



**ضوابط و جزئیات اجرای ساختمان‌های بتن آرمه**

**جلد سوم**

**ضوابط خاص و نکات اجرایی ساختمان‌های بتن آرمه**

www.ketaboo.ir

**تألیف: مهندس حمیدرضا فرشچی**

کارشناس ارشد سازه، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله

|                     |                                                                  |
|---------------------|------------------------------------------------------------------|
| سرشناسه             | فرشچی، حمیدرضا، ۱۳۵۳ -                                           |
| عنوان و نام پدیدآور | ضوابط و جزییات اجرای ساختمان‌های بتن آرمه / تألیف حمیدرضا فرشچی. |
| مشخصات نشر          | تهران: فرشچی، ۱۳۸۹.                                              |
| مشخصات ظاهری        | ج: مصور، جدول، نمودار.                                           |
| شابک                | دوره: ۹-۵-۹۴۰۴-۹۶۴-۹۷۸؛ ج: ۳؛ ۸-۰-۹۴۰۴-۹۶۴-۹۷۸                   |
| رده بندی کنگره      | ۱۳۸۹؛ ۹۴۰۴/۲/۶۸۳ TA                                              |
| رده بندی دیویی      | ۶۲۴/۱۸۳۴۱:                                                       |
| شماره کتابشناسی ملی | ۲۱۱۱۹۸۱                                                          |



انتشارات فرشچی

ضوابط و جزییات اجرای ساختمان‌های بتن آرمه

جلد سوم

ضوابط خاص و نکات اجرایی ساختمان‌های بتن آرمه

مؤلف: مهندس حمیدرضا فرشچی

چاپ: اول، تابستان ۱۳۹۰

تیراژ: ۳۰۰۰ جلد

چاپ: میلاد نور

طراح جلد: مهدی تمیزی

ویراستار: ستوده کاظمی

ویراستار فنی: مهندس سید محمد میرهاشمی و مهندس حسین کیهانی

بها: ۱۴۳۰۰۰ ریال

مرکز پخش: خدمات فرهنگی پارسه نو- تهران خیابان انقلاب، ۱۲ متری فروردین، بعد از

تقاطع وحید نظری، کوچه نوروز پلاک ۱۶. تلفن: ۶۶۹۷۱۰۸۸- تلفکس: ۶۶۹۷۱۰۹۰

فروشگاه اینترنتی Website: [www.civil-book.com](http://www.civil-book.com)

کلیه حقوق برای مؤلف محفوظ است.

## پیشگفتار

بتن به عنوان محصولی ویژه و کارآمد امروزه بخش عمده‌ای از مصالح پروژه‌های ساختمانی و عمرانی را تشکیل می‌دهد. به طوری که می‌توان گفت نقش اساسی بتن در ساخت و سازها هر روز بیش از گذشته پُر رنگ‌تر می‌شود. از کشف پایه‌ی اصلی بتن که سیمان باشد حدود ۲۰۰ سال می‌گذرد. شناخت رفتار و خصوصیات سیمان طی این سال‌ها، باعث پیشرفت‌های به وجود آمده در فناوری بتن، طراحی و اجرای آن شده است. آگاهی از خصوصیات و جزئیات رفتاری و اجرایی بتن بر دست‌اندرکاران صنعت ساخت و ساز امری لازم محسوب می‌شود؛ زیرا امروزه پروژه‌های ساختمانی را نمی‌توان یافت که بتن در آن به کار نرفته باشد. استفاده از بتن به عنوان محصولی مشترک در دیگر انواع ساختمان‌ها از قبیل؛ ساختمان‌های مصالح بنایی به عنوان کلاف یا پی، ساختمان‌های فولادی به عنوان پوشش سقف، پی یا دیوار مطرح است.

بیان کلیه نتایج تحقیقات و معلومات درباره‌ی بتن در قالب یک کتاب امری دشوار محسوب می‌شود. از این رو برای دسترسی آسان‌تر و البته مطابق با نیاز متخصصین در این زمینه می‌توان این معلومات را به دو بخش اصلی طراحی و اجرایی تقسیم نمود. این تقسیم‌بندی دلیلی بر جدا بودن این مطالب نیست لیکن باعث تعدیل حجم مطالب بر اساس نیاز تخصصی افراد می‌شود. با عنایت به این رویکرد مجموعه کتاب‌های فوق برای پوشش مطالب و تشریح جزئیات اجرای ساختمان‌های بتن‌آرمه در قالب سه موضوع ۱- ساخت بتن ۲- اجرای بتن‌آرمه ۳- ضوابط خاص و نکات اجرایی ساختمان‌های بتن‌آرمه، تدوین شده است.

به جهت خلاء موجود در رابطه با تشریح ضوابط و مقررات ملی ساختمان مبحث ۹ درباره جزئیات اجرایی و ارجحیت این ضوابط بر دیگر استانداردها و تشریحات داخلی و خارجی، اساس اصلی این مجموعه بر مبنای نکات اجرایی مقررات ملی ساختمان مبحث ۹ نهاده شده است. که برای آگاهی خواننده از ضوابط فوق، این مرجع با شماره ۱۸ و با نشانی کامل در انتهای هر پاراگراف ارایه شده است و دیگر مراجع طبق روال عادی آورده شده‌اند. هم‌چنین برای هرچه پُر بار تر شدن این مجموعه از منابع متنوع و معتبر همسو با مقررات ملی ساختمان مبحث ۹ در تدوین کتاب حاضر استفاده شده است.

نحوه ارایه مطالب تا حد زیادی بر اساس مراحل اجرایی یک سازه بتنی تنظیم شده است. برای وضوح بیشتر ضوابط و بیان ساده نکات مبهم از تصاویر، اشکال و مثال‌های متعددی استفاده و از ذکر لغات نامأنوس که در فرهنگ ما کاربرد ندارد پرهیز شده است. برخی از این نکات که در

آزمون‌های ادواری نظام مهندسی کشور مطرح بوده در قالب خودآزمایی، صفحاتی از انتهای هر کتاب را به خود اختصاص داده است.

هدف از تألیف کتب حاضر، ارایه و تشریح کلیه ضوابط و مقررات موجود در زمینه اجرای ساختمان‌های بتن‌آرمه در ایران می‌باشد. البته در این راستا به ابهامات و نکات اجرایی مغفول در استانداردهای ایران تا حد امکان بر اساس نشریات معتبر جهانی پرداخته شده است. ارایه راه کارهای اجرایی برخی ضوابط و مقررات ملی ساختمان مبحث ۹، حتی‌المقدور مطابق با فرهنگ ساخت و ساز موجود در کشور و بیان دستاوردهای نوین در بحث موضوعات مختلف ساختمان‌های بتن‌آرمه از دیگر اهداف این اثر به شمار می‌آید.

تابستان ۱۳۹۰  
حمیدرضا فرشچی

## ضوابط و جزییات اجرای ساختمان های بتن آرمه

صفحه

### سر فصل جلد ها

#### جلد اول - ساخت بتن

|            |                  |
|------------|------------------|
| فصل اول    | کلیات            |
| فصل دوم    | مصالح بتن        |
| فصل سوم    | میلگردهای فولادی |
| فصل چهارم  | اختلاط بتن       |
| خود آزمایی |                  |
| مراجع      |                  |

#### جلد دوم - اجرای بتن آرمه

|            |                          |
|------------|--------------------------|
| فصل اول    | میلگرد گذاری             |
| فصل دوم    | مهار، وصله و کاشت میلگرد |
| فصل سوم    | ضوابط قالب بندی در بتن   |
| فصل چهارم  | بتن ریزی                 |
| فصل پنجم   | کیفیت بتن آرمه           |
| فصل ششم    | سازه بتن آرمه            |
| خود آزمایی |                          |
| مراجع      |                          |

#### جلد سوم - ضوابط خاص و نکات اجرایی ساختمان های بتن آرمه

|            |                                               |     |
|------------|-----------------------------------------------|-----|
| فصل اول    | بتن های ویژه                                  | ۳   |
| فصل دوم    | روش های اجرای بتن تنیده                       | ۲۱۵ |
| فصل سوم    | روش های اجرای ساختمان بتنی پیش ساخته          | ۲۳۷ |
| فصل چهارم  | ضوابط شکل پذیری                               | ۲۸۷ |
| فصل پنجم   | ضوابط ویژه اجرایی در برابر حریق               | ۳۵۱ |
| فصل ششم    | بهره برداری، نگهداری و تعمیر ساختمان های بتنی | ۳۶۳ |
| خود آزمایی |                                               | ۴۲۷ |
| مراجع      |                                               | ۵۶۵ |

ضوابط و جزئیات اجرای ساختمان‌های بتن آرمه

جلد سوم

ضوابط خاص و نکات اجرایی ساختمان‌های بتن آرمه

مقدمه

فصل اول بتن‌های ویژه

|    |         |                              |
|----|---------|------------------------------|
| ۱  | ۰-۱-۱   | علایم اختصاری                |
| ۳  | ۱-۱-۱   | کلیات                        |
| ۵  | ۱-۱-۱-۱ | بتن با عملکرد بالا (توانمند) |
| ۸  | ۲-۱-۱   | دسته‌بندی بتن                |
| ۱۱ | ۲-۱     | بتن سبک                      |
| ۱۴ | ۱-۲-۱   | بتن سبک سازه‌ای              |
| ۱۹ | ۲-۲-۱   | بتن سبک غیر سازه‌ای          |
| ۱۹ | ۱-۲-۲-۱ | بتن اسفنجی                   |
| ۲۲ | ۲-۲-۲-۱ | بتن سبک عایق‌بندی            |
| ۲۴ | ۳-۲-۲-۱ | بتن کفی                      |
| ۳۰ | ۴-۲-۲-۱ | بتن گازی اتوکلاو شده         |
| ۳۵ | ۵-۲-۲-۱ | بتن پوکه سنگی                |
| ۳۷ | ۶-۲-۲-۱ | بتن بدون ریزدانه             |
| ۴۲ | ۷-۲-۲-۱ | بتن خاک اره‌ای               |
| ۴۳ | ۳-۲-۱   | بتن سبک متوسط                |
| ۴۴ | ۳-۱     | بتن با کارایی بالا           |
| ۴۸ | ۴-۱     | بتن خود تراکم                |
| ۵۹ | ۵-۱     | بتن با مقاومت زیاد           |
| ۶۷ | ۶-۱     | بتن غلتکی                    |
| ۷۷ | ۷-۱     | بتن ضد آب                    |
| ۷۹ | ۸-۱     | بتن پاشیده (شاتکریت)         |
| ۸۱ | ۱-۸-۱   | بتن پاشیده تر                |
| ۸۱ | ۲-۸-۱   | بتن پاشیده خشک               |
| ۸۲ | ۳-۸-۱   | مشخصات کلی                   |
| ۸۵ | ۴-۸-۱   | مقایسه روش‌ها                |
| ۸۶ | ۹-۱     | بتن پمپی                     |

|     |                                        |
|-----|----------------------------------------|
| ۸۶  | ۱۰-۱ بتن الیافی                        |
| ۸۷  | ۱-۱۰-۱ مشخصات الیاف                    |
| ۹۰  | ۲-۱۰-۱ عملکرد بتن الیافی               |
| ۹۴  | ۳-۱۰-۱ مزایا و محدودیت‌ها              |
| ۹۸  | ۴-۱۰-۱ نسبت اختلاط و مصالح             |
| ۱۰۱ | ۵-۱۰-۱ ساخت بتن الیافی                 |
| ۱۰۲ | ۶-۱۰-۱ کاربرد                          |
| ۱۰۳ | ۷-۱۰-۱ بتن پاشی الیافی                 |
| ۱۰۴ | ۱-۷-۱۰-۱ بتن پاشی با الیاف فلزی        |
| ۱۰۵ | ۲-۷-۱۰-۱ بتن پاشی با الیاف پلیمری      |
| ۱۰۶ | ۳-۷-۱۰-۱ نکات اجرایی بتن پاشی با الیاف |
| ۱۰۷ | ۱۱-۱ بتن با نرمی بالا (خمیری)          |
| ۱۰۹ | ۱۲-۱ بتن با حباب هوا                   |
| ۱۰۹ | ۱-۱۲-۱ نکات اجرایی                     |
| ۱۱۰ | ۱۳-۱ بتن زودرس                         |
| ۱۱۱ | ۱۴-۱ بتن کم مایه (لاغر)                |
| ۱۱۱ | ۱۵-۱ بتن سنگین (حفاظتی)                |
| ۱۱۳ | ۱۶-۱ بتن پیش آکنده                     |
| ۱۱۵ | ۱۷-۱ بتن مکیده                         |
| ۱۱۸ | ۱۸-۱ بتن پلیمری                        |
| ۱۱۹ | ۱-۱۸-۱ بتن اشباع شده با پلیمر          |
| ۱۲۰ | ۲-۱۸-۱ بتن با سیمان پلیمری             |
| ۱۲۱ | ۳-۱۸-۱ بتن با پلیمر                    |
| ۱۲۲ | ۱۹-۱ بتن بارور شده با پلیمر            |
| ۱۲۳ | ۲۰-۱ بتن با میکروسیلیس                 |
| ۱۲۴ | ۲۱-۱ بتن با درصد زیاد روباره           |
| ۱۲۴ | ۲۲-۱ بتن با درصد زیاد خاکستر بادی      |
| ۱۲۵ | ۲۳-۱ بتن شسته (نمایان)                 |
| ۱۲۶ | ۲۴-۱ بتن گومردی                        |
| ۱۲۹ | ۱-۲۴-۱ طرح اختلاط بتن گومردی           |
| ۱۳۰ | ۲۵-۱ بتن سفید                          |
| ۱۳۲ | ۲۶-۱ بتن پودر فعال                     |
| ۱۳۳ | ۲۷-۱ بتن مسلح به میلگرد کامپوزیتی      |
| ۱۳۵ | ۱-۲۷-۱ ساختار مواد کامپوزیتی           |

