

## شبیه سازی عددی معیارهای انرژی شکست قطعات ترک دار تعمیر شده به کمک وصله FML

لطفعلی مظفری وانانی

مریی، گروه مهندسی مکانیک، دانشگاه فنی و حرفه‌ای، تهران، ایران، L-mozafari@tuv.ac.ir

چکیده - استفاده از وصله‌های کامپوزیت و چسباندن آنها بر روی محل عیب یکی از روش‌های سریع و ارزان تعمیر قطعات ترک‌دار فلزی است. انجام تعمیرات توسط وصله‌های کامپوزیت دارای مزایای زیادی نسبت به تعمیر به روش‌های سنتی است. در این تحقیق تأثیر استفاده از وصله‌های کامپوزیت FML بر روی بهبود معیارهای انرژی شکست قطعات آلومینیومی دارای ترک لبه‌ای مورد بررسی قرار گرفته است. بارگذاری قطعات تحت آزمون ضربه چارپی بوده است. به کمک یک مدل‌سازی سه‌بعدی المان محدود پارامترهای انرژی در مبحث مکانیک شکست از قبیل جهت رشد ترک (CPD) و مقادیر  $J$ -Integral مورد بررسی قرار گرفتند. پس از تحلیل مدل‌های مختلف، تأثیر فاکتورهایی نظیر طول و زاویه ترک و نیز نوع لایه چینی وصله بر پارامترهای انرژی شکست مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج حاکی از آن بود که تحلیل المان محدود به کمک نرم افزار ABAQUS روشی قدرتمند جهت بررسی این مسأله بوده است و بین نتایج عددی و تجربی تطابق و همبستگی قابل قبولی وجود دارد. کلید واژه - قطعات ترک‌دار آلومینیومی، وصله کامپوزیت FML، معیارهای انرژی، روش اجزای محدود (FEM)

تحقیق ایشان تعمیر یک طرفه صورت پذیرفته است. ایشان نشان دادند که عمر خستگی قطعات وصله شده در مقایسه با قطعات تعمیر نشده در حدود ۴ تا ۶ برابر افزایش خواهد داشت. (Naboulsi et. al, 1997) در مورد محاسبه مقادیر ضریب شدت تنش در ورق‌های ترک‌دار و وصله شده آلومینیومی مطالعه نمودند. آنها از یک مدل دو بعدی اجزای محدود استفاده نمودند. آنها مشاهده نمودند که مقادیر ضریب شدت تنش بدست آمده از مدل عددی و تجربی تا حدود خیلی زیادی همخوانی دارند. همچنین نمودار ضریب شدت تنش بر حسب طول ترک در نمونه‌ها تعمیر شده به شکل خطی است در حالیکه در نمونه‌های تعمیر نشده به حالت نمایی می‌باشد. همچنین ایشان در تحقیق دیگری نشان دادند که در صورت فرض هندسه غیر خطی، مقادیر باز شدگی دهانه ترک و لذا مقادیر ضریب شدت تنش کمتر از حالت هندسه خطی است. آنها مشاهده نمودند که غیر خطی فرض نمودن لایه چسب بر مقادیر SIF تأثیری نخواهد گذاشت. (Belhouari et. al, 2004) تعیین تأثیر وصله‌های دو طرفه را مورد مطالعه قرار دادند. آنها در این تحقیق مقادیر ضریب شدت تنش SIF برای نمونه‌های دارای ترک با زوایای مختلف، در حالت‌های تعمیر یک طرفه و دوطرفه، را اندازه-

### ۱- مقدمه

امروزه استفاده از وصله‌های کامپوزیت جهت تعمیر قطعات ترک‌دار تبدیل به روشی پر کاربرد شده است (Baker et. al, 1984). از مزایای این روش در مقایسه با روش‌های سنتی مانند پیچ و مهره و پرچ می‌توان به وزن کمتر، استحکام ویژه و سختی ویژه بالاتر، سرعت انجام کار بیشتر، عدم نیاز به سوراخ‌کاری و همچنین عدم پوسیدگی و خوردگی اشاره نمود. از طرفی کامپوزیت‌های FML مواد جدیدی هستند که خواص مفید فلزات و کامپوزیت‌ها را به طور همزمان دارند. رفتار رشد ترک در قطعات صنعتی توسط محققان زیادی مورد بررسی قرار گرفته است. برای اولین بار تأثیر مثبت وصله‌های کامپوزیت چسبی به منظور بهبود خواص مکانیکی قطعات ترک‌دار، در آزمایشگاه تحقیقاتی هوایی-دریایی در استرالیا توسط آلن بیکر و همکارانش (Baker et. al, 1984) مورد بررسی قرار گرفت. (Chung et. al, 2003) به صورت تجربی اقدام به بررسی تأثیر تعمیر توسط وصله‌های کامپوزیت بر رشد ترک خستگی در ورق‌های ضخیم آلومینیومی (6mm) AL6061-T6 نمودند. در