



برآورد تغییر مکان‌های قائم در محیط ایزوتروپ جانبی دو لایه‌ای ناشی از نیروی ضربه‌ای قائم

محمد شامخی امیری^۱، محمد رحیمیان^۲، مرتضی اسکندری قادی^۳

۱- دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران، صندوق پستی ۱۶۷۶۵-۱۶۳ نارمک، تهران

۲- دانشکده عمران، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران

۳- گروه علوم پایه مهندسی، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران

Shamekhi@iust.ac.ir

خلاصه

یک لایه ایزوتروپ جانبی مستقر بر یک نیم‌فضای ایزوتروپ جانبی با خواص متفاوت طوری در نظر گرفته می‌شود که محورهای ایزوتروپی آن‌ها موازی هم و عمود بر سطح نیم‌فضا باشد. این مجموعه تحت اثر ضربه سطحی دلخواه در فضای زمانی قرار می‌گیرد. هدف از این مقاله تعیین کلیه امواج ناشی از این ضربه سطحی به صورت تئوری می‌باشد. با استفاده از توابع پتانسیل اسکندری قادی، معادلات حرکت که معادلاتی کاملاً درگیر می‌باشند به صورت معادلاتی مستقل تبدیل می‌شوند. برای حل این معادلات مستقل، از تبدیلات هنکل و لاپلاس در راستای شعاعی و زمان استفاده شده است. با استفاده از این تبدیلات کلیه تنش‌ها و تغییر مکان‌ها به فضای هنکل-لاپلاس انتقال می‌یابند. با حل معادلات در فضای تبدیل یافته و با استفاده از شرایط مرزی منتقل شده، جواب معادلات موج در فضای مذکور به دست می‌آیند. با استفاده از قضایای تبدیل معکوس، تنش‌ها و تغییر مکان‌ها بصورت انتگرال دوگانه برآورد می‌شوند که به علت پیچیدگی مسأله برای محاسبه آن‌ها از روش‌های عددی استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهند که در حالت‌های ساده‌تر نیم‌فضای ایزوتروپ جانبی و نیز ایزوتروپ، نتایج به دست آمده بر نتایج تحقیقات گذشته منطبق هستند. نتایج این مقاله می‌تواند در آنالیز سازه‌های مستقر بر نیم‌فضای مشابه به روش انتگرال‌های مرزی و روش المان‌های مرزی استفاده شود.

کلمات کلیدی: انتشار امواج، ایزوتروپ جانبی، فضای زمانی، نیروی متمرکز، تقارن محوری

۱. مقدمه

انتشار امواج در محیط‌های ناهمسان از گذشته مورد توجه بوده است. در زمینه محیط‌های ایزوتروپ جانبی، لختی‌سکی حل کلی مسائل مقارن محوری ایزوتروپ جانبی را در حالت استاتیکی ارائه داده است [۱]. وی برای حل این مسائل، توابع پتانسیل خاصی را پیشنهاد کرد. هو (۱۹۵۳) و نوکی (۱۹۵۳) جواب لختی‌سکی را برای حل مسائل عمومی سه بعدی محیط ایزوتروپ جانبی گسترش دادند.

سینگ (۱۹۵۷) با بررسی انتشار امواج رایلی در یک محیط ایزوتروپ جانبی نشان داد که این امواج تنها در صورتی در محیط منتشر می‌شوند که محور تقارن رفتار محیط یا عمود بر سطح آزاد یا موازی این سطح باشد. او همچنین نشان داد که امواج رایلی در یک محیط نایزوتروپ دارای مد سینوسی نسبت به عمق هستند در حالیکه در محیط ایزوتروپ به صورت نمایی نسبت به عمق تغییر می‌کنند [۲].

اسکندری قادی و ستار در سال ۲۰۰۹ مسئله انتشار امواج در یک محیط نیم‌بیهیئت ایزوتروپ جانبی را به وسیله حل معادلات حرکت در فضای هنکل-لاپلاس حل کردند [۳].

در این مقاله به حل معادلات موج برای محیط دو لایه‌ای با رفتار ایزوتروپ جانبی تحت تحریک قائم موثر بر یک ناحیه دلخواه از سطح محیط در فضای زمانی و در حالت مقارن محوری، دامنه امواج تنشی به دست می‌آیند. معادلات حرکت، با استفاده از توابع پتانسیل اسکندری قادی، به صورت

^۱ دانشجوی دکتری زلزله، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران، صندوق پستی ۱۶۷۶۵-۱۶۳ نارمک، تهران

^۲ استاد، دانشکده عمران، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران، Rahimian@ut.ac.ir

^۳ دانشیار، گروه علوم پایه مهندسی، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران، ghadi@ut.ac.ir