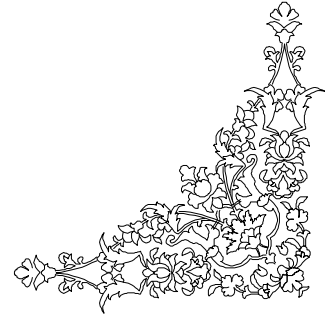


تقدیم بہ:

# جان باحتمکان زلزلہ بم

محمد رضا تابش پور





## دانشنامه‌ی زلزله، چرا و چگونه؟

هر جلد از دانشنامه‌ی زلزله ترکیب چند دستنامه‌ی مهندسی زلزله شامل یک موضوع است.

... در کشور ایران، ضرورت وجود مجموعه‌ی مدوئی از کتاب‌های مهندسی زلزله و طراحی ساختمان‌های مقاوم، برکسی پوشیده نیست. آموزش مبتنی بر سرفصل‌های مناسب در دانشگاه‌ها و مراکز آموزشی، ارتقاء دانش و تجربه‌ی مهندسان، تعریف و طرح مسائل پژوهشی مورد نیاز در این زمینه، مستلزم وجود کتاب‌هایی است که علاوه بر کیفیت علمی، با نیازهای بومی، انطباق کاملی داشته باشد. در راستای رسیدن به هدف بزرگ جامعه‌ی ایمن که لازمه‌ی حیات پایدار بشری برای سیر تکامل است، طی تلاشی مستمر در بیش از یک و نیم دهه، دوره‌ی «دستنامه‌ی مهندسی زلزله»، تدوین شده و در حال تکامل است. ...

... از همان ابتدای تحصیل در رشته‌ی عمران در دانشگاه صنعتی شریف (سال ۱۳۷۳) برنامه‌ای جدی برای کار علمی داشتیم، ولی برایم روشن نبود که دقیقاً قرار است چه کاری انجام دهم. ... به‌علت آنکه در سال ۱۳۷۶ برنامه‌ای را که در سال ۷۳ برایم مبهم بود، تقریباً روشن شده بود و تصمیم خود را گرفته بودم که روی مباحث زلزله کار کنم، مطالعه‌ی کتب مرتبط با مهندسی زلزله و مقالاتی در این زمینه را به‌طور جدی در برنامه‌ی خود گذاشتم. به‌طور مرتب برخی از ایام هفته را صبح تا عصر در کتابخانه‌ی دانشگاه صرف ورق زدن مقالات مربوطه می‌کردم. چون آن موقع نیز مثل الان اطلاعاتم بسیار اندک بود، خیلی کم از مطالب مقالات سر در می‌آوردم ولی تقریباً افق دوردست را برای خودم ترسیم کرده بودم. به‌علت آنکه تصمیم قطعی خود را گرفته بودم که در موضوعات مرتبط با ارتعاشات و کاربرد آن در مهندسی زلزله و یا سازه‌های دریایی کار کنم، در گرایش کارشناسی ارشد، مهندسی زلزله را در دانشگاه صنعتی شریف ادامه دادم، البته اگر گرایش سازه‌های دریایی در این دانشگاه وجود می‌داشت آن را انتخاب می‌کردم. در همان سال به‌طور همزمان در کنکور کارشناسی ارشد مهندسی سیستم‌های اقتصادی اجتماعی نیز شرکت کردم (آن موقع‌ها دوره‌ی کارشناسی ارشد مهندسی سیستم‌های اقتصادی اجتماعی به‌طور مستقل برگزار می‌شد) و با رتبه‌ی یک رقمی شروع کردم. ولی خیلی زود فهمیدم که این راه با ظاهرش متفاوت بوده و همان گرایش مهندسی زلزله را ادامه دادم. علاوه بر کار روی این رشته، تقریباً تمامی دروس مرتبط با گرایش کارشناسی ارشد سازه و مکانیک جامدات را در دانشکده‌های عمران و مکانیک گذراندم. ... در دوره‌ی کارشناسی ارشد، افق برنامه‌ای که در سال ۷۳ برایم مبهم بود، بسیار روشن‌تر شده بود. می‌دانستم که قرار است مثلاً حدود ۱۰ تا ۱۵ سال و مثلاً روزی میانگین ۸ ساعت به مباحث کاربردی ارتعاشات در مهندسی (به‌ویژه مهندسی زلزله و سازه‌های دریایی) پردازم و حاصل آن‌را در قالب چندین کتاب با یک عنوان کلی و مشترک منتشر کنم. اصلاً امتحانات دروس برایم اهمیتی نداشت، با این وجود در سال ۱۳۷۷ جزء فارغ‌التحصیلان ممتاز کارشناسی در دانشکده عمران بودم و هرچند در سال ۱۳۷۹ در بین فارغ‌التحصیلان، رتبه‌ی اول شدم، ولی تمام سوگیری کارهایم برای هدف مشخصی بود. مطالبی که در سال چهارم کارشناسی و دو سال کارشناسی ارشد در این خصوص گردآوری کرده بودم حدود ۱۰۰۰ صفحه بود که به مهندسی زلزله، طراحی لرزه‌ای، سازه‌های بنایی و ارتعاشات مربوط می‌شد. حدود ۶۰۰ صفحه مسائل و مطالبی بود که ترجمه به‌شمار نمی‌آمد، بلکه نگرشی شاید جدید و دسته‌بندی نوینی در ترکیب‌بندی مطالب بود. تصمیم گرفتم آنها را در قالب مثلاً ۳ کتاب منتشر کنم و کارهای مقدماتی آنها را هم در سال ۱۳۷۷ تا ۱۳۷۹ انجام دادم. بعد از چندبار بررسی، منصرف شدم ولی هر روز به آنها مطالبی اضافه می‌کردم. تا آن زمان حدود ۷۵۰ جلد

کتاب مرتبط با دروس مختلف دانشگاهی به زبان های فارسی و انگلیسی را تهیه کرده بودم. البته همه‌ی صفحات تمام کتابها را نمی‌خواندم. مثلاً در یک کتاب فقط به یک مثال که جای دیگر تکرار نشده بود پرداختم و بقیه‌اش را فقط ورق زدم. در چند زمینه مرتبط با مهندسی زلزله مقالات متعددی را تهیه کردم. از سال ۱۳۷۶ تا ۱۳۷۹ مجموعه‌ی خوبی از مقالات مورد علاقه که در مجلات و کنفرانس‌های کتابخانه‌ی دانشگاه بود تدوین کردم، حدود ۲۰۰ مقاله بود. برخی را دقیق می‌خواندم، برخی را هم در حد چنددقیقه فقط تماشا می‌کردم. به هر حال به علت توسعه نیافتن اینترنت این کار بسیار سخت و وقت‌گیر بود. کتب موجود در اکثر کتابخانه‌های دانشگاه شریف را که به‌نحوی با ریاضی، ارتعاشات و زلزله مرتبط بود نگاه کردم. در سال ۷۹ که دکترا را در دانشکده‌ی عمران دانشگاه صنعتی شریف شروع کردم، افق هدفم برایم نسبتاً روشن‌تر شده بود. چند درس که در دانشکده در زمینه‌ی سازه و زلزله ارائه می‌شد را گذراندم و پیشنهاد پایان‌نامه را در سال اول تدوین کردم، زیرا یک سابقه‌ی ۳ ساله را با حوصله و جدیت پشت سر گذاشته بودم. به‌علت تشابه مفاهیم و مبانی موجود در مهندسی زلزله و سازه‌های دریایی در زمینه‌ی بارگذاری بارهای باد، زلزله و موج و مفاهیم مشترک نظیر طیف در هر دو و اشتراک‌هایی در مباحث مکانیک سازه و ارتعاشات در دوره‌ی ارشد و اوایل دکترا چند کلاس مرتبط با این رشته را هم می‌رفتم. به‌علت این پیش‌زمینه و اهمیت مباحث رژیم حقوقی دریای خزر در سال ۱۳۸۰، به مباحث سازه دریایی برای آبهای عمیق پرداختم، با توجه به پیش‌زمینه‌ای که در مکانیک سازه و ارتعاشات داشتم، کافی بود دروسی در زمینه‌ی تئوری موج، هیدرودینامیک و سازه‌های دریایی بگذرانم. این‌گونه دروس را در دانشکده‌های مکانیک و عمران گذراندم البته تنوع دروس واقعاً اندک بود. در تمام لحظات سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۶ که به پایان‌نامه‌ی خود در مورد سازه‌های دریایی مشغول بودم، در زمینه‌ی مهندسی زلزله هم مطالعه می‌کردم و مطلب می‌نوشتیم و درگیر پایان‌نامه‌های مرتبط با مهندسی زلزله‌ی چند نفر از دانشجویان کارشناسی ارشد در دانشکده عمران دانشگاه صنعتی شریف شدم. در سال ۱۳۸۵ بیش از ۳۰۰۰ صفحه مطلب آماده‌ی چاپ داشتم. برنامه تفسیر استاندارد ۲۸۰۰ را داشتم به‌صورت مصور و پر مثال. چندماه زودتر از برنامه خودم، هنگامی که پیشنهاد تهیه‌ی تفسیر استاندارد ۲۸۰۰ به اینجانب داده شد، برنامه‌ی قبلی خود را اندکی تغییر دادم و حدود ۱۲۰۰ صفحه از آن مطالب را در قالب تفسیر و تشریح ۲۸۰۰ چاپ کردم. در سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ بازخوردهای بسیار مثبتی از کتب تفسیر استاندارد ۲۸۰۰ توسط خوانندگان محترم به من منتقل شد و اندک ابهامی هم که در افق برنامه‌ریزی و هدف خود داشتم رفع شد. تصمیم به تکمیل مطالبی گرفتم که تا آن روز گردآوری کرده بودم. تا آن زمان تمام فعالیت‌های آموزشی، پژوهشی، حرفه‌ای و اوقات فراغت خود را در راستای این هدف تنظیم کرده بودم و از سال ۸۶ مصمم‌تر به این کار ادامه دادم. سعی داشتم ترکیب‌بندی مطالب و ساختار کتابها تا حدی نو باشد. هدف این بود که کتابها مورد استفاده‌ی دانشجویان و مهندسان یا هر دو واقع شود. مجدانه مطالعه، تحقیق و نوشتن را ادامه دادم. البته این کار علاوه بر زمان، نیاز به هزینه‌های مالی بسیار زیادی هم داشت. در سال ۱۳۸۸ بیش از ۶۰۰۰ صفحه مطلب تایپ‌شده و ویرایش‌شده و بازخوانی‌شده داشتم. کم کم تصمیم به نشر این مطالب گرفتم. در سال‌های ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ که به نشر آنها پرداختم، همواره در حال تدوین مطالب جدید هم بودم. تعداد زیادی از خوانندگان عزیز تاکنون مرا مورد لطف قرار داده و مراتب رضایت خود را از این سری اعلام کرده‌اند. ولی خوشحالی باطنی بنده مربوط به زمانی است که یک نفر اشکالات و خطاهای موجود در این کتابها را به بنده تذکر دهد... اگر یک دانشجوی علاقه‌مند و بالنگیزه در طول حدود ۱۵ سال تلاش شبانه‌روزی برای رسیدن به یک هدف مشخص به‌طور متوسط روزی ۱۲ ساعت یعنی ماهانه حدود ۳۵۰ ساعت به تلاش علمی بپردازد و تمام کارهای خود را در این مسیر تنظیم کند و در آخر سر حدود ۱۵۰۰۰ صفحه مطلب داشته باشد (ساعت  $3000 = 12 \times 15 \times 35$ )، نشان‌دهنده‌ی استفاده از قسمت اندکی از انرژی و استعدادی است که خداوند در نهاد همه‌ی ما به ودیعه نهاده است. ...

## سخن مؤلف

با توجه به لرزه‌خیزی کشور ایران، وجود منابع علمی مناسب برای ارتقای دانش مهندسان عمران و معماری، یک امر ضروری است. یکی از الزامات مهم در توسعه دانش لازم برای ساخت سازه‌های مقاوم در برابر زلزله، توجه به مسایل مربوط به اثرات مثبت و منفی دیوارهای پرکننده در سازه‌های بتنی و فولادی از نقطه‌نظر آیین‌نامه‌ی ۲۸۰۰ با توجه به مباحث آیین‌نامه‌های طراحی است. می‌توان گفت بر خلاف تمام تلاش‌هایی که توسط محققان انجام شده است، بخش اعظم جامعه مهندسی با مفاهیم مربوط به این بحث آشنایی کافی نداشته و چه بسا طرح‌هایی که بی‌جهت دست بالا بوده و یا اشتباهاً دست پایین می‌باشند. چنین منبعی می‌تواند علاوه بر استفاده‌های آموزشی در دانشگاه، مورد استفاده مهندسان طراح قرار گیرد. به‌منظور انجام وظیفه در راستای این رسالت، اینجانب بر آن شدم تا بر اساس آخرین دستاوردهای مهندسی زلزله و با توجه به تجربیات مربوط به زلزله‌های گذشته کتاب حاضر یعنی هفتمین کتاب از سری «دانشنامه مهندسی زلزله» را به جامعه‌ی مهندسی عمران کشور تقدیم کنم. این کتاب بر اساس دوره «دستنامه‌ی مهندسی زلزله» و از ترکیب شماره‌های ۱۸ تا ۲۱ تهیه شده است.

سرکار خانم سبا سروری در فرآیند تبدیل فایل‌های کتب دستنامه به دانشنامه، صادقانه مساعدت و همکاری کردند. از تلاش مجدانه ایشان تقدیر می‌شود. از همکاری و مساعدت سرکار خانم احتشام‌فر در ویرایش ادبی قسمت‌هایی از کتاب تشکر می‌شود. آماده کردن این اثر، بیش از هر چیز وامدار همراهی و مساعدت صمیمانه خانواده اینجانب بوده و مراتب تشکر فراوان خود را از ایشان اعلام می‌کنم.

فصول زیر از کتاب حاضر در قالب قسمتی از پایان‌نامه‌های برخی از دانشجویان کارشناسی ارشد اینجانب تهیه و منجر به تولید دستنامه ۲۱ شده است. از همکاری ایشان صمیمانه تشکر می‌شود:

خانم افسانه سادات موسوی

فصل ششم: تئوری و فرمول‌بندی تجربی برش

فصل هفتم: مدل‌سازی در نرم‌افزار OpenSees

فصل هفدهم: بررسی شکست ستون کوتاه

فصل سی و پنجم: بهسازی لرزه‌ای سازه‌های دارای دیوار پرکننده

آقای امیر آزاد

فصل دوم: مروری بر مودهای شکست دیوار پرکننده

فصل بیستم: بررسی طبقه نرم

فصل بیست و دوم: بررسی پیچش سازه به دلیل نامنظمی چیدمان دیوار پرکننده

آقای کمیل کریمی

فصل پنجم: دیوار پرکننده‌ی آجری و مدل‌سازی آن در نرم‌افزار SAP 2000

فصل دوازدهم: برهم‌کنش بین قاب و دیوار پرکننده‌ی آجری

فصل بیست و پنجم: تاثیر دیوار پرکننده بر پیوند سازه

از زحمات این عزیزان در همکاری برای تدوین این فصول تشکر می‌شود.  
از مهندسان و صاحب‌نظران محترم صمیمانه تقاضا دارم که اینجانب را مورد منت قرار داده و  
نظرات و پیشنهادات خود را به اینجانب اطلاع دهند، تا مورد نظر قرار گیرد.

محمدرضا تابش‌پور

تهران، ۱۳۹۲

tabeshpour@sharif.edu

## فهرست مطالب

### بخش اول: مودهای شکست ۱

- فصل اول: اثر دیوار پرکنندهی آجری بر رفتار لرزه‌ای سازه‌ها ۳  
فصل دوم: مروری بر مودهای شکست دیوار پرکننده ۵۱

### بخش دوم: تاریخچه و مدل سازی ۷۹

- فصل سوم: تاریخچهی مدل‌سازی دیوار آجری پرکننده و قاب ۸۱  
فصل چهارم: مدل‌سازی دیوار پرکننده در نرم‌افزارهای SAP و ETABS ۱۰۱  
فصل پنجم: دیوار پرکنندهی آجری و مدل‌سازی آن در نرم‌افزار SAP-۲۰۰۰ ۱۴۳  
فصل ششم: تئوری و فرمول‌بندی تجربی برش ۱۶۱  
فصل هفتم: مدل‌سازی در نرم‌افزار OpenSees ۱۹۹

### بخش سوم: برهم‌کنش دیوار و قاب ۲۲۹

- فصل هشتم: ضوابط پیشنهادی FEMA-۳۰۶ ۲۳۱  
فصل نهم: منحنی پوش-اور دندانهای در ارزیابی عملکرد لرزه‌ای سازه‌های بتنی دارای دیوار پرکنندهی آجری (ساختمان بیمارستان ساتاماریا) ۲۴۷  
فصل دهم: اثر بازشو بر سختی قاب‌های دارای دیوار پرکنندهی آجری ۲۷۳  
فصل یازدهم: بررسی تأثیر دیوار پرکنندهی آجری به روش تحلیل دینامیکی غیرخطی ۲۸۳  
فصل دوازدهم: برهم‌کنش بین قاب و دیوار پرکنندهی آجری ۳۰۵

### بخش چهارم: ستون کوتاه ۳۵۷

- فصل سیزدهم: بررسی شکست ستون کوتاه و راه‌های جلوگیری از آن ۳۵۹  
فصل چهاردهم: نکات تکمیلی بند (۱-۵-۷) آیین‌نامهی ۲۸۰۰ ۳۷۹  
فصل پانزدهم: رفتار ستون‌های کوتاه تحت تغییرشکل برشی سیکلی ۳۹۳  
فصل شانزدهم: آزمایش پوش-اور (استاتیکی جانی) در محل بر روی مدرسه (تابوان) ۴۱۵  
فصل هفدهم: بررسی شکست ستون کوتاه ۴۳۱

### بخش پنجم: طبقه نرم ۴۸۱

فصل هجدهم: بررسی تحلیلی طبقه‌ی نرم ۴۸۳

فصل نوزدهم: افزایش بار طراحی در ستون‌های خاص (بند ۲-۱۰ آیین‌نامه‌ی ۲۸۰۰) ۴۹۵

فصل بیستم: بررسی طبقه نرم ۵۰۹

### بخش ششم: پیچش ۵۲۹

فصل بیست و یکم: تحلیل غیرخطی ساختمان سه‌بعدی دارای دیوار پرکننده‌ی آجری

(نامنظمی در ارتفاع و پلان) ۵۳۱

فصل بیست و دوم: بررسی پیچش سازه به دلیل نامنظمی چیدکان دیوار پرکننده ۵۴۱

### بخش هفتم: پریود ۵۷۳

فصل بیست و سوم: پریود طبیعی سازه‌های موجود ۵۷۵

فصل بیست و چهارم: اثر دیوار پرکننده‌ی آجری بر پریود ارتعاشی سازه ۵۸۹

فصل بیست و پنجم: تاثیر دیوار پرکننده بر پریود سازه ۶۰۱

### بخش هشتم: رفتار دیوار ۶۳۳

فصل بیست و ششم: رفتار درون‌صفحه‌ای دیوار پرکننده‌ی آجری ۶۳۵

فصل بیست و هفتم: رفتار برون‌صفحه‌ای دیوار پرکننده‌ی آجری: مدل ساده و کنش قوسی ۶۵۹

### بخش نهم: مباحث آیین‌نامه‌ای ۶۸۱

فصل بیست و هشتم: آیین‌نامه‌ی نیوزیلند: قاب خمشی دارای دیوار پرکننده‌ی آجری ۶۸۳

فصل بیست و نهم: بررسی تطبیقی آیین‌نامه‌های مختلف دنیا در مورد اثر دیوار پرکننده‌ی آجری ۶۹۷

فصل سی‌ام: ملاحظات آیین‌نامه‌ای مربوط به اثر دیوار پرکننده‌ی آجری ۷۱۷

فصل سی و یکم: اثر دیوار پرکننده‌ی آجری بر تحلیل دینامیکی طیفی در آیین‌نامه‌ی ۲۸۰۰ ۷۴۳



### بخش دهم: بهسازی ۷۵۳

فصل سی و دوم: ضوابط آیین‌نامه‌ای (نشریه‌ی ۳۶۰) برای بهسازی لرزه‌ای سازه‌ها با اثر

دیوار پرکننده‌ی آجری ۷۵۵

فصل سی و سوم: مثال محاسباتی بهسازی لرزه‌ای قاب خمشی بتنی دارای دیوار

پرکننده‌ی آجری ۷۷۱

فصل سی و چهارم: بهسازی لرزه‌ای دیوار پرکننده و قاب آن ۸۴۱

فصل سی و پنجم: بهسازی لرزه‌ای سازه‌های دارای دیوار پرکننده ۸۵۳

### بخش یازدهم: ملاحظات معماری و جزئیات اجرایی دیوار ۹۰۱

فصل سی‌وششم: ملاحظات معماری و جزئیات اجرایی دیوارها ۹۰۳

### بخش دوازدهم: پیوستها ۹۴۳

پیوست اول: قاب‌های خرپایی پرشده با مصالح بنایی محلی در روستاها ۹۴۶

واژه نامه انگلیسی فارسی ۹۶۱

واژه نامه فارسی انگلیسی ۹۶۹

## فهرست مطالب

### بخش اول: مودهای شکست ۱

- فصل اول: اثر دیوار پرکنندهی آجری بر رفتار لرزه‌ای سازه‌ها ۳
- ۱.۱ مقدمه ۵
  - ۱.۲ مدل سازه‌ای دیوار پرکنندهی آجری ۶
  - ۳.۱ اندرکنش بین قاب و دیوار پرکنندهی آجری ۸
  - ۴.۱ دیوار بنایی محصور شده (دارای کلاف) ۱۲
  - ۵.۱ شکست طبقه‌ی نرم (یا ضعیف) ۱۴
  - ۶.۱ شکست پیچشی ۲۶
  - ۷.۱ تأثیر دیوار پرکنندهی آجری در سازه‌های فولادی دارای بادبند ۲۹
  - ۸.۱ دیوار پرکنندهی دارای بازشو ۳۴
  - ۹.۱ شکست ستون کوتاه ۳۵
  - ۱۰.۱ جلوگیری از تقابل دیوار با قاب ۴۹
  - منابع ۵۰

### فصل دوم: مروری بر مودهای شکست دیوار پرکننده ۵۱

- ۱.۲ مقدمه ۵۳
- ۲.۲ رفتار دیوار پرکننده ۵۴
- ۱.۲.۲ گسیختگی به دلیل کشش قطری ۵۴
- ۲.۲.۲ گسیختگی فشاری ۵۴
- ۱.۲.۲.۲ خرد شدگی گوشه‌های تحت بارگذاری ۵۴
- ۲.۲.۲.۲ گسیختگی فشاری دستک قطری ۵۵
- ۳.۲ تاریخچه‌ی مدل‌سازی دیوار پرکنندهی آجری ۵۶
- ۴.۲ شکست طبقه‌ی نرم (نامنظمی در ارتفاع) ۵۸
- ۱.۴.۲ تاریخچه‌ی ادبیات ۵۸

- ۶۰ ۲.۴.۲ مباحث مفهومی
- ۵.۲ ۵.۲ پیش (نامنظمی در پلان) ۶۳
- ۱.۵.۲ مرور مقالات ۶۳
- ۲.۵.۲ مباحث مفهومی ۶۴
- ۶.۲ ستون کوتاه (سازه‌های بتنی) ۶۴
- ۱.۶.۲ مرور مقالات ۶۵
- ۲.۶.۲ مباحث مفهومی ۶۶
- ۱.۲.۶.۲ ستون کوتاه موضعی ۶۶
- ۱.۱.۲.۶.۲ گسیختگی خمشی ۶۶
- ۲.۱.۲.۶.۲ گسیختگی برشی ۶۸
- ۲.۲.۶.۲ ستون کوتاه کلی (طبقه‌ی بسیار سخت غیرشکل پذیر) ۷۲
- ۷.۲ برهم‌کنش (سازه‌های بتنی دارای دیوار پرکننده) ۷۳
- ۱.۷.۲ مرور مقالات ۷۳
- منابع ۷۷

## بخش دوم: تاریخچه و مدل سازی ۷۹

- فصل سوم: تاریخچه‌ی مدل‌سازی دیوار آجری پرکننده و قاب ۸۱
- ۱.۳ مقدمه ۸۳
- ۲.۳ مدل‌های پایه‌ای (میکرو) ۸۴
- ۱.۲.۳ تحقیقات مالیک و سورن (Mallick and Severn , 1967) ۸۴
- ۲.۲.۳ تحقیقات گودمن و همکاران (Goodman et al , 1968) ۸۵
- ۳.۲.۳ تحقیقات مالیک و گارگ ( Mallick and Garg , 1971 ) ۸۵
- ۴.۲.۳ کاست و همکاران ( Kost et all , 1974 ) ۸۵
- ۵.۲.۳ کینگ و پاندی (King and Pandey , 1978) ۸۶
- ۶.۲.۳ تحقیقات لیاو و کوان (Liau and Kwan , 1984) ۸۸
- ۷.۲.۳ تحقیقات ریورو و والکر (Rivero and Walker , 1984) ۸۹
- ۸.۲.۳ تحقیقات شینگ و همکاران (Shing et al. , 1992) ۹۰
- ۳.۳ مدل‌های ساده (ماکرو) ۹۲
- ۴.۳ مدول یانگ مصالح بنایی ۹۶
- منابع ۹۹

## فصل چهارم : مدل سازی دیوار پرکننده در نرم افزارهای SAP و ETABS ۱۰۱

۱.۴ مقدمه ۱۰۳

۲.۴ بررسی چند مدل با استفاده از SAP-2000 ۱۰۴

۱.۲.۴ قاب یک طبقه‌ی یک دهانه ۱۰۷

۲.۲.۴ قاب یک طبقه‌ی دودخانه ۱۲۲

۳.۲.۴ قاب ۳ طبقه‌ی دودخانه ۱۲۹

۴.۲.۴ خلاصه و جمع بندی ۱۴۲

منابع ۱۴۲

## فصل پنجم: دیوار پرکننده‌ی آجری و مدل سازی آن در نرم افزار SAP-۲۰۰۰ ۱۴۳

۱.۵ مقدمه ۱۴۵

۲.۵ مدل های پایه‌ای (میکرو) ۱۴۶

۳.۵ مدل های ساده (ماکرو) ۱۴۶

۴.۵ پارامترهای دستک معادل فشاری ۱۵۴

۵.۵ مدول یانگ مصالح بنایی ۱۵۴

۶.۵ معرفی نرم افزار SAP-۲۰۰۰ و نحوه‌ی مدل سازی در آن ۱۵۶

۱.۶.۵ مدل کردن رفتار غیرخطی اعضا ۱۵۶

۲.۶.۵ مدل سازی مفصل برشی در SAP-۲۰۰۰ ۱۵۷

منابع ۱۶۰

## فصل ششم: تئوری و فرمول بندی تجربی برش ۱۶۱

۱.۶ مقدمه ۱۶۳

۲.۶ شکست عضو بتنی ۱۶۳

۱.۲.۶ شکست خمشی ۱۶۴

۲.۲.۶ شکست قطری کششی ۱۶۴

۳.۲.۶ شکست برشی- فشاری و شکست برشی-کششی ۱۶۴

۳.۶ ظرفیت تغییر شکل ستون های موجود ۱۶۵

۱.۳.۶ مد گسیختگی خمشی ۱۶۵

۲.۳.۶ مد گسیختگی برشی ۱۶۶

۳.۳.۶ مد گسیختگی برشی- خمشی ۱۶۶

- ۴.۶ مدل ظرفیت جابه‌جایی نسبی ۱۶۷
- ۵.۶ مدل گسیختگی محوری ۱۶۸
- ۱.۵.۶ مدل اصطکاک - برش ۱۶۸
- ۱.۱.۵.۶ زاویه‌ی ترک بحرانی ۱۷۰
- ۲.۱.۵.۶ جابه‌جایی نسبی گسیختگی محوری ۱۷۱
- ۶.۶ بررسی مقاومت برشی در آئین‌نامه‌های مختلف ۱۷۱
- ۷.۶ قوانین طراحی اعضا ۱۸۳
- ۱.۷.۶ مصالح ۱۸۵
- ۱.۱.۷.۶ بتن محصورنشده ۱۸۵
- ۲.۱.۷.۶ بتن محصور شده ۱۸۷
- منابع ۱۹۴

#### ۱۹۹ فصل هفتم: مدل‌سازی در نرم‌افزار OpenSees

- ۱.۷ مقدمه ۲۰۱
- ۲.۷ OpenSees چیست؟ ۲۰۲
- ۳.۷ محاسن برنامه ۲۰۵
- ۴.۷ دانلود OpenSees ۲۰۶
- ۵.۷ اجرای OpenSees ۲۰۶
- ۶.۷ روش نوشتن ۲۰۶
- ۷.۷ برنامه‌ی Tcleditor ۲۰۷
- ۸.۷ مفسر OpenSees ۲۰۷
- ۹.۷ تعریف واحدها ۲۰۸
- ۱۰.۷ تولید دستورات MATLAB ۲۰۸
- ۱۱.۷ تعریف روند Tcl ۲۰۹
- ۱۲.۷ خواندن فایل‌های خارجی ۲۰۹
- ۱۳.۷ ساخت مدل Model-Building ۲۱۰
- ۱.۱۳.۷ انواع مدل‌های مصالح تک محوره ۲۱۰
- ۲.۱۳.۷ انواع مدل‌های مقاطع ۲۱۰
- ۳.۱۳.۷ انواع المان (اعضاء) ۲۱۱
- ۱۴.۷ فرضیات مدل‌سازی در OpenSees ۲۱۱
- ۱.۱۴.۷ تعریف المان‌های سازه‌ای ۲۱۱
- ۱۵.۷ uniaxial material ۲۱۴

- ۲۱۴ مصالح هیسترتیک ۱.۱۵.۷
- ۲۱۶ ماده‌ی حالت حدی ۲.۱۵.۷
- ۱۶.۷ منحنی‌های حدی ۲۱۸
- ۱.۱۶.۷ منحنی حدی برش ۲۱۸
- ۲.۱۶.۷ منحنی حدی نیروی محوری ۲۱۹
- ۳.۱۶.۷ مدل سازی ستون در OpenSees ۲۲۱
- ۴.۱۶.۷ فنر برشی ۲۲۲
- ۵.۱۶.۷ فنر محوری ۲۲۳
- منابع ۲۲۷

## بخش سوم: برهم کنش دیوار و قاب ۲۲۹

### فصل هشتم: ضوابط پیشنهادی FEMA-۳۰۶ ۲۳۱

- ۱.۸ مقدمه ۲۳۳
- ۲.۸ اعضای قاب فولادی ۲۳۳
- ۱.۲.۸ اعضای خمشی ۲۳۳
- ۲.۲.۸ اعضای برشی ۲۳۳
- ۳.۲.۸ اتصالات ۲۳۴
- ۳.۸ اعضای قاب بتنی ۲۳۴
- ۱.۳.۸ اعضای خمشی ۲۳۴
- ۲.۳.۸ اعضای برشی ۲۳۴
- ۳.۳.۸ اتصالات ۲۳۷
- ۴.۳.۸ لغزش چسبندگی اتصال وصله‌های پوششی ۲۳۹
- ۴.۸ اجزای قاب پر شده ۲۳۹
- ۵.۸ مروری بر ضوابط FEMA-۳۰۶ ۲۴۴
- منابع ۲۴۶

فصل نهم: منحنی پوش - اور دندانهای در ارزیابی عملکرد لرزه‌ای سازه‌های بتنی دارای دیوار

### پرکننده‌ی آجری (ساختمان بیمارستان ساتاماریا) ۲۴۷

- ۱.۹ مقدمه ۲۴۹
- ۲.۹ معرفی ساختمان بیمارستان ۲۵۰

۳.۹	تحلیل مقدماتی بیمارستان سانتاماریا	۲۵۱
۱.۳.۹	خصوصیات سازه	۲۵۱
۲.۳.۹	داده‌های طراحی	۲۵۱
۳.۳.۹	آزمایش ارتعاش محیطی	۲۵۲
۴.۹	مدل بلوک ۲۲	۲۵۴
۱.۴.۹	مدل خطی اولیه	۲۵۴
۲.۴.۹	مدل غیرخطی	۲۵۶
۵.۹	تحلیل پوش-اور	۲۵۸
	منابع	۲۷۱

#### فصل دهم: اثر بازشو بر سختی قاب‌های دارای دیوار پرکننده‌ی آجری ۲۷۳

۱.۱.۰	مقدمه	۲۷۵
۲.۱.۰	نامنظمی چیدمان دیوار در ارتفاع	۲۷۹
	منابع	۲۸۲

#### فصل یازدهم: بررسی تأثیر دیوار پرکننده‌ی آجری به روش تحلیل دینامیکی غیرخطی ۲۸۳

۱.۱.۱	مقدمه	۲۸۵
۲.۱.۱	دیوارهای پرکننده‌ی آجری	۲۸۶
۳.۱.۱	مدل چرخه‌ای هموار	۲۹۰
۴.۱.۱	مثال اول	۲۹۱
۵.۱.۱	مثال دوم	۲۹۵
۶.۱.۱	خلاصه و جمع بندی	۳۰۳
	منابع	۳۰۳

#### فصل دوازدهم: برهم کنش بین قاب و دیوار پرکننده‌ی آجری ۳۰۵

۱.۱.۲	مقدمه	۳۰۷
۲.۱.۲	تعیین سهم قاب و دیوار از بار جانبی	۳۱۱
۳.۱.۲	مدل‌های مورد بررسی	۳۱۶
۱.۳.۱۲	نتایج نرم‌افزار SAP-۲۰۰۰	۳۱۷

- ۱.۱.۳.۱۲ قاب خالی ۳۱۷
- ۲.۱.۳.۱۲ دیوار پرکننده‌ی ۲۳ سانتی‌متری ۳۱۸
- ۳.۱.۳.۱۲ دیوار پرکننده‌ی ۱۷ سانتی‌متری ۳۱۹
- ۴.۱.۳.۱۲ مقایسه‌ی مدل رفتار دیوار ۲۳ سانتی‌متری و ۱۷ سانتی‌متری ۳۲۰
- ۵.۱.۳.۱۲ مقایسه‌ی چیدمان مختلف دیوار پرکننده‌ی ۱۷ سانتی‌متری ۳۲۰
- ۲.۳.۱۲ نتایج نرم‌افزار OpenSees ۳۲۱
- ۱.۲.۳.۱۲ دیوار پرکننده‌ی ۱۷ سانتی‌متری ۳۲۱
- منابع ۳۵۵

### بخش چهارم: ستون کوتاه ۳۵۷

- فصل سیزدهم: بررسی شکست ستون کوتاه و راه‌های جلوگیری از آن ۳۵۹
- ۱.۱۳ مقدمه ۳۶۱
- ۲.۱۳ ستون کوتاه ۳۶۱
- ۳.۱۳ شکست برشی فولاد ۳۶۳
- ۴.۱۳ مباحث تحلیلی ۳۶۵
- ۱.۴.۱۳ طیف پاسخ ۳۶۵
- ۲.۴.۱۳ بررسی تغییرات سختی ۳۶۶
- ۳.۴.۱۳ نسبت خمش و برش در ستون کوتاه ۳۶۷
- ۴.۴.۱۳ انواع ستون کوتاه ۳۶۸
- ۵.۴.۱۳ بررسی مکانیزم شکست خمشی و برشی ۳۶۹
- ۵.۱۳ اثر غیر مستقیم خاموت عرضی در پدیده‌ی ستون کوتاه ۳۷۲
- ۶.۱۳ تحلیل عددی شکست ستون کوتاه ۳۷۳
- ۷.۱۳ راه‌های جلوگیری از شکست ستون کوتاه ۳۷۴
- ۸.۱۳ بررسی آیین‌نامه‌ها ۳۷۷
- ۱.۸.۱۳ آیین‌نامه‌ی هند ۳۷۷
- ۲.۸.۱۳ آیین‌نامه‌ی ترکیه ۳۷۷
- فصل چهاردهم: نکات تکمیلی بند (۱-۵-۷) آیین‌نامه‌ی ۲۸۰۰ ۳۷۹
- ۱.۱۴ مقدمه ۳۸۱
- ۲.۱۴ ستون کوتاه در قاب دو بعدی ۳۸۱



فصل پانزدهم: رفتار ستون‌های کوتاه تحت تغییرشکل برشی سیکلی ۳۹۳

- ۱.۱۵ مقدمه ۳۹۵
- ۲.۱۵ نمونه‌های آزمایش ۳۹۵
- ۳.۱۵ مود شکست ۳۹۷
- ۴.۱۵ اندازه‌گیری کرنش در خاموت‌ها ۴۰۲
- ۵.۱۵ توزیع کرنش فشاری در راستای قطر در بتن قبل از ترک‌خوردگی ۴۰۴
- ۶.۱۵ رفتار کلی نمونه‌ها ۴۰۸
- ۷.۱۵ مدل‌سازی ستون‌های کوتاه ۴۱۲
- منابع ۴۱۳

فصل شانزدهم: آزمایش پوش-اور (استاتیکی جانی) در محل بر روی مدرسه (تایوان) ۴۱۵

- ۱.۱۶ مقدمه ۴۱۷
- ۲.۱۶ تشریح آزمایش ۴۱۸
- ۳.۱۶ آزمایش پوش-اور ۴۲۰
- ۱.۳.۱۶ تشریح آزمایش ۴۲۰
- ۲.۳.۱۶ نتایج آزمایش ۴۲۴
- ۴.۱۶ آزمایش بار قائم ۴۲۶
- ۱.۴.۱۶ تشریح آزمایش ۴۲۶
- ۲.۴.۱۶ نتایج آزمایش ۴۲۶
- ۵.۱۶ مقایسه‌ی نتایج آزمایش با مقادیر تحلیلی ۴۲۷
- ۶.۱۶ نتیجه‌گیری و جمع‌بندی ۴۲۹
- منابع ۴۲۹

فصل هفدهم: بررسی شکست ستون کوتاه ۴۳۱

- ۱.۱۷ مقدمه ۴۳۳
- ۲.۱۷ ستون کوتاه ۴۳۳
- ۱.۲.۱۷ ستون کوتاه موضعی ۴۳۷

- ۴۳۸ ۱.۱.۲.۱۷ گسیختگی خمشی
- ۴۳۸ ۲.۱.۲.۱۷ گسیختگی برشی
- ۴۳۸ ۲.۲.۱۷ ستون کوتاه کلی
- ۴۴۱ ۳.۲.۱۷ بررسی تغییرات سختی
- ۴۴۲ ۴.۲.۱۷ نسبت خمش و برش در ستون کوتاه
- ۴۴۳ ۳.۱۷ اثر اجزای دیوار پرکننده بر اعضای قاب
- ۴۴۳ ۱.۳.۱۷ نیاز برشی اعضای دیوار پرکننده
- ۴.۱۷ ۴۴۴ مدل‌های ظرفیت
- ۴.۴.۱۷ ۴۴۶ ظرفیت محوری
- ۴.۴.۱۷ ۴۴۶ ظرفیت خمشی
- ۴.۴.۱۷ ۴۴۷ ظرفیت برشی
- ۵.۱۷ ۴۴۸ پاسخ الاستیک ستون بتن مسلح
- ۴.۴.۱۷ ۴۴۸ تغییر شکل خمشی ( $\Delta_{fl}$ )
- ۴.۴.۱۷ ۴۴۸ لغزش آرماتورها ( $\Delta_{sl}$ )
- ۴.۴.۱۷ ۴۴۹ تغییر شکل برشی ( $\Delta_{sh}$ )
- ۶.۱۷ ۴۴۹ پاسخ غیر الاستیک ستون بتن مسلح
- ۱.۶.۱۷ ۴۵۰ انحنای خمشی
- ۲.۶.۱۷ ۴۵۰ ظرفیت جابه‌جایی نسبی برشی
- ۳.۶.۱۷ ۴۵۰ ظرفیت محوری
- ۷.۱۷ ۴۵۱ مدل‌سازی
- ۱.۷.۱۷ ۴۵۱ پارامترهای دیوار پرکننده
- ۲.۷.۱۷ ۴۵۲ سازه‌های مورد مطالعه
- ۱.۲.۷.۱۷ ۴۵۴ نتایج نرم‌افزار SAP2000
- ۱.۱.۲.۷.۱۷ ۴۵۴ قاب ۳ طبقه ۳ دهانه
- ۲.۲.۷.۱۷ ۴۵۷ نتایج نرم‌افزار OpenSees
- ۱.۲.۲.۷.۱۷ ۴۵۷ قاب ۳ طبقه ۳ دهانه
- ۸.۱۷ ۴۵۸ جمع‌بندی و نتیجه‌گیری
- ۴۷۸ منابع

### بخش پنجم: طبقه نرم ۴۸۱

۴۸۳ فصل هجدهم: بررسی تحلیلی طبقه‌ی نرم

۴۸۵ ۱.۱۸ مقدمه

۲.۱۸ مدل‌سازی و تحلیل ۴۸۵

منابع ۴۹۲

فصل نوزدهم: افزایش بار طراحی در ستون‌های خاص (بند ۲-۱۰ آیین‌نامه‌ی ۲۸۰۰) ۴۹۵

۱.۱۹ مقدمه ۴۹۷

۲.۱۹ ضوابط UBC-97 در مورد سیستم‌های باربر جانبی منقطع در ارتفاع ۴۹۷

۳.۱۹ ضوابط IBC-2003 در مورد سیستم‌های باربر جانبی منقطع در ارتفاع ۴۹۹

۴.۱۹ قضاوت مهندسی در طراحی طبقه‌ی نرم ۵۰۶

فصل بیستم: بررسی طبقه نرم ۵۰۹

۱.۲۰ مقدمه ۵۱۱

۲.۲۰ شکست طبقه‌ی نرم (یا ضعیف) ۵۱۱

۳.۲۰ سازه‌ی مورد مطالعه ۵۱۴

۱.۳.۲۰ طراحی سازه‌ی ۳ طبقه با استفاده از نرم‌افزار SAP2000 ۵۱۵

۲.۳.۲۰ نتایج سازه‌ی ۳ طبقه با استفاده از نرم‌افزار OpenSees ۵۱۶

منابع ۵۲۷

بخش ششم: پیچش ۵۲۹

فصل بیست و یکم: تحلیل غیرخطی ساختمان سه‌بعدی دارای دیوار پرکننده‌ی آجری

(نامنظمی در ارتفاع و پلان) ۵۳۱

۱.۲۱ مقدمه ۵۳۳

۲.۲۱ مدل‌سازی ۵۳۳

۳.۲۱ نتایج عددی ۵۳۳

منابع ۵۳۹

فصل بیست و دوم: بررسی پیچش سازه به دلیل نامنظمی چیدمان دیوار پرکننده ۵۴۱

۱.۲۲ مقدمه ۵۴۳

۲.۲۲ آیین‌نامه‌ی لرزه‌ای، استاندارد شماره ۲۸۰۰ (مشابه UBC-97) ۵۴۷

۳.۲۲ مدل‌سازی دیوارهای پرکننده‌ی بنایی ۵۴۹

۴.۲۲ توضیحات میراگر و اصول عملکرد ۵۵۱

۵۲۲ مدل‌سازی میراگر در نرم افزار OpenSees ۵۵۲

۶۰۲۲ مطالعه‌ی عددی ۵۵۳

۷۰۲۲ جمع‌بندی و نتیجه‌گیری ۵۵۸

منابع ۵۷۰

### بخش هفتم: پریود ۵۷۳

فصل بیست و سوم: پریود طبیعی سازه‌های موجود ۵۷۵

۱۰۲۳ مقدمه ۵۷۷

۲۰۲۳ مدل‌سازی و نتایج عددی ۵۷۸

منابع ۵۸۶

فصل بیست و چهارم: اثر دیوار پرکننده‌ی آجری بر پریود ارتعاشی سازه ۵۸۹

۱۰۲۴ مقدمه ۵۹۱

۲۰۲۴ پریودهای اندازه‌گیری شده برای ساختمان‌ها ۵۹۱

۳۰۲۴ عباراتی برای تخمین پریود ساختمان‌ها ۵۹۴

۴۰۲۴ روابط اصلاح شده برای پریود ساختمان ۵۹۶

۵۰۲۴ جمع‌بندی و پیشنهاد ۵۹۹

فصل بیست و پنجم: تاثیر دیوار پرکننده بر پریود سازه ۶۰۱

۱۰۲۵ مقدمه ۶۰۳

۲۰۲۵ بررسی تاثیر دیوار پرکننده‌ی آجری ۶۰۳

۱۰۲۰۲۵ جابه‌جایی نسبی قاب‌های بتنی ۶۰۴

۲۰۲۰۲۵ پریود سازه و روابط تجربی پیشنهادی آئین‌نامه‌ها ۶۰۵

۳۰۲۵ مدل‌های مورد بررسی ۶۰۸

۱۰۳۰۲۵ طراحی سازه‌ها ۶۱۲

۱۰۱۰۳۰۲۵ طراحی سازه‌ی ۳ طبقه ۶۱۲

۲۰۱۰۳۰۲۵ طراحی سازه‌ی ۵ طبقه ۶۱۳

۳۰۱۰۳۰۲۵ طراحی سازه‌ی ۹ طبقه ۶۱۳

۲۰۳۰۲۵ سازه‌ی ۳ طبقه ۶۱۴

۱۰۲۰۳۰۲۵ جابه‌جایی نسبی ۶۱۴

۲۰۲۰۳۰۲۵ پریود سازه ۶۱۴

- ۳.۳.۲۵ نتایج سازه‌ی ۵ طبقه ۶۱۸
  - ۱.۳.۳.۲۵ جابه‌جایی نسبی ۶۱۸
  - ۲.۳.۳.۲۵ پریرود سازه ۶۱۹
  - ۴.۳.۲۵ نتایج سازه‌ی ۹ طبقه ۶۲۱
  - ۱.۴.۳.۲۵ جابه‌جایی نسبی ۶۲۱
  - ۲.۴.۳.۲۵ پریرود سازه ۶۲۲
  - ۴.۲۵ جمع‌بندی و نتیجه‌گیری ۶۲۴
  - ۱.۴.۲۵ ارائه‌ی پیشنهاداتی در راستای اتصال و یا عدم اتصال دیوار به قاب ۶۲۴
  - ۲.۴.۲۵ روابط تجربی پریرود آئین‌نامه‌های مختلف برای سازه‌های مورد بررسی ۶۲۴
- منابع ۶۳۰

### بخش هشتم: رفتار دیوار ۶۳۳

#### فصل بیست و ششم: رفتار درون‌صفحه‌ای دیوار پرکننده‌ی آجری ۶۳۵

- ۱.۲۶ مقدمه ۶۳۷
- ۲.۲۶ پارامترهای مورد نیاز در تحلیل و طراحی دیوار پرکننده ۶۳۷
  - ۱.۲.۲۶ تعیین تنش‌های مجاز ۶۳۷
  - ۲.۲.۲۶ تنش مجاز فشاری ۶۳۷
  - ۳.۲.۲۶ تنش مجاز کششی (ناشی از خمش) ۶۳۸
  - ۴.۲.۲۶ تنش مجاز برشی ۶۳۸
  - ۵.۲.۲۶ مدول الاستیسیته ۶۳۸
- ۳.۲۶ کنترل مقاومت خمشی دیوارها در داخل صفحه ۶۳۹
  - ۱.۳.۲۶ شکست درون‌صفحه‌ای ۶۳۹
    - ۱.۱.۳.۲۶ شکست برشی (قطری) ۶۳۹
    - ۲.۱.۳.۲۶ شکست برشی-لغزشی ۶۳۹
    - ۳.۱.۳.۲۶ شکست خمشی ۶۳۹
- ۴.۲۶ روش کلاسیک طراحی دیوار آجری پرکننده ۶۴۲
  - ۱.۴.۲۶ رفتار برشی ۶۴۳
  - ۲.۴.۲۶ تئوری مان و مولر ۶۴۴
- ۳.۴.۲۶ نیروهای داخلی دیوار پرکننده و قاب ۶۴۶
  - ۱.۳.۴.۲۶ تنش در دیوارهای پرکننده ۶۴۷

۶۴۹ نیروهای قاب ۲.۳.۴.۲۶

۶۵۰ روش طراحی ۴.۴.۲۶

۶۵۰ طراحی دیوار پرکننده ۱.۴.۴.۲۶

۶۵۲ طراحی قاب ۲.۴.۴.۲۶

۶۵۳ تغییر مکان افقی ۳.۴.۴.۲۶

۶۵۳ خلاصه‌ی روش طراحی ۵.۴.۲۶

۶۵۴ طراحی دیوار پرکننده ۱.۵.۴.۲۶

۶۵۴ طراحی قاب ۲.۵.۴.۲۶

۶۵۵ تغییر مکان‌ها ۳.۵.۴.۲۶

۶۵۵ مثال ۶.۴.۲۶

منابع ۶۵۷

فصل بیست و هفتم: رفتار برون‌صفحه‌ای دیوار پرکننده‌ی آجری: مدل ساده و کنش قوسی ۶۵۹

۱.۲۷ مقدمه ۶۶۱

۲.۲۷ کنترل خمش عمود بر صفحه ۶۶۱

۳.۲۷ شکست خارج از صفحه‌ی دیوارهای پرکننده‌ی قاب‌های سازه‌ای ۶۶۱

۱.۳.۲۷ شکست خمشی در راستای قائم ۶۶۱

۲.۳.۲۷ شکست خمشی در راستای افقی ۶۶۲

۴.۲۷ بارگذاری زلزله‌ی برون‌صفحه‌ای دیوار ۶۶۳

۵.۲۷ بارگذاری باد برای شکست خارج از صفحه‌ی دیوار ۶۶۴

۶.۲۷ مدل‌های دوخطی و سه‌خطی برای خمش خارج از صفحه ۶۶۷

۷.۲۷ کنش قوسی (Arching action) ۶۷۱

۱.۷.۲۷ مدل‌سازی کنش قوسی صلب ۶۷۲

۲.۷.۲۷ مکانیزم کنش قوسی دارای گپ ۶۷۶

۳.۷.۲۷ تأثیر کوتاه‌شدگی محوری بر کنش قوسی ۶۷۸

۴.۷.۲۷ تأثیر حرکت تکیه‌گاه‌ها بر کنش قوسی ۶۷۸

۵.۷.۲۷ طراحی ۶۷۸

## بخش نهم: مباحث آیین‌نامه‌ای ۶۸۱

- فصل بیست و هشتم: آیین‌نامه‌ی نیوزیلند: قاب خمشی دارای دیوار پرکننده‌ی آجری ۶۸۳
- ۱.۲۸ مقدمه ۶۸۵
  - ۲.۲۸ پارامترهای پانل دیوار پرکننده ۶۸۶
    - ۱.۲.۲۸ سختی ۶۸۶
    - ۲.۲.۲۸ مقاومت ۶۸۷
    - ۱.۲.۲.۲۸ شکست برشی لغزشی ۶۸۷
    - ۲.۲.۲.۲۸ شکست فشاری ۶۸۹
    - ۳.۲.۲.۲۸ شکست کششی-قطری پانل دیوار پرکننده ۶۸۹
    - ۴.۲.۲.۲۸ شکست برشی عمومی پانل ۶۸۹
    - ۳.۲.۲۸ ظرفیت‌های تغییر شکل ۶۹۰
    - ۳.۲۸ پانل دیوار پرکننده‌ی دارای باز شو ۶۹۰
    - ۴.۲۸ رفتار خارج از صفحه‌ی پانل دیوار پرکننده ۶۹۱
    - ۵.۲۸ اثر اجزای دیوار پرکننده بر اعضای قاب ۶۹۲
    - ۱.۵.۲۸ نیاز برشی اعضای دیوار پرکننده ۶۹۲
    - ۲.۵.۲۸ ظرفیت برشی اصلاح شده برای اعضای قاب بتن مسلح ۶۹۳
    - ۳.۵.۲۸ طول هم‌پوشانی میلگردها ۶۹۴

- فصل بیست و نهم: بررسی تطبیقی آیین‌نامه‌های مختلف دنیا در مورد اثر دیوار پرکننده‌ی آجری ۶۹۷
- ۱.۲۹ مقدمه ۶۹۹
  - ۲.۲۹ مقایسه‌ی آیین‌نامه‌ی کشورهای مختلف ۷۰۰
  - ۳.۲۹ روش تحلیل ۷۰۲
  - ۴.۲۹ روابط تجربی برای پریرود طبیعی ۷۰۲
  - ۵.۲۹ تعیین سهم قاب و دیوار از بار جانبی ۷۰۷
  - ۶.۲۹ نامنظمی در پلان ۷۰۸
  - ۷.۲۹ نامنظمی در نما (ارتفاع) ۷۰۸
  - ۸.۲۹ ضریب کاهش نیروی طرح (R) ۷۱۱
  - ۹.۲۹ جابه‌جایی نسبی جانبی ۷۱۱
  - ۱۰.۲۹ مقاومت دیوار پرکننده‌ی آجری ۷۱۲

- ۱۱.۲۹ اثر بازشوهای دیوار آجری بر مقاومت ۷۱۴
- ۱۲.۲۹ مقاومت مربوط به شکست خارج از صفحه‌ی پانل دیوار ۷۱۵
- ۱۳.۲۹ سختی دیوار پرکننده ۷۱۵

فصل سی‌ام: ملاحظات آیین‌نامه‌ای مربوط به اثر دیوار پرکننده‌ی آجری ۷۱۷

- ۱.۳۰ مقدمه ۷۱۹
- ۲.۳۰ بند «۱-۵-۳» آیین‌نامه‌ی ۲۸۰۰ ۷۱۹
- ۳.۳۰ بند «۱-۵-۵» آیین‌نامه‌ی ۲۸۰۰ ۷۲۰
- ۴.۳۰ بند «۱-۵-۶» آیین‌نامه‌ی ۲۸۰۰ ۷۲۰
- ۵.۳۰ بند «۱-۵-۷» آیین‌نامه‌ی ۲۸۰۰ ۷۲۱
- ۶.۳۰ بند «۱-۸-۱-۲» آیین‌نامه‌ی ۲۸۰۰: منظم بودن در ارتفاع ۷۲۱
- ۷.۳۰ بند «۲-۱-۴» آیین‌نامه‌ی ۲۸۰۰ ۷۲۲
- ۸.۳۰ بند «۲-۳-۶» آیین‌نامه‌ی ۲۸۰۰: زمان تناوب اصلی نوسان، T ۷۲۳
- ۹.۳۰ بند «۲-۳-۸» آیین‌نامه‌ی ۲۸۰۰: ضریب رفتار ساختمان، R ۷۲۸
- ۱۰.۳۰ بند «۲-۳-۹» آیین‌نامه‌ی ۲۸۰۰: ترکیب سیستم‌ها در ارتفاع ۷۲۸
- ۱۱.۳۰ بند «۲-۳-۱۰-۳» آیین‌نامه‌ی ۲۸۰۰ ۷۲۸
- ۱۲.۳۰ بند «۲-۴-۲» آیین‌نامه‌ی ۲۸۰۰: روش تحلیل دینامیکی طیفی ۷۳۱
- ۱۳.۳۰ بند «۲-۴-۳-۳» آیین‌نامه‌ی ۲۸۰۰: تحلیل تاریخچه‌ی زمانی غیرخطی ۷۳۱
- ۱۴.۳۰ بند «۲-۵» آیین‌نامه‌ی ۲۸۰۰: تغییر مکان جانبی نسبی طبقات ۷۳۱
- ۱۵.۳۰ بند «۲-۸» آیین‌نامه‌ی ۲۸۰۰: نیروهای جانبی زلزله وارد بر اجزای ساختمان ۷۳۴
- ۱۶.۳۰ بند «۲-۱۰» آیین‌نامه‌ی ۲۸۰۰: افزایش بار طراحی در ستون‌های خاص ۷۳۵

