

کاربرد روش معادلات مجزا در حل مسایل دوبعدی الاستواستاتیک همگن و غیرهمگن

رضا بابایی^۱، ناصر خاجی^۲*

۱- کارشناس ارشد سازه‌های هیدرولیکی، دانشگاه تربیت مدرس تهران (r.babaee@modares.ac.ir)

۲- دانشیار مهندسی زلزله، دانشگاه تربیت مدرس تهران (nkhaiji@modares.ac.ir)

چکیده

تاکنون روش‌های عددی گوناگونی در حل مسائل محیط‌های پیوسته به کار رفته است. اخیراً نیز روش نوینی به نام معادلات مجزا^۱ توسط خداکرمی و خاجی در سال ۲۰۱۱ ابداع شده که دارای قابلیت‌های منحصر به فردی برای حل این مسائل می‌باشد. در این روش مرز فضای مسئله با استفاده از المان‌های مرتبه بالای غیرایزوپارامتریک^۲ ویژه گسسته‌سازی می‌شود. سپس با استفاده از چندجمله‌ای‌های مرتبه بالای چبیشف^۳ به عنوان توابع نگاشت^۴، توابع شکل ویژه^۵، روش انتگرال‌گیری عددی کلنشا-کورتیس^۶ و همچنین روند تولید فرم انتگرالی با استفاده از روش باقیمانده‌های وزن‌دار^۷، ماتریس ضرایب در معادلات حاکم، قطری می‌گردد. به عبارتی معادله دیفرانسیل حاکم برای هر درجه آزادی مستقل از سایر درجات آزادی در فضای مسئله به دست می‌آید که این امر و نیز حل مسئله در فضایی با یک بعد کمتر از فضای اصلی مسئله باعث کاهش قابل توجه حجم محاسبات نسبت به سایر روش‌ها می‌گردد. در این پژوهش نحوه‌ی به کارگیری ابزارهای روش حاضر برای حل مسائل الاستواستاتیک همگن و غیرهمگن تشریح گردیده است. هم‌چنین به منظور ارزیابی توانایی و دقت روش مذکور در حل این دسته از مسائل، یک تیر طره با بار متمرکز و یک صفحه‌ی غیر همگن تحت اثر تنش تحلیل گردیده و نتایج آن‌ها با حل تحلیلی مقایسه شده است.

واژه‌های کلیدی: مسایل الاستواستاتیک، روش معادلات مجزا، ماتریس ضرایب قطری، تیر طره، صفحه‌ی غیرهمگن

۱- مقدمه

مسائل الاستواستاتیک از مهم‌ترین مسایل در مهندسی عمران به حساب می‌آیند که دارای توابع هدف با ماهیت برداری هستند. برای حل مسائل الاستواستاتیک روش‌های عددی گوناگونی مانند روش المان‌های محدود، روش المان‌های مرزی، روش المان مرزی- محدود مقیاس شده و ... مورد استفاده قرار گرفته است. روش المان‌های محدود دارای قابلیت‌های خوبی در حل این دسته از مسائل می‌باشد که به طور مفصل در [1 و 2] به آن پرداخته شده است. روش المان‌های مرزی مسئله را با یک بعد کمتر از فضای اصلی حل می‌کند ولی این روش برای معادله دیفرانسیل حاکم بر مسائل الاستواستاتیک نیاز به حل اساسی دارد. از روش المان‌های مرزی برای حل مسائل الاستواستاتیک در [3 و 4] استفاده شده است. روش المان مرزی- محدود

¹ Decoupled Equations Method

² Non- isoparametric higher-order element

³ Higher-order Chebyshev polynomials

⁴ Mapping functions

⁵ Shape functions

⁶ Clenshaw-Curtis quadrature rule

⁷ Weighted residual approach