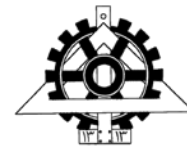




قطب علمی مهندسی و
مدیریت زیرساختها

مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی مهندسی و مدیریت زیرساختها
دانشکده فنی دانشگاه تهران - آبان ماه ۱۳۸۸



پردیس دانشکده های فنی
دانشکده مهندسی عمران

بررسی تاثیر الگوهای مختلف بار در تحلیل بارافزون قابهای خمشی فولادی

امیر کیانی

کارشناس ارشد رشته مهندسی زلزله، دانشگاه تبریز
Email: amirkianii@yahoo.com

جلال فلاح اصغری، الهام مودب، مسعود پوربابا

Email: Jalal.fallah@gmail.com, queenelham2001@yahoo.com, mpourbaba@yahoo.com

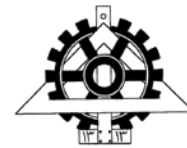
چکیده

در این مقاله به بررسی عملکرد قابهای فولادی با اهمیت خیلی زیاد توسط دستورالعمل FEMA-356 و ATC-40 پرداخته شده است. این دستورالعملها که براساس تحلیل بارافزون (Pushover) به تحلیل استاتیکی غیرخطی سازه پرداخته و از این طریق عملکرد سازه را به روش سادهتری نسبت به آنالیز دینامیکی غیرخطی که احتیاج به مهارت و تجربه خاص برای تفسیر نتایج دارد تعیین خواهد کرد.

دستورالعمل بهسازی ایران برای انجام تحلیل استاتیکی غیرخطی اعمال یکسری توزیع بار جانبی را اجباری می کند. از آنجائی که در هر سازه ای احتمال چند مود مختلف خرابی وجود دارد، لازم است توزیع بار جانبی به گونه ای انتخاب شود که بحرانی ترین مود خرابی نیز مورد بررسی قرار گیرد. در این تحقیق ابتدا مدل های ۳، ۶، ۹ و ۱۲ طبقه را با اعمال کلیه ضوابط آئین نامه طراحی ساختمانها در برابر زلزله (استاندارد ۲۸۰۰) طراحی می کنیم. سپس براساس ضوابط دستورالعمل بهسازی لرزه ای، بر روی نمونه های فوق تحلیل استاتیکی غیرخطی انجام می دهیم و تاثیر توزیع بار جانبی را بررسی کرده و در نهایت تامین سطوح عملکرد مورد انتظار آئین نامه برای ساختمانهای با اهمیت خیلی زیاد را مورد ارزیابی قرار می دهیم. بر این مبنا نتایج حاصل از این تحقیق نشان می دهد که تاثیر الگوی بارگذاری جانبی در منحنی ظرفیت سازه و در نتیجه بر روی نقطه عملکردی محاسبه شده تقریباً زیاد است و همچنین ساختمانهای طراحی شده، هدف مورد نظر آئین نامه طراحی ساختمانها در برابر زلزله را برآورده نمی کند.

کلمات کلیدی

کلمات کلیدی: تحلیل بارافزون غیرخطی، قاب خمشی فولادی، توزیع بار جانبی، ساختمانهای با اهمیت خیلی زیاد



مقدمه

در آئین نامه های فعلی تمرکز برپیش بینی نیروی ناشی زلزله است تا بتوانیم با تعیین آن سطوح عملکرد موردانتظار در این آئین نامه هارا برآورده کنیم. البته در این آئین نامه ها تعریف دقیقی از سطح عملکرد سازه در برابر زلزله نمی بینیم. در آئین نامه های فعلی به منظور بالا بردن سطح عملکرد ساختمانهای ضروری نسبت به ساختمانهای معمولی، تنها تفاوت عمده ای که این آئین نامه ها قائل شده اند، انتخاب ضریب اهمیت بیشتر می باشد تا با اعمال این ضریب بتوانیم شاهد تغییر سطح عملکرد سازه باشیم. اما همانطور که در ادامه نیز شاهد خواهیم بود با این کارنخواهیم توانست سطح عملکرد مورد انتظار را فراهم کنیم و طراحی براساس عملکرد مخصوصا در مورد بناهای ضروری لازم و ضروری به نظر می رسد تا بتوانیم سازه ای با عملکرد قابل پیش بینی طراحی کنیم.

مدل های مورد مطالعه

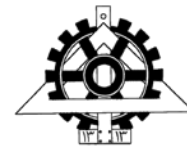
مدل های مورد استفاده در این مطالعه قابهای خمشی ویژه فولادی ۳، ۶، ۹ و ۱۲ طبقه می باشد. این قابها دارای چهاردهانه ۵ متری با عرض بارگیر ۵ متر و ارتفاع طبقات ۳ متر می باشند. براساس هدف تحقیق سازه های فوق با اهمیت خیلی زیاد و در مناطق با خطر نسبی لرزه ای خیلی زیاد فرض شده اند. مدل های فوق بر روی خاک نوع سه در نظر گرفته شده اند. بارهای ثقلی و لرزه ای نیز براساس ضوابط استاندارد های ۵۱۹ و ۲۸۰۰ برمدل های سازه ای اعمال گردیده و سپس سازه ها تحت تحلیل دینامیکی خطی قرار گرفته و طبق ضوابط آئین نامه UBC در نرم افزار ETABS طراحی گردیده اند.

منحنی ظرفیت و تغییر مکان هدف در مدل های مورد مطالعه

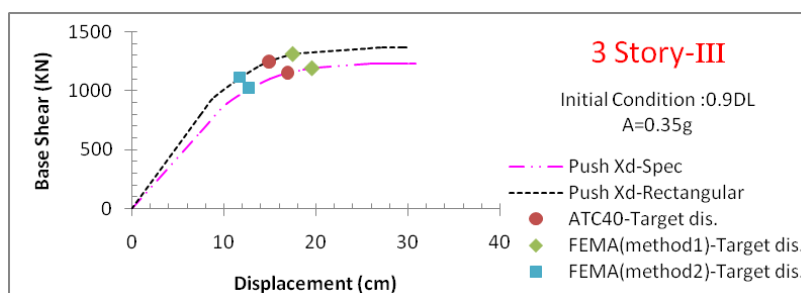
با توجه به مقدار برش پایه و تغییر مکان در هر مرحله از تحلیل استاتیکی غیر خطی، منحنی ظرفیت(منحنی برش پایه-تغییرمکان نقطه کنترل) برای سازه های مورد بررسی تحت الگوهای مختلف توزیع بار جانبی و در ترکیب های مختلف با بارهای ثقلی رسم می گردد. سپس تغییرمکان هدف برای همه مدل ها با روش ضرائب تغییرمکان و همچنین باروش طیف ظرفیت محاسبه می شود. روش ضرائب تغییرمکان روش ذکر شده در دستورالعمل بهسازی لرزه ای (برگرفته از FEMA356) [4] بوده و روش طیف ظرفیت نیز روش ذکر شده درتفسیر دستورالعمل بهسازی لرزه ای [3] (برگرفته از ATC40) [6] می باشد. هدف از محاسبه تغییرمکان هدف با روشهای مختلف فوق این است که ابتدا روشهای مختلف محاسبه تغییرمکان هدف را در دستورالعمل بهسازی لرزه ای مورد بررسی قرار داده ونتایج حاصل را با یکدیگرمقایسه کنیم تا میزان تطبیق نسبی یا عدم تطبیق را ملاحظه نموده وسپس بر این مبنا ارزیابی های لازم را از سازه های طراحی شده با آئین نامه طراحی ساختمانها در برابر زلزله داشته باشیم.

