



## بررسی ظرفیت باربری دینامیکی پی‌های سطحی در حالت سه‌بعدی

کاظم برخوردار<sup>۱</sup>، حسین عمادی<sup>۲</sup>

۱- استادیار گروه خاک و پی دانشکده‌ی عمران دانشگاه یزد

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران - خاک‌وپی، دانشگاه یزد

:

Civil.he2184@gmail.com

### خلاصه

سال‌های متعددی است بحث در مورد حداکثر باری که خاک در لحظه‌ی گسیختگی می‌تواند تحمل کند و به عنوان ظرفیت باربری از آن نام برده می‌شود، مطرح است. محققین زیادی در این زمینه کار کرده‌اند و به نتایج مختلفی دست یافته‌اند. اما آن‌چه در این خصوص حائز اهمیت است بحث کاهش ظرفیت باربری پی‌های سطحی در هنگام اعمال بارهای دینامیکی همچون زلزله می‌باشد. در این مقاله سعی شده تا درخصوص نتایج این مطالعات بحث و بررسی شده و مقایسه‌ای بین نتایج حاصل از تحلیل‌های سه‌بعدی و دوبعدی با یکدیگر شود. آن‌چه که به عنوان یک پیشنهاد در پایان این مقاله آورده شده است، لزوم استفاده از تحلیل‌های دینامیکی صریح در حالت سه‌بعدی در سازه‌های با درجه‌ی اهمیت بالا می‌باشد.

**کلمات کلیدی:** ظرفیت باربری دینامیکی، پی‌های سطحی، سه‌بعدی

### ۱. مقدمه

بررسی تأثیر زلزله بر عملکرد پی‌ها، به گسترده‌ی تحقیقاتی که درباره‌ی ظرفیت باربری استاتیکی شالوده‌های سطحی انجام شده، صورت نگرفته است. با این حال تاکنون محققین اندکی نیز به مطالعه و بررسی ظرفیت باربری دینامیکی پی‌های سطحی پرداخته‌اند. متداول‌ترین روش‌های مورد استفاده در تعیین ظرفیت باربری پی‌ها، روش‌های حدی هستند. این روش‌های تئوریک بررسی مسأله، عمدتاً به سه گروه کلی روش تعادل حدی، روش خطوط مشخصه و روش آنالیز حدی استوار است.

روش تعادل حدی مرسوم‌ترین روش تحلیل در مهندسی ژئوتکنیک است. در این روش ابتدا یک سطح لغزش فرض می‌شود. سپس برای به دست آوردن بار حدی نهایی، معادلات تعادل استاتیکی حل می‌شوند. مشکل عمده‌ی این روش انتخاب و یا به دست آوردن بحرانی‌ترین سطح لغزش است. مشاهدات آزمایشگاهی یا صحرایی به تخمین بهتر سطح لغزش کمک می‌کند. معادلات تعادل معمولاً به روش‌های محدودی ارضاء می‌شوند. مثلاً ممکن است فقط تعادل نیروها ارضاء شده و تعادل لنگرها ارضاء نشود. حل مسئله با سعی و خطا انجام می‌شود. یعنی سطوح لغزش بسیاری تحلیل می‌شوند تا سطح لغزش بحرانی به دست آید. روش‌های مختلفی نیز برای بهینه‌سازی سطح لغزش توسط محققین به کار رفته است. در نتیجه با انتخاب معیار گسیختگی و در نظر گرفتن یک مکانیسم گسیختگی فرضی، بار حدی به کمک حل تمام یا بخشی از معادلات تعادل در توده‌ی خاک گسیخته شده به دست می‌آید. با تغییر مکانیسم گسیختگی و بهینه‌سازی آن، مقدار بهینه‌ی بار حدی تعیین می‌گردد. در این روش یک حل تقریبی از بار گسیختگی انجام می‌پذیرد. با استفاده از این روش نمی‌توان مرز بالا و پایینی برای مدل در نظر گرفت و به حل دقیقی رسید. این روش بیشتر در مورد تحلیل پایداری شیب‌های خاکی استفاده می‌شود و توسط محققین بسیاری برای تحلیل ظرفیت باربری پی‌ها نیز به کار رفته است که در این رابطه می‌توان به روش‌های سارما و یوسفلیس (۱۹۹۰)، ریچاردز و همکاران (۱۹۹۳) و بودهو و آلکرنی (۱۹۹۳) اشاره کرد [۱-۳].

در روش خطوط مشخصه، از ترکیب معادلات تعادل با معادله‌ی سطح خمیری، دستگاهی از معادلات دیفرانسیل هذلولی به دست می‌آید که به معادلات تعادل خمیری موسوم هستند. سپس معادلات تعادل تنش با استفاده از معیار گسیختگی موهر-کولمب با ارضاء شرایط مرزی تنش در نقاط مختلف خاک حل و در نهایت بار حدی تعیین می‌شود. در این روش فرض می‌شود که در حالت حدی تمام نقاط خاک به گسیختگی می‌رسند. پس از

<sup>۱</sup> عضو هیئت علمی گروه عمران دانشگاه یزد، چهارراه پژوهش، دانشگاه یزد، دانشکده‌ی مهندسی عمران.

<sup>۲</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران - خاک و پی، یزد، چهارراه پژوهش، دانشگاه یزد، دانشکده‌ی مهندسی عمران.