

# طراحی سازه‌های بتن آرمه

(جلد اول)

تألیف

دکتر ایرج محمودزاده کنی



شماره مسلسل ۹۶۶۲

شماره انتشار ۳۹۷۳

### انتشارات دانشگاه تهران

سرشناسه : محمودزاده کنی، ایرج، ۱۳۳۴ -  
 عنوان و نام پدیدآور : طراحی سازه‌های بتن آرمه / تألیف ایرج محمودزاده کنی  
 مشخصات نشر : تهران: دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات، ۱۳۹۷.  
 مشخصات ظاهری : ج۲: مصور، جدول، نمودار؛ ۲۲ × ۲۹ س.م.  
 فروست : انتشارات دانشگاه تهران؛ شماره انتشار ۳۹۷۳.  
 شابک دوره : 978-964-03-7240-1  
 شابک جلد اول : 978-964-03-7235-7  
 وضعیت فهرست‌نویسی : فیپا  
 یادداشت : کتابنامه.  
 موضوع : سازه‌های بتنی -- طرح و ساختمان  
 شناسه افزوده : دانشگاه تهران. مؤسسه انتشارات  
 رده‌بندی کنگره : TA ۶۸۱/۵/م۳۵ط۴ ۱۳۹۷  
 رده‌بندی دیویی : ۶۲۴/۱۸۳۴۱  
 شماره کتابشناسی ملی : ۵۲۷۰۶۷۲

این کتاب مشمول قانون حمایت از حقوق مؤلفان و مصنفان است. تکثیر کتاب به هر روش اعم از فتوکپی، ریسوگرافی، تهیه فایل‌های pdf، لوح فشرده، بازنویسی در وبلاگ‌ها، سایت‌ها، مجله‌ها و کتاب، بدون اجازه کتبی ناشر مجاز نیست و موجب پیگرد قانونی می‌شود و تمامی حقوق برای ناشر محفوظ است.

عنوان: طراحی سازه‌های بتن آرمه (جلد اول)

تألیف: دکتر ایرج محمودزاده کنی

نوبت چاپ: اول

تاریخ انتشار: ۱۳۹۷

شمارگان: ۱۰۰ نسخه

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

چاپ و صحافی: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

ISBN:978-964-03-7240-1



9 789640 372401

«مسئولیت صحت مطالب کتاب با مؤلف است»

بهای دوره دو جلدی: ۱۲۰۰۰۰۰ ریال

خیابان کارگر شمالی - خیابان شهید فرشی مقدم - مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

پست الکترونیک: [press@ut.ac.ir](mailto:press@ut.ac.ir) - تارنما: <http://press.ut.ac.ir>

پخش و فروش: تلفکس ۸۸۳۳۸۷۱۲



## فهرست مطالب

### فصل ۱- مقدمه

۱-۱	سازه‌های بتن آرمه.....	۱
۲-۱	مکانیک بتن آرمه.....	۱
۳-۱	اعضای بتن آرمه.....	۴
۴-۱	عوامل مؤثر در انتخاب بتن برای یک سازه.....	۶
۵-۱	گسترش تاریخی بتن و بتن آرمه به عنوان مصالح ساختمانی.....	۷
۶-۱	آیین‌نامه‌های ساختمانی و آیین‌نامهٔ ACI.....	۱۰

