

مقاومت مصالح (۱)

ویراست پنجم

مؤلفین

فردیناند پی. بیر - تی. راسل جانستون، جی آر

جان تی. دوولف - دیوید اف. مازورک

مترجم

هدایت موتابی

انتشارات فن آذر - انتشارات آشینا

شناساگر رکورد : ۱۱۸۱۹۸۶

وضعیت فهرست نویسی : فیبا

رده بندی کنگره : TA ۳۰۵/۹م۷۱۲۸۶

شماره کتاب شناسی ملی : 1181986.

سر شناسه : بیر، فردیناند پیر، ۱۹۱۵- م. Beer, Ferdinand Pierre

عنوان و نام پدیدآور : مقاومت مصالح (۱) سیستم SI/ مولفان فردیناند پی. بیر، نی. راسل

جانستون جی. آر. جان تی دوولف: مترجم هدایت موتابی.

: تبریز: فن آذر ، آشینا، ۱۳۹۳.

وضعیت نشر

مشخصات ظاهری

: ۹۷۸-۹۶۴-۸۵۸۸-۸۷-۳ دوره: ۱۵۰۰۰ ریال؛ ۲۰۰۶-۵۵۵۲-۶۱-۴

شابک

: ۲۰۰۶، 4th ed, Mechanics of materials : عنوان اصلی

یادداشت

: مقاومت مصالح

موضوع

: جانستون، الوودراسل ۱۹۲۵- م.

شناسه افزوده

: Johnston, Elwood Russell

شناسه افزوده

: دولف، جان

شناسه افزوده

: Dewolf, John T.

شناسه افزوده

: موتابی، هدایت، ۱۳۳۸ - ، مترجم.

شناسه افزوده

: ۶۲۰/۱۱۲

رده بندی دیویی



انتشارات فن آذر



انتشارات آشینا

شابک : ۹۷۸ - ۶۰۰ - ۵۵۵۲ - ۶۱ - ۴

نام کتاب

: مقاومت مصالح (۱) - ویراست پنجم

مؤلفین

: فردیناند پی. بیر- نی. راسل جانستون، جی آر- جان تی. دوولف-

دیوید اف. مازورگ

مترجم

: هدایت موتابی

ناشر

: انتشارات فن آذر

ناشر همکار

: انتشارات آشینا

نوبت چاپ

: دوم (اول برای ناشر) - تابستان ۱۳۹۴

حروفچینی و صفحه آرایی

: سازش - آشینا

تعداد صفحه و قطع

: ۵۲۸ صفحه - وزیری

تیراژ

: ۱۰۰۰ نسخه

لیتوگرافی

: رنگین

چاپ و صحافی

: لک لری

قیمت

: ۱۵۰۰۰ تومان

شابک دوره ۳-۸۷-۸۵۸۸-۹۶۴-۹۷۸

حق چاپ برای ناشر محفوظ است.

مراکز پخش : انتشارات آشینا - انتشارات فن آذر - انتشارات اطهران

تبریز - خیابان جمهوری - بن بست علیخان - پلاک ۲۰ ■ ۳۵۵۶۸۳۳۴-۳۵۵۳۸۶۰۳

تبریز - خیابان امام - بازار بزرگ تربیت - طبقه پائین - پلاک ۷ ■ ۳۵۵۳۶۱۹۶-۳۵۵۶۳۱۰۳

سخن ناشر

بنام یزدان پاک که تفکر را در جهت کسب دانش و معرفت به بشر ارزانی داشت. بسیار خوشحالیم که باردیگرایزد یکتا توفیق داد تا با ارائه مجموعه ای دیگر در خدمت دانش پژوهان گرامی باشیم. مطالعه مکانیک مهندسی شالوده توانایی تحلیل انواع بسیاری از مسائل مهندسی را پی ریزی می کند. امروزه طراحی مهندسی مستلزم توانایی تحلیل بالایی بوده و مطالعه مکانیک مصالح، به پرورش این توانایی کمک شایانی خواهد کرد.

درس مقاومت مصالح یکی از جمله دروس اساسی و بنیادی رشته های فنی، بخصوص مهندسی عمران و مکانیک بوده که معمولاً از سال دوم دانشگاه و در طول دو ترم برای دانشجویان ارائه می گردد. از جمله منابع اصلی و مهم برای کتاب مذکور، تألیف استادان «فردیناند پی بیر»، «ئی راسل جانستون» و «جان تی دورلف» بوده که از همان ویرایش اول در سال ۱۹۸۱ میلادی، به شکل یک کتاب درسی مورد توجه اکثر دانشگاههای جهان بویژه دانشگاههای ایران قرار گرفت.

ما مفتخریم ویرایش اول و سوم این کتاب را برای اولین بار در ایران، در دو جلد به زبان فارسی منتشر و به جامعه دانشگاهی کشور عرضه نمودیم. بطوریکه درحال حاضر نیز به عنوان منبع درسی در دانشگاههای کشور مورد استفاده قرار می گیرند.

ویرایش پنجم کتاب فوق نیز توسط مؤلفین در سال ۲۰۰۹ میلادی به زیور چاپ آراسته گردید و با توجه به اینکه این ویرایش دستخوش تغییراتی شده بود، لذا بر آن شدیم که آنرا به زبان فارسی منتشر نموده و در اختیار علاقمندان گرامی قرار دهیم.

در اینجا جا دارد از تمامی کسانی که ما را در تهیه این مجموعه یاری نموده اند به خصوص آقای مهندس هدایت موتابی که زحمت ترجمه کتاب و آقای مهندس بوریا صادقیان که زحمت نمونه خوانی کتاب و آقای مهندس حسن میراب که زحمت صفحه آرایی و نظارت فنی کتاب و نیز از خانمها پوررضا و سزاوار که زحمت حروفچینی کتاب را بر عهده داشتند صمیمانه تشکر و قدردانی نماییم.

در خاتمه به استحضار کلیه اساتید محترم و دانشجویان عزیز می رساند انتشارات آشینا با هدف نشر و توسعه کتب فنی، مهندسی و علوم پایه از کلیه عزیزان و صاحب نظران محترم دعوت به همکاری می نماید. لذا از کلیه عزیزانی که علاقه مند به همکاری در زمینه های یادشده هستند در خواست می شود با این انتشارات مکاتبه نمایند. امید است با همکاری و همفکری صاحب نظران محترم بتوانیم در شکوفایی استعداد های ایران عزیزمان گامی هرچند کوچک برداریم، انشاء الله

انتشارات آشینا

مقدمه مترجم

در سال ۱۳۶۷ ویراست اول کتاب «مقاومت مصالح» را مطالعه کردیم. تا آن زمان کتابی تا این حد جامع به زبان فارسی نداشتیم. به همین دلیل تصمیم گرفتیم آن را به زبان فارسی برگردانیم. ویراست دوم تغییرات مهم یا مبحث جدیدی نداشت، لذا چندان انگیزه‌ای برای ترجمه آن نداشتیم. اما تغییرات مهمی در ویراست سوم کتاب داده شد. در ویراست سوم مبحث مواد مرکب (کامپوزیت) اضافه شد و ترجمه آن را اجتناب ناپذیر ساخت.

در ویراست پنجم تغییرات زیادی در مسایل کتاب داده شده است. برخی از مسایل نمونه و مثالهای حل شده متن درسها نیز تغییر کرده‌اند و این خود انگیزه‌ای برای ترجمه این ویراست بود.

یادآور می‌شویم که درسهای استاتیک و مقاومت مصالح پیشنهاد درسهای طراحی اجزاء و تحلیل سازه است. برای اینکه در دروس یاد شده مشکلی نداشته باشید لازم است استاتیک و مقاومت مصالح را بهتر و از یک کتاب معتبر بخوانید، بسیاری از مطالب درسهای طراحی اجزاء و تحلیل سازه در همین کتاب به زبان ساده و مدلل بیان شده است. خواهشمنداست این مطالب را بهتر مطالعه و مسایل مربوطه را حل کنید تا دروس تخصصی بعدی برای شما آسان شده و بتوانید به راحتی و با شادابی بگذرانید.

از همه کسانی که عنایت می‌کنند و اشکالات ما را از طریق ناشر گوشزد می‌کنند، همچنین مدیریت انتشارات آشینا، فن آذر و همچنین انتشارات سازش و کارکنان محترم آنها بی‌نهایت سپاسگزاریم.

هدایت موتابی

درباره مؤلفان

بسیاری از خوانندگان کتاب از اینجانب، به عنوان ناشر کتابهای فرد بیر^۱ و راسل جانستون^۲، می‌پرسند چگونه این دو نفر کتابهایشان را با هم می‌نویسند، در حالیکه یکی از آنها در دانشگاه لی‌های^۳ و دیگری در دانشگاه کانکتی کات^۴ مشغول تدریس است.

پاسخ این سؤال آسان است. راسل جانستون در ابتدای کار خود در دپارتمان مهندسی عمران و مکانیک دانشگاه لی‌های مشغول تدریس می‌شود. در آنجا با فرد بیر که دو سال پیشتر مشغول تدریس مکانیک بود آشنا می‌شود. فرد بیر اهل فرانسه بود و در فرانسه و سوئیس تحصیل کرده بود. او درجه‌ی فوق لیسانس را از دانشگاه سوربن فرانسه و درجه‌ی دکترای خود در دو رشته‌ی مکانیک نظری را از دانشگاه ژنو سوئیس دریافت نمود. فرد بیر پس از گذراندن دوره‌ی سربازی خود در ارتش فرانسه طی جنگ جهانی دوم، به آمریکا می‌آید و در کالج ویلیامز به مدت چهارسال مشغول تدریس دروس در برنامه‌ی هنری و مهندسی مشترک ویلیامز-میت می‌شود. راسل اهل فیلادلفیا بود و درجه‌ی لیسانس مهندسی عمران را از دانشگاه دیلاورا^۵ و دکترای خود را از دانشگاه میت^۶ در رشته‌ی مهندسی سازه اخذ نمود.

پس از مدتی فرد می‌بیند مرد جوانی که مشغول تدریس دروس مهندسی سازه دوره‌ی لیسانس است علاقه دارد او را با دروس مکانیک آشنا سازد. هر دو معتقد بودند که این درسها باید بر مبنای چند اصل محدود تدریس شوند، و اگر مفاهیم به روش ترسیمی توجیه شوند هم بهتر درک می‌شوند و هم در یاد دانشجویان می‌مانند. بطور همزمان، یادداشتهایی در رابطه با دروس استاتیک و دینامیک نوشتند. سپس مسایلی را که از دید دانشجویان یا مهندسان آینده جالب بود به این یادداشتهای افزودند. بدین ترتیب، در زمان اندکی دستنویس نخستین ویراست کتاب «مکانیک برای مهندسان» را تهیه نمودند. در ویراست دوم «مکانیک برای مهندسان» و در ویراست اول «مکانیک برداری برای مهندسان» راسل جانستون در انستیتو پلی-تکنیک ورستستر^۷ و در ویراست بعدی در دانشگاه کانکتی کات مشغول بود. در این اثنا، هر دو مسئولیت اداری داشتند و در دپارتمان خود مشغول پژوهش و مشاوره با دانشجویان کارشناسی ارشد بودند. فرد بیر در زمینه فرایندهای استوکاستیک^۸ و ارتعاشات تصادفی، و راسل در مینه‌ی پایداری الاستیک و تحلیل و طراحی سازه انجام وظیفه می‌کردند. اما هنوز علاقه آنها برای بهسازی روشهای تدریس دروس پایه‌ی مکانیک فروکش نکرده بود و هر دو مشغول تدریس بخشهایی از این درسها بودند، و ضمن تهیه ویراست جدید کتابهای قبل، شروع به نوشتن نخستین ویراست «مقاومت مصالح» کردند.

1. Fred Beer

2. Russ Johnston

3. Lehigh

4. Connecticut

5. Delaware

6. MIT

7. Worcester Polytechnic Institute

8. Stochastic processes

فرد و راسل کمک‌های شایانی به بهبود روش‌های تدریس دروس مهندسی کردند. این کمک‌ها باعث شد آنها به افتخارات و جوایزی دست یابند. آنها به خاطر مهارت فوق‌العاده در تدریس برای دانشجویان مهندسی، از سوی جامعه آموزش مهندسی آمریکا، جایزه وسترن الکتریک را دریافت نمودند. در سال ۱۹۹۱ راسل جایزه مهندس برجسته‌ی عمران را از بخش کانکتی کات انجمن مهندسان عمران آمریکا اخذ نمود. در ۱۹۹۵ از سوی دانشگاه لی‌های، به فرد درجه‌ی دکترای افتخاری اعطا شد. در ویراست دوم کتاب «مقاومت مصالح» پروفیسور جان تی. دی‌ولف به گروه مؤلفین این کتاب ملحق شد. جان استاد مهندسی عمران در دانشگاه کانکتی کات است. او درجه‌ی لیسانس در مهندسی عمران را از دانشگاه هاوایی و فوق‌لیسانس و دکترای خود را در رشته‌ی مهندسی سازه از دانشگاه کُرِنل اخذ نمود. او در زمینه‌های پایداری الاستیک، نظارت پُل و تحلیل و طراحی سازه‌ها مشغول تحقیق است. او عضو گروه ممتحنین مهندسان حرفه‌ای است.

www.ketab.ir

«فهرست مطالب»

پیش‌گفتار.....	۱۱
فصل ۱: مقدمه؛ مفهوم تنش.....	۱۹
۱-۱ مقدمه.....	۲۰
۱-۲ مروری کوتاه بر روش‌های استاتیک.....	۲۰
۱-۳ تنش‌های عضوهای سازه.....	۲۳
۱-۴ تحلیل و طراحی.....	۲۵
۱-۵ بارگذاری محوری؛ تنش قائم.....	۲۶
۱-۶ تنش برشی.....	۲۹
۱-۷ تنش‌لیدگی در اتصالات.....	۳۱
۱-۸ تحلیل و طراحی سازه‌های ساده.....	۳۱
۱-۹ روش حل مسایل.....	۳۵
۱-۱۰ دقت عددی.....	۳۶
مسایل.....	۴۰
۱-۱۱ تعیین تنش در صفحه‌ی مایل تحت بار محوری.....	۴۷
۱-۱۲ تنش ناشی از بارهای عمومی؛ مؤلفه‌های تنش.....	۴۹
۱-۱۳ ملاحظات طراحی.....	۵۴
مسایل.....	۶۱
مرور و خلاصه فصل ۱.....	۶۸
مسایل مروری.....	۷۲
مسایل کامپیوتری.....	۷۵
فصل ۲: تنش و کرنش؛ بارگذاری محوری.....	۷۹
۲-۱ مقدمه.....	۸۰
۲-۲ کرنش قائم تحت بار محوری.....	۸۱
۲-۳ نمودار تنش-کرنش.....	۸۳
۲-۴ تنش واقعی و کرنش واقعی.....	۸۹
۲-۵ قانون هوک؛ مدول کشسانی.....	۹۰
۲-۶ رفتار کشسان ماده در برابر رفتار خمیری (پلاستیک) آن.....	۹۲
۲-۷ بارهای تکراری؛ خستگی.....	۹۴
۲-۸ تغییر شکل‌های عضوهای تحت بار محوری.....	۹۵
مسایل.....	۱۰۲
۲-۹ مسائل نامعین استاتیکی.....	۱۰۸

۱۱۳	۲-۱۰ مسایل شامل تغییرات دما.....
۱۲۱	مسایل.....
۱۲۷	۲-۱۱ نسبت پواسون.....
۱۲۹	۲-۱۲ بارگذاری چند محوری؛ تعمیم قانون هوک.....
۱۳۲	۲-۱۳ انبساط حجمی؛ مدول حجمی.....
۱۳۴	۲-۱۴ کرنش برشی.....
۱۳۸	۲-۱۵ بخش دیگری پیرامون تغییر شکلهای ناشی از بارگذاری محوری؛ رابطه بین E و V و G
۱۴۰	۲-۱۶ روابط تنش-کرنش برای مواد مرکب (کامپوزیت) تقویت شده با الیاف.....
۱۴۵	مسایل.....
۱۵۲	۲-۱۷ توزیع تنش و کرنش ناشی از بارگذاری محوری؛ اصل سن-ونان.....
۱۵۵	۲-۱۸ تمرکز تنش.....
۱۵۸	۲-۱۹ تغییر شکل های پلاستیک (خمیری).....
۱۶۳	۲-۲۰ تنش های محبوس.....
۱۶۷	مسایل.....
۱۷۳	مرور و خلاصه‌ی فصل ۲.....
۱۸۲	مسائل مروری.....
۱۸۵	مسائل کامپیوتری.....
۱۸۹	فصل ۳: پیچش
۱۹۰	۳-۱ مقدمه.....
۱۹۲	۳-۲ بحث مقدماتی تنش های موجود در شفت.....
۱۹۴	۳-۳ تغییر شکل شفت گرد.....
۱۹۸	۳-۴ تنش ها در ناحیه‌ی الاستیک.....
۲۰۶	مسایل.....
۲۱۲	۳-۵ زاویه‌ی پیچش در ناحیه‌ی کشسانی (الاستیک).....
۲۱۶	۳-۶ شفت های نامعین استاتیکی.....
۲۲۴	مسایل.....
۲۳۳	۳-۷ طراحی شفت های انتقال توان.....
۲۳۵	۳-۸ تمرکز تنش در شفت های مدور.....
۱۳۹	مسایل.....
۲۴۳	۳-۹ تغییر شکل های خمیری (پلاستیک) در شفت های مدور.....
۲۴۵	۳-۱۰ شفت های مدور ساخته شده از ماده‌ی الاستوپلاستیک.....
۲۵۰	۳-۱۱ تنش های محبوس در شفت های مدور.....
۲۵۵	مسایل.....

۲۶۰	۳-۱۲ پیچش اعضای غیر مدور
۲۶۴	۳-۱۳ شفت‌های توخالی جدار نازک
۲۷۰	مسایل
۲۷۶	مرور و خلاصه فصل ۳
۲۸۳	مسایل مروری
۲۸۶	مسایل کامپیوتری
۲۸۹	فصل ۴ : خمش خالص
۲۹۰	۴-۱ مقدمه
۲۹۳	۴-۲ عضو متقارن تحت خمش خالص
۲۹۴	۴-۳ تغییر شکل‌های عضو متقارن تحت خمش خالص
۲۹۸	۴-۴ تنش‌ها و تغییر شکل‌ها در ناحیه‌ی کشسان
۳۰۳	۴-۵ تغییر شکل‌های سطح مقطع عرضی
۳۰۸	مسایل
۳۱۴	۴-۶ خمش عضوهای ساخته شده از چند ماده‌ی مختلف
۳۱۹	۴-۷ تمرکز تنش
۳۲۴	مسایل
۳۳۰	۴-۸ تغییر شکل‌های پلاستیک
۳۳۳	۴-۹ عضو ساخته شده از ماده‌ی الاستوپلاستیک
۳۳۸	۴-۱۰ تغییر شکل‌های اعضای که دارای یک صفحه‌ی تقارن هستند
۳۳۹	۴-۱۱ تنش‌های محبوس
۳۴۵	مسایل
۳۵۰	۴-۱۲ بارگذاری خارج از مرکز در صفحه‌ی تقارن
۳۵۶	مسایل
۳۶۳	۴-۱۳ خمش نامتقارن
۳۶۹	۴-۱۴ شکل عمومی بارگذاری محوری خارج از مرکز
۳۷۶	مسایل
۳۸۲	۴-۱۵ خمش اعضای خمیده
۳۹۲	مسایل
۳۹۷	مرور و خلاصه‌ی فصل ۴
۴۰۳	مسایل مروری
۴۰۵	مسایل کامپیوتری

فصل ۵: تحلیل و طراحی تیرها برای خمش	۴۰۹
۵-۱ مقدمه	۴۱۰
۵-۲ نمودارهای برش (نیروی برشی) و گشتاور خمشی	۴۱۳
مسایل	۴۲۱
۵-۳ روابط بین بار، برش و گشتاور خمشی	۴۲۶
مسایل	۴۳۵
۵-۴ طراحی تیرهای منشوری برای خمش	۴۳۹
مسایل	۴۴۵
۵-۵ کاربرد تابع منحصر به فرد برای تعیین نیروی برشی و گشتاور خمشی در تیر	۴۵۱
مسایل	۴۶۲
۵-۶ تیرهای غیر منشوری	۴۶۷
مسایل	۴۷۳
مرور و خلاصه فصل ۵	۴۷۸
مسایل مروری	۴۸۲
مسایل کامپیوتری	۴۸۵
پیوست‌ها	۴۸۷
پیوست A: گشتاور سطح	۴۸۹
A-۱ گشتاور اول سطح؛ مرکز هندسی سطح	۴۸۹
A-۲ تعیین گشتاور اول و مرکز سطح مرکب	۴۹۲
A-۳ گشتاور دوم یا گشتاور اینرسی سطح؛ شعاع ژیراسیون (چرخش)	۴۹۶
A-۴ قضیه محور - موازی	۵۰۰
A-۵ تعیین گشتاور اینرسی سطح مرکب	۵۰۱
پیوست B: خواص مواد منتخب کاربردی در مهندسی	۵۰۳
پیوست C: خواص تیرهای فولاد نورد	۵۰۷
پیوست D: فرمولهای خمش و شیب تیرها	۵۱۹
پیوست E: اصول سنجش مهندسی	۵۲۰

پیش‌گفتار

اهداف

هدف اصلی درس بنیادی مکانیک بالا بردن توانایی دانشجویان مهندسی برای تحلیل مسایل مکانیک است. دانشجویان پس از مطالعه این درس، فقط با کاربرد چند اصل بنیادی، می‌توانند مسایل را به روش ساده و منطقی حل کنند. کتاب حاضر به عنوان نخستین درس مکانیک مواد (مقاومت مصالح) طراحی شده و در سال دوم یا سوم به دانشجویان مهندسی ارائه می‌شود. مؤلفان کتاب امیدوارند این کتاب بتواند مدرسان را در راه رسیدن به هدف یاد شده در موضوع مقاومت مصالح یاری نماید. همچنین امیدوارند کتابهای استاتیک و دینامیک نیز بتوانند همین هدف را برآورده سازند.

روش کلی

در این کتاب، موضوع مقاومت مصالح بر اساس درک چند اصل بنیادی و کاربردی مدل‌های ساده، مطالعه می‌شود. بدین روش می‌توان فرمول‌های لازم را به طریق منطقی بدست آورد. همچنین با استفاده از این روش، شرایطی که تحت آن می‌توان فرمول‌های بدست آمده را برای طراحی و تحلیل سازه‌های واقعی و مهندسی به کاربرد، مشخص می‌شود.