|     |                                                          |
|-----|----------------------------------------------------------|
| ۱۳۵ | ۲-۲۷-۱ مشخصات میله‌های کامپوزیتی                         |
| ۱۳۹ | ۲۸-۱ بتن بدون جمع شدگی                                   |
| ۱۴۲ | ۱-۲۸-۱ ویژگی‌های فنی و کاربردی                           |
| ۱۴۵ | ۲۹-۱ بتن حجیم                                            |
| ۱۴۶ | ۱-۲۹-۱ مصالح                                             |
| ۱۴۶ | ۱-۱-۲۹-۱ سنگدانه‌ها                                      |
| ۱۵۱ | ۲-۱-۲۹-۱ سیمان                                           |
| ۱۵۴ | ۳-۱-۲۹-۱ افزودنی‌ها                                      |
| ۱۵۵ | ۴-۱-۲۹-۱ آب                                              |
| ۱۵۶ | ۲-۲۹-۱ کیفیت و طرح اختلاط بتن                            |
| ۱۵۶ | ۲-۲۹-۱ پایایی بتن                                        |
| ۱۶۴ | ۲-۲-۲۹-۱ تعیین نسبت‌های اختلاط بر اساس مخلوط‌های آزمایشی |
| ۱۶۵ | ۳-۲-۲۹-۱ ارزیابی و پذیرش بتن                             |
| ۱۶۸ | ۳-۲۹-۱ ساخت بتن                                          |
| ۱۶۸ | ۱-۳-۲۹-۱ نیروی انسانی، تجهیزات و وسایل                   |
| ۱۶۸ | ۲-۳-۲۹-۱ آماده سازی مصالح                                |
| ۱۶۹ | ۳-۳-۲۹-۱ تولید بتن                                       |
| ۱۷۱ | ۴-۳-۲۹-۱ دمای بتن                                        |
| ۱۷۶ | ۴-۲۹-۱ اجرای بتن حجیم                                    |
| ۱۷۶ | ۱-۴-۲۹-۱ نیروی انسانی، تجهیزات و وسایل                   |
| ۱۷۸ | ۲-۴-۲۹-۱ آماده سازی محل                                  |
| ۱۷۹ | ۳-۴-۲۹-۱ انتقال بتن                                      |
| ۱۸۲ | ۴-۴-۲۹-۱ ریختن و تراکم بتن                               |
| ۱۸۵ | ۵-۴-۲۹-۱ پرداخت سطوح بتن                                 |
| ۱۸۶ | ۶-۴-۲۹-۱ قالب‌برداری و تعمیرات                           |
| ۱۸۶ | ۷-۴-۲۹-۱ عمل‌آوری و محافظت بتن                           |
| ۱۸۷ | ۳۰-۱ بتن عبور دهنده نور                                  |
| ۱۸۷ | ۱-۳۰-۱ موارد کاربرد                                      |
| ۱۸۹ | ۳۱-۱ بتن با سنگدانه بازیافتی                             |
| ۱۹۲ | ۳۲-۱ بتن با سنگدانه شیشه‌ای                              |
| ۱۹۵ | ۳۳-۱ بتن‌ریزی در زیر آب                                  |
| ۱۹۵ | ۱-۳۳-۱ مشخصات کلی                                        |
| ۱۹۷ | ۲-۳۳-۱ روش اجرا                                          |
| ۱۹۷ | ۳۴-۱ بتن لاشه سنگی                                       |

|     |                               |
|-----|-------------------------------|
| ۱۹۸ | ۳۵-۱ بتن موزاییکی             |
| ۱۹۹ | ۳۶-۱ بتن با دانه بندی گسسته   |
| ۲۰۰ | ۳۷-۱ بتن کلونیدی              |
| ۲۰۱ | ۳۸-۱ بتن با دانه بندی گرانیتی |
| ۲۰۲ | ۳۹-۱ بتن ضد حرارت             |
| ۲۰۶ | ۴۰-۱ بتن خود تمیز شونده       |
| ۲۰۸ | ۴۱-۱ بتن سبز                  |
| ۲۱۱ | ۴۲-۱ بتن هوشمند               |
| ۲۱۱ | ۴۳-۱ بتن خود ترمیم            |

## فصل دوم روش های اجرای بتن تنیده

|     |                                                                      |
|-----|----------------------------------------------------------------------|
| ۲۱۵ | ۰-۲ تعاریف                                                           |
| ۲۱۹ | ۱-۲ کلیات                                                            |
| ۲۱۹ | ۲-۲ بتن تنیده                                                        |
| ۲۲۴ | ۱-۲-۲ روش های مکانیکی                                                |
| ۲۲۴ | ۱-۱-۲-۲ پیش تنیده                                                    |
| ۲۲۶ | ۲-۱-۲-۲ پس تنیده                                                     |
| ۲۲۷ | ۳-۱-۲-۲ مقایسه روش های اجرای بتن آرمه معمولی با پیش تنیده و پس تنیده |
| ۲۳۰ | ۴-۱-۲-۲ مصالح تنیدگی                                                 |
| ۲۳۴ | ۲-۲-۲ روش محیطی                                                      |
| ۲۳۴ | ۳-۲-۲ روش شیمیایی                                                    |
| ۲۳۴ | ۴-۲-۲ روش الکتریکی - حرارتی                                          |

## فصل سوم روش های اجرای ساختمان بتنی پیش ساخته

|     |                                    |
|-----|------------------------------------|
| ۲۳۷ | ۱-۳ کلیات                          |
| ۲۳۹ | ۲-۳ بتن نیمه پیش ساخته             |
| ۲۴۳ | ۳-۳ بتن پیش ساخته                  |
| ۲۵۲ | ۱-۳-۳ سیستم تیر و ستون (قاب)       |
| ۲۵۵ | ۲-۳-۳ سیستم دال - دیوار            |
| ۲۵۷ | ۳-۳-۳ روش جمعهای                   |
| ۲۵۸ | ۲-۲-۳-۳ روش خوابیده سازی           |
| ۲۶۱ | ۳-۳-۳ سیستم ستون، دال و دیوار برشی |
| ۲۶۱ | ۱-۳-۳-۳ روش دال بالا رونده         |

|     |                                                                                    |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------|
| ۲۶۲ | ۲-۳-۳ روش تنیده                                                                    |
| ۲۶۴ | ۴-۳ مبانی طراحی قطعات پیش ساخته                                                    |
| ۲۶۷ | ۵-۳ ضوابط و مشخصات سیستم‌های پیش ساخته تأیید شده در کشور                           |
|     | ۱-۵-۳ سیستم قاب ساختمانی ساده بتن‌آرمه با ستون پیش‌ساخته، تیر نیم پیش ساخته،       |
| ۲۶۷ | سقف مجوف (هالوکور) و دیوار برشی بتن آرمه درجا                                      |
| ۲۷۰ | ۲-۵-۳ قاب ساده بتنی نیمه پیش ساخته k با دیوار برشی بتن‌آرمه درجا                   |
|     | ۳-۵-۳ ساختمان‌های پیش ساخته با دیوار باربر متشکل از سقف و دیوارهای بتن‌آرمه با بتن |
| ۲۷۲ | سبک سازه‌ای                                                                        |
|     | ۴-۵-۳ ساختمان‌های بتن‌آرمه متشکل از دیوار باربر دولایه و سقف‌های نیمه پیش ساخته با |
| ۲۷۴ | بتن درجا                                                                           |
| ۲۷۷ | ۵-۵-۳ دیوارها و سقف‌های بتن‌آرمه پیش ساخته توخالی (سیستم داموس)                    |
| ۲۷۸ | ۶-۵-۳ دیوارهای توپر و سقف‌های با هسته توخالی بتن‌آرمه پیش ساخته                    |
| ۲۸۰ | ۷-۵-۳ سازه‌های بتن‌آرمه پیش ساخته مدولار سه بعدی                                   |
| ۲۸۲ | ۸-۵-۳ ساختمان‌های بتن‌آرمه پیش ساخته با فناوری R-PC                                |
| ۲۸۴ | ۹-۵-۳ قاب خمشی ویژه بتن‌آرمه پیش ساخته با اتصالات دوگانه                           |

## فصل چهارم ضوابط شکل‌پذیری

|     |                                       |
|-----|---------------------------------------|
| ۲۸۷ | ۴-۰-۰ علایم اختصاری و تعاریف          |
| ۲۹۴ | ۴-۱-۱ کلیات                           |
| ۲۹۵ | ۴-۲-۱ ضوابط کلی طراحی                 |
| ۲۹۵ | ۴-۲-۱-۱ تحلیل سازه                    |
| ۲۹۶ | ۴-۲-۲ مشخصات مصالح                    |
| ۲۹۶ | ۴-۲-۳ کنترل سازه در شرایط بهره‌برداری |
| ۲۹۷ | ۴-۲-۴ حدود شکل‌پذیری سازه             |
| ۲۹۷ | ۴-۳ ضوابط سازه‌ای                     |
| ۲۹۸ | ۴-۳-۱ اعضای تحت خمش در قاب‌ها         |
| ۲۹۸ | ۴-۳-۱-۱ محدودیت‌های هندسی             |
| ۳۰۱ | ۴-۳-۱-۲ میلگرد طولی                   |
| ۳۰۶ | ۴-۳-۱-۳ میلگرد عرضی                   |
| ۳۰۹ | ۴-۳-۲ اعضای تحت فشار و خمش در قاب‌ها  |
| ۳۰۹ | ۴-۳-۲-۱ محدودیت‌های هندسی             |
| ۳۱۰ | ۴-۳-۲-۲ میلگرد طولی                   |
| ۳۱۳ | ۴-۳-۲-۳ میلگرد عرضی                   |

|     |                                                                 |
|-----|-----------------------------------------------------------------|
| ۳۲۵ | ۳-۳-۴ دیوارهای سازه‌ای، دیافراگم‌ها و خریاها                    |
| ۳۲۶ | ۱-۳-۳-۴ محدودیت‌های هندسی                                       |
| ۳۲۷ | ۲-۳-۳-۴ میلگردهای قائم و افقی                                   |
| ۳۳۱ | ۳-۳-۳-۴ اجزای مرزی در دیوارهای سازه‌ای و در دیافراگم‌ها         |
| ۳۳۱ | ۴-۳-۳-۴ تیرهای همبند در دیوارهای همبسته                         |
| ۳۳۴ | ۵-۳-۳-۴ درزهای اجرایی                                           |
| ۳۳۵ | ۴-۳-۴ اتصال تیر به ستون در قاب‌ها                               |
| ۳۳۶ | ۱-۴-۳-۴ اتصالات تیر به ستون در قاب‌ها با شکل‌پذیری کم و متوسط   |
| ۳۳۷ | ۲-۴-۳-۴ اتصالات تیر به ستون در قاب‌ها با شکل‌پذیری زیاد         |
| ۳۳۷ | ۱-۲-۴-۳-۴ ضوابط کلی طراحی                                       |
| ۳۳۸ | ۲-۲-۴-۳-۴ میلگردگذاری                                           |
| ۳۴۱ | ۳-۲-۴-۳-۴ طول گیرایی میلگردهای کششی                             |
| ۳۴۲ | ۴-۲-۴-۳-۴ نکات اجرایی                                           |
| ۳۴۴ | ۵-۳-۴ حداقل مقاومت خمشی ستون‌ها با شکل‌پذیری زیاد               |
| ۳۴۵ | ۶-۳-۴ ضوابط طراحی برای برش                                      |
| ۳۴۵ | ۱-۶-۳-۴ ضوابط طراحی برای برش با شکل‌پذیری کم و متوسط            |
| ۳۴۶ | ۲-۶-۳-۴ ضوابط طراحی برای برش با شکل‌پذیری زیاد                  |
| ۳۴۶ | ۱-۲-۶-۳-۴ اعضای تحت خمش و تحت فشار و خمش در قاب‌ها              |
| ۳۴۷ | ۲-۲-۶-۳-۴ دیوارهای سازه‌ای و دیافراگم‌ها                        |
| ۳۴۹ | ۷-۳-۴ اعضای از قاب‌ها که برای تحمل نیروهای زلزله طراحی نمی‌شوند |

## فصل پنجم ضوابط ویژه اجرایی در برابر حریق

|     |                                                  |
|-----|--------------------------------------------------|
| ۳۵۱ | ۰-۵ علایم اختصاری                                |
| ۳۵۱ | ۱-۵ کلیات                                        |
| ۳۵۲ | ۲-۵ مدت زمان مقاومت در برابر حریق                |
| ۳۵۴ | ۳-۵ اثر تغییرات درجه حرارت بر مقاومت مصالح مصرفی |
| ۳۵۴ | ۱-۳-۵ بتن                                        |
| ۳۵۴ | ۲-۳-۵ فولاد                                      |
| ۳۵۵ | ۴-۵ ملاحظات طراحی                                |
| ۳۵۵ | ۱-۴-۵ ستون‌ها                                    |
| ۳۵۷ | ۲-۴-۵ تیرها                                      |
| ۳۶۰ | ۳-۴-۵ دال‌ها                                     |

