

## یک مدل رفتاری برای ماسه های لای دار

علی لشکری

استادیار، دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست، دانشگاه صنعتی شیراز، شیراز، ایران

lashkari@sutech.ac.ir

**کلید واژه‌ها:** ماسه لای دار، نسبت تخلخل میان دانه ای، پارامتر حالت، نظریه خمیری سطح مرزی، روانگرایی

### چکیده

وجود لای غیر خمیری تا یک مقدار آستانه در ماسه ها موجب کاهش مقاومت برشی و افزایش گرایش به تولید فشار آب حفره ای در شرایط زهکشی نشده می گردد. مدل های رفتاری موجود در پایه به منظور توصیف رفتار ماسه های تمیز ارائه شده اند و شبیه سازی رفتار ماسه های لای دار تنها با کالیبره کردن ویژه مدل به ازای هر مقدار مشخص لای امکانپذیر است. در این مقاله نشان داده می شود که با جایگزین سازی نسبت تخلخل میان دانه ای به جای نسبت تخلخل کلی در مدل های رفتاری می توان توصیفی توانمند از حالت و استحکام ساختار باربر خاک را بدست آورد. به این منظور، فرمولبندی یک مدل رفتاری با بکارگیری نسبت تخلخل میان دانه ای اصلاح شده است. نشان داده شده است که مدل رفتاری اصلاح شده می تواند رفتار نمونه های ماسه تمیز و نمونه های ماسه دارای لای را تنها با بکارگیری یک مجموعه پارامتر شبیه سازی نماید.

### مقدمه

بارهای چرخه ای ناشی از زمین لرزه می توانند کاهش تنش موثر و از دست رفتن مقاومت برشی، افزایش فشار آب حفره ای و جابجایی های ماندگار در خاک های دانه ای را در شرایط زهکشی نشده در پی داشته باشند. به مجموعه رویدادهای نام برده شده بالا در ادبیات فنی مکانیک خاک روانگرایی گفته می شود. کاهش شدید مقاومت برشی و جابجایی های بزرگ ناشی روانگرایی مسئول آسیب دیدگی های بی شمار در زمین لرزه های تاریخی بوده است (مانند Ishihara et al. (1990) و Ishihara (1993)). از لحاظ تاریخی، دانش بنیادی درباره سازوکار پدیده روانگرایی در اساس از مطالعات آزمایشگاهی بر رفتار ماسه های تمیز بدست آمده است و تا نزدیک به دو دهه پیش، گمان غالب بر آن بود که وجود ریز دانه غیر خمیری مانند لای در ماسه ها، کاهش استعداد روانگرایی ماسه لای دار در مقایسه با ماسه تمیز را در پی خواهد داشت. هرچند که بررسی Yamamuro & Lade (1999) نشان داد که بیشتر موارد روانگرایی در زمین لرزه های تاریخی در ساختگاه های با ماسه دارای ریز دانه و نه دارای ماسه به نسبت تمیز رخ داده است. بررسی های آزمایشگاهی اخیر نشان داده اند که تا مقدار تقریبی ۳۰ تا ۴۰ درصد ریزدانه، افزایش ریزدانه کاهش پیوسته مقاومت برشی و افزایش گرایش به افزایش فشار آب حفره ای را در پی دارد.

در چهارچوب نظری ارایه شده بوسیله Thevanayagam & Martin (2002) به منظور توضیح این پدیده بیان می شود که دانه های لای در ماسه های لای دار فضای خالی میان دانه های بزرگتر ماسه را پر می کنند و از نسبت تخلخل کلی خاک می کاهند. اما زمانی که مقدار لای در توده خاک کم باشد، دانه های لای نمی توانند با ایجاد تماس های پایدار با دانه های درشت ماسه و نیز دیگر دانه های لای مشارکت مناسب در ساختار باربر خاک داشته باشند. بنابراین، با وجود کاهش نسبت تخلخل کلی خاک به دلیل وجود دانه های لای در توده خاک، در عمل افزایش مقاومت ساختار باربر خاک را در پی نداشته و مقاومت برشی خاک کمتر از مقاومت برشی ماسه میزبان تمیز در همان نسبت تخلخل می باشد.

با افزایش مقدار ریزدانه، مشارکت دانه های لای در ساختار باربر خاک افزایش می یابد و با رسیدن مقدار ریزدانه به مقدار ریزدانه آستانه (threshold fines content) که مقدار آن در حدود ۳۰ تا ۴۰ درصد وزن کلی خاک می باشد، زنجیره های باربر انتقال نیرو در ساختار باربر خاک بیشتر میان دانه های لای تشکیل می گردد. به ازای مقدار ریزدانه بیشتر، دانه های ماسه در عمل میان دانه های لای شناور بوده و نقش مهمی را در ساختار باربر خاک بازی نمی کنند. در ادامه Thevanayagam & Martin (2002) مفهوم نسبت تخلخل میان دانه ای (intergranular void ratio) را که بر اساس نسبت تخلخل میان دانه های فعال در ساختار باربر خاک (و نه همه دانه ها) تعریف می شود را به عنوان جایگزینی مناسب برای نسبت تخلخل کلی در ماسه های لای دار پیشنهاد نمودند.

