

محاسبه ضرایب شدت تنش ناچ‌های V شکل تیز به روش المان محدود

مجیدرضا آیت‌اللهی، مرتضی نجاتی

دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه علم و صنعت ایران، نارمک، تهران

nejati@mecheng.iust.ac.ir

خلاصه

ناچ‌ها و گوشه‌های تیز در بسیاری از سازه‌ها وجود داشته، و غالباً محل ایجاد و رشد ترک‌ها می‌باشند. مطالعه شکست ناچ‌های تیز در ابتدا وابسته به تعیین کامل حوزه تنش در نزدیک آن‌ها می‌باشد. در این مرحله پارامترهایی با عنوان ضرایب شدت تنش ناچ‌ها تعریف شده، که به طور کامل حوزه تنش در نزدیکی ناچ را مشخص کرده، و همچنین یک مقدار بحرانی از آنها می‌تواند به عنوان معیار شکست ناچ معرفی گردد. با توجه به اینکه تحلیل اجزاء محدود به طور گسترده در محاسبه ضرایب شدت تنش ناچ‌ها استفاده می‌شود، مطالعه روش‌های مختلف محاسبه این ضرایب از نتایج تحلیل اجزاء محدود، و دقت آن‌ها مورد توجه می‌باشد. در این مقاله پس از مطالعه روش‌های مختلف موجود، روش جدیدی به نام فوق معین معرفی گردیده است. دقت بالا، همگرایی سریع و محاسبه پارامترهای مرتبه بالاتر از مزایای روش معرفی شده می‌باشد.

کلمات کلیدی: ناچ V شکل تیز، ضریب شدت تنش ناچ، اجزاء محدود، روش فوق معین

۱. مقدمه

ناچ‌ها و گوشه‌های تیز در بسیاری از اسکلت‌های فلزی و سازه‌های عمرانی وجود دارند. در محل جوش‌های سازه‌ها، تیرهای لانه زنبوری و محل اتصالات سازه‌ای وجود این ناچ‌ها قابل توجه است. ناچ‌های تیز بر میزان تحمل بار سازه‌ها تأثیر گذاشته، و به دلیل تمرکز تنش شدید، این مکان‌ها محل ایجاد و گسترش ترک‌ها می‌باشند. مطالعه رفتار ناچ‌ها در مقابل بار و ایجاد و گسترش ترک در آن‌ها در اولین قدم وابسته به معلوم بودن حوزه تنش در نزدیکی آن‌ها می‌باشد. روابط تحلیلی تنش و کرنش در این مکان‌ها با استفاده از تابع تنش ایری^۱ در مختصات قطبی توسط ویلیامز (Williams) [۱] در سال ۱۹۵۲ مورد بررسی قرار گرفت. گراس (Gross) و مندلسون (Mendelson) [۲] در سال ۱۹۷۲ ضرایب شدت تنش ناچ^۲ را مشابه با تعریف موجود برای ضرایب شدت تنش ترک‌ها تعریف نمودند. همانند مودهای بارگذاری ترک، حالت بارگذاری داخل صفحه ناچ که منجر به باز شدن و فاصله گرفتن لبه‌های ناچ از یکدیگر شده، مود I، و بارگذاری داخل صفحه‌ای که باعث حرکت نقاط روی لبه‌ها به صورت موازی با نیمساز عبوری از مرکز ناچ شود، بارگذاری مود II نامیده می‌شود. بر همین اساس نیز ضرایب شدت تنش ناچ در مودهای بارگذاری I و II تعریف شده، و محاسبه این ضرایب اولین قدم جهت تحلیل تنش در ناچ خواهد بود. این ضرایب تابعی از هندسه و بارگذاری در قطعه ناچ‌دار می‌باشند.

معیارهای مختلفی جهت تخمین شکست ترد ناچ‌ها معرفی شده است. با استفاده از آنالوژی موجود بین ترک و ناچ، سورین (Seweryn) [۳] و دان (Dunn) [۴] معیار ضریب شدت تنش ناچ بحرانی را معرفی کردند. در این معیار افزایش ضریب شدت تنش ناچ تا مقدار بحرانی آن منجر به شکست ناچ خواهد شد. معیارهای دیگری نیز در شکست ناچ‌ها معرفی گردیده است [۵ و ۶]، که در تمام آنها محاسبه ضرایب شدت تنش ناچ‌ها اولین قدم در بررسی شکست ناچ می‌باشد. به دلیل ناتوانی روش‌های تحلیلی در محاسبه ضرایب شدت تنش ناچ‌ها، به روش‌های تجربی و عددی روی آورده شده است. در زمینه محاسبه ضرایب شدت تنش ناچ‌ها با استفاده از روش‌های تجربی، مهین فلاح و ذاکری [۷] با روش فتوالاستیسیته^۳، پراسیاناکیس

1-Airy Stress Function

2-Notch Stress Intensity Factor

3-Photoelasticity