

## بررسی پتانسیل فروپاشی تدریجی در قابهای فولادی متوسط با مهاربند همگرا تحت بار انفجار

پرهام نیک فرد<sup>۱</sup>، موسی تیموری یانسری<sup>۲\*</sup>، الناز صفرپور قادی<sup>۳</sup>

۱- کارشناس ارشد مدیریت ساخت، موسسه لقمان حکیم

۲- کارشناس ارشد سازه، دانشگاه شهید باهنر کرمان

۳- کارشناس ارشد سازه، موسسه لقمان حکیم

### چکیده

خرابی پیش‌رونده وضعیتی است که در آن بروز یک خرابی موضعی در یک عضو سازه‌ای، منجر به شکست اعضای مجاور آن و نهایتاً خرابی کل سازه یا بطور نامتناسب بخش اعظم آن می‌گردد. هدف، بررسی خرابی پیش‌رونده در قابهای فولادی متوسط با مهاربند همگرا به سبب حملات ناشی از انفجار با تمرکز بر روی حذف ستون‌های بحرانی می‌باشد. مبنای این بحث ملاحظات لرزه‌ای آیین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (استاندارد ۲۸۰۰-ویرایش ۴) و دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود (نشریه ۳۶۰) می‌باشد. بدین منظور ۴ تیپ ساختمان ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ طبقه با سیستم قاب خمشی فولادی متوسط با مهاربند همگرا در نظر گرفته شد. طراحی خطی و غیرخطی ساختمان‌های مذکور با استفاده از نرم افزار SAP2000 V19 صورت پذیرفت. برای بررسی خرابی پیش‌رونده در این سازه‌ها سناریوی حذف ستون بررسی شد. پاسخ رفتاری سازه‌های موردنظر در اثر حذف ستون‌ها مشخص شد. نتایج نشان می‌دهد که با حذف ستون، تغییرمکان و برش پایه با افزایش طبقات کاهش می‌یابد. با افزایش طبقات اثر خرابی پیش‌رونده در سازه‌ها بیشتر نمایان خواهد شد به عبارتی دیگر با افزایش طبقات سازه‌ها در سازه‌های ۸ و ۱۲ و ۱۶ طبقه مقادیر جابجایی و برش پایه با نرخ بیشتری کاهش می‌یابند.

**واژه‌های کلیدی:** فروپاشی تدریجی، قاب خمشی فولادی با مهاربند همگرا، حذف ستون، انفجار.

### ۱- مقدمه

در چند دهه گذشته شاهد حوادثی بودیم که در آنها تحت شرایط بارگذاری غیرعادی شدید بوجود آمده در اثر آتش، ضربه و یا انفجار، تعدادی از ساختمان‌ها در سراسر جهان متحمل خرابی جزئی یا کلی پیش‌رونده گردیدند [۱]. بعد از وقوع حملات تروریستی، خصوصاً در برج‌های دوقلوی تجارت جهانی، مسئله ارزیابی و بررسی پتانسیل وقوع خرابی پیش‌رونده در سازه‌های با اهمیت به یکی از محورهای تحقیقاتی تبدیل شده‌است. این پدیده همچنین می‌تواند برای سازه‌های طراحی شده براساس آیین‌نامه‌های جاری، حین رخداد زلزله‌های شدید مشکلاتی را بوجود آورد و حتی منجر به ویرانی کل سازه گردد. به عبارت دیگر، هرگونه ضعف در طراحی و یا اجرای المان‌های سازه‌ای ممکن است باعث بوجود آمدن پدیده خرابی پیش‌رونده در سازه‌ها حین بارگذاری انفجار و یا لرزه‌ای گردد. لذا مطالعه و بررسی تاثیر این پدیده در سازه‌ها ضروری به نظر می‌رسد. امروزه با گسترش حملات انفجاری وارده به ساختمان‌ها، بررسی دقیق رفتار سازه‌ها تحت بارهای انفجاری یک ضرورت محسوب می‌شود [۲]. خرابی پیش‌رونده در سازه زمانی رخ می‌دهد که خرابی جزئی (موضعی) یک یا چند عضو اصلی سازه‌ای منجر به خرابی اعضای مجاور گردیده و در نهایت سبب گسیختگی بخشی از سازه و یا خرابی کل سیستم سازه‌ای می‌شود [۳].

### ۲- تاریخچه پژوهش

ویبو [۴] نشان داد که خرابی پیش‌رونده می‌تواند در هنگام وقوع زلزله نیز اتفاق افتد. بنابراین خرابی پیش‌رونده فقط به بارهای انفجاری و ثقلی محدود نمی‌شود. ویبو و لائو [۵] همچنین روی تأثیرات بار جانبی در رفتار سازه‌ها در خرابی پیش‌رونده