تحلیل غیرخطی استاتیکی قابهای خمشی با بکارگیری فنرهای مجازی

احمد شوشتری[۱]، رضا خواجوی[۲]

۱- استادیار، دانشگاه فردوسی مشهد، مرکز تحقیقات زمین لرزه شناسی

۲- دانشجوی دکتری سازه، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده مهندسی، گروه عمران

ashoosht@ferdowsi.um.ac.ir

خلاصه

طراحی ساختمانهای فولادی و بتنی، با چشم پوشی از دامنه مومسانی، از دیدگاه مهندسی، هرگز به صرفه نیست، به ویژه آن جا که بارهای عظیم لرزه ای هم در میان باشند. بدین ترتیب، انجام تحلیلهای غیرخطی، که اثرات ناکشسانی مصالح را منظور کنند، چه استاتیکی (مانند تحلیل بار افزون Pushover) و چه دینامیکی، بسیار ارزشمند است. سالیانی است که پژوهشگران، شیوه های گوناگونی را برای الگوسازی رفتار ناکشسانی در تحلیل استاتیکی و دینامیکی سازه های فولادی و به ویژه بتنی پیشنهاد می دهند. از آن میان می توان الگوی پرکاربرد عضو قابی با مفصل مومسانی متمرکز، و همچنین، عضو قابی با مومسانی پیش رونده (گسترده) را بر شمرد. هر یک از این روشها دارای برتری ها، و البته کاستی هایی می باشند. در این پژوهش، شیوه ای نوین برای برپاسازی ماتریس سختی کشسان – مومسان عضوهای قابی، بر پایه روش مفصل مومسانی متمرکز جهت بکارگیری در تحلیل استاتیکی غیرخطی پیشنهاد شده است، که در آن، به جای بستن فنرها یا همان مفصل های مومسانی به درجه های آزادی دورانی، فنرهایی مجازی در حالت های کرنشی مناسبی از عضو قابی جاسازی می شوند. شیوه پیشنهادی برای تیر اولر – برنولی پیاده سازی شده، و توانایی ماتریس سختی کشسان – مومسان عضو قابی به دست آمده برای ساده سازی فرآیند تحلیل استاتیکی غیرخطی بررسی شده است.

کلمات کلیدی: تحلیل استاتیکی غیرخطی، حالت کرنشی، عضو قابی، فنر مجازی، مفصل مومسانی.

۱. مقدمه

پیشرفت های نوین در زمینه سخت افزار و نرم افزار رایانه ای، مهندسان سازه را بر آن داشته تا برای طراحی بهینه تر ساختمان ها، به ویژه در برابر بارهای لرزه ای، از روش هایی کارآتر چون طراحی بر مبنای عملکرد بهره جویند. چنین روش های طراحی، بر پایه تحلیل های پیچیده تری استوارند که اثر رفتار غیر خطی مصالح را نیز در نظر می گیرند. روش های تحلیل استاتیکی غیرخطی (بار افزون Pushover) و تحلیل های دینامیکی غیرخطی نمونه هایی از این تحلیل های پیشرفته اند، که به کارگیری آنها، تحلیلگران را تا اندازه ای از انجام ساده سازی ها در فرآیند تحلیل و طراحی بی نیاز کرده است.

در تحلیل غیرخطی مواد یا کشسان – مومسان، دو رویکرد بنیادی وجود دارد. در رویکرد نخست، متغیرهای اصلی نقش آفرین، تنش ها هستند، و از همین رو، روش های گرد آمده در این دسته را با نام رابطه سازی های تنشی می شناسند. رابطه سازی تنشی، همان روش اجزای محدود مومسانی است، که می توان آن را دقیق ترین روش دانست. در این شیوه رابطه سازی، نمودار تنش – کرنش مصالح، در حالت های بارگذاری و باربرداری، به طور مستقیم به کار می آید. بزرگترین کاستی این رویکرد تحلیلی، نیاز آن به پردازش حجم گسترده ای از داده ها و زمانبری و هزینه بالای آن است، که کاربرد آن را برای تحلیل ساختمان های طبقاتی، ناشدنی کرده است.

رویکرد دوم، با نام رابطه سازی برآیند تنش ها شناخته می شود، که در آن، متغیرهای اصلی، نیروها (و لنگرها)ی داخلی (برآیند تنش ها) هستند. در روش های تحلیلی این دسته، برآیندی از رفتار کشسان – مومسان مقطع عضو به کار گرفته می شود. از همین روست که نیروها و لنگرهای داخلی به جای تنش ها به کار می آیند. پیداست که روش های این رویکرد، نمی توانند نمودارهای تنش – کرنش را به طور مستقیم به کار گیرند، و رفتار مومسانی، باید در چارچوب نیروها و لنگرهای داخلی الگوسازی گردد [1].