

مقایسه عددی روش‌های مختلف مدل کردن رفتار همبسته خاک و سیال

علی یغفوری^۱، علی لشکری^۲، سید محمد بینش^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی شیراز

۲- استادیار دانشگاه صنعتی شیراز

a.yaghfoori@sutech.ac.ir

خلاصه

مدل‌سازی رفتار خاک‌های اشباع تحت زلزله که می‌تواند روانگرایی خاک را به همراه داشته باشد همواره به عنوان چالشی بزرگ برای محققان محسوب شده است. در ماسه‌های سست تا نسبتاً متراکم و اشباع که تحت بار زلزله با از دست دادن کل یا بخشی از مقاومت روبرو می‌شوند وضعیت پیچیده‌تر است. جهت مدلسازی رفتار همبسته خاک و سیال می‌توان از یک سری فرمولاسیون همبسته سازگار و مؤثر استفاده کرد. تاکنون در مکانیک خاک سه نوع فرمول بندی جهت مدل کردن مسائل همبسته خاک-سیال ارائه شده است. در این تحقیق با مدل‌سازی ستونی از خاک ماسه اشباع در نرم‌افزار OpenSees با استفاده از فرمولاسیون‌های همبسته U-p، U-u و مدل رفتاری Dafalias & Manzari(2004) به بررسی تأثیر این دو روش بر نتایج حاصله از آنالیز این ستون خاک پرداخته خواهد شد.

کلمات کلیدی: روانگرایی، فرمولاسیون همبسته، روش U-p و U-u، OpenSees

۱. مقدمه

محیط متخلخل ترکیبی است از ذرات با ابعاد و شمایل مختلف که با هم توده جامد را تشکیل می‌دهند و حداقل یک سیال که حفره‌ها را پر می‌کند. رفتار مکانیکی محیط متخلخل به ویژه خاک‌ها، تحت اندرکنش توده جامد با سیال حفره‌ای موجود در سازه‌ها که معمولاً آب است قرار دارد. به ویژه این اندرکنش در مسائل دینامیکی بسیار بزرگ است و ممکن است به وسیله فشار آب حفره‌ای شدید به وجود آمده که به وفور در زلزله‌ها اتفاق می‌افتد منجر به روانگرایی شود. عموماً محیط متخلخل به عنوان محیط چند فاز با سرعت و تنش‌های مجزا برای هر بخش تعریف می‌شود. بنابراین تنش وارد بر توده خاک عموماً اشاره گر تنش مؤثر است و از تنش حفره‌ای وارد بر سیال به عنوان فشار سیال حفره‌ای یاد می‌شود. هرچند کارهایی در زمینه محیط متخلخل صلب انجام شده بود، اما اوایل محقق که در زمینه محیط متخلخل تغییر شکل‌پذیر پرداخت ترزاقی بود. وی در یک مقاله معروف در سال ۱۹۲۳ به آکادمی علوم در وین ارائه داد. پس از آن Biot، با استفاده از تئوری تحکیم ترزاقی برای مسائل سه بعدی با بارگذاری دلخواه، معادلات مربوط به فاز جامد و سیال را برای پدیده‌های شبه استاتیکی در سال ۱۹۴۱ ارائه داد. در تحلیل‌های شبه استاتیکی با صرف نظر از اثرات اینرسی، فقط پدیده تراوش مورد بررسی قرار گرفت. سپس توجه به سوی تحلیل‌های دینامیکی و در نظر گرفتن اثرات دینامیکی مورد علاقه محققین این بخش قرار گرفت. پس از آن تئوری انتشار سه بعدی موج در محیط‌های متخلخل اشباع در سال‌های ۱۹۵۶ و ۱۹۶۲ توسط Biot ارائه شد [۱، ۲]. اگر چه کارهای آغازین به توده خاک الاستیک و سیالی که جریان در آن از قانون دارسی تبعیت می‌کرد محدود می‌شد، اما اساس کارهای بسیاری بودند که پس از آنها در ژئوفیزیک و مهندسی خاک و مکانیک سنگ مطرح شد. در ادامه به توضیح پیرامون مدل رفتاری Dafalias & Manzari(2004) و فرمولاسیون همبسته u-p خواهیم پرداخت.

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی زلزله- دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست- دانشگاه صنعتی شیراز

^۲ عضو هیئت علمی- استادیار دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست- دانشگاه صنعتی شیراز