

تقویت بتن های بکار رفته در دیوار برشی ساختمان و استفاده از سیستم چندگانه

تکانه ای- اهرمی به جهت بهبود بخشی در مقابل عملکرد های لرزه ای -

## ارتعاشی

چکیده : در سال های اخیر دانشمندان اصولی را برای کاهش خسارات ساختمانی مطرح کردند. سیستم تکانه ای برای محدود کردن ارتعاشات ساختمانی که هم راستای اتلاف انرژی در ستون های پلی میباشد طراحی شده است و تعداد قابل توجهی مقاله در راستای تحقیق و بررسی پایه و اساس سیستم اهرمی در پایه های پلی - دیوار برشی- و قاب و چارچوب های فلزی مهاربندی شده میباشد و چندی از تحقیقات در سمت وسوی عملکرد های چندگانه سیستمی مورد ارزیابی قرار گرفته است. بنابراین نقاط مبهم بسیاری در جزئیات و پاسخگویی به تمامی نکات وجود دارد. بر همین اساس 3 نوع متفاوت دیواره برشی در ساختمان (3 نمونه تحت سیستم تکانه ای و 1 نمونه با سیستم مرسوم) طبق 2 واحد از لرزش های پایه قرار گرفته و آنالیز شده و نتایج سبب اثبات این مسائل شده اند که در صورت اجرایی سازی فاکتور های اتلاف انرژی ابزار پس کشیدگی سیستم تکانه ای سبب

- فشار بر دیواره برشی سبک میشود
- نسبت رانش افزایش پیدا نمیکند که بصورت ویژه ای قابل قیاس با نتایج سیستم سنتی و بسیار نزدیک به نتایج استفاده از سیستم چندگانه میباشد.
- میزان و مقدار سرعت عمودی ثابت باقی مینماید.
- جابجایی های فرسایشی - رسوبی در ساختمان ها ناچیز است
- کشیدگی خط مرکزی دیوارها در سازه های بلند قابل توجه نمیشود.

در سال های اخیر محققان در یافته اند که سیستم تکانه ای در کاهش خسارات حاصله از زمین لرزه حائز اهمیت است. در مقایسه با طراحی و متوذهای سنتی در برابر ارتعاشات که همان ساختار های ضعیف میباشد در برابر لرزش و آسیب های جدی با خسارات مالی همراه است که امکان کاربری سازی مجدد وجود دارد. از طرف استفاده از سیستم تکانه ای سبب تقلیل خسارات و بهبود بخشی عملکردهای تعمیر پذیری پس از وقوع زلزله را فراهم میکند. براساس طراحی اجتناب خسارتی DAD که توسط محققان مطرح شده که با مفاهیم سیستم تکانه ای-پس کشیدگی- دستگاههای اتلاف انرژی تلفیق شده است که برای کنترل بیشتر نسبت به تقاضای جایگزینی و نائباتی دینامیکی در طول سرویس دهی پس از زلزله فراهم شده است. تعداد قابل توجهی مطالعات تجربی -آنالیزی در خصوص ارزیابی رفتارهای ارتعاشی سیستم تکانه ای در مفهوم اتلاف انرژی و ابزارهایی با رویکرد خود محوری وجود دارد. تعداد بیشماری از محققان تمرکز بر عملکرد ستون و پل های سازه ای داشته اند و تنها تعداد اندکی مقاله در خصوص رفتارهای ارتعاشی در دیوارهای برشی و یا چارچوب های فلزی با اساس تکانه ای وجود دارد.

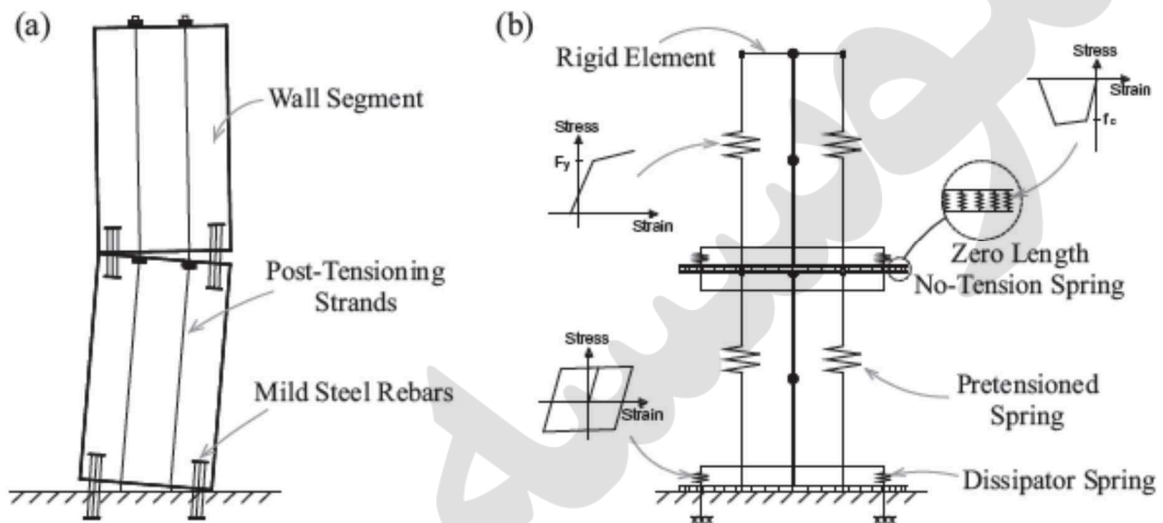
اگرچه اجراسازی سیستم تکانه ای در ستون و پل ها و دیواره های بتنی بتازگی انجام شده است اما تحقیقاتی برای مقایسه کارامدی سیستم تکانه ای چند گانه صورت نگرفته است. استفاده از این سیستم در سازه های بلند با محور و خمیدگی های پلی بسیار متفاوت است که بعنوان ساختار منفرد تک محوری محسوب میشود. Wibe , christopoulos عملکرد سیستم تکانه ای چند گانه در سازه های بالای 5 طبقه مورد و تاثیر بر دیوارهای برشی را مورد ارزیابی قرار دادند که در نهایت سبب طراحی الگوی بدیهی با کد های فرضی شد. طراحی و تمرکز بر مدل های غیر خطی لولا و مدارها زمینه ای را برای شبیه سازی عملکردهای سیستم تکانه ای فراهم کرده است. با محاسبه میزان استفاده از زانویی در سیستم تکانه ای چندگانه در سازه های بلند سبب تقلیل تاثیرات بر زاویه برش و خمش میشود در حالی که شدت تراز افقی - جایگزینی - کشیدگی افزایش پیدا میکند اما ارزیابی کارآمد سیستم تکانه ای چندگانه نیازمند اجراسازی مدل های غیر خطی در سازه های بلند میباشد همچنین پیشرفت سیستم DAD در این پروسه حائز اهمیت است. تمامی معیار و اصول های موثر بر کارامدی سیستم باید ارزیابی شود.

بنابراین در تحقیقات اخیر مطالعات جامع و فراگیر برای دستیابی به الگوی دقیق از سیستم تکانه ای باید انجام شود و کارامدی سیستم تکانه ای در دیوار های برشی ساختمان در 4 بخش ارتفاعی سازه ای باید مورد آزمایش قرار بگیرد سازه هایی با 8- 12 - 16 - 20 طبقه به جهت مقایسه با طراحی های مرسوم در هر سازه یک دیوار برشی طبق مدل اخیر طراحی و 7 عملکرد ارتعاشی طراحی شده در 2 سطح (شدت زلزله) انجام و سپس ارزیابی میشود که قابل قیاس با ساختمان هایی میباشد که طراحی سنتی داشته اند. برای ردیابی و کشف تاثیرات سیستم تکانه ای بر سازه های بلند و میزان پاسخگویی ساختاری فاکتورهایی از جمله میزان نسبت رانش - طولیل شدگی در خط محوری دیوار برشی و نیروی حرکت انی مورد بررسی خواهد گرفت.

## 2. عملکرد تکانه ای و مدل های غیر خطی

ارتباط سیستم تکانه ای با سطح تماس برای ایجاد چرخش ازاد جدا از هم میباشد. بطور کلی تصور میشود که جنبش های سرایشی و لغزنده که توسط برش ایجاد میشود در سیستم تکانه ای محدود میشود بنابراین عملکرد این سیستم غیر خطی و الاستیک است. اگرچه برخی از عملکرد ها پایا هستند اما انرژی کافی مواجه با ارتعاشات را تولید نمیکند و برای غلبه بر ناکارامدی های این عملکرد لازم است دستگاه اتلاف انرژی اضافه شود. نوع و مکان قرارگیری این دستگاه نیز باید ارزیابی شود اما این موضوع محور اصلی تحقیقات نمیشود. استعمال و کار گذاشتن دستگاه باعث ایجاد تغییرات در واکنش های شدتی غیر خطی و الاستیک به واکنش های پرچمی - بادبزی می شود. همچنین عموماً ساختاری برای رسیدن به ساختار قبل - اصلی پس از زلزله نیز طراحی میشود. کابل های پس کشیدگی در بهبود بخشی خود محوری و بازدهی کاربرد دارد. تمامی مکانیزم های درگیر مورد نیاز در سیستم تکانه ای در برش های دیوار مرتفع نیز بکار میرود.

شکل 1 a b, با نمایش بخش های عملکردی سیستم چندگانه مدل های بیشمار غیر خطی را فراهم آورده است.



برای اینکه الگوی عملکردی سیستم تکانه ای در برش دیواره با المان های تیر - ستون هم تراز باشد ویژگی هایی از دیوار حقیقی تعریف میشود و در لایه سطحی - ارتباطی از تیر استفاده میشود. یکی از پارامترهای تاثیر گذار در طراحی سیستم تکانه ای استفاده از محور تقارن فشاری بی طرف نسبت به سطوح متفاوت لایه سطحی میباشد. برای دستیابی به محور تقارن خنثی تعداد المان هایی بدون خاصیت ارتجاعی و صفر درجه در لایه سطحی تعریف میشود. عموماً برای جلوگیری از Toe crushing ناهنگام در لایه سطحی تقویت بخش های موثر افقی - عمودی تعریف میشود. بنابراین امکان شکست مرکز بتن غیر محتمل است. برای روشن کردن این مطلب عملکرد مرکزی هسته و لایه پوششی بتن محدود شده تعریف شده است و فشار نهایی به بتن در حدود 0.015 تخمین زده شده است که برای طراحی ستون بتنی مناسب است. شبیه سازی به ما اجازه تفکیک صفحات و انتقال فشار خنثی را میدهد. دستگاه سنجش اتلاف انرژی طراحی شده که با فولاد ضد زنگ و نرم تقویت شده است که در تحقیقات اخیر شبیه سازی و به پنل های لایه پایه و سطحی متصل میشود (محور جانبی ستون) جایگاه های فولاد نرم و ضد زنگ در میلگرد اجدار و منحنی تنش - کرنش در شکل 1 b, a نمایش داده شده است. حد نهایی کشش در فولاد میلگرد اجدار 0.07 میباشد. بر اساس شکل 1 b المان های جهشی در الگوی پس کشیدگی طراحی شده است.

طی تحقیقات اخیر تصور بر این است که تمامی ابزارهای پس کشیدگی به پنل های جانبی (از قسمت بالایی پنل تا قسمت رویی - بالایی لایه پایین) اتصال دارد و بدون هیچ گونه الگوی حرکتی جانبی مابین 2 پنل سطح اتصالی

میباشد. در ابتدا تاثیرات بر عملکرد ارزیابی میشود که بر مبنای بهترین جایگاه نتایج گزارش گزارش میشود. محور غیر خطی مربوط به منحنی تنش - کرنش در شکل 1 نمایش داده شده است. بازده تنشی بر اساس فشار و قدر مطلق الاستیسیته (خاصیت ارتجاعی) اندازه گیری میشود. همچنین فشار نهایی در حدود 0.020 و فشار آغازین 25٪ بازده فشاری میباشد.

### تحقیق و تاثیر :

تعداد بیشماری پارامتر بر عملکرد سیستم تکانه ای تاثیر میگذارد و بسیار کارآمدتر است که از نتایج بدست آمده از نمونه های تجربی در جهت فراهم اوری مدل های غیر خطی قابل اطمینان بر همین اساس تحقیقات , Rahman Restrepo در این خصوص انتخاب شده است و مراحل چند گانه آزمایش در شکل 2 نمایش داده شده است.

نمونه هایی در مقیاس نیمه که بر پایه سیستم طراحی شده در دیواری با ارتفاع mm 4000 قرار گرفت البته ارتفاع موثر در حدود 3700 نیز میباشد. در ازای هر مقطع دیوار 1350 و ضخامتی برابر mm125 بوده است مقاومت فشاری بتن  $FY=4000\text{MPa}$  و راندمان فشاری تعیین شده در هر لایه 0.25 درصد انحراف تنش میباشد.  $f_y=1746\text{mpa}$  بوده است و حدنهایی قدرت انبساطی  $F_{pu}=1836\text{mpa}$  بوده است اتلاف انرژی  $FY=460$  MPA و  $F_{su}=630\text{ mpa}$  بوده است و  $E_{su}=0.15$  بوده است.

برای جلوگیری از خطای برشی در پایه طبق شکل 2 که دو مبنای برشی آماده است. عملکرد فاکتورهای برشی با بکار گیری از الگوهای جهشی مستقیم در لایه اول و میزان بالای استحکام به عنوان عامل ممانعتی از غیر خطی شدن تعریف شده است. مدل های غیر خطی با بکارگیری المان های گوناگون که در طراح الگو در فصل قبل مورد بحث قرار گرفته است.

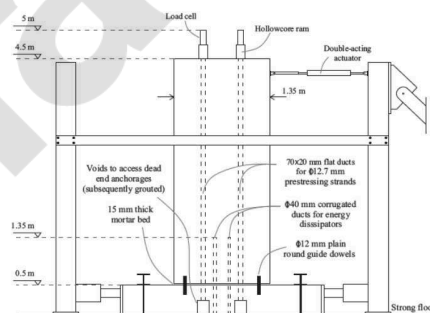


Fig. 2. The test setup and specimen adopted from [21].

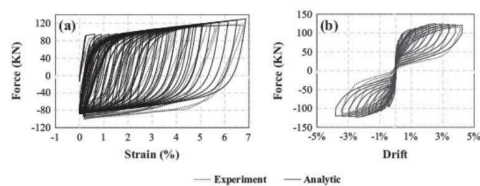


Fig. 3. Comparison of the analytic model with experimental results.

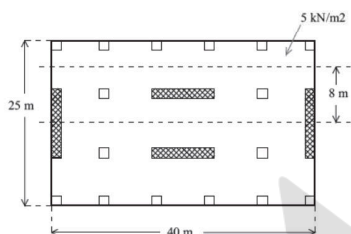


Fig. 4. Considered case study plan [31].

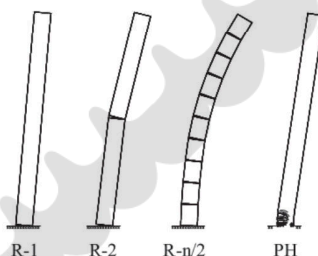


Fig. 5. Schematic representation of considered rocking sections and plastic hinge models.

نرم افزار مشهور **open seesv.2.2.2** برای طراحی و آنالیز الگوها محسوب میشود. برای مقایسه نتایج آنالیز تجربی آن آنالیزهای چرخشی و معکوس انجام میشود.

جابجایی های نوسانی و چرخه ای مشابه نمونه ای اس که در تست پروتوکل استفاده می شده است. فشار تنشی - کرنشی در فولاد های ضد زنگ در میل گرد اجدار بعنوان وسیله اتلاف انرژی و رانش فشاری دیوار در شکل 3 شرح داده شده است. **a b** ترتیب نتیجه آنالیزهای تجربی محسوب میشود. همانطور که انتظار میرفت نتایج کل سیستم بادبزی شکل میباشد که ویژگی اصلی سیستم تکانه است.

#### سازه های مطرح شده

برای ارزیابی عملکرد چندگانه سیستم تکانه ای در سازه های مختلف 4 دیوار بتنی ساختمان 8 12 16 20 طبقه ای مورد توجه قرار گرفته و منابع تحقیقات توسط **pennucci et al** ارائه و تشریح خصوصیات هندسی مقاومتی در دیوار برشی مطرح گشت. با طراحی سیستم مرکب تکانه ای در لایه اول از متود جایگزینی نسبت رانش 2 درصدی که معیار اجرایی در فرایند جابجایی مطرح است میتوان استفاده کرد.

**Table 1**  
Geometry and design outcome of considered structural walls.

	8 story	12 story	16 story	20 story
Wall length (mm)	6000	7500	8000	8700
Wall thickness (mm)	400	400	500	500
Floor height (mm)	3500	3500	3500	3500
Floor seismic mass or weight per wall (kN)	2500	2500	2500	2500
Mild steel dampers (each side)	30Φ20	30Φ24	30Φ30	30Φ38
Number of strand (each side)	29	25	24	23
Period (sec)	R-1:	0.78	1.22	1.97
	R-2:	0.81	1.26	2.04
	R-n/2:	0.89	1.52	2.07

Note: each strand has an area of 99 mm<sup>2</sup>.

دیوارها بر اساس 8 , Asce7-10 , eurocode طراحی شده اند.

طراحی دیواره شامل لولاهای پلاستیکی در پایه میباشد(اما هیچگونه لولای پلاستیکی در ارتفاع بکار نرفت) که بر همین اساس تصور میشود قسمت بالایی دیوارها الاستیک باشد. همچنین ساخت و ساز این چینی سازه ها در کالیفرنیا با نوع خاک C بوده است و طراحی شتاب از مبدا 0.5 گرم میباشد. طرح مورد نظر برای ساخت سازه ها بر اساس pennucci et al تطابق دارد شکل 4. سازه دارای 4 دیوار برشی که 2 دیوار در وسط نقشه بعنوان سیستم تکانه محسوب میشود و برخی از فاکتورها از جمله پیچش - انقباض - ثقل در نظر گرفته نمیشود. بنابراین آنالیزهای 2D انجام شده است. المان های هندسی - مواد و ابزار تعدیل کننده و استفاده از لایه پس کشیدگی از تمامی سازه ها بصورت لیستی در جدول 1 نمایش داده شده است.

نمایش اطلاعات در بازه های زمانی متفاوت که نتیجه آنالیز های گوناگون است و باقی اطلاعات مطابق pennucci et al میباشد.

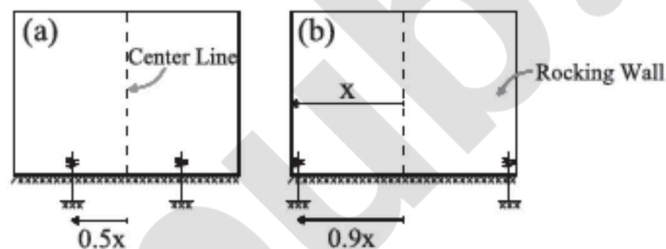


**Table 2**  
Properties of selected records.

DBE records				MCE records			
Earthquake	Dist (km)	$M_w$	S.F. <sup>a</sup>	Earthquake	Dist (km)	$M_w$	S.F. <sup>a</sup>
Imperial Valley, 1940	10	6.9	1.6	Kobe, 1995	3.4	6.9	0.75
Imperial Valley, 1979	4.1	6.5	1.4	Loma Prieta, 1989	3.5	7.0	0.95
Imperial Valley, 1979	1.2	6.5	1.5	Northridge, 1994	7.5	6.7	0.85
Landers, 1992	36	7.3	1.8	Northridge, 1994	6.4	6.7	0.85
Landers, 1992	25	7.3	1.7	Tabas, 1974	1.2	7.4	0.75
Loma Prieta, 1989	12	7.0	1.1	Elysian Park <sup>b</sup>	17.5	7.1	0.8
Northridge, 1994	6.7	6.7	1.5	Elysian Park <sup>b</sup>	10.7	7.1	0.8
Northridge, 1994	7.5	6.7	1.5	Elysian Park <sup>b</sup>	11.2	7.1	0.8
Northridge, 1994	6.4	6.7	1.3	Palos Verdes <sup>b</sup>	1.5	7.1	1
North Palm Springs, 1986	6.7	6.0	1	Palos Verdes <sup>b</sup>	1.5	7.1	1.1

<sup>a</sup> Scaled Factor.

<sup>b</sup> Simulated.



دیگر خصوصیات حائز اهمیت مواد: مقاومت فشاری بتن در حدود  $FC=40\text{MPa}$

حد انبساط فولاد ضدزنگ و تعدیل کننده:  $FY=30\text{GPA}$

قدر مطلق الاستیته فولاد تعدیل کننده  $ES=210\text{GPA}$

بزرگی راندمان لایه پس کشیدگی  $F_{pty}=1560\text{mpa}$

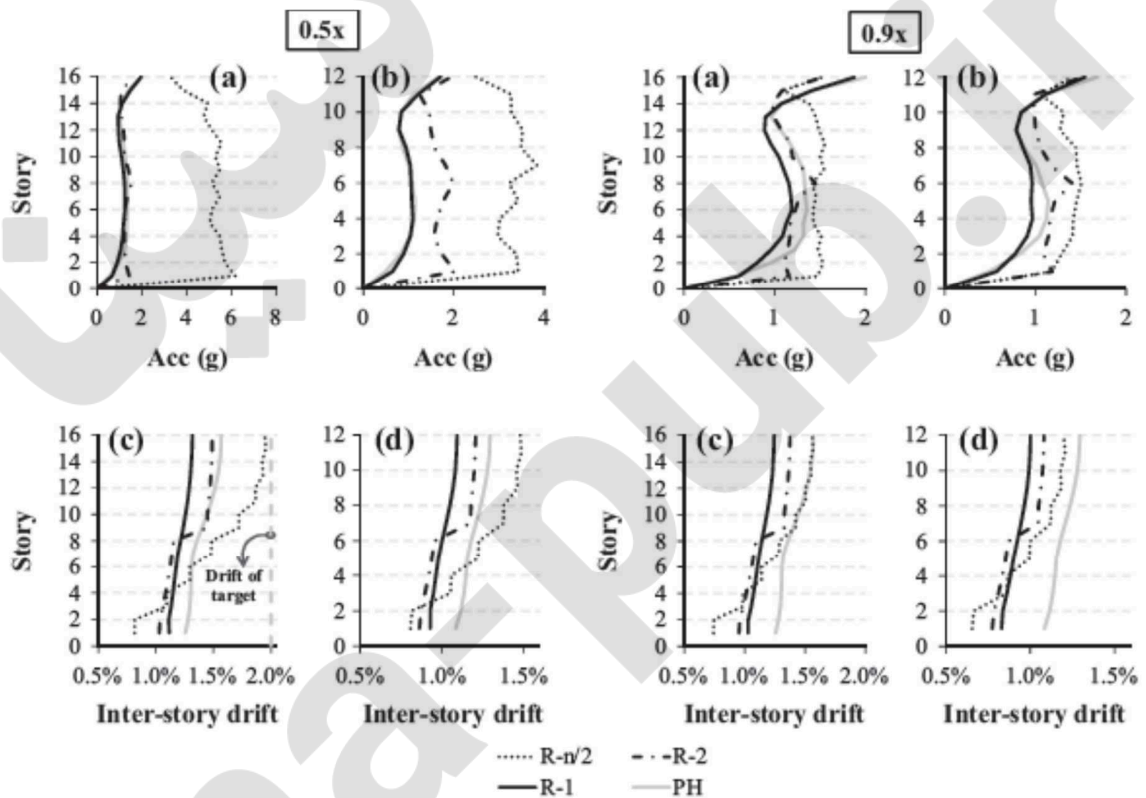
قدر مطلق الاستیته سطوح:  $E_{pt}=195\text{gpa}$

ماکسیمم میزان انبساط لایه ها:  $F_{ptu}=1860\text{mpa}$



ارزیابی تمامی سازه ها برای انجام تمامی آنالیزهای پارامتریک بصورت نموداری در شکل 5 موجود است. بر اساس شکل علاوه بر سیستم تکانه در پایه 3 الگوی دیگر نیز قابل توجه است. 2 مقطع تکانه یکی در پایه و دیگری در حد وسط ارتفاع با طراحی R-2 بخش های چندگانه تکانه ای در هر دو طبقه با طراحی R-N/2 میباشد. علاوه بر این 3 سیستم تکانه ای که در مقایسه با نتایج بدست آمده از مطابقت بخشی کدها در لایه برشی میباشد که بعنوان طراحی سنتی مطرح استتعبیه شده است. و الگوی چهارم با تمرکز بر لولا های پلاستیکی که در پایه طرح PH همراه است. ویژگی های دینامیکی آنالیز مدل های ساختاری تکانه ای در جدول 1 لیست شده است.

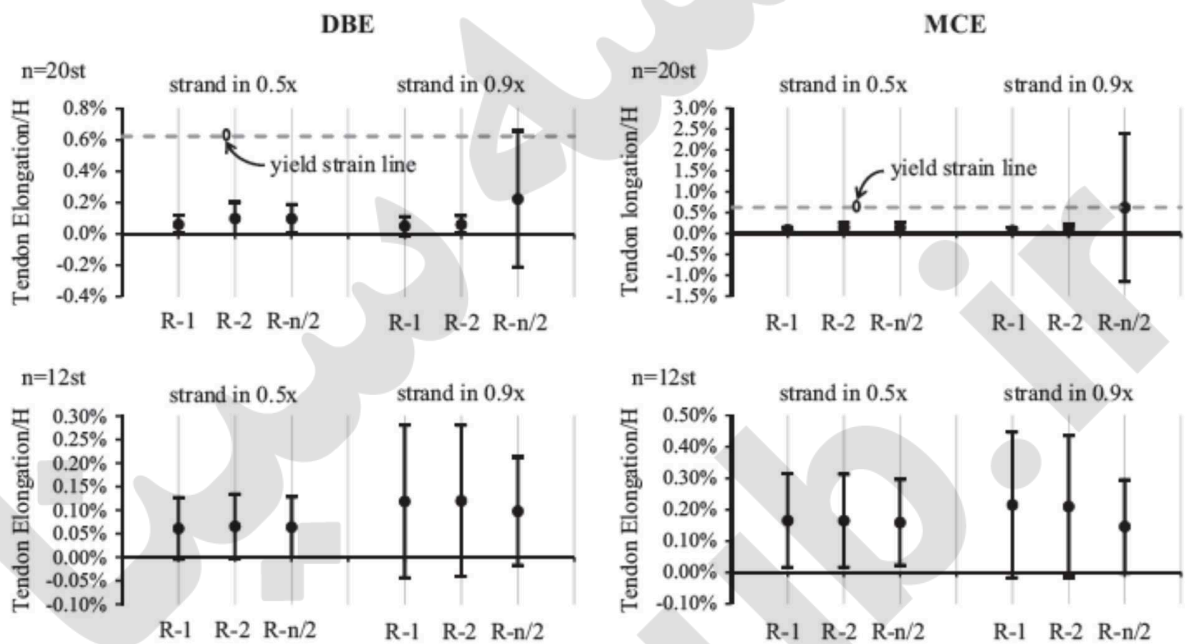
بیان مجدد عملکرد متحدالشکل و یکنواخت تکانه ای در سازه های بلند و عملکرد محوری پس کشیدگی اندکی افزایش پیدا کرده است.



#### مطالعات پارامتریک

بجهت ارزیابی و مطالعه عملکردهای ارتعاشی در سیستم تکانه ای چندگانه سازه های منتخب محلی و جهانی و مطالعه جامع فراگیر مطرح و صورت پذیرفته است. بنابراین 9 معیار ویژه در خصوص طراحی ارتعاشی مورد استنتاج

قرار گرفت که بر اساس تاریخچه آنالیزها توسط فاکتورهای از قبیل جایگزینی فرسایشی - توزیع برش - طول شدگی جانبی - افقی و تمرکز فشار بر مقاطع سیستم تکانه ای و شتاب کلی توزیع شده در طبقات مورد بررسی قرار گرفت. به علاوه موقعیت دستگاه اتلاف انرژی و ابزار پس کشیدگی در مقاطع سیستم تکانه ای 2 پارامتر مهم در ایجاد واکنش میباشد. برای تمامی سازه ها که در شکل 5 نمایش داده شده بر اساس طبقات گوناگون گزارش شده است. جدول 1 نتایج آنالیز گذشته و قابل قیاس با آنالیزهای جدید میباشد.



ثبت زمین لرزه ها:

ثبت و استفاده از 40 رکورد در تحقیقات اینچنینی در پاسخ به آنالیزهای قدیمی و 20 رکورد منتخب برای ارزیابی عملکرد ساختمان نسبت به سطوح متفاوت DBE (زمین لرزه هایی با احتمال وقوع 10 درصد در هر 50 سال) و برای طراحی کدهای اخیر. و از 20 رکورد دیگر برای ارزیابی عملکرد سیستم پیشنهاد شده در برابر اوار و تخریب و ناستواری-نائباتی بر اساس بالاترین سطح معتبر MCE استفاده میشود.

استفاده از رکوردهای 40 گانه زلزله توسط SOMERVILL ET AL پیشنهاد و ارائه شد. در پروژه SAC که گرایش به تسخیر و مطالعه هردو سطح متوسط و متغیر ارتعاشات زمین در خاک منطقه لس آنجلس دارد.

بعبارتی تنظیم رکوردهای زلزله در طرحی DBE بصورت محور موازی - افقی ثابت باقی مانده. حد وسط محور افقی برای 10 جنبش زمین ثبت شده که در فاصله کمتر 40 کیلومتر از محل زمین لرزه که اندازه و بزرگی آن در حدود 6.3-7 ریشتر ثبت شده است. همچنین رکوردهای MCE در دو محور موازی - افقی و حد وسط محور افقی طی 10 زلزله ثابت باقی مانده است که که 5 رکورد در نزدیکی گسل و 5 تای باقی مانده بر اساس مدل های فیزیکی شبیه سازی شده است. بزرگی رکورد های MCE از 6.7-7.2 متغیر است. طیف طرح و تراز رکوردهای منتخب براساس ASCEV-10 فراهم شده است. ویژگی ها و تراز بندی فاکتورهای رکوردهای منتخب در جدول 2 دیده میشود. مقدار تراز بندی به وضعیت R-N/2 مربوط است.

#### بحث و گفت و گو در رابطه با موقعیت سیستم اتلاف انرژی و پس کشیدگی

طراحی سیستم تکانه ای: موقعیت سیستم اتلاف انرژی و پس کشیدگی صریحا توضیح داده شده است. اما برخی از کد واژه ها و استانداردها از جمله New Zealand , fib bulletin برای ایجاد الگو و پیشنهادات بهتر کفایت میکند. بر همین اساس تنها پیشنهاد ارائه شده در خصوص موقعیت دستگاه اتلاف انرژی این است که میبایست داخلی و یا خارجی جایگیری شود. فراگیری در مقطع پایه یا میان جفت پنل ها و تکیه بر عملکردهای جنبشی جانبی افقی در طول جنبش های جانبی - افقی در طول جنبش های سیستم تکانه ای در دیوار از مفاهیم ارائه شده میباشد. بر همین اساس تحقیقات اخیر - مطالعات پارامتریکی جایگزین عملکرد ارزیابی کننده تاثیرات اتلاف انرژی و موقعیت دستگاه پس کشیدگی شده است.

شکل 6 با نمایش 2 تفاوت موقعیت های انتخاب شده (دور و نزدیک به دیوار) مدل 0.9x و قسمت وسط 0.5x همراه است. موقعیت دستگاه اتلاف انرژی: ارزیابی تاثیرات موقعیت و مکان دستگاه اتلاف انرژی در عملکردهای ارزشی از 0.9 به 0.5 تغییر پیدا کرده و نتایج حاصله مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتایج حاکی از حساسیت بالای سیستم تکانه ای چند گانه به موقعیت دستگاه اتلاف انرژی است.

نتایج مطالعات پارامتری نشان از این است که موقعیت دستگاه اتلاف انرژی در 0.9x واکنش های قابل قبولی تری را در مقایسه با دیگر موقعیت ها ایجاد میکند. الگوهای مقایسه ای در رابطه با برش - جابجایی - نسبت رانش در سازه

های گوناگون مورد بررسی قرار گرفته است. طبق شکل 7 نتایج شتاب در کف-میزان رانش در طبقات 12 و 20 و تحت رکورد DBE مورد ارزیابی قرار گرفته نشان از تغییرات موقعیت از 0.5 به 0.9 سبب کاهش شتاب رانش میشود. اگر موقعیت دستگاه نزدیک به مرکز دیوار باشد جنبش های مخرب تکانه ای ایجاد میشود.

#### موقعیت های لایه های پس- کشیدگی:

ارزیابی تاثیرات لایه های پس کشیدگی سبب پیدا کردن بهترین موقعیت مکانی میشود. به علاوه دیگر معیار ها از جمله طولیل شدگی و بازدهی لایه ها مورد بررسی قرار گرفت. تعیین جایگاه مناسب لایه های پس کشیدگی در 2 مدل 0.9 و 0.5 بعنوان شرایط محدود کننده مطرح است. طولیل شدگی لایه ها بسیار مهمتر از نقطه اسیب میباشد بویژه در پل ها که احتمال اتصال به پنل های دیواری در ساختمان بلند وجود دارد. حد متوسط ماکسیمم طولیل شدگی و پراگندگی نتایج ساختارهای سازه ای MCE, DBE در شکل 8 مورد ارزیابی قرار گرفته است. شکل 8 با توضیح این مطلب که هرگاه موقعیت لایه ها از 0.5 به 0.9 تغییر کند پتانسیل بازدهی و خسارات افزایش پیدا میکند. هردوی ساختمان ها در سطوح DBE, MCE در 3 نوع متفاوت سیستم تکانه به تفاوت های ایمنی دست یافته است که هرکدام از لایه ها در موقعیت 0.5 X هستند. در حالی بازدهی با قرارگیری در موقعیت 0.9 افزایش پیدا خواهد کرد. بعلاوه موقعیت لایه ها و فشار پیش کشیدگی چالش دیگری است. جابجایی لایه ها در مقاطع تکانه ها سبب بازدهی لایه ها در سازه های بلند تحت رکورد MCE میشود. بنابراین جلوگیری از بازدهی و فراهم اوری سیستم تقویتی کارآمد در تحقیقات اخیر و پایدار در استانداردهای بتنی NEW ZEALAND پیشنهاد شده است. ابزارهای خود محوری در موقعیت تنظیم شده است و فشار پیش کشیدگی 25 درصد فشار بازده تعیین میشود.

#### نتایج انالیزها:

ارزیابی عملکرد ارتعاشی سیستم چندگانه تکانه ای موضوع بحث های بعدی میباشد. اما 7 معیار حائز اهمیت در خصوص طراحی ارتعاشی گزارش شده است که باید در اثنای نتایج به موقعیت های مذکور ابزار اتلاف انرژی و پس کشیدگی بترتیب 0.5 و 0.9 است اشاره داشت.

#### 8.1 نتایج نسبت ریزش nter-story

نتایج متوسط ماکسیمم شاخص رانش در Inter-story با میزان انحراف استاندارد در تمامی سازه ها در طبقات 8 20 16 12 تحت رکوردهای DBE, MCE در شکل زیر نمایش گذاشته شده است. نتیجه 3 تکانه دیواره (تکانه دیوار پایه R-1) و دیواری با دو مقطع تکانه ای R-2 و دیواری با دارا بودن مقاطع تکانه ای در هر دو طبقه R-n/2 که به همراه نتایج مدل هایی با لولاهای پلاستیکی گزارش شده است.

بهبود بخشی مقاطع تکانه ای در ارتفاع سبب میشود میزان رانش در نیمه بالایی افزایش و نیمه پایینی کاهش پیدا کند. (مقایسه R-1 با PH) در سازه های 8 طبقه. نتایج حاکی از این است که تحت رکورد های DBE میزان رانش تکانه ای ساختاری کمتر از مدل PH میباشد. درحالی که رانش تکانه ای ساختمان بسیار بیشتر از ساختارهای PH تحت رکورد MCE میباشد.

شکل 9 با نمایش نتایج با افزایش ارتفاع سازه از 8 به 20 طبقه تحت رکورد DBE نتایج رانش Inter-story میزان انحراف استاندارد افزایش پیدا میکند. علی رغم این که نتایج رانش تکانه ای سازه ای بیش از 2 درصد تجاوز نمیکند. تحت رکورد MCE در افزایش ارتفاع ساختاری میزان رانش انحراف استاندارد کاهش پیدا میکند. و حد متوسط ماکسیمم رانش در ساختمان های بلند 20 طبقه و کوتاه 8 طبقه بترتیب 2.4 و 2.8 درصد میباشد. اگرچه میزان ماکسیمم رانش inter-story در سطوح MCE بیش از 2 درصد است که بر اساس معیارهای ابتدایی طراحی شده در سازه های بلند بدست آمده.

#### دریافت پسماند:

در سال های اخیر محققان متوجه شدند که دریافت پسماند فاکتور مهمی در طراحی مدرن میباشد. امروزه در طراحی های ارتعاشی و تخمین لرزشی ساختمان های موجود در جهت تقلیل خسارات و ممانعت اوری از جابجایی های فرسایشی بعد از زمین لرزه توجهات شایانی اعمال گشته است. جابجایی های فرسایشی فاکتور قابل توجهی و خود کنترلی یکی از اهداف دستیابی به DAD میباشد. شکل 10 میزان متوسط ماکسیمم دریافت پسماند را نشان میدهد که جابجایی طبقات در ساخت سازه های بلند تحت رکورد DBE, MCE بصورت هنجار در آمده و مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتایج انالیزی شکل 10 اظهار دارد که تمامی ساختمان ها با ارتفاعات متفاوت و سیستم تکانه ای متفاوت

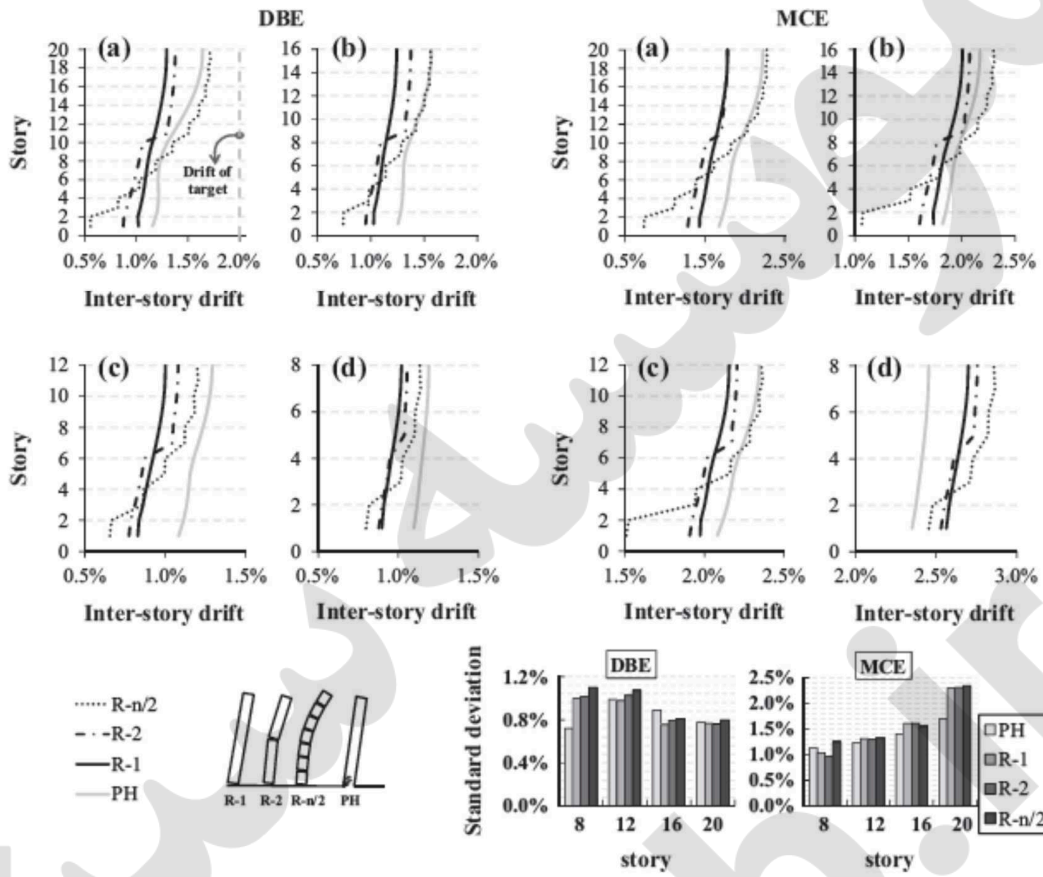
تحت سطوح گوناگون لرزه ای DBE , MCE ناچیز است که در دریفت پسماند قابل قیاس با مدل PH می باشد. همچنین شکل 10 با نمایش انحراف استاندارد دریفت پسماند قابل مشاهده است.

دریفت پسماند در ساختارهای تکانه در صورت افزایش ارتفاع سازه و مقاطع تکانه ای به اهستگی افزایش پیدا میکند. واکنش های طویل شدگی :

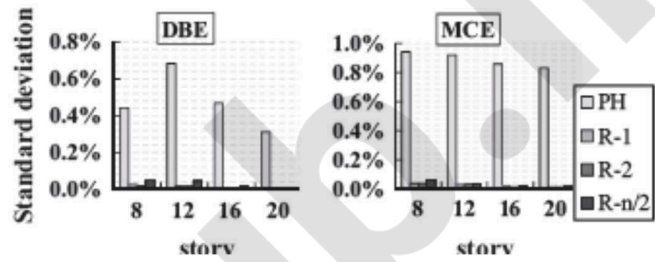
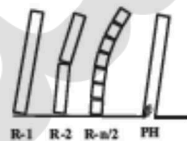
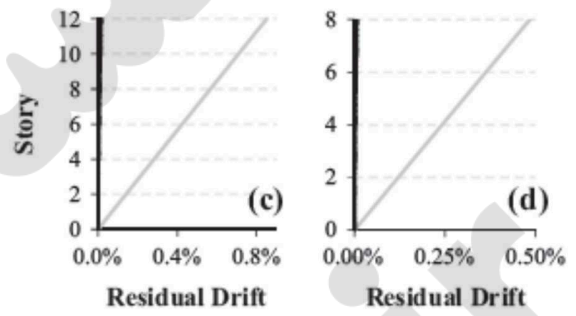
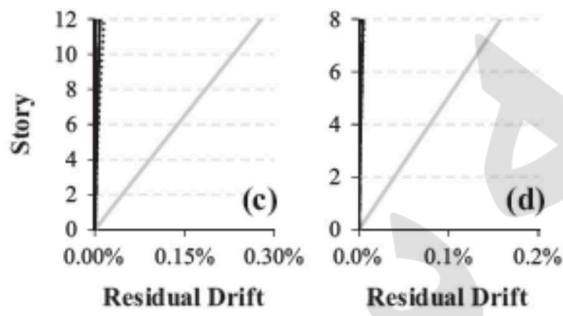
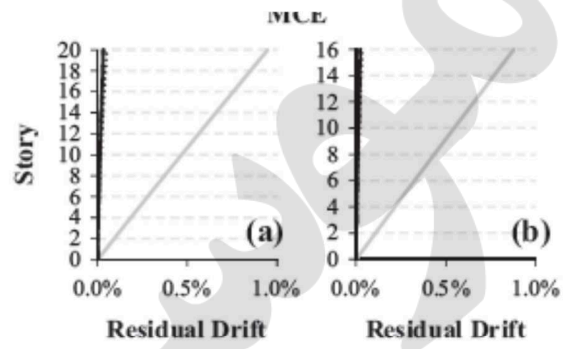
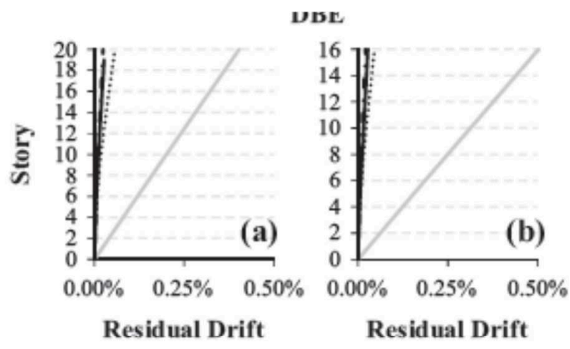
در سیستم تکانه ای ارزش طویل شدگی بسیار مهم است که باید مورد ارزیابی جامع قرار بگیرد. تکانه ها در مقاطع مختلف سبب ایجاد جابجایی های اضافی در بخش های متفاوت دیوار میشود. بنابراین تمامی پل ها و کف بصورت مستقیم تحت تاثیر این المان قرار میگیرد و انتظار ایجاد خسارات نیز میرود. از طرف دیگر رویدادهای تکانه ای در طول زمین لرزه تحریک میشود.

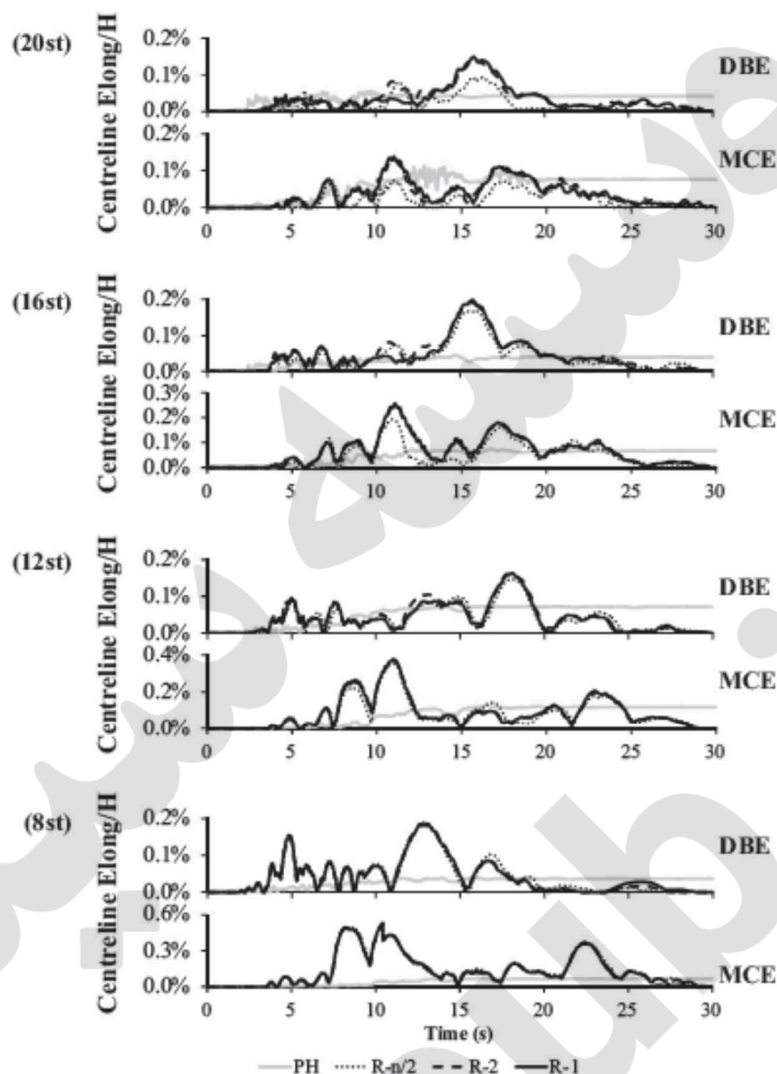
در نتیجه اتلاف انرژی اضافه با جابجایی های وزنی (حجمی) سبب ایجاد نقطه تعدیل کننده اضافی و کاهش تقاضای جابجایی میشود. حد متوسط ماکسیمم طویل شدگی خط مرکزی تحت دو گروه رکوردی DBE , MCE در شکل 11 دیده میشود. در این شکل محور افقی نشانگر زمان و محور عمودی نشانگر نتایج بهبود بخشی تکانه ای بر طویل شدگی که در هر ساختاری متفاوت تر از دیگر ساختارها می باشد نشان میدهد.

به این صورت که سطوح بهبود بخشی سیستم تکانه ای در ساختمان های کوتاه تاثیر چندانی بر طویل شدگی ندارد بلکه با افزایش ارتفاع سازه و پیشرفت سیستم تکانه ای سبب کاهش طویل شدگی میشود. افزایش مقاطع تکانه ای در ساختمان 16 طبقه ای سبب ماکسیمم طویل شدگی از  $R-N/2$  به  $R-1$  تحت DBE, MCE سبب کاهش 15 و 22 درصدی میشود. با افزایش ارتفاع ساختمان به سازه 20 طبقه ماکسیمم طویل شدگی بترتیب 37-4 درصد کاهش پیدا میکند. به نظر میرسد که افزایش تعدیل کننده سیستماتیکی سبب نوسانات جرمی که دلیل اصلی کاهش های بیان شده می باشد. بنابراین در ساختمان های بلند استفاده از سیستم تکانه ای چند گانه بسیار کارآمد می باشد. نکته حائز اهمیت دیگر این است که نتایج به وقوع پیوسته در صورت استفاده از دستگاه اتلاف انرژی که در نزدیکی دیوار قرار گرفته ایجاد شده است.





