

## بررسی تاثیر آرایش دیوارهای برشی در عملکرد لرزه‌ای ساختمان‌های بلندمرتبه بتن آرمه با سیستم لوله در لوله

امیر اسماعیل زاد

گروه مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ارومیه، ارومیه، ایران  
اشکان خدابنده لو\*

گروه مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ارومیه، ارومیه، ایران  
a.khodabandehlou@iaurmia.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۱/۲۴ تاریخ پذیرش نهایی: ۹۷/۰۳/۱۲

### چکیده :

پس از به کارگیری مصالح جدید برای استفاده در ساخت و ساز، ابداع فرم‌های مختلف سازه‌ای را می‌توان مهمترین عامل در امکان پذیر شدن ساخت سازه‌های بلند دانست. فرم سازه‌ای ساختمان سیستمی است که عهده‌دار تحمل ترکیبات مختلف بارهای افقی و قائم می‌باشد. هرچه سازه بلندتر و لاغرتر باشد عوامل سازه‌ای از درجه اهمیت بیشتری برخوردارند و متعاقباً نیاز به انتخاب فرم سازه‌ای بیشتر می‌شود. در این راستا اخیراً در طرح سازه‌های بلندمرتبه ایده جدیدی موسوم به سیستم لوله در لوله توسط آقایان فضلورخان و مایلستون ارائه گردیده است که در چندین سازه بلند دنیا از جمله ساختمان استاندارد اوپل در شیکاگو و ساختمان مرکز تجاری دنیا در نیویورک به کار گرفته شده است. لذا در این تحقیق با مدل کردن یک سازه بتنی به ارتفاع ۱۰۸ متر، ۲۸ طبقه (یک طبقه زیرزمین) و اضافه کردن دیوارهای برشی به این سیستم و اعمال چیدمان‌های مختلف برای آنها توسط نرم‌افزار SAP2000 عملکرد لرزه‌ای سازه تحت ۷ زوج شتاب نگاشت مورد بررسی قرار گرفته است و نیروی برش پایه و جابه جایی بام تحت حالت های مختلف مقایسه شده است. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که هر چه محل قرارگیری دیوارهای برشی از مرکز سازه به سمت محیط سازه سوق پیدا می‌کند پاسخ‌های لرزه‌ای سازه بلندمرتبه با سیستم لوله در لوله بهتر شده و امکان کاهش مقاطع جهت صرفه اقتصادی پروژه را می‌دهد.

**کلید واژگان :** ساختمان بلند، بتن آرمه، سیستم لوله در لوله، دیوارهای برشی، جابه جایی بام.

## ۱- مقدمه

تحمل بارهای وارد بر سازه و کنترل آنها و جلوگیری از رفتار غیر منتظره مهمترین هدف مهندسان سازه می‌باشد. در این بین سازه های بتن آرمه به سبب نوع مصالح استفاده شده وزن قابل توجهی نسبت به سازه های فولادی داشته که این افزایش وزن، موجب بزرگتر شدن مقاطع و تقابل مهندسان سازه با مهندسان معمار گشته است. همچنین این افزایش وزن سبب ایجاد نیروی جانبی ناشی از زلزله بیشتری نیز می‌شود، بنابر این مهندسان سازه مجبور می‌شوند تا سازه های سخت را در دستور کار خود قرار دهند. در این بین انتخاب نوع سازه بهترین گزینه پیشنهادی می‌باشد. سیستم لوله در لوله یکی از بهترین گزینه ها جهت برآوردن نیاز فوق می‌باشد. همچنین اعمال و نحوه آرایش و چیدمان صحیح دیوارهای برشی موجب افزایش کارایی این نوع سیستم در مقابل بارهای لرزه ای می‌باشد که درک درستی از رفتار چنین سازه هایی کمک به سزایی در طراحی و کنترل این سازه ها می‌نماید [۲].

از اواخر قرن نوزدهم که بلند مرتبه سازی در جهان رونق گرفت تا کنون سیستم های سازه ای گوناگونی برای ساختمان های بلند مورد استفاده قرار گرفته است یکی از سیستم های مقاوم در ساختمان های بلند که توسط آقایان فضلور خان و مایلیستون بسط داده شده است، سیستم لوله ای می‌باشد. به طور کلی این سیستم ترکیبی از ستون های نزدیک به هم و تیرهای عمیق است که در محیط پیرامونی ساختمان قرار گرفته اند. رفتار سیستم لوله ای تحت اثر بارهای جانبی مانند خمش یک طره توخالی می‌باشد که در اثر آن تارهای سمت مخالف نیروهای جانبی کوتاه شده و تارهای سمت نیروی جانبی طویل می‌گردد. این سیستم سختی جانبی و مقاومت پیچشی بالایی دارد ولیکن به علت توزیع غیر یکنواخت نیرو در ستون های بال (عمود بر بار جانبی) لنگی برش خواهد داشت. اثرات لنگی برشی در لوله های قابی، استفاده از حداکثر ظرفیت سختی و مقاومت سازه را محدود کرده و لنگر مقاوم و صلیبیت خمشی را کاهش می‌دهد. این مقاله انواع سیستم های مقاوم سازه ای لوله ای شکل را مورد مطالعه قرار داده و مزایا و معایب هر سیستم را بررسی می‌کند [۳].

در تعداد قابل توجهی از ساختمان های بلند دنیا از سیستم لوله استفاده شده است. اولین تحلیل در مورد مفهوم سیستم لوله ای توسط فضلورخان ارائه گردید. سیستم لوله ای دارای چنان قابلیت است که در بسیاری از موارد مقدار مصالح سازه ای مورد استفاده در این سیستم به نسبت ساختمان های با سیستم قاب مدولار به نصف تقلیل می یابد. پس از آن مطالعات مربوط به سیستم لوله ای توسط مهندسين

سازه توسعه یافت، چنانکه هنوز سیستمی اقتصادی، مطمئن و دارای قابلیت بهره برداری مناسب برای ساختمان های بلند به شمار می آید. یکنواختی این سیستم سازه ای امکان استفاده از روش های پیشرفته در ساخت و ساز را فراهم آورده است. مثلاً در سازه های بتن آرمه استفاده از قاب های لغزنده سرعت اجرا را بسیار زیاد می‌نماید [۴] و

[۵]. دیوارهای بتن مسلح برای مقابله با بارهای جانبی ناشی از باد و زلزله کاملاً موثر هستند. آنها اصولاً مقاومت و سختی قابل ملاحظه و همچنین ظرفیت تغییر شکل مورد نیاز جهت برآوردن نیازهای زمین لرزه شدید را دارا هستند. با پیشرفت نرم افزارهای تحلیل تاریخچه زمانی غیر خطی کاربرد روش های تحلیل لرزه ای عملکرد مینا رواج یافته است که در مورد دیوارهای بتن مسلح و هسته های بتنی مقاوم در برابر زلزله به همراه دال و ستون های تحمل کننده نیروی ثقلی به عنوان یکی از سیستم های مرجع برای سازه های بلند پدیدار شده اند [۶].

پاسخ غیر الاستیک ساختمان های بلند با هسته بتنی و یا دیوارهای برشی تحت تاثیر مدهای بالاتر می‌باشد این موضوع توسط بسیاری از محققین با روش های تحلیلی و آزمایشگاهی تایید شده است [۷].

## ۲- مدل سازی

در این تحقیق یک سازه بتن مسلح به ارتفاع ۱۰۸ متر، ۲۸ طبقه (یک طبقه زیر زمین) مدل شده است. سازه دارای کاربری مسکونی - تجاری می‌باشد که طبقه ۱- تا همکف دارای کاربری پارکینگ، طبقات ۱ و ۲ دارای کاربری تجاری، طبقات ۳ تا ۲۶ برای کاربری مسکونی و طبقه ۲۷ رستوران می باشد. ارتفاع طبقه زیر زمین ۳ متر و ارتفاع ۲۷ طبقه فوقانی ۴ متر در نظر گرفته شده است. پلان سازه مورد بررسی مستطیلی بوده و ابعاد آن در جهت شرق به غرب ۳۱/۵۰ متر و در جهت شمال به جنوب ۴۰/۵۰ متر می‌باشد. پلان ستون گذاری سازه مورد تحقیق در (شکل شماره ۱)، مدل (۱) و نمای سه بعدی در (شکل شماره ۲) ترسیم گردیده است.

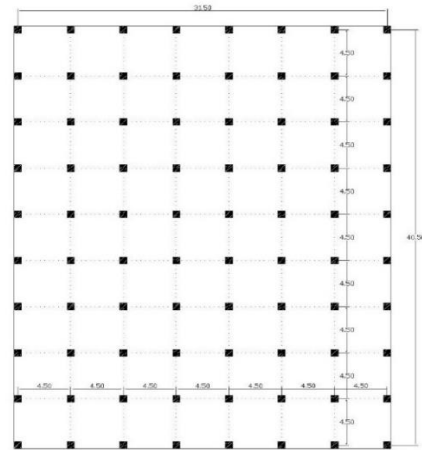
جزئیات مصالح مورد استفاده در (جدول شماره ۱) و جزئیات بارگذاری ثقلی در (جدول شماره ۲) بیان شده است. همچنین ساختگاه سازه در شهر ارومیه با خطر لرزه خیزی زیاد در زمین نوع ۳ می‌باشد.

طبق بند ۳-۳ (روش تحلیل غیرخطی) استاندارد ۲۸۰۰ ایران [۸] ابتدا مدل های تحقیق با استفاده از روش تحلیل دینامیکی طیفی تحلیل و طراحی شده و خلاصه نتایج و مقاطع بدست آمده در (جدول شماره ۳) قرار داده شده است. سپس تاثیر آرایشی دیوارهای

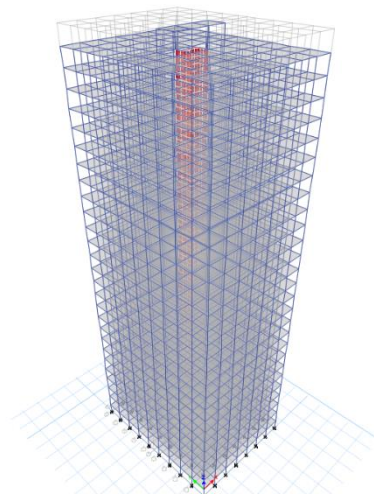
برشی بر عملکرد لرزه‌ای سازه در ۴ مدل به شیوه تحلیل دینامیکی غیر خطی تاریخچه زمانی مورد بررسی و مقایسه قرار گرفته است.

جدول ۱- مشخصات مصالح فولادی و بتنی

$2500 \text{ kg/m}^3$	وزن واحد حجم بتن W
$2.83 * 10^5 \text{ kg/cm}^2$	بتن ارتجایی مدول $E_c$
0.2	پواسون ضریب $\nu$
$300 \text{ kg/cm}^2$	بتن فشاری مقاومت $f'_c$
$7850 \text{ kg/m}^3$	فولاد مخصوصوزن AIII
$2 * 10^6 \text{ kg/cm}^2$	فولاد ارتجایی مدول $E_s$
$4000 \text{ kg/cm}^2$	تسلیم تنش حداقل $F_y$
$6000 \text{ kg/cm}^2$	نهایی تنش حداقل $F_u$



شکل ۱- مدل ۱- پلان ستون گذاری



شکل ۲- پلان سه بعدی

جدول ۲- مشخصات طبقات و بارگذاری ثقلی

مدره بار	معادل بار بندی تیغه	زنده بار نوع	زنده بار	کاری	طبقه ارتفاع	مشخصات طبقه
۶۳۰	۰	قابل کاهش	۳۰۰	پارکینگ	۳	۱-
۶۳۰	۱۰۰	قابل کاهش	۳۰۰	پارکینگ و لابی	۴	همکف
۶۳۰	۰	قابل کاهش	۶۰۰	تجاری	۴	۱
۶۳۰	۰	قابل کاهش	۶۰۰	تجاری	۴	۲
۶۳۰	۱۰۰	کاهش قابل	۲۰۰	مسکونی	۴	۲ تا ۳
۶۳۰	۰	قابل کاهش	۵۰۰	رستوران	۴	۲۷
۶۳۰	۰	قابل کاهش	۱۵۰	بام	۰	بام

### ۳- روش های تحلیل

روش های تحلیل را می توان به دو گروه خطی و غیرخطی تقسیم کرد که هر یک به صورت مجزا دارای زیر شاخه های استاتیکی و دینامیکی هستند که زیر شاخه دینامیکی نیز به دو روش طیفی و تاریخچه زمانی تقسیم بندی می شود (جدول شماره ۴). شیوه تحلیل این تحقیق نیز بر پایه روش تحلیل دینامیکی تاریخچه زمانی غیر خطی می باشد.

در آیین نامه های قدیمی، طراحی سازه با فرض خطی بودن رفتار ساختمان انجام می شد، و از تحلیل های خطی که رابطه بین نیرو و تغییر مکان را خطی در نظر می گیرند بهره می بردند. اما همانطور که می دانیم ساختمان در اثر زلزله پس از محدوده خطی وارد حوضه غیرخطی می شود و رابطه بین نیروی برش پایه و تغییر مکان مرکز جرم بام از حالت خطی خارج شده و غیر خطی می شود.

بارگذاری ثقلی پروژه مطابق با مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ایران انجام گرفته است و ارتفاع دال های به کار رفته در کف ها ۲۰ سانتی متر در نظر گرفته شده است. بارگذاری لرزه ای سازه نیز در تحلیل طیفی مطابق استاندارد ۲۸۰۰ ایران ویرایش چهارم انجام گرفته و طبق بند ۳-۳-۳ این استاندارد خرپشته به عنوان طبقه شناخته نشده و بار آن به صورت بار MASS به طبقه بام اعمال شده است.

جدول شماره ۳- خلاصه نتایج و مقاطع بدست آمده

طبقه	تیر ابعاد	ستون ابعاد	دیوار ضدخامت برشی
۱-	B 70X60	C 80X80	35 cm
همکف تا ۶	B 70X60	C 80X80	35 cm
۱۳ تا ۷	B 60X50	C 70X70	35 cm
۲۰ تا ۱۴	B 50X40	C 60X60	30 cm
۲۷ تا ۲۱	B 40X30	C 50X50	30 cm

روش دینامیکی غیرخطی تاریخچه زمانی پاسخ سازه با در نظر گرفتن رفتار غیرخطی مصالح و رفتار غیرهندسی سازه محاسبه می شود. در این روش فرض بر این است که ماتریس سختی و میرایی از یک گام به گام بعدی می تواند تغییر کند، اما در طول هر گام زمانی ثابت است و پاسخ هر مدل تحت حداقل سه شتاب نگاشت به روش عددی و برای هر گام زلزله محاسبه می شود.

#### ۴- انتخاب و مقیاس کردن شتاب نگاشت ها در تحقیق

طبق بند ۲-۵-۳-۲ استاندارد ۲۸۰۰ ایران [۸]. شتاب نگاشت هایی که در تعیین حرکت زمین مورد استفاده قرار می گیرند باید تا حد امکان نمایانگر حرکت واقعی زمین در محل احداث بنا در هنگام زلزله باشند. لذا در این تحقیق با توجه به اینکه ساختمان ما در شهر ارومیه واقع می باشد گسل (سیلوانا) به عنوان گسل نزدیک به ساختمان با فاصله ۳۰ کیلومتری و بزرگای ۶ ریشتری از نوع گسل شیب معکوس، به عنوان گسل مبنا در نظر گرفته شده و همچنین با توجه به نوع زمین ساختمان، که خاک نوع ۳ در نظر گرفته شده است، ۷ زلزله با توجه به اثر بزرگای فاصله از گسل و سازو کار چشمه لرزه‌زا و ویژگیهای زمین شناسی ساختمان مطابق (جدول شماره ۵) در نظر گرفته شده است.

جدول ۴- انواع روش های تحلیلی



اگر بخواهیم مقایسه ای بین شیوه های مختلف تحلیل داشته باشیم و تفاوت های آنها را بررسی کنیم می توان گفت که در روش های تحلیل خطی، تفاوت تحلیل استاتیکی خطی و دینامیکی خطی در این است که در روش تحلیل دینامیکی خطی نیروی جانبی زلزله با استفاده از بازتاب دینامیکی ای که سازه بر اثر حرکت زمین ناشی از زلزله از خود نشان می دهد تعیین می شود در حقیقت بر خلاف روش استاتیکی خطی ضریب بازتاب سازه در زمان های مختلف به شکل یک تابع به نرم افزار معرفی می شود. در روش های تحلیل غیر خطی، روش استاتیکی غیرخطی منوال بر این است که بار جانبی ناشی از زلزله، استاتیکی و به تدریج به صورت فزاینده به سازه اعمال می شود، تا آنجا که تغییر مکان در یک نقطه خاص (نقطه کنترل) به مقدار مشخصی برسد [9] FEM 365 و [10] ATC 40. همچنین در

جدول شماره ۵- مشخصات رکورد های انتخابی

ردیف	رکورد انتخابی	ایستگاه	وقوع سال	زلزله بزرگی	گسل از فاصله (کیلومتر)	موج سرعت برشی (بر موق تابی)
۱	IWATE_JAPAN	Misato_ Miyagi Kitaura	2008	6.9	38.04	278.35
۲	Loma Prieta_USA	Halls Valley	1989	6.93	30.25	281.61
۳	Chi-Chi_ Taiwan	TCU065	1999	6.2	25.17	305.85
۴	Coalinga_USA	Parkfield - Fault Zone	1983	6.36	30.34	372.73
۵	Christchurch_ New Zealand	ASHS	2011	6.2	30.46	295.74
۶	Bam_ IRAN	BAM	2003	6.6	1	487.4
۷	TABAS_IRAN	TABAS	1987	7.35	1.79	766.77

### ۵- نتایج بدست آمده از تحلیل مدل

#### ۱-۱- سازه بدون دیوارهای برشی

ابتدا جابه جایی مرکز جرم بام و همچنین نیروی برش پایه در سازه مدل شده بدون دیوارهای برشی و صرفاً با اتکا به سیستم لوله در لوله، مدل شماره (۱)، در دو جهت X و Y تحت شتاب نگاشت های ۷ زلزله تعریف شده و به روش تحلیل تاریخچه زمانی غیر خطی، به صورت مجزا بررسی گردیده و نتایج جابه جایی مطلق بام و نیروی برش پایه بدست آمده مطابق (جدول شماره ۶) ارائه شده است.

جدول ۶- خلاصه نتایج برش پایه و جابه جایی طبقه بام، مدل

Base Shear (kg/m)		Roof Displacement (cm)		تحلیل تحت زلزله
Y	X	Y	X	
3909	3725	42.37	88.76	Bam
9451	6458	138.95	65.65	Loma prieta
2037	8552.2	72.57	160.03	Chi chi
2626	1375	145	33.68	Iwate
17895	4409	84.8	31.16	Coalinga
7040	3960	183.34	118.26	christchurch-new
6528	5056.81	210.38	160.3	Tabas
1936.215	1124.902	64.34	54	Average

#### ۲-۲- سازه با دیوارهای برشی

در ادامه ۴ مدل، مشابه مدل شماره (۱) تعریف و آرایش های مختلف دیوارهای برشی در ردیف های مختلف پلان (نزدیک به مرکز پلان و دور از مرکز پلان) بر آنها اعمال و عملکرد لرزه ای آنها تحت تاثیر ۷ زوج شتاب نگاشت انتخاب شده بررسی شده و مقادیر جابه جایی مطلق بام به شرح نمودارهای (زمان، جابه جایی)، (اشکال شماره ۸ تا ۱۱) در دو جهت X و Y بدست آمده است. پلان مدل ها نیز در (اشکال ۲ تا ۵) ترسیم شده است.

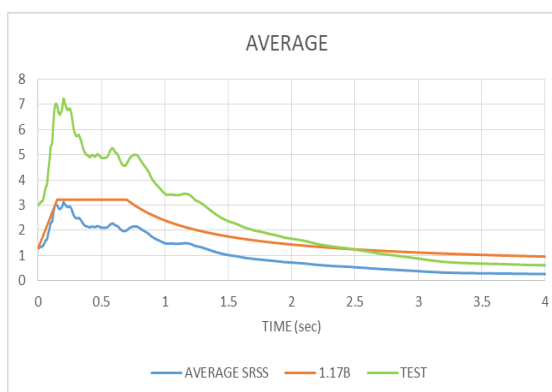
سپس طبق روش ارائه شده در استاندارد ۲۸۰۰ ایران بند ۲-۵-۳-۳ برای هر زلزله انتخاب شده در (جدول شماره ۵)، مطابق ترتیب ذیل عملیات هم پایه نمودن شتاب نگاشت ها انجام گرفته و ضریب مقیاس برای هر زلزله تعیین شده است.

(الف) هر زوج شتاب نگاشت در نرم افزار (Excel) به مقدار حداکثر خود مقیاس شده است.

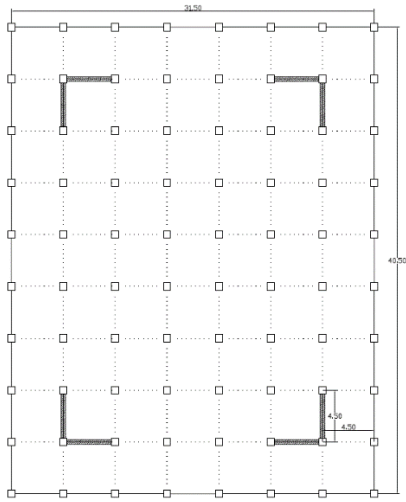
(ب) در نرم افزار (Seismo Signal) طیف هر زوج شتاب نگاشتی را که به حداکثرشان مقیاس نموده ایم با میرایی ۵٪ استخراج شده است. (پ) طیف های پاسخ هر زوج شتاب نگاشت را در پریود زمانی به روش جذر مجموع مربعات به دست آورده شده است.

(ت) در محدوده 0.2T الی 1.5T (T زمان تناوب تجربی است) متوسط جذر مجموع مربعات (که در تحلیل های سه بعدی این متوسط نباید بیش از ۱۰٪ از ۱/۳ برابر طیف طرح کمتر باشد یعنی باید از ۱/۱۷ برابر طیف طرح بیشتر گردد) به دست آورده شده است. (ث) ضریب مقیاس تعیین شده در شتاب نگاشت های مقیاس شده در بند (الف) ضرب شده است.

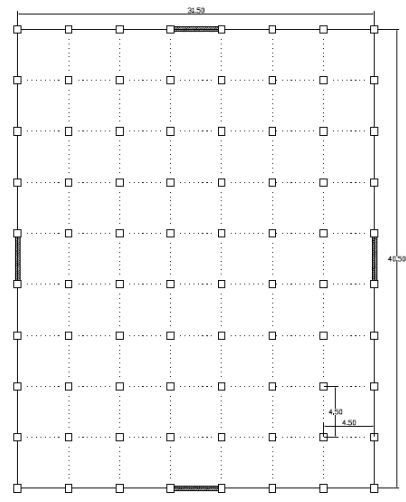
در مواردی که تحلیل سازه به صورت دوبعدی انجام می شود، طیف مولفه بزرگتر شتاب نگاشت باید با طیف استاندارد مقایسه شود. در نهایت طبق بند ۴-۴ پیوست ۲، استاندارد ۲۸۰۰ و از آنجایی که در این تحقیق از ۷ زوج شتاب نگاشت استفاده شده است، مقدار متوسط بازتاب های بدست آمده از آنها به عنوان بازتاب نهایی تلقی گردیده است و این ضریب در نرم افزار وارد می گردد، که در محدوده زمانی ۰/۳۳ الی ۲/۴۹ مقدار ۰/۶۹ بدست آمده است (شکل شماره ۳).



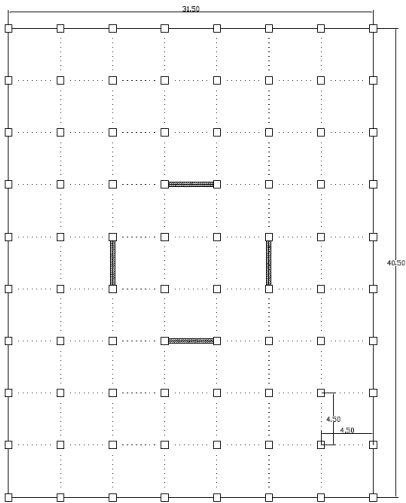
شکل ۳- نمودار مقدار متوسط ۷ زوج شتاب



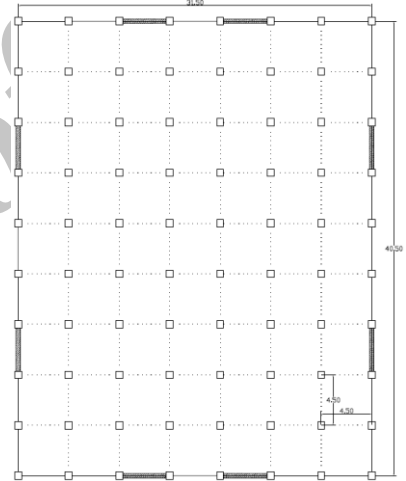
شکل شماره ۶- پلان مدل ۴



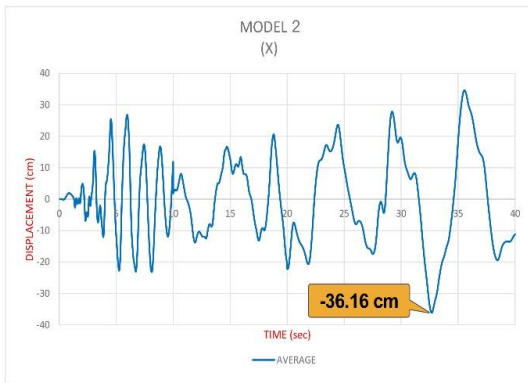
شکل ۴- پلان مدل ۲



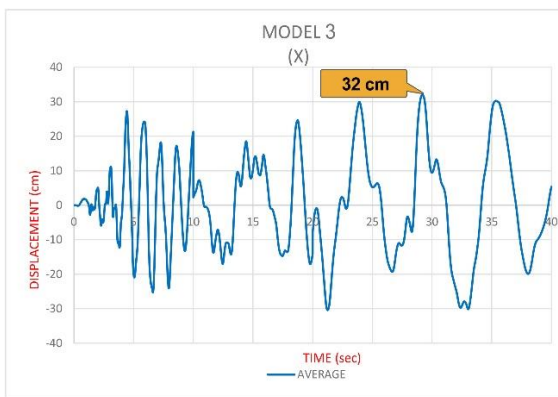
شکل شماره ۷- پلان مدل ۵



شکل ۵- پلان مدل ۳

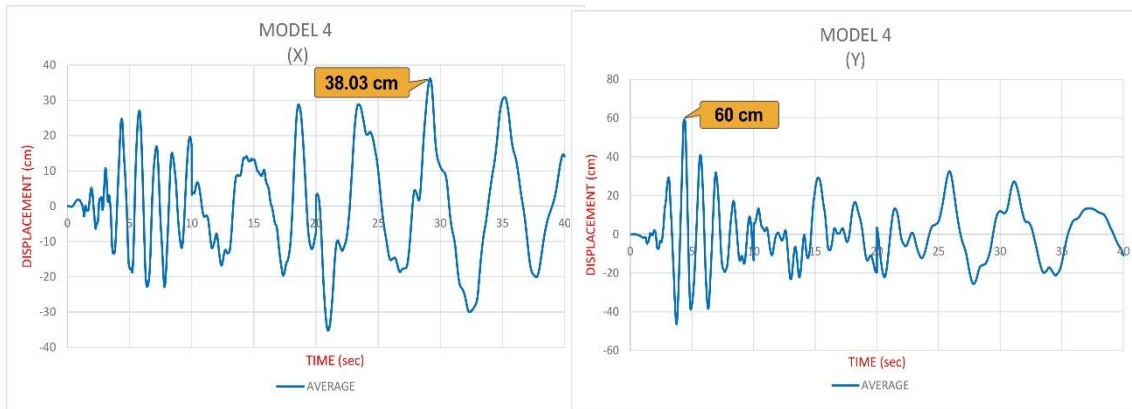


شکل ۸- مدل ۲- نمودار زمان، جابه جایی مطلق طبقه بام در دو جهت (X و Y)

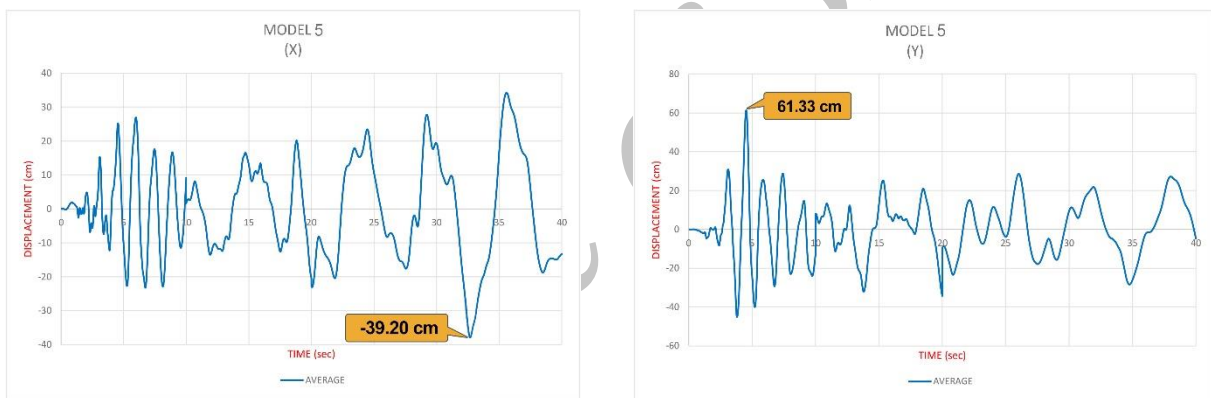


شکل ۹- مدل ۳- نمودار زمان، جابه جایی مطلق طبقه بام در دو جهت (X و Y)





شکل ۱۰- مدل ۴- نمودار زمان، جابه جایی مطلق طبقه بام در دو جهت (X و Y)



شکل ۱۱- مدل ۵- نمودار زمان، جابه جایی مطلق طبقه بام در دو جهت (X و Y)

## ۶- نتیجه گیری

با تحلیل مدل‌های تعریف شده در این تحقیق و بررسی عملکرد لرزه ای آنها تحت زوج شتاب‌نگاشت‌های ۷ زلزله انتخابی در دو جهت X و Y، نتایج زیر حاصل گردید:

۱- در مدل اولیه، مدل شماره (۱) که سازه با سیستم لوله در لوله بدون دیوار برشی است، جابه جایی مطلق طبقه بام از مقدار مجاز تعیین شده در آیین‌نامه (۰/۰۰۵ ارتفاع ساختمان) بیشتر است. لذا با بررسی سایر مدل‌ها و اضافه نمودن دیوارهای برشی، کاهش قابل توجهی در جابه جایی طبقات به خصوص طبقه بام مشاهده گردید. ۲- با توجه به هدف این تحقیق که تاثیر یا عدم تاثیر آرایش دیوارهای برشی بر مطلوب تر کردن عملکرد لرزه‌ای سازه با سیستم لوله در لوله است، با بررسی آرایش‌های مختلف دیوارهای برشی و استناد به نتایج ثبت شده، ثابت گردید هر چه محل قرارگیری دیوارهای برشی از مرکز سازه به سمت محیط سازه سوق پیدا کند، عملکرد لرزه‌ای سازه بهتر شده و جابه‌جایی‌ها کاهش چشم‌گیرتری پیدا می‌کنند. در نتیجه محیط پیرامونی این نوع سیستم‌های سازه‌ای بهترین و کارآمدترین محل جهت قرارگیری دیوارهای برشی است. ۳- با مقایسه نتایج مدل‌هایی که در آنها دیوارهای برشی در محیط پیرامونی قرار دارند، (اشکال شماره ۴ و ۵)، مشخص شد بهترین چیدمان دیوار برشی، چیدمان مدل شماره (۳) می‌باشد به طوری که جابه جایی مطلق طبقه بام در این مدل به میزان ۲۲ سانتی‌متر در جهت X و حدود ۱۳ سانتی‌متر در جهت Y نسبت به مدل بدون دیوار برشی کمتر است که عدد قابل توجهی در سیستم‌های سازه‌ای به حساب می‌آید.

۴- به عنوان نتیجه‌گیری کلی می‌توان گفت، با توجه به فاصله کم ستون‌های سیستم‌های سازه‌ای لوله در لوله، اضافه کردن دیوارهای برشی و چیدمان صحیح آنها باعث می‌شود علاوه بر اینکه جهت کاهش جابه جایی طبقات نیازی به افزایش مقاطع نباشد بلکه می‌توان با حفظ عملکرد نسبت به کاهش مقاطع نیز اقدام نمود و کاهش هزینه‌های ساخت و بهبود فضای معماری را باعث شد.

۵- همچنین با توجه به رعایت مفاد استاندارد ۲۸۰۰ ایران در مورد انتخاب شتاب‌نگاشت‌ها تایید گردید که هر چه، بزرگا، نوع گسل زلزله انتخاب شده و نوع زمین، به ساختگاه ساختمان نزدیک‌تر باشد جواب‌های بدست آمده بهینه‌تر، قابل اعتمادتر و نزدیک‌تر به واقعیت هستند. همچنین با توجه به اینکه هر شتاب‌نگاشت توسط چندین ایستگاه لرزه‌نگاری ثبت می‌شود، انتخاب شتاب‌نگاشت‌های ایستگاه نزدیک‌تر به محل وقوع زلزله در بدست آوردن ضریب مقیاس صحیح و کوچکتر تاثیر به سزایی دارد. لذا پاسخ لرزه‌ای ساختمان‌های بلند

مرتبه با سیستم لوله در لوله تحت تاثیر زلزله بسیار تاثیرپذیر از نوع شتاب‌نگاشت اعمالی به سازه می‌باشد.

## مراجع

- [۱] حاج کاظمی، ح، آنالیز و طراحی سازه‌های بلند، مشهد، انتشارات فردوسی مشهد، شماره ۲۰۶، ۱۳۷۹
- [۲] جمشیدی، ح، خیرالدین، ع، بررسی انواع سیستم‌های سازه‌ای لوله‌ای در ساختمان‌های بلند، کنفرانس بین‌المللی مقاوم‌سازی لرزه‌ای، تبریز ۲۹ مهر الی ۱ آبان ۱۳۸۷
- [3] Taranath, B.S.1988, "Structural Analysis and Design of tall Buildings" MCGraw-Hill book Company
- [۴] نادرپور، ح، خیرالدین، ع، بررسی پدیده لنگی برش در ساختمان‌های بلند بتن آرمه با سیستم لوله‌ای، مجله مدل سازی در مهندسی، سال نهم، شماره ۲۶، پاییز ۱۳۹۰، صفحه ۳۳
- [5] Lou, Q.Z., Tang, J., Li, Q.S., and Liu, G.D., (2009). "A Finite segment Model for shear lag Analysis" Engineering structures, vol, 26, pp. 2131-2124
- [۶] بیرقی، ح، خیرالدین، ع، کافی، م، بررسی رفتار هسته بتن مسلح ساختمان بلند تحت اثر مدهای بالاتر، ششمین کنفرانس ملی سالانه بتن ایران، تهران ۱۵ مهر ۱۳۹۳
- [7] Rutenberg A, Nsieri E. The Seismic Shear demand in ductile cantilever wall systems and the EC8 Provisions. Bulletin of Earthquake Engineering, 4:1-21, 2006
- [۸] آیین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ویرایش چهارم، ۱۳۹۴
- [9] -Federal Emergency Management Agency, FEMA273. "NEHRP Guideline for The Seismic Rehabilitation of Building", Building Seismic Safety Council, Washington DC. 1997
- [10] -Applied Technology Council, ATC40; (1997) "Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings California Seismic Safety Commission.

## Investigating the Effect of Shear Walls Arrangement on Seismic Performance of High-rise Reinforced Concrete Buildings with Tube in Tube System

Amir Esmailzad

Department of civil engineering, Urmia branch, Islamic Azad University, Urmia, Iran

Ashkan Khodabandehlou\*

Department of civil engineering, Urmia branch, Islamic Azad University, Urmia, Iran  
a.khodabandehlou@iaurmia.ac.ir

### Abstract:

After use new materials for use in construction, the invention of various structural forms can be considered as the most important factor in the feasibility of the construction of high-rise structures. The structural form of the building system is a system that tolerates the various combinations of horizontal and vertical loads. The structure is taller and thinner the structural factors of the degree are more important and subsequently the need to choose the structural form is further increased [1]. In this regard, recently, in the design of high-rise structures, a new idea, the tube in tube system, has been presented by Fazlorkhan and Milestone, which has been used in many of the world's tallest structures, including the Oil Standard Building in Chicago and the World Trade Center building in New York. Therefore, in this research, by modeling a concrete structure with a height of 108 m and 28 floors (a basement floor) and adding shear walls to this system and applying different layouts for them, by SAP2000, the seismic performance of the structure under 7 accelerates has been investigated and the base cutting and displacement force of the roof is compared under different modes. The results show that as the location of the shear walls moves from the center of the structure to the outer layer, the seismic response of the high-order structure with the tube in tube system will be improved and the sections can be reduced for the cost-effectiveness of the project.

**Keywords:** Tall concrete building, tube in tube system, shear walls, roof displacement