

## تحلیل الاستواستاتیک صفحات حاوی ترک به روش بدون شبکه حداقل مربعات گسسته

امید مهاد<sup>۱</sup>، حامد ارزانی<sup>۲</sup>، محمد مبارکی<sup>۳</sup>، سعید کریمی<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد عمران، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران

۲- استادیار، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران

۳- کارشناس ارشد عمران، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران

Muhammad\_mobarak@yahoo.com

### خلاصه

در این مقاله روش حداقل مربعات گسسته به عنوان یکی از نوین‌ترین روش‌های بدون شبکه جهت تحلیل صفحات ترک دار بکار گرفته شده است. گسسته سازی حوزه ی مسئله در این روش توسط نقاط گرهی با توزیعی دلخواه صورت می گیرد. این نوع گسسته سازی بسیاری از مشکلات مدل‌سازی ترک در روش اجزاء محدود را منتفی می‌نماید. تکنیک انکسار به منظور تولید تابع شکل پیوسته اطراف ترک بکار گرفته شده است. در تکنیک انکسار حوزه ی تاثیر حول نوک ترک با حفظ پیوستگی، دچار تغییر شکل می شود. در نهایت میزان دقت و کارایی روش ارائه شده با مقایسه نتایج عددی بدست آمده از روش حداقل مربعات گسسته با نتایج تحلیلی و روش عددی المان محدود نشان داده می شود.

**کلمات کلیدی:** ناپیوستگی، روش بدون شبکه حداقل مربعات گسسته، توابع شکل پیوسته، تکنیک انکسار

### ۱. مقدمه

در فرآیند تحلیل مسائل مهندسی، یافتن پاسخ‌های تحلیلی برای مسائل پیچیده مشکلات فراوانی را فراوری مهندسين قرار داده است. با توجه به این مشکلات روش‌های عددی که وابسته به امکانات کامپیوتری می باشد، به عنوان جایگزین روش‌های تحلیلی قرار گرفت. همزمان با پیشرفت چشمگیر علوم کامپیوتری در چند دهه ی اخیر، روش‌های عددی جهت حل مسائل مهندسی و معادلات دیفرانسیل توسعه قابل توجهی یافتند. از جمله معروفترین روش‌های عددی می توان به روش تفاضل‌های محدود، روش احجام محدود و روش المان محدود اشاره نمود. هر کدام از روش‌های عددی دارای معایب و محاسنی می باشند. روش المان محدود قوی ترین 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 بدلیل استفاده از فرآیند شبکه بندی مداوم با مشکلاتی مواجه می شوند. فرآیند شبکه بندی، فرآیندی پرهزینه است که گاهی با هزینه گسسته سازی معادلات برابری می کنند. جهت حل مسائل ترک در این روش، مرز بین المان‌ها به عنوان مسیر پیش فرض گسترش ترک در نظر گرفته می شود، برای ادامه فرآیند حل، می بایست مرز المان‌ها منطبق بر مسیر واقعی ترک باشد که این امر نیازمند مش بندی مرحله به مرحله می باشد. بدلیل وجود چنین مشکلاتی در روش‌های متکی بر شبکه توجه بسیاری از محققین به روش‌های بدون شبکه معطوف گردیده است. در این روش‌ها هدف حذف شبکه بندی و پیوستگی درجه بالای توابع شکل می باشد. حل مسئله در روش‌های بدون شبکه مبتنی بر مجموعه ای از نقاط گرهی است که با توزیع دلخواه در حوزه ی مسئله پراکنده شده اند که هیچگونه پیوستگی المانی بین نقاط وجود ندارد. بنابراین نیاز به تعریف روابطی قبل از حل مسئله وجود ندارد. از جمله نقاط قوت این روش‌های انعطاف پذیری در برابر حذف یا اضافه کردن نقاط می باشد.

تا کنون 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 [۱۲] بکار گرفته شد. روش برآورد

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

<sup>۲</sup> هیئت علمی دانشکده عمران دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

<sup>۳</sup> کارشناس ارشد عمران دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی