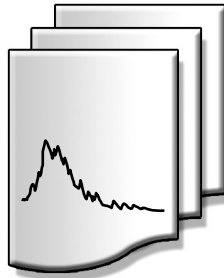


برنام آن که جان را فکرت آموخت



۲۰  
دانشگاه سبزوار  
دانشگاه سبزوار

# الزامات دیوار پرکنندهی آجری در آیین‌نامهی ۲۸۰۰

تألیف و تصنیف :

دکتر محمدرضا تابش‌پور

(عضو هیأت علمی دانشگاه تربیت معلم سبزوار)



دانشگاه تربیت معلم سبزوار



فدکای ایساتیس

سرشناسه	: تابش پور، محمدرضا، ۱۳۵۴-
عنوان و نام پدیدآور	: الزامات دیوار پرکنندهی آجری در آیین نامهی ۲۸۰۰/محمدرضا تابش پور.
مشخصات نشر	: تهران: فدک ایساتیس، ۱۳۸۸.
مشخصات ظاهری	: ۱۸۴ ص. : مصور، جدول، نمودار.
فروست	: دستنامه مهندسی زلزله ؛ ۱۲
شابک	: ۴۰۰۰۰ ریال : ۵-۶۱-۵۲۰۳-۶۰۰-۹۷۸
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
موضوع	: دیوارهای پرکننده -- استانداردها
موضوع	: دیوارهای آجری -- استانداردها
موضوع	: ساختمان سازی -- استانداردها
موضوع	: دیوارهای آجری -- استانداردها
رده بندی کنگره	: ۱۳۸۸ ت ۵/۹/۵۸۸/۵ TA۶۵۸
رده بندی دیویی	: ۶۲۴/۱۸۳۴۱۴
شماره کتابشناسی ملی	: ۱۶۷۸۷۲۸



دانشگاه تربیت معلم سبزوار

## الزامات دیوار پرکنندهی آجری در آیین نامهی ۲۸۰۰



فدکا ایساتیس

مؤلف و مصنف	: دکتر محمدرضا تابش پور
مدیر تولید	: رضا کرمی شاهنده
ویراستار ادبی	: زهره احتشام فر
نوبت چاپ	: اول - ۱۳۸۸
تیراژ	: ۱۵۰۰
لیتوگرافی	: هزاره
چاپ	: رهنما
صحافی	: کیمیا
قیمت	: ۴۰۰۰۰ ریال
شابک	: ۵-۶۱-۵۲۰۳-۶۰۰-۹۷۸

نشانی: تهران - خیابان انقلاب - خیابان اردیبهشت - بین بلافی نژاد و جمهوری - ساختمان ۱۰ (۱۲۶ قدیم)

تلفن: ۶۶۴۶۵۸۳۱ - ۶۶۴۸۱۰۹۶ - ۶۶۴۸۲۲۲۱

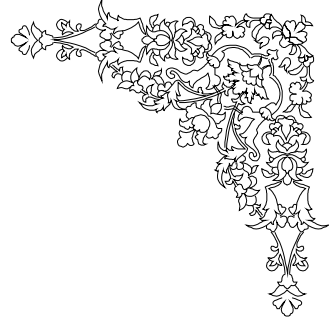
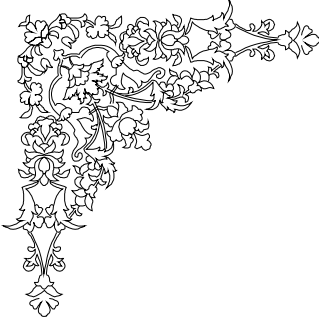
نمایندگی یزد: میدان آزادی (باغ ملی) - ابتدای خیابان فرخی - جنب مجتمع ستاره

تلفن: ۶۲۲۵۴۹۱ - ۶۲۶۸۸۲۲ - ۰۳۵۱

[www.fadakbook.ir](http://www.fadakbook.ir)

کلیه حقوق و حق چاپ متن و عنوان کتاب که به ثبت رسیده است؛ مطابق با قانون حقوق مولفان و مصنفان ۱۳۴۸ مصوب محفوظ و متعلق به انتشارات فدک ایساتیس می باشد. هرگونه برداشت، تکثیر، کپی برداری به هر شکل (چاپ، فتوکپی، انتشار الکترونیکی) بدون اجازه کتبی از انتشارات فدک ایساتیس، ممنوع بوده و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار خواهند گرفت.

معاونت حقوقی  
انتشارات فدک ایساتیس



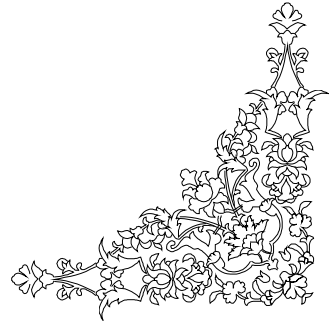
**تقديم به :**

---

**حضرت**

**موعود (عج)**

---





## سخن مؤلف

با توجه به لرزه‌خیزی کشور ایران، وجود منابع علمی مناسب به‌منظور ارتقای دانش مهندسان عمران و معماری، یک امر ضروری می‌باشد. یکی از الزامات مهم در توسعه دانش لازم برای ساخت سازه‌های مقاوم در برابر زلزله، توجه به مسایل مربوط به اثرات دیوارهای پرکننده در سازه‌های بتنی و فولادی از نقطه‌نظر آیین‌نامه‌ی ۲۸۰۰ می‌باشد. 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 دوره «دستنامه‌ی مهندسی زلزله» را به جامعه‌ی مهندسی عمران و معماری کشور تقدیم کنم. این دوره شامل مجموعه نسبتاً کاملی از مطالب علمی این زمینه می‌باشد. کتاب حاضر بیستمین کتاب از این سری است.

از زحمات سرکار خانم ناهید تابش‌پور صمیمانه تشکر می‌گردد. همچنین از همکاری و مساعدت سرکار خانم احتشام‌فر تشکر می‌شود. آماده نمودن این اثر، بیش از هر چیز وامدار همراهی و مساعدت صمیمانه‌ی همسر اینجانب بوده و مراتب تشکر فراوان خود را از ایشان اعلام می‌کنم. 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. برای تبادل نظر به سایت [dastnameh.ir](http://dastnameh.ir) مراجعه شود.

دکتر محمدرضا تابش‌پور

تهران، فروردین ۱۳۸۸

[tabesh\\_mreza@yahoo.com](mailto:tabesh_mreza@yahoo.com)

[info@dastnameh.ir](mailto:info@dastnameh.ir)

[tabeshpour@civil.sharif.edu](mailto:tabeshpour@civil.sharif.edu)



## فهرست مطالب

### فصل اول: ملاحظات آیین‌نامه‌ای مربوط به اثر دیوار پرکننده‌ی آجری

- ۱.۱ مقدمه ۳
- ۲.۱ بند «۱-۵-۳» آیین‌نامه‌ی ۲۸۰۰ ۳
- ۳.۱ بند «۱-۵-۵» آیین‌نامه‌ی ۲۸۰۰ ۴
- ۴.۱ بند «۱-۵-۶» آیین‌نامه‌ی ۲۸۰۰ ۴
- ۵.۱ بند «۱-۵-۷» آیین‌نامه‌ی ۲۸۰۰ ۵
- ۶.۱ بند «۱-۸-۱-۲» آیین‌نامه‌ی ۲۸۰۰: منظم بودن در ارتفاع ۵
- ۷.۱ بند «۲-۱-۴» آیین‌نامه‌ی ۲۸۰۰ ۶
- ۸.۱ بند «۲-۳-۶» آیین‌نامه‌ی ۲۸۰۰: زمان تناوب اصلی نوسان،  $T$  ۷
- ۹.۱ بند «۲-۳-۸» آیین‌نامه‌ی ۲۸۰۰: ضریب رفتار ساختمان،  $R$  ۱۲
- ۱۰.۱ بند «۲-۳-۸-۹» آیین‌نامه‌ی ۲۸۰۰: ترکیب سیستم‌ها در ارتفاع ۱۲
- ۱۱.۱ بند «۲-۳-۱۰-۳» آیین‌نامه‌ی ۲۸۰۰ ۱۲
- ۱۲.۱ بند «۲-۴-۲» آیین‌نامه‌ی ۲۸۰۰: روش تحلیل دینامیکی تیفی ۱۵
- ۱۳.۱ بند «۲-۴-۳-۳» آیین‌نامه‌ی ۲۸۰۰: تحلیل تاریخچه‌ی زمانی غیرخطی ۱۵
- ۱۴.۱ بند «۲-۵» آیین‌نامه‌ی ۲۸۰۰: تغییر مکان جانبی نسبی طبقات ۱۵
- ۱۵.۱ بند «۲-۸» آیین‌نامه‌ی ۲۸۰۰: نیروهای جانبی زلزله وارد بر اجزای ساختمان ۱۸
- ۱۶.۱ بند «۲-۱۰» آیین‌نامه‌ی ۲۸۰۰: افزایش بار طراحی در ستون‌های خاص ۱۹

### فصل دوم: بررسی شکست ستون کوتاه و راه‌های جلوگیری از آن

- ۱.۲ مقدمه ۲۹
- ۲.۲ ستون کوتاه ۲۹
- ۳.۲ شکست برشی فولاد ۳۱
- ۴.۲ مباحث تحلیلی ۳۳

- ۱.۴.۲ طیف پاسخ ۳۳
- ۲.۴.۲ بررسی تغییرات سختی ۳۴
- ۳.۴.۲ نسبت خمش و برش در ستون کوتاه ۳۵
- ۴.۴.۲ انواع ستون کوتاه ۳۶
- ۵.۴.۲ بررسی مکانیزم شکست خمشی و برشی ۳۷
- ۵.۲ اثر غیر مستقیم خاموت عرضی در پدیده‌ی ستون کوتاه ۴۰
- ۶.۲ تحلیل عددی شکست ستون کوتاه ۴۱
- ۷.۲ راه‌های جلوگیری از شکست ستون کوتاه ۴۲
- ۸.۲ بررسی آیین‌نامه‌ها ۴۵
- ۱.۸.۲ آیین‌نامه‌ی هند ۴۵
- ۲.۸.۲ آیین‌نامه‌ی ترکیه ۴۵

### فصل سوم: نکات تکمیلی بند (۱-۵-۷) آیین‌نامه‌ی ۲۸۰۰

- ۱.۳ مقدمه ۴۹
- ۲.۳ ستون کوتاه در قاب دو بعدی ۴۹
- ۳.۳ ستون کوتاه در ساختمان سه‌بعدی ۵۲

### فصل چهارم: اثر دیوار پرکننده‌ی آجری بر پیود ارتعاشی سازه

- ۱.۴ مقدمه ۶۳
- ۲.۴ پیوندهای اندازه‌گیری شده برای ساختمان‌ها ۶۳
- ۳.۴ عباراتی برای تخمین پیود ساختمان‌ها ۶۶
- ۴.۴ روابط اصلاح شده برای پیود ساختمان ۶۸
- ۵.۴ جمع بندی و پیشنهاد ۷۱

