

بررسی اثر نحوه قرارگیری المان زانویی و اتصالات قابهای چند طبقه با مهاربندی زانویی، بر سختی و شکل پذیری سازه

مهرداد حجازی، استادیار سازه، گروه عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه اصفهان، اصفهان*

سید مصطفی حسینی، دانشجوی کارشناسی ارشد عمران-سازه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد**

* تلفن: 0311-7932677 ، شماره: 03117932675

*پست الکترونیکی: m.hejazi@eng.ui.ac.ir

**پست الکترونیکی: s.mhosseini@yahoo.com

چکیده

سیستم مهاربندی زانویی (KBF) از جمله سیستمهای مقاوم فولادی با سختی و شکل پذیری مناسب است. در این سیستم بخش عمده سختی جانبی توسط عضو قطری تأمین میگردد، در حالیکه تسلیم برشی و یا خمشی عضو زانویی، فراهم کننده شکل پذیری مورد نیاز برای قاب است. در واقع عضو مورب زانویی شکل با پذیرش تغییر شکلهای غیر الاستیک کنترل شده، ضمن استهلاک انرژی لرزه ای، مانع از ورود سایر اعضاء و اتصالات به محدوده غیر خطی می گردد. با این عملکرد خسارتهای ناشی از زلزله در این عضو متمرکز می شود که پس از زلزله امکان تعویض و بهره برداری مجدد از سازه را به سبب سهولت در تعویض عضو زانویی فراهم می آورد. تاکنون تحقیقات گسترده ای در مورد تأثیر نحوه قرارگیری المان زانویی و نوع اتصالات در سختی و شکل پذیری قابهای یک طبقه شده است. در این تحقیق سعی شده است با انتخاب قابهای ساختمانی چهار طبقه متعدد و تحلیل هر یک، به بررسی تأثیر نحوه قرارگیری المان زانویی و همچنین بررسی نوع اتصالات تیر و ستون ، در دسترسی به بیشترین شکل پذیری و سختی پرداخته شود.

کلمات کلیدی: مهاربند زانویی، سختی ، شکل پذیری

مقدمه

سیستم مهاربندی خارج از محور (EBF) ، علی رغم شکل پذیری بسیار عالی، سختی نسبتاً مناسب، تسهیلاتی که به سبب ایجاد بازشو و نمای معماری ایجاد میکند و اینکه در اکثر آیین نامه ها پذیرفته شده است، دارای معایب و نقاط ضعفی نیز میباشد، از جمله اینکه استهلاک انرژی در قاب های خارج از محور در اثر تسلیم قسمتی از اعضای اصلی سازه (تیرهای پیوند link) صورت گرفته و این امر مشکلاتی را به لحاظ امکان تعویض و بهره برداری مجدد از سازه ایجاد میکند.

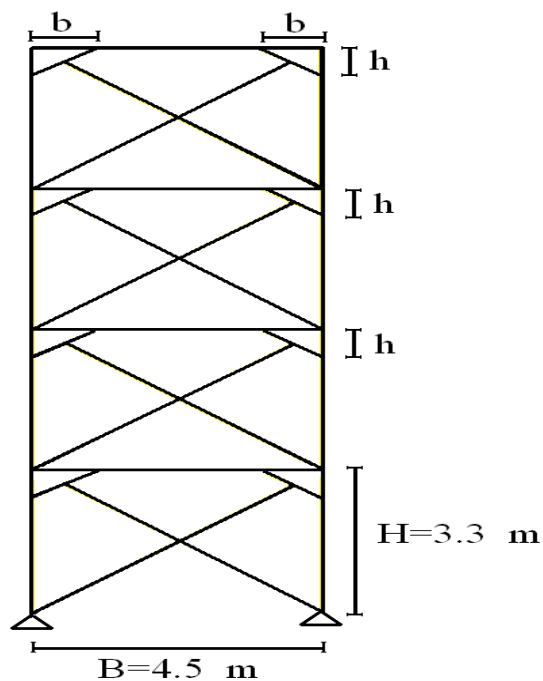
برای رفع مشکلات موجود در سیستم (EBF) در سال 1986 سیستم مهاربند زانوئی کمانش پذیر (DKB) توسط آچوا مطرح گردید، آچوا پیشنهاد کرد عضو قطری طوری طراحی شود که فقط کشش را تحمل کند و سختی و شکل پذیری هر دو توسط عضو زانوئی تأمین گردد، مشکل عمده سیستم پیشنهادی آچوا، لاغری عضو قطری بود که در فشار سریعاً کمانش می نمود و برای طرح لرزه ای مناسب نبود، در سال 1990 بالندرا با انجام تغییراتی در سیستم پیشنهادی آچوا و استفاده از یک عضو قطری که جلوی کمانش آن گرفته شده است، سیستم مهاربند زانوئی (KBF) را پیشنهاد نمود، در این سیستم پیشنهادی، شکل پذیری و به تبع آن استهلاک انرژی توسط عضو زانوئی و سختی توسط عضو قطری تأمین شده است. از طرف دیگر به علت اینکه در این نوع سیستم، ناحیه غیر ارتجاعی محدود به یک المان کوتاه می باشد، می توان رفتار لرزه ای کنترل شده تری را فراهم کرد.

