



تعیین پارامترهای ژئوتکنیکی خاک ماسه‌ای توسط مدل‌سازی عددی پرسیمتر

محمد مهدی احمدی^۱، احسان کشمیری^۲

۱- استاد گروه ژئوتکنیک، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد ژئوتکنیک، دانشگاه صنعتی شریف

mmahmadi@sharif.edu
eks_keshmiri@mehr.sharif.ir

خلاصه

پرسیمتری یکی از مهمترین آزمایش‌های صحرایی در حوزه ژئوتکنیک است که برای شناسایی ویژگی‌های مکانیکی خاک کاربرد دارد. مزیت اصلی این دستگاه، اندازه‌گیری پیوسته منحنی تنش-کرنش خاک است و این منحنی، جهت تعیین پارامترهای خاک بر مبنای تحلیل‌های تئوری (تئوری انبساط حفره) قابل تفسیر است. در این پژوهش، ابتدا آزمایش پرسیمتر به صورت کرنش-کنترل در نرم افزار FLAC مدل شده است. سپس جهت صحت سنجی، نتایج مدل‌سازی‌های عددی با تئوری انبساط حفره در محیط الاستوپلاستیک و نتایج صحرایی مقایسه شده است. سپس آنالیز حساسیت بر روی تاثیر پارامترهایی از قبیل مدول الاستیسیته، زاویه اصطکاک داخلی و ضریب پواسون بر روی منحنی تنش-کرنش انجام شده است. نهایتاً از تفسیر نتایج منحنی پرسیمتر حاصل از آنالیز عددی، زاویه اصطکاک داخلی و اتساع از روش‌های مختلف تعیین شده و کارایی هر یک از این روش‌ها ارزیابی شده است.

کلمات کلیدی: مدل‌سازی عددی، آزمایش پرسیمتری، پارامترهای خاک ماسه‌ای، زاویه اصطکاک، زاویه اتساع

۱. مقدمه

آزمایش پرسیمتری ابتدا توسط منارد در سال ۱۹۵۴ ابداع شد. در این آزمایش، یک بالن استوانه‌ای تحت فشار سیال درون گمانه انبساط می‌یابد و تغییرات حجم و فشار به طور پیوسته اندازه‌گیری می‌شود. یکی از مزیت‌های این آزمایش، وجود روابط تحلیلی متعدد برای تفسیر نتایج آن است [۱].
Lame (۱۸۵۲) اولین راه حل بسته برای مسئله انبساط حفره در محیط الاستیک خطی و با فرض تغییر شکل‌های کوچک ارائه داد [۲]. با استفاده از این راه حل، فقط می‌توان مدول برشی الاستیک را با استفاده از تفسیر شیب اولیه نمودار تنش-کرنش و یا سیکل بارگذاری-باربرداری به دست آورد.

آزمایش پرسیمتری را می‌توان در حالت ایده‌آل به صورت انبساط یک حفره استوانه‌ای در محیط الاستوپلاستیک مدل نمود. بر این اساس، Gibson و Anderson (۱۹۶۱) روشی را جهت تعیین زاویه اصطکاک داخلی خاک در حالت کرنش مسطح توسط پرسیمتر ارائه نمودند [۳]. فرض اساسی این روش این است که برش در حجم ثابت رخ می‌دهد. Vesic (۱۹۷۲) روشی را ارائه کرد تا اثر تغییر حجم خاک را در تحلیل در نظر بگیرد [۴]. Hughes (۱۹۷۷) روش دیگری را پیشنهاد داد که به وسیله آن می‌توان از آزمایش پرسیمتر، زاویه اصطکاک داخلی و زاویه اتساع خاک ماسه‌ای را تعیین کرد [۵]. سپس Carter و همکاران (۱۹۸۸) یک راه حل بسته برای خاک‌های چسبنده‌ی اصطکاکی ارائه کردند [۶].

در این پژوهش ابتدا به اصول و نحوه مدل‌سازی پرسیمتر در نرم افزار FLAC پرداخته می‌شود. سپس با آنالیز حساسیت، اثر هر کدام از پارامترهای خاک بر نمودار تنش-کرنش حاصل از پرسیمتر بررسی می‌شود و نهایتاً از تفسیر نتایج منحنی پرسیمتر حاصل از آنالیز عددی، زاویه اصطکاک داخلی و زاویه اتساع خاک از روش‌های مختلف تعیین شده و کارایی این روش‌ها ارزیابی می‌شود.