

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

شماره درخواست

۱۵۷۵۴۷۸

۹۷، ۱، ۲۲

اصول و مبانی

طراحی سازه‌های فولادی

(جلد اول)

تألیف:

دکتر اباذر اصغری

عضو هیأت علمی دانشگاه صنعتی ارومیه

سرشناسه	اصغری، اباذر، ۱۳۴۶
عنوان و نام پدیدآور	اصول و مبانی طراحی سازه‌های فولادی - تألیف اباذر اصغری
مشخصات نشر	تهران: دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)، سال ۱۳۹۶
مشخصات ظاهری	۴ جلد: مصور، جدول، نمودار
شابک دوره	978-964-463-705-6
شابک جلد اول	978-964-463-701-8
شابک جلد دوم	978-964-463-702-5
شابک جلد سوم	978-964-463-703-2
شابک جلد چهارم	978-964-463-704-9
وضعیت فهرست‌نویسی	فیا
یادداشت	واژه‌نامه
یادداشت	کتاب‌نامه
یادداشت	نمایه
موضوع	طرح و اجرای سازه‌های فولادی
موضوع	Design and Construction of Steel Structures
شناسه افزوده	دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
رده‌بندی کنگره	۱۳۰۶/۶الف/۴۸۴ TA
رده‌بندی دیویی	۶۲۴/۱۸۲۱
شماره کتاب‌شناسی ملی	۰۳۱۷۷۸

این کتاب در جلسه مورخ ۱۳۹۶/۹/۱۲ شورای چاپ و نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر به عنوان کتاب تخصصی مهندسی به تصویب رسیده است.



عنوان کتاب	اصول و مبانی طراحی سازه‌های فولادی - جلد اول
تألیف	دکتر اباذر اصغری
ناشر	انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
لیتوگرافی، چاپ و صحافی	انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
چاپ اول	زمستان ۱۳۹۶
تیراژ	۵۰۰ نسخه
قیمت	۵۵۰۰۰ تومان
شابک	ISBN: 978-964-463-701-8
	۹۷۸-۹۶۴-۴۶۳-۷۰۲-۸

آدرس مرکز پخش: خیابان ولیعصر، روبروی خیابان بزرگمهر، فروشگاه کتاب مرکز نشر

دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران) - تلفن: ۶۶۴۹۸۸۶۸

وب‌سایت: <http://publication.aut.ac.ir>

حق چاپ برای ناشر محفوظ است.

پیشگفتار مؤلف

تألیف و تدوین کتاب‌های مربوط به طراحی سازه‌های فولادی در ایران قدمتی چند ده ساله داشته و همواره علاوه بر اساتید برجسته دانشگاه، مهندسان حرفه‌ای نیز بدان اهتمام داشته‌اند. با وجود فراوانی قابل‌ملاحظه در عناوین کتاب‌های منتشر شده در باره این موضوع، به نظر نمی‌رسد در بین دانشجویان، مهندسان حرفه‌ای، محققان و مدرسان دانشگاه، هرگز حس «اشباع»، «یکنواختی» و حتی «تکرار» در انتشار کتاب‌های طراحی سازه‌های فولادی به وجود آمده باشد. این امر به روشنی بر پویایی و زنده بودن موضوع دلالت دارد. شاید بتوان این پویایی را به سه عامل زیر نسبت داد:

- تغییرات بی‌وقفه و نسبتاً سریع در الزامات آیین‌نامه‌های طراحی
- تحول در شیوه‌های آموزش
- توسعه روزافزون روش‌های نوین طراحی

پیامد گرانبادیر پویایی یک موضوع علمی، به‌ویژه اگر جزو دروس پایه‌ای دانشگاهی نیز باشد، احساس نیاز همیشگی به کتاب‌های معتبر و روزآمد است و این امر، دقیقاً دلیل صریح و هدف آرمانی از انتشار این مجموعه، ایران می‌کند. برای نزدیک شدن به این هدف، تلاش شده است که با استفاده از شیوه‌های نوین طرح موضوعات فنی و بهره‌گیری از معتبرترین منابع درسی و حرفه‌ای، در کنار تجربیات نگارنده به عنوان مدرس دانشگاه و مهندس طراح، مجموعه‌ای کامل و پیشرو در اختیار دانشجویان، مهندسان حرفه‌ای و مدرسان دانشگاه قرار گیرد.

مرجع اصلی در تدوین این مجموعه، ویریس ۱۶ آیین‌نامه AISC 360 همراه با کتاب‌های راهنما، مقالات و سایر انتشارات AISC و البته ویرایش پنجم می‌تد دهم مقررات ملی ساختمان (پیش‌نویس ۱۳۹۶) بوده است و براساس ابتکار جالب آیین‌نامه AISC 360، راهنماهای آن، هر دو روش ضرایب بار و مقاومت (LRFD) و مقاومت مجاز (ASD) به طور همزمان مورد بررسی قرار گرفته‌اند. علائم و اختصارات به‌کار رفته در این کتاب تماماً منطبق بر آیین‌نامه AISC 360 بوده و در سرتاسر کتاب از سیستم بین‌المللی واحا Si استفاده شده است. تلاش فراوانی صورت گرفته است که نظرات شخصی نگارنده وارد متن نشود و اصالت موضوع، آن‌چنان‌که در اسناد AISC وجود دارد، حفظ گردد. تلاش مشابهی برای حفظ نظم، سادگی و پیوستگی در ارائه مطالب، همواره در جریان بوده است. آموزش یا انتقال جزئیات اجرایی سازه‌های فولادی و نحوه جزئیات‌بندی اعضا، بدون بهره‌گیری از ترسیمات دقیق، فنی و جذاب امکان‌پذیر نیست و به همین دلیل بهای فراوانی بدان داده شده است. در انتهای هر بخش، مثال‌های متنوع، کامل و مرتبط با موضوع، طرح و با هدف تشریح اسلوب تحلیل و طراحی حل شده است. همچنین در انتهای هر فصل تمرین‌های متعددی که با متن کتاب و مثال‌های حل شده در آن کاملاً هماهنگ است، طرح شده است که می‌تواند در درک صحیح خواننده از مباحث کتاب بسیار مؤثر باشد.

انتشار این مجموعه در دو بخش برنامه ریزی شده است که بخش اول آن با عنوان «اصول و مبانی طراحی سازه‌های فولادی» در چهار جلد و ۱۷ فصل، مطابق جدول زیر، هم‌اینک در اختیار خوانندگان گرامی است؛ بخش دوم با عنوان «اصول و مبانی طراحی لرزه‌ای سازه‌های فولادی» در دست تهیه است و به زودی منتشر خواهد شد.

فصل ۱: کلیات فصل ۲: حالت‌های حدی بهره‌برداری فصل ۳: طبقه‌بندی مقاطع فولادی از منظر کماتش موضعی فصل ۴: طراحی اعضای کششی فصل ۵: طراحی اعضای فشاری (ستون‌ها) فصل ۶: طراحی اعضای خمشی (تیرها)	جلد اول
فصل ۷: طراحی اعضا برای برش فصل ۸: الزامات بال و جان مقاطع در برابر نیروهای متمرکز فصل ۹: خطوط کلی انتخاب اولیه ابعاد تیرورق‌ها فصل ۱۰: طراحی مهارهای جانبی ستون‌ها و تیرها فصل ۱۱: طراحی اعضا برای ترکیب نیروی محوری و لنگر خمشی فصل ۱۲: طراحی اعضای خمشی با جان باز فصل ۱۳: طراحی اعضای مقطع مختلط	جلد دوم
فصل ۱۴: طراحی اعضا برای پی‌ها و ترکیب آن با سایر نیروها فصل ۱۵: طراحی اتصالات جوشی	جلد سوم
فصل ۱۶: طراحی اتصالات پیچی فصل ۱۷: تحلیل و طراحی کفستون‌ها	جلد چهارم

تألیف و تدوین چنین مجموعه‌ای، بدون بهره‌مندی از باریک‌بینی‌ها و طراکات اساتید فرهیخته و کارشناسان میرزی که نگارنده یا افتخار شاگردی آن‌ها، یا توفیق همکاری با ایشان را یا هر دو مورد را داشته است، ممکن نبود و به همین سبب نگارنده بر خود وظیفه می‌داند که مراتب تشکر و قدردانی خود را با نهایت احترام و ادب به آقایان دکتر سیدرسول میرقادری، مهندس شاپور طاحونی، دکتر مجتبی ازهری، دکتر علی‌اکبر آقا کوچک، دکتر شروین ملکی، مهندس امیر پیمان زندی، دکتر ابوالقاسم کرامتی، دکتر محمدتقی کاظمی، دکتر غلامرضا قدرتی امیری و دکتر شاهرخ مالک تقدیم نماید. همچنین طی نگارش و آماده‌سازی کتاب، آقای دکتر شاهرخ شعبی ضمن در اختیار گذاشتن تجربیات ارزنده خود، با تشویق‌ها و حمایت‌های دلگرم‌کننده، نگارنده را مورد لطف و محبت خویش قرار داده‌اند و به همین مناسبت نهایت تشکر را از ایشان دارد.

در طول تهیه و تدوین این مجموعه، مواردی پیش می‌آمد که راهنمایی‌های آقایان دکتر فرزاد حداد شرق و مهندس رحیم واعظی راهگشا بود و ادامه مسیر را هموارتر می‌نمود. پس از تکمیل متن نهائی، آقای مهندس سید علیرضا رضوی (دانشجوی دکتری دانشگاه صنعتی امیرکبیر)، آقای مهندس علی حسین زاده (دانشجوی ممتاز کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی شریف) و خانم مهندس نسیم جعفری (دانشجوی ممتاز کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی ارومیه) در بازخوانی و ویرایش آن مهربانانه و با روی گشاده در کنار نگارنده حضور داشتند. طراحی زیبای جلد، کار هنرمندانه و تحسین برانگیز آقای مهندس افشین اسماعیلی است. نگارنده از تمامی این بزرگواران صمیمانه تشکر و سپاسگزاری می‌کند. همچنین نگارنده از مدیریت محترم و نیز کلیه کارکنان اداره انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر که آماده‌سازی، چاپ، نشر و توزیع کتاب را امکان‌پذیر ساختند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نماید.

و اما نگارنده این مجموعه بدون شکیبایی همسرم که در سختی‌ها و دشواری‌های زندگی همواره یابوری دلسوز و پشتیبانی محکم و مطمئن برایم بوده‌اند، مقدور نبود. از ایشان به خاطر حمایت‌های معنوی و زحمات فراوان صمیمانه قدردانی می‌کنم و این مجموعه را به ایشان و فرزندان عزیزم، آیلین و آراد، تقدیم می‌نمایم.

علی‌رغم دقت بسیار زیاد و بازخوانی‌های مکرر چه از جانب نگارنده و چه از جانب سایر دوستان، بدون تردید این مجموعه خالی از خطاها و کاستی‌ها نیست. از این‌رو نهایت سپاس و امتنان خواهد بود اگر خوانندگان باریک‌بین و نکته‌سنج، خطاها، کاستی‌ها، ایرادات، نظرات و پیشنهادهای خود را به آدرس ایمیل AmirAsghari@gmail.com برای نویسنده ارسال فرمایند تا در چاپ‌های بعدی مورد استفاده قرار گیرد.

نگارنده طی سال‌های متمادی که در تلاش برای تکمیل و روزرسانی این مجموعه بوده است، همواره از فراگیری مطالب جدید و درک ظرایف نانوشته طراحی و نه آگاهی یافتن از زیربنای نظری برخی روابط گنگ و مبهم آیین‌نامه‌های لذت فراوانی برده و امیدوار است موفق به انتقال این حس مهندسی خوشایند و دلچسب به دانشجویان گرامی و خوانندگان محترم گردد که در این صورت بزرگ‌ترین پاداش قابل‌تصور را دریافت کرده است.