تأثیر نحوه قرارگیری المان زانوئی بر سختی و شکل پذیری سیستم

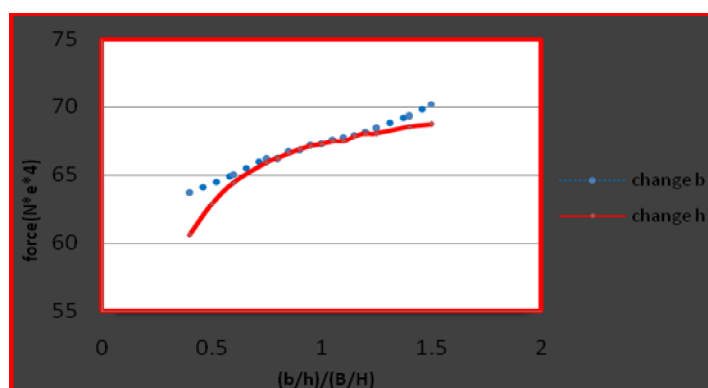
در این تحقیق سازه مورد تحلیل یک قاب فولادی چهار طبقه میباشد که طول هر دهانه آن 4.5 متر و ارتفاع هر طبقه 3.3 متر میباشد. در مجموع بار مرده و زنده 3000 kg/m (معادل 29420 n/m) بصورت یک بار یکنواخت خطی روی تیر هر طبقه آورده شده است. در قسمت اول این تحقیق، اتصال تیر به ستون صلب ، اتصال ستون به پی مفصل و اتصال زانو به تیر و ستون صلب فرض شده است. رکوردی که برای بررسی رفتار دینامیکی غیر خطی مورد استفاده قرار گرفته است، مربوط به زمین لرزه {KOCAELI 08/17/99, IZMIT} میباشد. پارامترهای مورد مقایسه در این تحقیق عبارتند از: تغییر مکان نسبی و حداکثر طبقات ، برش پایه قاب ، نیروی محوری قطری ها ، نیروی محوری و ممان موجود در عضو زانوئی که تغییر مکان نسبی و حداکثر طبقات ملاکهای هستند که سختی سیستم را نشان میدهند و پارامترهای بعدی خصوصاً برش پایه به نوعی نشاندهنده شکل پذیری سیستم میباشد.

در قسمت اول این تحقیق ، متغیر ما در آنالیز سیستمهای مختلف عبارت بی بعد $(B/H) / (b/h)$ میباشد که تغییرات آن به دو صورت اعمال شده است: در نوع اول با ثابت فرض کردن h ، مقدار b را تغییر داده و سیستم را آنالیز کرده و در نوع دوم با ثابت فرض کردن b ، مقدار h را تغییر داده و نتایج حاصله از هر دو مورد را با یکدیگر قیاس میکنیم.

