

۱۹۹۲۷
۱۹

مقاومت مصالح

ویرایش ششم

فریدیناند پی. بیر

استاد سابق دانشگاه Lehigh

ای راسل جانستون

استاد دانشگاه Connecticut

جان تی. دوولف

استاد دانشگاه Connecticut

دیوید اف. مازورک

آکادمی گارد ساحلی ایالات متحده

ترجمه‌ی

مهندس اردشیر اطمیابی

عنوان و نام پدیدآور	: مقاومت مصالح / فردیناند پیر بیر ... [و دیگران] ؛ ترجمه‌ی اردشیر اطمیابی.
مشخصات نشر	: تهران: صفّار، ۱۳۹۱.
مشخصات ظاهری	: ۶۹۶ ص.: مصور (رنگی)، جدول (رنگی)، نمودار (رنگی)؛ ۲۲ × ۲۹ س.م.
شابک	: 978-964-388-369-0
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
یادداشت	: عنوان اصلی: mechanics of material 2011, ed 6th
یادداشت	: مؤلفین فردیناند پی بیر، ای راسل جانستون، جان تی دوولف، دیوید اف مازورک.
یادداشت	: واژه‌نامه
موضوع	: مقاومت مصالح
شناسه افزوده	: بیر، فردیناند پیر، ۱۹۱۵-۲۰۰۳ م.
شناسه افزوده	: Beer, Ferdinand Pierre
شناسه افزوده	: اطمیابی، اردشیر، ۱۳۳۹-، مترجم
رده بندی کنگره	: ۴۰۵ / ۱۳۹۱ م ۶۶۴ / TA
رده بندی دیویی	: ۶۲۰ / ۱۱۲
شماره کتابشناسی ملی	: ۲۸۶۲۸۰۴

فهرست نویسی پیش از انتشار: انتشارات صفّار



www.ketab.ir



۳۰۰۰۵۳۵۱

نام کتاب	: مقاومت مصالح (ویرایش ششم)
مؤلفین	: فردیناند پی. بیر- ای راسل جانستون- جان تی دوولف- دیوید اف. مازورک
مترجمین	: اردشیر اطمیابی
طرح جلد	: فرهاد کمالی
حروفچینی	: معرفت
لیتوگرافی	: گنج شایگان ① ۵۵۴۰۲۱۸۴
چاپ متن	: گنج شایگان ① ۵۵۴۰۳۴۷۸
نوبت چاپ	: ششم- پاییز ۱۴۰۱
شمارگان	: ۱۱۰۰ نسخه
قیمت	: ۴,۸۰۰,۰۰۰ ریال
ناشر	: انتشارات صفّار
مرکز پخش	: خیابان انقلاب- روبروی دبیرخانه دانشگاه تهران- بازارچه کتاب- طبقه زیرین
	انتشارات اشراقی ① ۶۶۴۰۸۴۸۷ تلفن: ۶۶۹۷۰۹۹۲
	پخش کتاب بینش ① ۶۶۴۹۶۲۹۹
	کتابفروشی صفا ① ۶۶۹۷۸۸۴۶

www.saffarpublishing.ir
www.Eshraghipub.com
Email: saffar_publishing@yahoo.com

شابک : ۹۷۸-۹۶۴-۳۸۸-۳۶۹-۰
ISBN 978-964-388-369-0

این اثر، مشمول قانون حمایت مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است، هرکس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه مؤلف (ناشر) نشر، یا پخش یا عرضه کند مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

مدیریت واحد تولید انتشارات صفّار: ۰۹۱۲-۱۰۷۳۰۰۳

فهرست مطالب

۱۵-۲	بحث بیشتر درباره‌ی تغییر شکل‌ها در بارگذاری
۹۲	رابطه‌ی محوری، میان E ، ν و G
۹۴	۱۶-۳* روابط تنش- کرنش مواد مرکب مسلح به الیاف.....
۱۷-۲	توزیع تنش و کرنش در بارگذاری محوری،
۱۰۲	اصل سن‌ونان.....
۱۰۴	۱۸-۲ تمرکز تنش.....
۱۰۶	۱۹-۲ تغییر شکل پلاستیک یا خمیری.....
۱۰۹	۲۰-۳* تنش‌های پسماند.....
۱۱۶	دوره و چکیده‌ی مطالب فصل.....
۱۲۱	مسایل دوره.....
۱۲۳	مسایل کامپیوتری.....

فصل ۳ پیچش

۱۲۸	۱-۳ مقدمه.....
۱۲۹	۲-۳ بحث مقدماتی تنش در محور گرد.....
۱۳۰	۳-۳ تغییر شکل در محور گرد.....
۱۳۳	۴-۳ تنش‌های محدوده‌ی الاستیک.....
۱۴۱	۵-۳ زاویه‌ی پیچش در محدوده‌ی الاستیک.....
۱۴۴	۶-۳ محورهای نامعین استاتیکی.....
۱۵۴	۷-۳ طراحی محورهای انتقال نیرو.....
۱۵۵	۸-۳ تمرکز تنش در محورهای گرد.....
۱۶۱	۹-۳* تغییر شکل‌های پلاستیک یا خمیری در
	محورهای گرد.....
	۱۰-۳* محور گرد ساخته شده از ماده‌ی الاستوپلاستیک
۱۶۲	(ارتجاعی خمیری).....
۱۶۵	۱۱-۳* تنش‌های پسماند در محورهای گرد.....
۱۷۲	۱۲-۳* پیچش اعضای غیرگرد.....
۱۷۴	۱۳-۳* محورهای توخالی جدار نازک.....
۱۸۳	دوره و چکیده‌ی مطالب فصل.....
۱۸۸	مسایل دوره.....
۱۹۰	مسایل کامپیوتری.....

فصل ۴ خمش خالص

۱۹۴	۱-۴ مقدمه.....
۱۹۶	۲-۴ عضو متقارن در خمش خالص.....
۱۹۷	۳-۴ تغییر شکل‌های عضو متقارن در خمش خالص.....
۱۹۹	۴-۴ تنش‌ها و تغییر شکل‌ها در محدوده‌ی الاستیک.....
۲۰۲	۵-۴ تغییر شکل در مقطع عرضی.....

۶	درباره‌ی نویسندگان.....
۷	پیش‌گفتار.....
۱۱	فهرست نمادها.....

فصل ۱ مقدمه - مفهوم تنش

۱۴	۱-۱ مقدمه.....
۱۴	۲-۱ مرور کوتاهی بر روش‌های استاتیکی.....
۱۶	۳-۱ تنش در اعضای سازه.....
۱۷	۴-۱ تحلیل و طراحی.....
۱۷	۵-۱ بارگذاری محوری، تنش عمودی.....
۱۹	۶-۱ تنش برشی.....
۲۰	۷-۱ تنش تکیه‌گاهی در اتصالات.....
۲۱	۸-۱ کاربرد تنش در تحلیل و طراحی سازه‌های ساده.....
۲۳	۹-۱ روش حل مسئله.....
۲۳	۱۰-۱ دقت عددی.....
۳۰	۱۱-۱ تنش روی صفحه‌ی مایل در بارگذاری محوری.....
۳۱	۱۲-۱ تنش در شرایط بارگذاری عمومی، مؤلفه‌های تنش.....
۳۴	۱۳-۱ نکات طراحی.....
۴۴	دوره و چکیده‌ی مطالب فصل.....
۴۷	مسایل دوره.....
۴۹	مسایل کامپیوتری.....

فصل ۲ تنش و کرنش - بارگذاری محوری

۵۴	۱-۲ مقدمه.....
۵۵	۲-۲ کرنش عمودی در بارگذاری محوری.....
۵۶	۳-۲ نمودار تنش- کرنش.....
۵۹	۴-۲* تنش حقیقی و کرنش حقیقی.....
۶۰	۵-۲ قانون هوک، ضریب الاستیسیته.....
	۶-۲ رفتار الاستیک (ارتجاعی) ماده در برابر رفتا
۶۱	پلاستیک (خمیری).....
۶۳	۷-۲ بارگذاری تکراری، خستگی.....
۶۴	۸-۲ تغییر شکل اعضا در بارگذاری محوری.....
۷۲	۹-۲ مسایل نامعین استاتیکی.....
۷۶	۱۰-۲ مسایل شامل تغییر دما.....
۸۶	۱۱-۲ نسبت پواسون.....
۸۷	۱۲-۲ بارگذاری چند محوری، قانون عمومی هوک.....
۸۹	۱۳-۲* اتساع، ضریب حجمی.....
۹۰	۱۴-۲ کرنش برشی.....

۲۷۰.....	مسایل دوره.....
۲۷۲.....	مسایل کامپیوتری.....

فصل ۷ تبدیل‌های تنش و کرنش

۳۷۶.....	۱-۷ مقدمه.....
۳۷۸.....	۲-۷ تبدیل تنش صفحه‌ای.....
۳۷۹.....	۳-۷ تنش‌های اصلی: تنش برشی حداکثر.....
۳۸۵.....	۴-۷ دایره‌ی مور برای تنش‌های صفحه‌ای.....
۳۹۳.....	۵-۷ حالت عمومی تنش.....
۳۹۴.....	۶-۷ کاربرد دایره‌ی مور در تحلیل سه بعدی تنش.....
۳۹۷.....	۷-۷* معیارهای تسلیم مواد شکل پذیر تحت تنش صفحه‌ای.....
۳۹۸.....	۸-۷* معیارهای گسیختگی مواد شکننده تحت تنش صفحه‌ای.....
۴۰۵.....	۹-۷ تنش‌های موجود در مخازن تحت فشار جدار نازک.....
۴۱۱.....	۱۰-۷* تبدیل کرنش صفحه‌ای.....
۴۱۳.....	۱۱-۷* دایره‌ی مور برای کرنش صفحه‌ای.....
۴۱۶.....	۱۲-۷* تحلیل سه بعدی کرنش.....
۴۱۹.....	۱۳-۷* اندازه‌گیری کرنش، کلبه‌گ کرنش.....
۴۲۵.....	دوره و چکیده‌ی مطالب فصل.....
۴۳۰.....	مسایل دوره.....
۴۳۱.....	مسایل کامپیوتری.....

