



## تحلیل نیم فضای ایزوتروپ جانبی دولایه ای تحت اثر شالوده صلب دایره ای سطحی

سیدحمید صالح عقیلی<sup>۱</sup>، مرتضی اسکندری قادی<sup>۲</sup>، عزیزالله اردشیربهراستاقی<sup>۳</sup>

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد سازه، دانشگاه علوم و فنون مازندران

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

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

sh\_salehaghili@yahoo.com  
ghadi@ut.ac.ir  
Ardeshir\_b\_eng@yahoo.com

### خلاصه

در این مقاله یک نیم فضای ایزوتروپ جانبی دو لایه ای در نظر گرفته می شود که محور ایزوتروپی آنها موازی هم بوده وعمود بر سطح تماس آنها می باشد. این مجموعه تحت اثر نیروی استاتیکی یک شالوده صلب دایره ای قرار دارد. نیروی وارده از دیسک بر سطح لایه فوقانی نیم فضا را با نیروهای یکنواختی خطی که بر محیط دایره های متحد مرکزی به شعاع متغیر (از صفر تا شعاع دیسک) وارد می شود به کمک تابع دیراک در معادلات معرفی می کنیم. بعد از حل معادلات، روابط تنش، تغییر مکان و سختی قائم محیط به صورت گرافها و جدول در حالت استاتیکی ارائه می شود.

کلمات کلیدی: نیم فضا، ایزوتروپ جانبی، استاتیک، توابع گرین، شالوده صلب دایره ای.

### ۱. مقدمه

بسیاری از مصالح در طبیعت و نیز ساخته‌های مصنوعی رفتار ایزوتروپ جانبی دارند. از جمله رفتار خاک زیر شالوده به علت پیش تحکیمی در طول زمان ایزوتروپ نبوده، بلکه ایزوتروپ جانبی می باشد. اهمیت بررسی پاسخ این مصالح از دیر باز مورد توجه بوده بطوری که میشل در سال ۱۹۰۰ میلادی به بررسی یک نیم فضای ایزوتروپ جانبی تحت نیروهای سطحی دلخواه پرداخته است [Michel, 1900]. لخنیتسکی 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]. نوکی تابع پتانسیل لخنیتسکی را مجدداً بدست آورده و ادعا کرده است که این جواب محدود به مسائل متقارن نیست [Nowaki, 1954]. هو حالت محیط ایزوتروپ جانبی را در حالت کلی مورد توجه قرار داده و تابع پتانسیل لخنیتسکی را برای حالت کلی تکمیل کرده است [Hu, 1953]. این تابع هم اکنون در ادبیات مکانیک محیط با رفتار ایزوتروپ جانبی تحت نام تابع لخنیتسکی\_هو\_نوکی نامیده می شود [Eskandari-Ghadi, 2005]. بررسی محیط با رفتار ایزوتروپ جانبی به وسیله دیگران همچون الیوت [Elliott, 1944]، ایونکس و استرنبرگ [Eubanks and Strenberg, 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 et. al, 2008]، رحیمیان و همکاران [Rahimian et. al, 2007] و دیگران مورد توجه قرار گرفته است.

در این مقاله، یک نیم فضای دو لایه ای با رفتار ایزوتروپ جانبی با خصوصیات مختلف در نظر گرفته می شود. محور ایزوتروپی این دو لایه موازی یکدیگر و عمود بر فصل مشترک دو لایه اختیار می گردد. نیروی قائم استاتیکی با برآیند واحد بر سطح شالوده صلب دایره ای مستقر بر سطح نیم فضا وارد می شود. نیروی وارده از دیسک بر سطح لایه فوقانی را با نیروهای یکنواختی که بر محیط دایره های متحد مرکزی به شعاع متغیر (از صفر تا شعاع دیسک) وارد می شود در معادلات معرفی می کنیم. در ابتدا معادلات حاکم بر محیط ارتجاعی با رفتار ایزوتروپ جانبی برای هر یک از لایه ها [Lekhnitskii, 1981] بطور جداگانه نوشته شده و با توجه به روابط تنش- کرنش و کرنش- تغییر مکان معادلات تعادل استاتیکی بر حسب تغییر مکان بدست آمده اند. این معادلات یک دستگاه معادلات دیفرانسیل درگیر با مشتقات جزئی می باشند. با استفاده از توابع پتانسیل لخنیتسکی\_هو\_نوکی، این معادلات به دو معادله دیفرانسیل با مشتقات جزئی مستقل از هم مبدل می شوند. با اعمال تبدیل هنکل-فوریه به این معادلات، دو معادله