فصل سی و یکم: اثر دیوار پرکننده‌ی آجری بر تحلیل دینامیکی طیفی در آیین‌نامه‌ی ۲۸۰۰ ۷۴۳

- ۱.۳۱ مقدمه ۷۴۵
- ۲.۳۱ تحلیل استاتیکی معادل ۷۴۶
- ۳.۳۱ تحلیل دینامیکی و طیفی ۷۴۷
- ۴.۳۱ پیشنهاد و جمع بندی ۷۵۲



## بخش دهم: بهسازی ۷۵۳

فصل سی و دوم: ضوابط آیین‌نامه‌ای (نشریه‌ی ۳۶۰) برای بهسازی لرزه‌ای سازه‌ها با اثر

دیوار پرکننده‌ی آجری ۷۵۵

۱.۳۲ مقدمه ۷۵۷

۲.۳۲ تعاریف لازم ۷۵۷

۳.۳۲ ضوابط نشریه‌ی ۳۶۰ ۷۶۲

فصل سی و سوم: مثال محاسباتی بهسازی لرزه‌ای قاب خمشی بتنی دارای

دیوار پرکننده‌ی آجری ۷۷۱

۱.۳۳ مقدمه ۷۷۳

۲.۳۳ ساختمان مورد بررسی ۷۷۳

فصل سی و چهارم: بهسازی لرزه‌ای دیوار پرکننده و قاب آن ۸۴۱

۱.۳۴ مقدمه ۸۴۳

۲.۳۴ مقاوم‌سازی دیوارهای پرکننده‌ی موجود ۸۴۴

فصل سی و پنجم: بهسازی لرزه‌ای سازه‌های دارای دیوار پرکننده ۸۵۳

۱.۳۵ مقدمه ۸۵۵

۲.۳۵ روش‌های بهسازی لرزه‌ای ۸۵۵

۱.۲.۳۵ بهسازی کلی یا عمومی ۸۵۶

۱.۱.۲.۳۵ استفاده از بادبندهای فولادی ۸۵۶

۲.۱.۲.۳۵ اضافه کردن دیوار برشی بتنی ۸۵۸

۳.۱.۲.۳۵ اضافه کردن دیوار برشی فولادی ۸۵۸

۴.۱.۲.۳۵ استفاده از جداگرهای لرزه‌ای ۸۵۹

۵.۱.۲.۳۵ استفاده از میراگرها ۸۶۱

۲.۲.۳۵ بهسازی موضعی ۸۶۱

۱.۲.۲.۳۵ استفاده از زاکت بتنی ۸۶۴

۲.۲.۲.۳۵ استفاده از زاکت فولادی ۸۶۴

۳.۲.۲.۳۵ استفاده از الیاف مسطح پلاستیکی یا غلاف FRP ۸۶۷

- ۳.۳۵ میراگر اصطکاکی ۸۶۹
- ۴.۳۵ میراگر اصطکاکی مورد استفاده در این مطالعه ۸۷۰
- ۵.۳۵ اجزای میراگر ۸۷۰
- ۶.۳۵ پارامترهای میراگر ۸۷۲
- ۷.۳۵ میرایی ویسکوز معادل برای میراگر اصطکاکی ۸۷۴
- ۸.۳۵ طراحی میراگر ۸۷۶
- ۱۰.۸.۳۵ مدلسازی میراگر در برنامه‌ی OpenSees ۸۷۷
- ۲۰.۸.۳۵ میراگرها و بارهای وارده به سازه ۸۷۸
- ۹.۳۵ مصالح FRP ۸۸۰
- ۱۰.۹.۳۵ مزایا و معایب ۸۸۰
- ۲.۹.۳۵ روشهای ساخت مواد مرکب ۸۸۰
- ۱۰.۳۵ بهسازی اعضای بتنی ۸۸۲
- ۱.۱۰.۳۵ بهسازی ظرفیت خمشی ۸۸۲
- ۲.۱۰.۳۵ بهسازی برشی ۸۸۳
- ۳.۱۰.۳۵ بهسازی ستونهای بتنی مسلح ۸۸۴
- ۱.۳.۱۰.۳۵ بهسازی برشی ۸۸۴
- ۲.۳.۱۰.۳۵ بهسازی از طریق محصورشدگی ۸۸۵
- ۱۱.۳۵ ظرفیت شکلپذیری ستونهای بهسازی شده با FRP ( $\mu_{\Delta}$ ) ۸۸۵
- ۱.۱۱.۳۵ نمودار ظرفیت برشی ۸۸۶
- ۲.۱۱.۳۵ نمودار ظرفیت خمشی ۸۸۸
- ۱۲.۳۵ ظرفیت جابه‌جایی نسبی پلاستیک بیشینه ۸۸۹
- ۱.۱۲.۳۵ تاثیر متغیرهای طراحی بر شکل‌پذیری جابه‌جایی  $\Delta_m$  روابط FRP بایک مثال موردی ۸۸۹
- ۱.۱.۱۲.۳۵ تاثیر مصالح ۸۸۹
- ۲.۱.۱۲.۳۵ تاثیر خواص هندسی ۸۹۱
- ۳.۱.۱۲.۳۵ تاثیر میزان آرماتور ۸۹۳
- ۴.۱.۱۲.۳۵ تاثیر بار محوری ۸۹۵
- ۱۳.۳۵ راه‌های جلوگیری از تشکیل ستون کوتاه ۸۹۶
- ۸۹۹ منابع

### بخش یازدهم: ملاحظات معماری و جزئیات اجرایی دیوار ۹۰۳

فصل سی و ششم: ملاحظات معماری و جزئیات اجرایی دیوارها ۹۰۵

مقدمه ۹۰۷ ۱.۳۶

اندرکنش بین دیوار و قاب ۹۰۹ ۲.۳۶

تفاوت بین دیوارپرکننده و دیوار در سازه‌ی بنایی کلاف‌دار ۹۱۲ ۳.۳۶

طبقه‌ی نرم (انقطاع دیوارها در ارتفاع) ۹۱۴ ۴.۳۶

بیچش ۹۱۸ ۵.۳۶

ستون کوتاه ۹۲۱ ۶.۳۶

رفتار خارج از صفحه‌ی دیوار ۹۲۶ ۷.۳۶

حل مشکلات مربوط به دیوارپرکننده ۹۳۰ ۸.۳۶

نما ۹۳۶ ۹.۳۶

پانل‌های نما ۹۳۹ ۱۰.۳۶

دیافراگم‌ها ۹۴۰ ۱۱.۳۶

### بخش دوازدهم: پیوستها ۹۴۳

پیوست اول: قاب‌های خرابایی پرشده با مصالح بنایی محلی در روستاها ۹۴۷

پیوست دوم: قاب‌های خرابایی پرشده با مصالح بنایی محلی در روستاها ۹۶۳

واژه نامه انگلیسی فارسی ۹۷۱

واژه نامه فارسی انگلیسی ۹۷۹