### فصل پنجم: اثر دیوار پرکننده‌ی آجری بر تحلیل دینامیکی طیفی

#### در آیین‌نامه‌ی ۲۸۰۰

- ۱.۵ مقدمه ۷۵



۲.۵ تحلیل استاتیکی معادل ۷۶

۳.۵ تحلیل دینامیکی و طیفی ۷۷

۴.۵ پیشنهاد و جمع بندی ۸۲

## فصل ششم: افزایش بار طراحی در ستون‌های خاص (بند ۲-۱۰ آیین نامه‌ی ۲۸۰۰)

۱.۶ مقدمه ۸۵

۲.۶ ضوابط UBC-97 در مورد سیستم‌های باربر جانبی منقطع در ارتفاع ۸۵

۳.۶ ضوابط IBC-2003 در مورد سیستم‌های باربر جانبی منقطع در ارتفاع ۸۷

۴.۶ قضاوت مهندسی در طراحی طبقه‌ی نرم ۹۴

## فصل هفتم: آیین نامه‌ی نیوزیلند: قاب خمشی دارای دیوار پرکننده‌ی آجری

۱.۷ مقدمه ۹۹

۲.۷ پارامترهای پانل دیوار پرکننده ۱۰۰

۱.۲.۷ سختی ۱۰۰

۲.۲.۷ مقاومت ۱۰۱

۱.۲.۲.۷ شکست برشی لغزشی ۱۰۱

۲.۲.۲.۷ شکست فشاری ۱۰۳

۳.۲.۲.۷ شکست کششی-قطری پانل دیوار پرکننده ۱۰۳

۴.۲.۲.۷ شکست برشی عمومی پانل ۱۰۳

۳.۲.۷ ظرفیت‌های تغییر شکل ۱۰۴

۳.۷ پانل دیوار پرکننده‌ی دارای باز شو ۱۰۴

۴.۷ رفتار خارج از صفحه‌ی پانل دیوار پرکننده ۱۰۵

۵.۷ اثر اجزای دیوار پرکننده بر اعضای قاب ۱۰۵

۱.۵.۷ نیاز برشی اعضای دیوار پرکننده ۱۰۵

۲.۵.۷ ظرفیت برشی اصلاح شده برای اعضای قاب بتن مسلح ۱۰۷

۳.۵.۷ طول هم‌پوشانی میلگردها ۱۰۸

## فصل هشتم: بررسی تطبیقی آیین‌نامه‌های مختلف دنیا

### در مورد اثر دیوار پرکننده‌ی آجری

- ۱.۸ مقدمه ۱۱۳
- ۲.۸ مقایسه‌ی آیین‌نامه‌ی کشورهای مختلف ۱۱۴
- ۳.۸ روش تحلیل ۱۱۶
- ۴.۸ روابط تجربی برای پرپود طبیعی ۱۱۶
- ۵.۸ تعیین سهم قاب و دیوار از بار جانبی ۱۲۱
- ۶.۸ نامنظمی در پلان ۱۲۲
- ۷.۸ نامنظمی در نما (ارتفاع) ۱۲۲
- ۸.۸ ضریب کاهش نیروی طرح ( $R$ ) ۱۲۵
- ۹.۸ جابه‌جایی نسبی جانبی ۱۲۵
- ۱۰.۸ مقاومت دیوار پرکننده‌ی آجری ۱۲۶
- ۱۱.۸ اثر بازشوهای دیوار آجری بر مقاومت ۱۲۸
- ۱۲.۸ مقاومت مربوط به شکست خارج از صفحه‌ی پانل دیوار ۱۲۹
- ۱۳.۸ سختی دیوار پرکننده ۱۲۹
- منابع ۱۳۰

### پیوست‌ها

- پیوست اول: ضوابط یوروکد ۸ در ارتباط با دیوار پرکننده آجری ۱۳۵
- پیوست دوم: ضوابط آیین‌نامه هند در ارتباط با دیوار پرکننده آجری ۱۴۱
- واژه‌نامه‌ی انگلیسی به فارسی ۱۴۹
- واژه‌نامه فارسی به انگلیسی ۱۵۷
- فهرست الفبایی ۱۶۵

## فهرست شکل‌ها

- شکل ۱.۱ چیدمان نامتقارن دیوار در پلان ۳
- شکل ۲.۱ عدم تقارن در نما و پلان ۴
- شکل ۳.۱ مناسب بودن طراحی ستون قوی - تیر ضعیف ۴
- شکل ۴.۱ طبقه‌ی نرم و ضعیف (طبقه‌ی اول) ۵
- شکل ۵.۱ ستون‌هایی که در محل تقاطع دو و یا چند سیستم مقاوم باربر جانبی قرار دارند، الف - ستون گوشه در محل تقاطع دو سیستم مهاربندی، ب - ستون گوشه در محل تقاطع سیستم قاب خمشی با دیواربرشی یا با قاب دارای دیوار پرکننده‌ی آجری، پ - ستون گوشه در محل تقاطع دو سیستم قاب خمشی، ت - ستون گوشه در محل تقاطع دو سیستم مهاربندی و قاب خمشی، ث - ستون گوشه در محل تقاطع دو سیستم دیوار برشی یا قاب دارای دیوار پرکننده‌ی آجری ۶
- شکل ۶.۱ قاب ساده دارای دیوار پرکننده‌ی آجری و میله‌ی معادل دیوار ۸
- شکل ۷.۱ قاب خمشی دارای دیوار پرکننده‌ی آجری ۹
- شکل ۸.۱ چیدمان‌های مختلف دیوار در ارتفاع ساختمان دو طبقه ۱۰
- شکل ۹.۱ چیدمان‌های مختلف دیوار در ارتفاع ساختمان هفت طبقه ۱۱
- شکل ۱۰.۱ طبقه‌ی نرم به‌علت وجود دیوار پرکننده در طبقات فوقانی. معلوم  $R_1 = ?$ ،  $R_2 = ?$  و  $R = \min(R_1, R_2)$  ۱۲
- شکل ۱۱.۱ برون مرکزی اتفاقی ۱۳
- شکل ۱۲.۱ تخریب یک ساختمان به‌علت نادیده گرفتن اثر سختی دیوار (کوبه ۱۹۹۵) ۱۳
- شکل ۱۳.۱ پلان طبقه‌ی اول ساختمان ۱۳
- شکل ۱۴.۱ تشدید اثرات طبقه‌ی نرم و پیچش به‌علت سختی توأم دیوار پرکننده و بادبند (بم) ۱۴
- شکل ۱۵.۱ پتانسیل شکست توأم پیچشی و طبقه‌ی نرم ۱۴
- شکل ۱۶.۱ جابه‌جایی گوشه‌های طبقه ۱۵
- شکل ۱۷.۱ افزایش سختی سازه به‌علت وجود دیوار ۱۷
- شکل ۱۸.۱ کاهش جابه‌جایی جانبی سازه به‌علت وجود دیوار ۱۷
- شکل ۱۹.۱ افزایش بار طراحی سازه به‌علت وجود دیوار ۱۸
- شکل ۲۰.۱ عدم امتداد دیوار برشی و بادبند ۲۰
- شکل ۲۱.۱ شکست طبقه‌ی نرم به‌علت انقطاع دیوار پرکننده‌ی آجری در ارتفاع ساختمان ۲۰

شکل ۲۲.۱ مقایسه‌ی منحنی ظرفیت در دو حالت شکست معمولی و شکست طبقه‌ی نرم. به میزان اختلاف در سختی، مقاومت و شکل‌پذیری دو حالت توجه شود. به‌علت شکست طبقه‌ی نرم، درجه‌ی افزونگی (redundancy) سازه شدیداً کاهش می‌یابد در نتیجه، شکل‌پذیری کم می‌شود. در حالتی که طبقه‌ی نرم برای نیروهای افزایش یافته، طراحی نشده باشد، در دیوارهای پرکننده‌ی طبقات فوقانی شکستی ایجاد نمی‌شود. ۲۱

شکل ۲۳.۱ مقایسه‌ی میزان انرژی جذب شده در دو حالت شکست معمولی و شکست طبقه‌ی نرم (سطح زیر منحنی). به میزان اختلاف در جذب انرژی در دو حالت توجه شود (حدود ۲ تا ۳ برابر). در شکست طبقه‌ی نرم، جذب انرژی سازه شدیداً کاهش پیدا می‌کند. ۲۲

شکل ۲۴.۱ سازه بدون دیوار پرکننده دارای رفتاری معادل با سازه دارای طبقه‌ی نرم با شکل‌پذیری مقید (منظور از مقید بودن شکل‌پذیری این است که باید با شکل‌پذیری سازه‌ی معمولی برابر باشد). ۲۳

شکل ۲۵.۱ شکل‌پذیری یکسان در سازه‌ی اولیه (بدون اثر دیوار) و سازه‌ی معادل با حالت شکست طبقه‌ی نرم ۲۳

شکل ۲۶.۱ مقایسه‌ی منحنی ظرفیت سازه در صورت عدم تأثیر دیوار پرکننده (خط ضخیم) با حالت طبقه‌ی نرم (خط چین) و سازه‌ی معادل طبقه‌ی نرم (خط نازک) که در آن شکست طبقه‌ی نرم رخ نخواهد داد. ۲۴

شکل ۲۷.۱ مقایسه‌ی منحنی ظرفیت سازه بدون تأثیر دیوار پرکننده با سازه‌ی طراحی شده برای طبقه‌ی نرم که در آن ممکن است قبل از شکست طبقه‌ی نرم، دیوار پرکننده‌ی طبقات فوقانی دچار شکست شوند. ۲۵

شکل ۲۸.۱ مقایسه‌ی نیروی طرح سازه بدون تأثیر دیوار پرکننده با سازه‌ی طراحی شده برای طبقه‌ی نرم ۲۶

شکل ۱.۲ ستون کوتاه به‌علت وجود باز شو ۳۰

شکل ۲.۲ ساختمان‌های دارای ستون کوتاه ۳۰

شکل ۳.۲ تغییرات شدید لنگر خمشی با بیشینه ممان کمتر از لنگر پلاستیک در ارتفاع ستون با برش ثابت ۳۰

شکل ۴.۲ افزایش نیروی جذب شده توسط ستون کوتاه ۳۱

شکل ۵.۲ عملکرد دیوار کوتاه به‌صورت عضو فشاری ۳۱

شکل ۶.۲ اتصال تیر و بادبند در سیستم خارج از مرکز ( $M_p^*$ : مقاومت ممان پلاستیک تیر که به‌علت اثر

برش، کاهش یافته است.  $V_p^*$ : مقاومت برش پلاستیک تیر،  $b^* = \frac{2M_p^*}{V_p^*}$  ۳۲

شکل ۷.۲ رفتار چرخه‌ای تیر بند در دو حالت با و بدون سخت کننده‌ی جان ۳۳

- شکل ۸.۲ حالت‌های ممکن طیف پاسخ با اثر دیوار پرکننده ۳۴
- شکل ۹.۲ حالت‌های متفاوت ارتفاع ستون ۳۴
- شکل ۱۰.۲ مدل آزمایشگاهی ستون کوتاه ۳۵
- شکل ۱۱.۲ توزیع ترک‌ها در مدل آزمایشگاهی ستون کوتاه ۳۵
- شکل ۱۲.۲ توزیع ترک‌ها در مدل المان محدودی ستون کوتاه ۳۵
- شکل ۱۳.۲ مفاصل پلاستیک و ارتفاع ستون معمولی و کوتاه ۳۶
- شکل ۱۴.۲ سختی زیاد ستون‌های نیم طبقه (دوبلکس) ۳۶
- شکل ۱۵.۲ منحنی نیرو- تغییرمکان برای ستون بلند و ستون کوتاه با خاموت معمولی ۳۷
- شکل ۱۶.۲ انرژی جذب شده برای ستون بلند و ستون کوتاه با خاموت معمولی ۳۸
- شکل ۱۷.۲ منحنی نیرو- تغییرمکان برای ستون بلند و ستون کوتاه با خاموت ویژه ۳۸
- شکل ۱۸.۲ انرژی جذب شده برای ستون بلند و ستون کوتاه با خاموت ویژه ۳۹
- شکل ۱۹.۲ مقایسه‌ی رفتار ستون کوتاه با دو حالت دیوار پرکننده‌ی کامل و قاب خالی ۳۹
- شکل ۲۰.۲ مقایسه‌ی شکست برشی و خمشی در ستون فولادی ۳۹
- شکل ۲۱.۲ مدل ساده‌ی میله‌ای برای المان کوتاه ۴۱
- شکل ۲۲.۲ سازه‌ی مورد بررسی: الف- قاب، ب- قاب دارای دیوار پرکننده و ج- دیوار کوتاه ۴۱
- شکل ۲۳.۲ مدل میله‌ی معادل برای دیوار پرکننده‌ی کوتاه ۴۲
- شکل ۲۴.۲ تاریخچه‌ی جابه‌جایی طبقه برای سه حالت قاب، قاب دارای دیوار پرکننده و دیوار کوتاه ۴۲
- شکل ۲۵.۲ ایجاد فاصله بین ستون و دیوار ۴۳
- شکل ۲۶.۲ عدم شکست ستون کوتاه در یک مدرسه به‌علت وجود ماده‌ی نرم بین دیوار و قاب ۴۳
- شکل ۲۷.۲ تغییر مکانیزم باربری‌جانبی از خمشی (الف) به محوری با استفاده از دیوار (ب) یا بادبند(ج) ۴۳
- شکل ۲۸.۲ پرکردن بازشو در سازه‌ی آجری ۴۴
- شکل ۲۹.۲ تسلیح مورد نیاز برای ستون کوتاه ۴۴
- شکل ۳۰.۲ ممان‌های طراحی و خاموت‌بندی مناسب ۴۶
- شکل ۱.۳ وجود بازشوها در تمام دهانه‌ها و طبقات ۴۹
- شکل ۲.۳ ایجاد طبقه‌ی نرم و نامنظمی در ارتفاع ۵۱
- شکل ۳.۳ پدیده‌ی ستون کوتاه در طبقه‌ی اول ۵۱
- شکل ۴.۳ ستون کوتاه در طبقات فوقانی و طبقه‌ی اول نرم ۵۲
- شکل ۵.۳ هندسه‌ی ساختمان، الف: پلان، ب: نمای قاب‌ها در راستای شرقی- غربی، ج: نمای شمالی، د: نمای جنوبی ۵۳

- شکل ۶.۳ سختی قاب‌های شمالی و جنوبی بدون اثر دیوار ۵۳
- شکل ۷.۳ نیروی جانبی در صورت تقارن ساختمان ۵۳
- شکل ۸.۳ سختی قاب‌ها با در نظر گرفتن اثر سختی ستون‌های کوتاه ۵۴
- شکل ۹.۳ بارگذاری واقعی به علت فاصله‌ی زیاد بین مرکز جرم تا مرکز سختی ۵۴
- شکل ۱۰.۳ سهم قاب شمالی از بار جانبی موجود در مرکز سختی ۵۴
- شکل ۱۱.۳ سهم قاب جنوبی از بار جانبی موجود در مرکز سختی ۵۴
- شکل ۱۲.۳ نیروی برشی قاب شمالی ناشی از ممان پیچشی ۵۵
- شکل ۱۳.۳ نیروی برشی قاب جنوبی ناشی از ممان پیچشی ۵۵
- شکل ۱۴.۳ نیروی برشی قاب شمالی ناشی از ممان پیچشی ۵۵
- شکل ۱۵.۳ نیروی برشی قاب جنوبی ناشی از ممان پیچشی ۵۵
- شکل ۱۶.۳ سهم قاب شمالی از کل بار جانبی ۵۶
- شکل ۱۷.۳ سهم قاب جنوبی از کل بار جانبی ۵۶
- شکل ۱۸.۳ پلان الف: و نماهای ساختمان، ب: نمای شرقی، ج: سایر قاب‌های شمالی- جنوبی ۵۶
- شکل ۱۹.۳ موقعیت مرکز سختی نسبت به مرکز جرم ۵۶
- شکل ۲۰.۳ پلان و نمای ساختمان، الف: پلان، ب: قاب D، ج: قاب E، د: قاب A، هـ: قاب B، و: قاب C ۵۷
- شکل ۲۱.۳ موقعیت مرکز جرم و سختی ۵۷
- شکل ۲۲.۳ هندسه‌ی ساختمان و وضعیت دیوارها، الف: پلان، ب: قاب A، ج: قاب B، د: قاب C ۵۸
- شکل ۲۳.۳ موقعیت مرکز جرم و سختی ۵۸
- شکل ۲۴.۳ پلان (الف) و نماهای جنوبی و شمالی ساختمان (ب) ۵۹
- شکل ۲۵.۳ نمای قاب‌ها ۵۹
- شکل ۲۶.۳ نمای قاب با دیوار پرکننده و ستون کوتاه ۶۰
- شکل ۲۷.۳ نمای قاب با ستون کوتاه (الف) و دیوار جدا از قاب (ب) ۶۰
- شکل ۲۸.۳ نمای قاب در دو حالت ستون معمولی (الف) و کوتاه (ب) ۶۰
- شکل ۱.۴ پرئود انواع ساختمانی ساخته شده قبل از ۱۹۴۰ بر حسب تعداد طبقات ۶۳
- شکل ۲.۴ پرئود قاب‌های فولادی بر حسب تعداد طبقات ۶۴
- شکل ۳.۴ پرئود قاب‌های بتنی بر حسب تعداد طبقات ۶۵
- شکل ۴.۴ پرئود ساختمان دارای دیوار برشی ۶۵
- شکل ۵.۴ تمام داده‌های شکل‌های (۱-۴) تا (۴-۴) ۶۶
- شکل ۶.۴ قاب‌های بتن مسلح ۶۹
- شکل ۷.۴ پرئود اندازه‌گیری شده برای قاب‌های فولادی ۶۹

- شکل ۸.۴ پرپود اندازه‌گیری شده برای قاب‌های فولادی و بتنی ۷۰
- شکل ۹.۴ پرپود اندازه‌گیری شده برای قاب‌های فولادی و بتنی ۷۰
- شکل ۱.۵ توزیع بار زلزله در ارتفاع سازه توسط مهندسان ایتالیایی در صد سال پیش ۷۶
- شکل ۲.۵ چند شکل مودی یک ساختمان ۱۰ طبقه ۷۸
- شکل ۳.۵ اثر طبقه‌ی نرم به علت فقدان دیوار بر شکل مود اول و توزیع برش در ارتفاع ۷۸
- شکل ۴.۵ قاب خالی (سه‌م مود اول: ۹۰٪، سهم مود دوم: ۷٪) ۷۹
- شکل ۵.۵ طبقه‌ی نرم (سه‌م مود اول: ۹۵٪، سهم مود دوم: ۳٪) ۷۹
- شکل ۶.۵ قاب با دیوار در تمام طبقات (سه‌م مود اول: ۹۱٪، سهم مود دوم: ۵٪) ۷۹
- شکل ۷.۵ طیف طرح ۸۰
- شکل ۱.۶ حالت‌های مختلف طبقه‌ی نرم در مقایسه با قاب بدون دیوار ۹۴
- شکل ۲.۶ جابه‌جایی نسبی طبقات ۹۶
- شکل ۱.۷ مدل‌سازی پانل دیوار پرکننده با میله‌ی معادل ۱۰۱
- شکل ۲.۷ مدل میله‌ی معادل و توزیع ممان ناشی از نیروهای اندرکنش بین قاب و دیوار پرکننده ۱۰۶
- شکل ۳.۷ اثر دیوار کوتاه بر عملکرد قاب (پدیده‌ی ستون کوتاه) ۱۰۷
- شکل ۱.۸ تفاوت در مکانیزم انتقال بار جانبی به‌علت وجود دیوارهای پرکننده‌ی داخل قاب ۱۱۳
- شکل ۲.۸ چیدمان‌های متفاوت دیوار آجری در قاب خمشی بتنی ۱۱۴
- شکل ۳.۸ پلان تیپ ساختمان، حداقل ۲۰٪ از طول کل دیوارهای پرکننده در هر راستا باید در محل هاشور واقع شوند. (NBC-201 1995) ۱۲۴
- شکل ۴.۸ محل‌های محتمل برای بازشو در دیوار پرکننده (NBC-201 1995) ۱۲۸
- شکل ۵.۸ الف: اجرای کلاف پیرامون در محل بحرانی بازشو، ب: اجرای کلاف در محل غیربحرانی بازشو (NBC-201 1995) ۱۲۸

---

## فهرست جداول

---

- جدول ۱.۱ اثرات مثبت و منفی دیوار پرکننده‌ی آجری ۱۶
- جدول ۲.۱ ضریب  $B_p$  ۱۹
- جدول ۱.۲ مقایسه‌ی نیروی برشی و نسبت نیروی ستون کوتاه به ستون معمولی ۳۴
- جدول ۱.۴ مقدار ضریب  $C_t$  ۶۷
- جدول ۲.۴ مقایسه‌ی ضریب  $C_t$  در ۲۸۰۰ با UBC-97 ۶۸
- جدول ۱.۵ شرایط لازم برای تحلیل استاتیکی معادل ۸۱
- جدول ۱.۶ جدول «16-L» از UBC-97 ۸۶
- جدول ۲.۶ جدول «16-M» از UBC-97 ۸۶
- جدول ۳.۶ جدول «16-N» از UBC-97 ۸۸
- جدول ۴.۶ جدول «1617.6.2» از IBC-2003 ۹۰
- جدول ۵.۶ جدول «1617-6-2» از IBC-2003 ۹۲
- جدول ۶.۶ جدول «1617-6-2» از IBC-2003 ۹۳
- جدول ۷.۶ مقادیر نسبت سختی قاب مورد بررسی به قاب خالی و ضریب اضافه مقاومت ۹۶
- جدول ۱.۷ پارامترهای مقاومت خارج از صفحه‌ی دیوار پرکننده ۱۰۵
- جدول ۱.۸ مقایسه‌ی آیین‌نامه‌ی کشورهای مختلف ۱۱۵





ملاحظات آیین‌نامه‌ای مربوط به  
اثر دیوار پرکننده‌ی آجری



## فصل