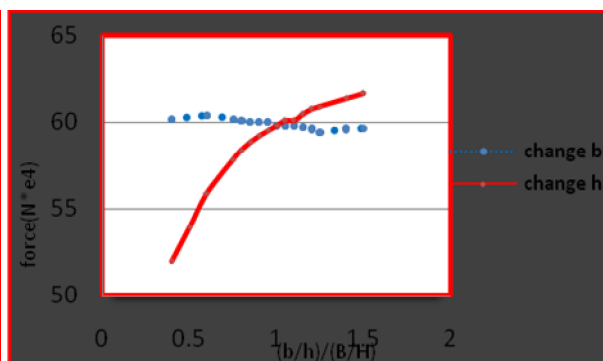
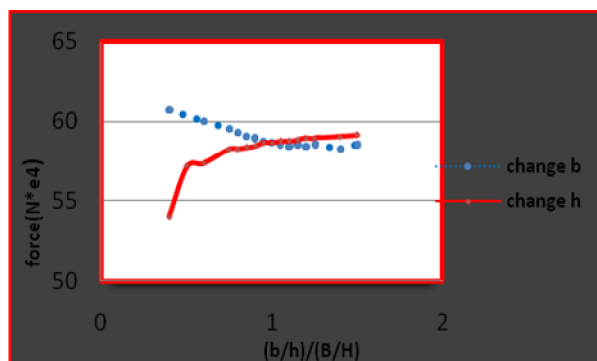
در زیر نمونه ای از قاب مورد استفاده در این تحقیق آورده شده است. (شکل ۱)



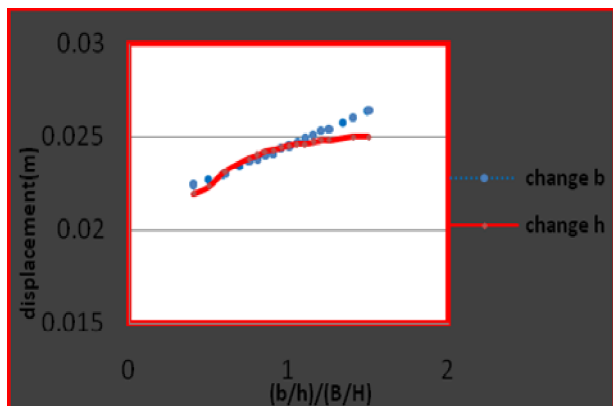
شکل ۱- نمونه قاب مهاربندی شده زانویی مورد تحلیل در این تحقیق



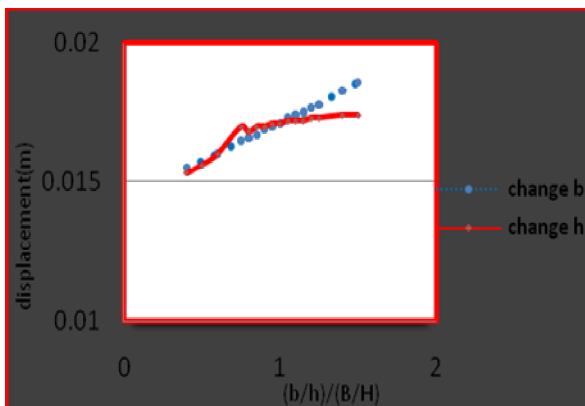
شکل ۲- برش پایه قاب



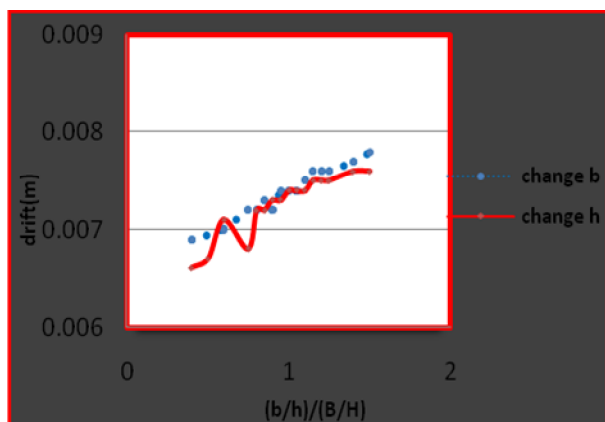
شکل ۳- مجموع نیروی محوری موجود در قطری های طبقه اول شکل ۴- مجموع نیروی محوری موجود در قطری های طبقه دوم



