

تأثیر تغییرات سیستمهای مهاربندی در ارتفاع بر روی حداکثر تغییر مکان نسبی بام در سازه های فولادی

محسن گرامی^۱، روزبه صدری^۲

۱- استادیار گروه عمران، Mgerami@semnan.ac.ir

۲- کارشناس ارشد سازه، Erosadra@gmail.com

Erosadra@gmail.com

خلاصه

یکی از ضوابط مهم کنترل کننده طراحی سازه ها، کنترل فاصله بین ساختمانها (درز انقطاع) می باشد. با توجه به اهمیت کنترل تغییر مکان بام در برابر زلزله، بررسی لرزه ای این نوع سازه با تغییر نوع مهاربند در ارتفاع از اهمیت خاصی برخوردار است. مطالعات انجام شده بر روی این نوع سازه ها معمولا بدون تغییر مهاربند در ارتفاع سازه صورت گرفته و نسبت به تغییر مهاربند در ارتفاع توجه کمتری شده است. برای این منظور تعدادی از قابهای خمشی فولادی با دهانه های متفاوت را با مهاربندی، پس از بارگذاری و طراحی بر اساس استانداردهای ایران، تحت ۳ زلزله طیس، ناغان و رودسر مورد تحلیل دینامیکی غیر خطی تاریخچه زمانی قرار گرفته و با تغییر نوع مهاربندی در ارتفاع این قابها و بررسی در نتایج بدست آمده از تحلیل، تراز مناسب جهت تغییر نوع مهاربندی جهت کنترل حداکثر تغییر مکان بام سازه پیشنهاد گردیده است. در انتها نتیجه گردید که تغییر در نوع سیستم مهاربندی در تراز مشخصی از ارتفاع می تواند در کاهش حداکثر تغییر مکان بام سازه تحت زلزله موثر باشد.

کلمات کلیدی: قابهای مهاربندی شده فولادی، تغییر نوع مهاربندی در ارتفاع، تحلیل دینامیکی غیر خطی، عملکرد لرزه ای

مقدمه و تاریخچه تحقیقات:

معمولا نیاز لرزه ای به پارامترهای پاسخی اطلاق می شود که برای تصمیم گیری در مورد طرح بررسی فنی مفیدند مثل رانش سقفها، رانش طبقات ساختمان، یا تغییر شکل های محلی مانند چرخش مفصل پلاستیک. در واقع اساس طراحی بر اساس عملکرد شناسایی و تخمین پارامترهای نیاز طراحی برای سطوح عملکرد مورد نظر می باشد. آیین نامه های اخیر طراحی مانند FEMA273 [۱] و SEAOC2000 محدودیت هایی برای مقادیر قابل قبول پارامترهای پاسخ قرار داده اند و عنوان می کنند که فراتر رفتن از این مقادیر قابل قبول موجب نقص هدف عملکرد می شود که باید با یک احتمال لرزه ای مشخص به آن دست یافت، تعیین عملکرد گام مهمی به سوی مهندسی زلزله با اساس عملکرد است و انگیزه عمده ای برای ارزیابی دقیق نیازهای لرزه ای می باشد.

اگر بتوان با تغییر نوع مهاربندی در ارتفاع، رفتار لرزه ای سازه را بهبود بخشید می توان نسبت به عملکرد لرزه ای آن اطمینان بیشتری حاصل کرد و همچنین می توان نسبت به بهینه نمودن مصرف مصالح فولادی در ساختمانهای فلزی اقدامی جدی نمود.

اخیرا قاسمی و صفری و ماهری [۲] مطالعاتی در رابطه با مکان یابی محل مهاربندها در قابهای فولادی و بهینه یابی محل مهاربندها انجام داده اند که در آن با جابه جا نمودن محل مهاربندها در ترازهای مختلف و بررسی رفتارهای قابهای متفاوت به نتایجی دست یافته اند. آنها مقدار تنش در المانها، مقدار جابه جایی طبقات، در کشش نیفتادن پی ها، تعداد مهاربند در هر طبقه و نیز از لحاظ معماری، وجود یا عدم وجود مهاربند در دهانه خاص را در نظر گرفتند. برای کنترل مقدار تنش در المانها آنها با کمک از آیین نامه AISC-ASD2000 مقدار تنش در روی المانها را به مقادیر تنش مجاز آیین نامه محدود کردند.

