



بهینه‌سازی میرایی و سرعت موج فشاری در تحلیل خطی پاسخ قائم زمین در دامنه زمان

سید صادق بهرسی^۱، امین کشاورز^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران-دانشگاه آزاد اسلامی واحد بوشهر

۲- استادیار مهندسی عمران-دانشگاه خلیج فارس-بوشهر

keshavarz@pgu.ac.ir

خلاصه

تحلیل پاسخ زمین یکی از مسائل اساسی در مهندسی ژئوتکنیک لرزه‌ای است. در اغلب مواقع، از پاسخ قائم زمین صرف‌نظر می‌شود. ولی با توجه به زلزله‌های اخیر و نتایج شتاب نگاشت‌های قائم ثبت شده از آن‌ها اهمیت پاسخ قائم سایت دو چندان می‌نماید. در این مقاله از مدل جرم متمرکز برای تحلیل پاسخ قائم زمین در حالت خطی در دامنه زمان استفاده شده است. از مشخصات سایت Turkey Flat برای انجام تحلیل‌ها استفاده گردید. پارامترهای سرعت موج فشاری و میرایی خاک به عنوان پارامترهای بهینه‌سازی انتخاب گردیدند. برای بهینه‌سازی از تابع بهینه‌سازی patternsearch در MATLAB استفاده گردید. نتایج تحلیل‌های نشان می‌دهند که پاسخ‌های محاسبه شده به پاسخ‌های واقعی اندازه‌گیری شده بسیار نزدیک هستند.

کلمات کلیدی: پاسخ قائم زمین، تحلیل خطی، دامنه زمان

۱. مقدمه

تحلیل پاسخ زمین یکی از مسائل اساسی در مهندسی ژئوتکنیک لرزه‌ای است. به بررسی حرکت موج از سنگ بستر تا سطح زمین، تحلیل پاسخ زمین گفته می‌شود. تحلیل پاسخ زمین برای پیش بینی حرکت سطح زمین استفاده می‌شود. پاسخ زمین به ویژگی‌های ستون خاک و حرکت ورودی بستگی دارد [۱]. به دلیل اهمیت پاسخ زمین نرم‌افزارهای زیادی ساخته شده و نظریات زیادی توسعه یافته است. یکی از قدیمی‌ترین این نرم‌افزارها [2] SHAKE می‌باشد که شاید جزو پرکاربردترین و عمومی‌ترین نرم‌افزارهای تحلیل پاسخ زمین است. در این برنامه خاک به صورت یک بعدی در نظر گرفته می‌شود و برای بررسی رفتار غیرخطی خاک از روش خطی معادل استفاده می‌شود. برنامه‌های دیگری نیز وجود دارند که بر اساس روش خطی معادل پاسخ زمین را به دست می‌آورند [۳،۴]. برنامه‌های [۵] DEEPSOIL، [۶] NERA، [۷] D-MOD_2، [۸] SUMDES، [۹] TESS و [۱۰] ONDA نیز برپایه رفتار غیرخطی خاک بنا شده‌اند.

اکثر نرم‌افزارها و مدل‌های توسعه یافته، برای حرکت‌های افقی طراحی شده‌اند ولی مشاهدات صحرایی نشانه‌هایی از تخریب سازه‌های فولادی و بتنی را بر اثر حرکت قائم نشان می‌دهد [۱۱]. در طراحی تحت پاسخ قائم معمولاً نسبت طیف پاسخ عمودی به افقی (V/H) را مقدار ۱/۲ تا ۳/۴ در نظر می‌گیرند [۱۲]، در حالی که در زلزله Northridge این ضریب ۱.۵ و یا در زلزله Kobe، ۲ ثبت شده است [۱۳].

[۱۳] Yang and Yan با حل در دامنه فرکانس و استفاده از روش خطی معادل روشی ارائه کردند که قادر است پاسخ قائم سایت را محاسبه نماید. Mok و همکاران [۱۴] برای تحلیل پاسخ عمودی زمین روشی مشابه حرکت افقی به کار بردند. ایشان برای تحلیل پاسخ عمودی زمین، پارامتر کنترلی ستون خاک را به جای سرعت موج برشی، سرعت موج فشاری در نظر گرفتند. ایشان پیشنهاد نمودند که سرعت موج فشاری خاک که در خاک‌های غیراشباع در سطح زمین با روش‌های ژئوفیزیکی اندازه‌گیری شده، ۴۰ تا ۶۰ درصد کاهش یابد. همچنین Elgamal and Liangcaihe [۱۵] با انجام مطالعاتی روی داده‌های سایت Lotung نتیجه گرفتند که سرعت موج فشاری بایستی ۳/۴ سرعت اندازه‌گیری شده در نظر گرفته شود تا جواب‌ها به جواب‌های اندازه‌گیری شده نزدیک شود.

مطالعات انجام شده برای تحلیل پاسخ عمودی زمین، همه در دامنه فرکانس صورت گرفته است. در این مقاله، با استفاده از مدل‌سازی جرم متمرکز، تحلیل پاسخ زمین برای حرکت عمودی، در دامنه زمان اما برای حالت خطی انجام شده است. پارامترهای سرعت موج فشاری و میرایی به نحوی بهینه‌سازی گردیده‌اند تا طیف پاسخ محاسبه شده در سطح زمین تا حد امکان به طیف پاسخ اندازه‌گیری شده نزدیک شود.