

## تحلیل هم هندسی توسعه یافته برای مواد دوسانگرد

سعید شجاعی باغینی<sup>1\*</sup>، معین اصغرزاده<sup>2</sup>

1- استاد یار دانشگاه شهید باهنر کرمان saeed.shojaee@mail.uk.ac.ir

2- دانشجوی کارشناسی ارشد-سازه دانشگاه شهید باهنر کرمان mo.in.asgharzade@gmail.com

### چکیده

مواد کامپوزیت امروزه در صنایع گوناگون به طور وسیعی مورد استفاده قرار می‌گیرند. ترک یکی از موارد مهم آسیب دیدگی در این مواد به شمار می‌آید. در این تحقیق با به کارگیری توابع سطح تراز و توابع غنی‌ساز مربوط به محیط دوسانگرد، در روش آنالیز هم هندسی، فرمول‌بندی آنالیز هم هندسی توسعه یافته برای مدل‌سازی عددی ترک در محیط دوسانگرد ارائه می‌شود. از ضریب شدت تنش برای مقایسه این روش با دیگر روش‌های مشابه عددی استفاده شده است. همچنین چندین مثال عددی برای مقایسه آورده شده است و نشان داده می‌شود که با تعداد درجات آزادی کمتری، ضریب شدت تنش همگرا خواهد شد.

**واژه‌های کلیدی:** تحلیل هم هندسی توسعه یافته، مواد کامپوزیت، توابع سطح تراز، توابع غنی‌ساز

### 1- مقدمه

کامپوزیت‌ها شامل دو یا چند ماده با خاصیت‌های متفاوت‌اند. امروزه با توجه به مزایای فراوان مواد کامپوزیت از جمله نسبت مقاومت به وزن بالا، کاربرد این نوع مواد در بسیاری از رشته‌های مهندسی رو به افزایش است. ترک یکی از رایج‌ترین آسیب دیدگی‌ها در مواد کامپوزیت است که می‌تواند موجب مشکلات عملکردی مانند کاهش ظرفیت باربری و حتی ناپایداری شود بنابراین موضوع مکانیک شکست در این نوع مواد توسط محققان بسیاری بررسی شده است.

یکی از مشکلاتی که در روش‌های عددی مرسوم مانند اجزاء محدود در موضوع مکانیک شکست وجود دارد، وجود مقادیر منفرد نوک ترک می‌باشد. بنابراین در این روش می‌بایست مش‌بندی خاصی را در نظر گرفت که این موضوع باعث زمان‌بر بودن آنالیز می‌شود. در این راستا چندین روش برای مدل کردن ترک به کار رفته است. از جمله، روش اجزاء محدود توسعه یافته [1] و روش‌های بدون مش [2-4] را می‌توان نام برد.

در روش اجزاء محدود توسعه یافته، روند کار به این صورت است که در ابتدا مش اجزاء محدود بدون در نظر گرفتن ناپیوستگی، که می‌تواند ترک یا حفره باشد، ساخته می‌شود. سپس براساس روش پیکربندی واحد، برای در نظر گرفتن ناپیوستگی‌ها، با استفاده از توابع غنی‌ساز، که از حل تحلیلی تغییر مکان پیرامون ناپیوستگی سرچشمه می‌گیرد، تعدادی از درجات آزادی اضافی در محل‌های گره‌های موجود در مش که با ناپیوستگی در ارتباط‌اند به مدل اضافه می‌شود و به این طریق ناپیوستگی، بدون آنکه در مش به طور آشکار در نظر گرفته شده باشد، مدل می‌شود.