### فصل ۲- فرآیند طراحی

۱-۲	اهداف طراحی.....	۱۱
۲-۲	فرآیند طراحی.....	۱۱
۳-۲	حالت‌های حدی و طراحی بتن آرمه.....	۱۲
۱-۳-۲	حالت‌های حدی.....	۱۲
۱-۱-۳-۲	حالت حدی نهایی.....	۱۲
۲-۱-۳-۲	حالات حدی بهره‌برداری.....	۱۲
۲-۳-۲	طراحی بر اساس حالات حدی.....	۱۳
۱-۲-۳-۲	رابطه اساسی طراحی.....	۱۴
۴-۲	ایمنی سازه‌ای.....	۱۵
۵-۲	محاسبه احتمالاتی ضرایب ایمنی.....	۱۷
۶-۲	مراحل طراحی تعیین شده در آیین‌نامهٔ ساختمانی ACI.....	۱۹
۷-۲	ضرایب و ترکیبات بار در آیین‌نامهٔ ACI.....	۲۳
۸-۲	بارگذاری‌ها و تأثیرات آن‌ها.....	۲۸
۹-۲	اقتصاد طرح.....	۳۸
۱۰-۲	مدارک کمک طراحی.....	۴۰
۱۱-۲	ابعاد متعارف و رواداری‌های اجرا.....	۴۰
۱۲-۲	دقت محاسبات.....	۴۰
۱۳-۲	«مجاز تلقی می‌شود».....	۴۱
۱۴-۲	نظارت.....	۴۱

### فصل ۳- مواد و مصالح

۱-۳	بتن.....	۴۳
۲-۳	عملکرد گسیختگی بتن در فشار.....	۴۳
۳-۳	مقاومت فشاری بتن.....	۴۶

۵۹	مقاومت بتن در برابر نیروهای کششی و چندمحوره.....	۴-۳
۶۸	منحنی‌های تنش - کرنش برای بتن.....	۵-۳
۷۴	تغییرات حجم با زمان.....	۶-۳
۸۷	بتن‌های پر مقاومت.....	۷-۳
۸۹	بتن سبک.....	۸-۳
۹۰	دوام بتن.....	۹-۳
۹۱	رفتار بتن در معرض دماهای زیاد و کم.....	۱۰-۳
۹۲	بتن پاششی یا شات‌کریت (shotcrete).....	۱۱-۳
۹۳	سیمان با آلومینای بالا.....	۱۲-۳
۹۳	آرماتور (Reinforcement).....	۱۳-۳
۱۰۰	پلیمرهای تقویت‌شده با الیاف (FRP).....	۱۴-۳

#### فصل ۴- مفاهیم اولیهٔ خمش، تیرهای مستطیلی

۱۰۳	مقدمه.....	۱-۴
۱۰۶	تئوری خمش.....	۲-۴
۱۲۰	تحلیل تیرهای بتن مسطح.....	۳-۴
۱۴۰	طراحی تیرهای مستطیلی.....	۴-۴

#### فصل ۵- خمش: تیرهای T شکل، تیر با فولاد فشاری، موارد خاص

۱۶۷	مقدمه.....	۱-۵
۱۶۷	تیرهای T شکل.....	۲-۵
۱۸۴	تیرهای با فولاد فشاری.....	۳-۵
۱۹۸	تیرهای با مقاطع نامتقارن یا تیرهایی که حول دو محور دچار خمش می‌شوند.....	۴-۵
۲۰۱	تحلیل ظرفیت لنگر مقاوم مقطع با استفاده از اصل سازگاری کرنش‌ها.....	۵-۵
۲۰۶	طراحی اعضا با آرماتور FRP.....	۶-۵

#### فصل ۶- برش در تیرها

۲۱۳	مقدمه.....	۱-۶
۲۱۵	اصول نظری.....	۲-۶
۲۲۰	رفتار تیرهای گسیخته‌شده در برش.....	۳-۶
۲۳۱	الگوی خرابایی برای رفتار تیرهای لاغری که در برش گسیخته می‌شوند.....	۴-۶
۲۳۹	تحلیل و طراحی تیرهای بتن مسطح در برابر برش - آیین‌نامهٔ ACI.....	۵-۶
۲۶۱	روش‌های جدید به‌دست آوردن ظرفیت برشی.....	۶-۶
۲۶۹	تیرهای غیرمنشوری.....	۷-۶
۲۷۰	برش در تیرها یا ستون‌های با نیروی محوری.....	۸-۶

### فصل ۷- پیچش

۲۷۹	مقدمه	۱-۷
۲۸۹	رفتار اعضای بتن مسلح در برابر پیچش	۲-۷
۲۹۱	روش‌های طراحی برای پیچش	۳-۷
۲۹۱	روش طراحی ترکیب لوله‌ی جدار نازک و خرپای پلاستیک فضایی	۴-۷
۳۰۷	طراحی برای پیچش، برش، و خمش - آیین‌نامه‌ی ACI	۵-۷
۳۱۳	کاربرد روش طراحی آیین‌نامه‌ی ACI برای پیچش	۶-۷

### فصل ۸- پیوستگی، مهار و وصله‌ی آرماتورها

۳۳۹	مقدمه	۱-۸
۳۴۴	مکانیزم انتقال تنش پیوستگی	۲-۸
۳۴۶	طول گیرایی	۳-۸
۳۵۵	مهار آرماتور قلاب‌دار	۴-۸
۳۶۲	طراحی برای مهار آرماتور	۵-۸
۳۶۸	قطع آرماتورهای طولی و طول گیرایی آن‌ها در اعضای خمشی	۶-۸
۳۸۰	محاسبه نقاط قطع آرماتورها	۷-۸
۴۰۰	وصله‌ی آرماتورها	۸-۸

### فصل ۹- خدمت‌پذیری

۴۰۷	مقدمه	۱-۹
۴۰۸	تحلیل ارتجاعی مقطع تیر	۲-۹
۴۱۳	ترک‌خوردگی	۳-۹
۴۲۲	خیز: رفتار تیرهای بتن‌آرمه	۴-۹
۴۳۰	ملاحظات خیز در طراحی	۵-۹
۴۴۰	تغییر مکان‌های قاب‌ها	۶-۹
۴۴۱	لرزش	۷-۹
۴۴۱	خستگی	۸-۹

### فصل ۱۰- تیرهای سراسری و دال‌های یک‌طرفه

۴۴۵	مقدمه	۱-۱۰
۴۴۵	پیوستگی در ساختمان‌های بتن‌آرمه	۲-۱۰
۴۴۹	لنگر و برش در تیرهای سراسری	۳-۱۰
۴۵۹	دال‌های یک‌طرفه	۴-۱۰
۴۷۱	تیرهای سراسری	۵-۱۰
۴۹۲	طراحی تیرهای اصلی (شاه‌تیرها)	۶-۱۰
۴۹۳	دال‌های نواری (تیرچه‌ای)	۷-۱۰

۴۹۵	۸-۱۰ بازتوزیع لنگر
-----	--------------------

### فصل ۱۱- ستون‌ها: ترکیب نیروی محوری و لنگر خمشی

۴۹۹	۱-۱۱ مقدمه
۵۰۰	۲-۱۱ ستون‌های تنگ‌دار و دورپیچ
۵۰۶	۳-۱۱ نمودارهای اندرکنش
۵۰۹	۴-۱۱ نمودارهای اندرکنش برای ستون‌های بتنی
۵۲۸	۵-۱۱ طراحی ستون‌های کوتاه
۵۴۷	۶-۱۱ سهم بتن و فولاد در مقاومت ستون
۵۴۹	۷-۱۱ ستون‌های تحت خمش دومحوره

### فصل ۱۲- ستون‌های لاغر

۵۶۵	۱-۱۲ مقدمه
۵۶۹	۲-۱۲ رفتار و تحلیل ستون‌های دو سر مفصل
۵۸۷	۳-۱۲ رفتار ستون‌های مقید در قاب‌های مهارشده
۵۹۲	۴-۱۲ طراحی ستون در قاب‌های مهارشده
۶۰۷	۵-۱۲ رفتار ستون‌ها در قاب‌های مهارنشده
۶۰۹	۶-۱۲ محاسبه لنگرها در قاب‌های خمشی مهار نشده با استفاده از تحلیل‌های مرتبه دوم
۶۱۴	۷-۱۲ طراحی ستون‌ها در قاب‌های مهارنشده
۶۴۰	۸-۱۲ تحلیل عمومی اثرات لاغری
۶۴۰	۹-۱۲ پایداری قاب

### فصل ۱۳- رفتار، تحلیل و طراحی دال‌های دوطرفه و روش طراحی مستقیم

۶۴۷	۱-۱۳ مقدمه
۶۴۹	۲-۱۳ تاریخچه دال‌های دوطرفه
۶۵۱	۳-۱۳ رفتار دالی که تا حد گسیختگی خمشی بارگذاری شده است
۶۵۲	۴-۱۳ تعادل استاتیکی دال‌های دوطرفه
۶۵۶	۵-۱۳ توزیع لنگرها در دال‌ها
۶۶۴	۶-۱۳ روش طراحی مستقیم
۶۸۸	۷-۱۳ مقاومت برشی دال‌های دوطرفه
۷۱۶	۸-۱۳ انتقال هم‌زمان برش و خمش در دال‌های دوطرفه
۷۳۵	۹-۱۳ جزئیات و الزامات تقویت دال
۷۶۸	۱۰-۱۳ بارهای اجرایی بر روی دال‌ها
۷۶۸	۱۱-۱۳ تغییر شکل‌های دال
۷۷۱	۱۲-۱۳ طرح دال متکی بر تیر در دو جهت

### فصل ۱۴- روش قاب معادل

۷۹۱	مقدمه	۱-۱۴
۷۹۱	روش قاب معادل برای سیستم‌های دال تحت اثر بارهای قائم	۲-۱۴
۸۱۸	استفاده از کامپیوتر در روش قاب معادل	۳-۱۴
۸۱۸	روش قاب معادل برای قاب‌های مهاربندی نشده تحت بارهای جانبی	۴-۱۴

### فصل ۱۵- دال‌های دوطرفه: روش تحلیل الاستیک، روش خطوط تسلیم و روش نواری

۸۲۱	آنالیز الاستیک دال‌ها	۱-۱۵
۸۲۳	طراحی آرماتورها برای لنگرهای حاصل از تحلیل اجزای محدود	۲-۱۵
۸۲۵	روش خطوط تسلیم برای آنالیز دال‌ها	۳-۱۵
۸۳۹	روش تحلیل نواری	۴-۱۵

### فصل ۱۶- شالوده‌ها

۸۵۳	مقدمه	۱-۱۶
۸۵۵	فشار خاک زیر شالوده‌ها	۲-۱۶
۸۶۱	عملکرد سازه‌های شالوده‌های منفرد و نواری	۳-۱۶
۸۶۹	شالوده‌های نواری یا شالوده‌های دیوار	۴-۱۶
۸۷۳	شالوده‌های منفرد	۵-۱۶
۸۸۱	شالوده‌های مرکب	۶-۱۶
۸۹۰	شالوده‌های گسترده (Mat Foundations)	۷-۱۶
۸۹۱	سرشمع‌ها (Pile Caps)	۸-۱۶

### فصل ۱۷- برش اصطکاکی، انتقال برش افقی و تیرهای بتنی مرکب

۸۹۵	مقدمه	۱-۱۷
۸۹۵	برش اصطکاکی	۲-۱۷
۹۰۹	تیرهای بتنی مرکب	۳-۱۷

### فصل ۱۸- نواحی ناپیوستگی و مدل‌های مبتنی بر دستک و کش

۹۱۹	مقدمه	۱-۱۸
۹۲۲	معادله طراحی و متد حل	۲-۱۸
۹۲۳	دستک‌ها	۳-۱۸
۹۲۹	کش‌ها	۴-۱۸
۹۳۰	گره‌ها و نواحی گرهی	۵-۱۸
۹۴۳	مدل‌های معمول دستک و کش	۶-۱۸
۹۴۵	طرح‌ریزی مدل‌های دستک و کش	۷-۱۸
۹۵۰	تیرهای عمیق	۸-۱۸

۹۶۶	تیرهای عمیق سراسری.....	۹-۱۸
۹۸۱	براکت‌ها و کرپل‌ها.....	۱۰-۱۸
۹۹۴	انتهای نیم‌تیر.....	۱۱-۱۸
۱۰۰۱	اتصالات تیر- ستون.....	۱۲-۱۸
۱۰۱۵	مقاومت تماسی (bearing).....	۱۳-۱۸
۱۰۱۸	بال‌های تیرهای T شکل.....	۱۴-۱۸

### فصل ۱۹- دیوارها و دیوارهای برشی

۱۰۲۳	مقدمه.....	۱-۱۹
۱۰۲۶	آزمایشات انجام‌شده روی دیوارها تحت بارهای درون صفحه.....	۲-۱۹
۱۰۳۱	بارهای بحرانی برای دیوارهای تحت بار محوری.....	۳-۱۹
۱۰۳۷	دیوارهای باربر.....	۴-۱۹
۱۰۴۰	دیوارهای حائل.....	۵-۱۹
۱۰۴۱	دیوارهای پیش‌ساخته.....	۶-۱۹
۱۰۴۱	دیوارهای برشی.....	۷-۱۹
۱۰۴۲	سیستم‌های حمل بار جانبی در ساختمان‌ها.....	۸-۱۹
۱۰۴۵	اندرکنش قاب- دیوار برشی.....	۹-۱۹
۱۰۴۶	دیوارهای برشی کوپله.....	۱۰-۱۹
۱۰۵۰	طراحی دیوارهای سازه‌ای- نکات عمومی.....	۱۱-۱۹
۱۰۵۷	مقاومت خمشی دیوارهای برشی.....	۱۲-۱۹
۱۰۶۳	مقاومت برشی دیوارهای برشی.....	۱۳-۱۹
۱۰۶۵	طراحی یک دیوار برشی برای بار باد.....	۱۴-۱۹

### فصل ۲۰- طراحی برای مقاومت در مقابل زلزله

۱۰۸۷	مقدمه.....	۱-۲۰
۱۰۹۴	محاسبه نیروهای لرزه‌ای بر سازه‌ها.....	۲-۲۰
۱۰۹۴	شکل‌پذیری بتن آرمه.....	۳-۲۰
۱۰۹۶	ضوابط کلی ACI برای طراحی در برابر زلزله.....	۴-۲۰
۱۰۹۹	اعضای خمشی در قاب‌های خمشی ویژه.....	۵-۲۰
۱۱۱۴	ستون‌ها در قاب‌های خمشی ویژه.....	۶-۲۰
۱۱۲۴	اتصالات در قاب‌های خمشی ویژه.....	۷-۲۰
۱۱۲۷	دیافراگم‌ها.....	۸-۲۰
۱۱۲۹	دیوارهای سازه‌ای.....	۹-۲۰
۱۱۳۲	سیستم‌های مرکب شامل قاب و دیوارهای برشی.....	۱۰-۲۰
۱۱۳۵	پیوست الف- راهنمای طراحی.....	
۱۱۶۵	پیوست ب- برنامه‌های تحلیل و طراحی تیر، ستون و دال.....	



فهرست □ ذ

پیوست ج- علائم و اختصارات..... ۱۱۹۷

منابع..... ۱۲۰۵

نمایه..... ۱۲۲۵

طراحی ساختمان‌های بتن‌آرمه بر اساس نیروهای وارد بر اعضای سازه‌ای و دانش روز رفتار مصالح صورت می‌گیرد. در این روند، معادلات تعادل، مقاومت مصالح، تجربیات طراحی و ضوابط آیین‌نامه‌ای نقشی عمده دارند. ساختمان طراحی‌شده بر این اساس، باید به سهولت قابل اجرا بوده، هزینه‌ای قابل قبول داشته و از عمر مفید کافی برخوردار باشد.

