

تعیین پارامتر ضریب شدت تنش با روش عددی اجزاء محدود

احمد رهبر رنجی^۱، کیارش رحیمی^۲

۱- استادیار دانشگاه صنعتی امیرکبیر

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه هرمزگان

Rahbar@aut.ac.ir
Kiarash_rahimi2000@yahoo.com

خلاصه

روش اجزاء محدود برای مطالعه اعضای سازه‌ای در محدوده مکانیک شکست الاستیک خطی کاربرد گسترده‌ای دارد. ضریب شدت تنش را می‌توان به کمک نرم‌افزار ANSYS از روش عددی اجزاء محدود بدست آورد که در محاسبه مستقیم این ضریب، یا از روش برون‌یابی با توجه به تغییر مکان‌های محاسبه شده و یا از روش انتگرال اندرکنش استفاده می‌شود. در مقایسه با روش مرسوم برون‌یابی، روش انتگرال اندرکنش به دلیل مستقل از مسیر بودن، نتایج دقیق‌تری ارائه می‌دهد که در این مقاله در بخش نتایج، این مطلب با مقایسه‌ی مقادیر تئوری و روش برون‌یابی و روش انتگرال اندرکنش نشان داده می‌شود. در این مقاله ضریب شدت تنش را برای یک نمونه‌ی ساده ورق بینهایت با ترک میانی با دو روش برون‌یابی و انتگرالی برای دو مدل دو بعدی و سه بعدی محاسبه کرده‌ایم و روند محاسبه در هر دو روش شرح داده شده و برای حصول اطمینان، نتایج بدست آمده از دو روش با هم و با مقدار تئوری مقایسه شده‌اند.

کلمات کلیدی: ضریب شدت تنش، مکانیک شکست، ترک، روش اجزاء محدود.

۱. مقدمه

از آنجا که تمام مصالح مهندسی حاوی خرابی‌هایی همچون تخلخل، نقص در اتصال جوش، سوراخ شدگی و غیره هستند و این خرابی‌ها در انواع مختلف سازه‌ها می‌توانند با گذشت زمان باعث ایجاد و رشد ترک شوند، برآورد ترک در زمینه‌های مختلف مانند صنعت نفت و گاز، شیمی، هوافضا، مکانیک و سازه‌های عمرانی بسیار پراهمیت است. وقتی یک ترک به اندازه بحرانی برسد حتی در تنش‌هایی کمتر از تنش اسمی ماده می‌تواند باعث ایجاد خرابی‌هایی جبران ناپذیر در سازه مهندسی شود. مکانیک شکست شاخه‌ای از علم مکانیک است که به شروع و توسعه ترک در مصالح و سازه‌ها می‌پردازد. به طور کلی مکانیک شکست را می‌توان به مکانیک شکست الاستیک خطی و مکانیک شکست الاستیک پلاستیک تقسیم‌بندی کرد. در مواردی که اندازه‌ی ناحیه پلاستیک در نوک ترک در مقایسه با طول ترک کوچک است، مکانیک شکست الاستیک خطی نتایج خوبی برای پیش‌بینی شکست ارائه می‌دهد. در این مقاله ما با همین فرض از مکانیک شکست الاستیک خطی استفاده کرده‌ایم. هدف از مکانیک شکست همبستگی پیش‌بینی‌های تحلیلی با نتایج آزمایشگاهی است که این پیش‌بینی‌ها بر اساس محاسبه پارامترهای شکست از جمله ضریب شدت تنش در ناحیه‌ی حضور ترک می‌باشد. با استفاده از این ضریب می‌توان میزان نرخ رشد ترک را برآورد کرد. از آنجا که کتاب‌های راهنمای متعددی برای محاسبه ضریب شدت تنش وجود دارد اما در بیشتر مواقع جواب‌گوی کاربردهای خاص مهندسی نیستند، تحلیل اجزاء محدود ترک‌های سه بعدی امکان محاسبه ضریب شدت تنش در نوک ترک را فراهم می‌کند.

در مسائل ترک، بسته به سازه و نوع ترک و بارگذاری از مدل‌های دو یا سه بعدی استفاده می‌شود. در این مقاله یک نمونه با هندسه ساده را به صورت دو بعدی و سه بعدی مدل و مقادیر ضریب شدت تنش را به روش‌های مختلف محاسبه و با یکدیگر مقایسه کرده‌ایم. محاسبه ضریب شدت تنش در تحلیل عددی مسائل مکانیک شکست از اهمیت زیادی برخوردار است و روش‌های متعددی از جمله روش برون‌یابی، انتگرال اندرکنش، روش بسط مجازی ترک و غیره برای برآورد آن وجود دارد. در این میان در روش برون‌یابی، از المان‌های تکین به دلیل کاربرد آسان و دقت بالای آنها استفاده می‌شود.

از جمله پارامترهایی مورد توجه در مکانیک شکست:

- ضرایب شدت تنش (KI, KII, KIII) که مربوط به سه مود شکست می‌باشند.
- انتگرال-J، انتگرال روی خط مستقل از مسیری که شدت تنش‌ها و کرنش‌ها را در نزدیکی نوک ترک ارزیابی می‌کند.