برای کنترل اثرات P-Δ و کنترل جابه جایی نسبی در زلزله سطح بهره برداری، جابه جایی نسبی هر طبقه را به ۰/۱۵ متر محدود کردند. از لحاظ معماری به جهت اینکه بعضا به دلیل وجود بازشو در یک دهانه خاص امکان قرار گیری مهاربند در آن دهانه وجود ندارد، وجود بازشو در بعضی دهانه های خاص در طبقه محدود شده است.

^۱- استادیار گروه عمران دانشگاه سمنان

^۲- کارشناس ارشد سازه ۰۹۱۵۱۱۵۹۹۷۸

ریاحی و تبدیلی [۳] نیز مطالعاتی راجع به بهینه سازی موقعیت مهاربندها در قابهای فولادی دو بعدی داشته اند در مطالعه صورت گرفته هدف، تاثیر بهره گیری از تئوری گرافها در تعیین موقعیت مهاربندها در رفتار سازه ای قاب (مانند تغییر شکل جانبی و یا وزن) نسبت به حالت های مهاربندی متداول است . پارامترهای مورد بررسی آنها وزن، تغییر مکان طبقات و نیروی بر کنش یا *Uplift*، بوده است .

تغییر در شکل مهاربندی قابهای خمشی فولادی در ارتفاع سازه کمتر مورد بررسی محققین بوده است لذا ارزیابی نیازهای لرزه ای و امکان کاهش این نیازها در سطح کلی (*max roof drift angle demand*) در تحقیق حاضر مورد بررسی قرار گرفته است .

روند انجام تحلیل :

گرچه نحوه آرایش و چیدمان مهاربندها در قابهای فولادی در کاهش نیازهای لرزه ای مهم است لکن در این تحقیق با تغییر نوع مهاربند در ارتفاع سازه جهت بهبود رفتار سازه، مورد مطالعه قرار می گیرد . بدین ترتیب با تغییر نوع مهار از ضربدری به هفتی در ارتفاع سازه تراز مناسب جهت تغییر مهار پیشنهاد گردیده است .

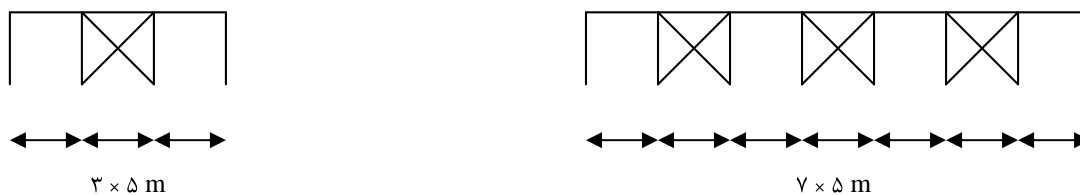
در این مطالعه تعدادی قاب ۴، ۷، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ طبقه با تعداد دهانه های ۳ و ۷ انتخاب گردید . در ابتدا این قابها مورد تحلیل استاتیکی خطی قرار گرفته اند که این تحلیل و طراحی طبق استاندارد ۲۸۰۰ ایران (ویرایش سوم) و همچنین آیین نامه فولاد ایران صورت گرفت . برای این منظور از نرم افزار *SAP 2000* کمک گرفته شد .

سیس این قابها تحت ۳ شتاب نگاشت رودسر، ناغان و طبس مورد تحلیل دینامیکی غیر خطی تاریخچه زمانی قرار گرفتند . برای این منظور از نرم افزار *DRAIN- 2DX* کمک گرفته شد .

پس از آن با مطالعه بر روی پارامتر بیشینه نیاز دررفت سراسری بام در سازه نتایج بدست آمده از بهبود رفتار لرزه ای سازه ارائه گردیده است . نامگذاری قابها با توجه به تغییر در مهاربندی در ارتفاع بدینگونه است که عدد اول از سمت چپ بیان کننده تعداد طبقات می باشد و اولین رقم پس از حرف *S* بیان کننده تعداد دهانه می باشد . به عنوان مثال قاب *20S3* قابی است ۲۰ طبقه که دارای ۳ دهانه می باشد که از این ۳ دهانه، دهانه میانی آن مهاربندی شده است همچنین عدد بعد از *bas* بیان کننده تعداد مهارهای هفتی در قابها می باشد به عنوان مثال قاب *7s3bas3* قابی است ۷ طبقه با ۳ دهانه که ۳ طبقه از آن دارای مهار ۷ است و قاب *10s3bas1* قابی است ۱۰ طبقه با سه دهانه که تنها دهانه بالایی آن دارای مهار ۷ می باشد .

