

مقاومت مصالح

فردیناند بی. بی. بی.
راسل جانستون
جان دی ولف

دکتر غلامرضا زارع پور



Ferdinand Pierre Beer,

سرشناسه : بیر، فردیناند پیر، ۱۹۱۵-۲۰۰۲م.
عنوان و نام پدیدآور : مقاومت مصالح / تألیف فردیناند پی بیر... وادیکران؛ غلامرضا زارع پور.
مشخصات نشر : تهران: دانش نگار، ۱۳۹۱.
مشخصات ظاهری : ۷۴۰ ص: مصور (رنگی)، جدول (رنگی)، نمودار (رنگی).
شابک : ۹۷۸-۹۶۴-۲۹۲۷-۷۰-۸
وضعیت فهرست نویسی : فیبا
یادداشت : عنوان اصلی: Mechanics of materials, ed 6th
یادداشت : مولفان: فردیناند پی بیر، راسل جانستون، جان تی، دی ولف، دیوید اف. مازورک.
موضوع : مقاومت مصالح
شناسه افزوده : زارع پور، غلامرضا، ۱۳۴۵-، مترجم
رده بندی کنگره : ۱۳۹۱ ۷م ۹ب ۵/۲۴۴۰۵
رده بندی دیویی : ۶۲۰/۱۱۲
شماره کتابشناسی ملی : ۲۶۵۲۴۹۰

فرهیخته گرامی:

کپی کردن و یا تهیه فایل های pdf از تمام و یا قسمتی از کتاب تضییع آشکار حقوق مادی و معنوی ناشر و مولف است و انگیزه تالیف، ترجمه و نشر کتاب های جدید را در کشور از بین می برد. خواهشمند است در زمان خرید کتاب، از اصل بودن آن اطمینان حاصل نمایید.



www.daneshiran.ir

مقاومت مصالح (ویراست ۶)

تألیف: فردیناند پی بیر، راسل جانستون، جای دی ولف

ترجمه: دکتر غلامرضا زارع پور

نوبت چاپ: اول

سال چاپ: ۱۳۹۱

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

لیتوگرافی: پارسیان

چاپ و صحافی: فرنگاررنگ

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۲۹۲۷-۷۰-۸



9 789842 927708

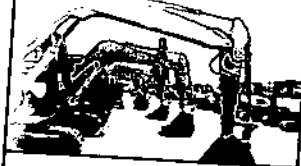
قیمت همراه با CD: ۲۵۰۰۰ تومان

تهران، انقلاب، خیابان منیری جاوید (اردیبهشت)، نیش خیابان وحید نظری، شماره ۱۴۲- تلفکس: ۶۶۴۰۰۱۴۴-۶۶۴۰۰۲۲۰

این اثر مشمول قانون حمایت از حقوق مولفان، مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است، هر کس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه ناشر، نشر یا پخش یا عرضه کند مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

مفهوم تنش

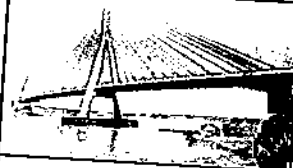
فصل ۱



۱۴	مقدمه	۱-۱
۱۴	مروری کوتاه بر روشهای استاتیک	۲-۱
۱۶	تنشها در عضوهای یک سازه	۳-۱
۱۷	تحلیل و طراحی	۴-۱
۱۸	تنشهای عمودی ناشی از بارگذاری محوری	۵-۱
۲۰	تنشهای برشی	۶-۱
۲۲	تنشهای تکیه گاهی در اتصالات	۷-۱
۲۲	کاربرد مفهوم تنش در تحلیل و طراحی سازه های ساده	۸-۱
۲۴	روش حل مسائل	۹-۱
۲۵	دیت محاسبات عددی	۱۰-۱
۳۳	تنشهای وارد بر یک صفحه مایل در بارگذاری محوری	۱۱-۱
۳۴	تنشهای ناشی از شرایط کلی بارگذاری و تعیین مؤلفه های تنش	۱۲-۱
۳۶	ملاحظات طراحی	۱۳-۱
۴۷	چکیده فصل ۱	

تنش و کرنش ناشی از بارگذاری محوری

فصل ۲



۵۸	مقدمه	۱-۲
۵۹	کرنش عمودی ناشی از بارگذاری محوری	۲-۲
۶۰	نمودار «تنش-کرنش»	۳-۲
۶۴	تنش حقیقی و کرنش حقیقی	۴-۲*
۶۵	قانون «هوک» و مدول الاستیسیته	۵-۲
۶۶	مقایسه رفتار پلاستیک با رفتار الاستیک یک ماده	۶-۲
۶۸	بارگذاریهای تکرارشونده و بروز پدیده خستگی	۷-۲
۶۹	تغییر شکل عضوها در اثر بارهای محوری	۸-۲
۷۸	مسائل نامعین استاتیکی	۹-۲
۸۲	تنشها و تغییرشکلهای ناشی از تغییرات دما	۱۰-۲
۹۲	نسبت «پواسون»	۱۱-۲
۹۳	بارگذاری چندمحوری و تعمیم قانون «هوک»	۱۲-۲
۹۵	تغییر واحد حجم و مدول حجمی	۱۳-۲*
۹۷	کرنش برشی	۱۴-۲
۹۹	بحث بیشتر پیرامون تغییر شکل ها در اثر بارگذاری محوری	۱۵-۲
۱۰۱	رابطه بین E ، ν و G	
۱۱۰	روابط «تنش-کرنش» برای مواد ترکیبی تقویت شده با الیاف	۱۶-۲*
۱۱۱	توزیع تنش و کرنش در بارگذاری محوری؛ اصل «سنت و نانت»	۱۷-۲
۱۱۳	تمرکز تنش	۱۸-۲
۱۱۶	تغییر شکل پلاستیک	۱۹-۲
۱۲۳	تنشهای پسماند	۲۰-۲*
	چکیده فصل ۲	



۱۳۶	مقدمه	۱-۳
۱۳۸	بحشهای مقدماتی پیرامون تنشها در یک شافت	۲-۳
۱۳۹	تغییر شکل یک شافت دایره‌ای	۳-۳
۱۴۲	تنشها در ناحیه الاستیک	۴-۳
۱۵۱	زاویه پیچش در ناحیه الاستیک	۵-۳
۱۵۴	شافتهای نامعین استاتیکی	۶-۳
۱۶۷	طراحی شافتهای انتقال قدرت	۷-۳
۱۶۹	تمرکز تنش در شافتهای دایره‌ای	۸-۳
۱۷۴	تغییر شکلهای پلاستیک در شافتهای دایره‌ای	۹-۳ ^۰
۱۷۵	شافتهای دایره‌ای که از یک ماده الاستوپلاستیک ساخته شده‌اند	۱۰-۳ ^۰
۱۷۹	تنشهای پسماند در شافتهای دایره‌ای	۱۱-۳ ^۰
۱۸۶	پیچش عضوهای با مقطع غیر دایره	۱۲-۳ ^۰
۱۸۸	شافتهای توخالی جدار نازک	۱۳-۳ ^۰
۱۹۷	چکیده فصل ۳	

خمش خالص

فصل ۴



۲۱۰	مقدمه	۱-۴
۲۱۲	عضوهای متقارن در خمش خالص	۲-۴
۲۱۳	تغییر شکل یک عضو متقارن در خمش خالص	۳-۴
۲۱۵	تنشها و تغییر شکلهای در ناحیه الاستیک	۴-۴
۲۱۹	تغییر شکل در سطح مقطع عرضی	۵-۴
۲۲۷	خمش عضوهایی که از چند ماده مختلف ساخته شده‌اند	۶-۴
۲۳۰	تمرکز تنش	۷-۴
۲۳۹	تغییر شکل پلاستیک	۸-۴ ^۰
۲۴۰	عضوهایی که از مواد الاستوپلاستیک ساخته شده‌اند	۹-۴ ^۰
۲۴۴	تغییر شکل پلاستیک عضوهای با یک صفحه تقارن	۱۰-۴ ^۰
۲۴۴	تنشهای پسماند	۱۱-۴ ^۰
۲۵۳	بارگذاری محوری خارج از مرکز در عضو متقارن	۱۲-۴
۲۶۲	خمش نامتقارن	۱۳-۴
۲۶۷	حالت کلی بارگذاری محوری خارج از مرکز	۱۴-۴
۲۷۵	خمش عضوهای خمیده	۱۵-۴ ^۰
۲۸۵	چکیده فصل ۴	

تحلیل و طراحی تیرهای تحت خمش

فصل ۵



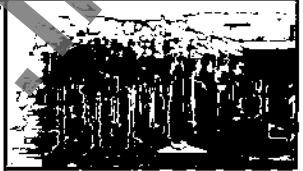
۲۹۶	مقدمه	۱-۵
۲۹۹	نمودارهای نیروی برشی و گشتاور خمشی	۲-۵
۳۰۸	روابط بین بار، نیروی برشی و گشتاور خمشی	۳-۵
۳۱۷	طراحی تیرهای منشوری برای خمش	۴-۵
۳۲۷	کاربرد توابع منفرد برای تعیین نیروهای برشی و گشتاورهای خمشی در تیرها	۵-۵ ^۰
۳۳۸	تیرهای غیرمنشوری	۶-۵ ^۰
۳۴۵	چکیده فصل ۵	



۳۵۴	 مقدمه	۱-۶
۳۵۵	 نیروی برشی وارد بر وجه افقی جزیی از یک تیر	۲-۶
۳۵۷	 تعیین تنشهای برشی در یک تیر	۳-۶
۳۵۸	 تنشهای برشی τ_{xy} در تیرها	۴-۶
۳۶۰	 بحث بیشتر پیرامون توزیع تنشها در یک تیر چهارگوش باریک	۵-۶°
۳۶۸	 نیروهای برشی طولی وارد به جزیی از یک تیر با شکل دلخواه	۶-۶
۳۶۹	 تنشهای برشی در عضوهای جدار نازک	۷-۶
۳۷۱	 تغییرشکلهای پلاستیک	۸-۶°
۳۸۰	 بارگذاری غیر متقارن بر روی عضوهای جدار نازک؛ مرکز برش	۹-۶°
۳۹۲	 چکیده فصل ۶	

تبدیل‌های تنش و کرنش

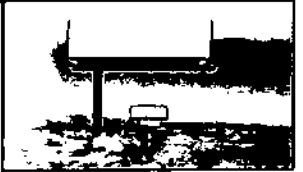
فصل ۷



۴۰۲	 مقدمه	۱-۷
۴۰۴	 تبدیل تنش صفحه‌ای	۲-۷
۴۰۶	 تنشهای اصلی و بیشترین تنش برشی	۳-۷
۴۱۳	 دایره «مور» برای تنش صفحه‌ای	۴-۷
۴۲۲	 حالت کلی تنش	۵-۷
۴۲۳	 کاربرد دایره «مور» در تحلیل سه‌بُعدی تنش	۶-۷
۴۲۶	 معیارهای تسلیم برای مواد شکل‌پذیر تحت تنشهای صفحه‌ای	۷-۷°
۴۲۸	 معیارهای شکست برای مواد شکننده تحت تنشهای صفحه‌ای	۸-۷°
۴۳۷	 تنشها از مخازن تحت فشار جدار نازک	۹-۷
۴۴۵	 تبدیل کرنش صفحه‌ای	۱۰-۷°
۴۴۷	 دایره «مور» برای کرنشهای صفحه‌ای	۱۱-۷°
۴۵۰	 تحلیل سه‌بُعدی کرنش	۱۲-۷°
۴۵۲	 اندازه‌گیری کرنش؛ گلیبرگ کرنش	۱۳-۷°
۴۶۰	 چکیده فصل ۷	

تنشهای اصلی ناشی از یک بارگذاری مشخص

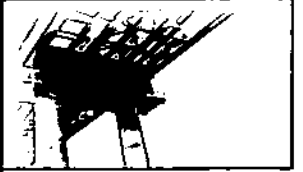
فصل ۸



۴۷۲	 مقدمه	۱-۸°
۴۷۲	 تنشهای اصلی در یک تیر	۲-۸°
۴۷۵	 طراحی شاقتهای انتقال قدرت	۳-۸°
۴۸۳	 تنشهای ناشی از بارگذاریهای ترکیبی	۴-۸°
۴۹۶	 چکیده فصل ۸	

تغییر شکل تیرها

فصل ۹



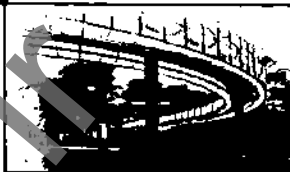
۵۰۶	 مقدمه	۱-۹
۵۰۷	 تغییر شکل تیرها تحت بارگذاری عرضی	۲-۹
۵۰۹	 معادله منحنی الاستیک	۳-۹
۵۱۳	 تعیین مستقیم منحنی الاستیک به کمک نمودار توزیع بار	۴-۹°
۵۱۴	 تیرهای نامعین استاتیکی	۵-۹
۵۲۳	 استفاده از توابع منفرد برای تعیین شیب و تغییر مکان تیرها	۶-۹°
۵۳۲	 روش «بر هم نهی»	۷-۹

