



تحلیل نیم فضای ایزوتروپ جانبی حاوی حفره استوانه ای محدود، تحت تغییر شکل پیچشی وارد بر کف حفره

عزیزاله اردشیر بهرستانی^۱، مرتضی اسکندری قادی^۲، بهرام نوائی نیا^۳، جواد واثقی امیری^۳

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

۲- دانشیار دانشکده مهندسی عمران، پردیس دانشکده های فنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۳- دانشیار دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل، بابل، ایران.

a_ardeshir@stu.nit.ac.ir

ghadi@ut.ac.ir

navayi@nit.ac.ir

vaseghi@nit.ac.ir

خلاصه

در این مقاله به بررسی نیم فضای ایزوتروپ جانبی حاوی حفره استوانه ای محدود، تحت تغییر شکل پیچشی صلب وارد بر کف حفره پرداخته شده است. بدین منظور معادلات تعادل استاتیکی بر حسب مولفه پیچشی تغییر مکان در دستگاه مختصات استوانه ای نوشته می شود. در ادامه محیط به دو ناحیه تقسیم و معادلات تعادل برای هر ناحیه به صورت مجزا بررسی می شود. برای حل معادلات حاکم از تبدیل های کسینوسی و سینوسی فوری، حسب مورد، استفاده و تغییر مکان هر ناحیه در فضای تبدیل یافته به دست آمده که با بکارگیری قضیه عکس تبدیل انتگرالی فوری در فضای اصلی مسأله به صورت انتگرالی حاصل می شوند. برقراری شرایط مرزی و پیوستگی، منجر به یک معادله انتگرالی موسوم به معادله انتگرالی تعمیم یافته کوشی شده که با روش عددی گوس-ژاکوبی برآورد می شود. به منظور اثبات درستی حل، نتایج به دست آمده برای محیط ایزوتروپ با نتایج موجود مقایسه شده و نتایج جدید در قالب جدول سختی پیچشی، نمودار تغییر مکان و تنش برشی تماسی مربوط به محیط ایزوتروپ جانبی ارائه شده است.

کلمات کلیدی: پیچش، تبدیل کسینوسی فوری، تبدیل سینوسی فوری، معادله انتگرالی کوشی، ایزوتروپ جانبی.

۱. مقدمه

مسأله اندرکنش سازه و زیرسازه چه در حالت استاتیکی و چه در حالت دینامیکی از جمله مباحثی است که در قرن گذشته توجه بسیاری از محققین و مهندسان در زمینه ریاضیات کاربردی و مکانیک مهندسی را به خود جلب کرده است. بررسی مسائل اندرکنش سازه و زیرسازه در حالت استاتیکی به درک مفاهیم انتقال نیرو و اقتصادی کردن طراحی سازه کمک می کند. مسأله بررسی میزان تنش و کرنش بوجود آمده در یک محیط نیمه بی نهایت تحت اثر نیروهای ناشی از شمع های کوتاه یا بلند نیازمند به بررسی اندرکنش شمع و محیط است و این خود نیاز به تحلیل محیط نیمه بی نهایت تحت اثر نیروهای ناشی از شمع موثر بر فصل مشترک شمع و محیط دارد. وسترگارد، اولین بار در سال ۱۹۴۱، یک محیط بی نهایت با رفتار ارتجاعی با یک حفره استوانه ای با طول بی نهایت را در نظر گرفته و پاسخ استاتیکی آن به فشار شعاعی روی طول محدودی از دیواره حفره را به دست آورد [۱]. آنالیز سه بعدی حفره استوانه ای توسط گرین و زرنا در سال ۱۹۴۴ انجام گرفت [۲]. پارنز در سال ۱۹۸۲ به بررسی اعمال فشار شعاعی و تنش پیچشی خطی، به طور مجزا، بر روی دیواره حفره نامحدود در یک محیط بی نهایت ارتجاعی پرداخته و نتایج عددی برآورد مولفه های تنش و جابجایی در نزدیکی نیرو و در طول حفره ارائه نمود [۳]. پارنز در سال ۱۹۸۳ مسأله پیچش خود را در حالت دینامیکی حل و نتایج آنرا با حالت استاتیکی قبلی، مقایسه نمود [۴]. در این مقاله جابجاییها و تنشهای حاصل از اعمال فشار خطی بر جداره حفره استوانه ای به صورت انتگرال های بی نهایت بیان شده اند. با توجه به بررسی های انجام شده در نزدیکی اعمال نیروی متمرکز، همگرایی انتگرال ها به سرعت کاهش می یابد و نقاط تکیه خود را نشان می دهند. از این رو نتایج در نقاطی دور از نقاط تکیه دارای دقت خوبی می باشند. وجود حفره با طول محدود در محیط های نیمه بی نهایت، به علت وجود سختی محیط در کف حفره، باعث دشواری تحلیل مسأله می گردد، از این رو در اکثر تحقیقات اثر اعمال نیرو بر جداره حفره نامحدود در یک محیط مورد مطالعه قرار گرفته است. از آنجا که در بسیاری از کاربردهای مهندسی از جمله حفر فونداسیون ها، مطالعات ژئوتکنیکی در محل و مدل کردن گسترش تنش وارد بر دیواره حفره، با