درمحاسبه تغییرمکان هدف با روش ضرائب تغییرمکان ضریب C_0 که برای ارتباط تغییرمکان طیفی سیستم یک درجه آزادی به تغییر مکان بام سیستم چند درجه آزادی است طبق بند ۳-۳-۲-۱ دستورالعمل بهسازی لرزه ای برابر یکی از مقادیر زیر انتخاب می شود:

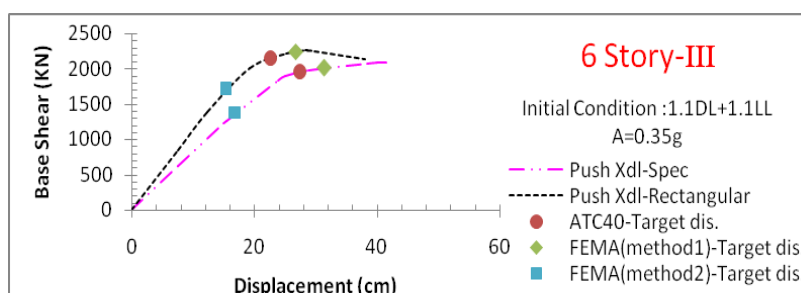
- ضریب مشارکت مود اول
 - مقادیر تقریبی مطابق جدول (۳-۲) دستورالعمل بهسازی لرزه ای
- لذا درمحاسبه تغییرمکان هدف با روش ضرائب تغییرمکان یک بار ضریب C_0 رابراساس ضریب مشارکت مود



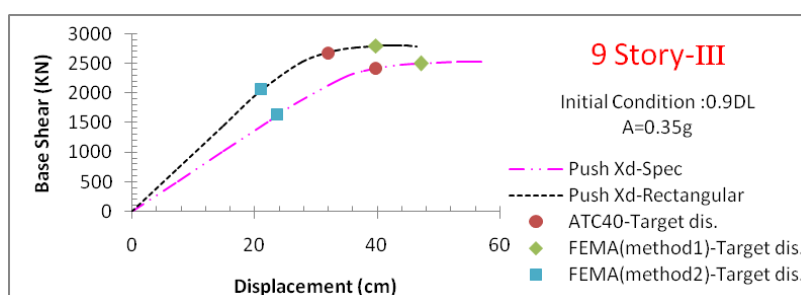
اول و بار دیگر ضریب C_0 را از روی مقادیر جدول (۲-۳) دستورالعمل بهسازی لرزه ای در نظرگرفتیم تا تغییر مکان های هدف بدست آمده را با یکدیگر و همچنین با تغییر مکان های هدف بدست آمده از روش طیف ظرفیت مورد مقایسه قرار دهیم. برای این مقایسه نقطه تغییر مکان هدف محاسبه شده با روش های فوق بر روی منحنی ظرفیت مربوطه برای چند مورد در شکل های ۱ تا ۴ نشان داده شده است.



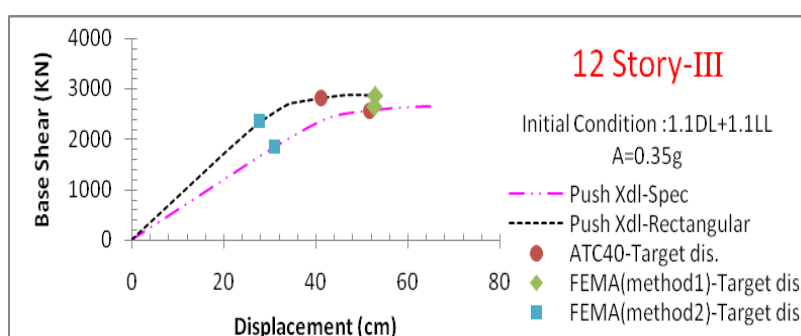
شکل ۱: نمایش نقطه هدف بر روی منحنی ظرفیت برای سازه 3Story-III



