

تأثیر لاغری در ساختمانهای بلند در حالت خطی و دینامیکی

مهدی امری

عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مراغه

عبدالرضا سرور قدمقدم

استادیار پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله

فریبرز ناطقی الهی

استاد پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله

چکیده

از جمله مواردی که در رفتار لرزه ای ساختمانها موثر بوده ولی در آئین نامه ها به آن بصورت صریح توجه نشده است نسبت لاغری سازه (ارتفاع به بعد کوچک ساختمان) است. در این مقاله برای دو سیستم مختلف ساختمان خمشی و مهاربندی شده با مقادیر پارامتر لاغری ۲ تا ۶ طراحی انجام شده و سپس بانجام آنالیز خطی و غیرخطی، نیروهای داخلی (در ستونها و تیرهای قاب کناری و میانی)، حداکثر تغییر مکان طبقات (در حالت خطی و غیرخطی) و توزیع مفاصل پلاستیک مورد بررسی قرار گرفته اند. نتایج بدست آمده نشان می دهد که در سازه های خمشی بین نسبت لاغری ۳ تا ۵ متوسط نیروهای داخلی در حالت خطی تفاوت کرده و در حالت غیر خطی پس از نسبت لاغری چهار تغییر مکان ماکزیمم طبقات در جهت عرضی روند افزایشی ندارد و احتمال مکانیزم سازه ای بین نسبت لاغری ۳ تا ۵ افزایش می یابد و در سازه های مهاربندی شده تغییر مکان ماکزیمم طبقات در جهت طولی و عرضی پس از ضریب لاغری چهار روند یکنواخت تری دارد و مکانیزم سازه ای ایجاد نمی شود.

کلید واژه ها:

لاغری، آنالیز خطی و غیرخطی، مکانیزم سازه ای، نیروهای داخلی

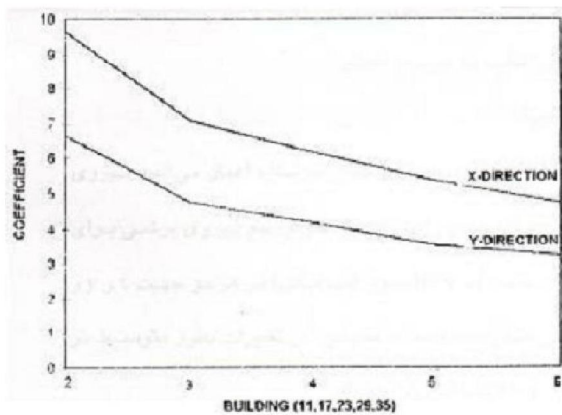
مقدمه

بر پایه آنالیز خطی طراحی شده و سپس همین سازه ها آنالیز غیر خطی شده اند.

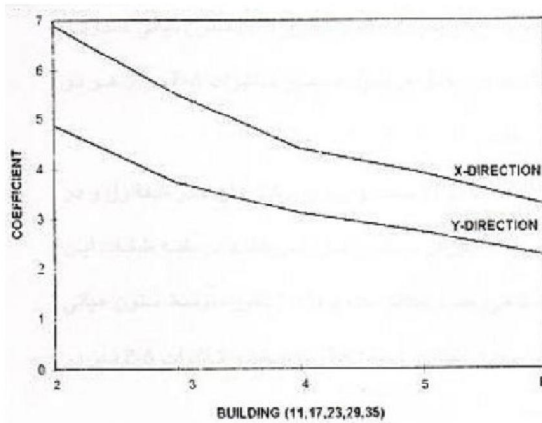
بررسی پاسخها در آنالیز خطی

۱- ضریب اطمینان واژگونی

در سازه های خمشی پس از پارامتر لاغری ۳ (نمودار ۱) و در سازه های مهاربندی شده پس از پارامتر لاغری ۴ (نمودار ۲) مقدار ضریب اطمینان واژگونی کاهش می یابد.



نمودار ۱- ضریب اطمینان واژگونی در سازه های خمشی جهت طولی و عرضی



نمودار ۲- ضریب اطمینان واژگونی در سازه های مهاربندی شده جهت طولی و عرضی

۲- نیروی برشی ستونها در سیستم خمشی:

در نمودارهای ۳ تا ۶ تغییرات نیروی برشی متوسط دو نمونه از ستونهای قاب میانی و قاب کناری نشان داده شده است.

با افزایش روزافزون قیمت زمین، ساخت ساختمانهای بلند ضروری بنظر می رسد. در سالهای اخیر سرمایه گذارهای زیادی بر روی ساخت ساختمانهای بلند در کشورمان صورت گرفته است که منطقی به نظر می رسد اینکار بایستی بر اساس مطالعات فنی، اقتصادی، علمی و تکنولوژی پیشرفته روز انجام گیرد.

از جمله مواردی که در بعضی مراجع به آن اشاره شده [۱] و [۲] و [۴] ولی متأسفانه در آیین نامه های داخلی به آن پرداخته نشده است نسبت لاغری سازه است.

در این تحقیق، سازه هایی با ابعاد ۲۳.۸x۱۶.۲ متر و با تعداد طبقات ۳۵، ۲۹، ۲۳، ۱۷، ۱۱ فرض شده اند (نسبت لاغری ۶، ۵، ۴، ۳، ۲) و بادوسیستم خمشی و مهاربندی شده مورد بررسی قرار گرفته اند.

اعمال اثرات ثانویه وزنی

در سازه های بلند چنانچه سازه انعطاف پذیر باشد، نیروهای اضافی حاصل از تغییر مکانها و لنگرهای ثانوی ناشی از اثر $P-\delta$ می توانند به اندازه ای گردند که لازم باشد آنها را در طراحی اعضاء بکار گرفته شوند باینکه تغییرشکلهای ناشی از اثر $P-\delta$ ممکنست باعث تغییرشکلهای نامطلوب در سازه گردند. در حالتی که سازه انعطاف پذیر و بار تنگی زیادی داشته باشد نیروی اضافی $P-\delta$ ممکنست باعث افزایش تنش بیش از حد مجاز در بعضی از اعضا و احتمالاً موجب انهدام آن اعضاء شوند همچنین ممکنست لنگر ناشی از اثر $P-\delta$ از لنگر مقاوم داخلی سازه تجاوز کرده و با ایجاد ناپایداری موجب انهدام سازه شود.

برای در نظر گرفتن همزمان نیروی قائم و اثرات $P-\delta$ در این تحقیق از روش ستون با سطح مقطع برشی منفی و با صلبیت خمشی بینهایت استفاده شده است. [۷]

فرضیات مدل سازی و بار گذاری

توسط نرم افزار SAP2000 تمامی ساختمانها مدل شده و فرض گردیده اند که مواد و اعضاء سازه رفتار ارتجاعی خطی داشته و فقط اعضاء مهم سازه ای در رفتار سازه دخالت داده شده اند کفها در صفحه صلب بوده و از سختی ناچیز اعضایی مثل دالها، تیرها، سختی پیچشی ستونها، تغییرشکلهای برشی و محوری تیرها و تغییرشکلهای خمشی و برشی دالها صرف نظر شده است.

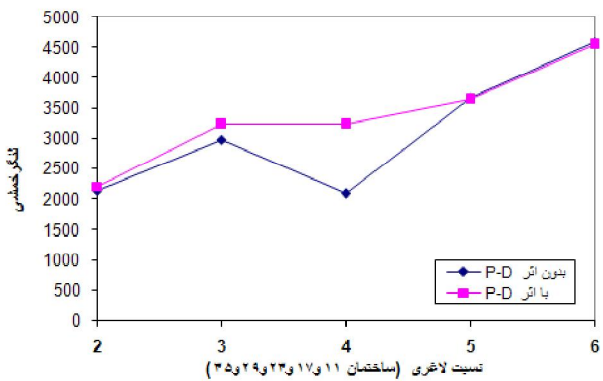
سازه مطابق مبحث ۶ مقررات ملی ساختمان بار گذاری شده و در آن کاهش سربار نیز اعمال گردیده است. برای محاسبه بارهای زلزله از روش طیفی با طیف استاندارد آیین نامه ۲۸۰۰ استفاده شده و و بارش تحلیل استاتیکی معادل همپایه شده است و طبق آیین نامه AISC

مطابق نمودار ۳ و ۴ در قاب میانی وقاب کناری جهت طولی، برای محدوده نسبت لاغری ۳ تا ۵ مقادیر نیروی برشی متوسط ستون فوق العاده زیاد شده و تأثیر اثر P-δ بخصوص در قاب کناری در این محدوده لاغری زیاد است.

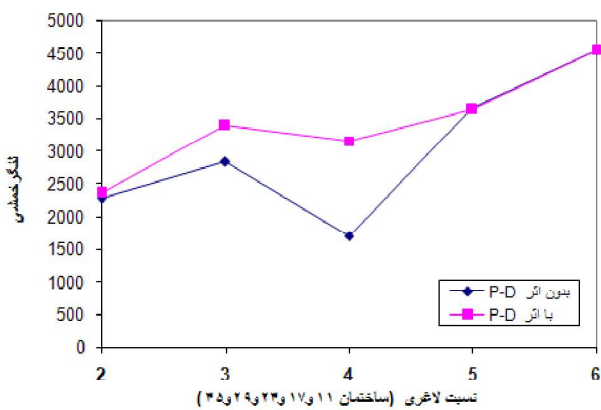
نمودارهای ۵ و ۶ نشان می دهند در جهت عرضی با اثر P-δ نیروی برشی روند افزایشی یکنواخت تری دارد ولی تأثیرات اثر P-δ در مقادیر لاغری ۴ و ۶ زیاد بوده است.

۳- لنگر خمشی ستونهای در سیستم خمشی

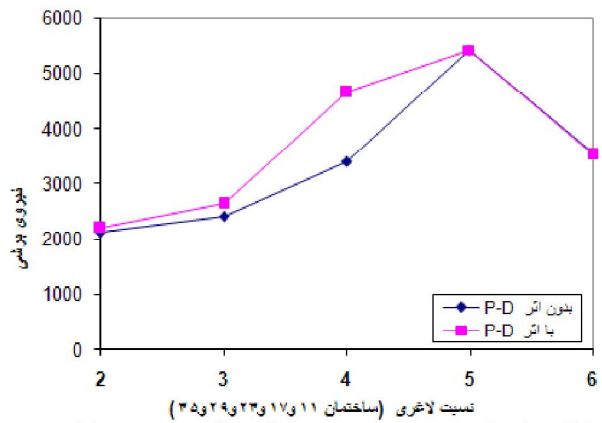
باعنایت به نمودارهای ۷ و ۸ تغییرات متوسط لنگرخمشی ستونهای قاب کناری و قاب میانی بین لاغری ۳ تا ۵ و با اثر P-δ بصورت یکنواخت است و بدون اثر P-δ در ضریب لاغری ۴ مقدار مزبور کاهش زیادی داشته است. همچنین نمودارهای ۹ و ۱۰ نشان می- دهند که تغییرات متوسط لنگر خمشی در جهت عرضی در قاب کناری در لاغری ۴ فوق العاده افزایش یافته است.



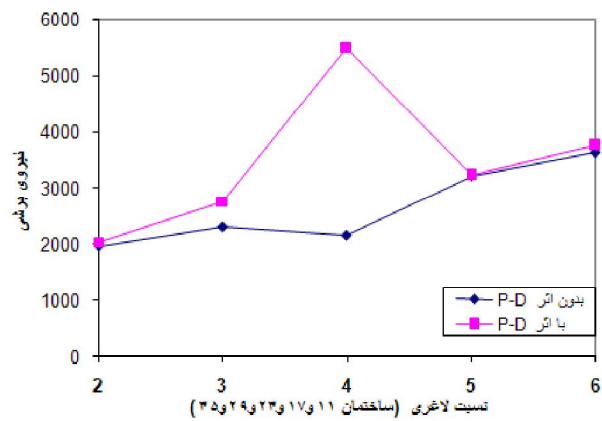
نمودار ۷- تغییرات لنگرخمشی ستون قاب میانی در جهت طولی



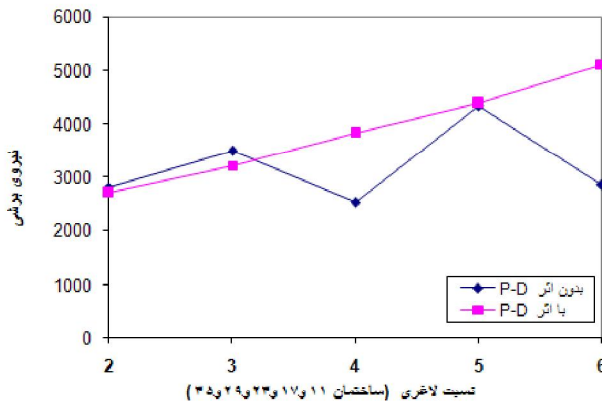
نمودار ۷- تغییرات لنگرخمشی ستون قاب کناری در جهت طولی



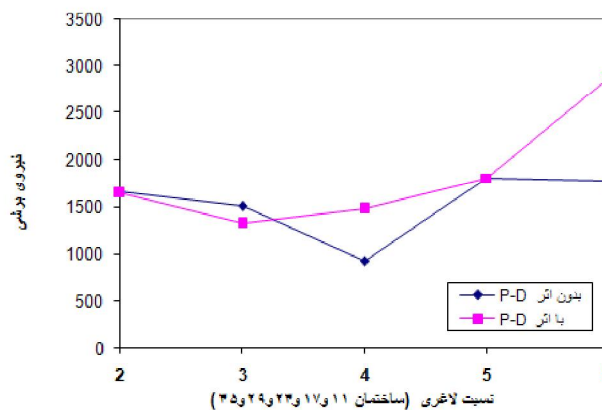
نمودار ۳- تغییرات نیروی برشی ستون قاب میانی در جهت طولی



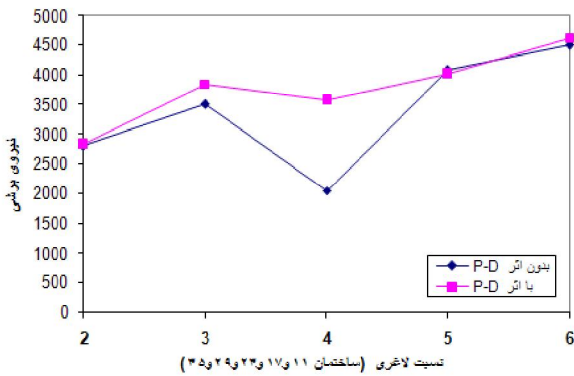
نمودار ۴- تغییرات نیروی برشی ستون قاب کناری در جهت طولی



نمودار ۵- تغییرات نیروی برشی ستون قاب میانی در جهت عرضی



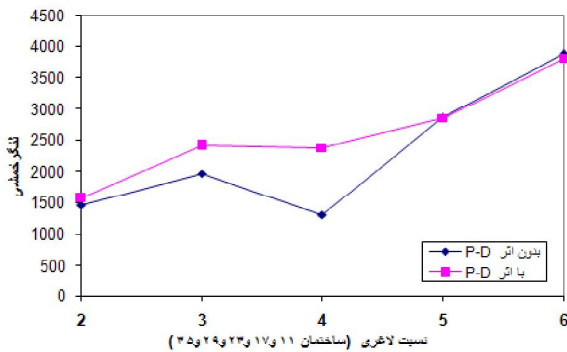
نمودار ۶- تغییرات نیروی برشی ستون قاب کناری در جهت عرضی



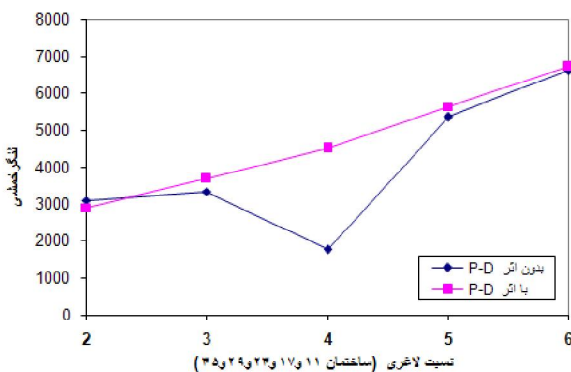
نمودار ۱۲- تغییرات میانگین نیروی برشی تیر در جهت عرضی

۹- لنگر خمشی منفی و مثبت تیرها در سیستم خمشی

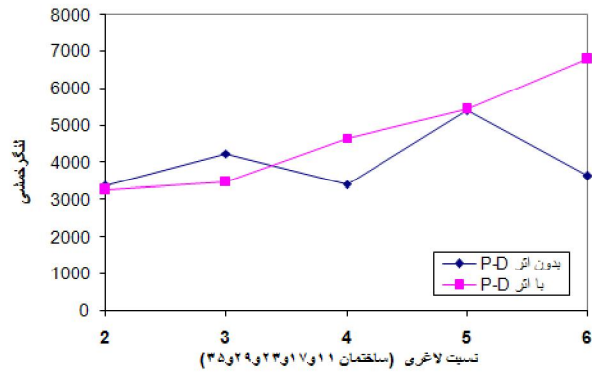
در جهت طولی و عرضی مقادیر میانگین لنگر خمشی مثبت و منفی تیرها بین لاجری ۳ تا ۵ افزایش چندانی نداشته و در این محدوده لاجری، اثر $P-\delta$ تأثیر زیادی بر سیستم خمشی داشته است. (نمودار ۱۳ و ۱۴ و ۱۵ و ۱۶)



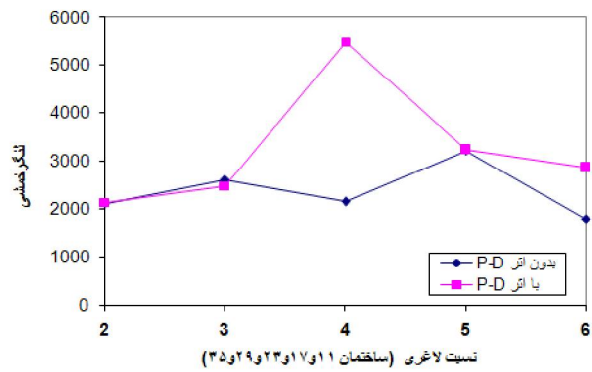
نمودار ۱۳- تغییرات میانگین لنگر خمشی منفی تیر در جهت طولی



نمودار ۱۴- تغییرات میانگین لنگر خمشی منفی تیر در جهت عرضی



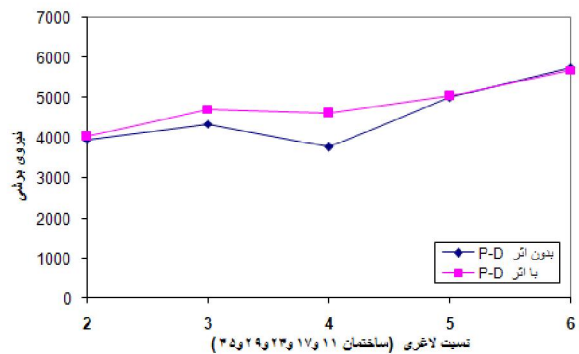
نمودار ۹- تغییرات لنگر خمشی ستون قاب میانی در جهت عرضی



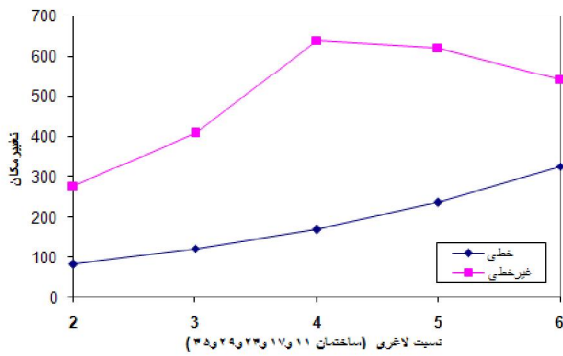
نمودار ۱۰- تغییرات لنگر خمشی ستون قاب میانی در جهت عرضی

۴- نیروی برشی تیرها در سیستم خمشی

نمودارهای ۱۱ و ۱۲ نشان می دهند که بین لاجری ۳ تا ۵ نیروی برشی متوسط تیرها ، توزیع یکنواختی داشته و در این محدوده ، بخصوص در جهت عرضی تأثیر $P-\delta$ زیاد بوده است.



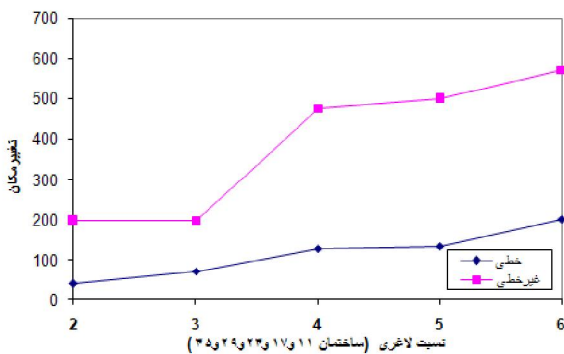
نمودار ۱۱- تغییرات میانگین نیروی برشی تیر در جهت طولی



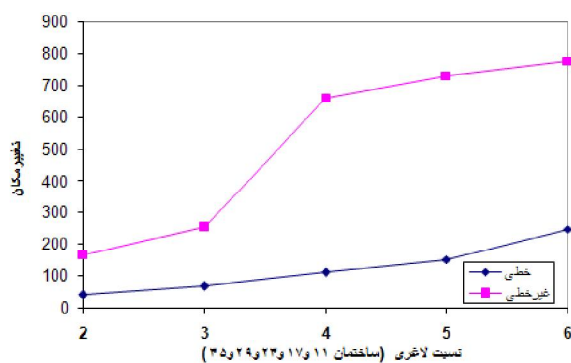
نمودار ۱۸- تغییرات حداکثر تغییر مکان عرضی (خمشی)

