارگذاری‌های متفاوت می‌باشند. لذا یافتن مدل رفتاری مناسب جهت طراحی سازه‌های خاکی می‌تواند کمک بزرگی در بهینه‌سازی و جلوگیری از بروز خسارات آنها باشد. در این مقاله به منظور ارزیابی دقت پیش‌بینی سه مدل رفتاری معروف، دانکن-چانگ (هایپربولیک)، موه‌ر کولمب (الاستوپلاستیک) و کم-کلی اصلاح‌شده، آزمایش‌های سه‌محوری تحکیم یافته زهکشی نشده انجام شده روی مصالح ریزدانه شبیه‌سازی شده و نتایج آن با نتایج آزمایشگاهی مقایسه می‌شود. شبیه‌سازی با استفاده از نرم‌افزار تفاضل محدود FLAC v.5، در حالت دو بعدی در سه تنش محصور کننده ۲۰۰، ۵۰۰ و ۸۰۰ کیلوپاسکال انجام شده و منحنی‌های تنش و کرنش آنها با منحنی‌های حاصل از آزمایشگاه مقایسه شده است. نتایج نشان می‌دهد که مدل دانکن-چانگ، نسبت به سایر مدل‌ها تطابق بهتری با نمودارهای آزمایشگاهی دارد. مدل موه‌ر کولمب برای تغییر شکل‌های زیاد در رتبه دوم قرار دارد اما برای محدوده گذار از الاستیک به پلاستیک و همچنین برای تغییر شکل‌های کم، مدل کم-کلی اصلاح شده رتبه دوم را حائز می‌شود.

کلمات کلیدی: مدل‌های رفتاری، شبیه‌سازی عددی، آزمایش سه‌محوری، پلاستیسیته، الاستیسیته

مقدمه

به منظور مدل‌سازی رفتار خاک، شمار زیادی از مدل‌های رفتاری تاکنون ارائه شده‌اند. از میانه دهه هشتاد میلادی تاکنون، تلاش‌های زیادی توسط محققین مختلف در جهت ارائه مدل‌های رفتاری در چارچوب نرم‌افزارهای طراحی سازه‌های ژئوتکنیکی به منظور ارزیابی دقت این مدل‌ها در مقایسه با نتایج آزمایش‌های انجام شده بر روی خاک صورت پذیرفته است. با این حال، شمار آن دسته از مدل‌های رفتاری که امروزه در نرم‌افزارهای تجاری مرتبط با مهندسی ژئوتکنیک مورد کاربرد دارند، به نسبت مدل‌های ارائه شده نسبتاً محدود است. پیش‌بینی رفتار غیرخطی و غیر ارتجاعی خاک‌ها در بارگذاری و باربرداری و در حالت زهکشی شده یا زهکشی نشده، استفاده از مدل‌های رفتاری که قادر به مدل‌سازی رفتار هرچه دقیقتر خاک را باشند ضروری می‌سازد. مدل‌های رفتاری ساده اگرچه نیاز به پارامترهای رفتاری زیادی را ندارند اما نتایج حاصل از تحلیل با این گونه مدل‌ها با نتایج واقعی ممکن است اختلاف زیادی داشته باشند از طرف دیگر مدل‌های رفتاری پیچیده نیاز به پارامترهای ژئوتکنیکی دقیق‌تری دارند که تعیین آنها از نظر اقتصادی و آزمایشگاهی چندان ساده نیست بنابراین انتخاب یک مدل رفتاری مناسب یکی از وظایف مهم مهندسین طراح است. در این تحقیق به منظور ارزیابی دقت پیش‌بینی سه مدل رفتاری معروف، دانکن-چانگ (هایپربولیک)، موه‌ر کولمب (الاستوپلاستیک) و کم-کلی اصلاح‌شده، آزمایش‌های سه‌محوری تحکیم یافته زهکشی نشده انجام شده روی مصالح ریزدانه شبیه‌سازی شده و نتایج آن با نتایج آزمایشگاهی مقایسه می‌شود. شبیه‌سازی با استفاده از نرم‌افزار تفاضل محدود FLAC v.5، در حالت دو بعدی در سه تنش محصور کننده ۲۰۰، ۵۰۰ و ۸۰۰ کیلوپاسکال انجام شده و منحنی‌های تنش و کرنش آنها با منحنی‌های حاصل از آزمایشگاه مقایسه شده است. به طور کلی نتایج آزمایشگاهی برای ما حجت است و ما از آنها برای صحت سنجی نتایج شبیه‌سازی استفاده می‌کنیم که این شبیه‌سازی آزمایش‌ها به کمک نرم-افزار جهت اطمینان از مورد فوق را در اصطلاح «کالیبراسیون» می‌نامند.