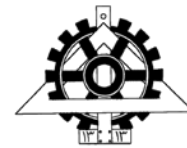
شکل ۲: نمایش نقطه هدف بر روی منحنی ظرفیت برای سازه 6Story-III



شکل ۳: نمایش نقطه هدف بر روی منحنی ظرفیت برای سازه 9Story-III

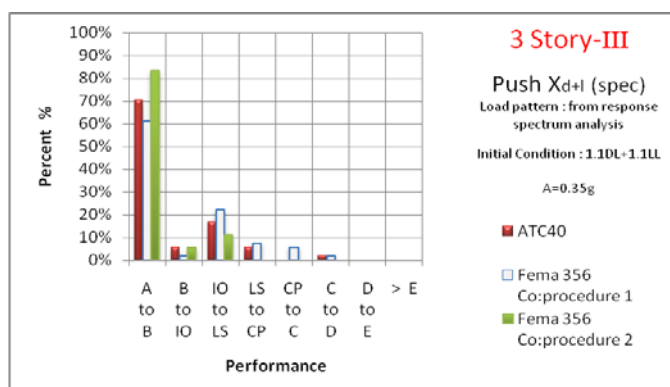


شکل ۴: نمایش نقطه هدف بر روی منحنی ظرفیت برای سازه 12Story-III

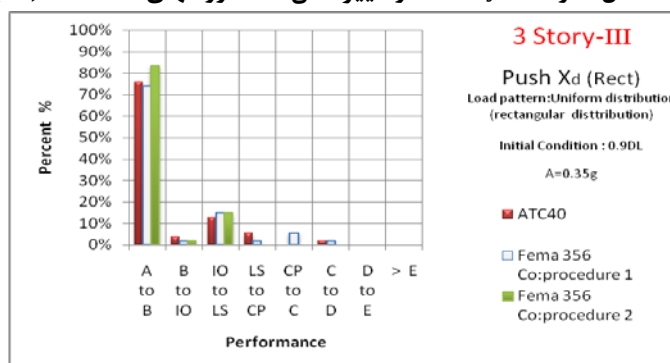


نتایج تحلیل های Pushover

در این قسمت سطوح عملکرد سازه های مدل شده را بر مبنای عملکرد اجزای سازه ای مورد توجه قرار می دهیم. بدین منظور سازه های طراحی شده با آئین نامه طراحی ساختمانها در برابر زلزله را تحت آنالیز Pushover قرار می دهیم. در آنالیز Pushover بار جانبی ناشی از زلزله به تدریج و بصورت فزاینده تحت الگوی بار مشخص به سازه اعمال می شود تا آنجا که تغییر مکان نقطه کنترل تحت اثر بار جانبی به حد تغییر مکان هدف برسد در این نقطه سطوح عملکرد مفصل ها مورد بررسی قرار می گیرد. همانطور که اختلاف روشهای مختلف دستورالعمل بهسازی لرزه ای را در محاسبه تغییر مکان هدف ملاحظه کردیم به منظور مشاهده اثر این اختلاف در سطوح عملکرد، شکل های ۵ تا ۱۲ برای تعدادی از حالتها آورده شده است در این نمودارهای ستونی، درصدی از کل مفصل های سازه که در یک محدوده عملکردی قرار دارند نشان داده شده اند به عبارت دیگر محور قائم این نمودارهای ستونی نشان دهنده درصدی است که از تقسیم تعداد مفصل هائی که در یک محدوده عملکردی قرار دارند بر تعداد کل مفصل ها بدست آمده است. همچنین برای مشاهده سطوح عملکرد تحت الگوهای مختلف بار شکل های ۱۳ تا ۱۶ آورده شده است. در این نمودارها نیز محور قائم نشان دهنده درصدی است که از تقسیم تعداد مفصل هائی که در یک محدوده عملکردی قرار دارند بر تعداد کل مفصل ها بدست آمده است.



شکل ۵: وضعیت مفاصل سازه 3Story-III در تغییر مکان هدف روشهای مختلف ، $Push X_{d+I}$ (spec)

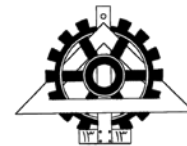


شکل ۶: وضعیت مفاصل سازه 3Story-III در تغییر مکان هدف روشهای مختلف ، $Push X_d$ (Rectangular)

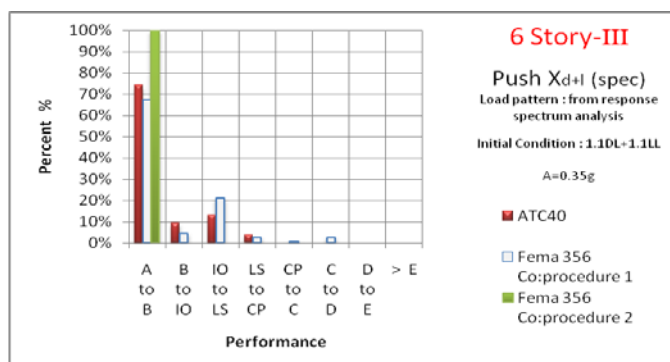


قطب علمی مهندسی و
مدیریت زیرساختها

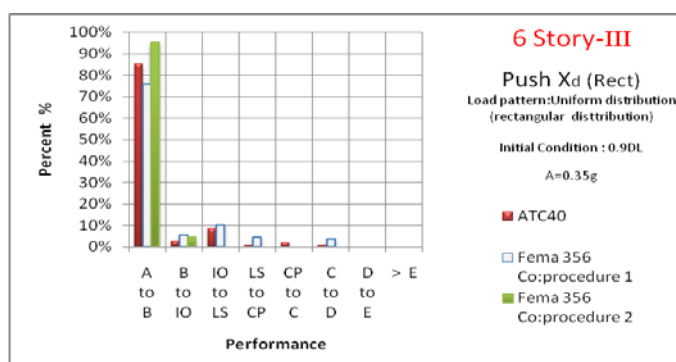
مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی مهندسی و مدیریت زیرساختها دانشکده فنی دانشگاه تهران - آبان ماه ۱۳۸۸



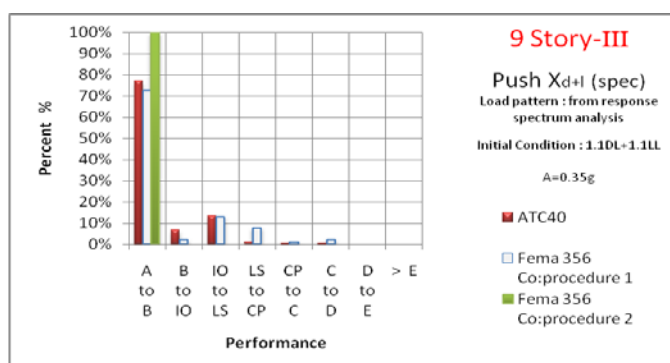
پردیس دانشکده های فنی
دانشکده مهندسی عمران



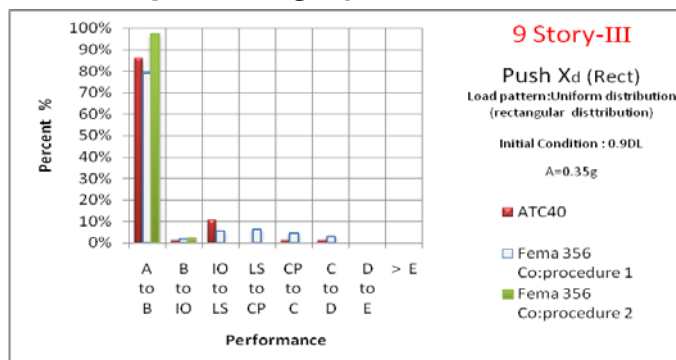
شکل ۷: وضعیت مفاصل سازه 6Story-III در تغییر مکان هدف روشهای مختلف , $Push X_{d+I}$ (spec)