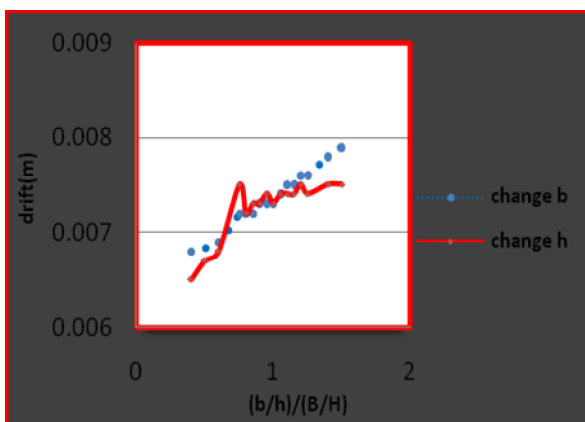
شکل ۶- تغییر مکان حداکثر سقف طبقه چهارم



شکل ۵- تغییر مکان حد اکثر سقف طبقه سوم

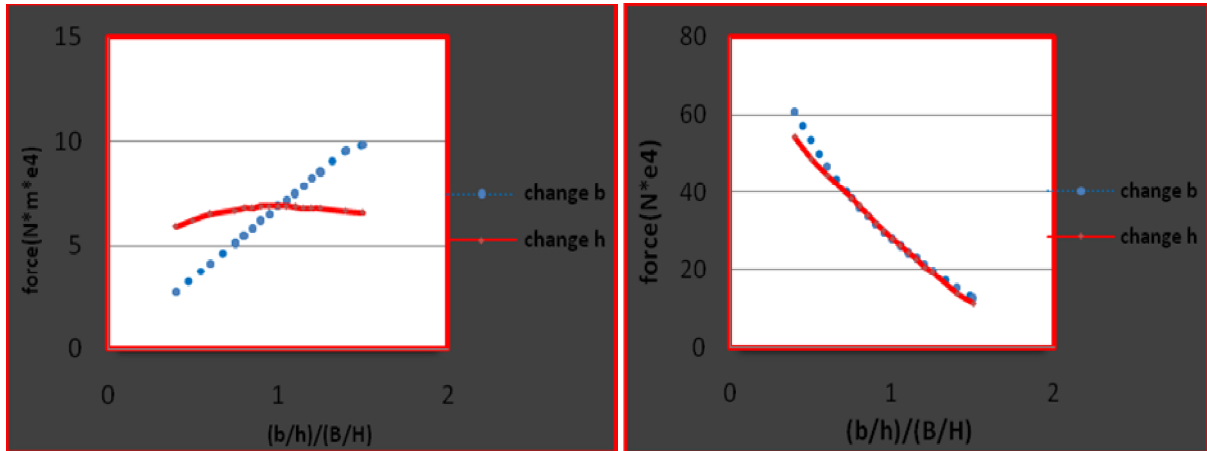


شکل ۸- تغییر مکان نسبی سقف طبقه چهارم

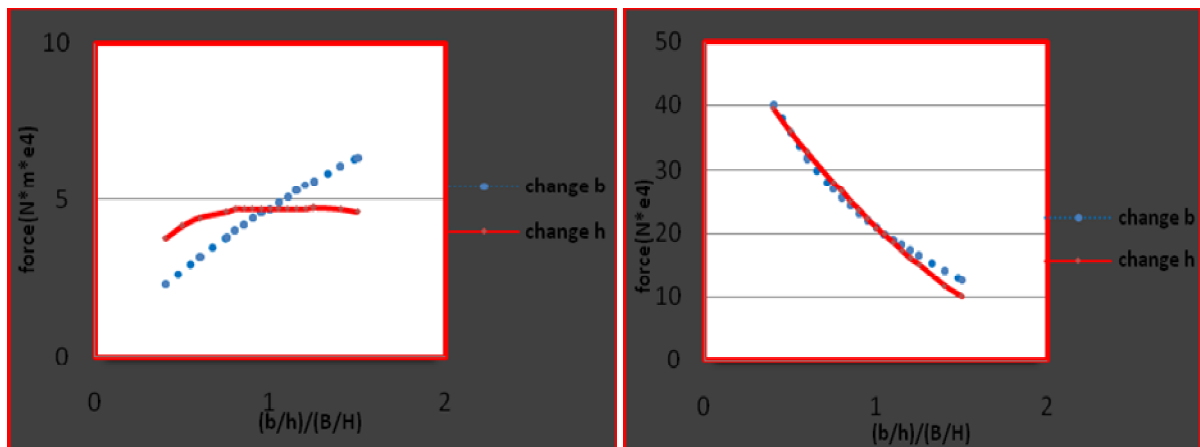


شکل ۷- تغییر مکان نسبی سقف طبقه سوم

در نگاه اول و با توجه به نمودارهای فوق (اشکال ۲ تا ۸) اینگونه به نظر میرسد که هر چه نسبت $(b/h) / (B/H)$ کمتر گردد، شرایط مساعد تری را برای سیستم نتیجه میدهد، البته افزایش میزان $(b/h) / (B/H)$ مقدار تغییر مکان حداکثر و نسبی طبقات را افزایش میدهد، اما مقدار شیب این افزایش برای تغییرات h کمتر بوده ضمن اینکه شیب همین مقدار افزایش نیز از حدود $(b/h) / (B/H) = 0.75$ به بعد بسیار ملایم خواهد شد، اما با توجه به نمودارهای زیر (اشکال ۹ تا ۱۲) که مربوط به نیروهای محوری و ممان موجود در المان زانوی میباشد نتیجه متفاوت به نظر میرسد. (لازم به ذکر است به علت روند کاملاً مشابه سایر نمودارها، از آوردن آنها خودداری گردیده است).



شکل ۹- مجموع نیروهای محوری موجود در المانهای زاویبی طبقه اول شکل ۱۰- ممان موجود در یکی از زانوئیهای طبقه اول (ا)



شکل ۱۱- مجموع نیروهای محوری موجود در المانهای زاویبی طبقه دوم شکل ۱۲- ممان موجود در یکی از زانوئیهای طبقه دوم (ا)

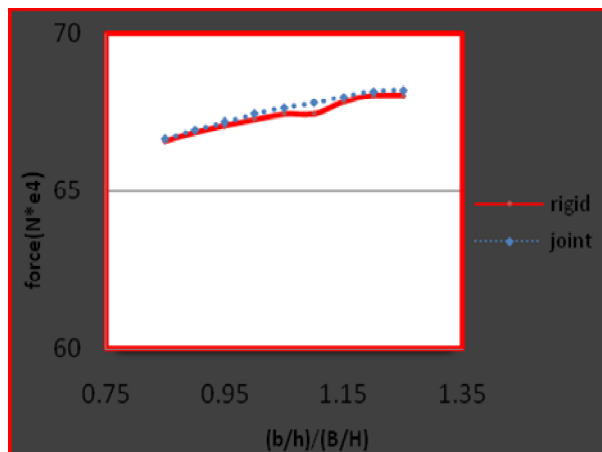
همان طور که از اشکال فوق مشخص است کاهش پارامتر $(b/h) / (B/H)$ در ممان موجود در المانهای زانوئی تأثیر چندانی نمیگذارد، اما تغییرات نیروی محوری المانهای زانوئی بسیار زیاد میباشد.

البته نکته ای که در تمامی موارد و نمودارهای فوق دیده میشود، این است که همواره تغییرات h شرایط مناسب تری را برای سختی و شکل پذیری سیستم نسبت به تغییرات b بوجود می آورد، لذا در قسمت دوم این تحقیق سعی میشود فقط تغییرات h در مدلسازی لحاظ گردد.

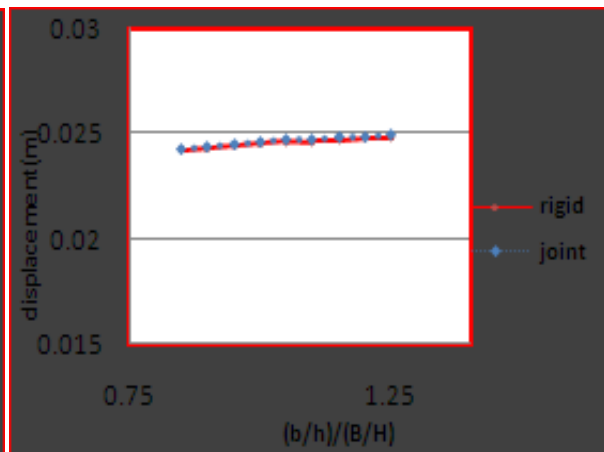
در مجموع به نظر میرسد اگر $0.95 < (b/h) / (B/H) < 1.25$ در نظر گرفته شود، نیروهای مناسبتری در اعضاء قاب بوجود می آید.

بررسی تاثیر نوع اتصالات تیر به ستون در سختی و شکل پذیری قاب با مهاربند زانویی

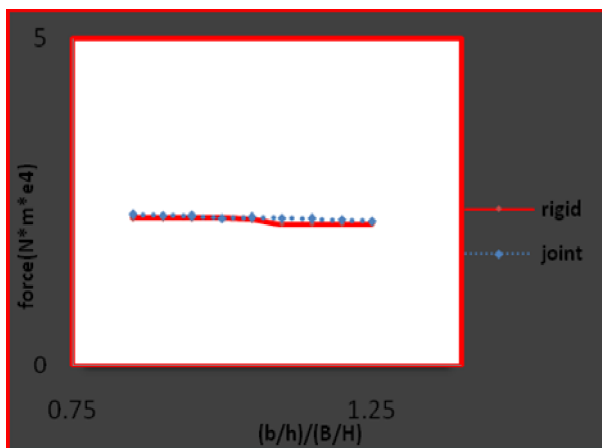
در قسمت دوم این تحقیق برآنیم تا چگونگی تأثیر نوع اتصالات تیر به ستون را در سختی و شکل پذیری این سیستم ببینیم، برای این منظور اتصال تیر به ستون قابهایی که در مرحله اول این تحقیق در حالت بهینه قرار گرفتند را مفصل کرده ، تحت همان زلزله قبل قرار داده و آنالیز میکنیم و نتایج بدست آمده را با نتایج حاصل از مرحله قبل قیاس می کنیم. لازم به توضیح است که در این قسمت با ثابت نگه داشتن پارامتر b ، مقدار h را متغیر فرض میکنیم و بازه تغییرات را به $0.85 < (b/h) / (B/H) < 1.25$ محدود میکنیم. (اشکال ۱۳ تا ۱۸)



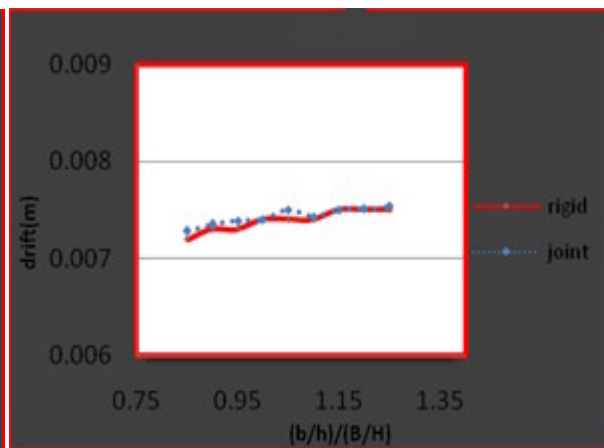
شکل ۱۴- برش پایه قاب



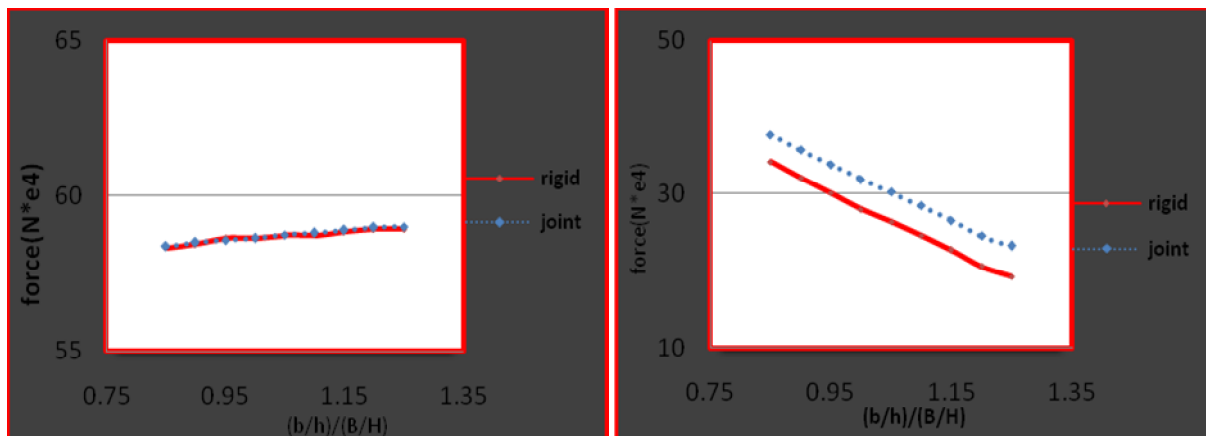
شکل ۱۳- تغییر مکان حداکثر سقف طبقه چهارم



شکل ۱۶- ممان موجود در یکی از المانهای زانویی طبقه چهارم (l)



شکل ۱۵- تغییر مکان نسبی سقف طبقه چهارم



شکل ۱۷- مجموع نیروی محوری موجود در المانهای زاوییی طبقه اول شکل ۱۸- مجموع نیروی محوری موجود در قطریهای طبقه اول

همانطور که از اشکال فوق مشخص است ، با تغییر اتصال تیر به ستون از صلب به مفصل، تاثیر بسیار ناچیزی در مقدار تغییر مکان بیشینه قاب (سختی) و همچنین برش پایه (شکل پذیری) و سایر موارد که به صورت تصادفی آورده شده اند، بوجود آمده است که بعلت اجرای همواره مشکل و البته پر هزینه این نوع اتصال در ایران میتوان از نکات مثبت این نوع سیستم مهاربندی بشمار آید.

نتیجه گیری

سیستم مهاربندی زانویی، از جمله سیستمهایی است که سختی و شکل پذیری مناسب را توأماً دارا میباشد با توجه به بررسیهای انجام شده در رفتار غیر خطی سیستمهای مختلف مهاربندی زانویی، با تغییر نحوه قرار گیری المان زانویی در این تحقیق مشخص گردید که اگر برای این سیستم مهاربندی $0.9 < (b/h) / (B/H) < 1.25$ انتخاب گردد، بهترین عملکرد را نسبت به موارد دیگر دارا میباشد، ضمن اینکه مفصل بودن اتصال تیر به ستون تاثیر بسیار اندکی در سختی و شکل پذیری سیستم دارد که با توجه به اجرای مشکل و پر هزینه این نوع اتصال در کشور از مزایای این سیستم میباشد.

منابع

- (۱) کمیته دائمی بازنگری آئین نامه طراحی ساختمانها در برابر زلزله، ۱۳۸۶، آئین نامه زلزله ۲۸۰۰، ویرایش سوم، تهران، موسسه انتشارات فراز اندیش سبز
- (۲) جعفروند، علی و موسوی، سید هاشم و خانبائنی، مهدی، بررسی رفتار لرزه‌ای سیستم باد بند زانویی در سازه‌های فولادی
- (۳) رهائی، علیرضا و ابراهیمی مطلق، بررسی اثر پارامترهای هندسی و خصوصیات اعضاء قاب با مهاربندی زانویی بر روی سختی و شکل پذیری سیستم

۴) عالمی، فرامرز و حسینی هاشیم، بهرخ، مقایسه رفتار قابهای مهاربندی شده زانوئی با هم مرکز

۵) یحیائی ، محمود و صدرنفیسی، سیروس، بررسی رفتار غیرخطی قابهای دارای مهاربند زانوئی تحت نیروهای زلزله

1) Arist izibal – ochoa.j.D. "Disposable knee bracing improvement in seismic design of steel frame"j. of structural Eng. Vol .112(7)(1988)

2) Balendra. T.m lim E.L."Ductile knee braced frame with shear yielding knee for seismic resistant structures"Eng.stract.vol.16(4) (1994)