



بررسی و اعتبار بخشی یک مدل رفتاری خاک غیراشباع تحت مسیرهای آزمایشگاهی

محمد ملکی^۱، علی حقایق^۲

۱- استادیار گروه مهندسی عمران، دانشکده مهندسی، دانشگاه بوعلی سینا

۲- دانشجوی دکترای عمران- ژئوتکنیک، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

AliHaqaveq@yahoo.com

خلاصه

پیش بینی رفتار خاک غیراشباع به عنوان یک مبحث علمی جدید مورد توجه بسیاری از محققین قرار گرفته، که منجر به ارائه تعدادی مدل رفتاری در این خصوص شده است. در تدوین این مدل ها مفهوم حالت بحرانی در خاک های غیراشباع، از جمله مفاهیم اساسی است که بیشترین توجه به آن معطوف گشته است. در این مقاله ضمن معرفی تعدادی از مدل های رفتاری مثل کاربو، مدل پیشنهادی فردلند، تول، ویلر-سیواکومر و مدل الاستوپلاستیک بارسلونا، مدل رفتاری بارسلونا با جزئیات بیشتری مورد بررسی و با توجه به نتایج تجربی موجود در ادبیات تحت مسیرهای آزمایشگاهی بررسی و اعتبار بخشی شده است. بدین منظور ابتدا نرم افزار مدل در شرایط سه محوری تدوین گردید. در قدم بعد، حساسیت جواب مدل به تغییر در پارامترهای آن مورد ارزیابی قرار گرفت. نهایتاً با توجه به تعدادی از نتایج آزمایش های موجود در ادبیات این مدل اعتبار بخشی گردید. نتایج حاصله نشان می دهد که مدل فوق تحت مسیرهای یک طرفه آزمایشگاهی، در حد متوسط رفتار خاک را بیان کرده و لذا اعتبار بخشی آن در مسائل غیرهمگن ضروری بوده و لزوم توسعه در مدل سازی رفتاری برای خاک های غیراشباع را به اثبات می رساند.

کلمات کلیدی: خاک غیراشباع، مدل های رفتاری، محیط متخلخل

۱. مقدمه

مدل های رفتاری مختلفی برای توصیف رفتار خاک های غیراشباع ارائه شده است که اکثریت آنها بر اساس مدل های حالت بحرانی کم کلی و کم کلی اصلاح شده پایه گذاری شده اند. متغیرهای اساسی در مدل عبارتند از تنش متوسط $p = \frac{(\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3)}{3}$ ، تنش انحرافی $q = \sigma_1 - \sigma_3$ ، مکش بافتی $S = u_a - u_w$ و حجم مخصوص $v = 1 + e$ ، که u_w فشار آب حفره ای، u_a فشار هوای حفره ای و e نسبت تخلخل هستند. مثلاً مدل رفتاری کاربو برای خاک های غیراشباع بشکل ساده ذیل در سال ۱۹۸۸ ارائه شده است [۱]:

$$q = M \cdot f \left[(p - u_a), (u_a - u_w) \right] \quad (1)$$

$$M = M' \left(\frac{1}{\alpha} \right) + \left(\frac{-\Delta v}{\Delta e} \right)_f$$

$$\frac{1}{\alpha} = \left[1 + \frac{f(s)}{p} \right]$$

که $\left(\frac{-\Delta v}{\Delta e} \right)$ همان نشانه اتساع می باشد.

در سال ۱۹۸۹، مدل رفتاری فردلند به شکل ذیل ارائه شد [۲]:

$$q = M \cdot (p - u_a) + K \cdot (u_a - u_w) \quad (2)$$

$$q_f = M \cdot (p - u_a)$$

در روابط فوق M ، مشخصه مصالح وابسته به تنش است و K ثابت خاک است.