

بررسی خیز تیرهای بتن آرمه‌ی تقویت شده با ورق‌های FRP

محمد رضا توکلی زاده^۱، سید روح ا... موسوی^۲، زهرا حبیبی خراسانی^۳

۱- دانشگاه فردوسی مشهد

۲- دانشگاه سیستان و بلوچستان

۳- دانشگاه فردوسی مشهد

s.r.mousavi@eng.usb.ac.ir

خلاصه

امروزه استفاده از پلیمرهای تقویت شده با الیاف (FRP) به عنوان تقویت خارجی در اعضای بتن آرمه، با توجه به مزایای آن از جمله وزن کم، مصالح، مقاومت در برابر خوردگی، مقاومت کششی زیاد، دوام و سهولت اجرایی، قابلیت اجرا برای شرایطی با محدودیت زمانی و ابعاد هندسی مقاطع و ... رواج یافته است. به همین دلیل وجود رابطه‌ای برای تعیین خیز تیرهای تقویت شده با ورق‌های FRP ضروری می‌باشد. در این پژوهش با استفاده از نتایج کارهای آزمایشگاهی سایر پژوهشگران صحت رابطه‌ی برانسون برای لنگر لختی مؤثر این تیرها بررسی می‌گردد. به این منظور بر روی بیش از ۵۰۰ داده‌ی آزمایشگاهی مطالعه‌ی آماری انجام می‌پذیرد و تأثیر پارامترهای مختلف از جمله سطح بارگذاری، نسبت آرماتور، سطح مقطع FRP، ضخامت ورق و ... بر روی دقت خیز بدست آمده از لنگر لختی مؤثر رابطه‌ی برانسون بررسی می‌شود تا بتوان به نحو مؤثرتری از این رابطه برای محاسبه‌ی خیز تیرهای بتن آرمه‌ی تقویت شده با ورق FRP استفاده کرد.

کلمات کلیدی: خیز، تیرهای بتنی، لنگر لختی مؤثر، ورق FRP

۱. مقدمه

پلیمرهای مسلح شده با الیاف (FRP) نوعی ماده‌ی کامپوزیت متشکل از دو بخش فیبر یا الیاف تقویتی است که به وسیله‌ی یک ماتریس رزین از جنس پلیمر احاطه شده است. الیاف که اصولاً الاستیک، ترد و بسیار مقاوم هستند، جزء اصلی باربر در ماده‌ی FRP محسوب می‌شوند و ماتریس بیشتر نقش محافظتی از الیاف را بر عهده دارد. FRP در مقایسه با فولاد، دارای مدول الاستیسیته‌ی کمتر بوده که سبب افزایش کرنش در تقویت‌ها و در نتیجه افزایش عرض ترک و زیاد شدن خیز می‌شود. بنابراین مطالعه بر روی خیز قطعات مسلح با FRP امری ضروری می‌باشد.

در مورد خیز تیرهای بتنی مسلح با میلگردهای FRP تحقیقات زیادی تاکنون انجام شده است. برخی از محققان در پی یافتن لنگر لختی مؤثر مقطع برای محاسبه‌ی خیز می‌باشند. رابطه‌ی برانسون که برای تیرهای بتن مسلح با میلگرد فولادی ارائه شده بود، به دلیل کم بودن سخت‌شوندگی کششی، در تیرهای بتنی مسلح شده با میلگرد FRP نتایج خوبی بدست نمی‌دهد و خیز را کمتر از واقعیت تخمین می‌زند. از این رو بسیاری از محققان در پی اصلاح رابطه‌ی برانسون برآمدند. برای مثال بنموکرین [1]، السونا [2]، توتنجی [3] و رافی [4] با افزودن ضرایب و یا تغییر و اضافه کردن پارامترهایی سعی در اصلاح رابطه‌ی برانسون نمودند. کمیته‌ی ۴۴۰ انجمن بتن آمریکا (ACI 440) [5] در سال ۲۰۰۱ نیز با بهره‌گیری از رابطه‌ی برانسون و افزودن ضریب β_d به آن (که وابسته به ضریب کشسانی فولاد و FRP و نیز چسبندگی بین بتن و FRP بود) در پی اصلاح رابطه‌ی I_e برآمد. به دلیل خطای این رابطه در سال ۲۰۰۶ این آیین‌نامه [6] پارامتر β_d را تغییر داده و آن را وابسته به نسبت آرماتور موجود نمود. ولی بازهم این رابطه نیاز به اصلاح دارد.

^۱ استادیار

^۲ استادیار

^۳ دانشجوی کارشناسی ارشد عمران گرایش سازه