

توسعه‌ی مدل تحلیلی برای تیر - ستون‌های بتن مسلح تحت بارگذاری جانبی انفجار

سمیه ملائی^{۱*}، محمد اسماعیل نیا عمران^۲

۱- استادیار گروه مهندسی عمران، دانشگاه بناب، s.mollaei@bonabu.ac.ir

۲- استادیار گروه مهندسی عمران، دانشگاه کردستان، m.esmaeilnia@uok.ac.ir

چکیده

مسائل مربوط به ارتعاش جانبی شدید در تیر- ستون‌ها در زمینه‌های مختلف علوم مهندسی کاربرد دارد. یکی از مهم‌ترین موارد شامل ستون‌های ساختمان‌های بتن مسلح تحت انفجار خارجی است. زیرا در ساختمان‌های بتن مسلح تحت انفجار خارج از ساختمان، ستون‌های خارجی آسیب‌پذیرترین و بحرانی‌ترین اعضای سازه‌ای محسوب می‌شود. در این مقاله یک روند تحلیلی برای پیش‌بینی اولین پاسخ دینامیکی حداکثر تیر- ستون بتن مسلح با مقطع مستطیلی تحت اثر هم‌زمان نیروی محوری ثابت و بار جانبی ناشی از انفجار معرفی می‌شود. راه‌حل براساس فرمولاسیون پیوسته بر مبنای تئوری تیر- ستون اولر- برنولی است که اثرات نرخ بالای کرنش بر رفتار مصالح و اثرات لنگر ثانویه $P-\delta$ نیز در آن وارد شده است. با استفاده از مدل تحلیلی معرفی شده به تحلیل پاسخ تیر- ستون در رژیم‌های گوسی- استاتیکی، دینامیکی و ضربه‌ای پرداخته می‌شود. نتایج تحلیل‌ها در تخمین اولین پاسخ حداکثر تیر- ستون با نتایج حاصل از تحلیل اجزای محدود غیرخطی در ABAQUS مقایسه شده است. نتایج حاصل نشان می‌دهد که در نسبت‌های بالای بارمحوری و هم‌چنین در رژیم بارگذاری گوسی- استاتیکی، اختلاف پاسخ حاصل از مدل تحلیلی و اجزای محدود زیاد است. با این حال، در رژیم ضربه ای و دینامیکی و تحت نسبت‌های متوسط و پایین بار محوری، این اختلاف قابل چشم‌پوشی است. در ادامه، مدل معرفی شده در اینجا، به منظور ترسیم و مطالعه‌ی دیاگرام $P-I$ ستون بتن مسلح و عوامل مؤثر بر آن به کار رفته است.

واژه‌های کلیدی: مدل تحلیلی، ستون بتن مسلح، بار انفجار، نیروی محوری، تئوری اولر- برنولی.

۱- مقدمه

عملکرد اعضای سازه‌ای فشاری تحت بارهای جانبی دینامیکی و شدید همانند انفجار و ضربه یک مسئله‌ی پرکاربرد در محدوده‌ی وسیعی از مسائل مهندسی به ویژه مهندسی عمران است. ستون‌های فولادی [۱-۳]، ستون‌های بتن مسلح [۴-۶] و قاب‌های ساختمانی بتن مسلح [۷ و ۸] از جمله مسائل مهندسی عمران هستند که در آنها همواره احتمال وقوع یک انفجار یا برخورد عمدی یا سهوی وجود دارد. ستون‌ها المان‌های باربر کلیدی در سازه‌های ساختمانی محسوب می‌شوند. در انفجارهای خارجی که به علل مختلف می‌تواند در مجاورت ساختمان‌ها روی دهد، اغلب ستون‌های خارجی آسیب‌پذیرترین اعضای سازه‌ای می‌باشند [۵]. برخلاف اهمیت فراوان این موضوع در کاربردهای مهندسی، مطالعات تحلیلی اندکی بر رفتار دینامیکی اعضای فشاری (تیر- ستون‌های) بتن مسلح تحت انفجار انجام یافته است. اغلب مطالعات و پژوهش‌های موجود در زمینه‌ی ارزیابی تیر- ستون‌های بتن مسلح تحت بارگذاری انفجار با استفاده از مدل‌های عددی به خصوص تحلیل اجزای محدود صورت گرفته‌است [۴-۶، ۹-۱۱]. با این وجود، روش‌های تحلیلی هم‌چنان به عنوان ابزاری ضروری برای ایجاد یک بینش همه‌جانبه به رفتار فیزیکی