اباذر اصغری

زمستان ۱۳۹۶

تهران-ایران

فهرست مطالب جلد اول

عنوان

صفحه

فصل ۱: کلیات	۱
۱-۱ مقدمه	۲
۲-۱ خواص مکانیکی فولاد	۳
۱-۲-۱ ساختار فولاد	۳
۲-۲-۱ تأثیر عناصر آلیاژی مختلف بر روی خواص فولاد	۵
۳-۲-۱ روش‌های مختلف شکل‌دادن فولادهای ساختمانی	۵
۴-۲-۱ انواع، سرخ‌های نوردشده و مشخصات آنها	۱۰
۵-۲-۱ انواع فولادهای ساختمانی	۱۶
۶-۲-۱ منحنی تنش-کرنش فولادهای ساختمانی	۲۰
۷-۲-۱ شکل‌پذیری فولاد	۲۵
۸-۲-۱ باربرداری و بارگذاری مجدد فولاد	۲۶
۹-۲-۱ پدیده کهنه‌شدگی در فولاد	۲۸
۱۰-۲-۱ قابلیت چکش‌خواری فولاد	۲۹
۱۱-۲-۱ ضریب فنریت فولاد	۳۰
۱۲-۲-۱ چقرمگی فولاد	۳۰
۱۳-۲-۱ سختی فولاد	۳۱
۱۴-۲-۱ مقاومت فولاد در برابر حریق	۳۲
۱۵-۲-۱ مقاومت فولاد در برابر خوردگی	۳۳
۱۶-۲-۱ پدیده خستگی در فولاد	۳۶
۱۷-۲-۱ پدیده پارگی لاملار (پدیده تورق)	۳۸
۱۸-۲-۱ مزایا و معایب سازه‌های فولادی	۳۹
۱۹-۲-۱ معیارهای تسلیم فلزات	۴۲
۳-۱ سیستم‌آحاد انتخابی	۴۵
۴-۱ اصول تحلیل و طراحی	۵۳
۱-۴-۱ روند کلی برای دستیابی به یک طرح بهینه	۵۴
۲-۴-۱ مبانی طراحی	۵۵
۳-۴-۱ روش‌های مختلف تحلیل	۵۷
۴-۴-۱ روش‌های مختلف طراحی	۵۸

فصل ۲: حالت‌های حدی بهره‌برداری	۸۱
۱-۲ مقدمه	۸۱
۲-۲ ملاحظات پیش‌خیز	۸۲
۳-۲ تغییر شکل اعضای خمشی	۸۳
۴-۲ ارتعاش اعضای خمشی	۸۵
فصل ۳: طبقه‌بندی مقاطع فولادی از منظر کمانش موضعی	۹۹
۱-۳ مقدمه	۹۹
۲-۳ پهنای آزاد اجزای مقاطع فولادی	۱۰۲
۱-۲-۳ پهنای آزاد اجزای تقویت نشده	۱۰۲
۲-۲-۳ پهنای آزاد اجزای تقویت شده	۱۰۲
۳-۳ طبقه‌بندی مقاطع فولادی از منظر کمانش موضعی	۱۰۵
۱-۳-۳ طبقه‌بندی مقاطع فولادی از منظر کمانش موضعی در برابر نیروی محوری فشاری	۱۰۶
۲-۳-۳ طبقه‌بندی مقاطع فولادی از منظر کمانش موضعی در برابر لنگر خمشی	۱۰۶
فصل ۴: طراحی اعضای کششی	۱۲۵
۱-۴ مقدمه	۱۲۶
۲-۴ رفتار اعضای کششی به لحاظ نظری	۱۲۸
۳-۴ سطح مقطع خالص اعضای کششی	۱۳۰
۴-۴ ضریب تأخیر برش و سطح مقطع خالص مؤثر	۱۴۴
۵-۴ الزامات آیین‌نامه‌ای طراحی اعضای کششی	۱۶۷
۱-۵-۴ حالت‌های حدی تسلیم کششی و گسیختگی کششی	۱۶۸
۲-۵-۴ حالت حدی گسیختگی قالبی	۱۷۱
۳-۵-۴ حالت حدی تسلیم کششی در مقطع ویتمور	۱۷۴
۴-۵-۴ کنترل نسبت لاغری اعضای کششی	۱۷۵
۶-۴ الزامات طراحی اعضای کششی با مقطع مرکب	۱۹۵
۷-۴ اتصالات مفصلی کامل در اعضای کششی	۲۱۸
۱-۷-۴ اعضای کششی با تسمه لولاشده با خارمغزی	۲۱۸
۲-۷-۴ اعضای کششی با تسمه سرپهن	۲۲۱
۸-۴ طراحی میل‌مهارهای کششی	۲۲۴
۱-۸-۴ نحوه قرارگیری لایه‌ها در روی قاب‌های اصلی سقف‌های شیب‌دار	۲۲۵

۲۲۶	۲-۸-۴ تعیین نیروی کششی میل مهارهای سقف‌های شیب‌دار
۲۲۹	۳-۸-۴ مقاومت کششی موجود میل مهارهای کششی
۲۴۱	فصل ۵: طراحی اعضای فشاری (ستون‌ها)
۲۴۱	۱-۵ مقدمه
۲۴۲	۲-۵ مبانی نظری کمانش خمش الاستیک ستون‌ها
۲۴۲	۱-۲-۵ مفاهیم پایداری و ناپایداری
۲۵۷	۲-۲-۵ طول مؤثر ستون‌ها
۲۵۷	۱-۲-۲-۵ ضریب طول مؤثر ستون‌های با شرایط تکیه‌گاهی ایده‌آل
۲۶۲	۲-۲-۲-۵ ضریب طول مؤثر اعضای فشاری قاب‌های مهارشده
۲۶۴	۳-۲-۲-۵ ضریب طول مؤثر اعضای فشاری قاب‌های مهارنشده
۲۷۵	۴-۲-۲-۵ ضریب طول مؤثر اعضای قاب‌های ثقلی
۲۹۰	۳-۵ مبانی نظری کمانش پیکشی الاستیک ستون
۳۰۹	۴-۵ مبانی نظری کمانش خمشی بیجشی الاستیک ستون‌ها
۳۱۸	۵-۵ مبانی نظری کمانش خمشی الاستیک ستون‌ها
۳۲۳	۶-۵ طبقه‌بندی مقاطع اعضای فشاری از منظر کمانش موضعی
۳۲۹	۷-۵ محدودیت نسبت لاغری در اعضای فشاری
۳۳۰	۸-۵ طراحی اعضای فشاری با مقاطع بدون اجزای لاغر
۳۳۲	۱-۸-۵ طراحی اعضای فشاری با مقطع دارای دو محور تقارن و بدون اجزای لاغر
۳۷۳	۲-۸-۵ طراحی اعضای فشاری با مقطع سپری و دارای اجزای غیر لاغر
۳۷۸	۳-۸-۵ طراحی اعضای فشاری با مقطع نبشی جفت و دارای اجزای غیر لاغر
۳۸۴	۴-۸-۵ طراحی اعضای فشاری با مقطع ناودانی و دارای اجزای غیر لاغر
۳۹۰	۵-۸-۵ طراحی سایر اعضای فشاری با یک محور تقارن و با محور تقارن ۷
۳۹۸	۶-۸-۵ طراحی اعضای فشاری با مقطع Z شکل و دارای اجزای غیر لاغر
۴۰۷	۷-۸-۵ طراحی اعضای فشاری با مقطع نامتقارن و دارای اجزای غیر لاغر
۴۱۲	۸-۸-۵ طراحی اعضای فشاری با مقطع نبشی تک غیر لاغر
۴۲۴	۹-۵ ستون‌های با مقطع مرکب (ساخته‌شده)
۴۲۵	۱-۹-۵ اثر تغییر شکل‌های برشی بر روی تنش بحرانی ستون‌ها
	۲-۹-۵ نحوه برخورد آیین‌نامه AISC 360 و میحث دهم مقررات ملی ساختمان با آثار
۴۳۱	تغییر شکل‌های برشی در طراحی اعضای فشاری
۴۳۳	۳-۹-۵ طراحی ستون‌های مرکب با ورق‌های سراسری

