



ارزیابی مدل‌های موجود برای پیش‌بینی مشارکت FRP در ظرفیت برشی تیرهای بتن آرمه بهسازی شده به روش NSM

کوروش نصراله‌زاده^۱، هادی صمدزاد^۲

۱- استادیار، دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد سازه، دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

nasrollahzadeh@kntu.ac.ir

خلاصه

روش NSM روش جدیدی در بهسازی سازه‌های بتن آرمه با استفاده از FRP بوده و با توجه به مزایای آن نسبت به روش EBR، در دهه‌ی اخیر به مقدار زیادی مورد توجه مهندسین و محققین قرار گرفته است. استفاده از این روش نیازمند تدوین ضوابط و مقررات طراحی مبتنی بر مدل‌های مکانیکی یا نتایج آزمایشگاهی می‌باشد. در این مطالعه، دو مدل تحلیلی که به منظور پیش‌بینی مشارکت FRP در ظرفیت برشی تیرهای بتنی تقویت شده به روش NSM و برپایه‌ی روابط تعادل و پارامترهای آزمایشگاهی ارائه شده‌اند، به صورت یک برنامه‌ی رایانه‌ای پیاده‌سازی شده و با استفاده از مجموعه‌ای شامل ۴۰ نتیجه از شش برنامه‌ی آزمایشگاهی مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند.

کلمات کلیدی: NSM، FRP، بهسازی، تیر بتن آرمه، تقویت برشی

۱. مقدمه

حدود دو دهه است که FRP به عنوان یکی از مصالح مورد استفاده در مهندسی سازه شناخته شده و در این مدت عمده‌ی موارد به کارگیری این مصالح کامپوزیت مربوط به تقویت و بهسازی سازه‌های موجود و یا آسیب‌دیده‌ی بتنی بوده است.

روش NSM شیوه‌ای نوین به منظور بهره‌گیری هرچه بیشتر از ظرفیت مقاومتی بالای FRP است. به این ترتیب که با قرار دادن FRP در داخل لایه‌ی پوشش بتن، مقدار چسبندگی بین FRP و بتن به مراتب بیشتر از مقدار متناظر در روش قدیمی تر تقویت سازه‌های بتنی با استفاده از FRP (EBR) خواهد بود [۱]. با توجه به بررسی‌های آزمایشگاهی متعدد، همواره یکی از حالت‌های خرابی در روش EBR، جداشدن ورقه‌ی FRP از سطح بتن (خرابی چسبندگی) می‌باشد [۲]. در این حالت، سیستم بهسازی پیش از اینکه FRP به حدود کرنش بالا و به تبع آن تنش‌های زیاد برسد، خراب می‌شود.

استفاده از روش NSM نیازمند ضوابط و دستورالعمل‌هایی بر مبنای مدل‌های تحلیلی و نتایج آزمایشگاهی به منظور تعیین ظرفیت مقاومتی و تغییرشکلی اعضای تقویت شده و نیز مقدار مشارکت FRP در این ظرفیت‌ها می‌باشد. انطباق هرچه بیشتر پیش‌بینی مدل‌های تحلیلی با نتایج به دست آمده از برنامه‌های آزمایشگاهی، تنها یکی از لازمه‌های مدل‌های تحلیلی است. علاوه بر مورد ذکر شده، سادگی به کارگیری این مدل‌ها توسط مهندسین، از آن جهت که بتواند در آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌ها به کار گرفته شود حائز اهمیت می‌باشد. اگرچه روابط طراحی برای روش EBR در قالب ضوابطی جامع توسط ACI-440 [۳] و *fib* [۴] ارائه شده‌اند، اما با توجه به نوین بودن روش NSM، هنوز مطالعات برای ارائه‌ی مدلی ساده و جامع در حال انجام است.

محاسبه‌ی میزان مشارکت FRP در تیرهای بتن آرمه تقویت شده‌ی برشی به روش NSM، مدت‌ها با استفاده از مدل ارائه شده توسط نانی^۳ و همکاران [۵] صورت گرفته است. مدل ارائه شده توسط نانی و همکاران بر پایه‌ی روابط تعادل و با محدود نمودن مقدار کرنش موثر FRP به یک حد خاص به دست آمده از نتایج آزمایشگاهی به منظور در نظر گرفتن اثرات خرابی چسبندگی است. بعدها مدل دیگری با رویکردی متفاوت و با لحاظ کردن

^۱ استادیار گروه سازه، دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

^۲ دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی سازه، دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی