

# طراحی سازه های فولادی

منطبق بر مبحث دهم مقررات ملی ساختمان

(جلد اول)



( ویرایش اول )



دکتر سید مهدی موسوی

مهندس محمدرضا شهری



## میش گفتار نویسندگان:

طراحی سازه‌های فولادی به عنوان یکی از زمینه‌های تخصصی در مهندسی عمران شناخته می‌شود. امروزه با پیشرفت روز افزون علوم مرتبط و افزایش حجم مطالعات انجام شده در زمینه‌های مربوطه، شناخت محققین و مهندسین نسبت به استفاده مناسب از مصالح فولادی در ساختمان بیشتر شده است. این شناخت امروزه در قالب آیین نامه‌های مدون به نظم درآمده‌اند تا بتوانند ابزاری ساده و در عین حال کارآمد در اختیار مهندسین طراح باشند. آیین-نامه طراحی ساختمان‌های فولادی در کشورمان ایران در قالب یکی از مباحث بیست و دو گانه مقررات ملی ساختمان تحت عنوان مبحث دهم، طرح و اجرای ساختمان‌های فولادی ارائه گردیده است. ویرایش اول و دوم مبحث دهم تا قبل از سال ۸۷ مبنای و ضوابط طرح سازه‌های فولادی را بر مبنای روش تنش مجاز ارائه کرده بود. در سال ۸۷ ویرایش سوم مبحث دهم علاوه بر رویکرد مذکور روش مقاومت نهایی نیز به مهندسین طراح معرفی گردید تا از مزایای رویکرد نوین طراحی هم‌راستا با علم روز به نحو مناسبی استفاده گردد. در سال ۹۲ ویرایش چهارم مبحث دهم با تاکید ویژه بر روش مقاومت نهایی در اختیار مهندسین قرار گرفته است تا بتواند مبنای منطقی‌تر و واقع‌گرایانه‌تر برای انجام مقاصد طراحی باشد. در این زمینه کتب گوناگون از اساتید مجرب در طرح و اجرای سازه‌های فولادی به چاپ رسیده است که همگام با آیین نامه ارائه شده در سال‌های اخیر و اکثراً بر مبنای روش تنش مجاز بوده‌اند. کتاب حاضر سعی بر آن دارد که همگام با به روز رسانی‌های اخیر در آیین نامه طراحی، با بیان ساده و به دور از پیچیدگی‌های غیر ضرور در طراحی اعضای فولادی، رویکردی نوین در ارائه مطالب مورد نیاز خوانندگان در پیش گیرد. نویسندگان بر این باوراند که گرچه ممکن است این کتاب حاوی نکات و مطالب آموزنده باشد لیکن نقایص و کاستی‌ها همواره جزء جدایی ناپذیر آن بوده و امید است که با همت هرچه بیشتر نویسندگان و البته استفاده از نقطه نظرات، پیشنهادات و رهنمون‌های خوانندگان عزیز به حداقل ممکن برسد. جلد اول از مجموعه طراحی سازه‌های فولادی شامل فصل‌های مبانی مقدماتی، مبانی طراحی سازه‌های فولادی، طرح اعضای کششی، طرح اعضای فشاری، تیرها و تیر-ستون‌ها به عنوان مبانی پایه در طراحی سازه‌های فولادی ارائه می‌گردد.

سید مهدی موسوی - محمدرضا شهری

پاییز ۱۳۹۲

## فهرست مطالب:

---

مباحث مقدماتی .....	۱
۱-۱- طراحی سازه ای .....	۱
۲-۱- بارهای وارد بر سازه .....	۴
۳-۱- آیین نامه های ساختمانی .....	۵
۴-۱- فولاد سازه ای .....	۶
۵-۱- نیمرخ استاندارد .....	۱۱
۵-۱-۱- نیمرخ ۱ شکل .....	۱۲
۵-۱-۲- نیمرخ ناودانی .....	۱۳
۵-۱-۳- نیمرخ نبشی .....	۱۳
۵-۱-۴- نیمرخ سپری .....	۱۳
مبانی طراحی سازه های فولادی .....	۱۸
۱-۲- فلسفه های طراحی .....	۱۸
۲-۲- ضوابط مقرر در مبحث دهم مقررات ملی ساختمان .....	۲۰
۳-۲- ضرایب بار ، ضرایب ترکیب مقاومت و ترکیب بار در روش LRFD .....	۲۳
۴-۲- ضرایب اطمینان و ترکیبات بار در روش ASD .....	۲۵
۵-۲- مبانی احتمالاتی روش ضرایب بار و مقاومت .....	۳۰
۶-۲- محاسبات طراحی و دقتها .....	۳۵
اعضای کششی .....	۳۷
۱-۳- مقدمه .....	۳۷
۲-۳- مقاومت کششی .....	۳۹