۴۴۲	 ۴-۹-۵ طراحی ستون‌های مرکب با لقمه
۴۵۰	 ۵-۹-۵ طراحی ستون‌های مرکب با بست‌های افقی
۴۶۸	 ۶-۹-۵ طراحی ستون مرکب با بست‌های مورب
۴۸۶	 ۷-۹-۵ طراحی ستون مرکب با ورق‌های سوراخ‌دار
۴۸۹	 ۱۰-۵ طراحی اعضای فشاری با مقطع دارای اجزای لاغر
۴۸۹	 ۱-۱۰-۵ مقاومت فشاری اسمی مقاطع با اجزای لاغر
۴۹۱	 ۲-۱۰-۵ پهنای موثر کاهش‌یافته اجزای لاغر به استثنای مقاطع دایره‌ای توخالی
۴۹۲	 ۳-۱۰-۵ سطح مقطع موثر کاهش‌یافته مقاطع دایره‌ای توخالی لاغر
۵۱۱	 فصل ۶: طراحی اعضای خمشی (تیرها)
۵۱۱	 ۱-۶ مقدمه
۵۱۲	 ۲-۶ نام‌گذاری تیرها در سازه‌های فولادی
۵۱۸	 ۳-۶ مبانی نظری خمش الاستیک و پلاستیک تیرها
۵۴۵	 ۴-۶ مبانی نظری بازتورنگ - تیرهای سراسری (پیوسته)
۵۵۱	 ۵-۶ مبانی نظری کمانش جایی - پیچش تیرها
۵۶۰	 ۱-۵-۶ ضریب تصحیح کمانش جایی - پیچش یا ضریب یکنواختی لنگر
۵۶۷	 ۶-۶ طراحی اعضا برای خمش
۵۶۷	 ۱-۶-۶ الزامات عمومی
	 ۲-۶-۶ تعیین M_n اعضای خمشی با مقطع I شکل فشرده با دو محور تقارن و خمش حول محور قوی و اعضای خمشی با مقطع ناودانی فشرده و خمش حول محور قوی
۵۷۰	 ۳-۶-۶ تعیین M_n اعضای خمشی با مقطع I شکل با دو محور تقارن با بال‌های غیرفشرده یا لاغر و جان فشرده و خمش حول محور قوی
۶۲۲	 ۴-۶-۶ تعیین M_n اعضای خمشی با مقطع I شکل با دو محور تقارن با بال‌های فشرده، غیرفشرده یا لاغر و با جان غیرفشرده و خمش حول محور قوی
۶۳۸	 ۵-۶-۶ تعیین M_n اعضای خمشی با مقطع I شکل با یک محور تقارن با بال‌های فشرده، غیرفشرده یا لاغر و با جان فشرده یا غیرفشرده و خمش حول محور قوی
۶۴۶	 ۶-۶-۶ تعیین M_n اعضای خمشی با مقطع I شکل با یک یا دو محور تقارن با بال‌های فشرده، غیرفشرده یا لاغر و با جان لاغر و خمش حول محور قوی
۶۷۱	 ۷-۶-۶ تعیین M_n اعضای با مقطع I شکل و ناودانی و خمش حول محور ضعیف (محور Y)
۶۸۲	 ۸-۶-۶ تعیین M_n اعضای خمشی با مقطع قوطی شکل و خمش حول محورهای قوی یا ضعیف
۶۹۰	 ۹-۶-۶ تعیین M_n اعضای خمشی با مقطع لوله‌ای شکل

۶-۶-۱۰	تعیین M_n اعضای خمشی با مقطع سپری و نبشی دویل با بارگذاری در صفحه تقارن
۷۱۲	مقطع
۶-۶-۱۱	تعیین M_n اعضای خمشی با مقطع نبشی تک
۷۲۳	
۶-۶-۱۲	تعیین M_n اعضای خمشی با مقطع توپر دایره‌ای و چهارگوش
۷۴۰	
۶-۶-۱۳	تعیین M_n اعضای خمشی با مقطع نامتقارن
۷۴۷	
۶-۶-۷	مبانی نظری و آیین‌نامه‌ای تقویت نیمرخ‌ها توسط ورق یا نیمرخ دیگر
۷۵۷	
۶-۶-۸	تیرهای نعل درگاهی
۷۸۶	
۶-۶-۹	اثر سوراخ در مقاومت اعضای خمشی
۷۹۳	
۶-۶-۱۰	محدودیت‌های ابعادی مقاطع I شکل
۷۹۸	
۶-۶-۱۱	ملاحظات تیرهای ساخته شده از چند نیمرخ
۷۹۹	
۶-۶-۱۲	طراحی اعضای خمشی تحت اثر خمش دومحوره
۸۰۰	
۶-۶-۱۲-۱	خمش دومحوره و حالت نه امتداد بارهای خارجی از مرکز برش مقطع عبور می‌کند
۸۰۰	
۶-۶-۱۲-۲	خمش دومحوره و حالت نه امتداد بارهای خارجی از مرکز برش مقطع عبور نمی‌کند
۸۰۲	
۸۴۱	مراجع
۸۴۷	واژه‌نامه انگلیسی-فارسی
۸۵۳	واژه‌نامه فارسی-انگلیسی
۸۶۱	فهرست اعلام (واژه‌یاب)
۸۶۹	جدول تبدیل واحدها