

بررسی تاثیر طول موج حرکات لرزه ای زمین بر ناپایداری دینامیکی شیروانی ها

محمد مهدی شهرابی

کارشناس ارشد ژئوتکنیک، مهندسین مشاور آگیر، تهران، ایران

mahdi89sh@yahoo.com

فردین جعفرزاده

دانشیار، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران

fardin@sharif.edu

هادی فرحی جهرمی

دانشجوی دکتری، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران

mani_ff@yahoo.com

کلید واژه‌ها: ناپایداری شیروانی، مدلسازی عددی، تشدیدهای توپوگرافی، امواج سطحی

چکیده

به وجود آمدن امواج ریلی (Rayleigh) در نزدیکی سطح زمین تحت اثر امواج حجمی منتشر شده، در ادبیات به صورت مفصل مورد بحث قرار گرفته است. این پدیده عموماً در نواحی با نامنظمی‌های سطحی به وجود می‌آید، مثلاً در شیروانی‌ها. علاوه بر این، شیروانی‌های خاکی در حین وقوع زلزله، در اثر ایجاد نیروهای اینرسی اضافی که روی گوه‌های دارای پتانسل لغزش اثر می‌کنند، در معرض ناپایداری قرار می‌گیرند. اگرچه به نظر می‌رسد که تاثیر تشدیدهای ناشی از توپوگرافی در بررسی رفتار لرزه‌ای شیروانی‌ها و جابجایی‌های ایجاد شده در اثر آن به خوبی مورد بررسی قرار نگرفته است. در این تحقیق، ضمن اثبات اینکه چگونه این واقعیت شاهدهی رفتار وابسته به فرکانس ناپایداری لرزه‌ای در شیروانی‌های خاکی می‌باشد، به بررسی تاثیر طول موج امواج زلزله بر این پدیده پرداخته شده است. به همین منظور، از یک مدل عددی اجزای محدود (Finite Element Model) صحت سنجی شده برای بررسی تاثیر طول موج امواج حجمی برخوردی به شیروانی بر تشکیل امواج سطحی ریلی استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد که برای افزایش دقت استفاده از روابط تخمینی پیش‌بینی جابجایی‌های شیروانی در اثر ناپایداری‌های لرزه‌ای، تشکیل امواج سطحی و تشدیدهای ناشی از آن باید در نظر گرفته شود. در آخر، مفهوم "عمق موثر تشدیدهای سطحی" به عنوان پلی بین دو مفهوم کلاسیک تشدیدهای سطحی و ناپایداری لرزه‌ای شیروانی‌ها در مهندسی ژئوتکنیک لرزه‌ای، معرفی شده است.

مقدمه

امواج لرزه‌ای حجمی پس از برخورد به سطح زمین، به علت وجود ناهمواری‌های توپوگرافی دچار تغییر ماهیت می‌شوند. در زلزله‌های متعددی، شتاب‌های حداکثر شدیدی روی سطح و در قله تپه‌ها، شیب‌ها و شیروانی‌های پله‌ای اندازه‌گیری شده است. برای مثال در Matsuzaki ژاپن، روی یک تپه شتاب حداکثر اندازه‌گیری شده روی قله، $2/5$ برابر شتاب اندازه‌گیری شده در نزدیکی پنجه آن بوده است (Jibson, 1987). انعکاس و انکسار امواج، به عنوان علت اصلی تشدید امواج لرزه‌ای در نزدیکی شیروانی‌ها شناخته شده است. معمولاً امواج SH منتشر شده باعث تشکیل دیگر انواع موج‌ها نمی‌شوند (برای مثال P، SV و Rayleigh). در واقع، امواج SH می‌توانند باعث ایجاد امواج Love شوند، در شرایط خاص سایت که منجر به محبوس شدن امواج لرزه‌ای در لایه‌ای کم عمق نزدیک به سطح زمین شود (لایه‌ای نرم روی لایه‌ای سخت). از طرفی، امواج SV منتشر شده در نزدیکی سطح شیروانی‌ها، به صورت امواج دیگری به خصوص امواج Rayleigh بازتاب می‌شوند. همچنین نشان داده شده است که دامنه تشدید امواج SV می‌تواند بیشتر از دامنه تشدید امواج SH باشد (Asimaki and Gazetas, 2004). طبق بررسی‌های Harumi و Ohtsuki (1983)، امواج Rayleigh به وسیله امواج SV ورودی در اطراف پنجه شیروانی تشکیل شده، و سپس روی سطح شیروانی به طرف تاج منتشر می‌شوند. اشاره شده است که امواج Rayleigh منتشر شده در پشت تاج شیروانی، دامنه‌ای در حدود ۳۵-