نمودارهای جسم آزاد به طور گسترده به کار می‌روند. در کل کتاب، از نمودارهای جسم آزاد برای تعیین نیروهای داخلی و خارجی استفاده شده است. کاربرد «معادلات تصویری» در یادگیری جمع بارها (سوپرپوزیسیون) و محاسبه تنشها و تغییر شکل‌های ناشی از آنها کمک می‌کند.

در کل کتاب مفاهیم طراحی، هر جا که مناسب است، مطالعه شده است. در فصل ۱، کاربرد ضریب اطمینان در طراحی بحث شده است. در این فصل، دو مفهوم «طراحی بر اساس تنش مجاز» و «طراحی بر اساس بار و ضریب مقاومت» بررسی شده است.

در بخش‌های اختیاری، موضوعات پیشرفته یا تخصصی مطرح شده است. موضوعاتی مانند تنش‌های محبوس، پیچش عضوهای غیر دایره‌ای و جدار نازک، تنش‌های برشی در عضوهای نامتقارن، و ملاک‌های شکست یا گسیختگی اجسام، در بخش‌های اختیاری مورد بحث قرار گرفته‌اند. این موضوعات در درس‌هایی که بر مفاهیم مختلف تأکید دارند مطرح می‌شوند. برای حفظ کلیت مطلب، این موضوعات با ترتیب مناسب در جایگاه منطقی خود مطرح شده‌اند. موضوعات مورد بحث در بخش‌های اختیاری ممکن است در این درس مورد نیاز نباشند، اما در دروس آتی یا کارهای مهندسی ممکن است به آنها نیاز پیدا کنیم. در این شرایط می‌توانیم به آسانی به آنها مراجعه و مشکل خود را حل کنیم. همه بخش‌های اختیاری را با ستاره مشخص کرده‌ایم تا براحتی قابل تشخیص باشند.

سازمان فصلها

دانشجویانی که از این کتاب استفاده می‌کنند، باید قبلاً درس استاتیک را به طور کامل گذرانده باشند. اما طراحی فصل ۱ به گونه‌ای است که فرصتی برای مرور مفاهیم آموخته شده در استاتیک فراهم می‌شود. از طرف دیگر، رسم نمودارهای نیروی برشی و گشتاور خمشی به طور مفصل در بخشهای ۲-۵ و ۳-۵ ارائه شده است. خواص گشتاورها و مرکز هندسی سطوح در پیوست A تشریح شده است. از این مطلب برای تعیین تنشهای قائم و برشی تیرها استفاده می‌شود (فصلهای ۴، ۵ و ۶).

در چهار فصل نخست به تحلیل تنشها و تغییر شکلهای ناشی از آنها پرداخته‌ایم. بنابراین در این فصل، تنشها و تغییر شکلهایی را که به ترتیب از بارهای محوری، پیچشی و خمشی خالص ناشی می‌شوند، تحلیل کرده‌ایم. تحلیل هر مسئله‌ای براساس چند اصل معدود، یعنی شرایط تعادل نیروهای وارد بر عضو، رابطه میان تنش و کرنش ماده، شرایط ایجاد شده توسط تکیه گاهها و بارهای وارد بر عضو، انجام می‌گیرد. برای مطالعه هر نوع بارگذاری، تعداد زیادی مثال و مسئله نمونه حل شده‌اند، حتی مسایل تکلیفی طوری طراحی شده‌اند که دانشجو بتواند روش تحلیل انواع بارگذاریها را یاد بگیرد.

در فصل ۱، مفهوم تنش در یک نقطه بررسی شده است. در این فصل ثابت شده که یک بار محوری می‌تواند هم تنش برشی و هم تنش قائم تولید کند، و نوع تنش تولید شده بستگی به زاویه مقطع مورد نظر نسبت به امتداد بار دارد. این موضوع که تنشهای ناشی از پیچش و خمش خالص بستگی به جهت‌گیری (زاویه) سطح مورد نظر دارند، مجدداً در فصلهای ۳ و ۴ مورد بحث قرار گرفته است. اما بحث روشهای محاسبه‌ای، مانند دایره مور، برای تبدیل تنش یک نقطه تا فصل ۷ به تعویض انداخته شده است. در واقع روشهای یاد شده، پس از اینکه دانشجو مسایل شامل بارهای مرکب را حل نمود و نیاز به چنین روشهایی را کشف کرد، ارائه می‌شود.

در فصل ۲، رابطه بین تنش و کرنش ایجاد شده در مواد مرکب (کامپوزیت) بررسی شده است. مواد مرکب، موادی هستند که توسط الیاف تقویت شده‌اند. تیرهای تحت بار عرضی نیز در دو فصل جدا از هم مطالعه شده‌اند. در فصل ۵، روش تعیین تنشهای قائم را یاد می‌گیریم. همچنین در این فصل، طراحی تیرها را براساس تنش قائم مجاز آنها می‌آموزیم (بخش ۴-۵). این فصل، با بحثی پیرامون نمودارهای نیروی برشی و گشتاور خمشی (بخشهای ۲-۵ و ۳-۵) آغاز می‌شود، و در ادامه، طی یک بخش اختیاری، کاربرد توابع منحصر به فرد برای تعیین گشتاور خمشی و نیروی برشی تیر را می‌آموزیم (بخش ۵-۵). پایان بخش این فصل، یک بخش اختیاری است که پیرامون تیرهای غیرمنشوری بحث می‌کند (بخش ۶-۵).

فصل ۶ به تعیین تنشهای برشی در تیرها و عضوهای جدار نازک تحت بارهای جانبی اختصاص دارد. در این ویراست، استخراج فرمول جریان برش، $q = VQ/I$ ، به روش سنتی انجام گرفته است. بسیاری از موضوعات پیشرفته طراحی تیرها، مانند تعیین تنشهای اصلی در محل اتصال بال تیر به جان آن در تیرهای بال پهن (*W-beam*) در فصل ۸ بررسی شده است. این فصل به عنوان یک فصل اختیاری است که بعد از مطالعه تبدیلات تنشها در فصل ۷ مطرح می‌شود. به همین دلیل، طراحی شفت‌های انتقال توان

به فصل ۸ موکول شده است. تعیین تنش‌های ناشی از بارهای مرکب نیز در این موقعیت جدید خود شامل تعیین تنش‌های اصلی، صفحات اصلی و تنش برشی ماکزیمم در نقطه داده شده است.

مسایلی که از نظر استاتیک نامعین هستند ابتدا در فصل ۲ بحث شده‌اند و سپس در کل کتاب به ازای بارگذاریهای گوناگون بررسی شده‌اند. بنابراین دانشجویان در مرحله اول با روش حلی آشنا می‌شوند که در آن تحلیل تغییر شکل‌ها همراه با تحلیل سنتی نیروها در استاتیک انجام می‌گیرد. بدین ترتیب در آخر کتاب با این روش پایه‌ای کاملاً آشنا می‌شوند. بعلاوه، این روش به دانشجویان کمک می‌کند تا دریابند خود تنش‌ها از نظر استاتیک نامعین هستند و تنها موقعی قابل محاسبه هستند که توزیع کرنش‌های ناشی از آنها را در نظر بگیریم.

مفهوم تغییر شکل خمیری (پلاستیک) در فصل ۲ معرفی شده است. در این فصل از مفهوم گفته شده برای تحلیل عضوهای تحت بار محوری استفاده شده است. مسایل شامل تغییر شکل خمیری شفت‌های مدور و تیرهای منشوری، در بخش‌های اختیاری فصل‌های ۳ و ۴ و ۶ بررسی شده‌اند. با اینکه مدرسان بعضی از این مطالب را حذف می‌کنند اما مطالعه آن کمک زیادی به دانشجویان می‌کند، به طوری می‌توانند به محدودیت‌هایی که با فرض خطی بودن رابطه تنش-کرنش ایجاد می‌شود پی‌ببرند و از کاربرد نامناسب فرمول‌های خمش و پیچش کُشنان (الاستیک) پرهیز کنند.

تعیین خمش تیرها در فصل ۹ بحث شده است. اولین قسمت این فصل اختصاص به روش انتگرالی و روش برهم‌نهی (اصل سوپرپوزیسیون) دارد. در این فصل یک بخش اختیاری (بخش ۶-۹) آورده شده است که پیرامون کاربرد توابع منحصر به فرد (تکین) بحث می‌کند. (این بخش پس از مطالعه بخش ۵-۵ قابل استفاده خواهد بود). قسمت دوم فصل ۹ اختیاری است. در این قسمت روش گشتاور سطح طی دو درس بررسی شده است.

فصل ۱۰ به تحلیل ستون‌ها اختصاص دارد و شامل تحلیل ستون‌های فولادی، آلومینیومی و چوبی است. در فصل ۱۱ به روش‌های انرژی پرداخته‌ایم و شامل قضیه کاستیگیانو است.

ویژگیهای آموزشی

فصل‌های کتاب با یک بخش مقدماتی شروع می‌شوند. در این بخش ابتدا اهداف فصل، سپس مطالب و کاربرد آن در حل مسایل مهندسی بطور ساده بیان می‌شود. هر کدام از دروس می‌تواند طی یک جلسه تدریس شود.

دروس فصل: کل کتاب به واحدهایی تقسیم شده است. هر بخش شامل بخش نظری، مسایل نمونه و تعداد زیادی مسایل تکلیفی (حل نشده) است. هر واحد شامل یک سرفصل مشخص است و می‌تواند در یک جلسه تدریس شود.

مثال‌ها و مسایل نمونه: بخشهای نظری شامل تعداد زیادی مثال حل شده است. این مثالها مبحث ارائه شده را بطور مصور تشریح کرده و درک موضوع را آسان می‌کنند. مسایل نمونه برای نشان دادن برخی

کاربردهای مطالب نظری در حل مسایل مهندسی آمده‌اند. از آنجا که مسایل نمونه همانند مسایل تکلیفی طراحی شده‌اند، دو هدف را دنبال می‌کنند که عبارتند از: (۱) تفهیم مطالب کتاب به نحو آسان و (۲) نشان دادن ترتیب و روند حل مسایل. دانشجویان باید از این روند مرتب در حل مسایل استفاده کنند.

مجموعه مسایل تکلیفی: بیشتر مسایل ماهیت علمی و کاربردی دارند و مطابق ذوق دانشجویان مهندسی طراحی شده‌اند. اما به هرحال، این مسایل در درجه اول برای تشریح مطالب ارائه شده و کمک به دانشجویان جهت درک اصول اساسی مقاومت مصالح طراحی شده‌اند. مسایل تکلیفی متناسب با مطالب ارائه شده و با ترتیب «از مشکل به آسان» مرتب شده‌اند. مسایلی که نیاز به توجه ویژه دارند با علامت ستاره (*) مشخص شده‌اند. غیر از مسایلی که با ارقام ایتالیک شماره گذاری شده‌اند، پاسخ بقیه مسایل در آخر کتاب آمده است.

مرور و خلاصه فصل: در پایان هر فصل، بخشی به عنوان مرور و خلاصه فصل ارائه شده‌است. در این بخش، کل مطالب فصل به طور مختصر آمده است. در حاشیه این بخش عناوینی آمده است که کمک می‌کند دانشجو مطالب ارائه شده را بهتر مرور کند. ارجاع‌های انجام شده در این بخش کمک می‌کند بخشهایی را که نیاز به توجه ویژه دارند بیابیم.

مسایل مروری: در پایان هر فصل، یک سری مسایل به عنوان «مسایل مروری» آمده است. این مسایل به دانشجویان یک بار دیگر فرصت می‌دهد تا مهمترین مفاهیم ارائه شده در کل فصل را به کار بندند.

مسایل کامپیوتری: وجود کامپیوتر شخصی در دسترس دانشجویان مهندسی امکان حل تعداد زیادی از مسایل مشکل را فراهم ساخته است. در انتهای هر فصل، ۶ یا بیش از ۶ مسئله برای حل با کامپیوتر طراحی شده‌اند. تهیه الگوریتم لازم برای حل هر مسئله، کامپیوتری، دو فایده مهم برای دانشجو دارد: (۱) کمک می‌کند دانشجو اصول مکانیکی لازم برای حل مسئله را بهتر درک کند، و (۲) فرصتی فراهم می‌کند تا دانشجو بتواند مهارت اخذ شده در درس «برنامه سازی کامپیوتری» را برای حل مسایل مهم مهندسی به کار بندد.

اصول سنجش مهندسی: مهندسانی که در پی اخذ مجوز مهندس حرفه‌ای هستند، باید از دو آزمون قبول شوند. اولین آزمون به آزمون مبانی مهندسی معروف و شامل مطالبی از درس مقاومت مصالح است. در پیوست E فهرست سرفصلهای مورد آزمایش در این آزمون و مسایلی که برای مرور این مطالب حل می‌شوند، آمده است.

سپاسگزاری

مؤلفین از همه شرکت‌هایی که برای این ویراست کتاب تصاویر هدیه نمودند تشکر می‌کنند. همچنین، از سابینا داول به خاطر زحمات فراوان ایشان در تهیه تصاویر سپاسگزاریم.

از دنیس اورماند نیز به خاطر تهیه تصاویر هنرمندانه‌ای که در بالا بردن کیفیت کتاب نقش بسزایی داشتند، تشکر می‌کنیم.

پروفسور دین اپدیک، استاد مهندسی مکانیک دانشگاه لی‌های، با حوصله و زحمت فراوان حل همه مسایل و پاسخهای مسایل این ویراست را بازبینی و کنترل کردند. از ایشان نیز بی‌نهایت سپاسگزاریم.

از همه خوانندگان ویراستهای قبلی کتاب مقاومت مصالح که پیشنهادات سازنده دادند صمیمانه تشکر می‌کنیم.

E. Russell Johnston, Jr

John T. DeWolf

David F. Mazurek

www.ketab.ir