# مقایسه شیوه مقاوم سازی سازه های بتنی مسلح با استفاده از قابهای فضاکار در آیین نامه زلزله ویرایش دوم و سوم

یاسر دعائی[1]، هاشم شریعتمدار[2](استاد راهنما)
۱- کارشناس مهندسی عمران، معاونت فنی عمران شرکت عصر نانو
۲- استادیار گروه عمران دانشکده مهندسی دانشگاه فردوسی مشهد

**خلاصه:**
امروزه با توجه به پیشرفتهای صورت گرفته در ارائه روش های مقاوم سازی سازه هایی که از لحاظ مقاومت، شکل پذیری، جابجایی و ... ارائه روش های جدید که از لحاظ کارآیی مناسب و با حداقل هزینه مالی و زمانی انجام پذیرد امری اجتناب ناپذیر است. شیوه مقاوم سازی سازه های بتنی مسلح با استفاده از قابهای فضاکار با توجه به اینکه در قسمت خارجی سازه بتنی مسلح نصب می شود می تواند به عنوان یک روش کارآ و موثر درمقوله مقاوم سازی مورد استفاده قرار گیرد. با توجه با تغییرات متعدد که در آیین نامه زلزله ۲۸۰۰ ویرایش سوم نسبت به آیین نامه زلزله ویرایش دوم صورت گرفته است لازم است که ضریب بازتاب و ضریب زلزله ساختمان در این دو آیین نامه با هم مقایسه شوند در این مقاله ضریب زلزله بدست آمده از آیین نامه زلزله ویرایش دوم و سوم در یک سازه بتنی مسلح با هم مقایسه شده اند نتایج نشان می دهد که سازه هایی که با این روش بهسازی لرزه ای شده اند نیاز به بهسازی لرزه ای مجدد دارند. نیروی ستون ها و تیرها اختلاف چندانی برای دو ویرایش ندارند لذا نیاز به مقاوم سازی تیرها و ستون ها نبوده و تنها با تعویض چند عضو در سازه فضاکار بهسازی لرزه ای امکان پذیر بوده، به طوری که باعث کاهش هزینه ها خواهد شد.
کلید واژه: قاب فضاکار، سازه های بتنی مسلح، مقاوم سازی، ضریب بازتاب ساختمان، ضریب زلزله.

## ۱. مقدمه:

با توجه به تغییرات عمده در آیین نامه زلزله ۲۸۰۰ ویرایش سوم[1] یا ویرایش دوم[2] که در پی وقوع زلزله بم حاصل شد ضروری است که ضریب بازتاب ساختمان و شتاب زلزله در ساختمان های مقاوم سازی شده با آیین نامه زلزله ویرایش دوم با توجه به آیین نامه زلزله ویرایش سوم آنالیز مجدد شده و یا هم مقایسه شوند و در صورتی که بین نتایج حاصل از این دو ویرایش اختلاف زیادی وجود داشته باشد لازم است که سازه های بتنی که با قابهای فضاکار و یا آیین نامه زلزله ۲۸۰۰ ویرایش دوم مقاوم سازی شده اند مجدداً مقاوم سازی شوند. برای روشن شدن این موضوع در این مقاله ابتدا ضریب زلزله و ضریب بازتاب ساختمان یک سازه چهار طبقه بتنی با آیین نامه ویرایش دوم محاسبه و سپس ضریب زلزله و ضریب بازتاب همین سازه با آیین نامه ویرایش سوم محاسبه می شود. در مرحله بعد سازه برای هر دو ویرایش آیین نامه زلزله تحلیل می شوند. در انتها در صد اختلاف نیرو و جابجایی با هم مقایسه شده و سپس مزایای استفاده از سازه های فضاکار در جهت مقاوم سازی با نگاه ویژه به تغییرات در آیین نامه های بارگذاری لرزه ای مورد بررسی قرار می گیرند.

## ۲. تکنیک کاربرد سازه های فضاکار در مقاوم سازی لرزه ای:

سازه های فضاکار یا اعضای محوری که عموما سازه هایی با سختی بالا می باشند سیستم های مناسبی جهت مقاوم سازی سازه می باشند. از عمده مزایای این سیستم ها مقاوم سازی خارجی سازی (در صورت امکان) می باشد که بدون تخریب و ایجاد هزینه و توقف در بهره برداری سازه امکان مقاوم سازی فراهم می گردد. این روش شامل مزایای زیر است:

۱- با توجه به اینکه سازه در قسمت بیرونی ساختمان نصب می گردد همچنان در حین عملیات بهسازی کاربری ساختمان تحت شرایط بهسازی مختل نمی شود. به عبارت ساده تر با توجه به اینکه می تواند ساخت سازه فضاکار در محوطه کارگاه و یا هر جای دیگر صورت گیرد و

تنها عملیات نصب سازه به قاب بتنی در محل ساختمان انجام می شود باعث می شود در مراحل نصب و ساخت سازه فقط کار از ساختمان استفاده نمود.[3]

۲- اتصالات ساده و آسان سازه های فقط کار[3]

۳- تاثیر مستقیم بر روی وزن سازه ندارد یعنی باعث افزایش وزن سازه نمی گردد، افزایش وزن ناشی از روشهای بهسازی خود عاملی منفی برای مقاومت لرزه ای سازه است.[4]

۴- سازه فقط کار اضافه شونده می تواند خود دارای پی و فنداسیون مستقل برای تحمل بارهای جانبی باشد، این حالت برای دیگر روشهای بهسازی تقریبا ناممکن است، یعنی سازه اضافه شونده در دیگر روشها بر روی همان فنداسیون واقع می شود که در صورت ضعیف بودن فنداسیون ممکن است تاثیرات منفی بر روی سازه وارد نماید.[3]

۵- سرعت عمل اجرای کار بالا می باشد، با توجه به اینکه می توان قسمتی از سازه را در خارج از کارگاه مونتاژ نمود و تنها قسمت نهایی کار در محل که شامل نصب است، صورت پذیرد.[3]

۶- فضاهای معماری داخلی و خارجی سازه را تحت تاثیر قرار نداده و نیاز به هیچ عملیات در داخل ساختمان نمی باشد.[3]

## ۳. مشخصات کلی سازه مورد مطالعه:

سازه مورد مطالعه در این مقاله مطابق شکل (۱) در نظر گرفته شده است. سازه مذکور یک قاب خمشی بتنی به ارتفاع کلی ۱۵ متر و به ابعاد ۸ متر در ۸ متر می باشد که در آن ابعاد تیر ۲۰ سانتیمتر در ۳۰ سانتیمتر و ابعاد ستون ۴۰ سانتیمتر در ۴۰ سانتیمتر می باشد. بارگذاری ثقلی مطابق آیین نامه بارگذاری ایران[4] محاسبه شده است. بار مرده برای این سازه برابر با ۶۰۰ کیلوگرم بر متر مربع برآورد شده و بار زنده معادل با ۲۰۰ کیلوگرم بر مترمربع در نظر گرفته شده است. سقف این سازه تیرچه بلوک یا بلوک سفالی به ارتفاع ۲۵ سانتیمتر دارای بتن رویه ۵ سانتیمتر می باشد که مجموعا ارتفاع سقف ۳۰ سانتیمتر می شود. سازه بتنی مورد نظر با استفاده از سازه فقط کار به فاصله یک متر از سازه بتنی که دارای دولایه به فاصله ۱ متر از یکدیگر می باشد، مقاوم سازی شده است.(شکل ۲) از دیگر فرضهای تحلیلی در نظر گرفته شده این است که این سازه در منطقه ای واقع است که پهنه یا خطر نسبی زیاد را دارا است و از لحاظ اهمیت در گروه ۲ قرار می گیرد. همچنین فرض شده است که نوع زمین که سازه بر روی آن بنا می شود زمین نوع III باشد. در آنالیزها ممان اینرسی موثر مطابق آیین نامه بتن ایران[5] برای تیرها $I_e=0.35I_g$ و برای ستون ها $I_e=0.70I_g$ لحاظ شده است.