شکل ۸: وضعیت مفاصل سازه 6Story-III در تغییر مکان هدف روشهای مختلف , $Push X_d$ (Rectangular)



شکل ۹: وضعیت مفاصل سازه 9Story-III در تغییر مکان هدف روشهای مختلف , $Push X_{d+I}$ (spec)



شکل ۱۰: وضعیت مفاصل سازه 9Story-III در تغییر مکان هدف روشهای مختلف , $Push X_d$ (Rectangular)

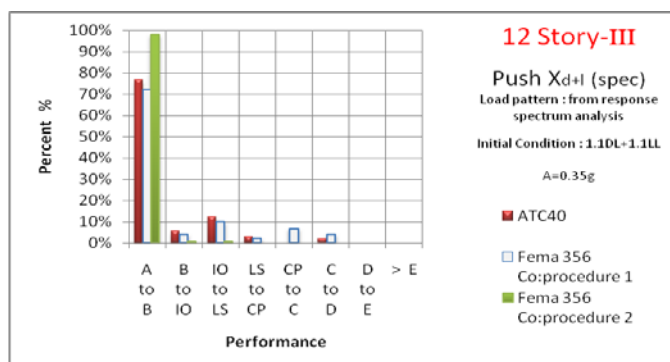


قطب علمی مهندسی و
مدیریت زیرساختها

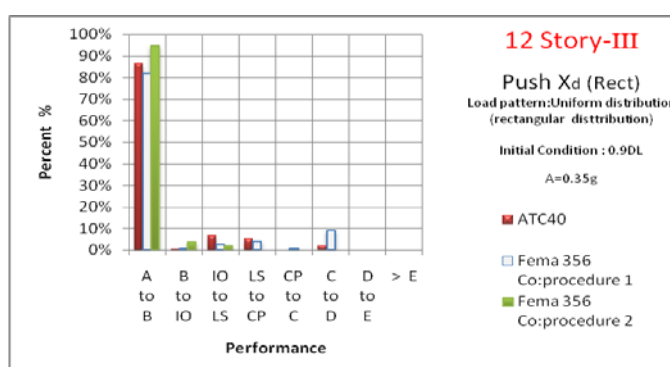
مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی مهندسی و مدیریت زیرساختها دانشکده فنی دانشگاه تهران - آبان ماه ۱۳۸۸



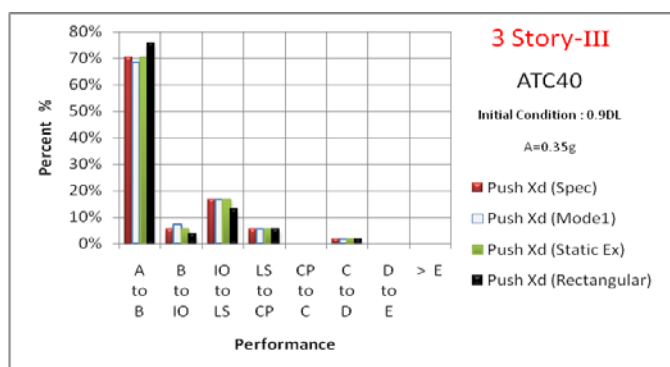
پردیس دانشکده های فنی
دانشکده مهندسی عمران



