

کتابهای آموزشی مهندسی عمران

(برای دوره‌های کاردانی)

کتاب سوم

سازه‌های فولادی

شاپور طاحونی

(عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر)

سرشناسه	: طاحونی، شاپور، ۱۳۳۲ -
عنوان و نام پدیدآور	: کتاب‌های آموزشی مهندسی عمران (برای دوره‌های کاردانی) / سازه‌های فولادی / شاپور طاحونی.
مشخصات نشر	: تهران: علم و ادب، ۱۳۸۸ -
مشخصات ظاهری	: ج.: مصور، جدول، نمودار.
شابک	: دوره : 978-964-7005-50-0 : ج. ۱ : 978-964-7005-51-7 : ج. ۲ : 978-964-7005-52-4 : ج. ۳ : 978-964-7005-59-3
وضعیت فهرست نویسی	: فاها
یادداشت	: ج. ۳ (چاپ اول: ۱۳۹۳) (فبها).
مندرجات	: ج. ۱. استاتیک - ج. ۲. مقاومت مصالح - ج. ۳. سازه‌های فولادی
موضوع	: راه و ساختمان -- راهنمای آموزشی (عالی)
موضوع	: راه و ساختمان -- مسائل، تمرین‌ها و غیره (عالی)
موضوع	: استاتیک -- راهنمای آموزشی (عالی)
موضوع	: استاتیک -- آزمون‌ها و تمرین‌ها (عالی)
موضوع	: مقاومت مصالح -- راهنمای آموزشی (عالی)
رده بندی کنگره	: ۱۳۸۸/۳/۲۱۵۹ TA
رده بندی دیویی	: ۶۲۲/۰۷۶
شماره کتابشناسی ملی	: ۱۸۲۸ ۲۵

سازه‌های فولادی

کتابهای آموزشی مهندسی عمران (برای دوره‌های کاردانی)

مؤلف	: شاپور طاحونی
ناشر	: انتشارات علم و ادب
شمارگان	: ۱۰۰۰ نسخه
تاریخ انتشار	: ۱۳۹۲
نوبت چاپ	: اول
قیمت	: ۱۴۰۰۰۰ ریال
شابک	: ۳-۵۹-۷۰۰۵-۹۶۴-۹۷۸ (جلد ۳)
	: ۵۰-۷۰۰۵-۹۶۴-۹۷۸ (دوره)

«کلیه حقوق اعم از چاپ و تکثیر، نسخه‌برداری ترجمه و جز اینها
برای «انتشارات علم و ادب» محفوظ است.»

نشانی: خیابان انقلاب، خیابان قدس، پلاک ۳ واحد ۲،
تلفن ۶۶۹۶۶۵۸۶-ص.پ. ۱۴۳۹۵/۶۶۷

مقدمه

قشر قابل توجهی از دانشجویان مهندسی عمران را دانشجویان دوره کاردانی تشکیل می‌دهند. توجه به امور آموزشی این مقطع از دو نظر اهمیت خاص خود را دارا می‌باشد:

۱. بسیاری از این دانشجویان علاقمند به ورود به دوره‌های کارشناسی هستند، بنابراین باید دارای معلومات پایه‌ای قوی باشند تا در مقطع کاردانی به کارشناسی از این نظر به مشکل برخورد نمایند.

۲. دسته دیگر از این دانشجویان در همین مقطع تحصیلی جذب بازار کار می‌شوند و در دفاتر فنی مهندسين مشاور و یا پیمانکاری و یا زمینه‌های اجرای کارگاهی مسئولیت‌هایی را عهده‌دار می‌شوند این دسته که طبقه تکنسینی را برعهده می‌گیرند، در واقع رابطی بین قشر مهندسين و قشر فنی - اجرایی کارگاه به وجود می‌آورند.

بنا به دلایل فوق آموزش این مقطع تحصیلی اهمیت ویژه‌ای پیدا می‌کند و لازم است کتب درسی خاص برحسب برنامه آموزشی مصوب از طرف وزارت علوم، تحقیقات و فناوری برای آنها تدوین شود.

متأسفانه در حال حاضر کتب مرجعی که برای این دانشجویان معرفی می‌شوند یا در حد استاندارد نیستند و یا فراتر از برنامه مصوب قرار دارند که اولی باعث افت کیفیت تحصیلی و دومی باعث سرخوردگی آنها می‌شود. به عنوان مثال برای درس مقاومت مصالح، استفاده از کتب دانشگاهی که در حد ۶ واحد برای دانشجویان دوره کارشناسی آریه می‌شود، به طور قطع برای درس ۳ واحدی مفید واقع نخواهد شد.

با توجه به دلایل فوق تصمیم گرفته شد که مجموعه کتبی تحت عنوان:

«کتاب‌های آموزشی مهندسی عمران برای دانشجویان کاردانی»

مشمول بر موضوعات استاتیک، مقاومت مصالح، تحلیل سازه‌ها، طراحی سازه‌های فولادی، و طراحی سازه‌های بتن آرمه با توجه به تجارب حاصل از تدریس در دوره‌های مختلف دانشگاهی تهیه و تدوین گردد. ذکر این نکته ضروری است که کتاب‌های فوق علاوه بر دوره‌های کاردانی می‌تواند مورد استفاده فارغ‌التحصیلان رشته‌های فنی - حرفه‌ای و همچنین مهندسين کارگاه که علاقمند به تداوم دانسته‌های دوران تحصیلات دانشگاهی خود هستند، قرار گیرند.