فصل ۸ تنش‌های اصلی تحت شرایط بارگذاری معین

۴۳۶.....	۱-۸* مقدمه.....
۴۳۶.....	۲-۸* تنش‌های اصلی در تیر.....
۴۳۸.....	۳-۸* طراحی محورهای انتقال نیرو.....
۴۴۶.....	۴-۸* تنش‌های تحت شرایط بارگذاری مرکب.....
۴۵۷.....	دوره و چکیده‌ی مطالب فصل.....
۴۵۸.....	مسایل دوره.....
۴۶۰.....	مسایل کامپیوتری.....

فصل ۹ تغییر شکل تیرها

۴۶۶.....	۱-۹ مقدمه.....
۴۶۷.....	۲-۹ تغییر شکل تیر تحت بارگذاری عرضی.....
۴۶۸.....	۳-۹ معادله‌ی منحنی الاستیک یا تغییر شکل تیر.....
۴۷۴.....	۴-۹* تعیین مستقیم منحنی الاستیک یا تغییر شکل از روی توزیع بار.....
۴۷۶.....	۵-۹ تیرهای نامعین استاتیکی.....
۴۹۶.....	۶-۹* استفاده از توابع تکین جهت تعیین شیب و

۲۰۹.....	۶-۴ خمش اعضای ساخته شده از چند ماده‌ی مختلف.....
۲۹۲.....	۷-۴ تمرکز تنش.....
۲۱۹.....	۸-۴* تغییر شکل‌های پلاستیک یا خمیری.....
۲۱۹.....	۹-۴* اعضای ساخته شده از ماده‌ی الاستوپلاستیک (ارتجاعی خمیری).....
۲۲۱.....	۱۰-۴* تغییر شکل‌های پلاستیک یا خمیری اعضای دارای یک صفحه‌ی تقارن.....
۲۲۴.....	۱۱-۴* تنش‌های پسماند.....
۲۲۵.....	۱۲-۴ بارگذاری محوری برون مرکز در صفحه‌ی تقارن.....
۲۳۳.....	۱۳-۴ خمش نامتقارن.....
۲۴۰.....	۱۴-۴ حالت عمومی بارگذاری محوری برون مرکز.....
۲۴۵.....	۱۵-۴* خمش اعضای خمیده.....
۲۵۴.....	دوره و چکیده‌ی مطالب فصل.....
۲۶۴.....	مسایل دوره.....
۲۶۸.....	مسایل کامپیوتری.....

فصل ۵ تحلیل و طراحی تیرها برای خمش

۲۷۴.....	۱-۵ مقدمه.....
۲۷۶.....	۲-۵ نمودارهای نیروی برشی و گشتاور خمشی.....
۲۸۵.....	۳-۵ روابط میان بار، نیروی برشی و گشتاور خمشی.....
۲۹۴.....	۴-۵ طراحی تیرهای منشوری برای خمش.....
۲۹۴.....	۵-۵* استفاده از توابع تکین برای تعیین نیروی برشی و گشتاور خمشی در تیر.....
۳۰۲.....	۶-۵* تیرهای غیر منشوری.....
۳۱۳.....	دوره و چکیده‌ی مطالب فصل.....
۳۲۰.....	مسایل دوره.....
۳۲۳.....	مسایل کامپیوتری.....

فصل ۶ تنش‌های برشی در تیرها و اعضای جدار نازک

۳۲۸.....	۱-۶ مقدمه.....
۳۲۹.....	۲-۶ برش بر روی سطح افقی جزء کوچکی از تیر.....
۳۳۱.....	۳-۶ تعیین تنش‌های برشی در تیر.....
۳۳۲.....	۴-۶ تنش‌های برشی τ_{xy} در انواع معمول تیرها.....
۳۳۲.....	۵-۶* بحث بیشتر درباره‌ی توزیع تنش‌ها در تیر مقطع مستطیلی باریک.....
۳۳۴.....	۶-۶ برش طولی بر روی جزیی از تیر با شکل اختیاری.....
۳۴۲.....	۷-۶ تنش‌های برشی در اعضای جدار نازک.....
۳۴۳.....	۸-۶* تغییر شکل‌های پلاستیک یا خمیری.....
۳۴۶.....	۹-۶* بارگذاری نامتقارن اعضای جدار نازک، مرکز برش.....
۳۵۵.....	دوره و چکیده‌ی مطالب فصل.....
۳۶۷.....	

۱۱-۱۰ تعیین تغییر شکل ناشی از بار منفرد به	۴۸۴
روش کار- انرژی ۶۱۰	۴۹۲
* ۱۱-۱۱ کار و انرژی ناشی از بارهای متعدد ۶۱۹	۸-۹ کاربرد اصل بر هم نهی در مورد تیرهای
* ۱۱-۱۲ قضیه ی کاستیلیانو ۶۲۱	نامعین استاتیکی ۴۹۴
* ۱۱-۱۳ تعیین تغییر شکل ها با استفاده از	۹-۹ قضایای گشتاور سطح ۵۰۲
قضیه ی کاستیلیانو ۶۲۱	* ۹-۱۰ کاربرد قضایای گشتاور سطح در مورد تیرهای
* ۱۱-۱۴ سازه های نامعین استاتیکی ۶۲۵	طره و تیرهای با بارگذاری متقارن ۵۰۴
دوره و چکیده ی مطالب فصل ۶۳۴	* ۹-۱۱ ترسیم جزء به جزء نمودار گشتاور خمشی ۵۰۶
مسایل دوره ۶۳۸	* ۹-۱۲ کاربرد قضایای گشتاور سطح در مورد تیرهای با
مسایل کامپیوتری ۶۳۹	بارگذاری نامتقارن ۵۱۳

پیوست الف: گشتاورهای سطح ۶۴۲	* ۹-۱۳ تغییر شکل حداکثر ۵۱۶
پیوست ب: خصوصیات معمول مواد انتخابی مورد	* ۹-۱۴ استفاده از قضایای گشتاور سطح برای تیرهای نامعین
استفاده ی مهندسی ۶۵۰	استاتیکی ۵۱۸
پیوست ج: خصوصیات مقاطع فولاد نورد شده ۶۵۴	دوره و چکیده ی مطالب فصل ۵۲۶
پیوست د: تغییر شکل و شیب تیرها ۶۶۶	مسایل دوره ۵۳۲
پیوست ه: مبانی آزمون مهندسی ۶۶۷	مسایل کامپیوتری ۵۳۳

پاسخ مسایل ۶۶۸	فصل ۱۰ ستونها
مرکز سطوح و خطوط معمول ۶۸۵	۱-۱۰ مقدمه ۵۳۸
گشتاورهای لختی سطح اشکال هندسی معمول ۶۸۶	۲-۱۰ پایداری سازه ها ۵۳۸
واژه نامه ۶۸۸	۳-۱۰ رابطی اولر برای ستون های دو سر مفصل ۵۳۸

۴-۱۰ گسترش رابطی اولر به ستون هایی با دیگر	شرایط انتهایی ۵۴۳
۵-۱۰ بارگذاری برون مرکز، رابطی سکانت ۵۵۱	* ۵-۱۰ بارگذاری برون مرکز، رابطی سکانت ۵۵۱
۶-۱۰ طراحی ستون های تحت بار مرکزی ۵۵۹	۶-۱۰ طراحی ستون های تحت بار مرکزی ۵۵۹
۷-۱۰ طراحی ستون های تحت بار برون مرکز ۵۷۰	۷-۱۰ طراحی ستون های تحت بار برون مرکز ۵۷۰
دوره و چکیده ی مطالب فصل ۵۷۹	دوره و چکیده ی مطالب فصل ۵۷۹
مسایل دوره ۵۸۱	مسایل دوره ۵۸۱
مسایل کامپیوتری ۵۸۳	مسایل کامپیوتری ۵۸۳

فصل ۱۱ روش های انرژی

۱-۱۱ مقدمه ۵۸۸	۱-۱۱ مقدمه ۵۸۸
۲-۱۱ انرژی کرنشی ۵۸۸	۲-۱۱ انرژی کرنشی ۵۸۸
۳-۱۱ چگالی انرژی کرنشی ۵۸۹	۳-۱۱ چگالی انرژی کرنشی ۵۸۹
۴-۱۱ انرژی کرنشی الاستیک تنش های عمودی ۵۹۱	۴-۱۱ انرژی کرنشی الاستیک تنش های عمودی ۵۹۱
۵-۱۱ انرژی کرنشی الاستیک تنش های برشی ۵۹۳	۵-۱۱ انرژی کرنشی الاستیک تنش های برشی ۵۹۳
۶-۱۱ انرژی کرنشی در حالت عمومی تنش ۵۹۶	۶-۱۱ انرژی کرنشی در حالت عمومی تنش ۵۹۶
۷-۱۱ بارگذاری ضربه ای ۶۰۵	۷-۱۱ بارگذاری ضربه ای ۶۰۵
۸-۱۱ طراحی برای بارهای ضربه ای ۶۰۷	۸-۱۱ طراحی برای بارهای ضربه ای ۶۰۷
۹-۱۱ کار و انرژی ناشی از بار منفرد ۶۰۸	۹-۱۱ کار و انرژی ناشی از بار منفرد ۶۰۸

هدف اصلی از درس مکانیک پایه توانمند ساختن دانشجویان مهندسی در تحلیل یک مسئله‌ی معین به روشی ساده و منطقی و استفاده از چند اصل اساسی و کاملاً مفهوم در حل مسایل است. این کتاب که به عنوان نخستین درس مقاومت مصالح تدوین شده است، به دانشجویان سال دوم مهندسی تدریس می‌شود. نویسندگان کتاب امیدوارند که این کتاب نیز همانند دیگر کتاب‌های درسی آنها در موضوع استاتیک و دینامیک، به اساتید دانشگاه به دستیابی به این هدف در این درس ویژه کمک کند.

شیوه‌ی عمومی

در این کتاب بررسی مقاومت مصالح براساس درک چند مفهوم پایه‌ای و با استفاده از مدل‌های ساده انجام می‌شود. با این روش می‌توان تمامی روابط لازم را به شکلی منطقی و عقلانی به دست آورد و به روشنی شرایطی را که می‌توان از آنها به شکلی ایمن برای تحلیل و طراحی سازه‌های واقعی مهندسی و اجزای مکانیکی استفاده کرد، مشخص ساخت.

استفاده‌ی گسترده از نمودار جسم آزاد: در سرتاسر کتاب برای تعیین نیروهای داخلی یا خارجی از نمودار جسم آزاد استفاده می‌شود. همچنین استفاده از «معادله‌های تصویری» نیز به دانشجویان در درک اصل برهم نهی بارگذاری‌ها و تنش‌ها و تغییر شکل‌های حاصل کمک می‌کند.

مطرح شدن مفاهیم طراحی در سرتاسر کتاب در موارد مناسب: موضوع استفاده از ضریب ایمنی در طراحی در فصل ۱ مورد بررسی قرار می‌گیرد که در آن هر دو مفهوم طراحی به روش تنش مجاز و طراحی براساس ضرایب بار و مقاومت مطرح می‌گردد.

حفظ پایدار توازن دقیق در بین واحدهای SI و واحدهای مرسوم ایالات متحده: به دلیل اهمیت داشتن توانایی دانشجویان کار با هر دو واحدهای SI و واحدهای مرسوم ایالات متحده، نیمی از مثال‌ها، مسایل نمونه و مسایل تکلیف براساس واحدهای SI و نیمی دیگر براساس واحدهای مرسوم ایالات متحده ارائه شده‌اند به دلیل تعداد زیاد مسایل موجود، استاد می‌تواند به انتخاب خود مسایل تکلیف دانشجویان را با هر نسبتی از سیستم‌های واحدهای اندازه‌گیری تعیین کند.

بخش‌های اختیاری از مباحث پیشرفته و ویژه: برای استفاده از درس‌هایی با گرایش‌های مختلف، در بخش‌های اختیاری عناوینی همچون تنش‌های پسماند، پیچش اعضای غیر گرد جدار نازک، خمش تیرهای خمیده، تنش‌های برشی در اعضای نامتقارن و معیارهای گسیختگی در نظر گرفته شده‌اند. برای حفظ انسجام موضوع، این عناوین در جای منطقی خود با ترتیب صحیح ارائه شده‌اند. بنابراین حتی در صورت مطرح نشدن در درس، به آسانی قابل مشاهده بوده و دانشجویان می‌توانند در صورت ضرورت در درس بعدی یا کار مهندسی به آنها مراجعه کنند. از نظر راحتی تمامی این بخش‌های اختیاری با ستاره مشخص شده‌اند.

سازمان فصل‌ها

فرض بر این است که دانشجویانی که از این کتاب استفاده می‌کنند، درس استاتیک را به پایان رسانده‌اند. با این حال فصل ۱ این کتاب به منظور دوره کردن مفاهیم مطرح شده در آن درس در نظر گرفته شده است و نمودارهای نیروی برشی و گشتاور خمشی به تفصیل در بخش‌های ۲-۵ و ۳-۵ مطرح می‌شوند. خصوصیات گشتاورهای لختی سطح و مرکز سطح در پیوست الف شرح داده شده‌اند. از این مطالب می‌توان برای موضوع تعیین تنش‌های عمودی و برشی در تیرها بهره گرفت (فصل‌های ۴، ۵ و ۶).

در چهار فصل نخست این کتاب به ترتیب به تحلیل تنش‌ها و تغییر شکل‌های متناظر در اعضای سازه‌ای مختلف با توجه به بارگذاری محوری، پیچش و خمش خالص پرداخته می‌شود. هر تحلیل بر پایه‌ی چند مفهوم اساسی استوار است که عبارتند از: شرایط تعادل نیروهای وارد بر عضو، روابط موجود میان تنش و کرنش در مصالح و شرایط تکیه‌گاهی و بارگذاری عضو. بررسی هر نوع بارگذاری با استفاده از تعداد زیادی مثال، مسئله‌ی نمونه و مسایل تکلیف انجام می‌شود که همگی برای تقویت درک دانشجویان از موضوع طراحی شده‌اند.

مفهوم تنش در یک نقطه در فصل ۱ مطرح می‌شود و در آن جا نشان داده خواهد شد که بسته به مقطع مورد نظر، بار محوری هم تنش برشی ایجاد می‌کند و هم تنش عمودی. در فصل‌های ۳ و ۴ در موضوع پیچش و خمش خالص بر این واقعیت دوباره تأکید می‌شود که تنش‌ها به جهت‌گیری سطح مورد نظر بستگی دارند. با این حال بحث روش‌های محاسبه‌ای همچون دایره‌ی مور تا فصل ۷ به تعویق انداخته می‌شود تا دانشجویان پس از حل مسایل مربوط به ترکیب بارگذاری‌ها، خود از ضرورت این روش‌ها آگاه شوند.

بحث رابطی میان تنش و کرنش در مصالح مختلف که در فصل ۲ مطرح می‌شود، مواد مرکب مسلح به الیاف را نیز دربرمی‌گیرد. همچنین بررسی تیرهای تحت بارهای عرضی نیز در دو فصل جداگانه مطرح می‌شود. فصل ۵ به تعیین تنش‌های عمودی در تیر و طراحی تیرها

براساس تنش عمودی مجاز در مصالح مورد استفاده اختصاص داده شده است (بخش ۵-۴). این فصل با موضوع نمودارهای نیروی برشی و گشتاور خمشی آغاز می‌شود (بخش‌های ۵-۲ و ۵-۳) و بخشی اختیاری را در مورد استفاده از توابع تکنیکی در تعیین نیروی برشی و گشتاور خمشی در تیرها شامل می‌شود (بخش ۵-۵). این فصل با بخشی اختیاری در مورد تیرهای غیر منشوری به پایان می‌رسد (بخش ۵-۶).

فصل ۶ به تعیین تنش‌های برشی در تیرها و اعضای جدار نازک تحت بارهای عرضی اختصاص داده شده است. رابطه‌ی جریان برش یعنی $q = VQ/I$ به روش مرسوم به دست می‌آید. جنبه‌های پیشرفته‌تر طراحی تیرها مانند تعیین تنش‌های اصلی در محل تقاطع بال و جان تیرهای W در فصل ۸ مطرح می‌شود، فصلی اختیاری که به دنبال موضوع تبدیل‌های تنش در فصل ۷ خواهد آمد. طراحی محورهای انتقال نیرو و همین‌طور تعیین تنش‌ها در زیر بارگذاری‌های مرکب نیز به همین دلیل در این فصل مطرح می‌شود و بدین ترتیب اکنون می‌توان تعیین تنش‌های اصلی، صفحات اصلی و تنش برشی حداکثر در یک نقطه‌ی معین را نیز بررسی کرد.

مسایل نامعین استاتیکی که ابتدا در فصل ۲ مطرح می‌شوند، در سرتاسر کتاب برای شرایط مختلف بارگذاری مورد توجه قرار می‌گیرند. بدین ترتیب دانشجویان در نخستین گام با روش حلی آشنا می‌شوند که در آن تحلیل تغییر شکل‌ها در ترکیب با تحلیل مرسوم نیروها در استاتیک انجام می‌شود. با این شیوه دانشجویان در پایان درس با این روش اساسی کاملاً آشنا خواهند بود. به علاوه این شیوه به دانشجویان به درک این موضوع کمک می‌کند که تنش‌ها به خودی خود از نظر استاتیکی نامعین‌اند و آنها را تنها می‌توان با در نظر گرفتن توزیع کرنش‌های متناظر محاسبه کرد.

مفهوم تغییر شکل خمیری یا پلاستیک در فصل ۲ در موضوع تحلیل اعضای تحت بارگذاری محوری مطرح می‌شود. مسایل مربوط به تغییر شکل پلاستیک محورهای گرد و تیرهای منشوری نیز در بخش‌های اختیاری فصل‌های ۳، ۴ و ۶ مطرح می‌شوند. اگرچه استاد به اختیار خود می‌تواند برخی از این مطالب را حذف کند، اما گنجاندن آنها در این کتاب به درک دانشجویان از محدودیت‌های فرض رابطه‌ی خطی تنش-کرنش کمک می‌کند و به آنها در مورد استفاده‌ی نادرست از روابط پیچش و خمش‌الاستیک هشدار می‌دهد.

چگونگی تعیین تغییر شکل خمشی تیرها در فصل ۹ مورد بررسی قرار می‌گیرد. نیمه‌ی نخست این فصل به روش انتگرال‌گیری و روش برهم نهی به همراه بخشی اختیاری (بخش ۹-۶) در مورد استفاده از روابط تکنیکی اختصاص دارد (از این بخش تنها باید در صورتی استفاده کرد که پیش از آن بخش ۵-۵ مطرح شده باشد). نیمه‌ی دوم فصل ۹ حالت اختیاری دارد. در این قسمت روش گشتاور سطح در دو درس مطرح می‌شود.

فصل ۱۰ به ستون‌ها اختصاص دارد و مطالب مربوط به طراحی ستون‌های فولادی، آلومینیومی و چوبی را شامل می‌شود. در فصل ۱۱ به روش‌های انرژی شامل قضیه‌ی کاستیلیانو (Castigliano) پرداخته می‌شود.

ویژگی‌های آموزشی

هر فصل با مقدمه‌ای شامل اهداف فصل و شرح ساده‌ی مطالب مطرح شده و کاربرد آنها در حل مسایل مهندسی آغاز می‌شود.

درس‌های فصل: متن این کتاب به قسمت‌هایی تقسیم‌بندی شده که در هر یک از آنها یک یا چند بخش نظری و به دنبال آن مسایل ساده و تعداد زیادی مسایل تکلیف آمده است. هر قسمت به عنوان مشخصی اختصاص دارد که معمولاً آن را می‌توان در یک جلسه‌ی درسی مطرح ساخت.

مثال‌ها و مسایل نمونه: در بخش‌های نظری مثال‌های زیادی به منظور به تصویر کشیدن مطالب و آسان ساختن درک آنها ارائه می‌شود. مسایل نمونه به منظور نشان دادن برخی از کاربردهای تئوری در حل مسایل مهندسی آورده شده‌اند. از آن جا که این مسایل بیشتر به همان شیوه‌ای تنظیم شده‌اند که دانشجو باید در حل تکالیف خود از آن پیروی کند، مسایل نمونه وظیفه‌ی دوگانه‌ی شرح مطلب و به تصویر کشیدن شیوه‌ی کار پاکیزه و مرتبی را بر عهده دارند که دانشجو باید در حل مسایل خود آن را به کار بندد.

مجموعه مسایل تکلیف: بیشتر مسایل ماهیت عملی دارند و از این نظر باید برای دانشجویان مهندسی جذاب باشند. با این حال این مسایل در وهله‌ی نخست برای به تصویر کشیدن مطالب ارائه شده در کتاب و کمک به دانشجو در درک اصول اساسی مورد استفاده در مقاومت مصالح طراحی شده‌اند. مسایل براساس مطالبی که به تصویر می‌کشند، دسته‌بندی شده‌اند و به ترتیب دشوارتر می‌شوند. مسایل دارای نکات ویژه با ستاره مشخص شده‌اند. پاسخ مسایل در انتهای کتاب آورده شده است، البته به جز مواردی که شماره‌ی مسئله با حروف ایتالیک نوشته شده است.

