

فردیناند پ. بی‌یر و ا. راسل جانستون

مقاومت مصالح

ویرایش دوم

ترجمه دکتر ابراهیم واحدیان



نشر علوم دانشگاهی

Mechanics of Material
Beer, Ferdinand P. and Johnston, E. Russell
McGraw-Hill



نشر علوم دانشگاهی

مقاومت مصالح (ویرایش دوم)
تألیف فردیناند پ. بی.یر و ا.راسل جانستون
ترجمه دکتر ابراهیم واحدیان
ویراسته مهندس محبوبه مسگر تهرانی
مسئول فنی: محمد حسن پور

حروفچینی و صفحه‌آرایی: واحد تولید نشر علوم دانشگاهی
حروف نگار: فهیمه السادات جعفری
نسخه‌پرداز: فریبا ارجمندی خالدي

طرح روی جلد عزیز محسنی

نشر علوم دانشگاهی، تهران

چاپ دوازدهم، پاییز ۱۳۸۵

۸۰۰۰ نسخه

لینتوگرانی، نورنگ

چاپ و صحافی، پژواک اندیشه

۸۰۰۰۰ ریال

شابک ۷-۲۹-۶۱۸۶-۹۶۴-۹۶۴-۶۱۸۶-۲۹-۷ ISBN 964-6186-29-7

حقوق چاپ برای نشر علوم دانشگاهی محفوظ است

فهرست‌نویسی پیش از انتشار

Beer, Ferdinand Pierre	بی.یر، فردیناند پیر، ۱۹۱۵
مقاومت مصالح / فردیناند پ. بی.یر و ا.راسل جانستون؛ ترجمه ابراهیم واحدیان [ویرایش ۲] - تهران: نشر علوم دانشگاهی، ۱۳۷۸.	
ISBN 964-6186-29-7:	[۵۴۲] ص. مصور
Mechanics of materials, 2nd ed.	فهرست‌نویسی براساس اطلاعات فیبا.
واژه‌نامه.	عنوان اصلی:
۱. مقاومت مصالح. الف. جانستون، الود و راسل، ۱۹۲۵.	۱. مقاومت مصالح. الف. جانستون، الود و راسل، ۱۹۲۵.
Johnston, Elwood Russell	ج. عنوان.
ب. واحدیان، ابراهیم، ۱۳۰۲ - مترجم.	ب. واحدیان، ابراهیم، ۱۳۰۲ - مترجم.
۶۲۰/۱۱۲	ج. عنوان.
۸۲۴۰۵/ب۹م۷	۶۲۰/۱۱۲
۱۳۷۸	۸۲۴۰۵/ب۹م۷
کتابخانه ملی ایران	۱۳۷۸
۳۶۰۰-۷۸م	کتابخانه ملی ایران

فهرست مطالب

۷۷	۳ پیش	سخن ناشر
۷۷	۱.۳ مقدمه	پیشگفتار مترجم
۷۸	۲.۳ بحث مقدماتی درباره تنشهای موجود در میل گردان	پیشگفتار مؤلفان
۷۹	۳.۳ تغییر شکل در میل گردان دایره‌ای	درباره مؤلفان
۸۱	۴.۳ تنشهای موجود در گستره کشسان	
۸۸	۵.۳ زاویه پیش در گستره کشسان	۱ مقدمه - مفهوم تنش
۹۰	۶.۳ میل گردانهایی که از نظر استاتیکی نامعین‌اند	۱.۱ مقدمه
۹۹	۷.۳ طراحی میل گردانهایی انتقال	۲.۱ نیرو و تنش
۹۹	۸.۳ تمرکز تنش در میل گردانهایی دایره‌ای	۳.۱ بارگذاری محوری؛ تنش عمودی
۱۰۲	۹.۳* تغییر شکلهای مومسان در میل گردانهایی دایره‌ای	۴.۱ تنش برشی
۱۰۴	۱۰.۳ میل گردانهایی دایره‌ای ساخته شده از ماده کشسان - مومسان	۵.۱ تنش تکیه‌گاهی در اتصالات
۱۰۶	۱۱.۳ تنشهای مانده در میل گردان دایره‌ای	۶.۱ کاربرد تنش در تحلیل سازه‌های ساده
۱۱۲	۱۲.۳* پیش عضوهای غیر دایره‌ای	۷.۱ تنش وارد شده بر روی صفحه مایل تحت بار محوری
۱۱۴	۱۳.۳* میل گردانهایی نوخالی جدار - نازک	۸.۱ تنش در شرایط بارگذاری عمومی؛ مؤلفه‌های تنش
۱۲۰	دوره و خلاصه	۹.۱ تنش نهایی و تنش مجاز با ضریب اطمینان
		دوره و خلاصه
۱۲۷	۴ خمش خالص	۲ تنش و کرنش - بارگذاری محوری
۱۲۷	۱.۴ مقدمه	۱.۲ مقدمه
۱۲۷	۲.۴ عضوهای منشوری در خمش خالص	۲.۲ کرنش عمودی تحت بار محوری
۱۲۸	۳.۴ بحث مقدماتی تنشها در خمش خالص	۲.۳ نمودار تنش - کرنش
۱۲۹	۴.۴ تغییر شکل عضو متقارن در خمش خالص	۲.۳* تنش حقیقی و کرنش حقیقی
۱۳۰	۵.۴ تنشها و تغییر شکلهای در ناحیه کشسان	۵.۲ قانون هوک، مدول کشسانی
۱۳۳	۶.۴ تغییر شکل در سطح مقطع عرضی	۶.۲ رفتار کشسان ماده در برابر رفتار مومسان آن
۱۳۹	۷.۴ خمش عضوهایی که از چند ماده ساخته شده‌اند	۷.۲ بارگذاری مکرر؛ خستگی
۱۴۲	۸.۴ تمرکز تنش	۸.۲ تغییر شکل عضوها در بارگذاری محوری
۱۴۸	۹.۴* تغییر شکلهای مومسان	۹.۲ مسئله‌هایی که از نظر ایستایی نامعین‌اند
۱۴۹	۱۰.۴* عضوهایی که از ماده کشسان - مومسان ساخته شده‌اند	۱۰.۲ مسئله‌هایی که در آنها دما تغییر می‌کند
۱۵۲	۱۱.۴* تغییر شکلهای مومسان عضوهای دارای یک صفحه تقارن	۱۱.۲ نسبت پواسون
۱۵۳	۱۲.۴* تنشهای مانده	۱۲.۲ بارگذاری چند محوری؛ تعمیم قانون هوک
۱۵۹	۱۳.۴* بارگذاری محوری خارج از مرکز در صفحه تقارن	۱۳.۲* انبساط حجمی، مدول حجمی
۱۶۵	۱۴.۴ خمش نامتقارن	۱۴.۲ کرنش برشی
۱۶۹	۱۵.۴ حالت کلی بارگذاری محوری خارج از مرکز	۱۵.۲ بحث بیشتر درباره تغییر شکلهای تحت بارگذاری محوری؛
۱۷۷	۱۶.۴* خمش عضوهای خمیده	رابطه میان E ، ν و G
۱۸۲	دوره و خلاصه	۱۶.۲ توزیع تنش و کرنش تحت بارگذاری محوری؛ اصل سن-وان
		۱۷.۲ تمرکز تنش
۱۹۰	۵ بارگذاری عرضی	۱۸.۲ تغییر شکل مومسان
۱۹۰	۱.۵ مقدمه	۱۹.۲* تنشهای مانده
۱۹۰	۲.۵ بارگذاری عرضی در عضوهای منشوری	دوره و خلاصه
۱۹۱	۳.۵ فرض اساسی درباره توزیع تنشهای عمودی	

۳۶۸	۹ تغییر مکان تیرها با روش گشتاور سطح
۳۶۸	۱.۹ مقدمه
۳۶۸	۲.۹* قضیه‌های گشتاور سطح
۳۷۰	۳.۹* کاربرد قضیه گشتاور سطح در تیرهای یک‌سرگیردار و تیرهای با بارگذاری متقارن
۳۷۱	۴.۹* نمودارهای جزء به جزء گشتاور خمشی
۳۷۸	۵.۹* تیرهای با بارگذاری نامتقارن
۳۷۹	۶.۹* تغییر مکان ماکزیمم
۳۸۵	۷.۹* تیرهای از نظر استاتیکی نامعین
۳۹۳	دوره و خلاصه

۳۹۸	۱۰ روشهای انرژی
۳۹۸	۱.۱۰ مقدمه
۳۹۸	۲.۱۰ انرژی کرنش
۳۹۹	۳.۱۰ چگالی انرژی کرنش
۴۰۰	۴.۱۰ انرژی کرنش کشسان برای حالت تنشهای عمودی
۴۰۲	۵.۱۰ انرژی کرنش کشسان برای حالت تنشهای برشی
۴۰۴	۶.۱۰* انرژی کرنش برای حالت کلی تنش
۴۱۳	۷.۱۰* بارگذاری ضربه‌ای
۴۱۴	۸.۱۰ طراحی براساس بارهای ضربه‌ای
۴۱۵	۹.۱۰ کار و انرژی تحت بار منفرد
۴۱۷	۱۰.۱۰ تعیین تغییر مکان ناشی از بار منفرد با روش کار - انرژی
۴۲۴	۱۱.۱۰* کار و انرژی برای حالت اعمال چند بار
۴۲۶	۱۲.۱۰* قضیه کاستیگلیانو
۴۲۶	۱۳.۱۰* تعیین تغییر مکان با استفاده از قضیه کاستیگلیانو
۴۲۹	۱۴.۱۰* سازه‌هایی که از نظر استاتیکی نامعین‌اند
۴۳۷	دوره و خلاصه

۴۴۲	۱۱ ستونها
۴۴۲	۱.۱۱ مقدمه
۴۴۲	۲.۱۱ پایداری سازه
۴۴۳	۳.۱۱ فرمول اوپلر برای ستونهای انتها - بین‌دار
۴۴۶	۴.۱۱ تعمیم فرمول اوپلر برای ستونهای با شرایط انتهایی متفاوت
۴۵۵	۵.۱۱* بارگذاری خارج از مرکز، فرمول سکانت
۴۶۲	۶.۱۱ طراحی ستونهای تحت بار مرکزی
۴۷۲	۷.۱۱ طراحی ستونهای تحت بار خارج از مرکز
۴۸۰	دوره و خلاصه

۴۸۵	پیوستها
	(الف) گشتاور سطوح
	(ب) خواص نمونه‌وار مواد مختلف مورد استفاده در مهندسی
	(ج) خواص مقاطع فولادی نوردشده
	(د) تغییر مکان و شیب تیرها

۵۱۰	پاسخ مسئله‌های زوج
۵۲۱	واژه‌نامه فارسی - انگلیسی
۵۲۳	واژه‌نامه انگلیسی - فارسی
۵۲۵	نمایه

۱۹۲	۴.۵ تعیین برشی در صفحه افقی
۱۹۴	۵.۵ تعیین تنشهای برشی τ_{xy} در تیر
۱۹۵	۶.۵ تنشهای برشی τ_{xy} در تیرهای متداول
۱۹۶	۷.۵ بحث بیشتر درباره توزیع تنشها در تیر مستطیل شکل بار یک
۲۰۱	۸.۵ نیروی برشی در یک برش طولی دلخواه
۲۰۳	۹.۵ تنشهای برشی در عضوهای جدار - نازک
۲۰۴	۱۰.۵* تغییر شکلهای موسان
۲۱۱	۱۱.۵ تنشهای حاصل از بارگذاریهای مرکب
۲۲۰	۱۲.۵ بارگذاری غیر متقارن عضوهای جدار - نازک با مرکز برش
۲۳۰	دوره و خلاصه

۲۳۵	۶ تبدیلیهای تنش و کرنش
۲۳۵	۱.۶ مقدمه
۲۳۶	۲.۶ تبدیل تنش صفحه‌ای
۲۳۷	۳.۶ تنشهای اصلی با تنش برشی ماکزیمم
۲۴۳	۴.۶ دایره مور برای تنشهای صفحه‌ای
۲۵۰	۵.۶ حالت کلی تنش
۲۵۱	۶.۶ کاربرد دایره مور در تحلیل سه‌بعدی تنش
۲۵۳	۷.۶* معیارهای تسلیم مواد شکل‌پذیر تحت تنش صفحه‌ای
۲۵۴	۸.۶* معیار شکست مواد شکننده تحت تنش صفحه‌ای
۲۶۰	۹.۶ تنش در مخازن تحت فشار جدار - نازک
۲۶۵	۱۰.۶* تبدیل کرنش صفحه‌ای
۲۶۷	۱۱.۶* دایره مور برای کرنش صفحه‌ای
۲۶۹	۱۲.۶* تحلیل سه‌بعدی کرنش
۲۷۱	۱۳.۶* اندازه‌گیری کرنش با گلبیگ کرنش
۲۷۶	دوره و خلاصه

۲۸۳	۷ طراحی تیرها و میل‌گردانها از نظر استحکام
۲۸۳	۱.۷ مقدمه
۲۸۳	۲.۷ نکات اصلی در طراحی تیرهای منشوری
۲۸۴	۳.۷ نمودارهای برش و گشتاور خمشی
۲۹۱	۴.۷ روابط بین بار، برش، و گشتاور خمشی
۲۹۸	۵.۷* کاربرد توابع تکین برای تعیین برش و گشتاور خمشی در تیر
۳۰۵	۶.۷ تنشهای اصلی در تیر
۳۰۷	۷.۷ طراحی تیرهای منشوری
۳۱۶	۸.۷* تیرهای با استحکام ثابت
۳۱۷	۹.۷* طراحی میل‌گردانهای انتقال
۳۱۸	۱۰.۷* تنش ناشی از بارهای وارد شده
۳۲۵	دوره و خلاصه

۳۳۰	۸ تحلیل تغییر مکان تیرها با روش انتگرال‌گیری
۳۳۰	۱.۸ مقدمه
۳۳۱	۲.۸ تغییر شکل تیر تحت بارگذاری عرضی
۳۳۲	۳.۸ معادله منحنی کشسانی
۳۳۵	۴.۸* تعیین مستقیم منحنی کشسانی به کمک توزیع بار
۳۳۷	۵.۸ تیرهای از نظر استاتیکی نامعین
۳۴۶	۶.۸* کاربرد توابع تکین برای تعیین شیب و تغییر مکان در تیر
۳۵۵	۷.۸ روش برهم نهی
۳۵۶	۸.۸ کاربرد اصل برهم نهی برای تیرهایی که از نظر استاتیکی نامعین‌اند
۳۶۳	دوره و خلاصه

به نام آنکه جان را فکرت آموخت

نشر علوم دانشگاهی مؤسسه‌ای است که از سال ۱۳۶۵ بنا هدف ارائه کتابهای درسی مناسب برای دانشجویان آغاز به کار کرد و در این راه کوشید با استفاده از تجربیات مؤسسه‌ای که قبلاً در این راه گام برداشته بودند، از آسیب‌شناسیهای رایج در عرصه کتابهای دانشگاهی احتراز کند. خوشبختانه این تلاش با حسن نظر استادان و دانشجویان روبه‌رو شد. استقبال وسیع از کتابهای این مؤسسه، صرف‌نظر از دلگرم‌کردن ما، مسئولیت ما را در ارائه خدمات بهتر افزون ساخت. هدفهایی که مؤسسه ما پیش روی خود قرار داده عبارت‌اند از:

۱. کیفیت علمی بالاتر از طریق تعمق بیشتر در حیطه‌های ترجمه، تألیف و ویرایش؛
۲. ارائه کتاب با خصوصیات ظاهری بهتر برای ماندگاری کتاب و استفاده بهینه از آن؛
۳. تا حد امکان ارزان ارائه کردن کتاب به نحوی که خرید آن برای دانشجویان آسانتر باشد؛
۴. روز آمد کردن کتابهای مؤسسه از طریق انطباق ترجمه‌های موجود با آخرین ویراست متن اصلی؛
۵. تأمین نیاز دانشجویان به صورت پیوسته به نحوی که کتابهای ما به بازار سیاه راه پیدا نکند.

حیطه‌های کار نشر علوم دانشگاهی عبارت‌اند از علوم پایه، فنی و مهندسی. از استادان، مؤلفان و مترجمان این حوزه‌ها می‌خواهیم با ارائه نقد و نظر درباره کتابهای این مؤسسه و پیشنهادهای ترجمه و تألیف، ما را یاری دهند.

ناشر

پیشگفتار مترجم

به نام خداوند جان و خرد

جای بسی خوشحالی است که خدمت هرچند ناچیز اینجانب مورد استقبال علاقه‌مندان و دانشجویان ارجمند قرار گرفته است. مسلماً استقبالی که از ترجمه کتابهای استاتیک، دینامیک و مقاومت مصالح برای مهندسان شده، باعث تشویق و ترغیب اینجانب گردید تا در انجام خدمتی دیگر موفق به ترجمه جدید کتاب مقاومت مصالح «ویرایش دوم» چاپ متریک SI شوم و در اختیار دانش پژوهان قرار دهم. چاپ جدید این کتاب نسبت به چاپهای قبلی آنچنان که مؤلفان نیز در مقدمه آن آورده‌اند، مزایایی چه از نظر اولویت موضوعها به طریق عقلانی و منطقی و چه از نظر روابط بین فصلها و انتخاب عناوین از مطالب ساده به مشکل داشته است. هر فصل با مقدمه‌ای شروع می‌شود که اهداف آن فصل را بیان می‌کند و سپس مطالب آن فصل و کاربرد آن را در حل مسئله‌های مهندسی با بیانی ساده شرح می‌دهد و به دنبال آن مسئله‌های نمونه و چندین مسئله حل نشده آمده است. بیشتر مسئله‌ها کاربرد عملی دارند و مطابق با ذوق دانشجویان رشته مهندسی و برای درک اصول بنیادی مقاومت مصالح طراحی شده‌اند، که امیدوارم بیش از پیش مورد استقبال قرار گیرد.

● از آقای مهندس جمشید واحدیان که با صرف وقت مرا در کاربرد واژه‌های مصطلح دانشگاهی یاری داده‌اند سپاسگزارم.

● ویرایش کتاب را خانم محبوبه مسگر نهرانی با دقت ممکنه انجام داده‌اند و لازم می‌دانم از زحمات ایشان قدردانی کنم.

● حروفچینی کتاب در واحد تولید نشر علوم دانشگاهی انجام شد و خانم فهیمه السادات جعفری و همکاران‌شان امور محوله را به نحو احسن انجام دادند. از همه آنها سپاسگزارم.

● مسئولیت امور فنی تولید به عهده آقای محمد حسن پور بود که بدین وسیله از زحمات بسیار ارزشمند ایشان تقدیر می‌شود.

● از دقت و ممارستی که مسئولین محترم «نشر علوم دانشگاهی» در چاپ کتاب به عمل آورده‌اند بسیار سپاسگزارم.

در خاتمه، با تمام کوششی که در انجام چاپ کتاب به عمل آمده است، از همکاران گرامی و دانشجویان عزیز نمنا دارم که نظرات و پیشنهادهای اصلاحی خود را از طریق ناشر محترم متذکر شوند تا در چاپهای بعدی اصلاح گردد.

پیشگفتار مؤلفان

هدف اصلی از درس بنیادی مکانیک می‌بایست ارتقاء توانایی دانشجویان مهندسی برای تحلیل مسئله‌ای مفروض به‌صورتی ساده و منطقی و نیز کاربرد چند اصل بنیادی و خوب درک‌شده در حل آن مسئله باشد؛ این کتاب برای نخستین درس مقاومت مصالح یا مکانیک مواد نوشته شده است که در سال اول یا دوم به دانشجویان ارائه می‌شود. مؤلفان امیدوارند که این کتاب به مدرسان کمک کند، تا در این درس بخصوص به هدف بالا دست یابند. چنانکه کتابهای استاتیک و دینامیک نیز احتمالاً چنین کمکی کرده‌اند.

در این کتاب مقاومت مصالح بر مبنای درک چند اصل بنیادی و کاربرد مدل‌های ساده‌شده بررسی شده است. این رهیافت امکان بسط فرمول‌های لازم را به طریقی عقلانی و منطقی فراهم می‌سازد، و همچنین شرایطی را که تحت آن بتوان از چنین فرمول‌هایی با اطمینان و به روشنی، برای طراحی و تحلیل سازه‌های واقعی مهندسی و اجزای ماشین استفاده کرد مهیا می‌کند. برای تعیین نیروهای داخلی و خارجی در سرتاسر کتاب از نمودار جسم آزاد استفاده می‌شود. استفاده از «معادله‌های تصویری» نیز کمک می‌کند تا دانشجویان، جمع آثار بارگذاری و تنش و تغییر شکل حاصل را درک کنند.

انتظار می‌رود دانشجویانی که از این کتاب استفاده می‌کنند، پیش‌نیاز آن یعنی درس استاتیک را به‌طور کامل گذرانده باشند. اما فصل ۱ چنان نوشته شده تا امکان مرور مفاهیم آموخته‌شده در آن درس را بدهد. در حالی که نمودارهای برش و لنگر خمشی به‌طور مشروح در بخشهای ۳.۷ و ۴.۷ آورده می‌شوند. خواص لنگرها و مرکوزهای سطحها در پیوست (الف) آمده است؛ که از این مطلب برای تکمیل بحث در تعیین تنش قائم و برشی در تیرها (فصلهای ۴ و ۵) می‌توان استفاده کرد. پنج فصل نخست این کتاب به تحلیل تنش و تغییر شکل‌های متناظر با آن در سازه‌های مختلف اختصاص دارد، و به ترتیب بارگذاری محوری، پیچشی، خمشی محض و بارگذاری عرضی را شامل می‌شود. هرگونه تحلیل براساس مفاهیم اساسی، یعنی، شرایط تعادل نیروهای وارد بر آن عضو، روابط موجود بین تنش و کرنش در آن ماده، و شرایط اعمال‌شده از طرف تکیه‌گاهها و بارگذاری عضو بیان می‌شود. بررسی هر نوع بارگذاری همراه با چند مثال، مسئله‌های نمونه، و مسئله‌های مشخص تکمیل شده، و چنان طرح شده‌اند تا درک دانشجویان را درباره آن موضوع تقویت کند. و همچنین در هر بارگذاری جدید مسئله‌هایی بیان‌شده تا بارگذاری جدید با بارگذاریهای قبلی ترکیب شده باشد.