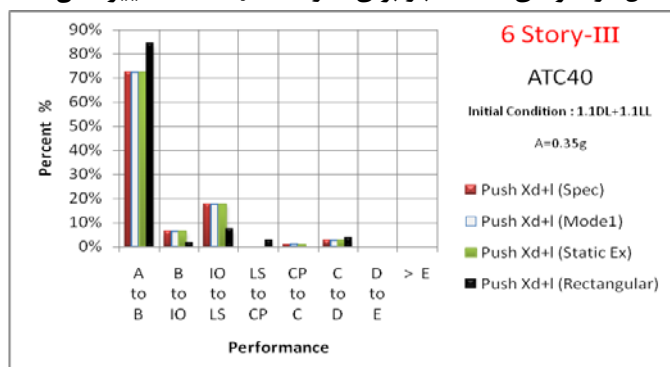
شکل ۱۱: وضعیت مفاصل سازه 12Story-III در تغییرمکان هدف روشهای مختلف , $Push X_{d+I}$ (spec)



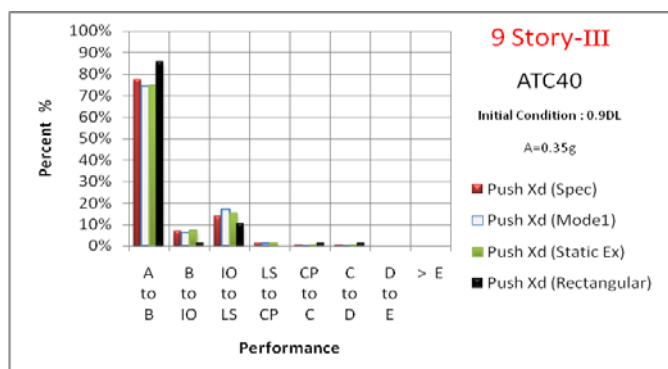
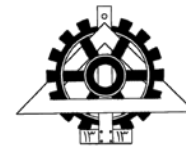
شکل ۱۲: وضعیت مفاصل سازه 12Story-III در تغییرمکان هدف روشهای مختلف , $Push X_d$ (Rectangular)



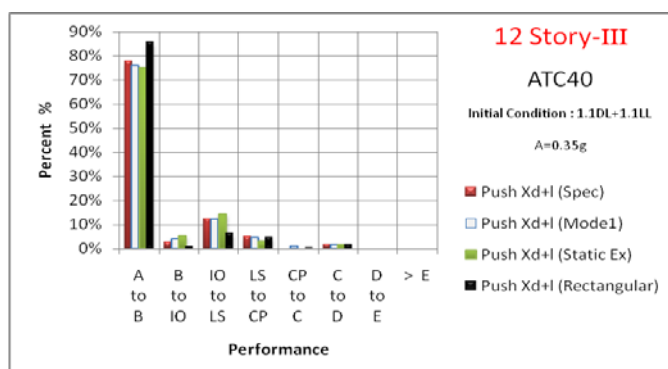
شکل ۱۳: وضعیت مفاصل درالگوهای مختلف بار برای سازه 3Story-III ، تغییرمکان هدف برمبنای ATC40



شکل ۱۴: وضعیت مفاصل درالگوهای مختلف بار برای سازه 6Story-III ، تغییرمکان هدف برمبنای ATC40



شکل ۱۵: وضعیت مفاصل درالگوهای مختلف بار برای سازه 9Story-III، تغییرمکان هدف برمبنای ATC40



شکل ۱۶: وضعیت مفاصل درالگوهای مختلف بار برای سازه 12Story-III، تغییرمکان هدف برمبنای ATC40

نتیجه گیری

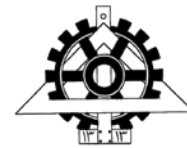
با توجه به اینکه موضوع تحقیق ارزیابی سازه های با اهمیت خیلی زیاد فلزی بر اساس دستورالعمل بهسازی لرزه ای می باشد و با توجه به اینکه درخود دستورالعمل بهسازی لرزه ای عدم تطابق هائی دیده می شود، کار ارزیابی را مشکل می نماید.

همانطور که ملاحظه شد و در نتایج نیز آورده شده است تغییرمکان هدف محاسبه شده به روشهای مختلف ذکر شده در دستورالعمل بهسازی و تفسیر آن نسبت به یکدیگر دارای اختلاف بوده که این اختلاف در نتایج تحلیل تاثیرگذار بوده و نقش تعیین کننده ای دارد.

