

پارامترهای مؤثر بر تقویت برشی تیرهای عمیق بتن مسلح با استفاده از ورق‌های FRP

محمد پناهی درجه ۱، ابوالفضل عربزاده^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد سازه، دانشگاه تربیت مدرس تهران

۲- استادیار بخش مهندسی عمران، دانشگاه تربیت مدرس تهران

m.panahi@modares.ac.ir

خلاصه

در یک دهه گذشته با مطرح شدن بحث تقویت اعضا بتن مسلح توسط ورق‌های FRP فصل جدیدی از مطالعات در این زمینه شکل گرفته است؛ که بخش قابل توجهی از این مطالعات، بر طراحی برشی اعضا تقویت شده با FRP متمرکز می‌باشد. براساس تحقیقات به عمل آمده، افزایش تقویت داخلی بوسیله آرماتورهای برشی بیش از یک مقدار مشخص نمی‌تواند باعث افزایش ظرفیت برشی و مقاومت نهایی تیر عمیق بتن مسلح شود، از طرف دیگر تقویت خارجی جان تیر عمیق نیز به منظور افزایش ظرفیت برشی به کمک الیاف پلیمری مسلح شده (FRP) مورد بحث و بررسی است. تعیین ظرفیت باربری تیرهای بتن مسلح، همواره مورد توجه محققان و متخصصان بوده است. در این مقاله میزان تأثیر استفاده از ورق‌های CFRP بر جان تیرهای عمیق به کمک مدل‌های آزمایشگاهی و تحلیل عددی انجام شده با استفاده از نرم‌افزار ANSYS بررسی، و نتایج آزمایشگاهی با نتایج عددی مقایسه و ارائه شده است. در این تحقیق با استفاده از روش اجزای محدود غیرخطی، تیر عمیق باتکیه‌گاه‌های ساده تحت بار متمرکز مدل‌سازی و میزان اثر بخشی مواد پلیمری مرکب CFRP بر مقاومت نهایی تیرهای عمیق بتن مسلح مورد مطالعه قرار گرفته است. با کاربرد ورق‌های CFRP در تقویت جان تیرهای عمیق، بار نهایی تیر به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد. همچنین در این تحقیق با مدل‌سازی عددی تیرهای عمیق تقویت شده با ورق‌های CFRP به بررسی دیگر پارامترهای مؤثر از جمله تعداد لایه‌ها و نحوه آرایش ورق‌ها در میزان تقویت پرداخته شده است. و سپس با ارائه نتایج به دست آمده از تحلیل‌های انجام شده، میزان اثربخشی پارامترهای در نظر گرفته شده جهت تقویت تیرهای عمیق تعیین شده است.

کلمات کلیدی: تیر عمیق، بتن مسلح، FRP، تقویت برشی، مواد پلیمری

۱. مقدمه

امروزه استفاده از سازه‌های بتنی رو به افزایش است؛ یک عضو مهم که در شکل‌گیری سازه‌های بتنی نقش به‌سزایی دارد تیرها هستند؛ تیرهای بتن مسلح، با نسبت دهانه به ارتفاع (عمق) کم که به تیرهای عمیق معروف‌اند؛ تیرهای عمیق ممکن است به دلایل مختلف از جمله خطاهای طراحی، آسیب‌دیدگی ناشی از بلایای طبیعی، خطاهای اجرایی، تغییر در کاربری سازه، اعمال بارهایی بیش از بارهای پیش‌بینی شده در هنگام طراحی و... نیاز به ترمیم و تقویت داشته باشند روش‌های مختلفی جهت ترمیم و تقویت تیرهای عمیق وجود دارد که استفاده از الیاف‌های پلیمری مرکب معروف به FRP با توجه به مزایایی همچون مقاومت کششی و گسیختگی بالا، دوام بالا، سادگی و سرعت بالای اجراء و وزن کم نسبت به سایر روش‌ها مورد توجه فراوان قرار گرفته است. تأثیر ورق‌های FRP در تقویت برشی تیرهای معمولی به طور کاملاً گسترده‌ای توسط محققین مورد بررسی قرار گرفته است که نتایج این تحقیقات بیانگر تأثیر چشم‌گیر کاربرد ورق‌های FRP در افزایش مقاومت برشی بوده است. با وجود تحقیقات گسترده در زمینه تیرهای کم عمق بتنی، در مورد تیرهای عمیق بتن مسلح فعالیت‌های تحقیقاتی کمی انجام شده است. ولی آنچه مسلم است تیر عمیق معمولاً در برش دچار شکست می‌شود و در چنین حالتی است که می‌توان جان تیر عمیق را توسط ورق‌های FRP تقویت کرد. در این رابطه نظریات مختلفی از محققین مبنی بر تأثیر و یا عدم تأثیر ورق‌های FRP در افزایش مقاومت نهایی تیرهای عمیق بیان گردیده است. در این تحقیق تیرهای عمیق بتن مسلح که توسط آقای دکتر عربزاده و میرزائی تحت عنوان نمونه‌های شاهد و نمونه‌های تقویت شده با ورق‌های CFRP در آزمایشگاه دانشگاه تربیت مدرس ساخته و مورد آزمایش قرار گرفتند [۱]، با استفاده از نرم‌افزار ANSYS به روش اجزاء محدود مدل گردیده‌اند و در ناحیه خطی و غیر خطی مورد بررسی و تحلیل قرار داده شده، و سپس با مدل‌سازی ورق‌های CFRP بر روی مدل عددی تیر عمیق اثر این ورق‌ها بر تغییر مکان تیر، میزان افزایش ظرفیت برشی و در نهایت مقاومت نهایی تیر مورد مطالعه قرار گرفته است.