مفهوم تنش در یک نقطه در فصل ۱ معرفی شده است، و نشان داده شده که بسته به مقطع مورد نظر، بار محوری می‌تواند علاوه بر تنش قائم، تنش برشی نیز ایجاد کند. در حقیقت، تنشها به سمتگیری سطحی که در آن محاسبه انجام می‌شود بستگی دارد، که در فصلهای ۳، ۴ و ۵ در حالت پیچش، خمشی محض، و بارگذاری عرضی بر این مطلب تأکید شده است. ولی بحث تکنیک‌های محاسباتی، مانند دایره مور، که در تبدیل تنش به کار می‌رود تا فصل ۶، یعنی پس از آنکه دانشجویان فرصت حل مسئله‌های شامل ترکیبی از بارگذاریهای اصلی را دریافته‌اند و خود به ضرورت وجود چنین تکنیک‌هایی پی برده‌اند، به بعد موکول شده است. به‌دلیلی مشابه نمودارهای برش و لنگر خمشی تنها در فصل ۷ ارائه شده است، که بلافاصله بتوانند آن را در طراحی تیرها و محورها به کار برند. مزیت چنین رهیافتی آن است که یگانگی نشان‌دادن تحلیل تنشها نیز حفظ می‌شود.^۱

مسئله‌های استاتیکی - نامعین نخست در فصل ۲ مطرح شده‌اند و در تمام کتاب برای شرایط بارگذاری مختلف در نظر گرفته شده، بدین قسم دانشجویان در آغاز کار با روشی آشنا می‌شوند که تحلیل تغییر شکلها را با تحلیل متداول نیروها در استاتیک می‌آمیزد. با این روش آنها در پایان درس با این روش اساسی آشنایی کامل پیدا می‌کنند. افزون بر این چنین رهیافتی به دانشجویان کمک می‌کند تا دریابند تنش استاتیکی - نامعین است و تنها با در نظر گرفتن توزیع کرنش متناظر می‌توان آن را محاسبه کرد.

مفهوم تغییر شکل مومسان در فصل ۲ معرفی شده و در آنجا برای تحلیل عضوهای با بارگذاری محوری به کار می‌رود. مسئله‌های شامل تغییر شکل مومسان محورهای دایره‌ای و تیرهای منشوری به ترتیب در بخشهای ۳ و ۴

۱. چنانچه استادانی بخواهند نمودارهای لنگر خمشی و برشی را زودتر درس دهند، می‌توانند بخشهای ۳.۷ و ۴.۷ را با فصل ۱ و یا بلافاصله پیش از فصل ۴ درس دهند و از مسئله‌های ۱.۷ تا ۲۲.۷ و ۳۷.۷ تا ۵۴.۷ همزمان استفاده کنند.

بیان شده‌اند، هرچند بعضی از این مطالب را می‌توان با نظر استاد حذف کرد، ولی جای دادن آنها در کتاب به دانشجویان کمک می‌کند محدودیتهای فرض رابطه خطی بین تنش و کرنش را دریابند و خود هشدار می‌دهد که در برابر استفاده نامناسب از فرمولهای پیچشی و خمشی کثسان.

طراحی سازه‌های معین تنها با تعیین تنش قائم و برشی در عضو مفروضی از سازه انجام نمی‌گیرد. برای مثال طراحی یک تیر باید اطمینان یابد که در هر نقطه‌ای از تیر تنش در آن نقطه از تنش مجاز تجاوز نمی‌کند و همچنین خیز ماکزیمم آن از مقدار معینی فراتر نمی‌رود. در فصل ۶ دانشجویان با چگونگی تعیین مقادیر ماکزیمم تنش قائم و برشی در نقطه‌ای مفروض از سازه آشنا می‌شوند و ترکیب بارگذاریهای بررسی شده در فصلهای گذشته را می‌آموزند، و در بخش اول فصل ۷ با مقادیر ماکزیمم لنگر خمشی و برشی در تیر و مقادیر متناظر تنشهای برشی و قائم آشنا می‌شوند. به این ترتیب آمادگی لازم را برای طراحی تیرها و محورها مستحکم که برای بقیه فصل ۷ لازم است فرا می‌گیرند. خیز تیرها در فصلهای ۸ و ۹ تعیین می‌شود، که فصل ۸ به روش انتگرال‌گیری و فصل ۹ به روش لنگر-سطح اختصاص یافته است، ارائه این دو روش در دو فصل جداگانه به استاد فقط امکان استفاده از یکی از دو روش را می‌دهد. فصل ۱۰ به روشهای انرژی و فصل ۱۱ به تحلیل و طراحی ستونها اختصاص داده شده است.

در ویرایش اول کتاب، توابع تکین در بخش اختیاری فصل ۸ ارائه شده بود و روش دیگری برای تعیین شیب و خیز تیرها به کار رفته بود، به دلیل افزایش دسترسی به کامپیوتر و سهولت برنامه‌ریزی توابع تکین، این توابع در ویرایش جدید در بخش ۵.۷ و به صورت رهیافت دیگری برای محاسبه لنگر خمشی و برشی در تیر آورده شده است. بدین شکل دانشجویان امکان آشنایی با توابع تکین را در مرحله ابتدایی‌تری پیدا می‌کنند، و برای استفاده از آنها در بخش ۶.۸ به منظور تعیین شیب و خیز آماده‌تر می‌شوند. بخشهای ۵.۷ و ۶.۸ هر دو اختیاری‌اند، ولی بخش ۶.۸ را تنها در صورتی می‌خوانند که قبلاً بخش ۵.۷ را خوانده باشند.

