



## افزایش ظرفیت برشی تیرهای بتن مسلح T- شکل سراسری ضعیف با نصب ورق های کمپوزیت CFRP

محمد کاظم شربتدار

استادیار، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه سمنان

msharbatdar@semnan.ac.ir

### خلاصه

انهدام برشی مقاطع بتن مسلح بسیار خطرناک بوده و بدون هیچگونه اختطاری اتفاق می افتد. بعضی تیرهای بتن مسلح دارای ضعف های برشی بوده و نیاز به تقویت دارند که این ضعف ها ممکن است به دلیل ناکافی بودن آرماتورهای برشی، کاهش در سطح مقطع آرماتورها به دلیل خوردگی، افزایش میزان بارهای سرویس، و نقص های طراحی و ساخت باشند. نتایج تحقیقات گذشته نشان داده که صفحات کمپوزیت FRP به طور قابل توجهی باعث افزایش ظرفیت برشی می شوند. آئین نامه های مختلفی مانند CSA کانادا، سهم مشارکت مقاومت برشی این ورق ها را در محاسبه ظرفیت برشی کل مقطع منظور می کند که این سهم برشی بستگی به پارامترهایی مختلفی منجمله پدیده جدایی لایه های ورق از بتن و حداکثر تنش در هنگام پارگی الیاف های ورق های کمپوزیت دارد.

منطقه لنگر منفی تیرها یک منطقه بحرانی است زیرا بیشترین لنگر و برش به طور همزمان اتفاق می افتد، و همچنین محدودیت هایی برای نصب این ورق ها در این منطقه به دلیل وجود ستون ها وجود دارد که مقاوم سازی برشی این منطقه براحتمی نخواهد بود. نتایج یک پروژه تحقیقاتی آزمایشگاهی که توسط مولف با ساخت نمونه هایی با مقیاس بزرگ ساخته شدند در این مقاله ارائه می گردد. برای بررسی رفتار برشی تیرهای بتن مسلح پیوسته دو دهانه T- شکل، نمونه های تقویت نشده و شده تحت بارهای متمرکز قرار گرفتند و شکست برشی نیز قبل از شکست خمشی اتفاق افتاد. نتایج آزمایشات نشان داد که به میزان ۴۳ درصد افزایش ظرفیت برشی در تیرهای تقویت شده وجود داشت و همچنین مسیرهای ترک های برشی در تکیه گاه های میانی و کناری در دو نمونه با هم فرق می کرد که به دلیل نصب ورق های کمپوزیت بود.

**کلمات کلیدی:** جدایی لایه های ورق از بتن، مقاومت برشی، تقویت با ورق های FRP، لنگر منفی، مسیر ترک برشی

### ۱- مقدمه

بعد از جنگ جهانی دوم و به منظور احداث بناها و پروژه های عمرانی جدید بسیاری از ساختمان ها و پل های بتنی در جهان ساخته شد. بعد از آن، حجم ترافیک در پل ها و بعد از آن بارهای کامیون ها نیز افزایش یافتند، نتیجتاً بیشتر پل های قدیمی و یا حتی ساختمان های قدیمی بتنی باید طبق آئین نامه های معتبر جهانی جدید مجدداً طراحی و کنترل گردند. همزمان پدیده افزایش سن همراه با خوردگی میلگردها و همچنین پوسته شدن بتن ها به دلیل استفاده از مواد یخ زدا مانند نمک در بعضی مناطق اتفاق افتاد. گزینه های محدودی جهت حل این ضعف ها در تیرهای بتن مسلح پل ها وجود دارد مانند محدود کردن تردد کامیون های سنگین بر روی پل های موجود، ولی این روش عملی نیست زیرا باعث بهم خوردن نظم تردد می شود. ساختن پل ها یا سازه های جدید به عنوان گزینه بعدی می باشد که علاوه بر اینکه بسیار گران و هزینه بر می باشد باعث ایجاد معضل ترافیک در مدت زمان کوتاه در پل ها می گردد. گزینه سوم می تواند بهسازی و تقویت این سازه ها برای تحمل بارهای اضافی باشد که راه حل عملی برای مقاوم سازی سازه های زیربنایی و به عنوان یکی از موارد مهم در مهندسی عمران می باشد.