۳-۳- سطح موثر .....	۴۶
۳-۴- آرایش زیگزاگی پیچها .....	۵۴
۳-۵- برش قالبی .....	۶۲
۳-۶- طراحی اعضای کششی .....	۶۵
۳-۷- میلگرد های رزوه شده و کابلها .....	۷۳
۳-۸- اعضای کششی در خریای سقف .....	۷۶
اعضای فشاری .....	۹۰
۴-۱- تعریف .....	۹۰
۴-۲- تئوری ستون .....	۹۰
۴-۳- طول موثر .....	۹۷
۴-۴- ضوابط مبحث دهم .....	۱۰۰
۴-۵- پایداری موضعی .....	۱۰۴
۴-۶- جداول کمکی در تحلیل اعضای فشاری .....	۱۰۹
۴-۷- طراحی اعضای فشاری .....	۱۱۴
۴-۸- بحث درباره طول موثر .....	۱۱۷
۴-۹- مقاومت فشاری بر اساس کمانش پیچشی و کمانش جانبی- پیچشی .....	۱۲۹
۴-۱۰- اعضای مرکب .....	۱۳۵
۴-۱۰-۱- الزامات اتصال در اعضای مرکب نیمرخهای نورد شده .....	۱۳۶
۴-۱۰-۲- الزامات اتصال در اعضای فشاری مرکب جانباز .....	۱۴۱
اعضای خمشی .....	۱۴۹
۵-۱- مقدمه .....	۱۴۹
۵-۲- تنش خمشی و لنگر خمیری .....	۱۵۱
۵-۳- پایداری .....	۱۵۷

- ۱۵۹ ..... ۴-۵- طبقه بندی نیمرخ ها
- ۱۶۱ ..... ۵-۵- مقاومت خمشی نیمرخ های فشرده
- ۱۶۸ ..... ۶-۵- جمع بندی مقاومت خمشی اسمی نیمرخ های فشرده
- ۱۷۳ ..... ۷-۵- مقاومت خمشی نیمرخ های غیرفشرده
- ۱۷۶ ..... ۸-۵- جمع بندی مقاومت خمشی
- ۱۷۹ ..... ۹-۵- مقاومت برشی
- ۱۸۱ ..... ۱۰-۵- ضوابط مندرج در مبحث دهم برای برش
- ۱۸۱ ..... ۱-۱۰-۵- روابط روش LRFD
- ۱۸۳ ..... ۲-۱۰-۵- روابط روش تنش مجاز
- ۱۸۴ ..... ۱۱-۵- برش قالبی
- ۱۸۶ ..... ۱۲-۵- خیز
- ۱۸۸ ..... ۱۳-۵- طراحی
- ۱۹۷ ..... ۱۴-۵- سیستم های قاب بندی سقف
- ۲۰۱ ..... ۱۵-۵- سوراخ در تیرها
- ۲۰۴ ..... ۱۶-۵- تیرچه های فولادی جان باز
- ۲۰۶ ..... ۱۷-۵- ورق های زیر سری، صفحه ستون ها
- ۲۰۷ ..... ۱-۱۷-۵- تسلیم جان
- ۲۰۸ ..... ۲-۱۷-۵- لهیدگی جان
- ۲۰۸ ..... ۳-۱۷-۵- مقاومت اتکایی بستر بتنی
- ۲۰۹ ..... ۴-۱۷-۵- ضخامت ورق زیر سری
- ۲۱۲ ..... ۵-۱۷-۵- کف ستون ها
- ۲۱۸ ..... ۱۸-۵- خمش دو محوره
- ۲۲۴ ..... ۱۹-۵- طراحی لاپه ها در سقف های شیبدار
- ۲۲۷ ..... ۲۰-۵- مقاومت خمشی نیمرخ های مختلف
- ۲۲۸ ..... ۱-۲۰-۵- مقاومت خمشی نیمرخ های قوطی شکل

- ۲۳۰-۲۰-۲- مقاومت خمشی مقاطع لوله ای شکل ..... ۲۳۰
- ۲۳۰-۲۰-۳- سپریها و نبشیه‌های جفت (بارگذاری در صفحه تقارن) ..... ۲۳۰
- ۲۳۱-۲۰-۴- مقاومت خمشی مقاطع توپر چهارگوش مستطیلی شکل ..... ۲۳۱
- ۲۳۲-۲۰-۵- مقاومت خمشی مقاطع توپر دایره ای ..... ۲۳۲
- ۲۳۲-۲۰-۶- مقاومت خمشی مقاطع توپر چهارگوش مربعی شکل ..... ۲۳۲
- تیر - ستون ها ..... ۲۳۷
- ۱-۶- مقدمه ..... ۲۳۷
- ۲-۶- روابط اندر کنشی ..... ۲۳۸
- ۳-۶- تشدید لنگر ..... ۲۴۲
- ۴-۶- قابهای مهارشده، قاب های مهارنشده ..... ۲۴۶
- ۵-۶- تیرستونهای قاب های مهارشده ..... ۲۴۸
- ۶-۶- برآورد مقدار  $C_m$  ..... ۲۵۰
- ۷-۶- تیرستون های قاب های مهارنشده ..... ۲۵۴
- ۸-۶- طراحی تیرستونها ..... ۲۶۲
- ۹-۶- خرپا با بار ثقلی بر یال فوقانی و بین گره ها ..... ۲۶۳
- منابع و مراجع ..... ۲۶۴