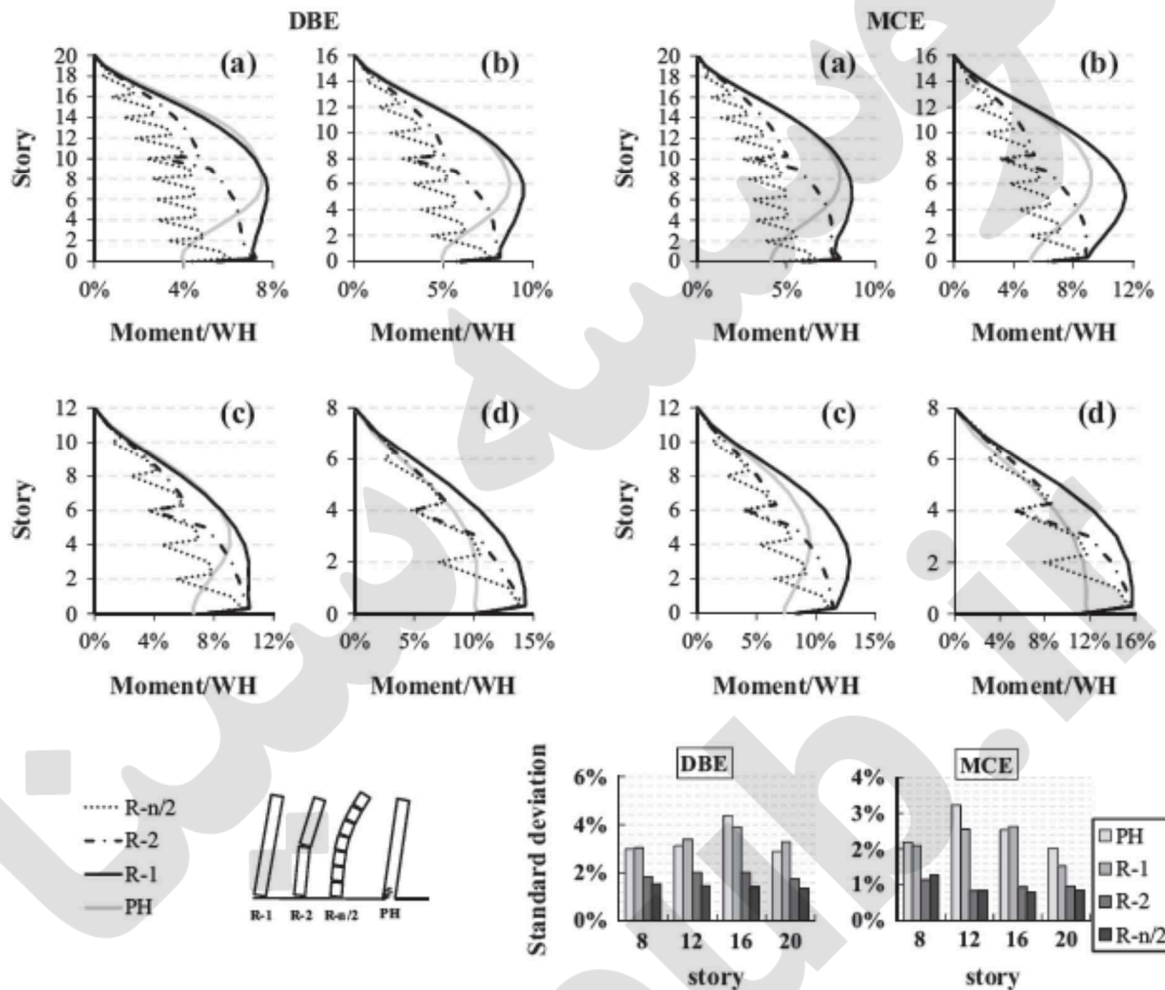




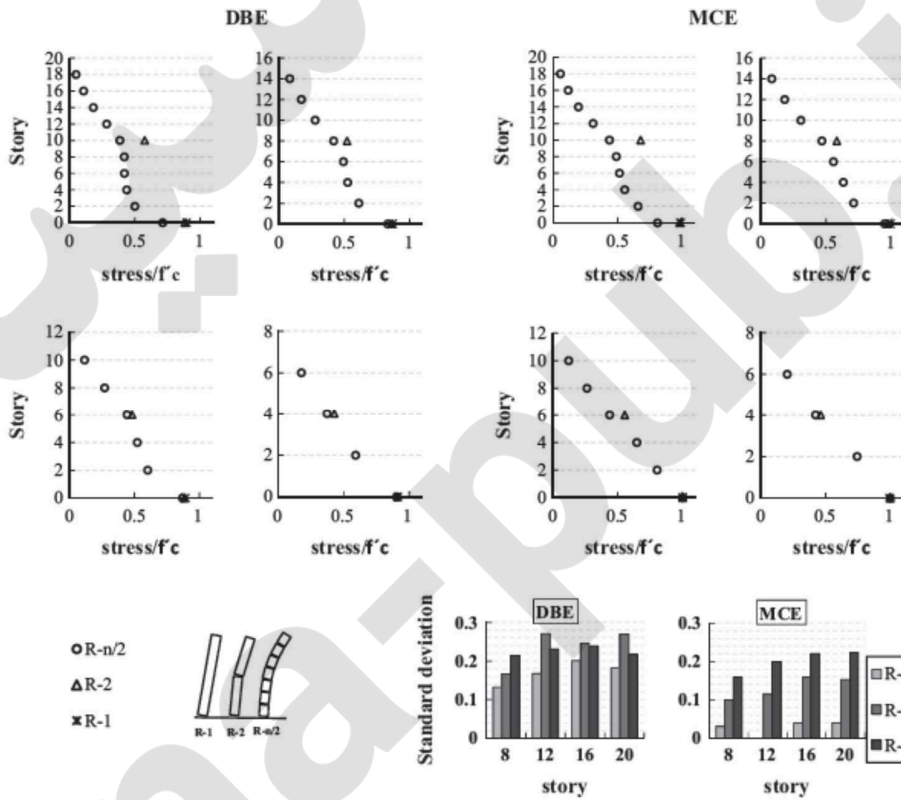
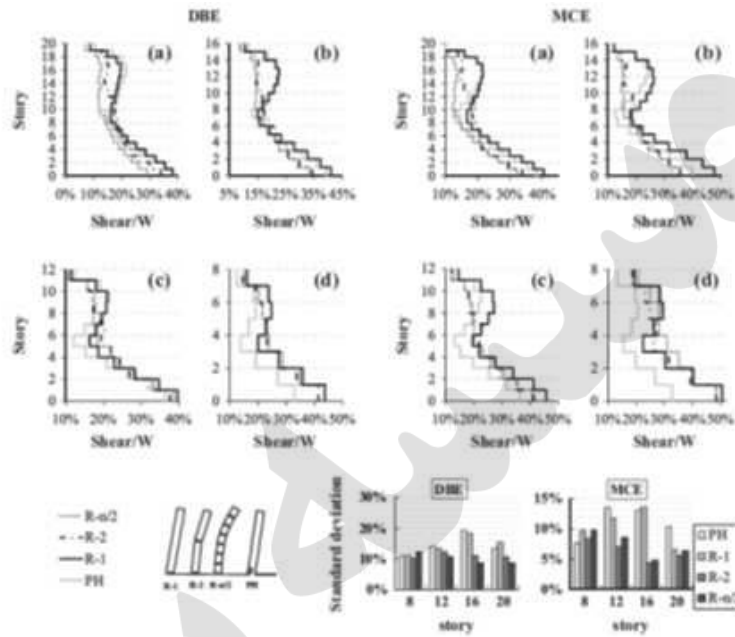
شکل 11 نمایش نتایج حاصله از تکانه های دیوار که هیچگونه طولیل شدگی بعد از زمین لرزه را نشان نمیدهد بخاطر عملکردهای خود محور. در صورتی که در لولاهای پلاستیکی طولیل شدگی صورت میپذیرد.

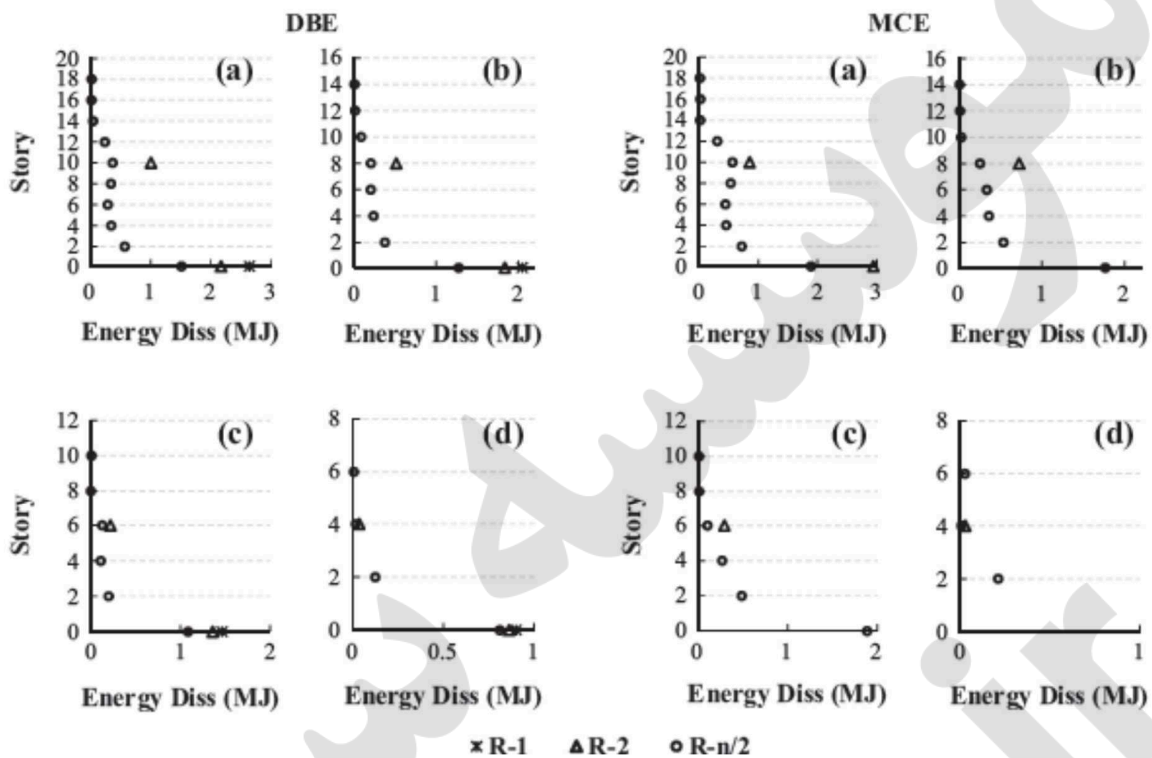
به علاوه طولیل شدگی در لولاهای مذکور تدریجا با افزایش وزن دیوار زیاد میشود.

که این عملکرد یکی از نقاط ضعف دیوارهای PH میباشد که احتمال منسوخ شدن آن در آینده هست. شکل 12 با نمایش حد متوسط ماکسیمم میزان توزیع فشار برشی تحت رکوردهای DBE, MCE همراه است. شکل 12 با نمایش این مطلب که افزایش مقاطع تکانه ای در ارتفاع 8 طبقه, فشار برشی کوچکتر از مدل های PH, R-1 میباشد.



با پیشرفت مقاطع تکانه ای فشار برشی در نیمه بالایی سازه ثابت باقی میماند بجز در سازه های 8 طبقه که R-1 کمتر از PH می باشد. سازه های 8 طبقه ای متفاوت با دیگر سازه 20 16 12 طبقه ای می باشد. نتایج حاکی از این است که کاهش ارتفاع سازه هیچیک از این دو (فشار برشی - توزیع) تحت تاثیر سیستم تکانه ای قرار نمیگیرد. نتایج ساختمان بلند 16-20 طبقه نشان میدهد که تحت دو رکورد بیان شده فشار برشی توسط R-1 که شبیه PH است احاطه و فشار برشی احاطه شده توسط R-N/2 در مقایسه با دیگر مدل هل بویژه در نیمه بالایی سازه کاهش پیدا میکند.





بعنوان مثال فشار برشی در نیمه بالایی R-1 به R-N/2 تحت رکوردها بترتیب 34-71 درصد کاهش پیدا میکند. تغییر در توزیع فشار برشی از نوع S به R-1, PH به BI-LINER (محدوده ای از کف تا میانه ارتفاع که در نیمه باقی مانده ثابت باقی است) پاسخ های خمیدگی لحظه ای طراحی اخیر سبب تنظیم تاکید بر قالب گیری لولاهای پلاستیکی در مبنا و پایه دیوار برشی باریک و لزوم جلوگیری از تشکیل دیگر لولای پلاستیکی در ارتفاع از جمله ACI-3.8 , Eurocode 8 . براساس مطالعات گذشته تاثیرات شدید شرایط دینامیکی و دیگر فاکتورها بر عملکرد ساختاری ناچیز نیست. شکل 3 نشان میدهد که با پیشرفت سیستم تکانه در ساختمان های بلند التزام خمش کم میشود. در مقایسه با مدل R-1, PH در تمامی ساختمان ها و تحت هر دو رکورد مدل های R-1 , PH نیاز به ماکسیمم خمش در حد وسط ارتفاع سازه دارد که بجای مبنا سازه بوجود می آید. در تمامی 4 گونه از سازه های مختلف دوره طبیعی R-1 کوچک میشود.

از طرفی استفاده از 2 سیستم تکانه ای R-2 به نظر منطقی تر برای تقلیل خسارات است.

همچنین استفاده از از قطعات سیستم تکانه ای در ساختمان های 20 طبقه ای سبب کاهش ماکسیمم خمیدگی 66-67 درصدی در مدل R-N/2 میشود که در مقایسه با مدل R-1 میباشد.

همچنین دیوارهای PH , R-1 براساس EUROCODE-8 طراحی شده است که براین اساس هیچ گونه لولای پلاستیکی در ارتفاع طراحی نشده و در نهایت بجز PH , R-1 دیگر سیستم های تکانه ای فاکتور مهمی برای بهبود بخشی نوع جدیدی از طراحی ارتعاشی میشود.

**نیروی فشردگی - خردکنندگی بتن در لبه ارتباطی بخش های سیستم تکانه ای:**

یکی از نکات مهم و حائز اهمیت در خصوص عملکردهای بخش های سیستم تکانه ای فشار اوری بر لایه رویی میباشد. فشار بر 2 قطعه ارتباطی در طول واکنش برگشتی / معکوس سبب فشردگی بتن و کاهش ظرفیت دورانی - چرخشی و استحکام در محورهای جانبی - عمودی میشود.

که این یکی از مواضع مهم تحقیقی است.

Whittakere et al با اشاره بر سیستم های اتلاف انرژی و تعدیل کننده ذاتی که سبب کنترل عملکردهای ضربتی - فشاری در پنل های بتنی میشود که این موضوع در دسر سازی نخواهد بود.

علاوه بر این Hamid , Maander نشان دادند که استفاده از صفحات فلزی و شیت های پلاستیکی در لایه اتصالی پنل ها سبب کاهش خسارات به سیستم تکانه ای میشود.

از لحاظ نقطه نظر فیزیکی در تحقیقات اخیر نتایج فشاری بتن, تفکیک پذیر از آنالیزهای اخیر گزارش شده میباشد.

شکل 14 با نمایش حد متوسط ماکسیمم فشار بتنی در لبه بخش های پایه ای که انتظار میرود دستیابی به ماکسیمم ساختارهای تکانه ای در طول رکورد های DBE , MCE صورت پذیرد.

نتیجه 4 گروه ساختمانی 8 12 16 20 طبقه توسط فشار راندمانی بصورت هنجار در آمده است.

شکل 14 با تعریف این مطلب که تمامی بخش های تکانه ای در تمامی سازه ها بجز پایه میزان فشار از سطح پایه به سطوح بالاتر بخش های تکانه ای با نقطه ثقل ثابت توزیع شده در پنل های دیواری کاهش پیدا میکند.