



## بررسی پتانسیل تخریب پیشرونده در ساختمان فولادی با سیستم قاب خمشی تحت اثر ضربه جانبی

وحید بروجردیان<sup>۱</sup>، مهران ترابی<sup>۲</sup>، محمد خُراشاد<sup>۳</sup>

۱- استادیار، گروه سازه و زلزله، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد زلزله، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران

۳- کارشناس ارشد مهندسی دریا - سازه‌های دریایی، گروه تحقیقاتی بنوموسی، مشهد

broujerdian@iust.ac.ir

### خلاصه

در این تحقیق شروع و گسترش خرابی سازه به علت برخورد کامیون با یکی از ستون‌های گوشه به صورت دینامیکی مدل‌سازی و مورد بررسی قرار گرفت. به این منظور، یک قاب خمشی سه بعدی چهارطبقه فولادی با شکل‌پذیری متوسط با استفاده از نرم‌افزار ETABS تحت بارگذاری متعارف مرده، زنده و زلزله طراحی شد و سپس در نرم‌افزار ABAQUS تحت بارگذاری ضربه‌ای قرار گرفت. با انجام آنالیز دینامیکی غیرخطی، اثر ضربه ناشی از برخورد کامیون با جرم و سرعت‌های مختلف شبیه‌سازی شد. با استفاده از مدل‌های مناسب پلاستیسته و مدل گسیختگی برشی، تنش‌ها و نیروهای داخلی ایجاد شده در سازه از جمله ستونی که مستقیماً تحت ضربه قرار گرفته بود بدست آمد. برای مطالعه اثر پارامترهای مختلف در پاسخ سازه، یک مطالعه پارامتریک انجام شد و نتایج با یکدیگر مقایسه شدند. برای صحت سنجی فرآیند مدل‌سازی ضربه، از نتایج آزمایشگاهی موجود در زمینه برخورد وسیله نقلیه با ستون فولادی استفاده شد.

کلمات کلیدی: تخریب پیشرونده، ضربه، گسیختگی برشی، ETABS، Abaqus

### ۱. مقدمه

در چند دهه اخیر، وقوع حملات تروریستی، خصوصاً در برج‌های دوقلوی تجارت جهانی، مسأله ارزیابی و پتانسیل وقوع خرابی پیشرونده در سازه‌های مهم موجود و سازه‌هایی که در فاز طراحی هستند را به صورت گسترده‌ای در بین محققین سراسر جهان مطرح کرده است. خرابی پیشرونده وضعیتی است که در آن بروز یک خرابی موضعی در یک عضو سازه‌ای، منجر به شکست اعضای مجاور آن و فروریزش‌های اضافی در ساختمان می‌شود [۱]. خرابی پیشرونده اغلب با علت ایجاد آسیب در تناسب نیست و سازه ممکن است به علت یک حادثه کوچک در معرض خرابی پیشرونده قرار گیرد. به عبارت دیگر، در جریان خرابی پیشرونده، میزان تخریب بسیار فراتر از اثر عامل پدید آورنده آن است [۲]. ساختمان‌های قدیمی نیز که عموماً از قاب‌هایی با دهانه‌های کوچک بهره می‌گرفتند به شکل ذاتی، استقامت و مقاومت لازم را در برابر خرابی پیشرونده داشتند. اما تغییرات در سبک‌های معماری در ترکیب با سیر تکاملی طراحی سازه به وسیله رایانه و استفاده از مصالح با مقاومت بالا منجر به سیستم‌های ساختمانی پیشرفته‌ای شد که دارای دهانه‌های بلند، نسبتاً سبک و شکل‌پذیر و بنابراین در شرایط بارگذاری که خارج از پیش‌بینی طراحی است، خطر پذیری بیشتری دارند [۳]. عموماً وقتی در اثر انفجار یا برخورد و یا حوادث پیش‌بینی نشده تصادفی، یکی از اعضای باربر اصلی ساختمان مانند ستون یا دیوار باربر آن که جزو اعضای کلیدی ساختمان تلقی می‌شوند تخریب گردد، این تخریب تمام اعضای سازه‌ای را که به نوعی به آن عضو کلیدی متکی بودند، متأثر می‌سازد. برای مثال با انهدام ستون، قسمتی از سقف طبقه فوقانی که بر روی ستون قرار گرفته نیز تخریب می‌شود، این تخریب به نوبه خود منجر به آسیب سایر قسمت‌های سازه می‌شود و این توالی ممکن است آنقدر ادامه پیدا کند که منجر به تخریب کل سازه یا بخش زیادی از آن گردد. همچنین به عنوان مثال

<sup>۱</sup> استادیار

<sup>۲</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد

<sup>۳</sup> کارشناس ارشد