تعیین طیف پاسخ لرزه ای خاکهای ماسه ای در حین تحقیقات ژئوتکنیکی با استفاده از توابع ریاضی موجک (مطالعه موردی در دانشگاه UKM)

علیرضا گلستانی[۱]، علی اکبر حشمتی[۲]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد ژئوتکنیک، دانشگاه علم و صنعت ایران

۲- استادیار گروه ژئوتکنیک، دانشگاه علم و صنعت ایران

Golestani_alireza@civileng.iust.ac.ir

خلاصه

شناخت خصوصیات خاک از قبیل سرعت موج برشی ، مدول برشی، و نسبت میرائی در مسائل مهندسی ژئوتکنیک لرزه‌ای از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. این پارامترها می‌توانند توسط روشهای لرزه‌ای در محل و اندازه‌گیری سرعت انتشار موج در محیط خاک بدست آیند. تحلیل طیفی امواج سطحی (SASW) یکی از روشهای لرزه‌ای است که مقبولیت زیادی دارد. در این روش سرعت موج برشی با استفاده از تحلیل تعداد زیادی سیگنال لرزه‌ای ناپایدار بدست می‌آید. تغییر کردن فرکانس این سیگنال ها در زمان باعث ناپایداری آنها می‌شود. بنابراین، برای تعیین دقیق طیف پاسخ لرزه‌ای لایه خاک مورد نظر در این سیگنال ها استفاده از طیف زمان- فرکانس امری ضروری می باشد. روش تبدیل موجک روش جدیدی است که قابلیت های زیادی در زمینه تحلیل امواج سطحی لرزه‌ای دارد. با استفاده از تبدیل موجک می توان طیف پاسخ لرزه‌ای خاکهای مختلف را شناسایی کرد و صحت انجام آزمایش را به اثبات رساند. در این مقاله، با استفاده ازتبدیل موجک، داده های امواج سطحی ثبت شده در یکی از سایت های دانشگاه UKM مالزی مورد تحلیل قرار گرفت. طیف زمان- فرکانس بدست آمده از این تحلیل به طور دقیق طیف پاسخ لرزه‌ای خاک ماسه‌ای لایه مورد نظر را به وضوح نشان داد. شناخت لایه ماسه‌ای مورد نظر توسط این روش تطابق بسیار خوبی با نتایج آزمایشات آزمایشگاهی و لرزه‌ای انجام شده در دیگر سایت های دانشگاه UKM دارد. از دیگر نتایج این تحلیل، عملکرد خوب موجکها در نویزبرداری از سیگنالهای لرزه‌ای مورد نظر می باشد و این امر، اهمیت انتخاب این روش را در حین تحقیقات ژئوتکنیکی به اثبات می رساند.

کلمات کلیدی: طیف پاسخ لرزه‌ای، امواج سطحی، تبدیل موجک، نویزبرداری.

۱. مقدمه

روش تحلیل طیفی امواج سطحی[۱] (SASW) یک روش لرزه‌ای در محل می‌باشد که برای تعیین خصوصیات دینامیکی خاک‌ها از قبیل سرعت موج برشی Vs ، مدول برشی G ، و نسبت میرائی D بکار می‌رود [۱-۳]. این آزمایش همچنین برای تعیین مدول الاستیسته در سیستم‌های رویه دار (به عنوان مثال رویه-ی آسفالتی) کاربرد دارد. این پارامترها بر اساس خصوصیات تفرقی امواج سطحی تعیین می‌شوند. از آنجایی که سرعت امواج سطحی به طول موج (یا فرکانس) آن بستگی دارد این امواج می‌توانند با طول موج‌های مختلف در لایه‌های مختلف انتشار یابند. برای مثال، امواج با فرکانس بالا (طول موج کوتاه) در لایه‌های نزدیک سطح زمین انتشار می‌یابند در حالیکه امواج با فرکانس کم علاوه بر لایه‌های سطحی در لایه‌های عمیق نیز انتشار می‌یابند. امواج سطحی ثبت شده در آزمایش SASW امواج ناپایدار می‌باشند. به عبارت دیگر محتوای فرکانسی آنها در زمان تغییر می‌کند [۳-۴]. بنابراین به منظور آشکار سازی خصوصیات زمان- فرکانس این سیگنال‌ها یک روش توانمند مورد نیاز می‌باشد. با استفاده از روش تبدیل موجک پیوسته می‌توان اطلاعات دقیقی از طیف امواج و اطلاعات فازی آن بدست آورد. این روش سیگنال را به یک فرمت زمان- فرکانس تبدیل می‌کند و هر مؤلفه‌ی فرکانسی را در یک فرمت پیوسته نمایش می‌دهد [۵]. روش‌های تبدیل فوریه‌ی سریع[۲] (FFT) و تبدیل فوریه‌ی زمان کوتاه[۳] (STFT) دو روش تحلیلی مرسوم برای آنالیز سیگنال‌های لرزه-ای می‌باشند که قادر به نمایش و جداسازی رویدادهای فرکانسی مختلف در سیگنال‌های لرزه‌ای مورد نظر نمی‌باشند [۶]. متوسط گیری از سیگنال و ثابت بودن پنجره‌ی تحلیل در روش‌های FFT و STFT دلالت بر ناکارآمد بودن این روش‌ها دارد. از آنجایی که تبدیل موجک پیوسته[۴] (CWT) پنجره‌ی

---

[1] - Spectral Analysis Of Surface Waves
[2] - Fast Fourier Transform
[3] - Short Time Fourier Transform
[4] - Continuous Wavelet Transform