۵۳۴	کاربرد روش «برهم نهی» در طراحی تیرهای نامعین استاتیکی	۸-۹
۵۴۳	قضایای گشتاور سطح	۹-۹ ^۰
	کاربرد قضایای گشتاور سطح در تیرهای یکسر درگیر و	۱۰-۹ ^۰
۵۴۵	تیرهای با بارگذاری متقارن	
۵۴۷	نمودارهای جزء به جزء گشتاور خمشی	۱۱-۹ ^۰
۵۵۶	کاربرد قضایای گشتاور سطح برای تیرهای با بارگذاری نامتقارن	۱۲-۹ ^۰
۵۵۸	بیشترین تغییر مکان تیر	۱۳-۹ ^۰
۵۶۰	کاربرد قضایای گشتاور سطح برای تیرهای نامعین استاتیکی	۱۴-۹ ^۰
۵۶۹	چکیده فصل ۹	

ستونها

۵۸۲	مقدمه	۱-۱۰
۵۸۲	پایداری سازه‌ها	۲-۱۰
۵۸۴	فرمول «اویلر» برای ستونهای دو سر پین	۳-۱۰
۵۸۷	تعمیم فرمول «اویلر» برای ستونهای با شرایط انتهایی متفاوت	۴-۱۰
۵۹۷	بارگذاری خارج از مرکز و فرمول سکانت	۵-۱۰ ^۰
۶۰۶	طراحی ستونها تحت بارهای مرکزی	۶-۱۰
۶۱۹	طراحی ستونها تحت بارهای خارج از مرکز	۷-۱۰
۶۲۷	چکیده فصل ۱۰	

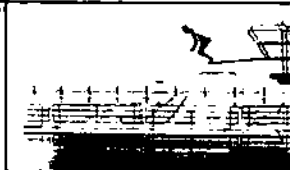
فصل ۱۰



روشهای انرژی

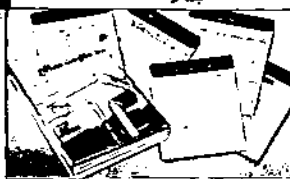
۶۳۶	مقدمه	۱-۱۱
۶۳۶	انرژی کرنشی	۲-۱۱
۶۳۷	چگالی انرژی کرنشی	۳-۱۱
۶۳۹	انرژی کرنشی الاستیک برای تنشهای عمودی	۴-۱۱
۶۴۲	انرژی کرنشی الاستیک برای تنشهای برشی	۵-۱۱
۶۴۴	انرژی کرنشی برای حالت کلی تنش	۶-۱۱ ^۰
۶۵۵	بارگذاری ضربه‌ای	۷-۱۱
۶۵۷	طراحی سازه‌ها برای بارهای ضربه‌ای	۸-۱۱
۶۵۸	کار و انرژی در اثر یک بار متمرکز	۹-۱۱
۶۶۰	یافتن تغییر مکان ناشی از یک بار متمرکز به روش «کار-انرژی»	۱۰-۱۱
۶۷۰	تعمیم روش کار و انرژی برای اعمال چندین بار	۱۱-۱۱ ^۰
۶۷۲	قضیه «کاستیگلیانو»	۱۲-۱۱ ^۰
۶۷۳	یافتن تغییر مکان یک سازه با استفاده از قضیه «کاستیگلیانو»	۱۳-۱۱ ^۰
۶۷۶	سازه‌های نامعین استاتیکی	۱۴-۱۱ ^۰
۶۸۶	چکیده فصل ۱۱	

فصل ۱۱



پیوست‌ها

۶۹۶	گشتاور سطح	پیوست «الف»
۷۰۴	خواص مکانیکی برخی از مواد مهندسی	پیوست «ب»
۷۰۸	مشخصات تیرهای فولادی نورد شده	پیوست «ج»
۷۲۰	تغییر مکان و شیب تیرها	پیوست «د»
۷۲۱	پاسخ مسائل	پیوست «ه»
۷۳۶	جداول مفید	پیوست «و»



اهداف

هدف اصلی دروس پایه مکانیک، ارتقاء توانایی دانشجویان در تحلیل مسائل مهندسی به روشی ساده و منطقی، و بکارگیری چند اصل اساسی در حل آنهاست. این کتاب برای درس مقاومت مصالح که در سالهای دوم یا سوم رشته‌های مهندسی ارائه می‌شود طراحی شده است. امیدواریم مجموعه‌ای که هم‌اکنون در اختیار دارید، شامل کتاب، CD پیوست و امکانات جانبی که در اختیار مدرسین و اساتید این درس قرار می‌گیرد، بتواند دانشجویان عزیز را در امر یادگیری و اساتید محترم را در بکارگیری روشهای نوین تدریس هر چه بیشتر یاری دهد.

