



حل مسائل انتشار موج در محیط‌های متخلخل اشباع با استفاده از توابع نمایی پایه به شکل بدون شبکه محلی

سعید بهرامی فر^۱، بیژن برومند^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی اصفهان

۲- استاد دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی اصفهان

رایانامه^۱: s.bahramifar@cv.iut.ac.ir

رایانامه^۲: boromand@cc.iut.ac.ir

خلاصه

تحلیل رفتار محیط‌های متخلخل در بسیاری از مسائل مهندسی اهمیت فراوانی دارد. معادلات حاکم بر رفتار دینامیکی محیط‌های متخلخل اشباع شامل معادلات ساختار، بقای جرم و اندازه حرکت می‌باشد که برای نخستین بار توسط بیوت ارائه گردید. در این مقاله از فرمول بندی بر حسب جابه‌جایی فاز جامد و فشار سیال حفره‌ای در حوزه لاپلاس استفاده می‌گردد. برای حل معادلات از روش توابع نمایی پایه به شکل بدون شبکه محلی استفاده شده است. در این روش تقریب جواب معادلات حاکم توسط یک سری از توابع نمایی پایه صورت می‌گیرد. عدم نیاز به انتگرال‌گیری، باعث کاهش چشمگیر هزینه محاسبات در این روش شده و همچنین بی‌نیازی از المان‌بندی دامنه حل از مزایای این روش است.

کلمات کلیدی: محیط متخلخل، تئوری بیوت، انتشار امواج، فضای لاپلاس، توابع نمایی پایه

۱. مقدمه

محیط‌های متخلخل اشباع همچون، خاک، سنگ و دیگر مواد را می‌توان به عنوان یک محیط دوفازه، تشکیل شده از یک اسکلت جامد شکل پذیر و سیالی که حفرات موجود در اسکلت جامد را پر می‌کند در نظر گرفت. آنالیز دینامیکی محیط‌های متخلخل اشباع در مسائل عملی و زمینه‌هایی مانند تحلیل و طراحی سازه‌ها و ماشین‌آلاتی که بر روی بسترهای متخلخل قرار دارند (اثر اندرکنش خاک و سازه)، تحلیل سازه‌های دریایی، تحلیل اثر انتشار امواج در زمین به واسطه بارگذاری زلزله و یا انفجار، مطالعه پدیده روانگرایی و... دارای اهمیت زیادی است. اگرچه ممکن است بعضی از این مسائل به عنوان تحلیل شبه‌استاتیکی و یا دینامیکی محیط پیوسته یک فازی مدل شوند، ولی در بسیاری از این مسائل نمی‌توان از طبیعت ذاتی محیط دوفازی صرف‌نظر نمود.

اولین و ساده‌ترین بیان ریاضی مربوط به محیط‌های متخلخل اشباع توسط ترزاقی ارائه شد [۱]. در روابط ترزاقی، جریان سیال حفره‌ای از فرایند تغییر شکل اسکلت جامد، جدا و غیردرگیر فرض شده است. پس از آن بیوت تئوری تغییر شکل محیط متخلخل اشباع را در حالت شبه‌استاتیک بیان و از آن برای حل مسائل تحکیم‌پی‌ها استفاده نمود [۲]. در تئوری او تغییر شکل‌ها خطی فرض شدند. بیوت در سال ۱۹۵۵ میلادی معادلات حاکم بر انتشار موج در محیط‌های متخلخل اشباع را ارائه کرد [۳]، و به دنبال آن در سال ۱۹۶۲ با افزودن آثار ویسکوالاستیسیته و ناهمسانگردی محیط به تئوری انتشار موج در محیط متخلخل آن‌را گسترش داد [۴].

حل تحلیلی معادلات حاکم بر انتشار موج تنها در حالت‌های ساده امکان‌پذیر است. از اینرو استفاده از روش‌های عددی راه‌گزینه‌ناپذیر حل این معادلات است. از جمله این روش‌ها می‌توان به روش اجزا محدود، روش تفاضل محدود، روش اجزا مرزی و روش‌های بدون شبکه اشاره کرد. در این مقاله از توابع نمایی پایه به شکل بدون شبکه محلی برای حل معادلات استفاده می‌شود. این روش نخستین بار در مرجع [۵] معرفی گردیده و در مرجع [۶] از آن برای حل مسائلی از قبیل معادله لاپلاس، معادله هلمهولتز، مسئله الاستیسیته و ... استفاده شده است.

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی سازه، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران

^۲ استاد مهندسی سازه، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران