

بررسی تاثیر سختی تیرهای پیرامونی در تاخیر برشی سیستم‌های لوله‌ای با استفاده از نرم افزار ABAQUS

ساناز دولتی^۱، جواد نصیری رجلی^{۲*}

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد عمران زلزله، واحد آزادشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، آزادشهر، ایران^۱

۲- استادیار گروه عمران، واحد آزادشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، آزادشهر، ایران^۲

چکیده

در سیستم سازه‌های لوله‌ای به علت انعطاف پذیری تیرهای پیرامونی قاب، تغییر شکل‌های ناشی از برش ایجاد می‌شود که به نام پدیده تاخیر برشی معروف بوده و سبب می‌گردد که کارایی سیستم‌های لوله‌ای تا اندازه‌ای کاهش یابد. در صورتی که تاخیر برشی به حداقل برسد، می‌توان انتظار داشت که ساختمان‌های بلند لوله‌ای همانند یک تیر طره‌ای با مقطع صندوقه‌ای عمل نماید. در این مقاله تاثیر سختی تیرهای پیرامونی در تغییر مکان جانبی سیستم‌های لوله‌ای با استفاده از نرم افزار آباکوس مورد بررسی قرار گرفت و مشخص گردید که افزایش سختی در طبقه اول، دهم و بیستم در تیرهای پیرامونی باعث کاهش شاخص اندیس تاخیر برشی می‌گردد.

واژگان کلیدی: ساختمان بلند لوله‌ای، تاخیر برشی، آباکوس، تیرهای پیرامونی، اندرکنش خاک-سازه

¹ Email: sanaz.dolaty@yahoo.com

² Email: jrnasiri@yahoo.com

مقدمه

کاربرد نخستین سیستم لوله‌ای بصورت لوله قابی بود که برای اولین بار در ساختمان آپارتمانی ۴۳ طبقه دویت چست نات در شیکاگو (۱۹۶۱) به کار رفت. در این سیستم لوله‌ای دیوارهای خارجی ساختمان از شبکه‌ای از تیرها و ستونهای نزدیک به هم تشکیل می‌شود که با اتصالات صلب به یکدیگر متصل می‌باشند (بصورت قاب ویراندیل) و این دیوارهای خارجی توسط عمل لوله طره شده بدون استفاده از مهاربندی داخلی بارهای جانبی را تحمل می‌کنند در صورتی که ارتفاع ساختمان از یک حد معینی بیشتر شود و جزء ساختمان‌های بلند قرار گیرد، سیستم‌های سازه‌ای متداول جوابگوی نیازهای طراحی و بویژه ضوابط لرزه‌ای نخواهد بود. در ساختمان‌های بلند، صلبیت و پایداری ضوابط سخت‌گیرانه‌تری را نسبت به مقاومت (مشخصه اصلی سازه‌های کوتاه) بیان لازم می‌دارند. لذا جهت پاسخگویی به نیازهای فوق، سیستم جدیدی تحت عنوان سیستم لوله‌ای ابداع شده است. این سیستم دارای چنان قابلیت است که در بیشتر حالات مقدار مصالح سازه‌ای مورد استفاده در این سیستم به نسبت ساختمانی که در آن از سیستم‌های قابی متداول استفاده شده باشد به نصف تقلیل پیدا می‌کند [1]. از مزایای دیگر سیستم‌های لوله‌ای، انعطاف‌پذیری زیاد آن‌ها در تقسیم‌بندی فضاهای داخلی و کاهش تغییر مکان جانبی سازه می‌باشد. در این سیستم به علت انعطاف‌پذیری تیرهای پیرامونی قاب، تغییر شکل‌های ناشی از برش ایجاد می‌شود که به نام پدیده تأخیر برشی معروف بوده و سبب می‌گردد که کارایی سیستم‌های لوله‌ای تا اندازه‌ای کاهش یابد. در صورتی که تأخیر برشی به حداقل برسد، می‌توان انتظار داشت که ساختمان‌های بلند لوله‌ای همانند یک تیر طره‌ای با مقطع صندوقه‌ای عمل نماید [2]. در این مقاله سعی تأثیر سختی تیرهای پیرامونی در تغییر مکان جانبی سیستم‌های لوله‌ای مورد بررسی قرار گیرد.

مطالعات متعددی در این زمینه صورت گرفته که تعدادی در این مقاله ارائه شده است:

رهگذار و همکاران در سال ۱۳۸۲ به مقاله‌ای تحت عنوان بررسی رفتار سیستم ترکیبی قاب لوله‌ای، هسته مرکزی و کمر بند خرابی پرداختند آنها در مقاله با انجام مطالعات پارامتریک با استفاده از نرم افزار SAP2000، چند ساختمان بلند با ارتفاعهای متفاوت مجهز به سیستم قاب لوله‌ای، هسته مرکزی و کمر بند خرابی مورد بررسی قرار دادند. با تغییر موقعیت کمر بند خرابی، تأثیر آن بر روی تغییر مکان جانبی و توزیع تنش در ستونهای قاب لوله‌ای مورد بررسی قرار و بهترین موقعیت کمر بند خرابی بدست آوردند. سپس با ثابت در نظر گرفتن موقعیت کمر بند سطح مقطع اعضای تشکیل‌دهنده آن به نحوی تغییر داده شده تا بهترین سختی برای کمر بند در ترکیب با هسته مرکزی حاصل گردد [3].

همتی و میرزاحسینی در سال ۱۳۹۴ به مطالعه‌ای تحت عنوان طراحی بهینه سیستم سازه‌ای لوله در لوله در ساختمان‌های بلند بتن آرمه پرداختند در مطالعه آنها تأثیر طراحی متغییر پارامتریک بر روی عملکرد سازه ۴۰ طبقه بتن مسلح لوله در لوله با پلان مسطیله مورد بررسی قرار گرفت و تأثیرات هر یک از متغییرهای پارامتریک طراحی بر روی عملکرد سازه مشخص گردید تا روش طراحی بهینه برای سازه‌های مشابه به دست بیاید، عملکرد سازه‌های نمونه با استفاده از لنگی برش، انحراف جانبی طبقات و انحراف کلی سازه ارزیابی گردیده، طراحی متغییر که برای مطالعات پارامتریک در نظر گرفته شده شامل متغییرهای عمق ستون (ها) ابعادی از ستون موازی با جهت قاب، عمق تیرها، عرض ستونها، عرض تیرها و ضخامت دیوار برشی میباشد. در این تحقیق مشاهده گردید لوله‌های داخلی در کنترل انحرافات و تعدیل لنگی برش نقش قابل توجهی ایفا میکنند به عنوان مثال با افزایش ضخامت دیوارهای برشی لوله‌های داخلی وثابت نگاه داشتن سایر پارامترهای متغییر در مدل‌های بررسی شده کاهش ۳ الی ۶ درصدی نیروی محوری در ستون‌های گوشه و میانی و نزدیک شدن لنگی برش به حالت ایده‌عال خطی و همچنین کاهش ۲ الی ۳ درصدی تغییر مکان کلی جانبی در سازه‌های با عمق ستون پایین صورت می‌گیرد [4]. معینی و همکاران در سال ۱۳۹۴ به مطالعه‌ای تحت عنوان تجزیه و تحلیل سیستم سازه‌ای لوله‌ای مهاربندی شده از منظر سازه و معماری پرداختند آنها در مقاله خود به بررسی رفتار سیستم سازه‌ای لوله‌ای با مهاربندی کلی لوله‌ای مهاربندی شده پرداختند و به عنوان یک نمونه ساخته شده ساختمان جان هنکوک در شیکاگو را به عنوان مطالعه موردی مطرح کردند [5]. افق‌ری و همکاران در سال ۱۳۹۵ به مطالعه‌ای تحت عنوان بررسی اثر

قاب لوله ای در پارامترهای لرزه ای سازه های بلند مرتبه پرداختند آنها در پژوهش خود بیان کردند که استفاده از مهاربند ضربداری بازویی در این قاب بلند مرتبه باعث کاهش مقدار شتاب وارده به مرکز جرم بام می باشد [6].

علی آبادی و معمارپور در سال ۱۳۹۵ به مطالعه ای تحت عنوان بررسی اثر اندرکنش خاک و سازه بر پدیده لنگی برشی در ساختمانهای بلند بتن مسلح با سیستم لولهای پرداختند در تحقیق آنها میزان اثر اندرکنش خاک و سازه بر پدیده لنگی برشی، تغییرشکلها و نحوه توزیع نیروهای جانبی بین ستونهای جانبی ساختمان در سازه های لوله ای بتن آرمه بررسی شد. با مدل کردن یک ساختمان بتنی ۵۰ طبقه با سیستم لولهای در نرم افزار SAP2000 و تحلیل این سازه تحت اعمال بارهای جانبی ناشی از زلزله در دو حالت، یک بار با در نظر گرفتن اثر اندرکنش خاک و سازه و یک بار بدون در نظر گرفتن آن، میزان اثرات اندرکنش خاک و سازه بررسی شد. نتایج نشان داد که به طور کلی وجود اندرکنش خاک و سازه باعث کاهش پدیده لنگی برشی و افزایش تغییر شکل می شود [7].

رستمی و همکاران در سال ۱۳۹۵ به مطالعه ای تحت عنوان تحلیل لرزهای سیستم های سازه های شبکه شش ضلعی و شبکه قطری و لوله ای در سازه های بلند مرتبه پرداختند در پژوهش آنها سیستم های سازه های لوله ای و شبکه قطری و شبکه های شش ضلعی لانه زنبوری در سازه ه های ۳۳ طبقه مشابه در پلان، ارتفاع، بارگذاری و در نرم افزار SAP ۲۰۰۰ مدل سازی شده و پس از محاسبات ضرایب زلزله بر سازه های مذکور (توسط برنامه نوشته شده در محیط نرم افزار متلب بر اساس آیین نامه ۲۰۳۳) تحلیل های استاتیکی و دینامیکی خطی و استاتیکی غیر خطی (پوش آور) به ترتیب بر روی سازه های مذکور انجام شده و مزایا و معایب و برتری های نسبی این سیستم های باربری جانبی در سازه های ذکر شده بر اساس پارامترهای سختی، تغییر مکان های نسبی، شکل پذیری و مقاومت با یکدیگر مقایسه گردیده است [8]. ترنس و همکاران در سال ۲۰۱۰ به مطالعه ای تحت عنوان تقویت طراحی بتن از ساختمان های بلند پرداختند آنها بیان کردند که ضعف لوله قابی در انعطاف پذیری تیرهای آن قرار دارد. با اضافه نمودن عناصر مورب (قطری) به مقدار زیادی بر صلبیت لوله افزوده می گردد. در این صورت قسمت عمده برش به وسیله عناصر قطری جذب می شود نه به وسیله تیرهایی که در بالا و پایین آنها پنجره قرار دارد. اعضاء قطری مستقیما بارهای جانبی را اساساً به صورت نیروهای محوری تحمل می کنند. این کاهش تغییر شکل برشی (ناشی از تاخیر برشی) رفتار تقریباً خالص طره ای را تامین می کند [۹].

ژیبین لین در سال ۲۰۱۲ به مطالعه ای تحت عنوان مدل سازی تاخیر برشی کشش در فولاد تیرهای جعبه پرداخت وی با بکار بردن اصول سازه های شبیه به لوله فولادی خرپایی، می توان یک سیستم بتنی شامل ستون های خارجی با فواصل نزدیک با پنجره های فشرده در هر طبقه را برای بوجود آوردن یک الگوی قطری بر روی نمای ساختمان به کار برد. بنابراین این سیستم نه تنها در ساختمان های فولادی بلکه در ساختمان های بتنی نیز کاربرد دارد. در قاب محیطی فلزی، مهاربندها بر روی قاب های صلب وجوه ساختمان به صورت مورب قرار می گیرند. ولی در سازه بتنی، مهاربندها شامل پانلهای بتنی به ابعاد بازوها می باشند که در جا با قاب ها ریخته شده و به صورت قطری در وجوه ساختمان اجرا می گردند [10].

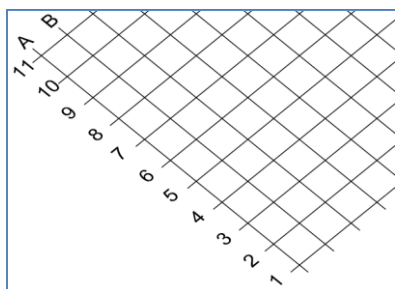
بحث و گفت و گو

در این بخش به بررسی تاثیر سختی تیرهای پیرامونی بر اثرات سوء تاخیرات برشی پرداخته شده است.

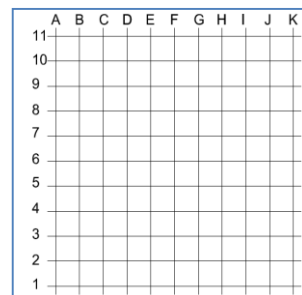
مدل مورد استفاده در این بخش ساختمان هایی با تعداد طبقات ۲۰ و ارتفاع هر طبقه برابر با ۳.۹ متر می باشد. پلان مربعی شکل و دارای ۱۰ دهانه در هر راستا می باشد. فاصله دهانه ها مساوی و برابر با ۳ متر فرض شده است. سازه دارای پی به ارتفاع سازه h - سازه $\frac{3}{4}h$ - سازه $\frac{1}{2}h$ و محدوده خاک جدا شده به ابعاد سازه $3h$ می باشد. سازه (قاب خمشی فولادی ویژه) فرض شده است. همچنین تیب خاک ۲ برای منطقه ساخت در نظر گرفته شده است و محل ساخت بنا شیروان با خطر نسبی زلزله خیلی زیاد مفروض است. شماره گذاری ستون ها و راستای انتخابی جهت ترسیم نمودارهای مورد نیاز در شکل نمایش داده شده است. ستون ها با اعداد ۱ تا ۱۱ مشخص می باشند.

3 - Taranath et all

4 - Zhibin Lin



شکل ۲: موقعیت شماره گذاری



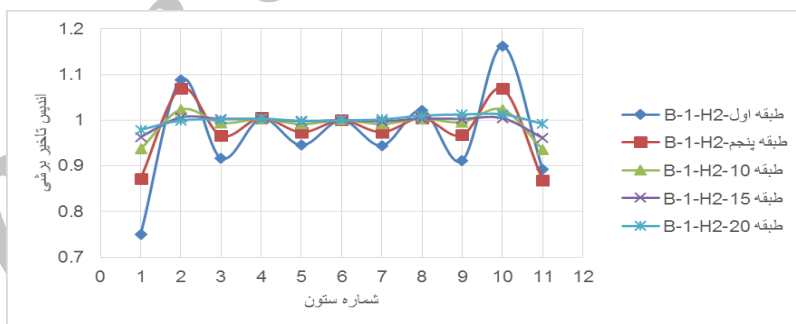
شکل ۱: پلان ساختمان مداسازی شده ستون‌ها

پس از انجام مدلسازی‌های لازم و تحلیل برنامه به ارائه خروجی‌های مرتبط با شاخص تاخیر برشی پرداخته شد.

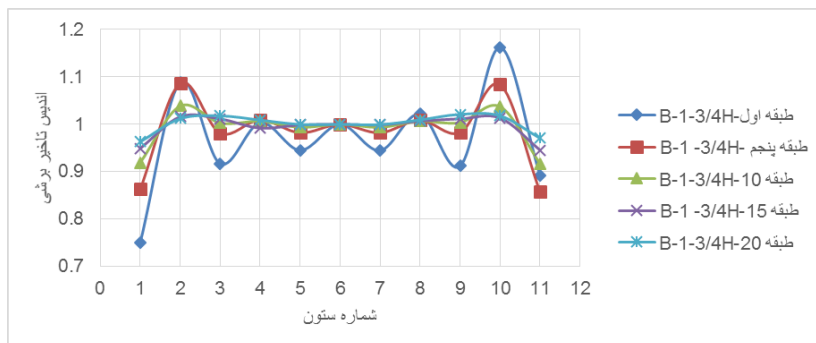
تحلیل نتایج

. نتایج مدل B-1

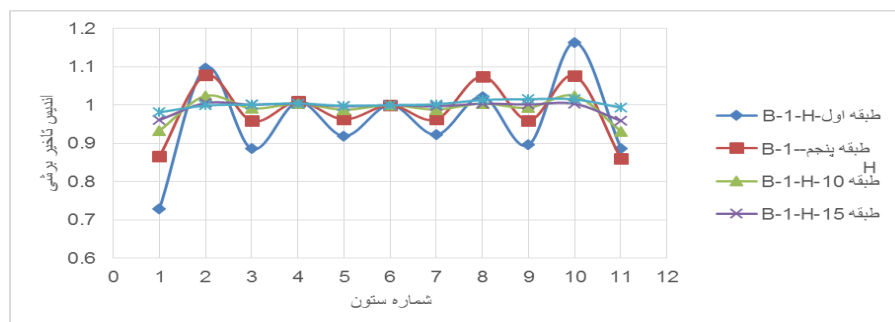
در ادامه نمودار اندیس تاخیر برشی برای ساختمان B-1 نمایش داده شده است. در این نمودار در ستون‌های مختلف مقدار شاخص در طبقات مختلف ارائه شده است.



شکل ۳: نمودار تغییرات اندیس تاخیر برشی در مدل B-1، در پی به ارتفاع $1/2h$ بر اساس طبقات مختلف



شکل ۴: نمودار تغییرات اندیس تاخیر برشی در مدل B-1، در پی به ارتفاع 3/4h بر اساس طبقات مختلف



شکل ۵: نمودار تغییرات اندیس تاخیر برشی در مدل B-1، در پی به ارتفاع h بر اساس طبقات مختلف

بر اساس نمودار مشاهده می‌شود که اندیس تاخیر برش در طبقات اول و پنجم مدل‌ها دارای بیشترین حد تغییرات هستند و روند تغییرات نیروی محوری اندیس تاخیر برشی در طبقات دهم، پانزدهم و بیستم هر سه مدل بسیار نزدیک بهم بوده و کمترین نیرو در ستون‌های کناری (۱ و ۱۱) می‌باشد که موضوع در طبقات اول و پنجم هم مشاهده می‌شود. در طبقات اول و پنجم نوسانات زیادی داریم، و همچنین در طبقه اول و پنجم بیشترین نیرو در ستون‌های کناری (۲ و ۱۰) قابل مشاهده است که ماکزیم مقدار آن ۱.۱۹ می‌باشد، و با توجه به شکل مشاهده می‌شود که با افزایش طبقات از ۱ به ۲۰ اندیس تاخیر برش تیرهای پیرامونی B-1 در ستون‌های بال ساختمان (بجز ستون ۱۰) روند افزایشی داشته که این موضوع در ستون اول مدل‌ها به‌وضوح قابل مشاهده است این افزایش تدریجی و از ۰.۷۲ به ۰.۹۸ یعنی افزایش ۳۶٪ می‌باشد ولی برای ستون (۲۰) این روند بدین صورت نمی‌باشد و عکس این روند اتفاق می‌افتد.

نتایج مدل B-1 در پی با ارتفاعات 1/2h, 3/4h, h

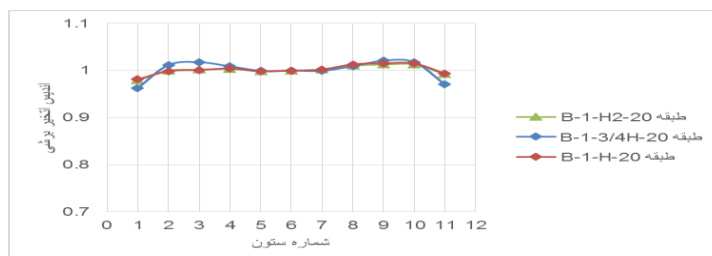
در ادامه نمودار اندیس تاخیر برشی مدل B-1 (ساختمان ۲۰ طبقه) در طبقات اول و آخر در پی‌های به ارتفاع 1/2h, 3/4h, h در شکل‌های (۶) و (۷) نمایش داده شده است:



شکل ۶: نمودار تغییرات اندیس تاخیر برشی در طبقه اول مدل B-1 بر اساس تغییرات در ارتفاع پی

بر اساس نمودار مشاهده می‌شود که روند تغییرات سه ارتفاع پی شبیه هم بوده و حالت نوسانی دارند و میتوان مشاهده کرد که اندیس تاخیر برشی در پی به ارتفاع h کمترین نیرو را تحمل می‌کند و ارتفاع 3/4h بیشترین نیرو را تحمل می‌شود. در نمودار (۷) نیز مقایسه اندیس تاخیر برش در طبقه آخر مدل صورت پذیرفته است. با توجه به شکل رفتار ستون‌ها در پی به ارتفاع 1/2h, h شبیه هم

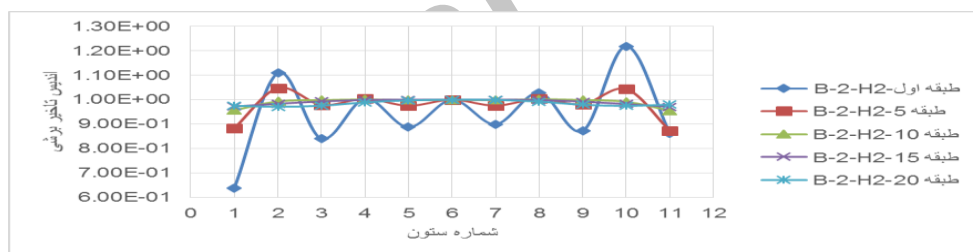
بوده البته نیروی محوری در پی به ارتفاع $3/4h$ هم نزدیک دو ارتفاع دیگر است ولی در ستون های میانی کمی افزایش اندیس تاخیر برشی مشاهده می شود.



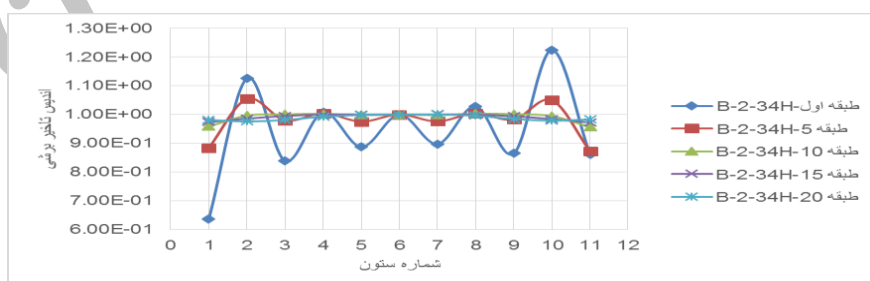
شکل ۷: نمودار تغییرات اندیس تاخیر برشی در طبقه اول مدل B-1 بر اساس تغییرات در ارتفاع پی

نتایج مدل B-2

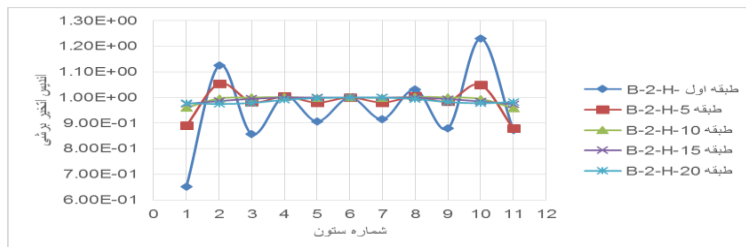
در ادامه نمودار اندیس برشی برای ساختمان B-2 نمایش داده شده است. در این نمودار در ستون های مختلف مقدار شاخص در طبقات مختلف ارائه شده است.



شکل ۸: نمودار تغییرات اندیس تاخیر برشی در مدل B-2 بر اساس طبقات مختلف



شکل ۹: نمودار تغییرات اندیس تاخیر برشی در مدل B-2 بر اساس طبقات مختلف

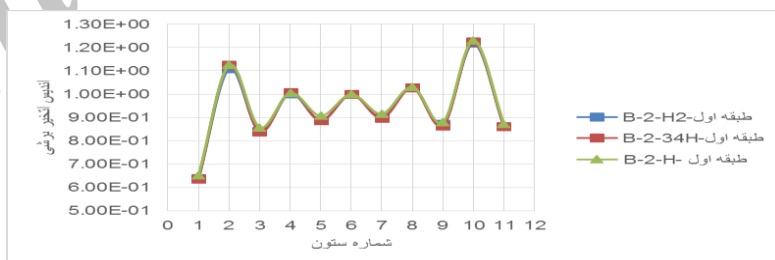


شکل ۱۰: نمودار تغییرات اندیس تاخیر برشی در مدل B-2 بر اساس طبقات مختلف

بر اساس نمودار مشاهده می‌شود که اندیس تاخیر برشی در مدل B-2، در طبقه اول دارای بیشترین حد تغییرات هستند، به گونه‌ای که در ستون ۱۰ تا ۱.۲۲ برابر نیروی محوری ستون میانی افزایش داشته است، و روند تغییرات نیروی محوری اندیس تاخیر برشی در طبقات دهم، پانزدهم و بیستم هر سه مدل بسیار نزدیک بهم بوده و کمترین نیرو در ستون‌های کناری (۱ و ۱۱) مشاهده می‌شود که این موضوع در طبقات اول و پنجم هم قابل مشاهده است. در طبقات اول و پنجم نوسانات زیادی داریم، و همچنین در طبقه اول و پنجم بیشترین نیرو در ستون‌های کناری (۲ و ۱۰) مشاهده می‌شود و تقریباً در کلیه طبقات این رفتار حفظ شده است که ماکزیم مقدار آن ۱.۲۲ می‌باشد، و با توجه به شکل مشاهده می‌شود که با افزایش طبقات از ۱ به ۲۰ اندیس تاخیر برشی تیرهای پیرامونی B-2 در ستون‌های بال ساختمان (بجز ستون ۱۰) روند افزایشی داشته که این موضوع در ستون اول مدل‌ها به‌وضوح قابل مشاهده است این افزایش تدریجی و از ۰.۶۵ به ۰.۹۸ یعنی افزایش ۵۰٪ می‌باشد ولی برای ستون (۱۰، ۲) این روند بدین صورت نمی‌باشد و عکس این روند اتفاق می‌افتد.

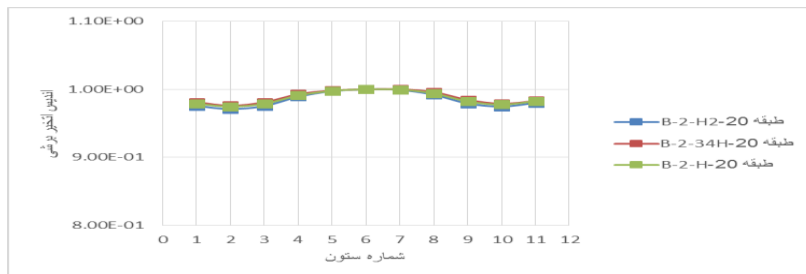
نتایج مدل B-2 در پی با ارتفاعات 1/2h, 3/4h, h

در ادامه نمودار اندیس تاخیر برشی مدل B-2 (ساختمان ۲۰ طبقه) در طبقات اول و آخر در پی های به ارتفاع 1/2h, 3/4h, h در شکل‌های (۱۱) و (۱۲) نمایش داده شده است:



شکل ۱۱: نمودار تغییرات اندیس تاخیر برشی در طبقه اول مدل B-2 بر اساس تغییرات در ارتفاع پی

بر اساس نمودار مشاهده می‌شود که روند عمومی تغییرات در شاخص تاخیر برشی برای ستون‌ها در سه مدل یکسان است. و چندان تغییری در اندیس تاخیر برشی مدل B-2 در طبقه اول هر سه ارتفاع پی مشاهده نمی‌شود. در نمودار زیر تغییرات اندیس تاخیر برشی در طبقه آخر در سه ارتفاع پی مورد بررسی قرار می‌گیرد: بر اساس نمودار مشاهده می‌شود که روند عمومی تغییرات در شاخص تاخیر برشی برای ستون‌ها در سه مدل یکسان است. و چندان تغییری در شاخص تیر B-2 در طبقه آخر هر سه ارتفاع پی مشاهده نمی‌شود.

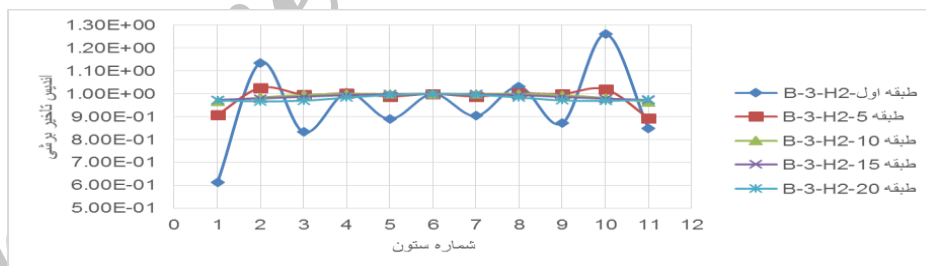


شکل ۱۲: نمودار تغییرات اندیس تاخیر برشی در طبقه آخر مدل B-2 بر اساس تغییرات در ارتفاع پی

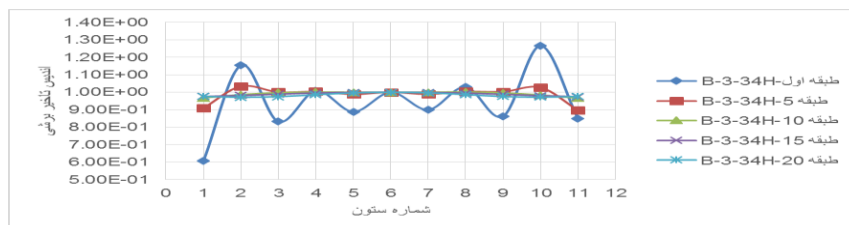
می توان از دو نتایج فوق به این نتیجه رسید که وقتی سختی تیرهای پیرامونی افزایش می یابد تغییر ارتفاعات پی سازه تأثیری در شاخص تاخیر برشی ندارد.

نتایج مدل B-3

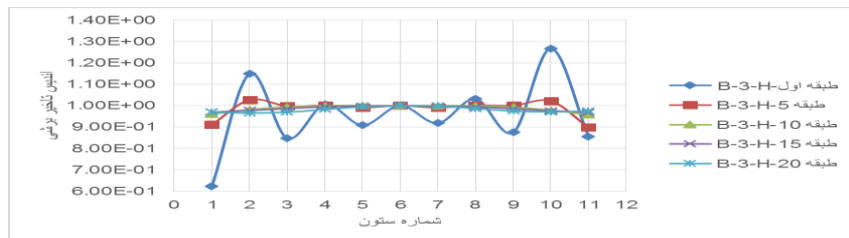
در ادامه نمودار اندیس برشی برای ساختمان B-3 طبقه نمایش داده شده است. در این نمودار در ستون های مختلف مقدار شاخص در طبقات مختلف ارائه شده است.



شکل ۱۳: نمودار تغییرات اندیس تاخیر برشی در مدل B-3 بر اساس طبقات مختلف



شکل ۱۴: نمودار تغییرات اندیس تاخیر برشی در مدل B-3 بر اساس طبقات مختلف

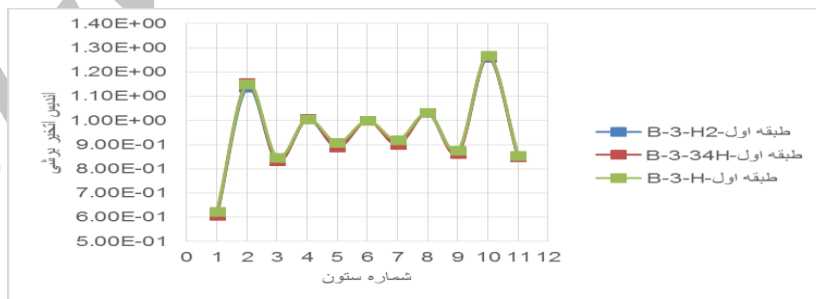


شکل ۱۵: نمودار تغییرات اندیس تاخیر برشی در مدل B-3 بر اساس طبقات مختلف

بر اساس نمودار مشاهده می‌شود که اندیس تاخیر برشی در مدل B-3، در طبقه اول دارای بیشترین حد تغییرات هستند، به گونه‌ای که در ستون ۱۰ تا ۱.۲۸ برابر نیروی محوری ستون میانی افزایش داشته است، و روند تغییرات نیروی محوری اندیس تاخیر برشی در طبقات دهم، پانزدهم و بیستم هر سه مدل بسیار نزدیک بهم بوده و کمترین نیرو در ستون‌های کناری (۱۱ و ۱) می‌باشد که این موضوع در طبقات اول و پنجم هم مشاهده می‌شود. در طبقات اول و پنجم نوسانات زیادی داریم، و همچنین در طبقه اول و پنجم بیشترین نیرو در ستون‌های کناری (۲ و ۱۰) می‌باشد و تقریباً در کلیه طبقات این رفتار حفظ شده است که ماکزیم مقدار آن ۱.۲۸ می‌باشد، و با توجه به شکل مشاهده می‌شود که با افزایش طبقات از ۱ به ۲۰ اندیس تاخیر برشی تیرهای پیرامونی B-3 در ستون‌های بال ساختمان (بجز ستون ۱۰) روند افزایشی داشته که این موضوع در ستون اول مدل‌ها بوضوح قابل مشاهده است این افزایش تدریجی و از ۰.۶۱ به ۱.۱۵ یعنی افزایش ۸۸٪ می‌باشد ولی برای ستون (۱۰، ۲) این روند بدین صورت نمی‌باشد و عکس این روند اتفاق می‌افتد.

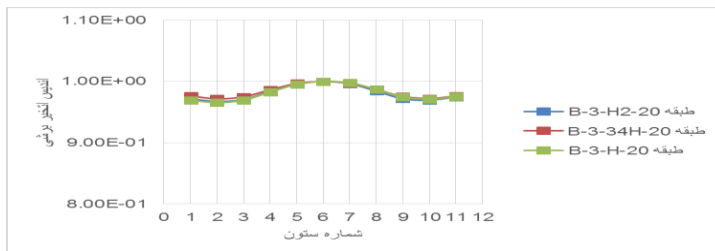
نتایج مدل B-3 در پی با ارتفاعات 1/2h, 3/4h, h

در ادامه نمودار اندیس تاخیر برشی مدل B-3 (ساختمان ۲۰ طبقه) در طبقات اول و آخر در پی‌های به ارتفاع 1/2h, 3/4h, h در شکل‌های (۱۶) و (۱۷) نمایش داده شده است:



شکل ۱۶: نمودار تغییرات اندیس تاخیر برشی در طبقه اول در تیر B-3 بر اساس تغییرات در ارتفاع پی

بر اساس نمودار مشاهده می‌شود که روند عمومی تغییرات در شاخص تاخیر برشی برای ستون‌ها در سه مدل یکسان است. و چندان تغییری در اندیس تاخیر برشی مدل B-3 در طبقه اول هر سه ارتفاع پی مشاهده نمی‌شود. در نمودار زیر تغییرات اندیس تاخیر برشی در طبقه آخر در سه ارتفاع پی مورد بررسی قرار می‌گیرد: بر اساس نمودار مشاهده می‌شود که روند عمومی تغییرات در شاخص تاخیر برشی برای ستون‌ها در سه مدل یکسان است. و چندان تغییری در شاخص تیر B-3 در طبقه آخر هر سه ارتفاع پی مشاهده نمی‌شود.



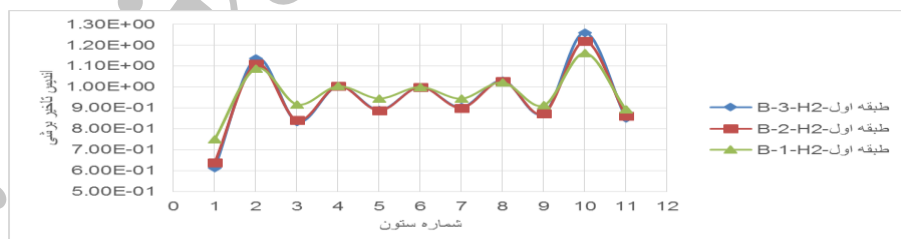
شکل ۱۷: نمودار تغییرات اندیس تاخیر برشی در طبقه آخر در تیر B-3 بر اساس تغییرات در ارتفاع پی

میتوان از دو نتایج فوق به این نتیجه رسید که وقتی سختی تیرهای پیرامونی افزایش می یابد تغییر ارتفاعات پی سازه تاثیری در شاخص تاخیر برشی ندارد.

جمع بندی

در این بخش به جمع بندی نتایج به دست آمده برای مدل های B-1 تا B-3 در پی های به ارتفاع $1/2h, 3/4h, h$ پرداخته شده است:

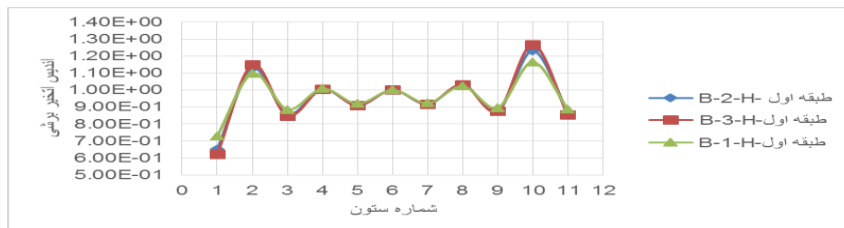
در نمودار زیر تغییرات اندیس تاخیر برشی در طبقه اول بر اساس تغییرات در سختی تیرهای پیرامونی نمایش داده شده است. لازم به ذکر است مدل B-3 دارای سختی بالاتری نسبت به دیگر مدل ها بوده و مدل B-1 کمترین سختی را در بین مدل ها دارا است.



شکل ۱۸: نمودار تغییرات اندیس تاخیر برشی در طبقه اول در پی به ارتفاع $1/2h$ بر اساس تغییرات در سختی تیرهای پیرامونی

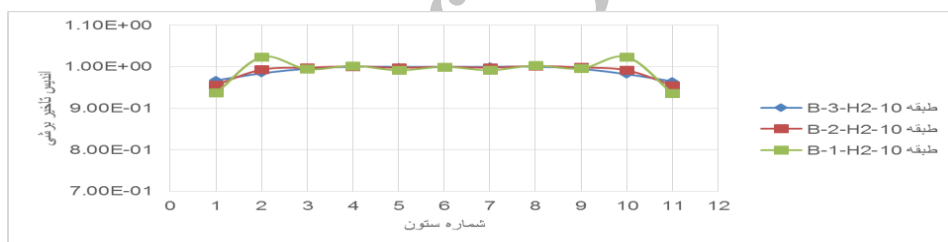


شکل ۱۹: نمودار تغییرات اندیس تاخیر برشی در طبقه اول در پی به ارتفاع $3/4h$ بر اساس تغییرات در سختی تیرهای پیرامونی

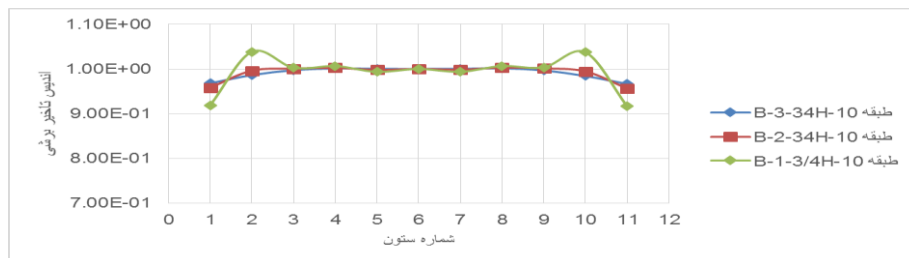


شکل ۲۰: نمودار تغییرات اندیس تاخیر برشی در طبقه اول در پی به ارتفاع h بر اساس تغییرات در سختی تیرهای پیرامونی

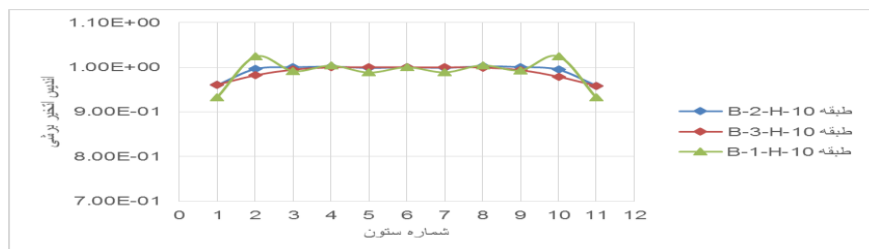
بر اساس نمودار مشاهده می‌شود که روند عمومی تغییرات در شاخص تاخیر برشی برای ستون‌ها در سه مدل یکسان است. تأثیر افزایش سختی تیرهای پیرامونی بر کاهش اندیس تاخیر برشی به خوبی قابل مشاهده می‌باشد به گونه‌ای که در مدل B-1 مقدار شاخص در ستون شماره ۱ برابر با ۰.۷۱ می‌باشد که در مدل B-3 این مقدار به ۰.۶ کاهش پیدا کرده است. این کاهش برابر با ۱۵٪ می‌باشد. لذا افزایش در سختی تیرهای پیرامونی باعث کاهش شاخص اندیس تاخیر برشی می‌گردد. در نمودار زیر تغییرات اندیس تاخیر برشی در طبقه دهم بر اساس تغییرات در سختی تیرهای پیرامونی نمایش داده شده است.



شکل ۲۱: نمودار تغییرات اندیس تاخیر برشی در طبقه دهم در پی به ارتفاع $1/2h$ بر اساس تغییرات در سختی تیرهای پیرامونی

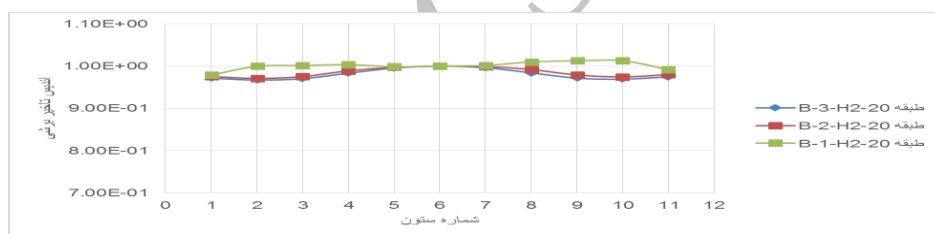


شکل ۲۲: نمودار تغییرات اندیس تاخیر برشی در طبقه دهم در پی به ارتفاع $3/4h$ بر اساس تغییرات در سختی تیرهای پیرامونی

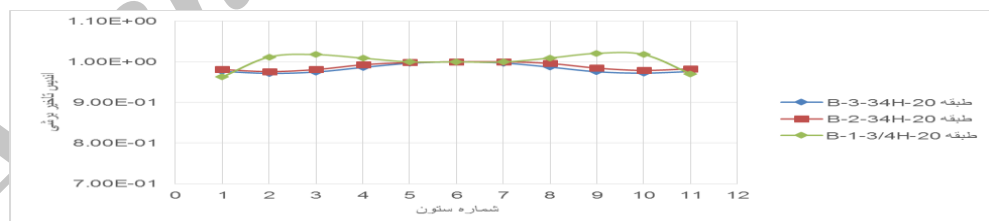


شکل ۲۳: نمودار تغییرات اندیس تاخیر برشی در طبقه دهم در پی به ارتفاع h بر اساس تغییرات در سختی تیرهای پیرامونی

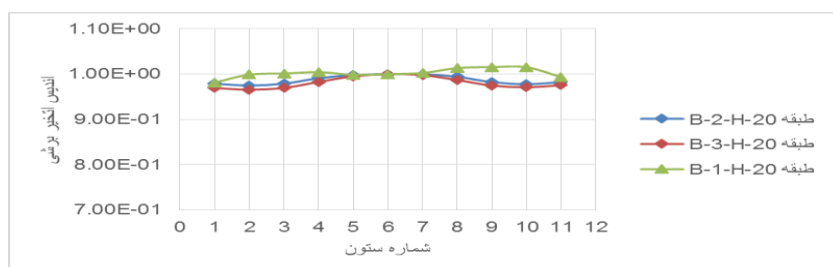
بر اساس نمودار مشاهده می‌شود که روند عمومی تغییرات در شاخص تاخیر برشی برای ستون‌های (۹ تا ۳) در هر سه مدل روند تقریباً ثابتی دارند. تاثیر افزایش سختی تیرهای پیرامونی بر کاهش اندیس تاخیر برشی در ستون (۲ و ۱۰) مشاهده می‌شود به گونه‌ای که در مدل B-1 مقدار شاخص در ستون شماره ۲ و ۱۰ برابر با ۱.۱۳ می‌باشد که در مدل B-3 این مقدار به ۰.۹۸ کاهش پیدا کرده است. این کاهش برابر با تقریباً ۱۳٪ می‌باشد. در نمودار زیر تغییرات اندیس تاخیر برشی در طبقه بیستم (آخر) بر اساس تغییرات در سختی تیرهای پیرامونی نمایش داده شده است.



شکل ۲۴: نمودار تغییرات اندیس تاخیر برشی در طبقه بیستم در پی به ارتفاع 1/2h بر اساس تغییرات در سختی تیرهای پیرامونی



شکل ۲۵: نمودار تغییرات اندیس تاخیر برشی در طبقه بیستم در پی به ارتفاع 3/4h بر اساس تغییرات در سختی تیرهای پیرامونی



شکل ۲۶: نمودار تغییرات اندیس تاخیر برشی در طبقه بیستم در پی به ارتفاع h بر اساس تغییرات در سختی تیرهای پیرامونی

بر اساس نمودار مشاهده می‌شود که روند عمومی تغییرات در شاخص تاخیر برشی برای ستون‌ها در مدل B-3, B-2, یکسان است. تاثیر افزایش سختی تیرهای پیرامونی بر کاهش اندیس تاخیر برشی به خوبی قابل مشاهده می‌باشد به گونه‌ای که در مدل B-1 مقدار شاخص در ستون شماره ۲ برابر با ۱ می‌باشد که در مدل B-3 این مقدار به ۰.۹۶ کاهش پیدا کرده است. این کاهش برابر با ۵٪ می‌باشد. لذا افزایش در سختی تیرهای پیرامونی باعث کاهش شاخص اندیس تاخیر برشی می‌گردد.

نتیجه گیری

نتایج حاصل از این تحقیق به این صورت بود که در طبقه اول روند عمومی تغییرات شاخص تاخیر برشی برای ستون‌ها در سه مدل یکسان است. تاثیر افزایش سختی تیرهای پیرامونی بر کاهش اندیس تاخیر برشی به خوبی قابل مشاهده می‌باشد به گونه‌ای که در مدل B-1 مقدار شاخص در ستون شماره ۱ برابر با ۰.۷۱ می‌باشد که در مدل B-3 این مقدار به ۰.۶ کاهش پیدا کرده است. این کاهش برابر با ۱۵٪ می‌باشد. لذا افزایش در سختی تیرهای پیرامونی باعث کاهش شاخص اندیس تاخیر برشی می‌گردد.

در طبقه دهم روند عمومی تغییرات در شاخص تاخیر برشی برای ستون‌های (۳ تا ۹) در هر سه مدل روند تقریباً ثابتی دارند. تاثیر افزایش سختی تیرهای پیرامونی بر کاهش اندیس تاخیر برشی در ستون (۲ و ۱۰) مشاهده می‌شود به گونه‌ای که در مدل B-1 مقدار شاخص در ستون شماره ۲ و ۱۰ برابر با ۱.۱۳ می‌باشد که در مدل B-3 این مقدار به ۰.۹۸ کاهش پیدا کرده است. این کاهش برابر با تقریباً ۱۳٪ می‌باشد.

در طبقه بیستم (آخر) روند عمومی تغییرات در شاخص تاخیر برشی برای ستون‌ها در مدل B-3, B-2, یکسان است. تاثیر افزایش سختی تیرهای پیرامونی بر کاهش اندیس تاخیر برشی به خوبی قابل مشاهده می‌باشد به گونه‌ای که در مدل B-1 مقدار شاخص در ستون شماره ۲ برابر با ۱ می‌باشد که در مدل B-3 این مقدار به ۰.۹۶ کاهش پیدا کرده است. این کاهش برابر با ۵٪ می‌باشد. لذا افزایش در سختی تیرهای پیرامونی باعث کاهش شاخص اندیس تاخیر برشی می‌گردد.

منابع

- [۱]- آرامش، س. (بهار ۱۳۹۰)، "پیشرفت‌های سازه‌ای در ساختمان‌های بلند"، سمینار کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی عمران دانشگاه سمنان.
- [۲]- جمشیدی، ح. (بهار ۱۳۸۸)، "بررسی لرزه‌ای سیستم لوله‌ای دسته‌بندی شده در ساختمانی بلند بتن آرمه"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی عمران دانشگاه سمنان.
- [۳]- رهگذر، رضا؛ حامد صفاری و محسن امینی، ۱۳۸۲، بررسی رفتار سیستم ترکیبی قاب لوله ای، هسته مرکزی و کمر بند خریانی، ششمین کنفرانس بین المللی مهندسی عمران، اصفهان، دانشگاه صنعتی اصفهان، عمران

[4]- همتی، علی و حمید میرزاحسینی، ۱۳۹۴، طراحی بهینه سیستم سازه ای لوله در لوله در ساختمان های بلند بتن آرمه، همایش ملی مهندسی عمران و پژوهشهای نیاز محور، مشهد، موسسه آموزش عالی خاوران

[5]- معینی، محمودرضا؛ عباس اکبریپورنیک قلب و مجتبی صادقی، ۱۳۹۴، تجزیه و تحلیل سیستم سازه ای لوله ی مهاربندی شده از منظر سازه و معماری، همایش بین المللی معماری عمران و شهرسازی در آغاز هزاره سوم، تهران، کانون سراسری انجمن های صنفی مهندسان معمار ایران

[6]- افقری، امیر؛ مرتضی رئیسی دهکردی و سیدنعیم امامی، ۱۳۹۵، بررسی اثر قاب لوله ای در پارامترهای لرزه ای سازه های بلند مرتبه، کنفرانس سالانه علمی - تخصصی عمران، معماری، شهرسازی و علوم جغرافیا در ایران باستان و معاصر، تهران، موسسه فراز اندیشان دانش بین الملل

[7]- اعتدادی علی آبادی، فرزاد و محمدمهدی معماریپور، ۱۳۹۵، بررسی اثر اندرکنش خاک و سازه بر پدیده لنگی برشی در ساختمانهای بلند بتن مسلح با سیستم لوله‌ای، دومین کنفرانس بین المللی یافته های نوین پژوهشی در مهندسی عمران، معماری و مدیریت شهری، تهران، کنفدراسیون بین المللی مخترعان جهان (IFIA) ، دانشگاه جامع علمی کاربردی

[8]- رستمی، محسن؛ کاوه قوچانی؛ لاله دشتی ناصرآبادی و همایون نوایی، ۱۳۹۵، تحلیل لرزهای سیستم های سازه های شبکه شش ضلعی و شبکه قطری و لوله ای در سازه های بلند مرتبه، دومین کنفرانس بین المللی یافته های نوین پژوهشی در مهندسی عمران، معماری و مدیریت شهری، تهران، کنفدراسیون بین المللی مخترعان جهان (IFIA) ، دانشگاه جامع علمی کاربردی

[9]- Taranath, Bungale S. (2010), "Reinforced Concrete Design of Tall Buildings", CRC Press

[10]- Zhibin Lin, Modeling inelastic shear lag in steel box beams, Engineering Structures, Volume 41, August 2012, Pages 90–97

Archive of SID