



## مدلسازی تیرهای تقویت شده با ورق FRP و صحت سنجی آن با نتایج آزمایشگاهی

محسن طالب زاده<sup>۱\*</sup>، محبوبه رستمیان<sup>۲</sup>

۱- استادیار، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه بجنورد، [Mtalebzadeh@ub.ac.ir](mailto:Mtalebzadeh@ub.ac.ir)

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه بجنورد، [mahboobe.rostamian@yahoo.com](mailto:mahboobe.rostamian@yahoo.com)

### چکیده

یکی از موثرترین روش‌ها برای مقاوم سازی سازه‌های بتن مسلح استفاده از پوشش FRP جهت محصور کردن اجزاء سازه جدید مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای بررسی اثر تقویت تیرهای بتن آرمه به وسیله چسباندن ورق‌های CFRP و می-باشد. امروزه تقویت سازه‌های بتن مسلح به کمک ورق‌های پلیمری مسلح شده با الیاف (FRP) به عنوان یک روش GFRP با استفاده از چسب اپوکسی بر مقاومت خمشی و شکل‌پذیری، نمونه آزمایشگاهی طراحی، ساخته و مورد آزمایش قرار گرفتند. تیرها با تعداد لایه‌ها و طول‌های مختلف CFRP و GFRP تقویت شدند. نتایج نشان می‌دهند تقویت تیرها باعث افزایش مقاومت خمشی می‌شود. با افزایش طول ورق و تعداد لایه‌ها مقاومت خمشی نیز افزایش می‌یابد و شکل‌پذیری تیرهای تقویت شده با GFRP بیشتر از تیرهای تقویت شده با CFRP می‌باشد. همچنین تیرها در نرم افزار ABAQUS مدل سازی شده و با نتایج بدست آمده از آزمایشگاه مقایسه شدند. نمودار نیرو-تغییر مکان تیرهای مدلسازی شده انطباق خوبی با نمونه‌های ساخته شده در آزمایشگاه داشتند.

واژه‌های کلیدی: تیربتنی، FRP، ظرفیت خمشی، مدشکست، اجزا محدود، ABAQUS

### ۱- مقدمه

کامپوزیت‌ها همچنانکه از نامشان پیداست ترکیبی فیزیکی از دو یا چند ماده هستند که ماده حاصل دارای ویژگی‌های خاصی است که در هیچ یک از مواد تشکیل دهنده به تنهایی یا فت نمی‌شود این ویژگی‌ها بستگی به خواص اجزای تشکیل‌دهنده و روش ترکیب آنها دارد.

استفاده از کامپوزیت‌های FRP<sup>۳</sup> در مهندسی عمران در سال‌های اخیر توجه بسیاری را به خود جلب کرده است. وزن سبک، مقاومت زیاد و مقاومت در برابر خوردگی از جمله خواصی است که این نوع مواد را در قالب‌های گوناگون در امر مهندسی ساختمان مطرح ساخته است. همچنین مواد FRP در سال‌های اخیر جهت امر بهسازی و ترمیم سازه‌های بتنی مورد توجه محققان قرار گرفته است. این مواد با توجه به کاربردهای مختلف، دارای انواع و شکل‌های مختلف می‌باشند. خواص کامپوزیت-

<sup>۱</sup> عضو هیات علمی

<sup>۲</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد

<sup>۳</sup> Fiber reinforced polymer