

مدلسازی رفتار زهکشی نشدهی فشاری و کششی ماسه‌ی فیروزکوه با استفاده از یک مدل حالت بحرانی

محمود عاشق^۱، محمدرضا امام^۲، فرزاد کاویانی همدانی^۳، کاظم فخاریان^۴

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی ژئوتکنیک، دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)

۲- استادیار، دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)

M.ashegh@aut.ac.ir

خلاصه

رفتار ماسه‌ها تحت تأثیر عواملی چون دانسیته، تنش تحکیمی و ناهمسانی ناشی از بافت و اعمال بار می‌باشد. در این میان ناهمسانی ذاتی ناشی از بافت خاک تأثیر عمده‌ای در تغییر رفتار ماسه دارد. در سال‌های اخیر مدل‌های رفتاری متعددی جهت پیش‌بینی رفتار ناهمسان ماسه‌ها ارائه شده است. مدل Imam et al. (2005) یک مدل رفتاری الاستوپلاستیک در چارچوب مکانیک خاک حالت بحرانی می‌باشد که توانایی پیش‌بینی رفتار ناهمسان ماسه‌ها در بازه‌ی وسیعی از تنش‌ها و دانسیته‌ها را دارد. در این مقاله جهت مدلسازی رفتار ناهمسان ماسه فیروزکوه ۱۶۱ که یک ماسه استاندارد می‌باشد تعدادی آزمایش زهکشی نشده (CU) فشاری و کششی روی ماسه مذکور انجام شد و در ادامه با تشکیل خط حالت بحرانی و کالیبراسیون مدل با استفاده از داده‌های آزمایشگاهی و انطباق نتایج، پارامترهای مدل مذکور برای مد فشاری و کششی بدست آمد. مقایسه نتایج حاصل از پیش‌بینی مدل و نتایج آزمایشگاهی نشان می‌دهد که مدل حالت بحرانی مذکور قابلیت پیش‌بینی رفتار ناهمسان در آزمایش‌های فشاری و کششی را بخوبی دارا می‌باشد.

کلمات کلیدی: مدلسازی ساختاری، ناهمسانی، ماسه فیروزکوه ۱۶۱، حالت بحرانی، سه محوری فشاری و کششی.

۱. مقدمه

مدلسازی رفتاری ماسه‌ها در چند دهه‌ی اخیر با استفاده از فرمول‌بندی‌های الاستوپلاستیک به موفقیت‌های چشمگیری رسیده است. استفاده از مفهوم حالت بحرانی برای رس‌ها با موفقیت نسبی بیشتری همراه بوده است و مدل‌هایی با کارایی‌ها و پیچیدگی‌های مختلف برای رس‌ها ارائه شده است (Roscoe and [1] Dafalias and Hermann, 1981; [2] Burland, 1968).

لیکن مدلسازی رفتار ماسه‌ها به خاطر تفاوت‌های ذاتی ماسه و رس با چالش‌هایی روبرو می‌باشد. برای مثال، ماسه‌ی سست به هنگام برش منقبض می‌شود، در حالی که ماسه‌ی متراکم در حین برش اتساع پیدا می‌کند. استفاده از مدل‌های حالت بحرانی برای ماسه‌ها خیلی رایج نبوده است، دلیل عمده‌ی آن را هم می‌توان به عدم توانایی این مفهوم در بررسی اتساع ماسه برای حالت‌های خشک (تر تخخل کمتر) از حالت بحرانی دانست. در مدل‌های مبتنی بر پلاستیسیته‌ی پیشرفته، مثل پلاستیسیته‌ی تعمیم یافته^۱، یک ماسه‌ی مشخص ممکن است بسته به سطح تنش‌ها و دانسیته‌های مختلف به مانند مصالح متفاوت رفتار کند. همچنین استفاده از پارامتر حالت که یعنی پارامتری که وضعیت فعلی ماسه، شامل نسبت تخلخل و سطح تنش را نسبت به حالت مرجعی مانند خط حالت بحرانی بیان می‌کند، در مدلسازی ساختاری در چارچوب حالت بحرانی با موفقیت چشمگیری مواجه بوده است (Manzari and [4] Jefferies, 1993; [3] Imam et al., 2005; [5] Dafalias, 1997)، در نتیجه، تعداد زیادی از پارامترها برای آنالیز رفتار ماسه‌ها تحت تنش‌ها و دانسیته‌های مختلف مورد نیاز است. در این چارچوب مدل‌های گوناگونی ارائه شده‌اند، مسئله‌ی پیش رو ارائه‌ی مدلی است که در عین سادگی و جامعیت، توانایی پیش‌بینی و شبیه‌سازی جنبه‌های مختلف رفتار ماسه را دارا باشد.

مدل Imam et al. (2005) [5] یک مدل حالت بحرانی می‌باشد، با تأکید بر پیش‌بینی رفتار ماسه‌های سست و پیش‌بینی روانگرایی ماسه‌ها تحت بارگذاری استاتیکی ارائه شده است، البته این مدل برای محدوده‌ی وسیعی از تنش‌ها و تراکم‌های نسبی قابل استفاده است. از دیگر ویژگی‌های این مدل رفتاری در نظر گرفتن ناهمسانی ذاتی ناشی از نوع بارگذاری^۲ TC و^۳ TE می‌باشد. همچنین مدل توانایی پیش‌بینی رفتار ناهمسان ناشی از بارگذاری را در تحکیم ناهمسان دارا می‌باشد [5]. تاکنون مدل رفتاری امام و همکاران برای مدلسازی رفتار ناهمسان ماسه‌های مختلفی بکار گرفته شده که از جمله می‌توان به ماسه‌های Fuji River, Ottawa, Toyoura اشاره کرد، که با نتایج خوبی همراه بوده است. همچنین این مدل با انجام کدوئسی برای مدلسازی عددی سازه‌های ژئوتکنیکی نیز بکار گرفته شده است [۶]. ماسه‌ی فیروزکوه که یک ماسه‌ی صنعتی می‌باشد، در ایران و در کارهای پژوهشی به عنوان ماسه‌ی مرجع شناخته می‌شود.

¹ Generalized Plasticity

² Triaxial Compression

³ Triaxial Extension