

مدلسازی عددی انتشار امواج در محیط‌های بی‌نهایت با استفاده از روش لایه‌ی نازک

محمد عباسپور قادی^۱، کاظم برخوردار ی بافقی^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک خاک و پی - دانشگاه یزد

۲- استادیار دانشکده‌ی مهندسی عمران - دانشگاه یزد

abaspourm@gmail.com

خلاصه

تحلیل دینامیکی محیط‌های بی‌نهایت و نامحدود مقدمه‌ی تحلیل دینامیکی خاک‌های لایه‌ای است. در تحلیل دینامیکی محیط‌های بی‌نهایت مساله‌ی اساسی تعیین درست مرزهاست به گونه‌ای که شرط انتشار ارضا شود، به عبارتی دیگر انرژی حاصل از موج بازتاب پیدا نکند و دوباره به منبع تولید موج برنگردد. در این مطالعه محیط تمام فضای بی‌نهایت، هموژن فرض شده است و مختصری از روابط مربوط به بارگذاری نواری محیط بی‌نهایت ارائه شده است. این روابط در دل روش بسیار دقیق و توانمند لایه‌ی نازک گنجانده شده است. در این مطالعه از ترکیب روش لایه‌ی نازک و مرز پاراکسیال برای تحلیل دینامیکی یک محیط تمام فضای الاستیک تحت اثر دو نوع بار نقطه‌ای متفاوت استفاده شده است. همچنین نتایج مقایسه‌ای حاصل از حل به روش لایه‌ی نازک و حل دقیق آمده است که بیانگر دقت بالای روش لایه‌ی نازک و نیز کیفیت مرز پاراکسیال است.

کلمات کلیدی: تحلیل دینامیکی، محیط‌های بی‌نهایت، خاک‌های لایه‌ای، مدلسازی عددی، روش لایه‌ی نازک

۱. مقدمه

امروزه بسیاری از مردم در سراسر دنیا در مناطقی با خطر زلزله‌ی بالا زندگی می‌کنند. بعضی از زلزله‌ها ممکن است در نواحی دوردست و خالی از جمعیت اتفاق افتد و برخی ممکن است در نواحی لرزه‌ای پرجمعیت رخ دهد. بنابراین مقاومت لرزه‌ای سازه‌های بزرگ مثل سدها، پل‌ها، باند فرودگاه‌های نظامی و مسافری، نیروگاه‌های تولید برق، راکتورها و تجهیزات هسته‌ای به خصوص در نواحی زلزله‌خیز، اهمیت زیادی دارد. به همین دلیل عملکرد این گونه از سازه‌ها در هنگام وقوع زلزله باید به صورت واقع‌گرایانه تحلیل شود و در بازه‌های زمانی مختلف به دقت مورد ارزیابی قرار گیرد.

یکی از مراحل مهم تحلیل سازه‌ها، تحلیل دامنه‌های بدون مرز^۱ یا همان دامنه‌های نامحدود می‌باشد. به عبارتی دیگر دامنه‌ای که سازه بر روی آن واقع شده است به دو بخش محدود و نامحدود تقسیم می‌شود. بخش محدود به ساختمان سازه و پی و نیروهای موثر بر آن اشاره می‌کند و بخش نامحدود به بستری که سازه بر روی آن واقع است برمی‌گردد. در مدلسازی دامنه نامحدود، شرایط مرزی مدل باید شرط بی‌نهایت بودن دامنه را ارضا نماید و یا به عبارتی شرط انتشار^۲ را ارضا نماید، شرط انتشار بدین صورت تعریف می‌شود که هیچ گونه انرژی نباید از مرزهای بی‌نهایت به سمت سازه منتشر شود [۱]. مدلسازی و تحلیل دقیق دامنه‌های بدون مرز مهمترین گام در مدلسازی انتشار امواج است.

یکی از ساده‌ترین روش‌های مدل کردن دامنه‌های بدون مرز روش اجزای محدود می‌باشد. سازه و بخشی از دامنه بدون مرز مجاور، به اجزای محدود تقسیم بندی می‌شود. در هر صورت شبکه بندی اجزای محدود باید در مکانی به فاصله‌ی محدود پایان یابد. در موارد تحلیل استاتیکی، اگر مدل به اندازه‌ی کافی بزرگ در نظر گرفته شده باشد، فقط اعمال یک شرط مرزی ساده مثل شرط مرزی دیریکله (مرز ثابت) بر روی مرزهای مدل، برای تحلیل کافی می‌باشد. چرا که جابجایی دامنه بدون مرز با افزایش فاصله از سازه کاهش می‌یابد و در فواصل دور صفر می‌شود [۲]. ولی در مورد تحلیل‌های دینامیکی، اعمال شرایط مرزی ساده برای ارضای شرط انتشار کافی نیست، زیرا در این صورت امواج منتشر شده توسط منبع، از مرزها بازتاب می‌یابند و به سمت منبع نیرو حرکت می‌کنند. ارضای شرط انتشار پرچالش‌ترین مرحله در تحلیل‌های دینامیکی اندرکنش خاک و سازه در مسائل

^۱ . Unbounded Domain

^۲ . Radiation Condition