مشخصات سازه های مورد مطالعه :

در مطالعه صورت گرفته جهت بارگذاری ثقلی از مبحث ۶ مقررات ملی و جهت بارگذاری لرزه ای از استاندارد ۲۸۰۰ ایران (ویرایش سوم) [۴] کمک گرفته شد . طول دهانه ها ثابت و برابر ۵ متر، ارتفاع طبقات ثابت و برابر ۳/۵ متر و عرض بارگیر قابها ۴/۵ متر در نظر گرفته شده است . همچنین فرض گردید که قابها بر روی خاک نوع ۲ قرار گرفته و از نظر اهمیت در رده متوسط قرار دارند . کلیه قابها دارای خطر نسبی زیاد هستند و از سیستم دو گانه خمشی فولادی ویژه همراه با مهاربند هم محور با ($R=9$) بکار گرفته شده است . همچنین در قابهای ۳ دهانه، دهانه میانی و در قابهای ۷ دهانه، دهانه های دوم، چهارم و ششم مهاربندی شده اند (مطابق شکل (۱)) .



شکل (۱) : مشخصات هندسی تیپ قابها

پس از تحلیل و طراحی قابها، مهارهای هفتی به ترتیب جایگزین مهارهای ضربدری در ارتفاع سازه شدند (جایگزینی از بالا به پایین صورت گرفت) و پس از جایگزینی مهارها، مجدداً قابها مورد تحلیل و طراحی قرار گرفتند در تحلیل غیرخطی سازه ها از ۳ شتابنگاشت طبس با بیشینه شتاب زمین $0.93g$ ، ناغان با بیشینه شتاب زمین $0.72g$ و رودسر با بیشینه شتاب زمین $0.78g$ استفاده شده است .

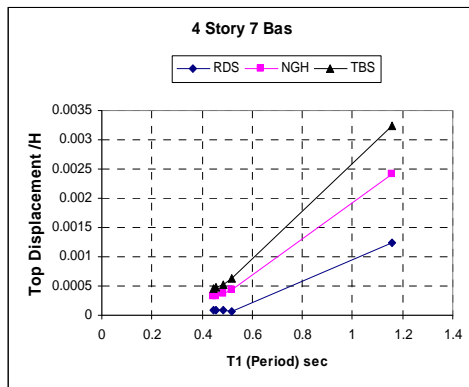
ارزیابی زاویه دررفت سراسری بام سازه های مورد بررسی با تحلیل دینامیکی غیرخطی :

نیاز *Drift* طبقه یکی از شاخصهای اصلی ارزیابی خسارت لرزه ای است و *Drift* طبقه ای در طراحی لرزه ای قابها به دلایل مختلف حائز اهمیت می باشد . تخمین *Drift* برای تعیین حداقل فاصله با ساختمانهای مجاور (درز انقطاع) به منظور ممانعت از ضربه به یکدیگر، لازم می باشد . *Drift* های طبقات سهم قابل توجهی در ایجاد صدمه به اجزای سازه ای و غیر سازه ای دارند. توجه روز افزون به هزینه های ناشی از خسارت لرزه ای و مشکلات

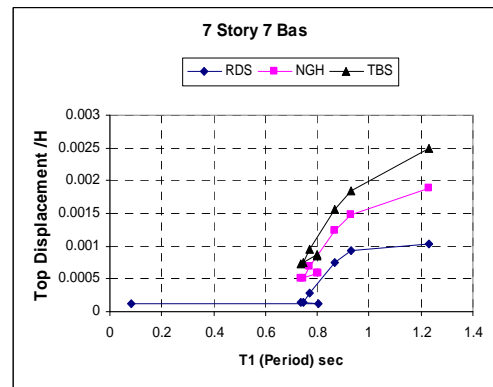
ناشی از آن (در حوزه ورود سازه به رفتار غیرخطی) به ضرورت کنترل میزان خسارات و قابلیت تعمیر سازه در مرحله طراحی تاکید می کنند . بررسی نیازهای تغییر شکل نشان می دهند که نیازهای شکل پذیری طبقه ای بستگی به پیوند اولیه، مقاومت و مکانیزم شکست سازه ها بستگی زیادی دارند اما نیاز شکل پذیری سراسری از مکانیزم تسلیم مستقل می باشد [۵]