موضوعهای دیگری مانند تنش پسماند، پیچش عضوهای غیر دایره‌ای و جدار-نازک، خمش تیرهای خمیده، تنش برشی در عضوهای نامتقارن و معیار شکست در بخشهای اختیاری آورده شده است تا در درسهایی که بر مطالب مختلف تأکید دارند به کار روند. برای در نظر گرفتن روش کلی موضوعها، این گونه موضوعها با ترتیبی مناسب و در جایگاه منطقی خود آورده شده‌اند. بنابراین حتی اگر هم در درس از آنها استفاده نشوند، چنانچه دانشجو در درسهای آتی و یا کار مهندسی خود به آنها نیاز پیدا کند می‌تواند به سهولت به آنها مراجعه کند. برای آسانی تشخیص، تمام بخشهای اختیاری را با ستاره نشان داده‌ایم. هر فصل با یک بخش مقدمه شروع می‌شود که اهداف آن فصل را بیان می‌کند و مطالب آن فصل و کاربرد آن در حل مسئله‌های مهندسی با بیانی ساده شرح داده می‌شود. کتاب به اجزایی تقسیم شده، در هر قسمت یک یا چند بخش نظری وجود دارد که به دنبال آن مسئله‌های نمونه و چند مسئله حل نشده آمده است. هر جزء مربوط به یک موضوع به خوبی تعریف شده است و به طور معمول می‌توان آن را در یک جلسه درس آموخت. هر فصل با مسئله‌های دوره و خلاصه‌ای از مطالب فصل پایان می‌پذیرد. برای کمک به یافتن قسمتی از مطلب که نیاز به توجه ویژه دارد، در قسمت خلاصه، به قسمت مورد نظر ارجاع داده شده است.

در بخشهای نظری چند مثال طرح شده تا مطلب گفته شده را تشریح و درک آن را آسان کند. مسئله‌های نمونه برای نشان دادن بعضی از کاربردهای مطالب نظری در حل مسئله‌های اجرایی مهندسی آورده شده، زیرا این گونه مسئله‌های نمونه درست، مشابه مسئله‌های حل نشده طراحی شده‌اند تا دو هدف را برآورده سازند. نخست در تقویت فهم مطالب کتاب کمک کنند و دوم نوع کار مرتب و تمیزی را که دانشجویان باید در حل مسئله‌ها رعایت کنند، نشان دهند. بیشتر مسئله‌ها کاربرد عملی داشته و مطابق ذوق دانشجویان مهندسی‌اند، اما به طور اساسی برای تشریح مطالب گفته شده در کتاب و کمک به دانشجویان برای درک اصول بنیادی مقاومت مصالح طرح شده‌اند. این مسئله‌ها به نسبت مطالبی که تشریح می‌کنند، دسته‌بندی شده‌اند و به ترتیب از آسان به مشکل‌اند. مسئله‌هایی که به توجه و دقت ویژه نیاز دارند نیز با ستاره مشخص شده‌اند. پاسخ تمام مسئله‌های با شماره زوج در آخر کتاب آمده است.

عرضه درس برنامه‌ریزی کامپیوتر در برنامه درسی مهندسی و دسترسی به کامپیوترهای شخصی و بزرگ در بسیاری از دانشگاهها، به دانشجویان امکان می‌دهد که بسیاری از مسئله‌های پر زحمات مهندسی را حل کنند. در این ویرایش مقاومت مصالح به مسئله‌های دوره‌ای آخر هر فصل چهار مسئله یا بیشتر با حل کامپیوتری اضافه شده است. پی‌ریزی الگوریتم لازم برای حل مسئله مفروض از دو نظر به نفع دانشجویان است؛ (۱) به درک بهتر اصول سکائیکی به کار رفته کمک می‌کند؛ (۲) فرصتی به آنها می‌دهد تا از مهارتهای به دست آمده در درس برنامه‌ریزی کامپیوتر برای حل مسئله مهندسی مناسب بهره‌مند شوند.

درباره مؤلفان

«چطور شد که شما کتابهایتان را با هم نوشتید، در صورتی که یکی از شما در لی‌های و دیگری در پرکون بسر می‌بردید، و چگونه توانستید در تجدید نظر این کتابها با یکدیگر همکاری کنید؟» اینها سؤلهایی است که اغلب از مؤلفان این کتاب پرسیده می‌شود.