در همین راستا، جلد سوم از مجموعه فوق تحت عنوان **سازه‌های فولادی** مشتمل بر ده فصل ارائه می‌گردد.

در این مجموعه سعی شده است با پرهیز از پرداختن به مسائل تخصصی، اصول پایه‌ای درس طراحی سازه‌های فولادی در چارچوب برنامه آموزشی دوره‌های کاردانی در اختیار دانشجویان قرار گیرد.

این کتاب در ۱۰ فصل، ۱. معرفی، تاریخچه و روش‌های طراحی؛ ۲. مشخصات هندسی مقطع؛ ۳. اعضای کششی؛ ۴. پیچ و پرچ؛ ۵. جوش؛ ۶. تیرها؛ ۷. ستون‌ها؛ ۸. تیرورق‌ها؛ ۹. اتصالات؛ ۱۰. ساختمان‌های فولادی؛ عرضه شده است.

فصل ۱ مربوط به معرفی و تولید فولاد و نیمرخ‌های ساختمانی و روش‌های طراحی است. در فصل ۲، محاسبات مربوط به مشخصات هندسی مقاطع مختلف شرح داده شده است. فصل ۳، مربوط به طراحی اعضای کششی و کنترل ضوابط مربوط به آنهاست. در فصل ۴، ضمن معرفی پیچ و پرچ و رفتار آنها، روش‌های طراحی آن ارائه شده است. فصل ۵، به معرفی جوشکاری قوس الکتریکی، انواع اتصالات جوشی و علائم جوشکاری، و در نهایت محاسبات جوش می‌پردازد. در فصل ۶، ضمن معرفی تئوری خمش در تیرها، روش طراحی تیرهای مختلف و همچنین معیارهایی که باید کنترل شوند، ارائه شده است. فصل ۷، به معرفی مفهوم کمانش، طراحی ستون‌ها و تیرستون‌ها می‌پردازد. در فصل ۸، ضوابط و روش طراحی تیرورق‌های فولادی و ابعاد متناسب برای تیرورق‌ها بیان شده است. در فصل ۹، انواع مختلف اتصالات تیر به ستون، اتصالات مهاربندها و همچنین اتصالات کف ستون‌ها شرح داده شده است. در فصل ۱۰، ضمن معرفی سیستم‌های سازه‌های فولادی، یک نمونه ساختمان فولادی مورد محاسبه قرار گرفته است.

امید است این مجموعه مورد توجه اساتید محترم و دانشجویان گرامی قرار گرفته و با تذکرات خود باعث ارتقای سطح کیفی کتاب شوند.

شاپور طاحونی

زمستان ۱۳۹۱

فهرست

۱	فصل ۱- معرفی، تاریخچه و روش‌های طراحی
۱	۱-۱- معرفی
۲	۲-۱- تولید فولاد
۳	۳-۱- ساختمان‌های فولادی
۶	۴-۱- فولاد کربن‌دار
۸	۵-۱- مشخصات مهندسی فولاد
۱۱	۶-۱- نیمرخ‌های ساختمانی
۱۳	۷-۱- روش‌های طراحی
۱۵	۸-۱- طبقه‌بندی نیمرخ‌های فولادی
۲۳	فصل ۲- مشخصات هندسی مقطع
۲۳	۱-۲- مقدمه
۲۴	۲-۲- سطح مقطع (A)
۲۴	۳-۲- ممان اینرسی (I)
۳۲	۴-۲- اساس مقطع الاستیک (S)
۳۲	۵-۲- شعاع ژیراسیون (r)
۳۴	۶-۲- ممان اینرسی حداقل
۳۷	فصل ۳- اعضای کششی
۳۷	۱-۳- معرفی
۲۹	۲-۳- مقاومت نهایی اعضای کششی
۴۲	۳-۳- سطح مقطع خالص (A_n)
۴۲	۴-۳- انواع سوراخ
۴۴	۵-۳- اثر سوراخ‌های یک درمیان در مساحت خالص
۴۸	۶-۳- سطح مقطع موثر عضو کششی
۵۲	۷-۳- لاغری به عنوان معیار طراحی

فصل ۴- پیچ و پرچ

۶۳	۴-۱- مقدمه
۶۳	۴-۲- پرچ
۶۴	۴-۳- پیچ‌های معمولی
۶۵	۴-۴- پیچ‌های پرمقاومت
۶۵	۴-۵- شکل ظاهری پیچ‌ها
۶۶	۴-۶- رفتار برشی پیچ‌ها
۶۸	۴-۷- مکانیسم‌های خرابی پیچ و پرچ
۷۰	۴-۸- معیارهای طراحی اتصالات اتکایی در برش
۷۷	۴-۹- معیارهای طراحی اتصالات اصطکاکی در برش
۷۹	۴-۱۰- ترکیب نیروی برشی و لنگر پیچشی (برش برون محوری)
۸۳	۴-۱۱- پرچ‌ها و پیچ‌هایی که تحت کشش محوری قرار دارند
۸۴	۴-۱۲- ترکیب برش و کشش