با تحلیل قابها و ثبت نتایج مقدار جابه جایی بام در گامهای زمانی حاصل از شتابنگاشتهای طبس، ناغان و رودسر مقدار دررفت سراسری بام محاسبه گردید . با تقسیم مقدار دررفت بدست آمده بر ارتفاع کل سازه، زاویه دررفت سراسری بام محاسبه می گردد . با توجه به اینکه جابه جایی بام در سازه های بلند بیشتر از سازه های کوتاه است، با محاسبه زاویه دررفت سراسری بام مقدار جابه جایی در بام به پارامتری بی بعد و قابل مقایسه در کلیه سازه ها تبدیل می گردد . اما چون این مقدار در گامهای متفاوت زمانی محاسبه گردیده است، بیشینه مقدار آن مورد استفاده قرار گرفته است .

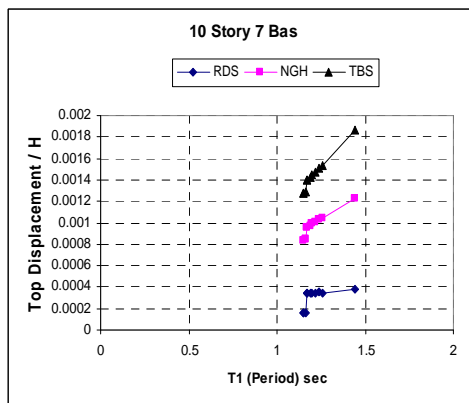
نمودارهای مربوط به نیاز زاویه دررفت سراسری بام برای کلیه قابها و تحت ۳ رکورد در ادامه نمایش داده شده اند. در این نمودارها ستون عمودی مربوط به بیشینه زاویه دررفت سراسری بام بخش بر ارتفاع سازه (global drift angle) و ستون افقی آن مربوط به پیوند سازه ها در مود اول بر حسب ثانیه می باشد .