## فصل ششم بهره‌برداری، نگهداری و تعمیر ساختمان‌های بتنی

|     |                                                        |
|-----|--------------------------------------------------------|
| ۳۶۳ | ۰-۶ تعاریف                                             |
| ۳۶۶ | ۱-۶ کلیات                                              |
| ۳۶۸ | ۲-۶ بهره‌برداری و نگهداری                              |
| ۳۶۹ | ۱-۲-۶ اصول بهره‌برداری و نگهداری                       |
| ۳۷۰ | ۱-۱-۲-۶ بازرسی‌های ادواری                              |
| ۳۷۱ | ۲-۱-۲-۶ زهکشی، شستشو و تمیزکاری                        |
| ۳۷۲ | ۳-۱-۲-۶ تجدید رنگ، پوشش و روکش                         |
| ۳۷۳ | ۳-۶ ترک خوردگی عضو بتنی                                |
| ۳۷۴ | ۱-۳-۶ انواع ترک در عضو بتنی                            |
| ۳۷۵ | ۱-۴-۶ ترک‌های ناشی از بارهای خارجی                     |
| ۳۷۶ | ۲-۱-۳-۶ ترک‌های ناشی از جابه‌جایی و یا عوامل داخلی بتن |
| ۳۷۹ | ۲-۳-۶ خیز در اعضای خمشی بتنی                           |
| ۳۸۱ | ۳-۳-۶ کنترل عرض ترک                                    |
| ۳۸۳ | ۴-۶ علل فرسودگی و تخریب سازه‌های بتنی                  |
| ۳۸۳ | ۱-۴-۶ اشتباهات طراحی                                   |
| ۳۸۳ | ۲-۴-۶ اشتباهات اجرایی                                  |
| ۳۸۴ | ۳-۴-۶ نفوذ نمک‌ها                                      |
| ۳۸۴ | ۴-۴-۶ حملات کلریدی                                     |
| ۳۸۵ | ۵-۴-۶ حملات سولفاتی                                    |
| ۳۸۵ | ۶-۴-۶ حریق                                             |
| ۳۸۶ | ۷-۴-۶ عمل یخ‌زدگی                                      |
| ۳۸۷ | ۸-۴-۶ نمک‌های ذوب یخ                                   |
| ۳۸۹ | ۹-۴-۶ عکس‌العمل قلیایی سنگدانه‌ها                      |
| ۳۸۹ | ۱۰-۴-۶ کریستالین                                       |
| ۳۹۰ | ۱۱-۴-۶ دیگر دلایل                                      |
| ۳۹۰ | ۵-۶ تعمیرات                                            |
| ۳۹۲ | ۱-۵-۶ ارزیابی وضعیت موجود                              |
| ۳۹۳ | ۲-۵-۶ مصالح                                            |
| ۳۹۶ | ۳-۵-۶ تعمیر بتن سخت شده                                |
| ۳۹۶ | ۱-۳-۵-۶ آماده‌سازی سطح                                 |
| ۳۹۷ | ۱-۱-۳-۵-۶ روش‌های برداشتن بتن                          |
| ۴۰۶ | ۲-۳-۵-۶ تمیز کردن و آماده‌سازی                         |

|     |                                         |
|-----|-----------------------------------------|
| ۴۰۷ | ۳-۳-۵-۶ جایگزینی بتن جدید               |
| ۴۰۷ | ۱-۳-۳-۵-۶ بتن ریزی مجدد یا بازسازی بتن  |
| ۴۱۰ | ۲-۳-۳-۵-۶ مرمت سطوح بتنی بدون قالب بندی |
| ۴۱۲ | ۳-۳-۳-۵-۶ بتن پاشی                      |
| ۴۱۴ | ۴-۳-۳-۵-۶ بتن پیش آکنده با ملات تزریقی  |
| ۴۱۴ | ۵-۳-۳-۵-۶ بتن تزریقی                    |
| ۴۱۵ | ۶-۳-۳-۵-۶ تزریق مواد چسبنده             |
| ۴۱۹ | ۷-۳-۳-۵-۶ دوخت بتن                      |
| ۴۲۱ | ۸-۳-۳-۵-۶ مرمت با بتن سفت               |
| ۴۲۲ | ۹-۳-۳-۵-۶ اجرای دستی ملات               |
| ۴۲۳ | ۴-۵-۶ مرمت نواحی پکیده                  |
| ۴۲۴ | ۱-۴-۵-۶ آماده سازی                      |
| ۴۲۴ | ۲-۴-۵-۶ اجرای بتن تعمیری                |
| ۴۲۵ | ۳-۴-۵-۶ اجرای پوشش نهایی                |
| ۴۲۵ | ۵-۵-۶ ترمیم بتن تازه                    |
| ۴۲۶ | ۶-۵-۶ نگهداری تعمیرات                   |
| ۴۲۷ | خودآزمایی                               |
| ۵۵۵ | فهرست موضوعی                            |
| ۵۶۵ | مراجع                                   |

## مقدمه

ضوابط و جزییات اجرای ساختمان‌های بتن‌آرمه در حدی گسترده است که بضاعت مؤلف در گردآوری آن‌ها در قالب کتابی سه جلدی می‌باشد. هر جلد از این کتاب موضوعات جدیدی را مورد بررسی قرار داده که مجموعاً دائرة المعارف اجرایی مناسبی را برای ساختمان‌های بتن‌آرمه به وجود آورده است.

