

## مقایسه بین نتایج تحکیم استاندارد با نتایج تحکیم به روش‌های غیر استاندارد و ارائه مدل‌های تهیه شده توسط FLAC 3D

مهین کرباسی راوری<sup>۱</sup>، علی سنایی راد<sup>۲</sup>، علی محمد اکبری ترکستانی<sup>۳</sup>  
۱- مربی آموزشی دانشگاه صنعتی اراک - اراک - خیابان دانشگاه  
۲- استادیار دانشگاه اراک - اراک - سردشت  
۳- دانشجو کارشناسی ارشد عمران - خاک و پی دانشگاه اراک - سردشت

mkravari@yahoo.com

### خلاصه

آزمایش تحکیم به منظور تعیین پارامترهای تحکیمی خاک، روش‌های مختلفی دارد. در این تحقیق از سه روش تحکیم استاندارد، تحکیم با نرخ کرنش ثابت (CRS) و تحکیم با گرادیان هیدرولیکی ثابت (CG)، جهت مدل‌سازی عددی استفاده شده است. نرم‌افزار مورد استفاده جهت مدل‌سازی عددی FLAC3D است که بر اساس روش عددی تفاضلات محدود می‌باشد. در این تحقیق جهت مقایسه نتایج حاصل از FLAC3D با نتایج آزمایشگاهی از دو نمونه خاک آزمایش شده از نمونه خاک‌های شهر Gemas و شهر گوتنبرگ با خصوصیات خمیری و نفوذپذیری متفاوت استفاده شده است. نتایج حاصله از نرم‌افزار FLAC3D تطابق نسبتاً خوبی با نتایج آزمایشگاهی دارند و با کاهش تعداد پله های زمانی (time step) تقریب‌های حاصل از مشخصات نمونه‌ها می‌توان هماهنگی بین نتایج را به حداکثر ممکن افزایش داد.

کلمات کلیدی: تحکیم، استاندارد، غیر استاندارد، FLAC3D

### ۱. مقدمه

در صورت اعمال سربار بر روی لایه‌های بدون زهکشی فشار حفره‌ای در لایه رسی بالا می‌رود. به محض اتمام مرحله‌ی بارگذاری و پس از اعمال شرایط زهکشی لایه، فشار آب حفره‌ای کاهش می‌یابد و نتیجه‌ی این عمل تغییرات حجم لایه‌ی خاک می‌باشد. اگر فشار حفره‌ای تولید شده در خاک مثبت باشد، در نتیجه خاک به سمت کاهش حجم میل می‌کند و پدیده تحکیم اتفاق می‌افتد و در صورتی که فشار حفره‌ای تولید شده منفی باشد، خاک به سمت افزایش حجم گرایش دارد و پدیده تورم صورت می‌گیرد [۱].

این کاهش حجم به صورت نشست در خاک ظاهر می‌شود و مقدار این نشست بر اساس رابطه‌ی تنش-کرنش قابل تعیین می‌باشد و نرخ جریان آب حفره‌ای و مدت زمان تحکیم به شدت وابسته به نفوذپذیری خاک است.

برای نخستین بار کارل ترزاقی در سال ۱۹۲۳ میلادی تئوری نشست تحکیمی خاک را بنا نهاد و نخستین دستگاه آزمایش تحکیم را که به عنوان دستگاه "ادومتر" شناخته می‌شود ابداع نمود. در روش تحکیم استاندارد نمونه داخل دستگاه ادومتر از بالا و پایین زهکشی می‌گردد و در طول آزمایش تغییر شکل نمونه در راستای قائم ثبت می‌شود. نحوه‌ی بارگذاری در این روش به صورت مرحله‌ای می‌باشد به این صورت که پس از هربار بارگذاری نمونه به مدت حداکثر یک شبانه‌روز در شرایط زهکشی شده تحت این میزان بار فشرده می‌شود و پس از این مدت، میزان بار ۲ برابر می‌گردد این روند تا تحکیم کامل نمونه ادامه می‌یابد. این آزمایش بر روی نمونه‌های دست خورده یا دست نخورده دیسکی شکل (سطح مقطع افقی مدور) در ابعادی با قطر حداقل ۵۰ میلی‌متر و ضخامت حداقل ۱۳ میلی‌متر انجام می‌گیرد [۲]. روش تحکیم استاندارد مناسب برای خاک‌های با نفوذپذیری پایین می‌باشد. این در حالی است که مدت زمان لازم برای انجام آزمایش ممکن است یک هفته به طول انجامد.

<sup>۱</sup> مربی آموزشی دانشگاه صنعتی اراک

<sup>۲</sup> استادیار دانشگاه اراک

<sup>۳</sup> دانشجو کارشناسی ارشد مهندسی عمران - خاک و پی دانشگاه اراک