دوره و چکیده‌ی مطالب فصل: هر فصل با دوره و چکیده‌ی مطالب فصل به پایان می‌رسد. یادداشتهای حاشیه به منظور کمک به دانشجو در درک مطالب دوره آورده شده‌اند و برای کمک به پیدا کردن بخش‌هایی از مطلب جهت توجه ویژه نیز مراجعی ذکر شده است.

مسایل دوره: در پایان هر فصل یک مجموعه مسایل دوره آورده شده است. این مسایل به دانشجو فرصت بیشتری می‌دهند تا بار دیگر مفاهیم مهم مطرح شده در فصل را به کار بندد.

مسایل کامپیوتری: دسترسی به کامپیوترهای شخصی به دانشجویان مهندسی امکان می‌دهد تا تعداد بیشتری از مسایل دشوار را حل

کنند. در پایان هر فصل مجموعه‌ای از شش یا تعداد بیشتری از مسایل جهت حل کامپیوتری ارائه شده است. تدوین الگوریتم مورد نیاز حل یک مسئله‌ی معین به دو روش به دانشجوی کمک می‌کند: (۱) کمک به درک بهتر اصول مکانیک، (۲) فراهم ساختن فرصتی برای به کار بستن مهارت‌های کسب شده در درس برنامه‌ریزی کامپیوتر در حل یک مسئله‌ی مهندسی هدفمند. این مسایل را می‌توان با استفاده از هر زبان کامپیوتری مناسب برای محاسبات تحلیلی حل کرد.

مبانی آزمون مهندسی: مهندسی‌نی که به دنبال دریافت پروانه‌ی اشتغال «مهندسین حرفه‌ای» هستند، باید در دو آزمون شرکت کنند. نخستین آزمون یعنی «مبانی آزمون مهندسی» شامل مطالب موضوعی مقاومت مصالح است. در پیوست ه فهرست عناوینی از «مقاومت مصالح» که در این آزمون مطرح می‌شوند به همراه مسایلی که به دوره کردن این مطالب کمک می‌کنند، آورده شده است.

منابع تکمیلی

کتاب راهنمای استاد: در کتاب راهنمای استاد ویرایش ششم این کتاب همان سنت دقت استثنایی و اختصاص دادن یک صفحه برای حل هر مسئله جهت مراجعه‌ی آسان‌تر ادامه یافته است. همچنین در این کتاب برای کمک به استاد جهت برنامه‌ریزی این درس جداولی آورده شده است. در جدول ۱ عناوین مختلف مطرح شده در این کتاب همراه با زمان لازم پیشنهادی درج شده است. در جدول ۲ شرح مختصری از گروه‌های مختلف مسایل و دسته‌بندی مسایل هر گروه براساس واحدهای مورد استفاده آمده است. همچنین در کتاب راهنما نمونه‌ی برنامه‌ریزی درس‌ها نیز ارائه شده است.

McGRAW-HILL CONNECT ENGINEERING

McGraw-Hill Connect Engineering امکانی شبکه‌ای جهت تعیین تکالیف و ارزیابی است که به دانشجویان امکان می‌دهد تا ارتباط بهتری با تکالیف درسی، استاد خود و مفاهیم مهم مورد نیاز جهت موفقیت حال و آینده برقرار کنند. Connect Engineering می‌تواند تکالیف درسی، آزمون‌ها و امتحانات را به آسانی از طریق شبکه ارائه کند. دانشجویان می‌توانند مهارت‌های مهم را با آهنگ و برنامه‌ی خاص خود تمرین کنند. همچنین دانشجویان به کمک McGraw-Hill Connect Engineering Plus می‌توانند هر روز هفته و هر ۲۴ ساعت از طریق شبکه به کتاب الکترونیکی این ویرایش دسترسی داشته باشند تا بدین ترتیب بسته به زمان و مکان دلخواه خود با موفقیت این درس را به پایان برسانند.

برنامه‌ی Connect Engineering کتاب «مقاومت مصالح» با نشانی زیر در دسترس است: www.mcgrawhillconnect.com

McGRAW-HILL CREATE

منابع آموزشی خود را متناسب با روش آموزشی خود آماده کنید. به کمک McGraw-Hill Create به نشانی www.mcgrawhillcreate.com به آسانی می‌توان سازمان فصل‌ها را تغییر داد، مطالب را با محتوای دیگر منابع ترکیب کرد و مطالب نگاشته شده‌ی خود را به سرعت همچون یادداشت‌های درسی یا آموزشی بر روی شبکه فرستاد. کتاب را متناسب با روش آموزشی خود سازمان دهید. برنامه‌ی Create حتی امکان ویژه سازی ظاهر کتاب را از طریق انتخاب جلد و افزودن نام خود، دانشکده و اطلاعات درس فراهم می‌سازد. با سفارش دادن کتاب Create، در عرض ۳ تا ۵ روز نسخه‌ی چاپی تکمیلی یا در عرض چند دقیقه از طریق ایمیل نسخه‌ی الکترونیکی تکمیلی را دریافت خواهید کرد. همین امروز با رفتن به نشانی www.mcgrawhillcreat.com و ثبت نام خود تجربه کنید که چگونه برنامه‌ی McGraw-Hill Create شما را در ارائه‌ی روش آموزشی ویژه‌ی خود به دانشجویان کمک می‌کند.

