



تحلیل غیر خطی تیر همبند تقویت شده با کامپوزیت های FRP به روش اجزای محدود

داود مستوفی نژاد، محمد قاسم سحاب، هاجر احمدی

دانشیار دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی اصفهان

استادیار دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تفرش

دانشجوی کارشناسی ارشد سازه، دانشگاه تفرش

dmostofi@cc.iut.ac.ir
sahab@aut.ac.ir
ahmadi.hajar@gmail.com

خلاصه

در سال های اخیر، استفاده از کامپوزیت های FRP به لحاظ خصوصیات ارزشمند آن ها از جمله مقاومت و دوام بالا در برابر شرایط محیطی، وزن کم و نصب آسان، در مقاوم سازی اجزای سازه ای بتنی بسیار مورد توجه قرار گرفته است. به منظور بررسی رفتار دقیق اعضای مقاوم شده با FRP، تحلیل غیر خطی آن ها امری مهم و ضروری است و داشتن یک مدل غیر خطی مناسب به نحوی که بیان کننده ی رفتار واقعی عضو تقویت شده باشد، لازمی این امر می باشد. در تحقیق حاضر یک مدل کامپیوتری مناسب برای تیر همبند تقویت شده با کامپوزیت های FRP ارائه شده است. تیر همبند مهم ترین عضو در یک سیستم سازه ای دیوار برشی همبسته است که تحت تاثیر نیروهای برشی و خمشی منتقل شده از دیوار قرار می گیرد و رفتار آن تعیین کننده ی رفتار دیوارهای برشی می باشد. در این مقاله دو نمونه تیر همبند با نسبت ارتفاع به ضخامت متفاوت و یک نمونه تیر تقویت شده با کامپوزیت های FRP و ستونک های اطراف آن ها به وسیله نرم افزار اجزای محدود ABAQUS مدل سازی شده و نتایج به دست آمده با مطالعات آزمایشگاهی انجام شده توسط سایر محققین مقایسه شده است. مقایسه نتایج آزمایشگاهی و کامپیوتری حاکی از تطابق مناسب ظرفیت باربری، میزان ترک خوردگی و توزیع آن در مدل ارائه شده می باشد.

کلمات کلیدی: تیر همبند، مدل سازی غیر خطی، کامپوزیت FRP، اجزای محدود.

۱. مقدمه

استفاده از کامپوزیت های FRP به صورت پوشش خارجی جهت تقویت قطعات فولادی و بتنی از اواسط دهه ی ۸۰ میلادی در اروپا رواج یافت. در واقع این کامپوزیت ها، به دلیل مقاومت مناسب در برابر خوردگی و وزن کم، جایگزین غلاف های فولادی و بتنی شدند که قبلاً در بهسازی و مقاوم سازی سازه ها به کار می رفتند [۱]. به مرور خصوصیات دیگر این مواد مانند مقاومت کششی بالا، مقاومت در برابر خستگی، سهولت و سرعت اجرا و افزایش قابل توجه شکل پذیری و مقاومت عضو سازه ای تقویت شده با این کامپوزیت ها، منجر به افزایش روز افزون استفاده از آن ها گردید. نتایج فراوانی از تحقیقات انجام شده در زمینه کاربرد کامپوزیت ها در تقویت اجزای سازه ای نظیر تیر، ستون، دال ها و پل ها در دسترس قرار دارد. با این وجود مطالعات انجام گرفته در زمینه تقویت تیرهای همبند، محدود به چند مورد خاص بوده و هم چنان ابهامات فراوانی در این زمینه پیش روی محققین قرار دارد.

به منظور بررسی رفتار تیرهای همبند، نخستین گام درک صحیح رفتار غیر خطی مصالح سازنده ی آن، ترکیب آن ها به صورت مناسب و نهایتاً بررسی عملکرد مدل طی یک بارگذاری ساده می باشد. رفتار غیر خطی بتن مسلح نظیر خصوصیات ترک خوردگی بتن، سخت شدگی کششی و خصوصیات پلاستیسیته ی آن، همچنین رفتار آرماتورها پس از تسلیم قبلاً به طور گسترده توسط محققان متعدد بررسی و قواعد ساختاری متعددی در این ارتباط ارائه شده است [۲].

نخستین بار پائولی بیان داشت برای یک تیر کوتاه با نسبت دهانه به ارتفاع کمتر از ۱/۵، رابطه تغییرات کرنش با ارتفاع به صورت خطی نمی باشد [۳]. وی پس از مطالعات گسترده ی آزمایشگاهی و تئوری بر روی رفتار دیوارهای برشی همبسته، آرایش آرماتورگذاری قطری را به منظور افزایش شکل پذیری تیرهای همبند توصیه نمود و با فرض یک مدل الاستوپلاستیک کامل، روابطی را برای محاسبه ی جابجایی تسلیم تیرهای پیوند با آرماتورگذاری معمولی و قطری ارائه کرد [۴].