امروزه اکثر نویسندگان مراجع طراحی ساختمان‌های بتن‌آرمه متفق‌القولند که ابتدا لازم است یک درک مستحکم از رفتار کلی این نوع ساختمان حاصل شود، و سپس راجع به روش‌های جاری طراحی و آیین‌نامه‌ها و جزئیات مورد قبول در طراحی متعارف صحبت به میان آید. دلیل این امر، این واقعیت ثابت شده‌است که آشنایی صرف با مهارت‌های خاص طراحی و دستورالعمل‌های آیین‌نامه‌ای، لزوماً به یک طراحی حرفه‌ای و موفق نمی‌انجامد. این مهارت‌ها و دستورالعمل‌ها، خود طی سالیان متمادی دستخوش تغییرات اساسی شده‌اند. لذا به منظور هضم این تغییرات، یک مهندس طراح لازم است ابتدا بستر لازم را برای درک رفتار اساسی بتن و فولاد به‌عنوان مصالح ساختمانی و عملکرد اعضا و سازه‌های بتن‌آرمه ایجاد کند. از طرف دیگر، کار اصلی یک مهندس محاسب، طراحی ایمن، اقتصادی، و کارآمد سازه‌هاست. در نتیجه، با این درک پایه‌ای به‌عنوان یک شالوده محکم، آشنایی با دستورالعمل‌های جاری طراحی و کسب مهارت‌های لازم در بکاربردن آن‌ها اجتناب‌ناپذیر خواهد بود. هدف از تدوین این کتاب، پاسخ‌گویی به هر دوی این اهداف است.

جمع‌آوری مجموعه‌ای فنی به این گستردگی، لاجرم مستقل از مراجع موجود داخلی و خارجی نبوده، و بدون شک وابسته به تولیدات صنعتی داخل کشور می‌باشد. لذا در تدوین این کتاب اولین هدف، استفاده از بتن و فولاد تولیدی و متداول در داخل کشور و قطره‌های آرماتور ساخت کارخانجات داخلی بوده‌است. تجربیات طولانی نویسنده در تدریس و طراحی ساختمان‌های بتن‌آرمه براساس آیین‌نامه‌های CP110، BS8110، EC2، آبا، مبحث ۹ و ACI و آنچه در حال حاضر در دفاتر طراحی رایج بوده و مطلوب جامعه طراح مملکت است، بدون شک تأثیر خود را در این ویرایش و چاپ‌های بعدی کتاب گذاشته و خواهد گذاشت. با توجه به وجود منابع مفیدی از نویسنده و سایر مؤلفین در ارتباط با طراحی بتن پیش‌تنیده، از این مبحث در این کتاب صحبتی به‌میان نیامده است.