McGraw-Hill Higher Education و Blackboard همکار شده‌اند.

Blackboard سیستم مدیریت شبکه‌ای درس است که در تکمیل آموزش رو در رو امکان بهتری را در اختیار دانشجویان و دانشکده جهت استفاده از مطالب و فعالیت‌های درسی از طریق شبکه فراهم می‌سازد. ویژگی‌های Blackboard با بسیج کردن ابزارهای اجتماعی یادگیری و آموزشی، امکانات آموزشی منطقی‌تر و از نظر چشمی تأثیرگذارتر و فعال‌تری را برای دانشجویان فراهم می‌سازد. بدین ترتیب کلاس‌های درس در بسته‌ی خود را به اجتماعاتی تبدیل می‌کنید که در آن دانشجویان ۲۴ ساعته با امکانات آموزشی خود در ارتباط‌اند.

این همکاری به شما و دانشجویان امکان می‌دهد تا تنها با یک ثبت‌نام ساده از طریق درس Blackboard به McGraw-Hill Connect و McGraw-Hill Create دسترسی داشته باشید.

بدین ترتیب نه تنها به Connect و Create متصل می‌شوید، بلکه پیوند عمیق‌تری با محتوای McGraw-Hill و موتورهای محتوایی Blackboard پیدا خواهید کرد. چه بخواهید کتابی را برای درس خود انتخاب کنید یا تکالیف درسی را از طریق Connect تعیین کنید، تمامی ابزارهای مورد نیاز در Blackboard در دسترس‌اند.

دفتر نمرات اکنون در هم تنیده است. نمره‌ی دانشجویان با انجام تکالیف خود از طریق Connect به طور خودکار (و آنی) به مرکز نمره‌دهی Blackboard فرستاده می‌شود.

McGraw-Hill و Blackboard اکنون امکان دسترسی آسانی را به مضمون و تکنولوژی پیشرو صنعتی در اختیار می‌گذارند، چه

دانشکده‌ی شما میزبان آن باشد و چه نباشد. برای جزییات بیشتر از نمایندگی محلی McGraw-Hill پرسش کنید.

دیگر منابع شبکه‌ای

همچنین برای استادان ویرایش ششم کتاب "مقاومت مصالح" وب سایت ویژه‌ای به نشانی www.mhhe.com/beerjohston وجود دارد. در این وب سایت PowerPoints درس، کتابخانه‌ای از تصاویر و تصاویر متحرک وجود دارد. همچنین اساتید می‌توانند از طریق این وب سایت امکان دسترسی به C.O.S.M.O.S یعنی "سیستم شبکه‌ای ساختار کتاب راهنمای کامل مسایل" را درخواست کنند که به آنها امکان می‌دهد تا با استفاده از مسایل پایان هر فصل کتاب، تکالیف، آزمون‌ها و امتحانات خاص خود را تهیه کنند. برای دسترسی به این مطالب و دریافت نام کاربر و رمز عبور به نمایندگی‌های فروش مراجعه کنید.

Hands-On Mechanics : Hands-On Mechanics وب سایتی است که برای اساتید علاقمند به گنجاندن کمک آموزشی‌های سه بعدی عملی در درس خود طراحی شده است. در این وب سایت که با همکاری McGraw-Hill و "دانشکده‌ی مهندسی عمران و مکانیک" آکادمی نظامی ایالات متحده در West Point طراحی شده، نه تنها دستورهای تفصیلی چگونگی تهیه‌ی ابزارهای آموزشی سه بعدی با استفاده از مواد موجود در هر آزمایشگاه یا فروشگاه محلی ابزارآلات ارائه شده، بلکه این وب سایت اجتماعی را تشکیل می‌دهد که اساتید می‌توانند از طریق آن افکار خود را به اشتراک گذارند، بهترین روش‌های آموزشی را مورد بحث قرار دهند و روش‌های نمایشی خود را در سایت ارائه کنند. برای چگونگی استفاده از این امکان در کلاس درس خود به www.handsonmechanics.com نگاه کنید.

سپاس‌گزاری

نویسندگان از شرکت‌های بسیاری که عکس‌هایی را برای ویرایش جدید در اختیار گذاشته‌اند، سپاس‌گزاری می‌کنند. همچنین از تلاش راسخانه و شکیبایی جستجوگر این تصاویر خانم Sabina Dowell تشکر می‌شود. سپاس‌گزاری ویژه‌ی خود را از پروفیسور Dean Updike از دانشکده‌ی مهندسی مکانیک و مکانیک دانشگاه Lehigh به دلیل شکیبایی و همکاری در بررسی حل و پاسخ تمامی مسایل این ویرایش جدید ابراز می‌داریم. همچنین از همیاری، بیانات و پیشنهادات ارائه شده توسط خوانندگان ویرایش‌های پیشین کتاب «مقاومت مصالح» سپاس‌گزاری می‌شود.

John T. DeWolf

David F. Mazurek