



تابع امپدانس قائم شالوده حلقوی مضاعف مستقر بر سطح نیم فضای ایزوتروپ جانبی

عزیزالله اردشیر بهرستاقی^۱، مرتضی اسکندری قادی^۲، بهرام نوایی نیا^۳

۱- دانشجوی دکترای سازه، دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل، بابل، ایران.

۲- دانشیار گروه علوم پایه مهندسی، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران، کد پستی ۴۵۶۳-۱۱۱۵۵

۳- استادیار دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل، بابل، ایران

ardeshir_b_eng@yahoo.com

ghadi@ut.ac.ir

navayi@nit.ac.ir

خلاصه

در این مقاله به تحلیل یک نیم فضا با رفتار همسان (ایزوتروپ) جانبی تحت اثر تغییر مکان قائم صفحه صلب حلقوی مضاعف مستقر بر روی سطح نیم فضا پرداخته می‌شود. بدین منظور ابتدا با مجزاسازی معادلات تعادل با استفاده از توابع پتانسیل لختیسیکی - هو-نواکی، معادلات به دست آمده با استفاده از تبدیل هنکل در دستگاه مختصات استوانه‌ای برای بار با توزیع رنگی در امتداد قائم حل شده و توابع گرین تغییر مکان و تنش بدست می‌آیند. با تقریب تنش‌های قائم زیر حلقه‌های مضاعف موجود با استفاده از توابع شکلی المانی موسوم به المان گرادینانی پویا^۱ و ارضاء شرایط مرزی مسئله، توابع تنش، تغییر مکان و سختی قائم شالوده حلقوی مضاعف تعیین می‌شوند.

کلمات کلیدی: نیم فضا، ایزوتروپ جانبی، تابع امپدانس، شالوده حلقوی مضاعف.

۱. مقدمه

بسیاری از مصالح در طبیعت و نیز ساخته‌های مصنوعی رفتار ایزوتروپ جانبی دارند. از آنجمله می‌توان به رفتار اعضای مستقیماً بر گرفته از تنه درختان، محیط خاکی زیر ساختمان‌ها و صفحات چند لایه نام برد. اهمیت بررسی پاسخ این مصالح از دیر باز مورد توجه بوده به طوری که میشل در سال ۱۹۰۰ میلادی به بررسی یک نیم فضای ایزوتروپ جانبی تحت نیروهای سطحی دلخواه پرداخته است [Michell, 1900]. لختیسیکی در سال ۱۹۴۰ محیط ایزوتروپ جانبی را در حالت متقارن محوری و بدون پیچش در نظر گرفته و معادلات درگیر حاکم بر مسئله را با معرفی یک تابع پتانسیل به صورت مجزا و قابل حل در آورده است [Lekhnitskii, 1981]. نواکی تابع پتانسیل لختیسیکی را مجدداً بدست آورده و ادعا کرده است که این جواب محدود به مسائل متقارن نیست [Nowaki, 1954]. هو محیط ایزوتروپ جانبی را در حالت کلی مورد توجه قرار داده و تابع پتانسیل لختیسیکی را برای حالت کلی تکمیل کرده است [Hu, 1953]. این تابع هم اکنون در ادبیات مکانیک محیط‌های پیوسته با رفتار ایزوتروپ جانبی تحت نام تابع لختیسیکی - هو - نواکی نامیده می‌شود. محیط با رفتار ایزوتروپ جانبی به وسیله دیگران همچون الیوت [Elliott, 1948]، ایوبنکس و استرنبرگ [Eubanks and Sternberg, 1954]، پن و چو [Pan and Chow - 1979] و ونگ و ونگ [Wang and Wang, 1995] نیز در حالت استاتیکی بررسی شده است. این محیط در حالت دینامیکی توسط اسکندری قادی [Eskandari-Ghadi, 2005] و اسکندری قادی و همکاران [Eskandari-Ghadi et. al, 2008] و دیگران مورد توجه قرار گرفته است.

در این مقاله به بررسی رفتار یک محیط نیمه‌بینهایت با رفتار ایزوتروپ جانبی می‌پردازیم به طوری که تحت تغییر مکان قائم متقارن محوری مؤثر بر یک صفحه حلقوی مضاعف مستقر بر سطح محیط نیمه‌بینهایت قرار گرفته است. پس از جداسازی معادلات با کمک تابع پتانسیل لختیسیکی، معادلات نهایی حاکم با کمک تبدیل هنکل حل شده و شرایط مرزی مسئله به روش اجزاء محدود و با استفاده از المان گرادینانی پویا، ارضاء می‌شود. این المان رفتار تکین لبه‌های دیسک را کاملاً ارضاء می‌کند و به همین علت جواب‌های بسیار دقیق برای تنش تماسی و در نتیجه تابع امپدانس به دست می‌آید.

^۱ Adaptive-Gradient Elements