

## تقویت برشی تیوروق ها با استفاده از پلیمرهای مسلح شده به فیبر کربن (CFRP)

حسین مهماندوست کتر<sup>۱</sup>، کامبیز نرماشیری<sup>۲</sup>، محسن قلی زاده<sup>۳</sup>، سعید عزیزی<sup>۴</sup>

۴، ۳، ۱- مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد زاهدان

۲- گروه مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد زاهدان

hossein.mehmandust@yahoo.com

### خلاصه

روش نوین مقاوم سازی با کامپوزیت های FRP (Fibre Reinforced Polymer) در مورد سازه های فولادی در سالهای اخیر بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. تا کنون مطالعات اندکی در خصوص تقویت برشی تیوروق های فولادی با Carbon Fibre Reinforced (CFRP) صورت گرفته است. در این مطالعه به بررسی اثر ورق های CFRP و نوع چیدمان آنها بر ظرفیت برشی تیوروق ها پرداخته شده است. برای این منظور یک قطعه از تیوروق به طول و ارتفاع ۳۰۰mm جهت مدل سازی عددی انتخاب شده است. مدل سازی نمونه ها با استفاده از نرم افزار المان محدود ANSYS صورت گرفته است. نتایج حاصل از این مطالعه نشان می دهد که در حالت تقویت کامل جان برای قطعه تیوروق مطالعاتی ظرفیت باربری به میزان ۲/۸ برابر افزایش می یابد.

کلمات کلیدی: مقاوم سازی، تیوروق، تقویت برشی، ANSYS، CFRP

### ۱. مقدمه

تیوروقها، اعضای خمشی هستند که برای ساخت آنها از ترکیب مناسب ورق های فولادی استفاده می شود. در مواردی که نیمرخهای نورد شده موجود قادر به تحمل بارهای وارده بر عضو خمشی نباشند، استفاده از تیرهای ساخته شده از ورق (تیوروقها) اجتناب ناپذیر خواهد بود. از سال ۱۹۵۰ میلادی تا کنون با گسترش صنعت جوشکاری، استفاده از تیوروقها برای پوشش دهانه های بزرگتر از ۱۵ متر بیش از پیش مورد استقبال مهندسان و طراحان قرار گرفته است. عمده تیوروقها متشکل از دو ورق بال و یک ورق جان است که به طرز مناسبی جهت تهیه یک مقطع به شکل I به یکدیگر جوش داده می شوند. اصولاً برای استفاده بهینه از ظرفیت تیوروق، تا حد امکان فاصله بین بالها را افزایش می دهند که این عمل منجر به ایجاد جان با ارتفاع زیاد می شود. از آنجا که ضخامت جان تأثیر ناچیزی در اساس مقطع تیوروق دارد از این رو استفاده از جان نازک به لحاظ اقتصادی در طرح تیوروق ترجیح دارد. جان دارای ارتفاع زیاد و ضخامت کم در معرض پدیده های ناپایداری موضعی قرار می گیرد [۱].

تیوروقها به دلایلی از جمله اصلاح ضرایب آیین نامه ها، کاهش سختی به دلیل خوردگی و نیز اضافه بار ناشی از وسایل نقلیه نیاز به تقویت خواهد داشت. روشهای مختلفی از جمله جوش کردن ورق فولادی و پس کشیدگی اعضاء برای مقاوم سازی این نوع سازه ها وجود دارد که در این میان روش نوین تقویت با مصالح FRP به دلیل داشتن مزایایی از جمله اجرای سریع و راحت، هزینه های نسبتاً پایین، افزایش عمر مفید سازه بعد از تقویت و همچنین امکان اجرای کار در محل هایی که دسترسی به سازه با مشکل مواجه است، بیشتر مورد توجه محققین قرار گرفته است. در سالهای اخیر مطالعات متعددی درباره استفاده از ورقهای تقویت CFRP برای مقاوم سازی سازه های فولادی انجام گرفته است.

Sen و همکاران در سال ۲۰۰۱ از ورقهای FRP برای مقاوم سازی پلهای فولادی استفاده کردند [۲]. Rizkalla و همکاران از HM-CFRP با مدول بالا برای مقاوم سازی سازه های فولادی و پل ها استفاده نمودند. آنها استفاده از ورقهای CFRP را برای مقاوم سازی تیرهای فولادی شامل انتخاب

۴، ۳، ۱- دانشجوی کارشناسی ارشد سازه

۲- استادیار