



دانشگاه گیلان

# دیوارهای برشی

بر اساس آیین نامه بتن آمریکا (ACI ۳۱۸-۲۰۱۴)

و

مبحث نهم مقررات ملی ساختمان سال (۱۳۹۱)

تألیف:

دکتر علی خیرالدین

استاد دانشکده مهندسی عمران دانشگاه سمنان

عضو کمیته دائمی بازنگری آیین نامه بتن ایران و عضو کمیته تخصصی مبحث نهم مقررات ملی ساختمان

مهندس ابراهیم امامی

عضو هیات علمی گروه مهندسی عمران دانشگاه پیام نور

|                     |                                                                                                                                     |                                       |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| شابک                | ۹۷۸-۶۰۰-۸۴۲۴-۱۹-۲ :                                                                                                                 | شماره کتابشناسی ملی: ۴۴۸۳۶۰۴          |
| عنوان و نام پدیدآور | دیوارهای برشی : بر اساس آیین نامه بتن آمریکا (ACI ۳۱۸-۲۰۱۴) و مبحث نهم مقررات ملی ساختمان (سال ۱۳۹۲) / علی خیرالدین، ابراهیم امامی. |                                       |
| مشخصات نشر          | سمنان: دانشگاه سمنان، ۱۳۹۵.                                                                                                         |                                       |
| مشخصات ظاهری        | ۸۸۸ ص.: مصور، جدول، نمودار.                                                                                                         |                                       |
| موضوع               | دیوارهای برشی                                                                                                                       | موضوع: Shear walls                    |
| موضوع               | زلزله - مهندسی                                                                                                                      | موضوع: Earthquake engineering         |
| موضوع               | ساختمان های بتن مسلح                                                                                                                | موضوع: Buildings, Reinforced concrete |
| موضوع               | ساختمان سازی - صنعت و تجارت - قوانین و مقررات - ایران                                                                               |                                       |
| موضوع               | Construction industry -- Law and legislation -- Iran :                                                                              |                                       |
| رده بنیادی          | ۶۹۰/۸۵۲ :                                                                                                                           | رده بندی کنگره: ۱۳۹۵ ۹دخ/ TH۲۲۴۷      |
| سرشناسه             | خیرالدین، علی، ۱۳۴۳ -                                                                                                               | شناسه افزوده: امامی، ابراهیم، ۱۳۶۲ -  |
| شناسه افزوده        | دانشگاه سمنان                                                                                                                       | شناسه افزوده: Semnan University       |
| وضعیت فهرست نویسی   | م                                                                                                                                   |                                       |



دانشگاه سمنان

## دیوارهای برشی

- ❖ مؤلفان: دکتر علی خیرالدین (استاد دانشکده مهندسی عمران دانشگاه سمنان)
- ❖ مهندس ابراهیم امامی (عضو هیات علمی گروه مهندسی عمران دانشگاه پیام نور)
- ❖ طرح جلد: اسماعیل شجاعی
- ❖ نوبت چاپ: اول - پائیز ۱۳۹۵
- ❖ ناشر: انتشارات دانشگاه سمنان
- ❖ شمارگان: ۷۰۰ نسخه
- ❖ قیمت: ۳۰۰۰۰۰ ریال

ISBN: 978-600-8424-19-2



شابک :

حق چاپ محفوظ و متعلق به انتشارات دانشگاه سمنان می باشد.

مراکز پخش: سمنان: روبروی پارک سوکان - پردیس شماره ۱ - انتشارات دانشگاه سمنان - تلفن: ۰۲۳۳۳۶۵۴۱۴۲ و ۰۲۳۳۱۵۳۳۲۷۰

وب سایت: [www.press.semnan.ac.ir](http://www.press.semnan.ac.ir)

تهران: میدان انقلاب - ابتدای خیابان ۱۲ فروردین - پلاک ۹ - تلفن: ۰۲۱۶۶۹۶۱۱۴-۱۵ - انتشارات سیمای دانش

## مقدمه مولفان

دیوارهای برشی یکی از سیستم های مناسب سازه ای جهت مقابله با نیروهای جانبی زلزله و باد محسوب می گردند. شناخت رفتار و نحوه تحلیل و طراحی دیوارهای برشی به مهندسين و متخصصين امر کمک می کند که ساختمان ها را به طور مطلوب و اقتصادی طراحی نمایند. کمبود شدید منابع علمی و مدون در زمینه تحلیل و طراحی انواع دیوارهای برشی، نویسندگان را بر آن داشت تا کتاب حاضر را تهیه و تقدیم جامعه مهندسی نمایند.

کتاب حاضر در ادامه کتاب "تحلیل و طراحی دیوارهای برشی" که توسط مولف اول در چهار نوبت به چاپ رسیده به تقدیم می گردد. با توجه به تغییرات گسترده آیین نامه ای و افزایش حجم کتاب و اضافه نمودن پنج فصل جدید به کتاب قبلی، مولفین تصمیم گرفتند مطالب ارائه شده را در قالب کتاب جدید و با عنوان "دیوارهای برشی" که شامل تمامی انواع دیوارهای برشی (بتنی، فولادی، چوبی، شیشه ای، سنگ) استفاده از دیوارهای برشی بتنی در سازه های فولادی، بحث اندرکنش قاب-دیوار و هسته های بتن آرمه می باشد ارائه نمایند. هم چنین فصل سیزدهم کتاب بسیار ارزشمند پروفسور جک میلی ارائه دادید که در آن دانشگاه برکلی و رئیس فعلی آیین نامه بتن آمریکا تحت عنوان طراحی لرزه ای ساختمان های بتن آرمه (Seismic Design of Reinforced Concrete Buildings, by Jack Moehle, 2015) با عنوان دیوارهای سازه ای ویژه به طور کامل در فصل چهارم کتاب حاضر آورده شده است. مطالعه کامل این کتاب، به کسانی که علاقمند به بررسی رفتار لرزه ای ساختمان های بتن آرمه می باشند توصیه می گردد.

مجموعه حاضر که حاصل تجربه بیش از بیست و پنج سال تدریس و انجام محاسبات و طراحی سازه های بتن آرمه توسط نویسندگان می باشد، می تواند به عنوان بخشی از منبع درسی دروس ساختمان های بلند در مقطع دکترای سازه و زلزله، سازه های بتن آرمه پیشرفته در مقطع کارشناسی ارشد و پروژه سازه های بتن آرمه در مقطع کارشناسی مهندسی عمران قرار گیرد. مطالب کتاب به نحوی تهیه گردیده که مهندسين محاسب جهت طراحی دیوارهای برشی در دفاتر طراحی و مهندسين مشاور بتوانند به راحتی از آن استفاده نمایند. در نگارش کتاب سعی شده است علاوه بر ارائه مفاهیم پایه ای و تئوری مربوطه، از ضوابط آیین نامه های معتبر دنیا، از جمله آیین نامه بتن آمریکا *ACI 318-2014*، آیین نامه فولاد آمریکا *AISC 341-10*، آیین نامه بتن ایران (آبا) و مبحث نهم و دهم مقررات ملی ساختمان (سال ۱۳۹۲) استفاده گردد. در انتهای اکثر فصل ها، مثال های حل شده زیادی ارائه گردیده که در تنظیم آن ها سعی شده علاوه بر روشن شدن نکات مفهومی، طراح بتواند در حل مسائل کاربردی از آن ها بهره گیرد. در حل مسائل از مرئوس آیین نامه

ACI 318-14 و مبحث نهم مقررات ملی ساختمان (۱۳۹۲) استفاده گردیده است.

