

طراحی سازه های بتن آرمه

(بر مبنای آیین نامه بتن ایران)

جلد اول

دکتر لیلا شهریاری

(عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات فارس)

سرشناسه	شهریاری، لیلا، ۱۳۵۸ -
عنوان و نام پدیدآور	طراحی سازه‌های بتن آرمه (بر مبنای آیین‌نامه بتن ایران) / تألیف لیلا شهریاری.
مشخصات نشر	شیراز: آینه، ۱۳۹۱ -
مشخصات ظاهری	ج. ۲، جدول، نمودار.
شابک	ج. ۱: ۵-۹-۹۲۷۳۱-۹۷۸-۶۰۰
وضعیت فهرست نویسی	فیا
موضوع	ساختمان‌های بتن مسلح -- ایران -- استانداردها.
موضوع	ساختمان‌های بتن مسلح -- طرح و محاسبه.
موضوع	ساختمان‌های بتن مسلح -- طرح و محاسبه -- مسایل، تمرین‌ها و غیره.
رده بندی کنگره	۱۳۹۱ ط ۴ ۹ ش/۶۸۳/۲۴ TA
رده بندی دیویی	۶۹۳/۵۴۰۲۱۸۵۵
شماره کتابشناسی ملی	۲۹۰۱۴۲۷

طراحی سازه‌های بتن آرمه

تألیف: دکتر لیلا شهریاری

نشر آینه

شیراز، بلوار زند، کوچه یغما، مجتمع پارس.

تلفکس: ۰۷۱۱-۲۳۴۸۲۲۸ nashrayene@gmail.com

نوبت چاپ: اول - ۱۳۹۴

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

شابک: ۵-۹-۹۲۷۳۱-۹۷۸-۶۰۰

کلیه حقوق محفوظ است.

تا کنون کتابهای متعددی در زمینه طراحی سازه های بتنی ارائه گردیده که اکثراً بر مبنای آیین نامه ACI بوده است و تعداد کتابهایی که بر مبنای آیین نامه بتن ایران (آبا) یا مقررات ملی مبحث نهم باشند بسیار اندک است. در این کتاب علاوه بر اینکه مفاهیم، روابط و دستورالعملها بر مبنای آیین نامه بتن ایران می باشد مثالهای عملی زیادی منطبق بر همین آیین نامه گردآوری شده و مبنای نظری روابط با سادگی بیشتری عنوان گردیده است.

به علاوه در فصول مختلف، مباحث جدیدی ارائه شده و به منظور انطباق کامل بر آیین نامه بتن ایران، سیستم اتحاد بین المللی (SI) مورد استفاده قرار گرفته است.

نکته مهمی که در تهیه این مجموعه مورد توجه قرار گرفته است، سادگی و روانی و عاری بودن از هر گونه مفاهیم نظری پیچیده می باشد که لزومی به مطرح نمودن آنها در سطح آموزشی کارشناسی مشاهده نمی شود از این رو مجموعه حاضر به مراتب ساده تر و روان تر و کاربردی تر از سایر کتابهای ارائه شده در این زمینه می باشد.

امید است این کتاب مورد توجه علاقه مندان قرار گیرد.

