



(جلد اول)

طراحی سازه های فولادی به روش خنثی

(بر اساس آخرین ویرایش مقررات ملی ساختمان ۱۳۸۲)

تألیف

دکتر محمد قاسم وتر

عضو هیئت علمی پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله

مهندس علی قمری

دانشجو دکترای سازه دانشگاه علم و صنعت ایران



**مولفین مجموعه حاضر را
به پاس زحمات و خدمات ارزنده
تقدیم میکنند به عزیزانشان:**

پدر و مادر و همسر

پیشگفتار

درس طراحی سازه‌های فولادی از مباحث مهم دوره تحصیلی و مهندسی عمران بوده که علاوه بر پایه بسیاری از دروس دوره‌های ارشد و دکتری از مهمترین ابزار طراحی برای مهندسان سازه در بخش صنعت ساختمان سازی محسوب می‌شود. در طی چند دهه، طراحان سازه‌های فولادی، اعضا سازه را به روش تنش مجاز محاسبه کرده‌اند.

امروزه این روش به سمت طراحی به روش‌های حالات حدی و یا پیش‌فشار در آن روش طراحی بر اساس عملکرد پیش می‌رود. در چاپ ۱۳۸۷ مبحث هم‌اکنون مقررات ملی ساختمان علاوه بر روش تنش مجاز، روش حالات حدی نیز اضافه گردید که در آن مبحث چنین عنوان شده که پس از دوره گذر روش حالت حدی روش اصلی مقررات خواهد گردید.

در چاپ ۱۳۹۲ مقررات ملی، تنها روش حالات حدی به رسمیت شناخته شده و نسبت به چاپ ۱۳۸۷ تغییراتی اساسی در آن بوجود آمده است. لذا لازم است این روش طراحی در بین مخاطبان که دانشجویان، اساتید، محققان و فعالان بخش صنعت و اجرا (طراحان، مجریان، ناظران سازه) هستند، گسترش یابد. از طرفی تاکنون کتابی جامع در خصوص این روش منتشر نشده است از طرفی

کتاب‌های مرجع سازه‌های فولادی بر اساس روش قدیمی مبحث دهم (روش تنش مجاز) نگاشته شده‌اند. کتاب حاضر حاصل تلاش سالها تدریس و تجربه اجرایی است که در اختیار مخاطبان قرار گرفته است. مباحث کتاب بر اساس مصوبات دروس فولاد یک و دو دوره کارشناسی نگاشته شده است. مهندسان و طراحان علاقه مند به مباحث تخصصی تر در زمینه دینامیک و زلزله در سازه‌های فولادی میتوانند به کتاب دیگر مولفین تحت عنوان طراحی لرزه‌ای سازه‌های فولادی مراجعه نمایند.

این کتاب در پنج جلد نگاشته شده که مباحث مقدماتی تا پیشرفته را در بر می‌گیرد. در جلد اول ابتدا مقدمات فولاد و روش‌های طراحی معرفی گردیده است. سپس در فصل‌های بعدی روش طراحی اعضا کششی و پیچ و جوش، اعضا خمشی، تیر-ستون‌ها در بخش اول و در بخش دوم طراحی مهاربندها و دیوارهای فولادی در برابر زلزله تشریح شده است.

در جلد دوم انواع تیرها (کرمیت، عرشه فولادی، لانه زنبوری، کامپوزیت و...) و تیرهای مرکب (معمولی و دلتا) بطور مفصل بحث شده است. در جلد سوم اتصالات برش‌دار فولادی آورده شده است. در این جلد علاوه بر اتصالات منطبق بر مبحث ۲۰۱۳ مقررات ملی ساختمان، روش‌های تحلیل و طراحی اتصالات روز دنیا که هنوز در مبحث ۲۰۱۳ وارد نشده اما در عمل مورد استفاده قرار می‌گیرند بطور مفصل تشریح شده است.

همچنین روش‌های تنشی و مقاوم سازی اتصالات خمشی نیز تشریح شده تا مخاطب نیازی به منابع دیگر در این مورد نداشته باشد. در جلد چهارم پروژه‌های سازه‌های فولادی، تنشی شده که شامل طراحی عملی بر اساس نرم افزار Etabs ۲۰۱۳ و کرسی‌های سستی است. در این جلد مثال‌های واقعی متعددی از ساختمان آورده شده است. در جلد پنجم که بیشتر مخاطبان حرفه‌ای و محققان را در بر می‌گیرد روش طراحی بر اساس عملکرد و تحلیل‌های غیرخطی و بهسازی سازه‌های موجود بر اساس نشریه ۳۶۰ مورد بحث قرار گرفته است.

از کلیه مخاطبان درخواست می‌شود که پیش از خرید کتاب را در وب سایت www.engos.ir یا ایمیل ghaytoolt@yahoo.com یا ghaytoolt@iiees.ac.ir ارسال نمایند، بدون شک به ایهامات عزیزان در اسرع وقت پاسخ داده خواهد شد.

جهت قدر دانی از اساتید محترمی که کتاب حاضر را به عنوان مرجع انتخاب نموده‌اند فایل پاور پوینت از مطالب کتاب آماده شده است. با ارسال نامه یا ایمیل رسمی از دانشگاه مربوطه تقدیم خواهد شد.

فهرست مطالب

۹.....	فصل اول- کلیات فولاد و روش های طراحی
۹.....	(۱-۱) مقدمه
۹.....	(۲-۱) فولاد ساختمانی
۱۰.....	(۲-۲-۱) رابطه تنش- کرنش در فولاد ساختمانی
۱۲.....	(۳-۲-۱) ترد شکنی
۱۳.....	(۳-۱) پروفیل های فولادی
۱۶.....	(۴-۱) نصب اسکلت فولادی
۱۷.....	(۵-۱) ممرها و طراحی
۱۷.....	(۶-۱) روش های طراحی
۱۹.....	(۷-۱) طراحی به روش ایالات محدودی بر اساس مبحث دهم از مقررات ملی ساختمان ایران
۲۳.....	فصل دوم- اعضا کششی
۲۳.....	(۱-۲) مقدمه
۲۴.....	(۲-۲) اتصالات اعضا کششی
۲۶.....	(۲-۳) اعضا کششی
۲۶.....	(۴-۲) سطح مقطع خالص عضو کششی
۲۷.....	(۵-۲) سطح مقطع موثر
۳۰.....	(۶-۲) مقاومت کششی طرح
۳۵.....	(۷-۲) اعضا کششی با اتصالات لولایی
۴۱.....	فصل سوم- اعضا فشاری
۴۱.....	(۱-۳) کماتشی ارتجاعی
۴۶.....	(۲-۳) ضریب طول موثر ستون در قابها
۴۹.....	(۳-۳) کماتش غیر ارتجاعی ستون
۵۲.....	(۴-۳) تنش های پسماند
۵۳.....	(۵-۳) کماتش موضعی
۵۴.....	(۶-۳) طراحی اعضا فشاری بر اساس مبحث دهم
۶۱.....	(۷-۳) ستون های مرکب با قیدهای موازی
۶۶.....	(۸-۳) ستون های مختلط
۷۳.....	فصل چهارم- اعضا خمشی (تیرها)
۷۳.....	(۱-۴) مقدمه
۷۳.....	(۲-۴) پیچش یکنواخت مقاطع جدار نازک باز
۷۵.....	(۳-۴) پیچش غیر یکنواخت
۷۷.....	(۴-۴) کماتش جانبی تیرها
۸۰.....	(۵-۴) سایر شرایط بارگذاری بر اساس آئین نامه
۸۲.....	(۶-۴) رفتار غیر ارتجاعی تیرها
۸۲.....	(۷-۴) کماتش موضعی تیرها
۸۳.....	(۸-۴) مقاومت خمشی تیرها بر اساس مقررات ملی ساختمان

۸۳	۲-۸-۴	نیمرخ‌های ۱-شکل فشرده متقارن و ناودانی حول محور قوی
۸۵	۳-۸-۴	مقاومت خمشی مقاطع ۱-شکل و ناودانی حول محور ضعیف
۸۹	۹-۴	کنترل برش در تیرها
۸۹	۱۰-۴	طراحی تیرهای نعل درگاهی
۹۲	۱۱-۴	کنترل تیر در حالت جدی بهره برداری
۹۳	۱۲-۴	تقویت نیمرخ‌های استاندارد با ورق
۱۰۳		فصل پنجم - اعضا تحت اثر ترکیب نیروی محوری و لنگر خمشی
۱۰۳	۱-۵	معرفی
۱۰۴	۲-۵	اگر و تغییر شکل تیر-ستون
۱۰۶	۳-۵	تغییر شکل حداکثر
۱۰۷	۴-۵	حداکثر لنگر خمشی
۱۰۸	۵-۵	مضامین بزرگ‌نمایی (هم مکانی لنگر و تغییر مکان)
۱۰۹	۳-۵	طراحی تیر-ستون بر اساس مبحث دهم
۱۰۹	۲-۳-۵	الفاظ مهاربند
۱۰۹	۳-۳-۵	طراحی و روش
۱۱۰	۴-۳-۵	اثر ۱-۵
۱۱۰	۵-۳-۵	کنترل نسبت تنش
۱۱۸	۴-۵	جراثقال ها
۱۲۳	۵-۵	قاب خمشی خریابی
۱۲۹		فصل ششم - کف ستون ها
۱۲۹	۱-۶	مقدمه
۱۲۹	۲-۶	طراحی کف ستون تحت اثر نیروی محوری خالص
۱۳۹	۳-۶	طراحی کف ستون تحت اثر نیروی محوری و لنگر خمشی
۱۳۹	۲-۳-۶	اتصال گیردار پای ستون
۱۴۰	۳-۳-۶	پای ستون مفصلی با خروج از مرکزیت
۱۵۱		فصل هفتم - قاب‌های مهاربندی شده همگرا
۱۵۱	۱-۷	مقدمه
۱۵۲	۲-۷	تفاوت بار باد و زلزله
۱۵۵	۳-۷	فشرده‌گی اعضا تحت بار زلزله
۱۵۵	۴-۷	قاب مهاربندی شده همگرا (CBF)
۱۵۷	۵-۷	دخالت باربری دیگر ستون‌ها در باربری جانبی
۱۵۸	۶-۷	طراحی مهاربند بر اساس مبحث دهم مقررات ملی ساختمان
۱۶۱	۷-۷	بارهای نامتعادل در طراحی تیر
۱۶۵	۸-۷	تیرها در مهاربند همگرای معمولی ۷ و ۸
۱۶۵	۹-۷	تیرها و ستون‌ها در مهاربند همگرای ویژه
۱۶۸	۲-۹-۷	کنترل تیر
۱۶۸	۳-۹-۷	کنترل ستون برای بارهای تشدید یافته
۱۷۰	۱۰-۷	کنترل معیار سختی

۱۷۱	کنترل معیار مقاومت	۱۱-۷
۱۷۵	طراحی ستون	۱۲-۷
۱۸۵	رفتار مهاربند همگرا تحت بارهای رفت و برگشتی	۱۳-۷
۱۹۱	فصل هشتم - قاب‌های مهاربندی شده واگرا	
۱۹۱	معرفی قاب‌های مهاربندی شده واگرا (EBF)	۱-۸
۱۹۲	اجزای مهاربندهای واگرا	۲-۸
۱۹۵	رفتار برشی و خمشی تیر پیوند	۳-۸
۱۹۹	سست‌های جانبی مهاربند واگرا	۴-۸
۱۹۹	طراحی درخت‌کننده‌ها	۵-۸
۲۰۲	صال‌ها به ستون	۶-۸
۲۰۳	مهاربانی تیر پیوند	۷-۸
۲۰۴	کنترل لرزان تیر پیوند	۸-۸
۲۰۵	تحلیل مهاربند واگرای طراحی مهاربندها، ستون‌ها و تیر خارج پیوند	۹-۸
۲۱۵	مهاربند واگرا با تیر قائم	۱۰-۸
۲۱۶	ضوابط طراحی	۱-۱۰-۸
۲۱۷	محدودیت تغییر مکانی نسبی	۳-۱۰-۸
۲۱۷	کنترل دوران تیر پیوند	۴-۱۰-۸
۲۲۰	فصل نهم - دیوارهای برشی فولادی	
۲۲۰	معرفی	۱-۹
۲۲۱	مکانیزم رفتار	۲-۹
۲۲۴	ضوابط طراحی	۳-۹
۲۲۴	طراحی اولیه	۲-۳-۹
۲۲۸	طراحی نهایی	۳-۳-۹
۲۳۳	محاسبه نیروهای داخلی	۴-۹
۲۳۳	محاسبه نیروی محوری	۲-۴-۹
۲۳۴	محاسبه لنگر خمشی	۳-۴-۹
۲۳۵	محاسبه برش	۴-۴-۹
۲۳۵	کنترل فشردگی مقطع	۵-۹
۲۳۶	بررسی اتکا جانبی	۶-۹
۲۳۶	کنترل ترکیب فشار و خمش	۷-۹
۲۳۸	کنترل مقاومت برشی تیر	۸-۹
۲۳۹	کنترل سختی تیر	۹-۹
۲۳۹	طراحی ستون	۱۰-۹
۲۴۰	محاسبه نیروهای داخلی ستون	۱۱-۹
۲۴۰	محاسبه لنگر خمشی	۲-۱۱-۹
۲۴۲	محاسبه نیروی برشی ستون	۳-۱۱-۹
۲۴۲	کنترل فشردگی لرزه‌ای مقطع	۱۲-۹
۲۴۲	کنترل ترکیب فشار و خمش	۱۳-۹