مجموعه حاضر در یازده فصل زیر تنظیم گردیده است:

در فصل اول، ابتدا تعریف دیوار برشی مطرح، سپس انواع دیوارهای سازه ای و برشی مورد بررسی قرار گرفته و رفتار، کاربرد و مدهای خرابی دیوار برشی بتن آرمه مورد بحث قرار گرفته است. هم چنین در انتهای فصل، نحوه اجرای دیوار برشی بتن آرمه به همراه جزییات میلگردگذاری ارائه شده است.

در فصل دوم، ابتدا به بررسی ترکیبات بار و ضرایب افزایش بار و تقلیل مقاومت و روش های تحلیل و طراحی سازه های بتن آرمه بر طبق دو آیین نامه *ACI 318-2014* و آیین نامه بتن ایران (آبا-۱۳۷۹) پرداخته شده است. سپس با ذکر نکات و ضوابط عمومی تحلیل و طراحی دیوارهای بتن آرمه مربوط به دو آیین نامه مذکور در مقایسه با مبحث نهم مقررات ملی ساختمان (ویرایش ۱۳۹۲) پرداخته و در نهایت ضوابط دیدگاه های آیین نامه ای در مورد تحلیل و طراحی دیوارهای باربر و دیوارهای برشی بتن آرمه به همراه ذکر مثال های متعدد مورد بررسی قرار گرفته است.

در فصل سوم، به معرفی و رفتار مفاصل دیوارهای برشی کوپله پرداخته شده است. هم چنین به مطالعات موردی و کاربرد دیوارهای کوپله در پروژه های بزرگ عمرانی اشاره گردیده است. در انتهای فصل، انواع تیرهای رابط و تاریخچه تحقیقات در این خصوص بیان شده و با ذکر چند مثال، نحوه تحلیل و طراحی این گونه دیوارها ارائه شده است.

فصل چهارم که ترجمه کامل فصل سیزدهم کتاب پروفسور جک میلی می باشد، استفاده از دیوارهای سازه ای ویژه را مرور می کند و قوانین اصلی طراحی این گونه دیوارها را معرفی می کند و مشاهدات رفتاری این گونه دیوارها را مورد بررسی قرار می دهد. سپس تحلیل، طراحی و نحوه ساخت این گونه دیوارها در جزییات بحث می شود. اگرچه الزامات طراحی در *ACI 318-2014* اقتباس شده است ولی سعی شده است ضوابط آیین نامه های ساختمانی ایران نیز در جایی که کاربرد داشته باشد ارائه شوند.

در فصل پنجم، به منظور آشنایی مهندسان محاسبی که به تازگی کار طراحی سازه ای را آغاز نموده اند، رابطه ای برای تخمین مساحت مورد نیاز دیوارهای برشی در ساختمان های بتن آرمه معرفی می شود. هم چنین موقعیت و جانمایی بهینه دیوارهای برشی با پلان های مربع مستطیل، مثلثی و L شکل با منظور نمودن عوامل چهارگانه پیچش، صلبیت سقف، تغییر مکان جانبی نسبی و نیروی بالارانش تعیین گردیده است.

در فصل ششم، ابتدا رفتار و مزایای سیستم مختلط دیوار برشی-قاب خمشی مطرح، سپس دیدگاه های آیین نامه های مختلف در مورد اندرکنش قاب-دیوار ارائه شده است. هم چنین نحوه

تعیین نیروهای اندرکنش و سهم قاب و دیوار برشی با روش های متداول مطرح و روابط حاکم بر سیستم قاب-دیوار بیان گردیده است. در انتهای فصل، با ذکر چند مثال کاربردی، تاثیر حضور توأمان قاب و دیوار جهت روشن شدن بهتر موضوع مورد بررسی قرار گرفته است.

در فصل هفتم، به مزایا و معایب، محدودیت های کاربردی و ضوابط طراحی دیوارهای برشی بتن آرمه در سازه های فولادی پرداخته شده است.

در فصل هشتم، در ابتدا به معرفی انواع و ساختارهای دیوارهای برشی مرکب بتنی-ورق فولادی و ضوابط آیین نامه ای آن ها پرداخته می شود و در انتهای فصل نیز به طور اختصار مطالبی در مورد دیگر دیوارهای برشی مرکب از جمله، دیوار برشی مرکب مصالح بنایی- بتن آرمه، چوبی- شیشه ای پرداخته می شود.

در فصل نهم ابتدا سیستم سازه ای هسته مقاوم معرفی گردیده، سپس کاربرد هسته های مقاوم در سازه های بلند مطرح شده و تئوری تاییدگی در هسته های تحت اثر پیچش یکنواخت و معادلات حاکم بر هسته ها بیان می گردد. هم چنین تاثیر کوپله کردن هسته های مقاوم بتنی و پدیده رانش معکوس که طی تحقیقاتی توسط مولفان انجام شده، مورد مطالعه قرار می گیرد.

در فصل دهم، مقاوم سازی دیوارهای برشی بتن آرمه با استفاده از ورق فولادی و کامپوزیت FRP مورد بحث و بررسی قرار می گیرد.

و در نهایت در فصل یازدهم کتاب، با معرفی کامل انواع دیوارهای برشی فولادی، به نمونه های اجرایی کار شده در ساختمان های مهم دنیا اشاره شده است. سپس با ذکر تاریخچه تحقیقات انجام شده در این زمینه به تحلیل و طراحی این نوع سیستم طراحی و دیدگاه های آیین نامه *AISC 341-10* مطرح می گردد. در پایان این فصل نیز به مطالب موردی بلندترین دیوار برشی فولادی دنیا واقع در کشور چین پرداخته شده است.

نویسندگان کتاب سعی کرده اند که مطالب ارائه شده جامع و بدون اشتباهات مفهومی و نگارشی باشند، ولی پیشنهادات و انتقادات سازنده خوانندگان عزیز می تواند تاثیر به سزایی در تکمیل مجموعه حاضر در چاپ های بعدی باشد.