فصل ۵- جوش

۹۱	۵-۱- مقدمه
۹۱	۵-۲- جوشکاری با استفاده از قوس الکتریکی
۹۲	۵-۳- جوش‌پذیری فولادهای ساختمانی
۹۳	۵-۴- انواع اتصال‌های جوشی
۹۴	۵-۵- انواع جوش
۹۶	۵-۶- علایم جوشکاری
۱۰۰	۵-۷- سطح موثر جوش
۱۰۲	۵-۸- محدودیت‌های ضخامت و فواصل جوش انگشتانه و کام
۱۰۵	۵-۹- تنش‌های مجاز
۱۰۶	۵-۱۰- جوش اعضای محوری
۱۱۱	۵-۱۱- اتصالات جوشی با برون محوری
۱۱۸	

۱۲۱	۵-۱۲- ترکیب برش و پیچش
۱۲۲	۵-۱۳- ترکیب برش و خمش

فصل ۶- تیرها ۱۲۹

۱۲۹	۶-۱- مقدمه
۱۳۱	۶-۲- تئوری خمش
۱۳۳	۶-۳- طراحی تیرها- کلیات
۱۳۴	۶-۴- طراحی تیرها با اتکای جانبی
۱۳۷	۶-۵- معیار بهره‌برداری- تغییر شکل (افتادگی تیرها)
۱۴۰	۶-۶- تنش‌های برشی
۱۴۳	۶-۷- تسلیم موضعی و لنگ‌دگی بین جان و بال
۱۴۹	۶-۸- تقویت نیمخ‌های استاندارد توسط ورق‌های تقویتی
۱۵۰	۶-۹- تیرچه‌های لانه زنبوری
۱۵۴	۶-۱۰- تیرهای مختلط (کامپوزیت)
۱۶۳	۶-۱۱- پیچش تیرها (اثر لنگر پیچشی)
۱۷۰	۶-۱۲- تیرها بدون اتکای جانبی
۱۷۱	۶-۱۳- تکیه‌گاه‌های جانبی- مهار جانبی بال فشاری

فصل ۷- ستون‌ها ۱۸۵

۱۸۵	۷-۱- مقدمه
۱۸۶	۷-۲- معادله کمانش الاستیک اولر
۱۸۸	۷-۳- تاثیر شرایط تکیه‌گاهی دو انتها
۱۸۸	۷-۴- منحنی طراحی
۱۸۹	۷-۵- روابط آیین‌نامه
۱۹۳	۷-۶- طول موثر کمانش
۱۹۴	۷-۷- ضریب طول موثر در قاب‌ها
۱۹۹	۷-۸- طراحی ستون‌ها
۲۰۵	۷-۹- ستون‌های ترکیب جان‌پر

۲۰۷	۱۰-۷- ستون‌های ترکیبی مشبک
۲۱۷	۱۱-۷- تیرستون‌ها

فصل ۸- تیرورق‌ها ۲۳۵

۲۳۵	۸-۱- معرفی
۲۳۶	۸-۲- مفاهیم عمومی طراحی
۲۴۰	۸-۳- تنش برشی مجاز
۲۴۲	۸-۴- مقررات مربوط به سخت‌کننده‌های عرضی میانی
۲۴۶	۸-۵- اندرکنش تنش برشی و خمشی در جان
۲۴۷	۸-۶- کماتش قائم جان در اثر تنش‌های فشاری مستقیم
۲۴۷	۸-۷- سخت‌کننده‌های فشاری
۲۴۹	۸-۸- تعیین ابعاد مقطع تیرورق

فصل ۹- اتصالات ۲۶۳

۲۶۳	۹-۱- اتصال تیر به ستون
۲۶۵	۹-۲- اتصال ساده
۲۶۵	۹-۳- اتصال نیمه صلب
۲۶۵	۹-۴- اتصال صلب
۲۶۶	۹-۵- اتصال ساده تیرها به وسیله نبشی جان
۲۷۵	۹-۶- اتصال ساده تیرها با نبشی نشیمن
۲۸۴	۹-۷- اتصالات صلب تیر به ستون
۲۹۴	۹-۸- اتصالات‌های مهاربندها
۲۹۹	۹-۹- اتصالات پای ستون (صفحات پای ستون یا کف ستون‌ها)

فصل ۱۰- ساختمان‌های فولادی ۳۰۹

۳۰۹	۱۰-۱- مقدمه
۳۱۰	۱۰-۲- سیستم‌های سازه‌های فولادی
۳۱۰	۱۰-۳- سیستم‌های ساختمان‌های فولادی متعارف
۳۱۶	۱۰-۴- مهاربندهای همگرا
۳۲۴	۱۰-۵- طراحی سازه ساختمانی