



بهبود روش نیمه‌تحلیلی معادلات مجزا بر پایه مرزهای مقیاس شده برای حل مسایل الاستواستاتیک دوبعدی

محمدایمان خداکریمی^۱، مجید فخاریان^۲، رضا وهدانی^۳

۳،۲،۱- دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران

khodakarami@profs.semnan.ac.ir

خلاصه

در این مقاله، یک روند جدید برای بهبود روش نیمه تحلیلی مبتنی بر مرزهای مقیاس شده به منظور حل مسایل الاستواستاتیک دو بعدی ارائه می‌شود. در این روش، فقط مرزهای مسئله با استفاده از المان‌های مرتبه بالای غیرایزوپارامتریک ویژه گسسته سازی می‌گردد. با استفاده از توابع نگاشت مرتبه بالا، توابع شکل ویژه، روش انتگرال گیری عددی و همچنین روند تولید فرم انتگرالی با استفاده از روش باقیمانده های وزن دار، ماتریس ضرایب در معادلات حاکم بر مسایل الاستواستاتیک قطری شده است. تفاوت مطالعه انجام شده در مقاله حاضر و تحقیقات پیشین در این است که تابع درون یابی هندسه (چند جمله‌ای‌های لاگرانژ) و همچنین روش انتگرال گیری (روش گوس-لوباتو-لژاندر) در آن متفاوت انتخاب شده است و این موضوع باعث افزایش کارایی روش معادلات مجزا گردیده است. در پایان مقاله نیز مسائلی جهت صحت سنجی این روش بررسی گردیده که مقایسه نتایج حاکی از قابل قبول بودن نتایج در روند پیشنهادی می‌باشد.

کلمات کلیدی: مسایل الاستواستاتیک، روش معادلات مجزا، چندجمله‌ای لاگرانژ، روش انتگرال گیری گوس-لوباتو-لژاندر

۱. مقدمه

در سالیان گذشته روش‌های عددی زیادی به منظور حل مسایل الاستواستاتیک توسط محققین پیشنهاد گردیده است. بسیاری از روش‌های عددی مثل روش اجزای محدود، روش المان مرزی، روش اجزای محدود با مرزبندی مقیاس گذاری شده و بسیاری از روش‌های بدون مش بندی، به طور گسترده ای برای حل معادلات این دسته از استفاده شده اند. استفاده از روش اجزای محدود (FEM) از آنجایی مورد توجه عموم قرار گرفت که روش‌های آن در طبیعت به خوبی موجود و دارای انطباق است. اصولاً روش المان مرزی (BEM) نیازمند گسستگی‌های سطحی کاهش یافته است و ممکن است به عنوان یک جایگزین برای روش المان‌های محدود در مسائل مهندسی در نظر گرفته شود. از آنجایی که روش المان‌های مرزی نیازمند هیچ مش بندی در حوزه مسئله نمی‌باشد، بنابراین می‌تواند مسایل را با تعداد درجات آزادی کمتری حل نماید و از طرف دیگر، این روش، نیازمند یک حل اساسی برای معادله دیفرانسیل حاکم به منظور بدست آوردن معادله انتگرال مرزی می‌باشد. به طور کلی، ماتریس‌های ضرایب در روش المان‌های مرزی بسیار کوچک تر از روش المان‌های محدود هستند و معمولاً دارای ستون‌ها و سطرها شلوعی هستند و مقارن نبوده و الزاماً به طور قطعی مثبت نیستند. با ترکیب نقاط مثبت روش المان‌های محدود و روش المان‌های مرزی، روش المان مرزی-محدود مقیاس شده (SBFEM) ایجاد گردیده است. روش المان-های مجزا دارای ماتریس‌های ضرایب قطری با بهره‌گیری از روش مرزهای مقیاس شده ارائه شده و از آن به منظور حل مسایل الاستواستاتیک بهره گرفته شده است [۱]. از روش المان‌های مجزا به منظور حل مسایل الاستودینامیک در [۲] استفاده شده است. همچنین از روش مذکور به منظور حل مسایل الاستواستاتیک سه بعدی نیز استفاده شده است [۳] همچنین تعدادی مسئله در فضای نیم نامحدود نیز با استفاده از روش فوق حل گردیده است [۴].

در اینجا با استفاده از یک روش نیمه تحلیلی جدید، مسایل الاستواستاتیک ۲ بعدی بررسی شده اند. در این روش برای حل مسائل تنها مرزهای در این مقاله از همان روش المان‌های مجزا مورد بحث در [۱] استفاده شده و در آن به منظور توابع نگاشت از چندجمله‌ای‌های لاگرانژ به جای

^۱ استادیار مهندسی زلزله

^۲ دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی زلزله

^۳ استادیار مهندسی زلزله