در پایان، مولفان بر خود لازم می دانند از کلیه کسانی که در به ثمر رسیدن این کتاب همکاری داشته اند، صمیمانه تشکر و قدردانی نمایند. در این جا لازم است از راهنمایی ها و همکاری های ارزشمند دانشمند فرزانه، استاد دانشکده مهندسی عمران دانشگاه علم و صنعت ایران و رئیس کمیته دائمی بازنگری آیین نامه بتن ایران، جناب آقای دکتر مرتضی زاهدی، تقدیر و تشکر نماییم. مولفین بر خود فرض می دانند از پیشنهادات سازنده مهندس علی اصغر طاهری بهبهانی، رئیس کمیته تخصصی مبحث نهم مقررات ملی ساختمان تشکر نمایند. از جناب آقای دکتر مجید قلهکی، عضو

هیات علمی دانشکده مهندسی عمران دانشگاه سمنان که بازخوانی فصل یازدهم "دیوارهای برشی فولادی" را بر عهده داشتند کمال تشکر و قدردانی می‌گردد. ضمناً از همکاری آقایان مهندس خلیل سیجاوندی، مهندس سید آرمین حسینی و مهندس محمد افروزی، دانشجویان کارشناسی ارشد سازه دانشگاه سمنان که در تهیه بخشی از مثال‌ها و واژه‌نامه تشکر می‌گردد. از جناب آقای مهندس علی معماریان دانشجوی دکترای سازه دانشگاه سمنان که در ترجمه و تنظیم مطالب فصل چهارم کتاب همکاری نموده‌اند قدردانی می‌گردد. هم‌چنین از حوزه معاونت محترم پژوهشی و فناوری دانشگاه سمنان، ریاست اداره انتشارات دانشگاه سمنان جناب آقای مهندس حمید رضا مولایی و آقای مهندس رئوفی که در زمینه چاپ کتاب همکاری نموده‌اند، سپاسگزاری می‌گردد. هم‌چنین از زحمات آقای اسحاق شجاعی در زمینه صفحه‌آرایی و طرح روی جلد تقدیر می‌شود.

در پایان بر خود مزم می‌دانیم از همکاری همسرانمان که با وجود آوردن شرایط مناسب زندگی، امکان تمرکز فکری جهت تکمیل این کتاب را فراهم نمودند در حد توان قدردانی نماییم و امیدواریم مطالب پیش روی برای مهندسان و دانشجویان طالب علم و دانش مفید واقع شود.

## **علی خیرالدین**

استاد دانشکده مهندسی عمران دانشگاه سمنان

## **ابراهیم امامی**

عضو هیات علمی گروه مهندسی عمران دانشگاه پیام نور

۱۳۹۵

# فهرست مطالب

عنوان

صفحه

## فصل اول آشنایی با دیوارهای برشی

|    |                                                              |
|----|--------------------------------------------------------------|
| ۲۱ | ۱-۱ مقدمه                                                    |
| ۲۲ | ۲-۱ تعاریف دیوار                                             |
| ۲۲ | ۳-۱ انواع دیوار                                              |
| ۲۵ | ۴-۱ دیوارهای یک طرفه و دو طرفه                               |
| ۲۶ | ۵-۱ دیوار برشی                                               |
| ۲۹ | ۱-۵-۱ نیروهای وارد بر دیوار برشی                             |
| ۳۰ | ۲-۵-۱ مزایا و معایب دیوار برشی                               |
| ۳۱ | ۳-۵-۱ محدودیت های کاربردی دیوارهای برشی                      |
| ۳۳ | ۴-۵-۱ انواع دیوارهای برشی از لحاظ شکل اجرا                   |
| ۴۵ | ۵-۵-۱ انواع دیوارهای برشی از لحاظ مصالح                      |
| ۵۵ | ۶-۱ رفتار دیوارهای برشی بتن آرمه                             |
| ۵۷ | ۱-۶-۱ رفتار دیوارهای سازه ای بتن آرمه در زلزله های شدید      |
| ۵۸ | ۱-۶-۱-۱ فلسفه طراحی ساختمان ها                               |
| ۶۱ | ۳-۱-۶-۱ مکانیزم های گسیختگی در دیوارها                       |
| ۶۲ | ۴-۱-۶-۱ عملکرد دیوارهای بلند                                 |
| ۶۲ | ۵-۱-۶-۱ عملکرد دیوارهای کوتاه                                |
| ۶۶ | ۶-۱-۶-۱ عملکرد دیوارهای متوسط                                |
| ۶۷ | ۷-۱-۶-۱ اثرات بار محوری (عمدتاً بارهای قائم) بر روی دیوارها  |
| ۶۸ | ۸-۱-۶-۱ تیرهای رابط                                          |
| ۶۸ | ۹-۱-۶-۱ معیار اندازه گیری شکل پذیری در دیوارها و تیرهای رابط |
| ۷۰ | ۷-۱ مدهای خرابی دیوارهای برشی بتن آرمه                       |
| ۷۱ | ۱-۷-۱ خرابی در خمش                                           |
| ۷۲ | ۲-۷-۱ خرابی در برش                                           |
| ۷۴ | ۳-۷-۱ خرابی در لغزش                                          |
| ۷۵ | ۴-۷-۱ ضعف در شالوده                                          |
| ۷۵ | ۸-۱ جزئیات میلگردگذاری دیوارهای برشی                         |

|    |                                                            |
|----|------------------------------------------------------------|
| ۷۵ | ۱-۸-۱ کلیات                                                |
| ۷۷ | ۲-۸-۱ میلگرد گذاری دیوار برشی                              |
| ۸۰ | ۱-۲-۸-۱ مهار میلگردهای افقی بدنه دیوار برشی                |
| ۸۵ | ۲-۲-۸-۱ وصله های پوششی (اتصالات هم پوشانی) میلگرد های قائم |
| ۸۶ | مراجع انتخابی                                              |

