

بررسی رفتار چرخه‌ای اتصالات تیر- ستون بتن مسلح میانی و ارائه مدل عددی برای چشمه اتصال

چکیده

اتصالات تیر- ستون در قاب‌های بتن مسلح از جمله عناصر کلیدی در تعیین رفتار سازه در مقابل انواع بارها است. نگاهی گذرا به خسارت‌های ناشی از زلزله‌های گذشته نشان می‌دهد که در موارد زیادی تخریب در ساختمان‌های بتن مسلح، به دلیل ضعف در ناحیه اتصالات آن‌ها صورت گرفته است؛ در صورتی که سایر اعضای سازه‌ای یا اصلاً خسارت ندیده‌اند و یا دچار خسارت‌های ناچیزی شده‌اند. از آنجایی که امروزه بسیاری از سازه‌های موجود در نواحی لرزمخیز بر اساس ضوابط طراحی لرزه‌ای آیین‌نامه‌های مدرن طراحی و ساخته نشده‌اند، در نتیجه اعضای سازه‌ای به‌ویژه اتصالات تیر- ستون از ظرفیت شکل‌پذیری و مقاومت کافی برخوردار نبوده که این امر منجر به خطر انداختن این‌گونه سازه‌ها و ساکنان آن در هنگام وقوع زلزله‌های قوی می‌شود. حال با توجه به این امر نیاز به ارزیابی دقیق‌تر ظرفیت سازه‌ای اعضای بتنی در عملیات بهسازی لرزه‌ای احساس می‌شود. اما از آنجایی که تا به امروز ضوابط ارزیابی رفتار بعضی از اعضای سازه‌ای همچون اتصالات تیر- ستون بتن مسلح فاقد اطلاعات تحلیلی و آزمایشگاهی منسجم و جامع بوده، نیاز به انجام تحقیقاتی در این زمینه بجا و مورد نیاز جدی به نظر می‌رسد.

در پایان‌نامه حاضر هدف اصلی، بررسی و ارزیابی رفتار غیرخطی اتصالات تیر- ستون بتن مسلح میانی به منظور ارزیابی دقیق‌تر ظرفیت سازه‌ای آن و همچنین ارائه یک مدل عددی برای شبیه‌سازی پاسخ چرخه‌ای چشمه اتصال می‌باشد. بدین منظور ابتدا نحوه مدل‌سازی اتصالات توسط نرم‌افزار OpenSees تشریح شده است و جهت بررسی و ارزیابی صحت نتایج تحلیل غیرخطی سه اتصال مبنای آزمایشگاهی انتخاب و نتایج تحلیل غیرخطی با نتایج آزمایشگاهی مقایسه شد. مقایسه نتایج تحلیلی حاصل از نرم‌افزار و نتایج آزمایشگاهی نشان داد که تطابق مناسبی بین نتایج تجربی و تحلیلی وجود دارد. در ادامه دو نمونه از اتصالات مبنای آزمایشگاهی ارزیابی شده انتخاب و سپس با تغییر در بعضی از پارامترهای موثر در رفتار اتصال نظیر نیروی محوری، فاصله آرماتورهای عرضی، نسبت مقاومت خمشی ستون‌ها به تیرها و شاخص پیوستگی آرماتورهای طولی تیر در داخل چشمه اتصال، ۴۵ نمونه تحلیلی جدید تعریف گردیده و منحنی‌های رفتاری حاصل از تحلیل اجزاء محدود آن‌ها در گروه‌های مشخص ارائه شد. آنگاه داده‌های بدست آمده از منحنی‌های رفتاری نظیر میزان انرژی تلف شده، سختی، شکل‌پذیری و حداکثر تنش و کرنش برشی چشمه اتصال با نتایج حاصل از کارهای آزمایشگاهی انجام گرفته توسط محققین مختلف و همچنین کران‌های آیین‌نامه ASCE 41-13 مقایسه شد. نتایج حاصل از تحلیل اجزاء محدود اتصالات مورد مطالعه نشان دادند که این آیین‌نامه مقدار حداکثر کرنش برشی اتصال را برای اتصالات میانی با شرایط آرماتورگذاری عرضی سازگار و نسبت تلاش برشی به مقاومت برشی بزرگتر از $1/5$ دست بالا و بصورت محافظه کارانه و در مقابل این مقدار را برای اتصالات میانی با نسبت تلاش برشی کمتر از $1/2$ دست پایین تخمین می‌زند، در حالی که در اتصالات با شرایط آرماتور برشی ناسازگار، مقادیر توصیه شده توسط آیین‌نامه برای اتصالات با نیاز برشی بزرگتر از $1/5$ و کوچکتر از $1/2$ به ترتیب دست پایین و دست بالا و در خلاف جهت اطمینان در نظر گرفته شده است. در آخرین مرحله از این پایان‌نامه، یک مدل عددی جامع به منظور شبیه‌سازی رفتار چرخه‌ای چشمه اتصال با در نظر گرفتن اثرات افت مقاومت و سختی و لغزش آرماتور طولی تیر گذرنده از چشمه اتصال در تغییر شکل‌های بزرگ ارائه گردید. از قابلیت‌های این مدل عددی استفاده از این مدل در انواع قاب‌های بتن مسلح جهت ارزیابی صحیح‌تر پاسخ و رفتار قاب‌ها می‌باشد.

کلمات کلیدی

ارزیابی لرزه‌ای، تحلیل استاتیکی غیرخطی، اتصال تیر به ستون بتنی، مدل عددی اجزاء محدود، شرایط آرماتورگذاری عرضی، نسبت تلاش برشی به مقاومت برشی اتصال.