کتاب حاضر، ضوابط خاص و نکات اجرایی ساختمان‌های بتن‌آرمه را از منظر اجرایی در شش بخش اصلی ۱- بتن‌های ویژه، ۲- روش‌های اجرای بتن تنیده، ۳- روش‌های اجرای ساختمان بتنی پیش‌ساخته، ۴- ضوابط شکل‌پذیری، ۵- ضوابط ویژه اجرایی در برابر حریق و ۶- بهره‌برداری، نگهداری و تعمیر ساختمان‌های بتنی مورد بررسی قرار می‌دهد و ضوابط مربوطه در این خصوص که مطابق با استانداردهای کشور است را به‌صورت کاربردی ارائه می‌دهد. دامنه کاربرد موضوعات این کتاب برای شناخت انواع بتن و روش‌های اجرایی ویژه برای ساخت، ارتقای عملکرد و نگهداری ساختمان‌های بتنی می‌باشد. به غیر از مسایل حل شده در متن کتاب که برای تشریح ضوابط بسیار کارآمد است در انتهای کتاب برخی سؤالات آزمون‌های ادواری نظام مهندسی و ارتقاء پایه به همراه پاسخ‌نامه آمده است. برای سهولت دسترسی به چگونگی حل مسایل که جواب آن‌ها در این کتاب وجود دارد صفحات مربوطه در جلوی جواب درج شده است. در بیان موضوعات سعی بر این بوده تا حتی الامکان از تعمق در تئوری پرهیز شود و به بیان آنها در حد درک صحیح مسایل اجرایی اکتفا شود تا موضوعیت کتاب از منظر اجرایی حفظ شود. مرزبندی‌های انجام شده در این خصوص با توجه به تجربیات مؤلف و برخی سرفصل‌های ارتقاء پایه نظام مهندسی می‌باشد. کتاب فوق برای دانشجویان گرایش عمران، مهندسان متقاضی شرکت در آزمون‌های ادواری مراکز مختلف و هم‌چنین مهندسان اجرایی کشور سودمند خواهد بود.

حمید رضا فرشچی

E-mail: hamidreza\_farshehi@yahoo.com

Website: www.civil-book.com

## سپاسگزاری

خداوند متعال را سپاسگزارم که توفیق شاگردی استادان برجسته‌ای را بر من ارزانی داشت تا بدین وسیله بتوانم بخشی از آموخته‌هایم را به رشته‌ی تحریر در آورم. تشویق و راهنمایی‌های استنادانی همچون پروفسور فریبرز ناطقی الهی، دکتر عبدالرضا سروقد مقدم، دکتر منصور ضیائی‌فر، پروفسور فریدون اربابی و دیگر استادان بزرگوار بخش سازه‌ی، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله بود که گام نهادن در این مسیر دشوار را ممکن و مرا در نگارش این مجموعه دلگرم نمود.

با توجه به حجم مطالب ارایه شده و انتشار نخست این اثر از دانش پژوهانی که این کتاب را مطالعه خواهند نمود سپاسگزار خواهم بود چنانچه با ارسال پیشنهادات و نظریات اصلاحی خود مؤلف را از خطاهای موجود در کتاب آگاه نموده تا محتویات این اثر در چاپ‌های آتی به حد مطلوب نزدیک‌تر شود.

در پایان بر خود لازم می‌دانم از زحمات خانواده و استادان بزرگواری که مراحل مختلف زندگی‌ام را مرهون زحمات بی‌شائبه ایشانم و همچنین از همدلی و دقت نظر دوستان عزیز آقایان دکتر آرمین عظیمی‌نژاد و دکتر فریبرز یعقوبی وایقان، خانم دکتر فیروزی نظام آبادی، مهندس حسین کیهانی، مهندس سید محمد میرهاشمی، مهندس شهاب اسلامی، مهندس محمد جواد جبارزاده، مهندس حمید گنجی‌های، مهندس مهران غلامی، مهندس بهبود مرتضوی که بنده را در تکمیل این مجموعه یاری کرده‌اند صمیمانه سپاسگزاری نموده و از درگاه خداوند یکتا برای ایشان سلامت، عزت و توفیق خدمتگزاری در عرصه‌های علمی و فرهنگی مسألت می‌نمایم.

امید است انتشار این اثر بتواند نیاز دانشجویان گرایش عمران، مهندسان متقاضی شرکت در آزمون‌های ادواری نظام مهندسی و ارتقاء پایه و مهندسان اجرایی کشور را برآورده نماید و در توسعه‌ی شناخت فنی بتن‌آرمه و مصالح تشکیل دهنده‌ی آن مؤثر افتد.