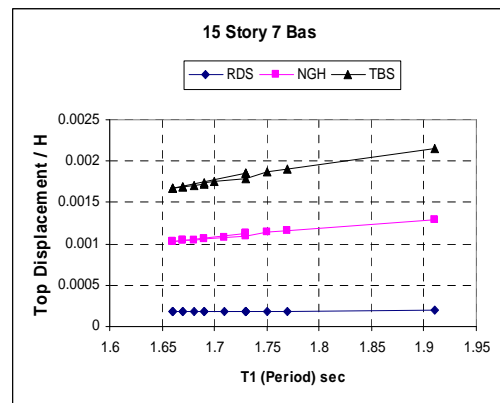
الف - بررسی در قاب ۴ طبقه



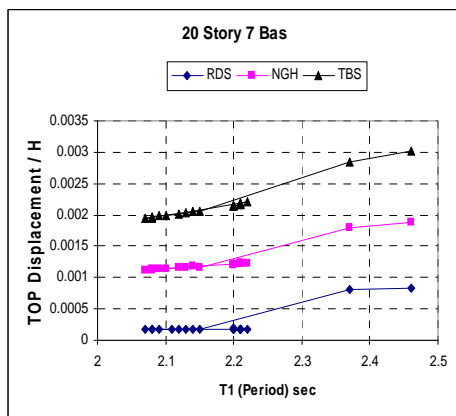
ب- بررسی در قاب ۷ طبقه



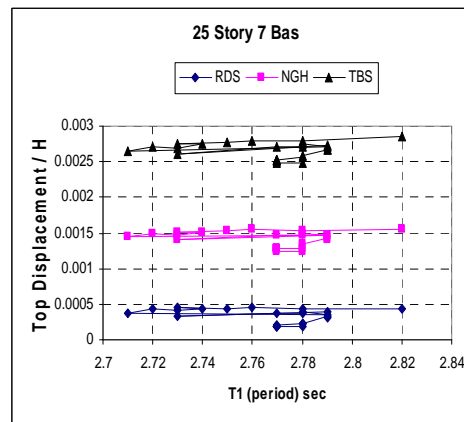
ج - بررسی در قاب ۱۰ طبقه



د- بررسی در قاب ۱۵ طبقه



ه - بررسی در قاب ۲۰ طبقه

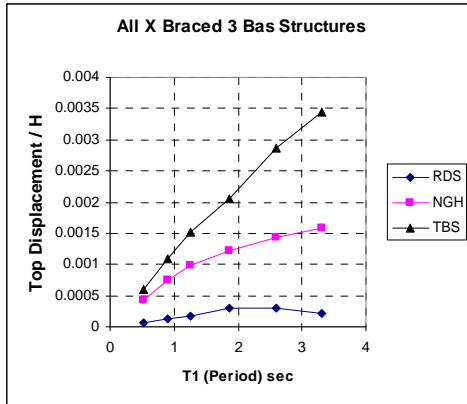


و- بررسی در قاب ۲۵ طبقه

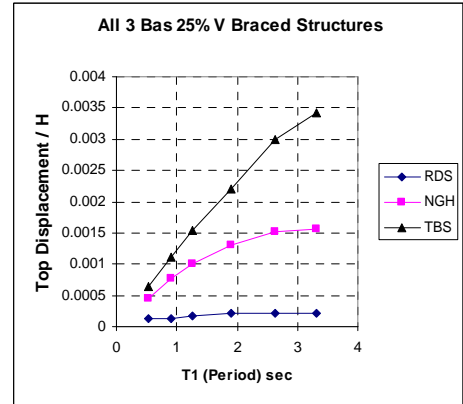
شکل (۲) : تغییرات حداکثر نیاز زاویه دررفت سراسری بام بر حسب پریود در قابهای ۷ دهانه مختلف مورد مطالعه

از بررسی نمودارهای شکل (۲) که در آن بیشینه نیاز زاویه دررفت سراسری بام هر قاب نسبت به پریود اصلی آن ترسیم گردیده است، نتایج زیر حاصل می گردد :

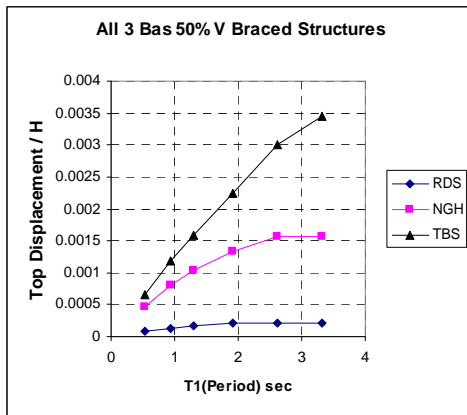
- الف - با تبدیل آخرین مهار ضربدری به ۷ در طبقه پایینی سازه ها همواره پریود سازه به طور ناگهانی افزایش می یابد. این افزایش در قاب چهار طبقه ۲ برابر، هفت طبقه ۳۲٪، ده طبقه ۱۴٪، پانزده طبقه ۸٪، بیست طبقه ۴٪ و بیست و پنج طبقه ۲٪ است.
- ج - در سازه ۲۰ طبقه با تبدیل نوزدهمین مهار بند ضربدری به ۷ نیز پریود سازه به طور ناگهانی افزایش می یابد (۱۰ درصد).
- د - در کلیه سازه ها (به غیر از ۲۵ طبقه) با تغییر آخرین مهار ضربدری به هفتی، بیشینه نیاز دررفت سراسری بام افزایش یافته است. این تغییر به ترتیب در رکوردهای طبعی ۹۶ درصد، ناغان ۲ برابر، و رودسر ۴ برابر بیشتر بوده است.
- ه - شیب نمودار در قاب ۷ طبقه هنگامی که ۴ مهار ۷ تبدیل به ۵ مهار ۷ شده اند و نیز هنگامی که ۵ مهار ۷ تبدیل به ۶ مهار ۷ شده اند تغییر ناگهانی داشته که این تغییر شیب در هنگامی که ۴ مهار ۷ به ۵ مهار ۷ تبدیل شده اند بیشتر است. این روند در سازه ۱۰ طبقه هنگامی رخ می دهد که ۲ مهار ۷ تبدیل به ۳ مهار ۷ شده اند. در سازه ۱۵ طبقه تحت رکورد طبعی هنگامی که ۲ مهار ۷ به ۳ مهار ۷ تبدیل می شود شیب تغییر می کند. و نیز هنگامی که ۱۲ مهار ۷ به ۱۳ مهار ۷ تبدیل می شود. در قاب ۲۰ طبقه هنگامی که ۱۸ مهار ۷ به ۱۹ مهار ۷ تبدیل می شوند و در قاب ۲۵ طبقه هنگامی که ۸ مهار ۷ به ۹ مهار ۷ تبدیل می شود شیب تغییر می کند.