پاسخ اولین سؤال ساده است. اولین کار، تدریس راس جانستون در بخش مهندسی عمران و مکانیک دانشگاه لی‌های بود. در این دانشگاه او با فرد بی‌یر آشنا شد، که از دو سال پیش با آن بخش همکاری می‌کرد و مسئولیت درسهای مکانیک با او بود. فرد بی‌یر، متولد فرانسه بود و در فرانسه و سپس تحصیل کرده بود (کارشناسی ارشد خود را از سوربن و درجه دکترای خود را در رشته مکانیک نظری از دانشگاه ژنو دریافت کرده بود). فرد پس از خدمت در ارتش فرانسه در اوایل جنگ جهانی دوم به ایالات متحده آمریکا آمده بود، و مدت چهار سال در کالج ویلیام در برنامه مهندسی و هنر مشترک ویلیانر تدریس کرده بود. راس جانستون کارشناسی خود را در رشته مهندسی عمران از دانشگاه دلوور گرفته بود و در مهندسی سازه از MIT درجه دکترا داشت.

فرد بی‌یر با خوشحالی پی برد مرد جوانی که غالباً درسهای مهندسی سازه دوره کارشناسی ارشد را تدریس می‌کرد، علاقه‌مند است که به او در شناخت درسهای مکانیک کمک کند. هر دو بر این باور بودند که چنین درسهایی را باید بر مبنای چند اصل بنیادی تدریس کنند و اگر مفاهیم مختلف آن به صورت ترسیمی آموخته شوند، تفهیم آن برای دانشجویان آسانتر است، و بهتر می‌توانند آنها را به خاطر بسپارند. آنها با هم یادداشتهایی برای درس استاتیک و دینامیک نوشتند و سپس مسئله‌هایی نیز به آن اضافه کردند که به نظرشان می‌رسید برای مهندسان آینده جالب باشد و بدین شکل خیلی زود به تألیف اولین ویرایش مکانیک مهندسی پرداختند.

در ویرایش دوم این کتاب و ویرایش اول مکانیک برداری برای مهندسان، راس جانستون در پلی تکنیک ورچستر و هنگام ویرایشهای بعدی در دانشگاه کانکتیکات بود. در این مدت هر دو در محل کار خود مسئولیتهای اجرایی داشتند و در کار پژوهش و مشاوره و راهنمایی دانشجویان دوره کارشناسی ارشد مشغول بودند - فرد در سطح فرایندهای استوکاستیک و از تعاضات تصادفی و راس در سطح پایداری کشسان و تحلیل و طراحی سازه‌ها. ولی اشتیاق آنها به بهبود تدریس درسهای اصلی مکانیک کاهش نیافته بود و هر دو بخشهایی از این درسا را تدریس می‌کردند و ضمن تجدید نظر کتابهای قبلی، مشغول نگارش اولین ویرایش مقاومت مصالح نیز بودند.

حال به سؤال دوم می‌پردازیم. چطور هر دو توانستند با رفتن راس جانستون از لی‌های، چنین همکاری مؤثری را ادامه دهند؟ بخشی از پاسخ این سؤال را می‌توان از صورت حسابهای تلفن و پست دریافت. با نزدیک شدن انتشار هر ویرایش هر روز با هم تلفنی صحبت می‌کردند و مطالب خود را در اداره پست ارسال می‌کردند. همچنین رفت‌وآمدهایی بین دو خانواده وجود داشت. یک بار نیز با هم به مسافرت تفریحی رفتند و در کنار هم چادر زدند. حالا دیگر با اختراع نمایر، دیدار آنها خیلی ضروری نیست.

همکاری آنها به سالهای انقلاب در کامپیوتر کشیده شد. اولین ویرایش مکانیک برداری برای مهندسان شامل یادداشتهایی درباره استفاده مناسب از خط کش محاسبه بود. آنها از خط کش محاسبه ۲۰ اینچی برای کنترل درستی جوابهای داده شده در انتهای کتاب استفاده می‌کردند. بعدها از ماشین حسابهای رومیزی مکانیکی با جدولهای توابع مثلثاتی استفاده کردند و سرانجام از ماشین حسابهای الکترونیکی با انجام چهار عمل اصلی کمک گرفتند. در این ویرایش مقاومت مصالح دانشجویان تشویق می‌شوند که در صورت ضرورت از کامپیوتر کمک بگیرند و قسمتهایی نیز درباره برنامه‌ریزی توابع تکینی به کتاب اضافه شده است.

در ویرایش جدید همکار جدیدی به نام جان تی. دی. ولف، اسناد مهندسی عمران دانشگاه کانکتیکات اضافه شده است، او مدرک کارشناسی خود را در مهندسی از دانشگاه هاوایی و کارشناسی ارشد و دکترای خود را از دانشگاه کرنل گرفته است. موضوعهای مورد علاقه ایشان در پژوهش، پایداری کشسان، تحلیلهای تجربی و تحلیل و طراحی سازه‌هاست.