لیلا شهریاری

شهریور ۱۳۹۱

فهرست مطالب

بخش اول: بتن ۱

فصل اول : خواص مکانیکی فولاد و بتن مسلح

۱-۱- مقدمه.....	۱۴
بار مرده.....	۱۶
بار زنده.....	۱۶
بارهای محیطی.....	۱۶
۳-۱- مقاومت سازه.....	۱۶
۴-۱- حفظ خصوصیات بهره دهی.....	۱۷
شناخت خواص مصالح به کار رفته در سازه.....	۱۸
۵-۱- خصوصیات مواد تشکیل دهنده بتن.....	۱۸
۱-۵-۱- سیمان.....	۱۸
۲-۵-۱- آب.....	۱۹
۱-۲-۵-۱- نسبت آب به سیمان $\frac{w}{c}$	۱۹
۶-۱- مقاومت مصالح سنگی.....	۱۹
۱-۶-۱- دانه بندی مصالح سنگی.....	۱۹
مواد افزودنی.....	۲۰
۷-۱- بتن مسلح شده با میلگرد.....	۲۰
ایده مسطح کردن بتن اینست که.....	۲۱
۸-۱- روشهای پیش تنیدگی.....	۲۲
۱-۸-۱- پیش کشیدگی.....	۲۲
۲-۸-۱- پس کشیدگی.....	۲۴
۱۰-۱- مقایسه ساختمانهای فولادی و بتنی.....	۲۶
مزایای بتنی در مقایسه با فولادی.....	۲۶
مقایسه اقتصادی.....	۲۷
امکان بازیافت مواد.....	۲۷

- ۱۱-۱- مقاومت فشاری مشخصه بتن f_c ۲۸
- ۱-۱۱-۱- اثر عمر بتن بر روی مقاومت فشاری ۳۱
- ۲-۱۱-۱- رده بندی بتن بر اثر مقاومت مشخصه f_c ۳۱
- ۱۲-۱- ضرایب تبدیل نمونه های با ابعاد غیر استاندارد به نمونه استاندارد ۳۳
- الف) استوانه غیر استاندارد ۳۳
- ب) نمونه مکعبی $a \times a \times a$: (تبدیل مکعب $a \times a \times a$ به مکعب $20 \times 20 \times 20$ استاندارد) ۳۴
- پ: تبدیل مکعب $200 \times 200 \times 200^{mm}$ به استوانه 150×300^{mm} ۳۴
- ۱۳-۱- منحنی تنش - کرنش بتن ۳۵
- ۱۴-۱- اثر مقاومت بتن روی منحنی تنش - کرنش: ۳۶
- ۱۵-۱- مقاومت کششی بتن ۳۷
- ۱۶-۱- خزش Creep: (وارفتگی - وادادگی) ۳۹
- ۱۷-۱- افت بتن shrinkage: (جمع شدگی یا انقباض) ۴۰
- ۱۸-۱- معیارهای رد و پذیرش بتن ۴۱
- ۱-۱۸-۱- ضوابط پذیرش و رد نمونه های کارگاهی: ۴۳
- ۱۹-۱- خواص مکانیکی فولاد: ۴۳
- ۱-۱۹-۱- مقاومت مشخصه فولاد: f_y ۴۵

فصل دوم: روشهای طراحی

- ۲-۲- روشهای مختلف طراحی ۴۹
- ۱-۲-۲- روش تنش مجاز ۴۹
- ۲-۲-۲- روش مقاومت نهایی (Altimate Method) ۵۰
- ۳-۲-۲- روش حالات حدی: (Limit State Method) ۵۰
- ۱-۳-۲-۲- حالت حدی نهایی ۵۱
- ۲-۳-۲-۲- حالت حدی بهره برداری ۵۱
- ۳-۲-۳-۲- ضرایب ایمنی بار و مقاومت در آبا ۵۲
- ضرایب جزئی تقلیل ظرفیت مصالح طبق آیین نامه بتن ایران برای حالت حدی مقاومت ۵۲
- ضرایب جزئی تشدید بار و روابط ترکیب بار طبق آیین نامه بتن ایران برای حالت حدی مقاومت ۵۲
- ۴-۲- ضرایب ایمنی در حالات حدی بهره برداری ۵۳
- مسائل فصل دوم ۵۷

فصل سوم : رفتار و طراحی تیرهای بتن

- ۱-۳-۱- خمش تیرهای ساخته شده از مصالح همگن ۶۰
- ۱-۳-۱-۱- مرحله اول: بتن کششی ترک نخورده ۶۰
- ۱-۳-۲- مرحله دوم: بتن کششی ترک می خورد ۶۴
- ۱-۳-۳- مرحله سوم (آستانه گسیختگی) ۶۶
- ۲-۳-۱- تحلیل مقطع مستطیل شکل با فولاد کششی تنها ۷۱
- ۱-۲-۳- تعیین M_r برای مقطع مستطیل شکل با فولاد کششی تنها ۷۱
- ۳-۳-۱- طراحی تیرهای با مقطع مستطیل شکل با آرماتور کششی تنها ۷۹
- ۱-۳-۳- مقطع متعادل یا بالانس: balance ۸۰
- ۲-۳-۳- حداقل آرماتور کششی ۸۵
- ۳-۳-۳- ضوابط در مورد آرماتور بندی ۸۷
- ۴-۳- طراحی مقاطع مستطیلی با آرماتور کششی و فشاری (آرماتور مضاعف) ۸۹
- ۱-۴-۳- تعیین معیار به حد تسلیم رسیدن فولادهای کششی و فشاری ۹۱
- ۲-۴-۳- تعیین شرط لازم برای به حد تسلیم رسیدن فولاد فشاری ۹۱
- ۵-۳- طرح مقاطع مستطیلی با فولاد مضاعف ۹۳
- ۱-۵-۳- روش اول برای طراحی مقاطع مستطیلی با فولاد مضاعف ۹۳
- ۲-۵-۳- روش دوم برای طراحی مقاطع مستطیلی با فولاد مضاعف ۹۵
- ۶-۳- آنالیز و طراحی تیرهای بالدار (T شکل) ۱۰۱
- ۱-۶-۳- تحلیل تیرهای بالدار (T شکل) ۱۰۸
- ۱-۶-۳-۱- تحلیل مقطع T شکل با آرماتور کششی تنها: ۱۰۹
- حالت اول: بلوک مستطیلی معادل تنش کاملاً داخل بال قرار گیرد ۱۰۹
- ۷-۳- طراحی مقاطع T شکل با فولاد کششی تنها: ۱۱۴
- ۸-۳- طراحی تیرهای T شکل با آرماتور مضاعف ۱۱۷
- مسائل فصل سوم ۱۱۸

فصل چهارم: رفتار و طراحی اعضای بتن مسلح در مقابل برش

۱۲۲	۱-۴- مقدمه
۱۲۲	۲-۴- برش و کشش قطری
۱۲۶	۳-۴- طراحی تیر برای تحمل برش
۱۲۹	انواع آرماتورهای برشی
۱۳۱	نقش آرماتورهای برشی
۱۳۲	۴-۴- مدل خرابایی برای برش
۱۳۳	۵-۴- ضوابط آیین نامه بتن ایران برای طراحی در مقابل برش در حالت حدی نهایی
۱۳۵	۴-۵-۱- تعدیل دیاگرام برش
۱۴۱	۴-۶- ضوابط آبا برای طرح برشی تیر
۱۴۳	۴-۷- ضوابط دیگر آیین نامه برای تعیین حداکثر فاصله خاموتها
۱۴۵	ضوابط تکمیلی آبا

فصل پنجم: پیوستگی، مهاری و قطع آرماتور

۱۵۴	۱-۵- مقدمه
۱۵۸	۲-۵- مکانیزم شکست مهاری (پیوستگی)
۱۵۹	۳-۵- ضوابط آبا در مورد کنترل پیوستگی مهاری
۱۶۰	۴-۵- مهار میلگردهای کششی با استفاده از طول گیرایی مستقیم
۱۶۴	۵-۵- قوانین و روش قطع میلگردهای طولی در اعضای خمشی
۱۶۵	۵-۶- دستورات آیین نامه بتن ایران در مورد قطع میلگردها
۱۶۵	الف - مقررات کلی در مورد میلگردهای لنگر خمشی مثبت و منفی
۱۶۸	ب- مقررات خاص آرماتور خمشی مثبت
۱۷۰	ب - مقررات خاص میلگردهای خمشی منفی
۱۷۱	۵-۸- وصله میلگردها
۱۷۲	۵-۹- روشهای وصله
۱۸۸	مسائل فصل پنجم

فصل ششم: طراحی اعضای بتن آرمه برای پیچش

۱۹۲	۱-۶- مقدمه
۱۹۵	انواع پیچش
۱۹۹	۲-۶- رفتار پیچشی در بتن مسلح
۲۰۰	۳-۶- رفتار تیر بتنی غیر مسلح در اثر پیچش
۲۰۰	۴-۶- تعیین T_R (مقاومت پیچشی) بتن غیر مسلح
۲۰۱	۵-۶- پیچش اعضای بتنی غیر مسلح (تئوری تشابه لوله معادل)
۲۰۴	۶-۶- تعیین مقاومت نهایی پیچشی تیرهای بتن مسلح
۲۰۵	۷-۶- پیچش اعضای بتن مسلح (تئوری خرابای فضایی)
۲۰۶	۸-۶- ضوابط آبا برای طرح پیچشی
۲۱۰	۹-۶- مقاومت پیچشی (ترک خورده) اعضای بتن مسلح
۲۱۳	۱۰-۶- میلگردهای طولی
۲۱۵	۱۱-۶- اثر متقابل نیروی برشی و ممان پیچی در یک عضو بتنی غیرمسلح
۲۱۶	۱۲-۶- اثر متقابل نیروی برشی و ممان پیچشی بر اعضای بتنی مسلح
۲۱۷	۱۳-۶- مقاومت پیچشی مقاطع غیر مستطیلی و مقاطع بسته توخالی
۲۲۶	۱۴-۶- ممان پیچشی نهایی در تیرهای لبه‌ای (پیچش سازگاری)
۲۳۰	مسائل فصل ششم

فصل هفتم: ستونها

۲۳۲	۱-۷- مقدمه
۲۳۲	۲-۷- انواع ستونها
۲۳۳	الف - ستونهای تنگدار
۲۳۳	ب - ستونهای دور پیچ
۲۳۴	۳-۷- نقش آرماتورهای عرض در ستونها (خاموت گذاری)
۲۳۵	۴-۷- ضوابط آبا
۲۴۰	۵-۷- تعیین مقاومت نهایی ستونها
۲۴۲	۶-۷- تعریف برون محوری (خروج از مرکزیت): e
۲۴۲	۷-۷- تعیین N_R حداکثر فشاری که ستون به صورت خالص می تواند تحمل کند

۲۴۳	۸-۷- مرکز پلاستیک
۲۴۵	۹-۷- تعیین منحنی اندرکنش ستون مستطیلی برای خمش یک محوره
۲۴۵	۱۰-۷- ضابطه آبا در مورد حداکثر نیروی فشاری خالص قابل تحمل ستون
۲۴۶	۱۱-۷- تعیین نقطه بالانس
۲۴۸	۱۲-۷- بررسی مقاومت نهایی مقطع مستطیلی
۲۵۲	۱۳-۷- نمودارهای اندرکنش نیروی محوری و لنگر خمشی
۲۵۴	۱۴-۷- نمودارهای طراحی
۲۶۲	۱۵-۷- شرایط گسیختگی متعادل - مقطع دایره ای
۲۶۴	۱۶-۷- روش تقریبی ویتنی برای مقاطع دایره ای
۲۶۶	۱۷-۷- مقاطع مستطیلی تحت خمش دو محوره
۲۷۲	مسائل فصل هفتم
۲۷۲	فصل هشتم: نمونه سؤالات

مراجع :

- ۱- آیین نامه بتن ایران (آبا)
- ۲- مقررات ملی ساختمان مبحث نهم
- ۳- طرح ساختمانهای بتن مسلح، نوشته شاپور طاحونی، انتشارات دانشگاه تهران
- ۴- طرح سازه ها بتن آرمه، نوشته دکتر کی نیا، انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان
- ۵- Design of reinforced concrete structures, Winter