

مدل سازی و تحلیل ترک در مسائل تنش صفحه‌ای به روش بدون شبکه حداقل مربعات گسسته با استفاده از تئوری فرانمایی

حامد ارزانی^۱، کمال افروشه^۲، مجتبی طاهری^۳

1- دکتری مهندسی آب، استادیار دانشکده عمران دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

2- دانشجوی کارشناسی ارشد سازه، دانشکده عمران دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

3- دانشجوی کارشناسی ارشد سازه، دانشکده عمران دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

MojtabaTaheri@hotmail.com

خلاصه

روش‌های بدون شبکه به دلیل استفاده از توابع شکل با درجه پیوستگی بالا، در مواجهه با مرزهای غیرمحدب و ناپیوستگی‌ها نیاز به تمهیداتی در تولید تابع شکل دارند. در این مقاله، از روش فرانمایی برای ایجاد توابع شکل پیوسته در اطراف نوک ترک استفاده شده است. در روش فرانمایی، سطح یا خط ناپیوستگی به وسیله تابعی با درجه‌های مختلف شفافیت نسبت به نوک ناپیوستگی تعریف می‌شود. در این صورت نوک ناپیوستگی کاملاً شفاف در نظر گرفته می‌شود و با دور شدن از نوک ترک از میزان شفافیت کاسته می‌شود. در نهایت کارایی و دقت بالای روش حداقل مربعات گسسته با حل مسائل استاندارد و مقایسه نتایج حاصل از حل عددی با نتایج تحلیلی و نتایج روش اجزای محدود نشان داده می‌شود.

کلمات کلیدی: ترک، روش بدون شبکه، روش حداقل مربعات گسسته، توابع شکل پیوسته، روش فرانمایی

1. مقدمه

در فرآیند تحلیل مسائل مهندسی، یافتن پاسخ‌های تحلیلی برای مسائل پیچیده مشکلات فراوانی را فراروی مهندسیین قرار داده است. با توجه به این مشکلات، روش‌های عددی که وابسته به امکانات کامپیوتری می‌باشد به عنوان جای‌گزین روش‌های تحلیلی قرار گرفت. هم‌زمان با پیشرفت چشم‌گیر علوم کامپیوتری در چند دهه‌ی اخیر، روش‌های عددی جهت حل مسائل مهندسی و معادلات دیفرانسیل توسعه قابل توجهی یافتند. از جمله معروف‌ترین روش‌های عددی می‌توان به روش تفاضل‌های محدود، روش احجام محدود و روش المان محدود اشاره نمود. هر کدام از روش‌های عددی دارای معایب و محاسنی می‌باشند. روش المان محدود قوی‌ترین روشی است که طی سالیان اخیر به دفعات، کارایی آن در حل مسائل متفاوت به اثبات رسیده است. اما روش المان محدود در حل مسائلی که دچار کج شکلی و ناپیوستگی هستند به دلیل استفاده از فرآیند شبکه‌بندی مداوم با مشکلاتی مواجه می‌شوند. فرآیند شبکه‌بندی، فرآیندی پرهزینه است که گاهی با هزینه گسسته‌سازی معادلات برابری می‌کنند. جهت حل مسائل ترک در این روش، مرز بین المان‌ها به عنوان مسیر پیش فرض گسترش ترک در نظر گرفته می‌شود، برای ادامه فرآیند حل، می‌بایست مرز المان‌ها منطبق بر مسیر واقعی ترک باشد که این امر نیازمند شبکه‌بندی مرحله به مرحله می‌باشد. به دلیل وجود چنین مشکلاتی در روش‌های متکی بر شبکه، توجه بسیاری از محققین به روش‌های بدون شبکه معطوف گردیده است. در این روش‌ها هدف حذف شبکه‌بندی و پیوستگی درجه بالای توابع شکل می‌باشد. حل مسئله در روش‌های بدون شبکه مبتنی بر مجموعه‌ای از نقاط گرهی است که با توزیع دلخواه در حوزه مسئله پراکنده شده‌اند که هیچ‌گونه پیوستگی المانی بین نقاط وجود ندارد. بنابراین نیاز به تعریف روابطی قبل از حل مسئله وجود ندارد. از جمله نقاط قوت این روش، انعطاف پذیری در برابر حذف یا اضافه کردن نقاط می‌باشد. تاکنون روش‌های بدون شبکه متعددی معرفی شده است. اولین ایده استفاده از روش‌های بدون شبکه در روش هیدرودینامیک ذرات هموار به منظور مدل‌سازی پدیده‌های نجومی هم‌چون گسترش ستارگان و توده ابرهای غباری توسط موناکان و گینگولد [1] به کار گرفته شد. روش برآورد کرنل

¹ دکتری مهندسی آب، استادیار دانشکده عمران دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی تهران

² دانشجوی کارشناسی ارشد سازه، دانشکده عمران دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی تهران

³ دانشجوی کارشناسی ارشد سازه، دانشکده عمران دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی تهران