

طراحی اعضای ساختمان‌های فولادی

بر اساس آخرین ویدئو مبحث دهم مقررات ملی ساختمان (سال ۱۳۹۲)

تألیف:

دکتر ارژنگ صادقی

دانشیار دانشگاه شهید مدنی آذربایجان

سرشناسه	: صادقی، ارژنگ، ۱۳۳۷ -
عنوان و نام پدیدآور	: طراحی اعضای ساختمان های فولادی بر اساس آخرین ویرایش مبحث دهم مقررات ملی ساختمان (سال ۱۳۹۲) / تالیف ارژنگ صادقی.
مشخصات نشر	: تبریز: دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	: ۲۵۸ ص.: مصور، جدول، نمودار.
شابک	: 978-600-96805-0-4 : ۱۲۰۰۰۰ ریال
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
یادداشت	: واژه نامه
موضوع	: سازه های فولادی - طرح و ساختمان
موضوع	: Steel structures -- Design and construction*
موضوع	: ساختمان سازی - صنعت و تجارت - قوانین و مقررات - ایران
موضوع	: Construction industry -- Law and legislation -- Iran
موضوع	: سازه های فولادی - استانداردها
موضوع	: Steel structures -- Standards
شناسه افزوده	: دانشگاه شهید مدنی آذربایجان
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۵ ط ۳ / ۱۶۸ T
رده بندی دیویی	: ۶۲۴/۱۸۲۱
شماره کتابشناسی ملی	: ۴۴۰۳۸۴۰



انتشارات دانشگاه شهید مدنی آذربایجان

عنوان کتاب	♦ طراحی اعضای ساختمان های فولادی (بر اساس آخرین ویرایش مبحث دهم مقررات ملی ساختمان (سال ۱۳۹۲))
مؤلف	♦ ارژنگ صادقی
نوبت چاپ	♦ اول - تبریز - پائیز ۱۳۹۵
قطع	♦ وزیری - ۲۵۸ ص
نشر	♦ انتشارات دانشگاه شهید مدنی آذربایجان
شابک	♦ ۹۷۸-۶۰۰-۹۶۸۰۵-۰-۴
شمارگان	♦ ۱۰۰۰ جلد
قیمت	♦ ۱۲۰۰۰ تومان
چاپ	♦ تبریز

فهرست مطالب

پیشگفتار	۱۳
----------	----

فصل اول: مقدمه

تاریخچه استفاده از آهن	۱۵
طبقه‌بندی فولاد	۱۷
فولادهای ساختمانی	۱۸
عناصر بکار رفته در فولاد و خواص آنها	۱۹
رفتار مکانیکی فولاد ساختمانی	۲۳
رفتار مکانیکی دو بعدی فولاد	۲۵
پروفیل‌های ساختمانی	۲۶
آئین‌نامه‌های طرح ساختمان‌های فولادی	۲۹
آئین‌نامه طرح ساختمان بر اساس روش حالات حدی	۳۰
تاریخچه آئین‌نامه ساختمان فولادی در ایران	۳۲

فصل دوم: اعضای کششی

کشش در اعضای فولادی	۳۳
محاسبه مقطع موثر	۳۸
ضوابط طراحی اعضای کششی	۴۰
مقاومت کششی	۴۰
حالت حدی بهره‌برداری	۴۱
بالا بردن ضریب U	۴۳
اعضای کششی مرکب	۴۴

۴۶	مثال‌های مربوط به بخش کشش
۴۹	تمرین‌های بخش کشش

فصل سوم: اعضای فشاری ساده

۵۱	فشار در اعضای فولادی
۵۲	کمانش و ناپایداری کلی اعضای فشاری
۵۵	انواع کمانش در اعضای فشاری فولادی
۵۵	بررسی لایه‌ی عضو
۵۵	ضریب طول K یا K_{eff}
۵۸	لاغری حداکثر عضو
۵۸	کمانش پیچشی
۶۱	ثابت تابیدگی یا C_m
۶۳	کمانش موضعی
۶۵	ضوابط طراحی اعضای فشاری
۶۵	مقاومت فشاری
۶۶	مقاومت فشاری اسمی
۶۶	معیارهای مقاومت فشاری اسمی اعضای فشاری
۶۷	حالت حدی کمانش خمشی
۶۷	حالت حدی کمانش پیچشی و کمانش خمشی پیچشی
۶۷	مقاطع اشکل
۶۷	مقاطع ناودانی
۶۸	مقاطع سپری و نبشی جفت
۶۸	مقاطع نبشی
۶۹	برای نبشی در سازه‌های مسطح مثل خراباهای تخت
۶۹	برای نبشی در سازه‌های فضائی
۶۹	حالت حدی بهره‌برداری
۶۹	مثال‌های مربوط به بخش اعضای فشاری ساده
۸۱	تمرین‌های مربوط به بخش اعضای فشاری ساده

فصل چهارم: اعضای فشاری مرکب

۸۹	ضوابط آئین‌نامه برای طراحی مقاطع فشاری مرکب با بست
۹۰	ضوابط مشترک اعضای فشاری مرکب با بست به قرار زیر می‌باشند:
۹۲	ضوابط اختصاصی برای اعضای فشاری مرکب با بست‌های افقی
۹۳	ضوابط اختصاصی برای اعضای فشاری مرکب با بست‌های مورب (چپ و راست)

۹۵.....	ستون‌های مرکب جعبه‌ای
۹۶.....	مثال‌های مربوط به بخش فشار محوری در اعضای مرکب
۱۱۳.....	تمرین‌های مربوط به بخش اعضای فشاری مرکب

فصل پنجم: تیرها - مقاومت خمشی

۱۱۵.....	تیرها (اعضای خمشی)
۱۱۶.....	انواع مقاطع در تیرها
۱۱۹.....	مقاومت خمشی تیرها
۱۲۱.....	اثر فشردگی و لاغری اجزای مقطع بر روی مقاومت خمشی
۱۲۱.....	اثر مهار جانبی مقطع بر روی مقاومت خمشی
۱۲۳.....	مهار جانبی چیست؟
۱۲۴.....	تفاوت مقاومت خمشی الاستیک و مقاومت خمشی پلاستیک
۱۲۵.....	اساس مقطع الاستیک و اساس مقطع پلاستیک
	مقاومت خمشی تیرهای I شکل - مقطع شرده و با دو محور تقارن و خمش حول محور قوی (پروفیل‌های
۱۲۷.....	نورد شده یا دست ساز)
۱۲۹.....	محاسبه ضریب یکنواختی لنگر C_b
۱۳۱.....	مقاومت خمشی مقاطع I شکل با یک یا دو محور تقارن - جان لاغر (تیر ورق‌ها) حول محور قوی
۱۳۲.....	ضوابط کنترل مقاومت خمشی تیر ورق‌های با جان لاغر
۱۳۳.....	مقاومت خمشی اسمی تیر ورق بر اساس تسلیم بال فشاری
۱۳۴.....	مقاومت خمشی اسمی تیر ورق‌های با جان لاغر در حالت خمشی - تنش پیچشی جانبی
۱۳۵.....	مقاومت خمشی اسمی بعثت غیر فشرده بودن بال فشاری (حالت حدی تنش بال فشاری)
۱۳۶.....	مقاومت خمشی اسمی به علت ضعیف بودن بال کششی (حالت حدی تنش بال کششی)
۱۳۶.....	مقاومت خمشی مقاطع I شکل و ناودانی حول محور ضعیف
۱۳۷.....	مقاومت خمشی مقاطع مستطیلی توپر حول محور ضعیف
۱۳۸.....	تقویت مقاومت خمشی تیرها
۱۳۹.....	طول لازم امتداد ورق‌های تقویت بعد از نقطه قطع تثوریک (λ)
۱۴۰.....	تخمین اولیه ابعاد ورق‌های تقویت
۱۴۱.....	مثال‌های مربوط به بخش مقاومت خمشی
۱۵۰.....	تمرین‌های مربوط به بخش مقاومت خمشی

فصل ششم: تیرها - مقاومت برشی

۱۵۳.....	مقاومت برشی اعضای فولادی
۱۵۴.....	انواع سخت کننده‌های جان
۱۵۶.....	مقاومت برشی

۱۵۹	سخت‌کننده‌های عرضی
۱۶۰	ضوابط آئین‌نامه برای طراحی سخت‌کننده‌ها
۱۶۱	اثر میدان کششی بر مقاومت برشی تیر
۱۶۳	افزایش ظرفیت برشی با استفاده از عمل میدان کششی
۱۶۳	محدودیت‌های استفاده از میدان کششی
۱۶۴	سخت‌کننده‌های عرضی مجاور میدان کششی
۱۶۵	مثال‌های مربوط به بخش برش در تیرها
۱۷۳	تمرین‌های مربوط به بخش برش

فصل هفتم - تیرها - اثرهای موضعی بارهای متمرکز

۱۷۵	تأثیر بارها - متمرکز و اکس‌ها در تیرهای خمشی
۱۷۶	تعریف بار متمرکز
۱۷۷	کنترل کمانش جانبی، جان تیر
۱۷۹	کنترل تسلیم جان تیر
۱۸۰	کنترل لهیدگی جان تیر
۱۸۲	سخت‌کننده‌های فشاری
۱۸۲	ضوابط آئین‌نامه برای طرح سخت‌کننده‌های فشاری
۱۸۴	ورق‌های مضاعف
۱۸۴	ضوابط آئین‌نامه برای طرح ورق مضاعف
۱۸۵	مثال‌های مربوط به مقاومت تیر در برابر بارهای متمرکز

فصل هشتم: تیرها - حالت حدی بهره‌برداری

۱۸۹	شرایط بهره‌برداری تیرها
۱۸۹	الف - کنترل افتادگی یا تغییر شکل تیرها
۱۹۰	ب - کنترل ارتعاش
۱۹۱	مثال‌های مربوط به بخش شرایط بهره‌برداری در تیرها

فصل نهم: تیر ستون‌ها

۱۹۳	خمش و فشار توام (تیر - ستون‌ها)
۱۹۶	معیار مهار شدگی قاب
۱۹۸	انواع قاب‌های خمشی از نقطه نظر آئین‌نامه فولاد
۱۹۹	روش‌های تحلیل قاب‌های خمشی
۲۰۱	پیش‌درآمد طراحی اعضای قاب‌های خمشی باربر جانبی با روش‌های تحلیل مرتبه دوم
۲۰۱	اثر نواقص هندسی اولیه اعضای قاب

۲۰۱	تنظیمات سختی اولیه
۲۰۲	روش طراحی طول موثر
۲۰۲	روش طراحی تحلیل مستقیم
۲۰۳	روابط اندرکنش آئین نامه برای اعضای خمشی فشاری
۲۰۴	مثال های مربوط به بخش خمش و فشار توام
۲۱۱	طرح تیر $B3-C3$
۲۱۱	کنترل خمش
۲۱۱	کنترل برش
۲۱۲	کنترل جابجایی بهره برداری
۲۱۵	طرح ستون $B2-B$ به روش تحلیل مستقیم
۲۱۶	کنترل خمش
۲۱۷	کنترل برش
۲۱۷	کنترل خدمت پذیری
۲۲۰	تمرین های مربوط به بخش خمش و فشار توام

فصل دهم. اعضای خمشی مختلط

۲۲۱	مقاطع مختلط خمشی
۲۲۴	مقاومت مقاطع مختلط در برابر برش قائم
۲۲۵	مقاومت خمشی مقطع مختلط
۲۲۵	الف- ضوابط آئین نامه برای مقاومت خمشی تیر مختلط (روش تشریحی پلاستیک)
۲۲۸	ب- ضوابط آئین نامه برای مقاومت خمشی تیرهای مختلط (روش سازگاری کرنش ها)
۲۲۹	مقاومت برشی افقی
۲۲۹	مقاومت برشی اسمی برشگیر ناودانی
۲۳۰	مقاومت برشی اسمی برشگیر گل میخ
۲۳۱	محدودیت های قطر و فاصله برشگیرهای گل میخ (شکل ۱۰-۹)
۲۳۱	عرض موثر دال بتنی (b_e)
۲۳۳	مثال مربوط به بخش مقاطع مختلط خمشی