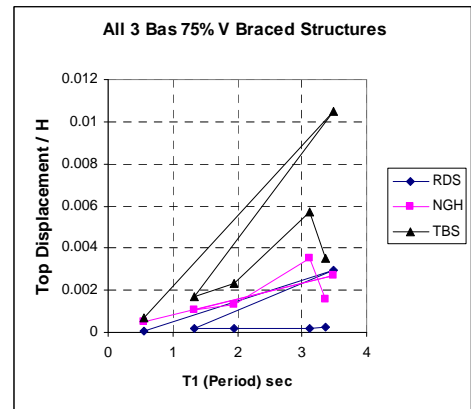
الف- بررسی در حالتیکه تمامی مهارها در ارتفاع X است



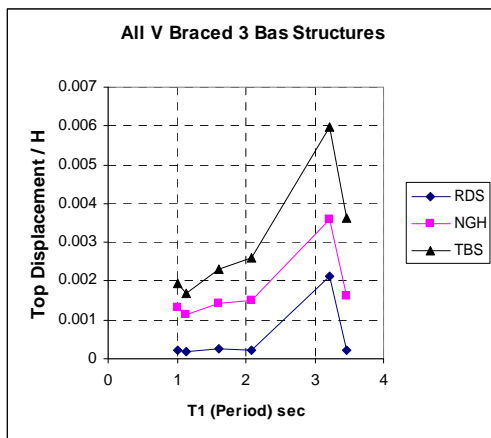
ب- بررسی در حالتیکه ۲۵٪ مهارها در ارتفاع Y است



ج- بررسی در حالتیکه ۵۰٪ مهارها در ارتفاع Y است



د- بررسی در حالتیکه ۷۵٪ مهارها در ارتفاع Y است



ه- بررسی در حالتیکه تمام مهارها در ارتفاع Y است

شکل (۳): تغییرات حداکثر نیاز زاویه دررفت سراسری بام بر حسب پرپود در قابهای ۳ دهانه با تغییر در تراز تغییر مهار مختلف

از بررسی نمودارهای شکل (۳-الف) که در آن بیشینه نیاز دریافت سراسری بام هر قاب نسبت به پریود اصلی آن ترسیم گردیده است، نتایج زیر حاصل می گردد :

- الف - روند تغییرات بیشینه نیاز دریافت سراسری بام نسبت به پریود، در سازه های کوتاه مرتبه بیشتر است .
- ب - شیب تغییرات بیشینه نیاز دریافت سراسری بام نسبت به پریود هنگام تبدیل از ۷ طبقه به ۱۰ طبقه مقدار بیشتری داشته است .
- ج - در رکورد رودسر بیشترین مقدار بیشینه نیاز دریافت سراسری بام مربوط به ۱۵ طبقه بوده است اما در بقیه رکوردها ۲۵ طبقه بیشترین مقدار نیاز دریافت سراسری بام را داشته است .
- د- به جز رودسر در باقی رکوردها با افزایش طبقات بیشینه نیاز دریافت سراسری بام و پریود سازه زیاد می شود .

از بررسی نمودارهای شکل (۳-ج) که در آن بیشینه نیاز دریافت سراسری بام هر قاب نسبت به پریود اصلی آن ترسیم گردیده است، نتایج زیر حاصل می گردد :

- الف - در سازه های بلند مرتبه (به جز رکورد طبس) بیشینه نیاز دریافت سراسری بام تغییر نکرده است .
- ب - حداکثر، بیشینه نیاز دریافت سراسری بام نسبت به دو حالت قبلی تفاوتی نداشته است .
- ج - بیشترین مقدار بیشینه نیاز دریافت سراسری بام مربوط به سازه ۲۵ طبقه است .
- د - شیب تغییرات بیشینه نیاز دریافت سراسری بام نسبت به پریود هنگام تبدیل سازه ۱۵ طبقه به ۲۰ طبقه بیشتر از باقی تغییرات است . اما در رکورد ناغان هنگام تبدیل سازه ۴ طبقه به ۷ طبقه بیشتر است .

