



## بررسی عددی تاثیر نیروی دینامیکی بر ظرفیت باربری پی های سطحی

جواد نظری افشار<sup>۱</sup>، محمود قضاوی<sup>۲</sup>

۱- هیات علمی - دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرقدس - تهران

۲- هیات علمی - دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی - تهران

:

nazariafshar@yahoo.com

### خلاصه

استفاده از روشهای مبتنی بر تعادل حدی روشی مفید جهت برآورد ظرفیت باربری پی های سطحی می باشد که روشهای مشهوری چون روش ترزاقی، مایرهوف، وسیک، هسن از این جمله می باشند. مطابق با نظر آیین نامه هایی مانند آیین نامه بتن ایران تنش مجاز خاک یا بار مجاز شمع در هنگام وجود باد یا زلزله را می توان حداکثر تا ۳۳ درصد افزایش داد. در حالی که این نوع نگرش بدون در نظر گرفتن شرایط ژئوتکنیکی و دیگر پارامترهای تاثیر گذار بر ظرفیت باربری پی خیلی مناسب نمی باشد. با توجه به لرزه خیزی کشور ایران و حاکم بودن نیروی جانبی لرزه ای ناشی از زلزله در طراحی سازه ها در اغلب موارد بالطبع لازم است که درک صحیحی از رفتار پی ها در هنگام اعمال نیروهای لرزه ای علاوه بر نیروهای استاتیکی صورت گیرد. در این مقاله با استفاده از تکنیک عددی اجزا محدود به بررسی تاثیر تغییر مقدار زاویه اصطکاک داخلی و چسبندگی و مدول الاستیسیته خاک و عرض پی بر نشست ناشی از بار استاتیکی و نیروی دینامیکی ناشی از زلزله پرداخته شده است.

**کلمات کلیدی:** پی های سطحی، ظرفیت باربری، نیروی زلزله، نشست پی، روش اجزای محدود

### ۱. مقدمه

پی یک سازه می بایست طوری انتخاب شود که دو وظیفه، انتقال بار روسازه به داخل توده خاک یا سنگ زیر سازه و کنترل مقدار نشست سازه در اثر بار روسازه را به خوبی انجام دهد. در علم مهندسی ژئوتکنیک دو وظیفه یاد شده را به ترتیب کنترل حدی شکست و کنترل حدی نشست می گویند. بارهای وارده به سازه به دو گروه بارهای استاتیکی و دینامیکی تقسیم بندی می شوند. بارهای استاتیکی شامل بارهای مرده، زنده یا برف، فشار جانبی خاک می باشد و بارهای دینامیکی شامل بار زلزله، باد، بار ماشین آلات و بارهای ضربه ای می باشد. در شکل ۱ نیروهای وارده بر یک سازه بصورت شماتیک نشان داده شده است. امروزه روشهای متداولی همچون روش ترزاقی، مایرهوف، وسیک، هسن برای محاسبه ظرفیت باربری استاتیکی پی های سطحی وجود دارد که ظرفیت باربری پی های سطحی را با اعمال ضرایب ایمنی لازم در حد قابل قبولی برآورد می نماید. در مورد تاثیر نیروی دینامیکی مانند زلزله در آیین نامه بتن ایران (مبحث ۹ مقررات ملی ساختمان) ذکر شده است که: "در مواردی که باد یا زلزله یکی از عاملهای ترکیب بار باشند تنش مجاز خاک یا بار مجاز شمع را می توان حداکثر تا ۳۳ درصد افزایش داد" [۲]. البته افزایش ظرفیت باربری تا ۳۳ درصد منوط به رعایت موارد ذکر شده در بند (۷-۴-۲-۶) مبحث پی و پی سازی تحت عنوان "ملاحظات لرزه ای" می باشد. با توجه به نوع روسازه، پی های سطحی ممکن است در مواجهه با بارهای دینامیکی متفاوتی قرار گیرند. بارهای دینامیکی ممکن است یکی از حالتها: (۱) بار ساده با سرعت متغیر (۲) بار لرزه ای (۳) بارگذاری متناوب (۴) بار ضربه باشد. ظرفیت باربری پی های سطحی هنگام مواجهه با بارهای مذکور متفاوت از حالت بارگذاری استاتیکی می باشد. عملکرد پی های سطحی در اثر بارهای دینامیکی تابع عوامل زیر می باشد [۳]:

۱- طبیعت و بزرگی بارهای دینامیکی

۲- تعداد اعمال بارهای دینامیکی

۳- نرخ کرنش پاسخ خاک در برابر بار اعمالی

ظرفیت باربری پی های سطحی ممکن است در اثر بارهای لرزه ای کاهش یابد و نشست و دوران در پی ها افزایش یابد. کاهش ظرفیت باربری پی ها، بستگی به طبیعت و نوع خاک و پارامترهای شتاب زمین در خاک غیر روانگرا دارد. در خاک های روانگرا ساختمان های متکی به پی های سطحی ممکن است نشست و دوران بیشتری داشته باشند. تجارب زلزله Michoacan-Guerrero حاکی از آن است که مقدار بار قائم و لنگر وارده بر پی تاثیر بسزایی در رفتار لرزه ای پی های سطحی دارد. مقاومت خاک در هنگام اعمال بار دینامیکی بسته به نوع خاک و شرایط ژئوتکنیکی (مانند وجود آب زیر زمینی یا شرایط زهکشی) تاثیر زیادی در کاهش مقاومت خاک و افزایش نشست پی در اثر بارهای لرزه ای دارد. در اغلب اوقات نشست بیش از حد