



محاسبه فشار محرک خاک با استفاده از تئوری آنالیز حد بالا و معیار تسلیم غیر خطی

توحید اخلاقی^{۱*}، حامد نوروزی^۲، پیمان حمیدی^۳

۱- استاد یار دانشکده عمران- دانشگاه تبریز

۲- کارشناس ارشد شرکت مهندسی مشاور خاک و راه آزما

۳- دانشجوی دکتری خاک و پی- دانشگاه تبریز

* takhlaghi@tabrizu.ac.ir

خلاصه

محاسبه فشار جانبی خاک در حالت‌های محرک و مقاوم، یکی از مسائل پایداری کلاسیک در مکانیک خاک می‌باشد. از آنجایی که نتایج حاصل از آزمایشات حاکی از غیرخطی بودن پوش گسیختگی و وابسته بودن زاویه اصطکاک داخلی خاک به مقدار تنش نرمال می‌باشد، لذا در این مقاله از معیار تسلیم غیرخطی موهر- کلمب برای محاسبه فشار جانبی محرک خاک استفاده شده است. در این تحقیق، برای محاسبه کار انجام گرفته و اتلاف انرژی درونی از معیار تسلیم خطی که در هر نقطه مماس بر معیار تسلیم غیرخطی واقعی می‌باشد، بهره‌گیری شده و حد بالای فشار محرک خاک تحت شرایط مختلف محاسبه و تاثیر پارامترهای مختلف نظیر، ضریب انحنای پوش گسیختگی، چسبندگی اولیه خاک و سایر پارامترهای تاثیرگذار مورد بررسی قرار گرفته و نتایج بدست آمده از این روش با نتایج سایر تحقیقات انجام یافته مقایسه شده است.

کلمات کلیدی: آنالیز حد بالا، فشار محرک خاک، معیار تسلیم غیر خطی، مکانیزم گسیختگی انتقالی

۱. مقدمه

حد بالای بار گسیختگی برای مصالح پلاستیک ایده‌آل را می‌توان با انتخاب یک مکانیزم گسیختگی سینماتیک و انجام محاسبات نرخ کار مناسب بدست آورد. بر اساس قضیه حد بالا از تئوری‌های آنالیز حدی، مقدار بار حاصل از تساوی نرخ کار خارجی با نرخ اتلاف انرژی درونی در مود تغییر شکل فرضی (یا میدان سرعت فرض شده) که: (۱) شرایط مرزی سرعت؛ و (۲) شرایط سازگاری سرعت و کرنش را ارضا نماید، هرگز کمتر از بار گسیختگی واقعی نخواهد بود. اتلاف انرژی ناشی از جریان پلاستیک (جریان خمیری) را می‌توان با ایده‌آل سازی نسبت تنش/نرخ کرنش (که قانون جریان نامیده می‌شود) محاسبه کرد. میدان سرعتی که شرایط فوق را ارضا نماید، تحت عنوان میدان سرعت سازگار سینماتیکی نامیده می‌شود. دقت حل در این روش بستگی کامل به دقت در انتخاب مکانیزم گسیختگی و نزدیکی آن به سطح گسیختگی واقعی دارد [1].

به دلیل اهمیت بالای موضوع فشار جانبی خاک در مبحث مکانیک خاک، محققین زیادی تلاش کرده‌اند تا روشهایی برای محاسبه فشار جانبی مقاوم و محرک خاک بر دیوارهای حائل ارائه دهند. روشهای ارائه شده را می‌توان به چهار گروه اصلی (۱) روش تعادل حدی؛ (۲) روش خط لغزش؛ (۳) تئوری‌های آنالیز حدی؛ و (۴) تکنیکهای المان محدود، تقسیم بندی کرد.

تکنیکهای المان محدود، نسبت به روشهای تعادل حدی مقادیر نسبتاً دقیقتری برای بار گسیختگی پلاستیک می‌دهند. هر چند که هزینه محاسبات و پیچیدگی‌های تکنیکهای المان محدود برای کاربرد در مسائل عملی ژئوتکنیک عامل منفی برای این قبیل راه‌حلها می‌باشند. روش تعادل حدی متداولترین روش برای تخمین فشار جانبی خاک در حالت استاتیکی می‌باشد، به نظر می‌رسد دلیل این امر استفاده و فرمولبندی ساده این روش و این نکته می‌باشد که روش تعادل حدی به خوبی شناخته شده و توسط اکثر مهندسان پذیرفته شده است. آنالیزهای حدی روش ریاضی بسیار توانمند برای محاسبه حد بالا و پایین بار گسیختگی واقعی می‌باشند. استفاده از معیار گسیختگی خطی شده در تحلیل‌های حدی (آنالیز حد بالا و حد پایین)، باعث می‌شود تا بتوان مسائل پایداری را با یک برنامه‌ریزی خطی فرمولبندی کرد. تحقیقاتی صورت گرفته است که در آنها از ترکیب آنالیزهای حدی و المان محدود و برنامه ریزی خطی برای تحلیل مسائل پایداری استفاده شده است [2,3]. تجربیات موجود حاکی از این است که پوش گسیختگی اکثر خاکها در شرایط طبیعی غیرخطی بوده و زاویه اصطکاک داخلی در اکثر خاکها و به ویژه در خاکهای دانه‌ای با افزایش فشار محصور کننده کاهش می‌یابد [4,5]. با توجه به اینکه تحقیقات بسیار پراکنده‌ای برای محاسبه فشار محرک و مقاوم خاک، به خصوص با فرض معیار تسلیم غیر خطی و استفاده از