

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود  
دانشکده فنی و مهندسی  
گروه عمران سازه  
پایان نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد

**عنوان:**

**بررسی لرزه‌ای اثر بازشوها بر شکل‌پذیری دیوارهای برشی بتنی به روش غیرخطی**

**استاد راهنما:  
دکتر واحد قیاسی**

**نگارش:  
اسماعیل محمدی**

**زمستان ۱۳۹۳**



ISLAMIC AZAD UNIVERSITY

**Shahrood Branch**

**Faculty of Engineering & Technology**

**(M.Sc.) Thesis**

**Structure group**

**Subject:**

Ductile concrete shear walls with openings effects of seismic surveys on  
nonlinear

**Thesis Advisor:**

**Vahed Ghiyasi Ph.D**

**By:**

**Esmail Mohammadi**

Winter 2015

تقدیم به:

پدری که استاد وار هدایتم کرد...

و مادری که خانه‌ام داد که بخوانم و بنویسم ...

و همسری که صبورانه در این راه شریکم بود...

## تشکر و قدردانی

«من لم يشكر المخلوق لم يشكر الخالق»

در ابتدا خداوند مٲان را شاکرم که به من این توفیق را داد تا این پایان‌نامه را به سرانجام برسانم. آن گاه از استادان محترم گروه فنی و مهندسی دانشگاه آزاد اسلامی شاهرود و ملایر، سپاس گزارم که در این دوره‌ی تحصیلی مرا در امر یادگیری راهنمایی کردند؛ به ویژه از اساتید راهنما: جناب آقای دکتر واحد قیاسی و مدیر گروه محترم، جناب آقای دکتر ابوزر میرزا خانی، که بی یاری اساتید محترم، این کار به پایان نمی‌رسید.

## فهرست مطالب

.....عنوان.....	
.....ردیف.....	
فصل اول / مقدمه	
۱-۱- عمومی.....	۱
۲-۱- بیان مسأله یا مشکل.....	۲
۳-۱- اهداف تحقیق.....	۳
۴-۱- محدوده تحقیق... ۴	
۵-۱- برجستگی تحقیق ۴	
۶-۱- سازماندهی پایان نامه.....	۵
فصل دوم/ مروری بر ادبیات فنی	
۱-۲- مقدمه.....	۷
۲-۲- اثر سختی تیرهای کوپل بر مقاومت دیوار.....	۷
۳-۲- گسیختگی در خمش و برش تیر کوپل(دیوارهای یک ردیف بازشو).....	۸
۴-۲- گسیختگی در خمش و برش تیر کوپل(دیوارهای دو ردیف بازشو).....	۹
۵-۲- اثر نوع آرماتورگذاری و طول دهانه تیرها، بر رفتار دیوار.....	۹
۶-۲- تیرهای رابط فولادی برای اتصال دیوارهای برشی.....	۱۰
۷-۲- اثر سخت شدگی روی رفتار دیوارهای کوپل.....	۱۰
۸-۲- تعیین سطح عملکرد عنصرهای سازه های دارای دیوار برشی.....	۱۱
۹-۲- بررسی تاثیر ارتفاع تیر کوپله و درصد آرماتور برشی.....	۱۱
۱۰-۲- بررسی شکل پذیری دیوارهای کوپله.....	۱۲
۱۱-۲- افزایش ارتفاع تیر کوپله.....	۱۲
۱۲-۲- نقش دیوارهای برشی در ساختمان ها.....	۱۳
۱۳-۲- معایب دیوار برشی.....	۱۴
۱۴-۲- محاسن دیوارهای برشی.....	۱۴
۱۵-۲- نحوه انتخاب مقدار و محل دیوار برشی.....	۱۴
۱۶-۲- تغییر شکل دیوارهای برشی.....	۱۶
۱۷-۲- رفتار لرزه ای سازه های دارای دیوار برشی.....	۱۷
۱۸-۲- اندازه بال و پایداری جانبی دیوارهای برشی.....	۱۸
۱۸-۲- تخمین عرض موثر بال در دیوارهای برشی.....	۱۸
۱۹-۲- انواع متداول دیوارهای برشی.....	۲۰

۲۰	..... ۱-۱۹-۲. دیوار برشی کنسول پر ( بدون باز شو )
۲۰	..... ۲-۱۹-۲. دیوارهای بلند خمشی.
۲۱	..... ۳-۱۹-۲. دیوارهای کوتاه
۲۲	..... ۲۰-۲. انواع گسیختگی در دیوار برشی
۲۳	..... ۲۱-۲. گسیختگی خمشی
۲۳	..... ۲۲-۲. گسیختگی برشی
۲۴	..... ۲۳-۲. گسیختگی لغزشی
۲۴	..... ۲۴-۲. بلند شدگی از پی
۲۴	..... ۲۵-۲. شکست ناشی از شکست دیوارهای کوپله
۲۵	..... ۲۶-۲. دیوارهای برشی بر روی ستون
۲۶	..... ۲۷-۲. رفتار غیر خطی دیوار برشی.
۲۷	..... ۲۸-۲. شکل پذیری دیوارهای برشی
۲۷	..... ۲۹-۲. نقش باز شو در رفتار دیوار برشی
۲۸	..... ۱-۲۹-۲. اهمیت محل باز شو ها
۳۱	..... ۲-۲۹-۲. دیوار برشی کوپله
۳۱	..... ۳-۲۹-۲. سطوح بحرانی در دیوارهای کوپله
۳۲	..... ۴-۲۹-۲. شکل پذیری دیوارهای کوپله
۳۴	..... ۳۰-۲. تیر هم بند یا کوپله
۳۶	..... ۳۱-۲. طراحی دیوار برشی هم بسته و تیرهای هم بند
۳۸	..... ۳۲-۲. مقاومت برشی در تیرهای هم بند
۳۹	..... ۳۳-۲. بررسی لرزه ای دیوارهای کوپله
۳۹	..... ۳۴-۲. انواع تیرهای کوپله:
۴۰	..... ۳۵-۲. رفتار غیرارتجاعی بتن مسلح
۴۱	..... ۳۶-۲. رفتار مصالح ساختمانی (بتن)
۴۱	..... ۳۷-۲. رفتار مصالح ساختمانی فولاد
۴۲	..... ۳۸-۲. مدل سازی رفتار هیستریزیس
۴۳	..... ۳۹-۲. مقدمه ای بر تاریخچه مدلسازی دیوار برشی
۴۴	..... ۴۰-۲. مدلسازی دیوارهای برشی.
۴۴	..... ۴۱-۲. مدل‌های با مقیاس کوچک
۴۴	..... ۴۲-۲. مدل‌های با مقیاس متوسط
۴۵	..... ۴۳-۲. طراحی دیوار برشی هم بسته و تیرهای هم بند
۴۶	..... ۴۴-۲. نگاه نقادانه

۴۷	..... خلاصه فصل دوم ۲-۴۵
	فصل سوم / مواد و روشهای انجام تحقیق
۵۱	..... مقدمه ۳-۱
۵۲	..... فلوجارت ۳-۲
۵۵	..... آماده سازی شتاب نگاشت ها ۳-۳
۵۵	..... گام اول : تعیین مشخصات سازه ای و مشخصات ساختگاه ۳-۳-۱
۵۵	..... گام دوم: انتخاب و ویرایش شتاب نگاشت ها ۳-۳-۲
۶۸	..... گام سوم : مقیاس سازی شتاب نگاشت ها ۳-۳-۳
۷۵	..... بررسی زمان موثر شتاب نگاشت ها ۳-۴
۸۳	..... فراخوانی شتاب نگاشتهای اصلاح شده توسط برنامه sap2000 ۳-۵
۸۴	..... مشخصات مصالح و مقاطع، فرمولهای کاربردی برای مدل سازی در SAP2000 ۳-۶
۸۷	..... مدل سازی در SAP2000 ۳-۷
۸۸	..... تلاش های تغییر شکل کنترل و نیرو کنترل در نرم افزار (perform-3d) ۳-۸
۸۹	..... خلاصه فصل سوم ۳-۹
	فصل چهارم / بحث و نتایج
۹۱	..... مقدمه ۴-۱
۹۱	..... جداول، نمودارها و نتایج مدلسازی ۴-۲
۹۲	..... نمودارهای جابه جایی- برش پایه ۴-۳
۱۰۳	..... نمودار کلی جابه جایی- برش پایه (بحرانی ترین زلزله ها در یک مدل) ۴-۴
۱۰۵	..... نمودار کلی جابه جایی- درصد باز شو ۴-۵
۱۰۷	..... صحت سنجی نتایج ۴-۶
۱۰۴	..... خلاصه نتایج ۴-۷
	فصل پنجم ..... جمع بندی و پیشنهادات
۱۱۶	..... خلاصه ۵-۱
۱۱۶	..... یافته ها ۵-۲
۱۱۷	..... <u>نتایج کلی تحقیق ۵-۳</u>
۱۱۸	..... <u>پیشنهاد جهت آیندگان ۵-۴</u>
۱۱۹	..... <u>فهرست منابع ۵-۵</u>
۱۱۵	..... <u>چکیده انگلیسی ... ۵-۶</u>
۱۲۳	..... <u>پیوست (الف) تحلیل مدل هایی که در فصل چهارم کامل ارائه نشد ۵-۷</u>



## لیست شکلها

### فصل اول

### فصل دوم

- شکل (۱-۲). نحوه آرماتور گذاری نمونه‌های مختلف.....صفحه ۹
- شکل (۲-۲). تاثیر ابعاد بازشو در دیوار برشی.....صفحه ۱۳
- شکل (۳-۲). نحوه قرار گیری دیوار برشی در پلان.....صفحه ۱۴
- شکل (۴-۲). اندرکنش بین قاب و دیوار برشی.....صفحه ۱۶
- شکل (۵-۲). رفتار دو گانه قاب و دیوار برشی.....صفحه ۱۷
- شکل (۶-۲). عرض موثر بال در دیوارهای برشی.....صفحه ۱۸
- شکل (۷-۲). عرض موثر بال در دیوارهای برشی.....صفحه ۱۹
- شکل (۸-۲). دیوارهای برشی کنسول پر (بدون بازشو).....صفحه ۱۹
- شکل (۹-۲). انواع دیوارهای برشی  
.....صفحه ۲۰
- شکل (۱۰-۲). مودهای شکست در دیوارهای برشی طره‌ای.....صفحه ۲۲
- شکل (۱۱-۲). نیروهای حاکم بر دیوار برشی.....صفحه ۲۲
- شکل (۱۲-۲). پایداری پیچشی دیوارهای برشی.....صفحه ۲۵
- شکل (۱۳-۲). تعبیه بازشوهاى منظم.....صفحه ۲۶
- شکل (۱۴-۲). انواع تخریب، در تیرهای کوبله.....صفحه ۲۸
- شکل (۱۵-۲). انواع تخریب، در تیرهای کوبله.....صفحه ۲۹
- شکل (۱۶-۲). اهمیت محل بازشوها بر رفتار دیوار برشی.....صفحه ۲۹
- شکل (۱۷-۲). اهمیت محل بازشوهاى به صورت زیگزاگ.....صفحه ۳۰
- شکل (۱۸-۲). دیوارهای برشی نامناسب.....صفحه ۳۰
- شکل (۱۹-۲). محل مناسب قرار گیری بازشوها در دیوارهای برشی.....صفحه ۳۱
- شکل (۲۰-۲). سطوح بحرانی در دیوارهای کوبله.....صفحه ۳۲
- شکل (۲۱-۲). دیوارهای برشی به هم پیوسته متداول ترین نوع دیوار برشی هستند.....صفحه ۳۴

- شکل (۲-۲۲). شکل پذیری دیوارهای کوپله..... صفحه ۳۶
- شکل (۲-۲۳). انواع تیرهای کوپله..... صفحه ۳۹
- شکل (۲-۲۴). انواع تیرهای کوپله..... صفحه ۴۰
- شکل (۲-۲۵). مدل های با مقیاس متوسط..... صفحه ۴۵

#### فصل سوم

- نمودار (۳-۱). فلوچارت انجام تحقیق..... صفحه ۵۳
- جدول (۳-۲). اطلاعات شتاب نگاشتهای بم، زرد و گلباف..... صفحه ۵۶
- جدول (۳-۳). زلزله بم در جهت (۱)..... صفحه ۵۶
- جدول (۳-۴). زلزله بم در جهت (۲)..... صفحه ۵۷
- جدول (۳-۵). زلزله بم در دو جهت (تمام رکوردها در یک ستون)..... صفحه ۵۷
- شکل (۳-۶). فراخوانی رکوردها، توسط نرم افزار سیموسینگنال..... صفحه ۵۸
- شکل (۳-۷). رقوم مربوطه شتاب نگاشت های بم در جهت x قبل از مقیاس بندی..... صفحه ۵۹
- شکل (۳-۸). رقوم مربوطه شتاب نگاشت های بم در جهت (y) قبل از مقیاس بندی..... صفحه ۵۹
- شکل (۳-۹). رقوم مربوطه شتاب نگاشت های گلباف در جهت (x) قبل از مقیاس بندی..... صفحه ۵۹
- شکل (۳-۱۰). رقوم مربوطه شتاب نگاشت های گلباف در جهت (y) قبل از مقیاس بندی..... صفحه ۶۰
- شکل (۳-۱۱). رقوم مربوطه شتاب نگاشت های زرد در جهت (x) قبل از مقیاس بندی..... صفحه ۶۰
- شکل (۳-۱۲). رقوم مربوطه شتاب نگاشت های زرد در جهت (y) قبل از مقیاس بندی..... صفحه ۶۰
- شکل (۳-۱۳). رقوم مربوطه شتاب نگاشت های طبس در جهت (x) قبل از مقیاس بندی..... صفحه ۶۱
- شکل (۳-۱۴). رقوم مربوطه شتاب نگاشت های طبس در جهت (y) قبل از مقیاس بندی..... صفحه ۶۱
- شکل (۳-۱۵). رقوم مربوطه شتاب نگاشت های کویه در جهت (x) قبل از مقیاس بندی..... صفحه ۶۱
- شکل (۳-۱۶). رقوم مربوطه شتاب نگاشت های کویه در جهت (y) قبل از مقیاس بندی..... صفحه ۶۱
- شکل (۳-۱۷). رقوم مربوطه شتاب نگاشت های نورتریج در جهت (x) قبل از مقیاس بندی..... صفحه ۶۲
- شکل (۳-۱۸). رقوم مربوطه شتاب نگاشت های نورتریج در جهت (y) قبل از مقیاس بندی..... صفحه ۶۲
- شکل (۳-۱۹). رقوم مربوطه شتاب نگاشت های چی چی در جهت (x) قبل از مقیاس بندی..... صفحه ۶۲
- شکل (۳-۲۰). رقوم مربوطه شتاب نگاشت های چی چی در جهت (y) قبل از مقیاس بندی..... صفحه ۶۲
- شکل (۳-۲۱). رکوردهای شتاب زلزله بم در جهت (x)..... صفحه ۶۳
- شکل (۳-۲۲). طیف پاسخ زلزله بم در جهت (x)..... صفحه ۶۴

شکل (۳-۲۳). انتقال مقادیر شتاب با درصد میرایی ۵ درصد زلزله بم در جهت (x).....	صفحه ۶۵
شکل (۳-۲۴). شتاب نگاشتهای زلزله بم در جهت (x). بعد از مقیاس بندی.....	صفحه ۶۶
شکل (۳-۲۵). شتاب نگاشتهای زلزله بم در جهت (y). بعد از مقیاس بندی.....	صفحه ۶۶
شکل (۳-۲۶). شتاب نگاشتهای زلزله گلباف در جهت (x). بعد از مقیاس بندی.....	صفحه ۶۷
شکل (۳-۲۷). شتاب نگاشتهای زلزله گلباف در جهت (y). بعد از مقیاس بندی.....	صفحه ۶۷
شکل (۳-۲۸). شتاب نگاشتهای زلزله زرنند در جهت (x). بعد از مقیاس بندی.....	صفحه ۶۸
شکل (۳-۲۹). شتاب نگاشتهای زلزله زرنند در جهت (y). بعد از مقیاس بندی.....	صفحه ۶۸
جدول (۳-۳۰). حداکثر شتاب ها برابر $981 \text{ cm/s}^2$ شتاب ثقل شوند.....	صفحه ۶۹
جدول (۳-۳۱). طیف پاسخ شتاب توسط برنامه سیموسیگنال.....	صفحه ۷۰
جدول (۳-۳۲). بدست آوردن ضریب تصحیح.....	صفحه ۷۱
جدول (۳-۳۳). (SRSS) هفت شتاب نگاشت متوسط گیری می شوند.....	صفحه ۷۲
جدول (۳-۳۴). (SRSS) هفت شتاب نگاشت متوسط گیری شده.....	صفحه ۷۲
جدول (۳-۳۵). مقادیر متوسط ها در هیچ حالت کمتر از ۱.۳ نباشد.....	صفحه ۷۳
شکل (۳-۳۶). نتایج طیف پاسخ، که کمتر از ۱.۳ نباشد.....	صفحه ۷۳
جدول (۳-۳۷). بدست آوردن ضریب مقیاس، که نباید کمتر از ۱.۳ طیف استاندارد باشد.....	صفحه ۷۴
جدول (۳-۳۸). بدست آوردن ضریب نهایی، ضریب مقیاس $(A \cdot I/R) = \text{ضریب نهایی}$ .....	صفحه ۷۵
جدول (۳-۳۹). زمان موثر شتاب نگاشت ها (هفت زوج).....	صفحه ۷۶
شکل (۳-۴۰). زمان موثر شتاب نگاشت زلزله بم در جهت (x).....	صفحه ۷۷
شکل (۳-۴۱). زمان موثر شتاب نگاشت زلزله بم در جهت (Y).....	صفحه ۷۷
شکل (۳-۴۲). زمان موثر شتاب نگاشت زلزله گلباف در جهت (X).....	صفحه ۷۸
شکل (۳-۴۳). زمان موثر شتاب نگاشت زلزله گلباف در جهت (Y).....	صفحه ۷۸
شکل (۳-۴۴). زمان موثر شتاب نگاشت های زلزله زرنند در جهت (x).....	صفحه ۷۹
شکل (۳-۴۵). زمان موثر شتاب نگاشت های زلزله زرنند در جهت (y).....	صفحه ۷۹
شکل (۳-۴۶). اصلاح شتاب نگاشتهای اولیه زلزله بم در جهت (x).....	صفحه ۸۰
شکل (۳-۴۷). اصلاح شتاب نگاشتهای اولیه زلزله بم در جهت (y).....	صفحه ۸۰
شکل (۳-۴۸). اصلاح شتاب نگاشتهای اولیه زلزله گلباف در جهت (x).....	صفحه ۸۱
شکل (۳-۴۹). اصلاح شتاب نگاشتهای اولیه زلزله گلباف در جهت (y).....	صفحه ۸۱
شکل (۳-۵۰). اصلاح شتاب نگاشتهای اولیه زلزله زرنند در جهت (x).....	صفحه ۸۲

شکل (۳-۵۱). اصلاح شتاب نگاشتهای اولیه زلزله زرنند در جهت (y).....	صفحه ۸۲
شکل (۳-۵۲). فراخوانی شتاب نگاشتهای اصلاح شده زلزله بم در جهت (x,y).....	صفحه ۸۳
شکل (۳-۵۳). فراخوانی شتاب نگاشتهای اصلاح شده زلزله گلباف در جهت (x,y).....	صفحه ۸۳
شکل (۳-۵۴). فراخوانی شتاب نگاشتهای اصلاح شده زلزله زرنند در جهت (x,y).....	صفحه ۸۴
شکل (۳-۵۵). مشخصات تیر، ستون و دیوار .....	صفحه ۸۷
شکل (۳-۵۶). محل تعبیه بازشوها در حالات مختلف، با ابعاد (۱، ۱.۵ و ۲ متری).....	صفحه ۸۷
شکل (۳-۵۷). تلاش های تغییر شکل کنترل و نیرو کنترل در نرم افزار (perform-3d).....	صفحه ۸۸

#### فصل چهارم

جدول (۱-۴) مدل ها و نتایج .....	صفحه ۹۲
شکل (۱-۴) نمودار جابه جایی-برش پایه.....	صفحه ۹۹
شکل (۲-۴) نمودار جابه جایی-برش پایه.....	صفحه ۱۰۰
شکل (۳-۴) نمودار جابه جایی-برش پایه.....	صفحه ۱۰۱
شکل (۴-۴) نمودار جابه جایی-برش پایه.....	صفحه ۱۰۲
شکل (۵-۴) نمودار جابه جایی-برش پایه.....	صفحه ۱۰۳
شکل (۶-۴) نمودار جابه جایی-برش پایه.....	صفحه ۱۰۴
شکل (۷-۴) نمودار جابه جایی-برش پایه.....	صفحه ۱۰۵
شکل (۸-۴) نمودار جابه جایی-برش پایه.....	صفحه ۱۰۶
جدول (۹-۴) مقایسه $C_D$ perform-3d با آیین نامه ۲۸۰۰.....	صفحه ۱۰۸
شکل (۱۰-۴) گراف مقایسه $C_D$ perform-3d با آیین نامه ۲۸۰۰.....	صفحه ۱۰۸
جدول (۱۱-۴) مقایسه $R$ perform-3d با آیین نامه ۲۸۰۰.....	صفحه ۱۰۹
شکل (۱۲-۴) گراف مقایسه $R$ perform-3d با آیین نامه ۲۸۰۰.....	صفحه ۱۱۰
شکل (۱۳-۴) مقایسه $R$ perform-3d با PAS.....	صفحه ۱۱۱
جدول (۱۴-۴) جدول مقایسه $R$ perform-3d با PAS.....	صفحه ۱۱۱
شکل (۱۵-۴) گراف مقایسه $R$ perform-3d با PAS.....	صفحه ۱۱۲
جدول (۱۶-۴) مقادیر تغییر مکان و برش پایه با استفاده از نرم افزارهای.....	صفحه ۱۱۳

#### فصل پنجم

جدول (۱-۵) نتایج مدل ها و بهترین حالات قرار گیری بازشوها، با ابعاد بهینه.....	صفحه ۱۱۷
---	----------

صفحه ۱۲۳.....	
شکل (۱) نمودار جابه جایی-برش پایه.....	صفحه ۱۲۳
شکل (۲) نمودار جابه جایی-برش پایه.....	صفحه ۱۲۴
شکل (۳) نمودار جابه جایی-برش پایه.....	صفحه ۱۲۵
شکل (۴) نمودار جابه جایی-برش پایه.....	صفحه ۱۲۶
شکل (۵) نمودار جابه جایی-برش پایه.....	صفحه ۱۲۷
شکل (۶) نمودار جابه جایی-برش پایه.....	صفحه ۱۲۸
شکل (۷) نمودار جابه جایی-برش پایه.....	صفحه ۱۲۹
شکل (۸) نمودار جابه جایی-برش پایه.....	صفحه ۱۳۰

## چکیده

دیوارهای برشی به عنوان یکی از اعضای اصلی مقاوم در برابر زلزله در ساختمان‌های بتنی مطرح هستند، و بهترین شیوه برای کنترل خیز جانبی ساختمان‌ها می‌باشند، یکی از مشکلات ساختمان‌های دارای دیوار برشی، عدم شکل‌پذیری مناسب آنها است. تحقیقات نشان داده است که در صورت اجرای صحیح و آرماتورگذاری کافی، شکل‌پذیری مناسبی را از خود نشان می‌دهند. اما برخی از محدودیتهای معماری، مهندسین را مجبور به تعبیه بازشو در دیوارهای برشی می‌نماید، که تعبیه بازشوها تاثیر مهمی بر عملکرد دیوار برشی می‌گذارد. لذا چگونگی عملکرد و رفتار واقعی این دیوارها مورد توجه مهندسان و طراحان است، نسبت ابعاد بازشو، مکان بازشو و همچنین درصد آرماتور بکار رفته در دیوار، از مهمترین عوامل تاثیر گذار بر رفتار غیرخطی دیوار برشی بتنی دارای بازشو می‌باشد، که روشهای نوین طراحی و پیشرفت‌های نرم افزاری در زمینه تحلیل غیرخطی سازه‌ها، امکان بررسی رفتار غیرخطی و شکل‌پذیری چنین سازه‌ای را بخوبی فراهم آورده است، موقعیت قرارگیری دیوار برشی در برخی حالات، باعث می‌شود که بازشوهایی به صورت مرتب در ارتفاع دیوار برشی قرار گیرد و آن را به دو دیوار که توسط تیرهایی در طبقات به یکدیگر متصل می‌شوند، تبدیل نماید. این دیوارهای برشی را دیوار برشی کوپله می‌نامند. در این تحقیق، تغییرشکل و برش پایه، در دیوارهای برشی بتنی بدون بازشو و دارای بازشو، مطالعه شده است. برای مدل‌سازی از نرم افزار sap2000 و برای تحلیل از نرم افزار perform-3d استفاده شده است. چندین نمودار و شکل برای مطالعه پارامترهایی نظیر تغییرشکل و شکل‌پذیری سازه دارای دیوار برشی در دو حالت با بازشو و بدون بازشو نشان داده خواهد شد، که در پایان، نتایج به‌دست آمده با یکدیگر مقایسه خواهند شد. در کل، هدف از این تحقیق تاثیر بازشوها بر شکل‌پذیری دیوارهای برشی بتنی می‌باشد که در صورت اجرای صحیح بازشوها، هم محدودیتهای معماری را جلا بخشیده و هم شکل‌پذیری سازه را افزایش داده‌ایم. در این تحقیق، استفاده از دیوار برشی بتنی دارای بازشو پیشنهاد شده است، که به خوبی تفاوت دیوار برشی بدون بازشو، با دیوار برشی دارای بازشو، را نشان می‌دهد.

**کلمات کلیدی: دیوار برشی بتنی، بازشو، تغییرشکل، تحلیل غیرخطی**

# فصل اول

## مقدمه

## ۱. فصل اول: مقدمه

### ۱-۱. عمومی

امروزه بلند مرتبه‌سازی به دلیل رشد جمعیت و استفاده بهینه از زمین، مورد توجه بسیاری از مهندسين قرار گرفته است و از عوامل اصلی در طراحی ساختمان‌های بلند، تامین سختی و مقاومت کافی برای مقابله با نیروهای جانبی به وجود آمده توسط باد و زلزله می‌باشد، و یکی از راه‌های تامین سختی و مقاومت، استفاده از دیوار برشی و نیز بهترین شیوه برای کنترل خیز جانبی ساختمان‌ها است، از آنجا که این دیوارها قسمت عمده نیروهای جانبی وارد برسازه و برش حاصل از آن را جذب می‌کنند، به نام دیوارهای برشی شناخته می‌شوند.

همچنین پس از به وقوع پیوستن زلزله‌های نگران کننده و کشته شدن بسیاری از هم وطنان بر اثر تخریب ساختمان‌های مسکونی، توجه جامعه علمی کشور را به امر مقاوم‌سازی سازه‌های موجود و همچنین استاندارد نمودن ساخت و ساز جلب نموده است. باتوجه به اینکه ساختمان‌های موجود، گاهی بدون علم کافی به نحوه صحیح طراحی سازه، ساخته شده‌اند و حتی ساختمان‌های ساخته شده بر اساس استانداردهای قدیمی نیز امروزه به دلیل تغییر در برخی مفاد آیین‌نامه‌ای، نیاز به امر مقاوم‌سازی دارند. در مقایسه با سیستم‌های بادبندی، دیوارهای برشی به مراتب دارای سختی بیشتری می‌باشند، لذا جهت تامین سختی مورد نیاز سازه به تعداد دهانه کمتری احتیاج دارند که این موضوع از آنجا که به فضای داخلی خسارت کمتری وارد می‌کند، امکان پذیرتر و مناسب‌تر است. اگر دیوارهای برشی بتن آرمه به درستی طراحی و اجرا شوند عملکرد بسیار خوبی در برابر نیروهای لرزه‌ای دارند. این امر در زلزله‌های گذشته به اثبات رسیده است.

احداث دیوارهای برشی چه در ساختمان‌های بلند و چه متوسط و حتی در ساختمان‌های کوتاه موجب می‌شود که مقاومت ساختمان به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یابد و در مقایسه با ساختن قابهای خمشی، اقتصادی‌تر خواهد بود.

همچنین می‌توان از دیوارهای برشی در کنار قابهای خمشی به نحوی استفاده کرد که رفتار مجموعه سازه، نرم، مقاوم و شکل‌پذیر باشد. در غالب موارد دیوارهای برشی قادرند بیشترین سهم نیروی برش پایه را تحمل کنند که موجب افزایش چشمگیر سختی ساختمان و کاهش قابل ملاحظه خسارت به عناصر



غیرسازه‌ای می‌گردند و همچنین دیوارهای برشی قادرند حتی پس از پذیرش ترکهای زیاد، بارهای ثقلی ساختمان را تحمل کنند که ستونها فاقد چنین خاصیتی هستند و در کل، چنین عواملی دیوارهای برشی را قابل اطمینان‌تر از قابهای خمشی ساخته است.

به طور کلی می‌توان مزایای دیوار برشی بتن مسلح را چنین بیان کرد:

- ۱- کاهش قابل ملاحظه خسارت به عناصر سازه‌ای و غیر سازه‌ای.
  - ۲- ایجاد امنیت روانی برای ساکنین ساختمان‌های بلند، هنگام زلزله.
  - ۳- تحمل بارهای قائم سازه حتی پس از وارد شدن خسارت سنگین به دیوار، هنگام زلزله.
  - ۴- افزایش سختی ساختمان.
  - ۵- داشتن رفتاری مناسب‌تر و مطمئن‌تر نسبت به قابهای خمشی و بادبندی در برابر نیروهای جانبی.
- یکی دیگر از ویژگی‌های دیوار برشی، امکان تعبیه بازشو در آنها است که به ما امکان می‌دهد علاوه بر مقاوم سازی سازه، به المان‌های معماری نیز لطمه وارد ننماییم. [۱]، [۲]

## ۱-۲. تعریف مساله یا مشکل

برخی از محدودیتهای معماری، مهندسین محاسب را مجبور به تعبیه بازشو در دیوارهای برشی کرده. خصوصا در سازه‌های دارای هسته مرکزی بتنی، پیرامون اتاق آسانسور محل مناسبی برای نصب دیوار برشی و متصل نمودن آنها در جهت عمود بر یکدیگر و ایجاد نمودن دیوار برشی بالدار می‌باشد. اما به منظور تعبیه درب آسانسور ناچار به ایجاد بازشو در یکی از دیوارها می‌باشیم، که این امر بر رفتار دیوار برشی تاثیر گذار خواهد بود و در کل برای کاهش سختی و افزایش شکل‌پذیری دیوارهای برشی بتنی مناسب می‌باشد.

در کل، مساله تحقیق این است که دیوارهای برشی دارای سختی زیادی هستند که در سازه‌های متوسط و بلند مرتبه، به دلیل عدم شکل‌پذیری مناسب این سختی در مقابل حرکات رفت و برگشتی زلزله ضعیف بوده و آسیب جدی به سازه وارد می‌کند، از این رو جهت برطرف کردن مشکلات معماری و محدودیت‌های ناشی از آن، در سازه‌های دارای دیوار برشی بتنی، تعبیه بازشو مفید واقع گشته، که بررسی

حالت‌های مختلف قرار گیری بازشوها و ابعاد مختلف آنها، می‌تواند بهترین نتایج را جهت پیشنهادات لازم، به مجریان ساخت ارائه دهد.

نسبت ابعاد بازشو، مکان بازشو، شکل بازشو و همچنین درصد آرماتور به کار رفته در دیوار، از مهمترین عوامل تاثیرگذار بر رفتار غیرخطی دیوارهای برشی بتنی دارای بازشو می‌باشد، که دیوار را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

همچنین لازم به ذکر است که، زلزله‌های شدید در طول عمر مفید سازه به ندرت اتفاق می‌افتند، بنابراین طراحی سازه‌های کاملاً سخت که در حین این زلزله‌ها در حیطه ارتجاعی باقی بمانند و هیچ‌گونه خرابی در آنها ایجاد نشود از نظر مهندسی و اقتصادی قابل قبول نیست. بنابراین سازه‌ها باید طوری طراحی شوند که بر اثر زلزله‌های شدید رفتار غیرخطی از خود بروز دهند و از اضافه مقاومت و ظرفیت جذب انرژی ناشی از تغییر مکان‌های غیرخطی در آنها بهره لازم گرفته شود.

در کل، جهت تعبیه بازشوها در دیوار برشی باید کاهش سختی دیوار برشی و همچنین افزایش شکل‌پذیری دیوار برشی را مورد بررسی قرار داد. [۳]

### ۱-۳. اهداف تحقیق

در این تحقیق، اهداف زیر بررسی می‌گردد.

- ۱- رفتار دیوارهای برشی دارای بازشو و تفاوت آنها با دیوارهای فاقد بازشو.
- ۲- تحلیل تاریخچه‌زمانی و عملکرد واقعی دیوار برشی دارای بازشو در هنگام وقوع زلزله (هفت زوج شتاب نگاشت طبق آیین نامه ۲۸۰۰).
- ۳- مدل‌سازی سازه‌ای ۱۵ طبقه توسط (sap2000) و تحلیل آن توسط (perform-3d) و بررسی نتایج (تغییر مکان و برش پایه) به دست آمده در دیوار برشی بدون بازشو و با بازشو.
- ۴- یافتن محل مناسب و ابعاد بهینه بازشوها در دیوارهای برشی بتنی.
- ۵- رسیدن به این واقعیت که، آیا تعبیه بازشوها در دیوار برشی، می‌تواند شکل‌پذیری سازه‌های دارای دیوار برشی را فراهم کند؟

### ۱-۴. محدوده تحقیق

با استفاده از تحلیل‌های تئوری موجود در مقالات و نتایج به‌دست آمده از آزمایشات و تحلیل‌های دانشمندان نامبرده در این پایان‌نامه و با بررسی‌های رفتار مربوط به بازشو در دیوار برشی بتنی و با استفاده از نرم افزارهای کاربردی ( sap2000 و seismosignal , perform-3d , Microsoft Office 2013 ) در عمران و طبق نمودارهای مربوطه، نتایج حاصله را تحلیل و گزارش می‌نماییم.

روش گردآوری اطلاعات، از طریق وب‌سایت‌های علمی تحقیقاتی و منابع مرجع کتابخانه‌ای (اینترنت، کتاب، مقالات). می‌باشد.

## ۱-۵. برجستگی تحقیق

تعبیه بازشوها در دیوارهای برشی باعث گردید که عملکرد و رفتار واقعی این دیوارها مورد توجه مهندسان و طراحان قرار گیرد. از طرفی به دلیل پیچیدگی‌های تحلیل غیرخطی دینامیکی، که مبین رفتار واقعی سازه‌ها در مواجهه با زلزله است و در مقابل سادگی تحلیل‌های خطی، سبب شد تا طراحان با استفاده از روش‌های خطی موجود، تحلیل و طراحی سازه‌ها را انجام دهند، اما در این تحقیق، از تحلیل غیرخطی (تاریخچه‌زمانی) استفاده شده است.

در گذشته تاکنون محققان زیادی به تحقیق در زمینه دیوار برشی پرداخته‌اند، اما آنچه که در این تحقیق بررسی شده است، وجود بازشو در دیوار برشی و تاثیر آن بر شکل‌پذیری و سطح عملکرد دیوار و همچنین پیش‌بینی تغییر مکان بام و بیشینه تغییر مکان نسبی طبقات در دیوار برشی دارای بازشوهای مختلف در هنگام وقوع زلزله است.

در این تحقیق به دنبال آن هستیم که با تغییرات لازم ابعاد و مکان بازشوها، در طی زلزله‌های متفاوت، به بهترین نتایج شکل‌پذیری دیوارهای برشی در سازه‌های بتنی برسیم.

## ۱-۶. سازماندهی پایان‌نامه

این پایان‌نامه مشتمل بر پنج فصل است:

- ۱- فصل اول: در این فصل به معرفی موضوع و همچنین مسئله تحقیق و هدف از انجام این تحقیق می‌پردازیم.
- ۲- فصل دوم: (ادبیات مروری)، در این فصل به تحقیقاتی که در مورد دیوارهای برشی بتنی دارای بازشو و فاقد بازشو، انجام گرفته است می‌پردازیم. و همچنین نحوه کلی کار و مصالح مورد استفاده، نمودارها، جداول، شکلها و فرمولها، و مباحث و کارهایی که تا به حال در این زمینه صورت گرفته است، ارائه می‌شود. همچنین در این فصل نگاهی نقادانه در مورد کارهای صورت گرفته، و همچنین نکات ضعف و قوت آنها ارائه می‌گردد.
- ۳- فصل سوم: مواد و روش انجام تحقیق: در این فصل به مدل‌سازی سازه ۱۵ طبقه، توسط نرم افزار (sap2000) در شهر کرمان و تحت اثر هفت زوج شتاب نگاشت بم، گلاباف، زرنده، طبس، کوبه، نورتریج و چی چی می‌پردازیم، و با تغییر در ابعاد بازشو و تغییر در مکان بازشو، مدل‌های مختلفی را ارائه می‌دهیم، که در نهایت در فصل چهارم به نتایج واقع بینانه‌ای دست یابیم.
- ۴- فصل چهارم: بررسی نتایج و بحث در مورد آنها: در این فصل مدل‌های ساخته شده توسط نرم افزار (sap2000) را به نرم افزار (perform-3d) معرفی می‌کنیم و تحلیل می‌نماییم، در نهایت به نتایجی از جمله تاثیر بازشوها بر شکل‌پذیری دیوار برشی، محل مناسب برای تعبیه بازشو و همچنین ابعاد مناسب برای بازشوها، دست می‌یابیم.
- ۵- جمع‌بندی و پیشنهادات: در این فصل، با جمع‌بندی نتایج حاصل از فصل چهارم، نسبت به تعبیه بازشوها و محل بازشوها و ابعاد بازشوها، نتایجی کامل ارائه می‌گردد. و در نهایت برای کسانی که قصد ادامه کار در این زمینه تحقیق را دارند پیشنهاداتی کلی و جزئی ارائه می‌شود.