## فصل دوم طراحی دیوارهای بتن آرمه بر اساس آیین نامه بتن آمریکا ACI 318-2014 و مبحث نهم مقررات ملی ساختمان (۱۳۹۲)

|     |                                                                                                                                          |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۸۷  | ۱-۲ مقدمه                                                                                                                                |
|     | ۲-۲ مقایسه رکیبات بار و ضرایب تقلیل مقاومت در طراحی سازه های بتن آرمه بر اساس دو آیین نامه ACI و مبحث نهم مقررات ملی ساختمان (۱۳۹۲)      |
| ۸۷  | ۳-۲ ضوابط عمومی طراحی دیوارهای بتن آرمه بر اساس آیین نامه ACI 318-2014                                                                   |
| ۹۲  | ۱-۳-۲ محدودیت های طراحی                                                                                                                  |
| ۹۳  | ۱-۱-۳-۲ حداقل ضخامت دیوار                                                                                                                |
| ۹۴  | ۲-۳-۲ مقاومت مورد نیاز                                                                                                                   |
| ۹۵  | ۳-۳-۲ مقاومت طراحی                                                                                                                       |
| ۹۵  | ۱-۳-۳-۲ مقاومت محوری و خمشی اسمی                                                                                                         |
| ۹۸  | ۲-۳-۳-۲ مقاومت برشی درون صفحه                                                                                                            |
| ۱۰۱ | ۳-۳-۳-۲ مقاومت برشی خارج صفحه                                                                                                            |
| ۱۰۱ | ۴-۳-۲ محدودیت های آرماتور گذاری                                                                                                          |
| ۱۰۳ | ۵-۳-۲ جزئیات آرماتور گذاری                                                                                                               |
|     | ۴-۲ ضوابط طراحی انواع دیوارهای بتن آرمه مطابق مبحث نهم مقررات ملی ساختمان (ویرایش ۱۳۹۲) و آیین نامه بتن ایران - آبا (تجدید نظر اول ۱۳۷۹) |
| ۱۱۰ | ۱-۴-۲ ضوابط کلی طراحی دیوارهای بتن آرمه                                                                                                  |
| ۱۱۱ | ۲-۴-۲ محدودیت آرماتورها                                                                                                                  |
| ۱۱۳ | ۳-۴-۲ دیوارهای باربر                                                                                                                     |
| ۱۱۴ | ۴-۴-۲ دیوارهای حائل                                                                                                                      |
| ۱۱۴ | ۵-۴-۲ دیوارهای پای بست                                                                                                                   |
| ۱۱۴ | ۵-۲ اصول طراحی دیوارهای برشی بتن آرمه بر اساس ACI 318-2014                                                                               |
| ۱۱۷ | ۱-۵-۲ تعیین ممان مقاوم، $M_n$ ، انواع دیوار های برشی بتن آرمه بر اساس آیین ACI 318                                                       |
| ۱۱۸ | ۱-۱-۵-۲ مقاومت خمشی دیوارهای مستطیلی با سرفه آرماتورهای قائم یکنواخت توزیع شده                                                           |
| ۱۲۱ | ۲-۱-۵-۲ ممان مقاوم دیوارهای مجتمع، دیوارهای بال دار و دیوارهای با اعضای مرزی                                                             |
| ۱۲۶ | ۲-۵-۲ طراحی گام به گام دیوارهای برشی برای $h_w \geq 2l_w$ بر اساس آیین نامه ACI 318                                                      |

|     |                                                                                                              |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۱۴۷ | ۶-۲ اصول طراحی دیوارهای برشی بتن آرمه طبق مبحث نهم مقررات ملی ساختمان و آیین نامه بتن ایران-آبا              |
| ۱۴۸ | ۱-۶-۲ ضوابط ویژه برش برای دیوارهای برشی بتن آرمه                                                             |
| ۱۵۱ | ۲-۶-۲ تحلیل و طراحی دیوارهای برشی بتن آرمه با فولاد یکنواخت                                                  |
| ۱۵۱ | ۱-۲-۶-۲ معادلات حاکم بر طراحی دیوار برشی با فولاد یکنواخت                                                    |
| ۱۵۳ | ۲-۲-۶-۲ مقایسه دو فرمول دقیق و تقریبی در یک مثال خاص و رسم دیاگرام تداخلی بار-ممان                           |
| ۱۵۴ | ۳-۲-۶-۲ ترسیم دیاگرام طراحی دیوار                                                                            |
| ۱۵۶ | ۷-۲ ضوابط طراحی دیوارهای برشی ویژه بتن آرمه در برابر زلزله بر اساس <i>ACI 318-14</i>                         |
| ۱۵۷ | ۱-۷-۲ محدودیت آرماتور                                                                                        |
| ۱۵۸ | ۲-۷-۲ طراحی برای برش                                                                                         |
| ۱۶۱ | ۲-۷-۲ طراحی برای خمش و نیروی محوری                                                                           |
| ۱۶۲ | ۴-۷-۲ اعضای مرزی در دیوارهای سازه ای ویژه                                                                    |
| ۱۶۲ | ۱-۴-۷-۲ الزامات بارگذاری اعضای مرزی ویژه                                                                     |
| ۱۶۷ | ۲-۴-۷-۲ الزامات طراحی اعضای مرزی ویژه                                                                        |
| ۱۷۴ | ۳-۴-۷-۲ الزامات طراحی اعضای مرزی معمولی                                                                      |
| ۱۷۵ | ۵-۷-۲ ستون‌های متکی بر دیوارهای سازه ای ناپیوسته                                                             |
| ۱۷۶ | ۶-۷-۲ دیوارهای سازه ای ویژه ساخته شده با بتن پیش ساخته                                                       |
| ۱۷۷ | ۷-۷-۲ طراحی گام به گام دیوارهای برشی ویژه ای ویژه در برابر زلزله                                             |
| ۱۸۰ | ۸-۲ ضوابط طراحی دیوارهای برشی بتن آرمه ویژه در برابر زلزله بر اساس مبحث نهم مقررات ملی و آیین نامه بتن ایران |
| ۱۸۰ | ۱-۸-۲ ضوابط دیوارهای با شکل پذیری متوسط                                                                      |
| ۱۸۱ | ۲-۸-۲ ضوابط دیوارهای با شکل پذیری زیاد                                                                       |
| ۲۵۰ | مراجع انتخابی                                                                                                |

## فصل سوم دیوارهای برشی کوپله

|     |                                             |
|-----|---------------------------------------------|
| ۲۵۳ | ۱-۳ مقدمه                                   |
| ۲۵۴ | ۲-۳ معرفی دیوارهای برشی کوپله               |
| ۲۵۶ | ۳-۳ مزایای دیوار برشی کوپله                 |
| ۲۵۸ | ۴-۳ مطالعات موردی                           |
| ۲۶۲ | ۵-۳ رفتار دیوار برشی کوپله                  |
| ۲۶۸ | ۶-۳ تحلیل دیوار برشی کوپله با یک ردیف بازشو |
| ۲۷۵ | ۱-۶-۳ حالات مختلف بارگذاری                  |

|     |                                                                                          |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۲۸۸ | ۷-۳ تحلیل دیوارهای برشی کوپله با دو ردیف بازشوی متقارن                                   |
| ۲۸۹ | ۸-۳ طراحی دیوارهای برشی کوپله                                                            |
| ۲۹۱ | ۱-۸-۳ ضوابط طراحی دیوارهای هم بسته (پایه دیوار) بر اساس آیین نامه <i>ACI 318-14</i>      |
| ۲۹۵ | ۹-۳ تیر رابط                                                                             |
| ۲۹۵ | ۱-۹-۳ انواع گسیختگی تیرهای رابط                                                          |
| ۲۹۹ | ۲-۹-۳ عوامل مؤثر بر افزایش استهلاک انرژی تیرهای رابط                                     |
| ۳۰۱ | ۳-۹-۳ انواع تیرهای رابط و ضوابط تحلیل و طراحی آن ها                                      |
| ۳۰۱ | ۱-۳-۹-۳ تیر رابط بتن آرمه                                                                |
| ۳۰۶ | ۱-۱-۳-۹-۳ ضوابط و الزامات طراحی تیرهای رابط بتن آرمه بر اساس آیین نامه <i>ACI 318-14</i> |
| ۳۱۱ | ۲-۱-۳-۹-۳ ضوابط طراحی تیرهای رابط بتن آرمه طبق مبحث نهم و آیین نامه بتن ایران (آبا)      |
| ۳۱۳ | ۲-۳-۹-۳ تیر رابط فولادی                                                                  |
| ۳۱۶ | ۱-۲-۳-۹-۳ رایای تیر رابط فولادی                                                          |
| ۳۱۶ | ۲-۲-۳-۹-۳ نکات طراحی و تاریخچه تحقیقات                                                   |
| ۳۲۰ | ۳-۲-۳-۹-۳ طول تیر گساری تیرهای رابط                                                      |
| ۳۲۵ | ۴-۲-۳-۹-۳ طراحی تیرهای رابط فولادی بر اساس <i>AISC 341-10</i>                            |
| ۳۲۵ | ۳-۳-۹-۳ تیر رابط مرکب (بتن-فولادی)                                                       |
| ۳۲۸ | ۱-۳-۳-۹-۳ طراحی تیرهای رابط مرکب بتنی-فولادی                                             |
| ۳۲۹ | ۴-۳-۹-۳ تیرهای رابط ساخته شده از بتن های الیافن بر پایه مصالح سیمانی مرکب <i>HPFRCC</i>  |
| ۳۳۵ | ۵-۳-۹-۳ تیر رابط پیش تنیده                                                               |
| ۳۸۳ | مراجع انتخابی                                                                            |

## فصل چهارم دیوارهای سازه ای ویژه ای

|     |                                         |
|-----|-----------------------------------------|
| ۳۸۷ | ۱-۴ مقدمه                               |
| ۳۸۸ | ۲-۴ کاربرد دیوارهای سازه ای ویژه        |
| ۳۸۸ | ۱-۲-۴ دیوارهای سازه ای در ساختمان       |
| ۳۸۹ | ۲-۲-۴ موارد استفاده از دیوارهای سازه ای |
| ۳۸۹ | ۳-۲-۴ جانمایی دیوارها                   |
| ۳۹۴ | ۴-۲-۴ فونداسیون های دیوار               |
| ۳۹۵ | ۵-۲-۴ مقطع دیوار                        |
| ۳۹۹ | ۶-۲-۴ فولادگذاری دیوار                  |
| ۴۰۰ | ۷-۲-۴ تناسب دیوار                       |
| ۴۰۱ | ۳-۴ اصول طراحی دیوارهای سازه ای ویژه    |

|     |                                                       |
|-----|-------------------------------------------------------|
| ۴۰۲ | ۱-۳-۴ دیوارهای لاغر                                   |
| ۴۰۷ | ۲-۳-۴ دیوارهای چاق                                    |
| ۴۰۷ | ۳-۳-۴ دیافراگم ها و فونداسیون ها                      |
| ۴۰۸ | ۴-۴ مشاهداتی بر رفتار دیوارهای سازه ای ویژه           |
| ۴۰۸ | ۱-۴-۴ دیوارهای لاغر در مقابل دیوارهای چاق             |
| ۴۰۹ | ۲-۴-۴ پاسخ خمشی دیوارها                               |
| ۴۱۳ | ۳-۴-۴ پایداری ناحیه فشار خمشی                         |
| ۴۱۶ | ۴-۴-۴ پاسخ دینامیکی                                   |
| ۴۲۶ | ۵-۴-۴ اثر رانش معکوس                                  |
| ۴۲۹ | ۶-۴-۴ دیوارهای با سر تیر و مهار بازویی                |
| ۴۳۱ | ۷-۴-۴ سدها و قلاب-دیوار                               |
| ۴۳۲ | ۵-۴ راهنمایی تحلیل                                    |
| ۴۳۲ | ۱-۵-۴ روند تحلیل                                      |
| ۴۳۴ | ۲-۵-۴ توصیه های سطح                                   |
| ۴۳۵ | ۳-۵-۴ عرض بال موثر                                    |
| ۴۳۵ | ۴-۵-۴ نحوه مدل کردن پی                                |
| ۴۳۶ | ۵-۵-۴ تحلیل حدی و باز توزیع دیوارهای کوپله            |
| ۴۳۸ | ۶-۴ ضرایب بار و مقاومت طراحی دیوار                    |
| ۴۳۹ | ۷-۴ تناسب بندی مقدماتی                                |
| ۴۳۹ | ۱-۷-۴ تناسب مقدماتی بر مبنای برش پایه                 |
| ۴۴۱ | ۲-۷-۴ تناسب مقدماتی بر مبنای جابجایی نسبی جانبی       |
| ۴۴۱ | ۸-۴ طراحی دیوارهای لاغر با یک مقطع بحرانی             |
| ۴۴۲ | ۱-۸-۴ نیرو محوری و ممان طراحی پتانسیل مفصل پلاستیک    |
| ۴۴۶ | ۲-۸-۴ طراحی برشی برای ناحیه پتانسیل مفصل پلاستیک      |
| ۴۴۹ | ۳-۸-۴ طراحی برش-اصطکاکی در ناحیه پتانسیل مفصل پلاستیک |
| ۴۵۰ | ۴-۸-۴ الزامات ناحیه بالای پتانسیل مفصل پلاستیک        |
| ۴۵۳ | ۹-۴ طراحی دیوار بدون یک مقطع بحرانی معین              |
| ۴۵۴ | ۱۰-۴ دیوارهای کوتاه (چاق)                             |
| ۴۵۴ | ۱-۱۰-۴ دیوارهای کوتاه با آرماتورگذاری متعارف          |
| ۴۵۵ | ۲-۱۰-۴ دیوارهای کوتاه با آرماتورهای قطری              |
| ۴۵۶ | ۱۱-۴ پایه دیوارها                                     |
| ۴۵۸ | ۱۲-۴ دیوارهای کوپله (هم بسته)                         |
| ۴۵۹ | ۱-۱۲-۴ تیرهای رابط (همبند)                            |

|     |                                                           |
|-----|-----------------------------------------------------------|
| ۴۶۵ | ..... ۲-۱۲-۴ دیوارهای کوبله                               |
| ۴۶۷ | ..... ۱۳-۴ چشمه های اتصال دیوار                           |
| ۴۶۸ | ..... ۱۴-۴ انتقال نیروی دیوار در بالکن و ترازهای زیرزمینی |
| ۴۷۱ | ..... ۱۵-۴ مهار بازویی ها                                 |
| ۴۷۳ | ..... ۱۶-۴ ناپیوستگی های هندسی                            |
| ۴۷۳ | ..... ۱-۱۶-۴ دیوارهای با بازشوها                          |
| ۴۸۳ | ..... ۲-۱۶-۴ ستون های تکیه گاهی دیوارهای ناپیوسته         |
| ۴۸۳ | ..... ۳-۱۶-۴ تغییر ضخامت                                  |
| ۴۸۴ | ..... ۴-۱۶-۴ شکستگی در فونداسیون                          |
| ۴۸۴ | ..... ۱۷-۴ الزامات تکمیلی                                 |
| ۴۸۴ | ..... ۱-۷-۴ بازرس بژه                                     |
| ۴۸۵ | ..... ۲-۱۷-۴ مشخصات مصالح                                 |
| ۴۸۷ | ..... ۳-۱۷-۴ الزامات تکمیلی طراحی                         |
| ۴۸۷ | ..... ۱۸-۴ جزئیات و مسائل مربوط اجزا                      |
| ۴۸۷ | ..... ۱-۱۸-۴ ساخت قفسه آرمار                              |
| ۴۸۸ | ..... ۲-۱۸-۴ محصور سازی اعضای رزی                         |
| ۴۹۱ | ..... ۳-۱۸-۴ همسازی میلگرد                                |
| ۴۹۲ | ..... ۴-۱۸-۴ وصله های میلگرد                              |
| ۴۹۳ | ..... ۵-۱۸-۴ مسائل جزئیات متفرقه                          |
| ۴۹۵ | ..... مراجع انتخابی                                       |

## فصل پنجم جانمایی و تخمین تعداد دیوارهای برشی مورد نیاز در ساختمان های بتن

آرمه

|     |                                                              |
|-----|--------------------------------------------------------------|
| ۴۹۹ | ..... ۱-۵ مقدمه                                              |
| ۵۰۰ | ..... ۲-۵ بررسی رفتار خطی دیوار برشی                         |
| ۵۰۲ | ..... ۳-۵ برنامه غیرخطی لایه ای المان محدود                  |
| ۵۰۵ | ..... ۴-۵ بررسی رفتار غیرخطی دیوار برشی                      |
| ۵۰۷ | ..... ۵-۵ معادله پیشنهادی                                    |
| ۵۰۹ | ..... ۶-۵ تعیین موقعیت دیوارهای برشی در پلان                 |
| ۵۱۰ | ..... ۱-۶-۵ تاثیر جانمایی دیوار برشی در پلان بر روی پیش      |
| ۵۱۷ | ..... ۲-۶-۵ تاثیر جانمایی دیوار برشی بر روی تغییر مکان جانبی |
| ۵۱۸ | ..... ۳-۶-۵ تاثیر جانمایی دیوار برشی بر روی صلبیت سقف        |

|     |                                                           |
|-----|-----------------------------------------------------------|
| ۵۱۹ | ۴-۶-۵ تاثیر جانمایی دیوار برشی بر روی نیروی بالا رانش     |
| ۵۲۰ | ۵-۶-۵ جانمایی بهینه دیوارهای برشی بتنی در سازه های فولادی |
| ۵۲۲ | مراجع انتخابی                                             |

## فصل ششم اندرکنش قاب-دیوار برشی

|     |                                                                                 |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------|
| ۵۲۳ | ۱-۶ مقدمه                                                                       |
| ۵۲۴ | ۲-۶ سیستم ترکیبی قاب خمشی و دیوار برشی                                          |
| ۵۲۵ | ۳-۶ معرفی رفتار متقابل (تداخلی) دیوار برشی و قاب خمشی                           |
| ۵۲۸ | ۴-۶ مزایای اندرکنش قاب-دیوار برشی و عوامل موثر بر آن                            |
| ۵۳۰ | ۵-۶ کاربرد سیستم های قاب-دیوار برشی                                             |
| ۵۳۴ | ۶-۶ دیدگاه های آیین نامه های مختلف در مورد اندرکنش قاب-دیوار                    |
| ۵۳۵ | ۷-۶ تعیین نیروهای اندرکنش (تداخلی)                                              |
| ۵۳۵ | ۱-۷-۶ روش P.C.A                                                                 |
| ۵۳۷ | ۲-۷-۶ روش مولفه سختی ای توزیع نیروی جانبی بین قاب و دیوار برشی                  |
| ۵۴۹ | ۳-۷-۶ تئوری و تحلیل تقریبی قاب-دیوار                                            |
| ۵۵۰ | ۴-۷-۶ ۱ معادلات دیفرانسیل حاکم                                                  |
| ۵۵۳ | ۲-۳-۷-۶ حل بارگذاری گسترده یکنواخت                                              |
| ۵۵۴ | ۳-۳-۷-۶ تعیین نیروهای دیوار و قاب                                               |
| ۵۵۷ | ۴-۳-۷-۶ حل بارگذاری متناوب                                                      |
| ۵۵۷ | ۵-۳-۷-۶ تعیین صلبیت برشی                                                        |
| ۵۵۸ | ۶-۳-۷-۶ تحلیل ترسیمی                                                            |
| ۵۶۶ | ۴-۷-۶ تحلیل کامپیوتری                                                           |
| ۵۷۱ | ۸-۶ ویژگی های طراحی سازه های قاب-دیوار                                          |
| ۵۷۱ | ۱-۸-۶ سازه بهینه                                                                |
| ۵۷۲ | ۲-۸-۶ پدیده برش و لنگر منفی دیوار در سیستم دیوار برشی - قاب و قطع دیوارهای برشی |
| ۵۷۳ | ۳-۸-۶ افزایش اندرکنش متمرکز                                                     |
| ۵۷۳ | ۴-۸-۶ نمودارهای تغییر مکان ها و نیروها                                          |
| ۵۸۲ | مراجع انتخابی                                                                   |

## فصل هفتم دیوارهای برشی بتن آرمه در سازه های فولادی

|     |                                                               |
|-----|---------------------------------------------------------------|
| ۵۸۳ | ۱-۷ مقدمه                                                     |
| ۵۸۴ | ۲-۷ مزایا و معایب دیوارهای برشی بتن آرمه در سازه های فولادی   |
| ۵۸۴ | ۳-۷ محدودیت استفاده دیوارهای برشی بتن آرمه در سازه های فولادی |

|     |                                                                                      |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------|
| ۵۸۶ | ۴-۷ معرفی انواع دیوارهای برشی بتن آرمه در سازه های فولادی                            |
|     | ۵-۷ دستورالعمل طراحی دیوارهای برشی بتن آرمه در سازه های فولادی و حداقل ضوابط مربوطه. |
| ۵۹۸ | ۱-۵-۷ کلیات مربوط به سیستم سازه ای                                                   |
| ۵۹۸ | ۲-۵-۷ حداقل ضخامت دیوار برشی                                                         |
| ۵۹۸ | ۳-۵-۷ نحوه اتصال ستون فولادی به دیوار برشی بتن آرمه                                  |
| ۵۹۹ | ۴-۵-۷ ضوابط طراحی و نکات اجرایی ستون های فولادی مدفون در بتن                         |
| ۶۰۵ | ۵-۵-۷ میلگردهای افقی دیوار برشی                                                      |
| ۶۱۱ | ۶-۵-۷ اعضای مرزی دیوار برشی                                                          |
| ۶۱۲ | ۷-۵-۷ برش گیرها                                                                      |
| ۶۱۳ | ۸-۵-۷ کف ستون ها                                                                     |
| ۶۱۵ | ۹-۵-۷ وصله میلگردهای قائم                                                            |
| ۶۱۹ | ۱۰-۵-۷ تیرهای متصل به ستون فولادی                                                    |
| ۶۱۹ | ۱۱-۵-۷ اتصال دیوار سازه ای به سقف                                                    |
| ۶۲۰ | ۱۲-۵-۷ اتصال اعضای سازه ای به دیوار برشی                                             |
| ۶۲۲ | ۶-۷ طراحی لرزه ای ساختمان های فولادی با دیوار برشی بتن آرمه بر اساس ANSI/AISC 341-10 |
| ۶۲۵ | مراجع انتخابی                                                                        |
| ۶۳۲ |                                                                                      |

## فصل هشتم دیوارهای برشی مرکب

|     |                                                                    |
|-----|--------------------------------------------------------------------|
| ۶۳۵ | ۱-۸ مقدمه                                                          |
| ۶۳۶ | ۲-۸ دیوار برشی مرکب بتنی-ورق فولادی                                |
| ۶۳۷ | ۱-۲-۸ فلسفه ظهور دیوارهای برشی مرکب ورق فولادی-بتنی و کاربردهای آن |
| ۶۴۴ | ۲-۲-۸ مزایای دیوارهای برشی مرکب بتنی-ورق فولادی                    |
| ۶۴۵ | ۳-۲-۸ معرفی اجزای اصلی یک دیوار برشی مرکب                          |
| ۶۴۵ | ۱-۳-۲-۸ دیوار برشی فولادی                                          |
| ۶۴۷ | ۲-۳-۲-۸ دیوار برشی بتن آرمه                                        |
| ۶۴۷ | ۳-۳-۲-۸ برش گیرها                                                  |
| ۶۴۷ | ۴-۳-۲-۸ ستون های مرزی                                              |
| ۶۴۷ | ۵-۳-۲-۸ تیرهای مرزی                                                |
| ۶۴۸ | ۶-۳-۲-۸ اتصال دیوار برشی به اعضای مرزی                             |
| ۶۴۸ | ۷-۳-۲-۸ اتصالات تیر به ستون                                        |
| ۶۴۸ | ۴-۲-۸ تاریخچه تحقیقات دیوارهای برشی مرکب ورق فولادی-بتنی           |

|     |                                                                                   |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------|
| ۶۴۸ | ۱-۴-۲-۸ مطالعات آزمایشگاهی رفتار لرزه ای دیوارهای برشی فولادی مرکب در آمریکا      |
| ۶۴۹ | ۲-۴-۲-۸ آزمایشات تناوبی دیوارهای برشی مرکب در آمریکا                              |
| ۶۵۲ | ۳-۴-۲-۸ دیگر تحقیقات صورت گرفته توسط محققان                                       |
| ۶۵۶ | ۵-۲-۸ ضوابط آیین نامه های مربوط به دیوارهای برشی مرکب بتنی فولادی                 |
| ۶۵۶ | ۱-۵-۲-۸ محاسبه نیروی زلزله با استفاده از آیین نامه های آمریکایی                   |
| ۶۵۷ | ۲-۵-۲-۸ معیارهای طراحی برای دیوار برشی مرکب                                       |
| ۶۵۸ | ۳-۵-۲-۸ روند طرح لرزه ای دیوارهای برشی مرکب                                       |
| ۶۵۸ | ۴-۵-۲-۸ مدهای اصلی گسیختگی                                                        |
| ۶۵۹ | ۵-۵-۲-۸ روند سلسله مراتبی مدهای گسیختگی                                           |
| ۶۶۰ | ۶-۵-۲-۸ مدل سازی دیوارهای مرکب بتنی- ورق فولادی برای تحلیل                        |
|     | ۷-۵-۲-۸ ضوابط طراحی لرزه ای دیوارهای برشی مرکب بتنی- ورق فولادی بر اساس آیین نامه |
| ۶۶۱ | ANSI/AISC 341-10                                                                  |
| ۶۶۶ | ۶-۲-۸ نتیجه گیر                                                                   |
| ۶۶۶ | ۳-۸ دیوارهای برشی مرکب مصالح بتنی مسلح                                            |
| ۶۷۳ | ۴-۸ دیوارهای برشی مرکب بتنی ای با قاب فولادی و چوبی                               |
| ۶۷۷ | مراجع انتخابی                                                                     |

## فصل نهم هسته های مقاوم بتن آرمه

|     |                                                                              |
|-----|------------------------------------------------------------------------------|
| ۶۸۱ | ۱-۹ مقدمه                                                                    |
| ۶۸۲ | ۲-۹ معرفی سیستم سازه ای هسته مقاوم                                           |
| ۶۸۷ | ۳-۹ کاربرد هسته ها در سازه های مختلف                                         |
| ۶۹۴ | ۴-۹ هسته مقاوم بتنی کوپله                                                    |
| ۶۹۵ | ۵-۹ تئوری تابیدگی گیردار هسته های یکنواخت تحت اثر پیچش                       |
| ۶۹۶ | ۱-۵-۹ معادلات دیفرانسیل حاکم                                                 |
| ۶۹۷ | ۲-۵-۹ حل پیچش گسترده یکنواخت                                                 |
| ۶۹۸ | ۶-۹ بررسی تأثیر کوپله کردن هسته های مقاوم بتنی و بررسی نتایج خطی             |
| ۶۹۸ | ۱-۶-۹ مشخصات و خصوصیات سازه ها                                               |
| ۷۰۲ | ۲-۶-۹ تحلیل و بررسی نتایج                                                    |
| ۷۱۰ | ۳-۶-۹ نتیجه گیری و پیشنهادات این بخش                                         |
|     | ۷-۹ مطالعه اثر رانش معکوس در سازه های بلند و ارائه روابط حاکم بر رفتار سیستم |
| ۷۱۱ | سازه ای از دیدگاه این پدیده (تحقیقات خیرالدین و کریمی، ۱۳۹۴)                 |
| ۷۱۲ | ۱-۷-۹ معرفی مسئله و تاریخچه تحقیقات                                          |
| ۷۱۵ | ۲-۷-۹ وارد نمودن خواص سختی در محاسبه نیروهای داخلی                           |

|     |                                                |
|-----|------------------------------------------------|
| ۷۱۹ | ..... ۳-۷-۹ مقایسه نتایج تحلیلی با یک مدل عددی |
| ۷۲۲ | ..... ۴-۷-۹ نتیجه گیری این بخش                 |
| ۷۲۳ | ..... ۸-۹ مطالعات موردی                        |
| ۷۳۸ | ..... مراجع انتخابی                            |

## فصل دهم مقاوم سازی دیوارهای برشی بتن آرمه

|     |                                                                             |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------|
| ۷۴۱ | ..... ۱-۱۰ مقدمه                                                            |
| ۷۴۲ | ..... ۲-۱۰ علل نیاز به مقاوم سازی دیوارهای برشی بتن آرمه                    |
| ۷۴۳ | ..... ۳-۱۰ دیوار برشی بتن آرمه تقویت شده توسط ورق فولادی                    |
| ۷۴۴ | ..... ۱-۱۰ روش های اتصال روکش فولادی به دیوار بتن آرمه                      |
| ۷۴۵ | ..... ۲-۱۰ روش های استفاده از روکش فولادی در سطح خارجی دیوار بتن آرمه       |
| ۷۴۸ | ..... ۳-۱۰ تأثیر نحوه سباندن ورق فولادی به سطح خارجی دیوار برشی بر رفتار آن |
| ۷۵۰ | ..... ۴-۳-۱۰ دیدگاه های آئین نامه ای در ارتباط مقاومت برشی روکش فولادی      |
| ۷۵۴ | ..... ۵-۳-۱۰ مطالعه تحلیلی غیرخطی                                           |
| ۷۵۴ | ..... ۱-۵-۳-۱۰ انتخاب مدل آزمایشگاهی                                        |
| ۷۵۶ | ..... ۲-۵-۳-۱۰ مدل اجزای محدود                                              |
| ۷۵۸ | ..... ۳-۵-۳-۱۰ دیوار برشی تقویت شده با روکش فولادی به ضخامت ۴ میلی متر      |
| ۷۵۹ | ..... ۴-۵-۳-۱۰ دیوار برشی تقویت شده با روکش فولادی به ضخامت ۱۰ میلی متر     |
| ۷۵۹ | ..... ۵-۵-۳-۱۰ دیوار برشی تقویت شده با روکش فولادی به ضخامت ۶ میلی متر      |
| ۷۶۱ | ..... ۴-۱۰ دیوار برشی بتن آرمه تقویت شده توسط لایف سلاش پلیمری <i>FRP</i>   |
| ۷۶۱ | ..... ۱-۴-۱۰ مقدمه                                                          |
| ۷۶۲ | ..... ۲-۴-۱۰ مهمترین امتیازات <i>FRP</i>                                    |
| ۷۶۴ | ..... ۳-۴-۱۰ کاربرد سیستم های <i>FRP</i> در صنعت ساختمان                    |
| ۷۶۵ | ..... ۴-۴-۱۰ تأثیر محصور کنندگی صفحات <i>FRP</i>                            |
| ۷۶۶ | ..... ۵-۴-۱۰ استفاده از روکش <i>FRP</i> در تقویت دیوار برشی بتن آرمه        |
| ۷۷۳ | ..... ۶-۴-۱۰ کاربرد صفحات <i>CFRP</i> پیرامون محل مفصل پلاستیک              |
| ۷۷۴ | ..... ۷-۴-۱۰ مدل تحلیلی                                                     |
| ۷۷۵ | ..... ۸-۴-۱۰ دیدگاه های آئین نامه ای در ارتباط با روکش <i>FRP</i>           |
| ۷۷۸ | ..... مراجع انتخابی                                                         |

## فصل یازدهم دیوارهای برشی فولادی

|     |                                                                      |
|-----|----------------------------------------------------------------------|
| ۷۸۱ | ..... ۱-۱۱ مقدمه                                                     |
| ۷۸۲ | ..... ۲-۱۱ معرفی دیوار برشی فولادی ( <i>SSW</i> ) یا ( <i>SPSW</i> ) |

- ۷۸۳ ..... ۱-۲-۱۱ معرفی اجزای اصلی دیوار برشی فولادی و نحوه عملکرد رفتاری آن
- ۷۸۷ ..... ۲-۲-۱۱ انواع دیوارهای برشی فولادی
- ۷۹۲ ..... ۳-۲-۱۱ مزایای دیوار برشی فولادی
- ۷۹۳ ..... ۴-۲-۱۱ ملاحظات در باره استفاده از دیوارهای برشی فولادی
- ۷۹۶ ..... ۳-۱۱ نمونه های اجرایی دیوارهای برشی فولادی
- ۷۹۶ ..... ۱-۳-۱۱ ساختمان ۲۰ طبقه اداری نیپون استیل در توکیو ژاپن (۱۹۷۰)
- ۷۹۷ ..... ۲-۳-۱۱ ساختمان ۵۳ طبقه شینجوکو نومورا در توکیو
- ۷۹۸ ..... ۳-۳-۱۱ هتل ۳۰ طبقه در شهر دالاس، تگزاس آمریکا
- ۷۹۹ ..... ۴-۳-۱۱ بیمارستان ۶ طبقه آلیو ویو در لس آنجلس، کالیفرنیا
- ۸۰۰ ..... ۵-۳-۱۱ کارگیری دیوار برشی فولادی با نقطه تسلیم پایین در ژاپن
- ۸۰۲ ..... ۶-۳-۱۱ ساختمان ۳۵ طبقه اداری در کوبه ژاپن
- ۸۰۳ ..... ۴-۱۱ مطالعات آزمایشگاهی بر روی دیوارهای برشی فولادی
- ۸۰۴ ..... ۱-۴-۱۱ تحقیقات انجام شده در کانادا
- ۸۰۶ ..... ۲-۴-۱۱ مطالعات انجام شده در ژاپن
- ۸۰۹ ..... ۳-۴-۱۱ مطالعات انجام شده در انگلیس
- ۸۱۰ ..... ۴-۴-۱۱ مطالعات انجام شده در آمریکا
- ۸۱۵ ..... ۵-۴-۱۱ تحقیقات انجام شده در ایران
- ۸۱۶ ..... ۶-۴-۱۱ نتیجه گیری مطالعات انجام شده توسط محققان
- ۸۱۶ ..... ۵-۱۱ مدل های رفتاری دیوارهای برشی فولادی
- ۸۱۷ ..... ۱-۵-۱۱ مدل رفتاری نواری
- ۸۲۰ ..... ۲-۵-۱۱ مدل اندرکنش ورق- قاب ( $PFI$ )
- ۸۲۶ ..... ۳-۵-۱۱ مدل اصلاح شده اندرکنش ورق- قاب ( $M-PFI$ )
- ۸۳۱ ..... ۶-۱۱ طراحی دیوارهای برشی فولادی
- ۸۳۵ ..... ۱-۶-۱۱ الزامات  $AISC 341-05$  برای دیوارهای برشی فولادی ویژه
- ۸۳۶ ..... ۲-۶-۱۱ الزامات آیین نامه  $AISC 341-10$  در مورد دیوارهای برشی فولادی ویژه
- ۸۴۳ ..... ۳-۶-۱۱ طراحی گام به گام دیوار برشی فولادی ویژه
- ۸۵۳ ..... ۷-۱۱ جزئیات اجرایی دیوارهای برشی فولادی
- ۸۵۵ ..... ۸-۱۱ مطالعه موردی (بلندترین دیوار برشی فولادی در دنیا)
- ۸۵۵ ..... ۱-۸-۱۱ بلندترین دیوار برشی فولادی در دنیا در شهر تیانجین در کشور چین
- ۸۵۶ ..... ۱-۱-۸-۱۱ سیستم سازه ای برج جینتا
- ۸۵۹ ..... ۲-۱-۸-۱۱ بارگذاری و عملکرد سازه
- ۸۶۰ ..... ۳-۱-۸-۱۱ روش و فلسفه طراحی دیوارهای  $SPSW$
- ۸۶۱ ..... ۴-۱-۸-۱۱ مدل سازی دیوارهای برشی فولادی

|     |                                                  |
|-----|--------------------------------------------------|
| ۸۶۴ | ..... ۵-۱-۸-۱۱ آزمایشات برای تأیید طراحی سازه ای |
| ۸۶۵ | ..... مراجع انتخابی                              |
| ۸۶۹ | ..... واژه نامه                                  |
| ۸۸۱ | ..... فهرست موضوعی                               |

www.ketab.ir