۷- حداکثر تغییر مکان در سازه های مهاربندی شده

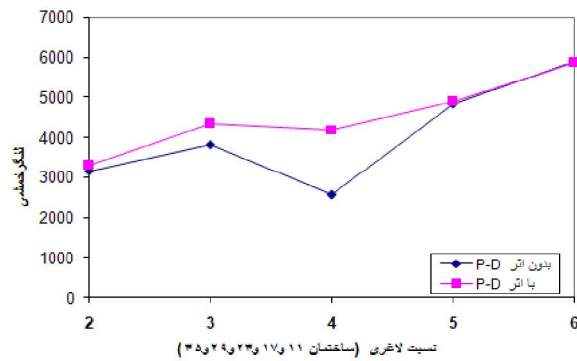
نمودارهای ۱۹ و ۲۰ نشان دهنده تغییرات باروند یکنواختی در جهت طولی و عرضی (در حالت خطی) است ولی در جهت عرضی و طولی (در حالت غیرخطی) بین لاغری ۳ تا ۴ مقادیر حداکثر تغییر مکان نسبت به بقیه افزایش زیادی داشته است.



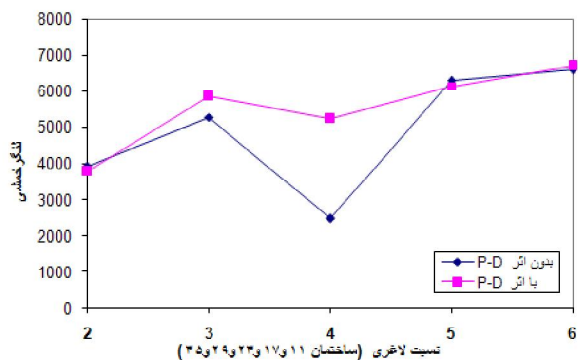
نمودار ۱۹- تغییرات حداکثر تغییر مکان طولی (مهاربندی شده)



نمودار ۲۰- تغییرات حداکثر تغییر مکان عرضی (مهاربندی شده)



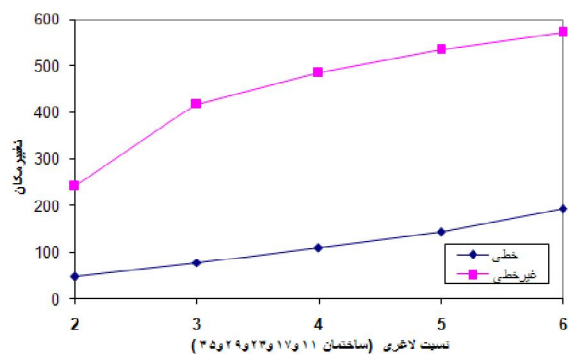
نمودار ۱۵- تغییرات میانگین لنگر خمشی مثبت تیر در جهت طولی



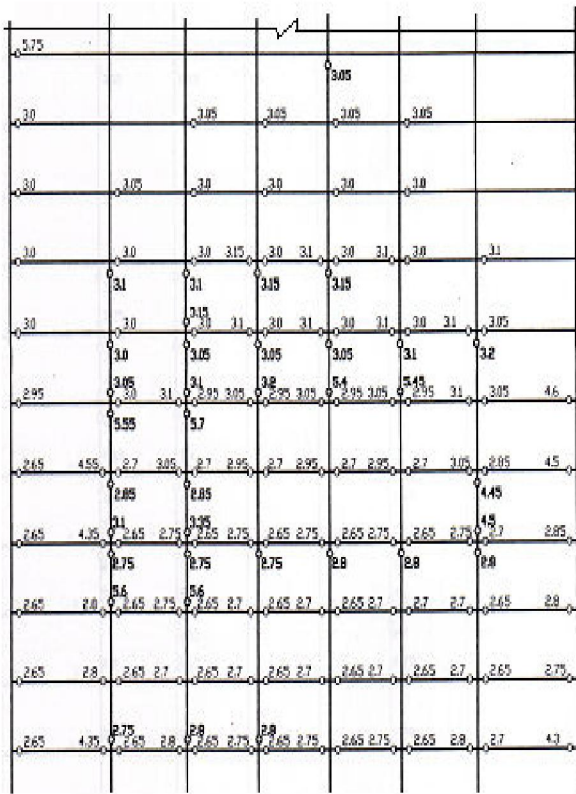
نمودار ۱۶- تغییرات میانگین لنگر خمشی مثبت تیر در جهت عرضی

۱۰- حداکثر تغییر مکان در سازه های خمشی

نمودار ۱۷ و ۱۸ نشان دهنده تغییرات یکنواختی در جهت طولی و عرضی (در حالت خطی) است ولی در جهت عرضی و طولی (در حالت غیرخطی) بین لاغری ۳ تا ۵ مقادیر حداکثر تغییر مکان نسبت به بقیه افزایش زیادی داشته است.