در مرور فصول مختلف کتاب، معرفی بتن و بتن‌آرمه همراه با نمونه‌هایی از کاربردهای آن در فصل اول آمده‌است. فصل دوم به موضوع روند طراحی و ضرایب اطمینان لازم برای بار و مقاومت می‌پردازد. فصل سوم یک جمع‌بندی از تکنولوژی بتن بوده و خواص مصالح تشکیل‌دهنده بتن‌آرمه را مورد بحث قرار می‌دهد. در فصل چهارم رفتار تیرهای بتن‌آرمه با آرماتور کششی تنها در خمش و روابط آن مطرح می‌گردد. طراحی تیرهای بتن‌آرمه با آرماتور مضاعف (کششی و فشاری) موضوع فصل پنجم است. برش در مقاطع بتن‌آرمه در فصل ششم مورد بحث قرار می‌گیرد و طراحی برای پیچش این مقاطع موضوع فصل هفتم می‌باشد. فصل هشتم به موضوعات مرتبط با طول‌گیری و مهار آرماتور در داخل بتن می‌پردازد. حالات حدی خدمت‌پذیری خیز و ترک‌خوردگی در فصل نهم مورد مطالعه قرار می‌گیرند. جمع‌بندی فصول طراحی فوق‌الذکر در فصل دهم تحت عنوان طراحی تیرهای سراسری و دال‌های یکطرفه بتن‌آرمه به‌عمل می‌آید. در تقسیم‌بندی دانشگاهی طراحی سازه‌های بتن‌آرمه، بخش مربوط به بتن ۱ معمولاً در این ده فصل دیده می‌شود. فصل یازدهم اختصاص به طراحی ستوهای کوتاه بتن‌آرمه در ترکیب فشار و خمش داشته و طراحی ستون‌های لاغر موضوع فصل دوازدهم می‌باشد. طراحی دال‌های دوطرفه بتن‌آرمه به روش مستقیم، روش قاب معادل و روش خطوط تسلیم به‌ترتیب در فصول سیزدهم، چهاردهم و پانزدهم مورد بحث قرار می‌گیرند. می‌توان روش خطوط تسلیم را به‌عنوان مباحث تکمیلی در پروژه سازه‌های بتن‌آرمه برای دانشجویان مطرح نمود و از مباحث درس بتن ۲ خارج کرد. فصل شانزدهم به طراحی شالوده‌های بتن‌آرمه اختصاص دارد. مباحث پیشرفته برش اصطکاکی و تیرهای مرکب بتن‌آرمه موضوع فصل هفدهم است. روش دستک و کش در طراحی سازه‌های بتن‌آرمه موضوع فصل هجدهم بوده و اتصالات اعضای بتن‌آرمه نیز در این فصل مورد بحث قرار می‌گیرند. طراحی دیوارهای بتن‌آرمه در فصل نوزدهم مطرح شده است. مبحث مهم طراحی سازه‌های بتن‌آرمه در برابر زلزله موضوع فصل بیستم می‌باشد. کتاب دارای سه پیوست کاربردی است. پیوست الف شامل جداول گسترده کمک‌طراحی است. در پیوست ب، ۱۲ برنامه کامپیوتری برای تسریع در

طراحی اعضای بتن آرمه همراه با مثال‌های طراحی ارائه گردیده‌است. این مجموعه شامل طراحی نسبتاً وقت‌گیر ستون‌های بتن آرمه در خمش تک‌محوره و دومحوره نیز می‌باشد. این برنامه‌ها در CD همراه کتاب درج شده‌اند. پیوست ج شامل علائم و اختصارات و مراجع مورد استفاده در کتاب است. مرجع [۱-۱۷] از مراجع اصلی مورد استفاده در تدوین کتاب بوده که بطور گسترده در دانشگاه‌های ایالات متحده، مرجع اصلی درسی است. آیین‌نامه مینا برای معادلات طراحی کتاب، آیین‌نامه ACI ویرایش سال ۲۰۱۴ بوده که بعنوان آیین‌نامه مرجع برای ویرایش جدید آیین‌نامه بتن ایران نیز انتخاب شده است.

تدوین مجموعه‌ای بدین گستردگی، بدون کمک دانشجویانی که ذینفعان اصلی چنین کتابی هستند، دشوار و شاید غیر ممکن می‌بود و بدین وسیله از تلاش‌های این عزیزان قدردانی می‌گردد. از میان خیل گسترده این همکاران جوان تشکری صمیمانه از آقایان تقی‌خانی، بصّام، نیکوکلام مفخّم، حمله‌داری، مرشدی‌فرد، میردامادی، ساجدی، گل‌احمر، آقاجانی دلاور، عرفانی و خانم حاجیان دارم. از همکاران انتشارات دانشگاه تهران که زحمات قالب‌بندی و ویرایش نهایی کتاب را بعهدده داشته‌اند قدردانی می‌گردد. این کتاب را تقدیم می‌کنم به دو دخترم، یاسمن و شیوا و همسر از دست‌رفته‌ام دکتر مرجان کوزه‌کنانی که اکنون در میان فرشته‌هاست، بخاطر اوقاتی که متعلق به آنان بود و صرف این کتاب شد.

ایرج محمودزاده کنی