بررسی رفتار هیسترزیس یک اتصال خارجی بتن‌آرمه تقویت شده با ورقه‌های الیافی CFRP به روش المان محدود

علی دلال‌باشی اصفهانی[۱]، سید سعید مهینی[۲]، رضا مرشد[۳]

۱- کارشناس ارشد سازه

۲، ۳- استادیار دانشکده مهندسی عمران، مجتمع فنی مهندسی، دانشگاه یزد

alidalalbashi@yahoo.com

خلاصه

در این تحقیق قابلیت ورقه‌های کامپوزیت الیافی کربنی CFRP برای تقویت خمشی اتصالات تیر به ستون تحت اثر بارهای سیکلی به روش اجزاء محدود غیرخطی انجام می‌شود. بدین منظور یک اتصال خارجی تیر به ستون بتن‌آرمه با مقیاس کامل قبل و بعد از تقویت با ورقه‌های CFRP با بکارگیری نرم‌افزار المان محدود ANSYS به صورت غیرخطی تحلیل شده و منحنی‌های هیسترزیس، مودهای شکست و مدل‌های پیشنهادی هیسترزیس آنها ارائه می‌شود. نتایج نشان می‌دهد رفتار خمشی اتصال تقویت شده با ورقه‌های CFRP تحت اثر بارگذاری سیکلی بهبود می‌یابد. بارگذاری سیکلی براساس منحنی شکل‌پذیری-سیکل بارگذاری مشابه با روش آزمایشگاهی به صورت جابجایی بر اتصال وارد می‌شود.

کلمات کلیدی: تحلیل عددی غیر خطی، رفتار سیکلی اتصال خارجی، بتن آرمه، مقاوم سازی، کامپوزیت های الیافی کربنی CFRP

۱. مقدمه

اگر چه سالانه در سراسر جهان هزاران سازه با اسکلت بتنی ساخته می‌شود، دراین میان تعداد زیادی از این ساختمان‌ها در اثر ساخت نامناسب، ضعف طراحی، تغییر کاربری، تغییرات معماری و یا بلایای طبیعی (همانند زلزله) به خطر افتاده و یا تخریب می‌شوند. به‌طورکلی طراحی ساختمان، در بیشتر آئین‌نامه‌های مدرن با درنظر گرفتن سختی، مقاومت و شکل‌پذیری انجام می‌گیرد. چالش مهندسین سازه در برابر رفتار و عملکرد سازه‌ها تحت اثر بار سیکلی (زلزله) و یا سازه‌های بتن‌آرمه قدیمی با مقاومت خمشی کم، پوسیدگی و خوردگی، و یا تحمل تنش‌های برشی زیاد توسط اجزاء غیرمسلح، است. سازه‌ای که براساس الزمات آئین‌نامه‌های قدیمی طراحی شده ولی عملکرد مناسبی در برابر بار جانبی نداشته باشد، مطمئن نیست. بنابراین برای طراحی یک سازه مقاوم در برابر بار جانبی همانند زلزله، نیاز به شناخت رفتار آن می‌باشد که می‌توان آن را در قالب رفتار هیسترزیس بار-تغییر مکان در اتصالات بررسی کرد [۱]. زلزله‌های اخیر، رفتار نامناسب بسیاری از ساختمان‌های موجود و نیاز آنها به ترمیم و تقویت را نشان‌دادند. خسارات ناشی از زلزله‌ها موجب گردید تا طراحان سازه به مقاوم‌سازی ساختمان‌های موجود در سراسر جهان ترغیب گردند. تحلیل ساختمان‌های بتن‌آرمه موجود و مشاهدات خرابی سازه‌ها نشان می‌دهد که اتصالات تیر به ستون نواحی بحرانی بوده و نیاز به مقاوم‌سازی دارند. یکی از روش‌های تقویت و بهسازی اتصالات که اخیراً مورد توجه قرار گرفته است، استفاده از کامپوزیت‌های الیافی FRP است. به‌طورکلی مقایسه نتایج حاصل از تحقیقات انجام شده برروی اتصالات تقویت شده با FRP نشان می‌دهد که کامپوزیت‌های FRP برای تقویت اتصالات تیر به ستون بتن‌آرمه مفید می‌باشند [۲].

به‌طورکلی مطالعات عددی برروی رفتار اتصالات بتن‌آرمه از سال ۱۹۷۰ زمانی که مدل‌های المان محدود غیرخطی (FEM) توسعه داده شد، بوجود آمد. برای مثال، در سال ۱۹۷۲، Will و دیگران [۳] روش المان محدود را برای پیش‌بینی رفتار اتصالات تیر به ستون بتن‌آرمه، مورد استفاده قرار دادند. در این تحقیق المان‌های چهار ضلعی تنش مسطح، برای مدل‌سازی بتن مورد استفاده قرارگرفت و از المان‌های ارتجاعی نیز برای شبیه‌سازی اثر متقابل بتن و آرماتور استفاده شد. همچنین ایشان رفتار بتن و آرماتور را به صورت الاستیک خطی در نظر گرفتند. در این تحقیق، ایشان سختی لنگر-دوران تیرهای لبه‌ای و تنش در آرماتورهای طولی ستون را بوسیله روش المان محدود بدست آورده و با نتایج آزمایشگاه مقایسه کردند. ایشان نتیجه گرفتند در صورتی که لنگر حقیقی در اولین مرحله بارگذاری در حدود ۸۰ درصد لنگر تسلیم مقطع بحرانی باشد، آنالیز المان محدود می‌تواند پیش‌بینی