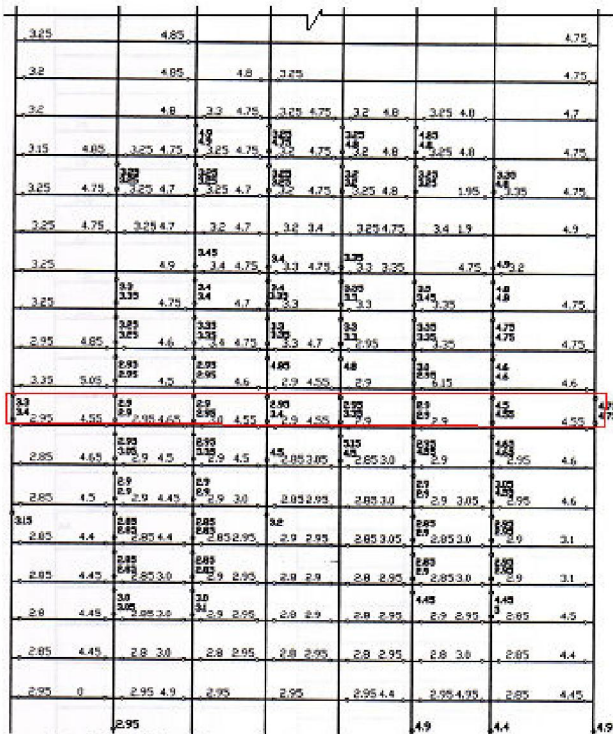


نمودار ۱۷- تغییرات حداکثر تغییر مکان طولی (خمشی)



شکل ۲۲- توزیع مفاصل پلاستیک قاب کناری در جهت طولی (۱۷ طبقه خمشی)

۳-در ساختمان ۲۳ طبقه (لاغری ۴) در جهت طولی طبقه هشتم قاب میانی در زمان ۴/۷۵ ثانیه و طبقه چهارم قاب کناری در زمان ۴/۹۵ ثانیه به مکانیسم سازه ای رسیده است. (مطابق اشکال ۲۳ و ۲۴)



شکل ۲۳- توزیع مفاصل پلاستیک قاب میانی در جهت طولی (۲۳ طبقه خمشی)

۱۱-ارزیابی مقاومت لرزه ای ساختمانها با بررسی مراحل تشکیل مفاصل پلاستیک:

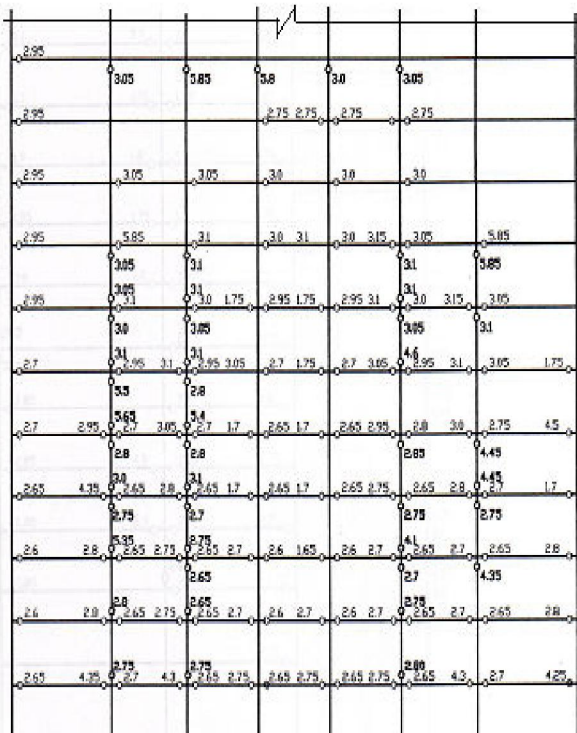
با عنایت بر اینکه از مهمترین موارد مطرح در آسیب پذیری سازه ها تعیین محل خسارت در سازه می باشد تشکیل مفاصل پلاستیک می تواند در این موارد بکار رود.

جهت این امر سیستم خمشی و سیستم مهاربندی شده تحت شتاب زمین لرزه السنتر و با شتاب مبنای ۰/۳۵g آنالیز دینامیکی غیرخطی شده اند. نتایج حاصله نشان دهنده موارد زیر بود:

سیستم خمشی :

۱-در ساختمان ۱۱ طبقه (لاغری ۲) در جهت طولی و عرضی مورد خاصی دیده نشد.

