



شبیه سازی رفتار برشی تیرهای بتن آرمه تقویت شده با نوارهای FRP به روش المان محدود

محمد جواد جعفری فتیده^۱، سید مهدی زهرایی^۲، هادی ولی پور ابوخیلی^۳، حامد سامی^۴

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد عمران-زلزله، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

۲- استاد دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد عمران-زلزله، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

۴- دانش آموخته کارشناسی ارشد عمران-زلزله، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

mj_jafari89@yahoo.com

چکیده

در این مقاله، شبیه سازی ترک برشی بحرانی و ارزیابی تاثیر پارامترهای مختلف در تقویت برشی تیرهای بتن مسلح کوتاه با نوارهای FRP بررسی می گردد. با فرض رفتار غیرخطی برای بتن، از مدل ترک پخشی بتن برای شبیه سازی ترک برشی بحرانی استفاده می گردد. از مدل های لغزش-اتصال مناسب برای مدلسازی رفتار اتصال بین مصالح مختلف استفاده می شود. بدین منظور، با استفاده از نرم افزار ABAQUS، در ابتدا دو تیر بتن آرمه در حالت کنترل و تقویت شده با نتایج حاصل از مدل های آزمایشگاهی اعتبارسنجی می شود. سپس، با تغییر پارامترهایی همچون قطر آرماتورهای فشاری و کششی، ارتفاع تیر و مدلسازی لایه اتصال بین FRP و بتن، تاثیر این پارامترها در تقویت برشی تیرهای بتن آرمه ی کوتاه ارزیابی می گردد. نتایج نشان می دهد که شبیه سازی ترک برشی بحرانی حاکم بر گسیختگی وابسته به مدلسازی صحیح لایه اتصال می باشد، همچنین تاثیر افزایش ظرفیت ناشی از نوارهای FRP، با تغییر قطر میلگردهای کششی بیشتر از سایر پارامترها می باشد.

کلمات کلیدی: تقویت برشی، تیر بتن آرمه ی کوتاه، روش المان محدود، مدل ترک پخشی بتن، FRP

۱. مقدمه

تقویت تیرهای بتن آرمه با مواد مرکب FRP چسبیده به وجوه خارجی تیر، در بیش از دو دهه ی اخیر بعنوان یکی از تکنیک های رایج در تقویت سازه ها مورد استفاده قرار می گیرد. در سال های اخیر تعداد قابل توجهی از تحقیقات به بررسی آزمایشگاهی تقویت برشی تیرهای بتن آرمه با الیاف تقویتی FRP پرداخته شده است و تنها تعداد بسیار معدودی از تحقیقات موجود به مدلسازی عددی اختصاص دارد. تلاش های چندی برای شبیه سازی گسیختگی برشی تیرهای بتن آرمه تقویت شده در برش با استفاده از نرم افزار المان محدود ANSYS صورت گرفته است [1-3]. الیاسیان و همکارانش (۲۰۰۶) به ارزیابی برخی از پارامترهای موثر بر رفتار برشی تیرهای معمولی تقویت شده با FRP پرداخته است. آن ها در مدلسازی از فرض اتصال کامل بین نوارهای FRP و آرماتورهای فولادی با بتن استفاده کردند. بطور کلی شکلی از ترک خوردگی بتن ارائه نشده است. در این مدل تغییر مکان مناظر با بار حداکثر در مقایسه با نمونه آزمایشگاهی اختلاف زیادی دارد. ابیدت و همکارانش [4] برای بررسی اثرات ناشی از طول و زاویه اتصال FRP در میزان ارتقای برشی تیرهای بتن آرمه کوتاه، مدلسازی المان محدود در نرم افزار ABAQUS انجام دادند. برای مدلسازی بتن از مدل آسیب دیدگی پلاستیک موجود در نرم افزار استفاده شده است. رفتار اتصال بین آرماتورها و بتن بصورت کامل فرض شده است. لایه اتصال (چسب) بین FRP و بتن با استفاده از المان های چسبنده مدلسازی شده است. بنابراین مدلسازی نتوانسته است ترک برشی را بطور صحیح پیشگویی کند.

بررسی های انجام شده، نشان دهنده فقدان مطالعات عددی لازم بر روی رفتار برشی تیرهای بتن آرمه کوتاه $1 < a/d < 2.5$ و کنترل تاثیر دهانه-ی برشی در تقویت آنها با FRP می باشد. همچنین در بیشتر مطالعات موجود، عدم مدلسازی دقیق لایه چسب منجر به شبیه سازی نادرست ترک برشی شده است. بهین دلیل در این مقاله، یک مطالعه عددی به روش المان محدود بر روی تیرهای بتن آرمه ی کوتاه انجام شده و تاثیر پارامترهایی همچون؛

^۱ فارغ التحصیل، کارشناس ارشد فنی قرارگاه سازندگی خاتم الانبیاء، ۹۸۰۲۱۱۸۵۲۲ (۹۸)

^۲ عضو هیات علمی دانشکده مهندسی عمران دانشگاه تهران، ۳۸۰۸ - ۲۱۶۶۴۰ (۹۸)

^۳ فارغ التحصیل

^۴ کارشناس ارشد بهره برداری و نگهداری از تاسیسات آبی شرکت آب منطقه ای آذربایجان شرقی