



روابط طراحی خمشی تیرهای RC تقویت شده با ورق های FRP (بر مبنای فرضیات حاکم بر آبا - I.R.I.CC^(۱))

مهندس محمود عدالتی^۱ *

۱- دانشجوی دکترای سازه، گروه عمران دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد

و عضو هیأت علمی گروه عمران دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه ایلام

* آدرس پست الکترونیکی: Edalati.mahmoud@yahoo.com

خلاصه

تحقیقات وسیعی به صورت تئوری، آزمایشگاهی و عددی در زمینه رفتار سنجی تیرهای خمشی بتن مسلح تقویت شده با ورق های کامپوزیتی FRP توسط محققین صورت گرفته است. برخی از آیین نامه های طراحی سازه های بتن آرمه نیز دستورالعمل هایی برای طراحی اینگونه تیرها تدوین کرده اند. مواد کامپوزیتی FRP مصالحی بسیار مقاوم به منظور جلوگیری از خوردگی در محیط های قلیایی و نمکی به شمار می روند. از دیگر ویژگی های مواد کامپوزیتی می توان به نسبت بالای مقاومت به وزن، مقاومت کششی بسیار بالا، خنثی (عایق) بودن این مواد از نقطه نظر مغناطیسی و الکتریکی، و همچنین مدول الاستیسیته قابل قبول آنها اشاره نمود. در این مقاله با توجه به نتایج آزمایشات موجود و مفاهیم کلی حاکم بر آیین نامه ی آبا (روش حالت حدی)، روابط مربوط به طراحی خمشی تیرهای RC تقویت شده با ورق های کامپوزیتی FRP ارائه و با آیین نامه ی ACI440.2R - 02 مقایسه شده است. روابط پیشنهادی همسنگی خوبی با بانک داده های آزمایشگاهی موجود نشان می دهد.

کلمات کلیدی: تیر RC، ورق های کامپوزیتی FRP، طراحی خمشی، حالت حدی، آیین نامه ی بتن ایران (آبا - I.R.I.CC)

۱. مقدمه

از میان روش های مختلفی که برای بهبود و توانمندسازی مجدد تیرهای بتن آرمه ی آسیب دیده، به طور وسیعی مورد پذیرش پژوهشگران واقع گردیده است، می توان به چسباندن ورق های FRP خارجی به سطح بیرونی واقع در ناحیه ی کششی تیر اشاره نمود. دو علت عمده در این میان بیش از عوامل دیگر نقش کلیدی را به عهده دارند. عامل نخست، سهولت اجرا و دیگر عامل نیز تأثیر بسزای چسباندن ورق های FRP خارجی به تیر در بالا بردن ظرفیت خمشی و افزایش سختی تیر می باشد. رابطه های بکار رفته برای تعیین لنگر خمشی مقاوم نهایی تیرهای بتن مسلح تقویت شده با ورق های کامپوزیتی FRP، بر مبنای فرضیات حاکم بر آبا بگونه ای رابطه سازی شده است که بتواند تمامی عوامل مهم و تأثیرگذار بر مقاومت آن را در طراحی لحاظ نماید. همچنین نتایج آزمایشات موجود صحت پاسخ های حاصل از رابطه های مزبور را تأیید می نماید. در تعیین لنگر خمشی مقاوم نهایی تیرهای بتن مسلح تقویت شده با ورق های کامپوزیتی FRP (تیر RC با FRP) بایستی مدهای مختلف شکست تیرها که حاصل نتایج آزمایشات مختلف است، شناسایی شوند. بانک داده های نتایج آزمایشگاهی تیرهای RC با FRP از مراجع [1]، [2]، [3]، [4]، [5]، [6]، [7] و [8] گردآوری شده اند.

۲. مدهای مختلف شکست

نتایج آزمایشات نشان می دهد که ۶ نوع مد شکست مختلف در تیرهای RC با FRP وجود دارد که در زیر به شرح مختصر آنها پرداخته می شود [9]:

۱- مد شکست فشاری بتن قبل از تسلیم فولاد:

در این حالت بتن قبل از جاری شدن میلگردهای فولادی و شکست ورق های FRP زیر اثر فشار پکیده می شود. به عبارت دیگر، کرنش در بتن از مقدار نهایی آن $\epsilon_{cu} = 0.0035$ فراتر می رود [10] (شکل ۱ الف). مطابق فرضیات آبا [11] برای حفظ توزیع تنش مستطیلی معادل بایستی $\epsilon_{cu} = 0.003$ منظور گردد [12].

(۱) آیین نامه ی بتن ایران (آبا) : I.R.I.CC=Islamic Republic of Iran Concrete Code