

## مدلسازی تغییرات مدول الاستیسیته تانژانتی اولیه و زاویه اصطکاک داخلی با تنش همه- جانبه در مصالح سنگریزه‌ای

پردیس علوی سبزواری<sup>۱</sup>، سید محمدرضا امام<sup>۲</sup>

دانشکده عمران و محیط زیست، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران

Alavi\_p1989@aut.ac.ir

### خلاصه

در پژوهش حاضر مدول الاستیسیته تانژانتی اولیه و تانژانت زاویه اصطکاک داخلی برای ۵۰ نمونه مصالح سنگریزه‌ای تحت مقادیر مختلف تنش همه‌جانبه تعیین شده است. جهت تحلیل تغییرات  $E_i:\sigma_3$  و  $\tan(\varphi):\log(\sigma_3)$ ، در این مطالعه چند پارامتر رفتاری جدید برای مصالح سنگریزه‌ای تعریف گردیده است. برای تغییرات  $E_i:\sigma_3$ ، دو پارامتر شیب تغییرات  $(S_{Ei})$  و مدول الاستیسیته تانژانتی اولیه  $(E_i)$  در  $\sigma_3=1$  MPa، که  $(E_i)_1$  نامیده شده است، و برای تغییرات  $\tan(\varphi):\log(\sigma_3)$ ، دو پارامتر شیب تغییرات  $(S_{\tan\varphi})$  و تانژانت زاویه اصطکاک داخلی  $(\tan(\varphi))_1$  در  $\sigma_3=1$  MPa، که  $(\tan(\varphi))_1$  نامیده شده، مورد استفاده قرار گرفته است. در نهایت روابطی برای پیش‌بینی پارامترهای رفتاری سنگریزه‌ها در محدوده‌ای با میزان خطای قابل قبول (خطوط با فاصله +1 و -1 انحراف استاندارد از میانگین) برای تغییرات  $E_i:\sigma_3$  و  $\tan(\varphi):\log(\sigma_3)$  پیشنهاد گردیده است. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که روابط بدست آمده براساس روش پیشنهادی می‌توانند برای پیش‌بینی پارامترهای رفتاری مصالح سنگریزه‌ای با میزان خطای قابل قبول مورد استفاده قرارگیرند. تحقیق حاضر همچنین نشان داد که میزان ریزدانه موجود در مصالح سنگریزه‌ای بر تغییرات پارامترهای رفتاری این مصالح تاثیر قابل توجهی دارد.

کلمات کلیدی: مصالح سنگریزه‌ای، مدل هذلولی، مدول الاستیسیته تانژانتی اولیه، زاویه اصطکاک داخلی، تنش همه‌جانبه

### ۱. مقدمه

با توجه به اینکه مصالح سنگریزه‌ای رفتاری غیر خطی و وابسته به سطح تنش دارند، در این پژوهش از مدل هذلولی [۱] که مدلی ساده و کاربردی است و با تقریب خوبی رفتار مکانیکی این مصالح را تخمین می‌زند، استفاده گردیده است. پارامترهای مدل مذکور عبارتند از:  $E_i$ ،  $\tan$ ،  $R_f$ ،  $C$  و  $\Phi$ . دو پارامتر از پارامترهای این مدل  $(C, \Phi)$ ، پارامترهای مقاومتی موهر-کولمب هستند و چهار پارامتر دیگر نیز به راحتی با در دست داشتن اطلاعات مربوط به سه آزمایش سه‌محوری، به دست می‌آیند. پارامترهای مذکور توسط روابط زیر قابل تعیین هستند:

$$(\sigma_1 - \sigma_3) = \frac{\varepsilon_a}{a + b\varepsilon_a} \quad (1)$$

که در آن  $\sigma_1$  و  $\sigma_3$ : تنش‌های اصلی حداقل و حداکثر،  $\varepsilon_a$ : کرنش محوری، و  $a$  و  $b$ : دو پارامتر ثابت هستند.

$$\begin{cases} a = \frac{1}{E_i} \\ b = \frac{1}{(\sigma_1 - \sigma_3)_{ult}} \end{cases} \quad (2)$$

رابطه (۱) را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$\frac{\varepsilon_a}{(\sigma_1 - \sigma_3)} = a + b\varepsilon_a \quad (3)$$

پارامتر نسبت گسیختگی  $(R_f)$  به صورت زیر تعریف می‌شود که در آن  $(\sigma_1 - \sigma_3)_f$  تنش تفاضلی گسیختگی خاک است.