ضمیمه الف: ضریب طول موثر در اعضای قاب های خمشی

۲۳۷	محاسبه K برای ستون های قاب های خمشی
۲۴۵	ضمیمه ب: جداول مشخصات پروفیل های پر کاربرد فولادی
۲۵۵	فهرست مراجع

به نام خدا

پیشگفتار

ساختمان‌های فولادی بخش مهمی از طراحی و ساخت و ساز را تشکیل می‌دهند. طراحی این ساختمان‌ها نیاز به ضوابط و مقرراتی دارد که مهندسان بتوانند از آنها استفاده نمایند. در رابطه با این کار مبحث دهم مقررات ملی ساختمان ایران یعنی "طرح و اجرای ساختمان‌های فولادی"، که به اختصار در این کتاب آئین‌نامه خوانده می‌شود، از طرف وزارت راه و شهرسازی هر از چندگاهی تدوین و یا بازبینی می‌گردد.

کتاب حاضر، برای دانشجویان نوشته شده است. افرادی که برای اولین بار با مفاهیم مربوط به طراحی ساختمان‌های فولادی آشنا می‌شوند، روش طراحی در این کتاب، روش حالات حدی یا روش ضرایب بار و مقاومت (*LRFD*) است. کلیه ضوابط و مقررات این کتاب بر اساس آخرین ویرایش این روش در ایران یعنی سال ۱۳۹۲ می‌باشد. با این حال مهندسانی نیز که قبلاً با مقررات روش تنش مجاز (*ASD*) آشنا گردیده‌اند می‌توانند از این کتاب استفاده نمایند.

در این کتاب سعی شده است که مسائل اصلی طراحی ساختمان‌های فولادی توضیح داده شوند. و از مطالبی که مهندسان با آن به ندرت مواجه می‌شوند پرهیز شده است. لذا این کتاب به هیچوجه ادعای کامل بودن را ندارد.

همینطور خوانندگان عزیز متوجه باشند که کلیه ضوابط مورد استفاده در این کتاب، مربوط به طراحی و کنترل اعضای ساختمان‌های فولادی معمولی هستند. منظور از معمولی، ساختمان‌های با شکل‌پذیری کم می‌باشند. لذا افرادی که طالب این هستند که ساختمان‌های با

شکل‌پذیری متوسط یا ویژه طراحی کنند، نیازمند مراجعه به ضوابط تکمیلی آئین‌نامه خواهند بود که در این کتاب ارائه نشده‌اند.

علاوه بر این متذکر می‌گردد که اتصالات و ادوات اتصال نیز در این کتاب آورده نشده‌اند و نگارنده امیدوار است که در مجلد‌های بعدی به این مهم همت گمارد.

در خاتمه، به دانشجویان محترم توصیه می‌شود که برای طراحی اعضای ساختمان‌های فولادی به کتاب حاضر بسنده ننمایند. و حتماً از کتاب‌های سایر اساتید نیز بهره‌جسته و معلوماً خود را تعمیق بخشند تا طرح‌های آنها از جهات مختلف علمی، تجربی و اقتصادی پخته‌تر باشد. در ضمن تلاش نمایند تا بعد از خواندن هر فصل و حل مثال‌های آن، به بخش مربوط در آئین‌نامه مراجعه نموده و آنرا به طور کامل مطالعه نمایند. در ابتدا زبان آئین‌نامه دشوار ولی بتدریج نورس روان خواهد گردید. اینکار برای اینست که در همه حال حجت آئین‌نامه است و مسئول طرح، طراح است. لذا باید طراح به آئین‌نامه مسلط بوده و مطابق مفاد آن بتواند از طرح خود دفاع نماید.

واضح است که نوشتن کتاب عاری از نقص اشتباه از عهده بشر خارج است. لذا نگارنده از کلیه خوانندگان محترم تقاضا دارد که نقایص کتاب را جهت اصلاح و یا تکمیل به معاونت پژوهشی دانشگاه شهید مدنی آذربایجان ارسال نمایند.

دکتر ارژنگ صادقی

تابستان ۱۳۹۵