

روش ناحیه‌ی نزدیک در تحلیل اندرکنش خاک و سازه‌ی سازه‌های ساختمانی با پی

سطحی

چکیده

بررسی‌های صورت گرفته پس از زلزله‌های تاریخی شاخص نشان داده است که پاسخ سازه و نرخ خسارات ایجاد شده در حین وقوع زلزله به شدت تحت تأثیر فاکتورهای ژئوتکنیکی قرار دارد. رشته‌ی مهندسی ژئوتکنیک لرزه‌ای محصول تحقیقات انجام گرفته پس از زلزله‌های خسارت‌بار آلاسکای آمریکا و نیگاتای ژاپن در سال ۱۹۶۴ است. بررسی اثرات خاک زیرین بر پاسخ لرزه‌ای سازه مهم‌ترین هدف مهندسان ژئوتکنیک لرزه‌ای است. در سازه‌های سنگین و با سختی بالا مثل نیروگاه‌های هسته‌ای، برج‌ها، آسمان‌خراش‌ها و بزرگراه‌های چند طبقه اثر اندرکنش برجسته و حساس است. با این همه، به دلیل وجود پیچیدگی‌های زیاد در مسائل اندرکنش خاک و سازه، هنوز هم برای بسیاری از مسائل در این حوزه، جواب‌های دقیقی در دسترس نیست و همین پیچیدگی‌ها سبب می‌شود تا در عمل در بسیاری از موارد از اثرات اندرکنش خاک و سازه صرف نظر شود. بر این اساس می‌توان ضرورت انجام تحقیقات بیشتر و توسعه‌ی مدل‌های اندرکنش ساده‌تر را احساس کرد. پژوهشگران مختلف روش‌های متفاوتی برای مدل‌سازی مسایل اندرکنش خاک و سازه ارائه کرده‌اند. این روش‌ها را می‌توان در دو دسته‌ی کلی روش زیرسازه و روش مستقیم تقسیم بندی کرد. روش مستقیم مبتنی بر مدل‌سازی همزمان سازه و خاک زیرین است. در این روش می‌توان رفتار غیرخطی خاک، روانگرایی، بلندشدگی و سایر پدیده‌های پیچیده‌ی مشابه را با دقت مناسب شبیه‌سازی کرد. اما این روش در کنار مزایا، محدودیت‌هایی جدی دارد که از آن جمله می‌توان به بالا بودن هزینه‌ی محاسبات در این روش اشاره کرد. بالا بودن هزینه‌ی محاسبات در این روش عمدتاً ناشی از تعداد زیاد درجات آزادی در مدل‌های تحلیلی و استفاده از مدل‌های رفتاری پلاستیسیته به منظور شبیه‌سازی رفتار غیرخطی خاک است. بر این اساس تلاش‌هایی در جهت ساده‌سازی و افزایش کارایی روش مستقیم صورت گرفته است. استفاده از روش خطی معادل یکی از روش‌هایی است که با بهره‌گیری از آن می‌توان بازده روش مستقیم را تا حد زیادی افزایش داد. در این روش به جای استفاده از مدل‌های رفتاری پیچیده، رفتار خاک به صورت خطی مدل‌سازی شده ولی مشخصات دینامیکی خاک در هر لایه با توجه به سطح کرنش در آن لایه اصلاح می‌شود. از آنجا که این روش برای کرنش‌های تا حدود یک درصد قابل کاربرد است، بنابراین کاربرد آن در مجاورت فونداسیون با خطا همراه است چرا که روش خطی شده‌ی معادل اثرات وجود سازه بر خاک را لحاظ نکرده و بنابراین تأثیر اندرکنش اینرسی بر مشخصات خاک اطراف فونداسیون در نظر گرفته نمی‌شود. در تحقیق حاضر به منظور برطرف نمودن این محدودیت روش خطی شده‌ی معادل، روش ناحیه‌ی نزدیک پیشنهاد شده است. در این روش محیط خاکی به دو ناحیه‌ی نزدیک و دور تقسیم شده و خواص مکانیکی خاک در ناحیه‌ی نزدیک با لحاظ نمودن اثرات اندرکنش اینرسی اصلاح می‌شود. برای این منظور ابتدا عوامل اثرگذار بر تغییر خصوصیات مکانیکی خاک در ناحیه‌ی نزدیک مورد شناسایی قرار گرفت و پس از بررسی این عوامل، پارامترهای بی‌بعد نسبت سختی، نسبت لاغری و نسبت جرم به عنوان پارامترهای اصلی کنترل‌کننده‌ی پاسخ سیستم اندرکنش خاک و سازه در نظر گرفته شده و روابطی برای محاسبه‌ی این پارامترها بر اساس خصوصیات سازه و خاک توسعه داده شد. در ادامه با انجام مطالعه‌ی پارامتریک جامعی، میزان و چگونگی تأثیر این پارامترها بر خواص ناحیه‌ی نزدیک مورد بررسی قرار گرفت و روابطی نیمه تحلیلی برای محاسبه‌ی خصوصیات هندسی (ابعاد در پلان و عمق) و مکانیکی (مدول برشی و نسبت میرایی) ناحیه‌ی نزدیک پیشنهاد داده شده است. همچنین به منظور بررسی کارایی و عملکرد روش، مثال‌هایی شامل یک ساختمان واقعی موجود و چهار ساختمان قاب خمشی فولادی فرضی در نظر گرفته شده و پاسخ‌های حاصل از اعمال روش ناحیه‌ی نزدیک در آنالیز این ساختمان‌ها مورد بررسی قرار گرفته است. در مورد ساختمان واقعی، پاسخ‌های ناحیه‌ی نزدیک با پاسخ‌های ثبت شده در ساختمان مقایسه شده ولی در مورد ساختمان‌های فولادی فرضی، این پاسخ‌ها با پاسخ‌های حاصل از مدل‌های پلاستیسیته‌ی

خاک مقایسه شده است. همچنین به منظور مقایسه، مدل سازی اندرکنش با استفاده از مدل وینکلر غیرخطی پیشنهاد شده توسط El Ganainy نیز انجام شده است. نتایج حاصل از این مثال‌ها نشان می‌دهد که تقریباً در غالب موارد، کاربرد روش ناحیه‌ی نزدیک منجر به افزایش دقت و کارایی می‌شود. همچنین استفاده از این روش می‌تواند به میزان قابل توجهی سبب کاهش زمان و هزینه‌ی آنالیزها به روش مستقیم شود.

کلمات کلیدی: اندرکنش خاک و سازه، روش ناحیه‌ی نزدیک، مدول برشی، نسبت میرایی