نهایتا به منظور اینکه عمل ارزیابی براساس دستورالعمل بهسازی لرزه ای امکان پذیر گردد مبنای ارزیابی را بر تغییرمکان های هدف بزرگتر قرار داده ایم.

براین مبنا نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که ساختمانهای فلزی با اهمیت خیلی زیاد طراحی شده هدف مورد نظر آئین نامه طراحی ساختمانها در برابر زلزله (استاندارد ۲۸۰۰) را که همان تامین سطح عملکرد قابلیت استفاده بی وقفه برای بناهای ضروری است را برآورده نمی کند. همانطور که در شکل ها و جدول های مربوطه نیز ملاحظه می گردد اکثر مفاصل خمیری ایجاد شده سطح عملکرد IO را رد نموده و از سوی دیگر اکثر مفاصل خمیری ایجاد شده در محدوده عملکردی IO-LS قرار دارند.

در اکثر سازه ها و تحت همه الگوهای بار در ستونهای طبقات، بغیر از طبقه اول مفصل پلاستیکی ملاحظه نمی گردد و بقیه مفاصل پلاستیک در تیرها تشکیل یافته اند.



- در اکثر سازه ها و تحت همه الگوهای بار در ستونهای طبقه اول مفصل پلاستیک ایجاد شده که حتی در موارد بسیاری سطح عملکرد آستانه فروریزش را نیز رد نموده اند که این رفتار اصلاً مطلوب سازه نمی باشد و در کل ضعف ستونهای طبقه اول مشهود است.
- تحت توزیع نوع دوم (توزیع مستطیلی که در آن بار جانبی متناسب با وزن هر طبقه محاسبه می شود) در طبقات بالا هیچ مفصلی در تیرها و ستونها ایجاد نشده است و مفاصل پلاستیک در طبقات اول متمرکز گردیده اند، درحالی که توزیع نوع اول مفاصل حدوداً در اکثر طبقات سازه پراکنده گردیده اند.
- همانطور که می دانیم تفاوت عمده در طراحی بناهای ضروری با سایر بناها دراستاندارد ۲۸۰۰، انتخاب ضریب اهمیت بیشتر در این بناها می باشد تا با اعمال این ضریب حاشیه ایمنی بیشتری را نسبت به سایر بناها فراهم کنیم. اما نتایج نشان داد که با این کار نتوانسته ایم سطح عملکرد مورد انتظار را فراهم کنیم، البته این دلیلی برای کم بودن این ضریب نمی باشد زیرا صرفاً با زیاد کردن نیرو و به تبع آن زیاد کردن سختی، عملکرد سازه بالا نمی رود و گاهی موجب افت عملکرد نیز خواهد شد.

مراجع

۱. آئین نامه طراحی ساختمانها در برابر زلزله، استاندارد ۸۴-۲۸۰۰، ویرایش سوم.
۲. دستورالعمل بهسازی لرزه ای ساختمانهای موجود-خرداد ۱۳۸۱-دفتر امور فنی و تدوین معیارها/سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور/پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله.
۳. تفسیر دستورالعمل بهسازی لرزه ای ساختمانهای موجود-خرداد ۱۳۸۱-دفتر امور فنی و تدوین معیارها/سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور/پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله.
4. UBC, 1997, Uniform building Code, International Council of Building Code Officials.
5. FEMA 356, 2002, Prestandard and Commentary for the seismic rehabilitation of buildings, Federal Emergency Management Agency, Washington D.C.
6. ATC 40 ,1996, Seismic evaluation and retrofit of steel buildings, ATC 40, Redwood City, CA.
7. Performance-based seismic design concepts and implementation. In: Proceedings of an international workshop. PEER Report 2004/15. Berkeley: Pacific Earthquake Engineering Research Center; 2004.