۲-در ساختمان ۱۷ طبقه (لاغری ۳) در جهت طولی قاب کناری وقاب میانی توزیع مفاصل پلاستیک تا نصف ارتفاع سازه در ستونها بیشتر شده (مطابق اشکال ۲۱ و ۲۲) ولی قابها به مکانیزم سازه ای نرسیده اند. در جهت عرضی مورد خاصی دیده نشده است و توزیع مفاصل پلاستیک در تیرها انجام پذیرفته است.



شکل ۲۱- توزیع مفاصل پلاستیک قاب میانی در جهت طولی (۱۷ طبقه خمشی)

- ۶- دکتر فریبرز ناطقی الهی و مهندس رضا کاکاونداسدی " رفتار و طراحی ساختمانهای بلند" انتشارات موسسه بین المللی زلزله شناسی ومهندسی زلزله، ۱۳۷۵.
- ۷- دکتر حسن حاجی کاظمی "آنالیز وطراحی سازه های بلند" انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۷۵.
- ۸- دکتر حجت اله عادل "سازه های ساختمانهای بلند".
- ۹- مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری وزارت مسکن وشهرسازی "تأثیر فرم برپایداری ساختمان در برابر زلزله".
- ۱۰- مسائل اساسی بلند مرتبه سازی " برگزیده از آخرین چاپ کتاب ولفگانگ شولر ومقالات چهارمین کنفرانس جهانی ساختمانهای بلند "

۱۱- نتیجه گیری:

- ۱- سیستمهای خمشی که در محدوده لاغری ۳ تا ۵ بوده و با طراحی خطی انجام گرفته اند باید برای رفتار غیرخطی نیز چک گردند. و به آنالیز خطی نمی توان اطمینان داشت.
- ۲- در محدوده خطی با افزایش لاغری به مقدار تغییر مکان ماکزیمم ساختمانها افزوده می شود ولی در محدوده غیرخطی ما بین لاغری ۲ تا ۴ با تغییر مکان ماکزیمم بیشتری روبرو هستیم.
- ۳- درجهت طولی سازه های خمشی ما بین لاغری ۲ تا ۴ مقدار نیروی برشی متوسط ستونها افزایش و پس از آن کاهش میابد ولی درجهت عرضی کلا روند افزایشی دارد.
- ۴- درجهت طولی لنگر خمشی متوسط ستونها کلا روند افزایشی داشته و در جهت عرضی مابین لاغری ۳ تا ۴ و ۴ تا ۵ روند افزایشی دارد.
- ۵- مقدار متوسط نیروی برشی ولنگر خمشی در تیرها بجز از پارامتر لاغری ۳ تا ۴ در بقیه روند افزایشی دارد.
- ۶- تا پارامتر لاغری ۵ در ساختمانهای مهاربندی شده و خمشی مقدار تغییر مکان ماکزیمم در جهت عرضی بیش از جهت طولی است.
- ۷- درجهت طولی سازه های خمشی مابین لاغری ۳ تا ۵ ستونها در ابتدا و انتهای عضو به مفصل پلاستیک می رسند .

۱۲- منابع :

- ۱- David J. Dowrick, "Earthquake Resistant Design For Engineering And Architects". John Willy & Sons 1987.
- ۲- David J. Dowrick, "Structural Form For Earthquake resistance". 6th Word Conf. On Earthquake design.
- ۳- Farzad Naeim "The Sesimic Design Handbook". Van Nostrand reinholdw , New York, 1989
- ۴- Smith Bryan Stafford "Tall Building Structure".
- ۵- G. Bernard Goldfrey, "Multi-Story Buldin in steel" . Collins Professional and Technical Books, 1985.

Structural Slenderness Effect Of Tall Building In linear & Dynamic Method

Mehdi Amri

Islamic Azad University, Maragheh Branch

A. Sarvgadmogaddam

Assistant Professor Of International Seismology Research Center

Abstract

The structural slenderness ratio (height/width) is one of the title that can be discussed in quake design of building. But unfortunately, in Iranian code isn't mention this mater.

In this article, bending and bracing structures system are chosen with slenderness ratio 2 upto 6. (11,17,23,29,35 stage).

All of structure are analysed and designed in linear method, then analysed in unlinear method by elcentro earthquake too. Internal forces (average of moment & shear forces in external and internal frames), drift and hinged plastic joint are calculated.

In bending system, internal forces are stricken changed in rate of 3 to 6 at linear method. possibility of structural mechanism (collapse) are increased in this rate too.

In bracing structure system, drift are increased in steady procedure and structural mechanism isn't created.

Keywords:

Structural slenderness, Linear & unlinear analysis, Colapse