از بررسی نمودارهای شکل (۳-د) که در آن بیشینه نیاز دریافت سراسری بام هر قاب نسبت به پریود اصلی آن ترسیم گردیده است، نتایج زیر حاصل می گردد :

- الف - شیب تغییرات بیشینه نیاز دریافت سراسری بام نسبت به پریود هنگام تبدیل سازه ۴ طبقه به ۷ طبقه بیشتر از باقی تغییرات است .
- ب - بیشینه نیاز دریافت سراسری بام سازه ۷ طبقه به طور ناگهانی تغییر زیادی داشته است .
- ج - بیشینه نیاز دریافت سراسری بام نسبت حالت های قبل افزایش زیادی داشته است .
- د - در سازه های بلند مرتبه (به جز رکورد رودسر) بیشینه نیاز دریافت سراسری بام کاهش یافته است .
- ه - بیشینه نیاز دریافت سراسری بام در سازه های میان مرتبه کاهش چشمگیری داشته است .
- و - شیب تغییرات بیشینه نیاز دریافت سراسری بام نسبت به پریود هنگام تبدیل سازه های کوتاه مرتبه به میان مرتبه زیاد است .
- ز - حداکثر، بیشینه نیاز دریافت سراسری بام مربوط به سازه ۷ طبقه است .

نتیجه گیری :

هدف از این تحقیق یافتن تراز مناسب جهت تغییر نوع مهاربند در ارتفاع سازه به منظور توزیع مناسبتر بیشینه دریافت سراسری بام تحت زمینلرزه می باشد . بدین منظور سازه های دو بعدی ۴، ۷، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ طبقه توسط نرم افزار DRAIN-2DX تحت ۳ رکورد رودسر، ناغان و طبس مورد تحلیل دینامیکی غیرخطی تاریخچه زمانی قرار گرفت .

- در سازه های بلند مرتبه و میان مرتبه بیشینه نیاز دریافت سراسری بام با افزایش دهانه ها از ۳ به ۷ تحت دو رکورد طبس و ناغان کاهش یافته است . این مقدار در سازه های بلند مرتبه تحت رکورد طبس ۳۵٪ و ناغان ۲۶٪ بوده و برای سازه های میان مرتبه تحت رکورد طبس ۱۸٪ و ناغان ۱۴٪ بوده است .
- حداکثر، بیشینه نیاز زاویه دریافت سراسری بام در سازه های ۳ دهانه (به جز رکورد ناغان) مربوط به سازه ۷ طبقه می باشد .
- با افزایش تعداد دهانه از ۳ به ۷، بیشینه نیاز زاویه دریافت سراسری بام در سازه های کوتاه مرتبه نمود بیشتری پیدا می کند .
- نامنظمی در آهنگ تغییر بیشینه نیاز دریافت سراسری بام در سازه های ۳ دهانه در هنگامی رخ می دهد که ۷۵٪ مهارها هفتی باشند اما در سازه های ۷ دهانه این نامنظمی در زمانی که تمام سازه از مهار هفتی باشد نمود بیشتری دارد . نتیجه اینکه با افزایش دهانه (همچنین افزایش جرم) نامنظمی بیشینه نیاز دریافت سراسری بام در زمانی که تمام سازه دارای مهار هفتی هستند بیشتر است .

مراجع :

1-FEMA-273,1997, "NEHRP guidelines for the for the seismic rehabilitation of buildings",Federal Emergency Management Agency.

2- Mahmoud, Mehri, D.Safari, (2007), "Topology optimization of bracing in steel structures by genetic algorithm, Fourth international conference on advances in steel structures .

۳- ریاحی، حسام، عبدلی، نادر، ۱۳۸۵، "بهینه سازی موقعیت بادبندها در قابهای فولادی دو بعدی با استفاده از نظریه گرافها".

۴- آیین نامه طراحی ساختمان ها در برابر زلزله، استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش سوم، ۱۳۸۴، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن.

5- Seneriratana, G.D.P.K, (1995) "Evaluation of inelastic MDOF effects for seismic design", ph.d Dissertation deppt. Of civil engineering, stand ford university .

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.