

یک مدل رفتاری الاستوپلاستیک سطح مرزی برای پیش‌بینی رفتار خاک‌های ریزدانه مرکب الیاف‌دار

یاسر جعفریان

استادیار، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، تهران، ایران

yjafarianm@iiees.ac.ir

حسام الدین دژآلود

کارشناس ارشد، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، تهران، ایران

h.dejaloud@iiees.ac.ir

کلید واژه‌ها: خاک‌های مسلح، مدل رفتاری، پلاستیسیته سطح مرزی، تانسور سختی معادل

چکیده

خاک‌های مرکب الیافی که مخلوطی از مواد مختلف با مشخصات و رفتار گوناگون می‌باشند را می‌توان به دو دسته کلی تقسیم نمود، (۱) خاک‌های مرکب ارگانیک مانند زباله‌های جامد شهری و خاک‌های حاصل از تجزیه گیاهان و مواد آلی و (۲) خاک مرکب مصنوعی یا مسلح شده با استفاده از الیاف گیاهی و یا مصنوعی. رفتار این نوع خاک‌ها به‌طور مستقیم به مشخصات مکانیکی و نسبت حجمی اجزا تشکیل دهنده آن وابسته است. این خاک‌ها از دو فاز ماتریس (یا مصالح زمینه) و الیاف تشکیل شده‌اند که در بارگذاریهای مختلف این دو فاز با هم اندرکنش دارند. این مقاله به ارائه یک مدل رفتاری مناسب برای مدلسازی عددی این مصالح می‌پردازد. برای این منظور، این خاک‌ها به دو فاز کلی ماتریس و الیاف تقسیم می‌شوند. برای پیش‌بینی رفتار فاز ماتریس یک مدل الاستوپلاستیک بر مبنای پلاستیسیته سطح مرزی استفاده شده است و رفتار الیاف نیز به‌صورت الاستیک - پلاستیک کامل در نظر گرفته می‌شود. با استفاده از تکنیک‌های ارائه شده در میکرومکانیک، سهم هریک از فازها از تنش/ کرنش اعمالی به کل مصالح خاک تعیین می‌گردد. در انتهای مقاله، عملکرد مدل ارائه شده با استفاده از نتایج آزمایشهای معتبر مونوتونیک صحت‌سنجی می‌شود و پیش‌بینی مدل برای خاک‌های مرکب با درصدهای حجمی الیاف مختلف ارائه می‌شود.

مقدمه

خاک‌های مرکب، مانند خاک‌های آلی و زباله‌های جامد شهری و یا خاک‌های مسلح، از مواد و فازهای مختلف با رفتارهای گوناگونی تشکیل شده‌اند. خاک‌های مرکب ارگانیک در طبیعت به وفور یافت می‌شوند به‌طوری که در کانادا و همچنین در جماهیر شوروی سابق، مساحتی نزدیک به مساحت کل ایران، از خاک‌های آلی (پیت) تشکیل شده است (Mesri and Ajlouni, 2007). این نوع خاک‌ها به دلیل اجزا تشکیل دهنده و همچنین روند تشکیل دارای تخلخل زیادی بوده که سبب بروز تغییرشکل‌های ماندگار زیادی می‌شود. به عنوان مثال، گسیختگی پدید آمده در مدفن پاتایاس فیلیپین که منجر به کشته شدن ۳۳۰ نفر و بی‌خانمان شدن عده کثیری شده است، را می‌توان ناشی از رفتار و روند تشکیل این نوع مصالح دانست (Jafari et al., 2013). لذا با توجه به وفور مناطق تشکیل شده از خاک‌های آلی و مشکلات بیان شده و همچنین اثرات آلودگی زیست محیطی خاک‌های زباله شهری، پیش‌بینی رفتار این نوع خاک‌ها از نظر اقتصادی و ایمنی دارای اهمیت زیادی باشد.

خاک‌های مرکب متشکل از دو فاز الیاف و ماتریس می‌باشند. در واقع فاز ماتریس همان قسمت خاک‌گونه و یا به عبارتی مصالح پایه و الیاف نماینده قسمت غیرهمگن و تقریباً رشته‌ای این دسته از خاک‌ها می‌باشد. وجود الیاف به شدت رفتار خاک مرکب را تحت تاثیر قرار می‌دهد به گونه‌ای که علاوه بر ایجاد ناهمگنی در مصالح، مقاومت و ظرفیت باربری خاک را نیز دست‌خوش تغییراتی می‌نماید.

از جمله مطالعات آزمایشگاهی صورت گرفته بر روی خاک‌های زباله شهری می‌توان بطور اختصار به کارهای Marques et al. (2003)، Vilar et al. (2004) و شریعتمداری و همکاران (۲۰۰۹) اشاره کرد. همچنین مطالعاتی در مورد خاک‌های آلی نیز صورت گرفته است که از جمله آنها می‌توان به تحقیقات بدو و صیادیان (۲۰۱۲) و Zhao and O'Kelly (2013) اشاره نمود. از مطالعات عددی صورت