رویکرد ما در این کتاب

در این کتاب، آموزش مقاومت مصالح بر مبنای درک چند مفهوم اساسی و بکارگیری مدل‌های ساده استوارست. این روش امکان می‌دهد که تمامی فرمول‌های مورد نیاز را به روشی مستدل و منطقی بدست آورد، و شرایطی که می‌توان این فرمول‌ها را برای تحلیل و طراحی سازه‌های واقعی مهندسی یا اجزاء ماشین‌ها بکار برد، به روشنی مشخص کرد.

کاربرد گسترده نمودارهای پیکره آزاد. در سراسر این کتاب، نمودارهای پیکره آزاد اجسام مورد بررسی به طور گسترده برای تعیین نیروهای خارجی و داخلی بکار می‌روند. «معادلات تصویری» نیز که در موارد متعددی بکار گرفته شده‌اند، کمک فراوانی به دانشجویان در درک مفهوم «بر هم نهی» بارگذاریها، تنشها و تغییر شکل‌های ناشی از آنها خواهند کرد.

ارائه مفاهیم طراحی. در فصل ۱، کاربرد ضریب اطمینان در طراحی مورد بحث قرار گرفته است. در همین فصل، مفهوم طراحی بر مبنای تنش مجاز و طراحی بر مبنای ضرایب بار و مقاومت (LRFD) نیز ارائه شده است.

تعادل منطقی بین تعداد مسائل ارائه شده در سیستم‌های SI و USCU. از آنجاکه توانایی حل مسائل در هر دو سیستم SI و USCU برای دانشجویان رشته مهندسی یک ضرورت است، نیمی از مثالها، مسائل نمونه و مسائل انتهای هر بخش در سیستم SI و نیمی دیگر در سیستم USCU طراحی شده است. اگرچه عادت کردن به حل مسائل در یک سیستم خاص، برای مثال SI، راحت‌تر بنظر می‌آید و در کشور ما نیز بسیاری از کتب درسی رشته‌های مهندسی با همین رویکرد ترجمه یا تدوین می‌شوند، اما واقعیت این است که در جهان کنونی، علیرغم تلاشهایی که برای یکپارچه‌سازی این دو سیستم صورت گرفته است، بنا به دلایل تاریخی، اقتصادی و فرهنگی، هر یک از این دو سیستم دارای هواداران پر و پا قرص خود می‌باشد. در کشور تاریخی، اقتصادی و فرهنگی، هر یک از این دو سیستم دارای هواداران پر و پا قرص خود می‌باشد. در کشور ما نیز با وجود گرایش به سیستم SI، بخش قابل توجهی از مراکز صنعتی کماکان از سیستم USCU استفاده می‌کنند، یا اینکه هر دو سیستم را به طور همزمان بکار می‌برند. از این رو، توصیه ما این است که برای آشنایی با واحدهای هر دو سیستم و درک فیزیکی آنها که لازمه انجام محاسبات، استنتاج، طراحی و قضاوت مهندسی است، از دانشجویان بخواهید که مسائل هر دو سیستم را به تناوب حل کنند.

بخشهای اختیاری. مباحثی مانند تنشهای پسماند، پیچش شافتهای غیر دایره‌ای، عضوهای جدار نازک خمش تیرهای خمیده، تنشهای برشی در عضوهای غیرمقارن و معیارهای شکست در بخشهای اختیاری آمده‌اند که بنا به سرفصلهای آموزشی یا بسته به نیاز و علاقه دانشجویان و اساتید، می‌توان آنها را در لابلای دوره‌های مصوب یا در دوره‌های اختیاری تدریس کرد. برای حفظ یکپارچگی مطلب، این مباحث بر اساس

ترتیب منطقی موضوعات در فصل ارائه شده‌اند. از آنجا که بخشهای اختیاری با علامت «۱۰» متمایز شده در صورت عدم نیاز به آنها در دوره‌های پایه، به راحتی می‌توان از آنها گذشت، یا اینکه در دروس اختیاری مجدداً به آنها مراجعه کرد.

سازماندهی فصلهای کتاب

بنا به رعایت پیش‌نیاز، انتظار می‌رود دانشجویانی که این درس را انتخاب می‌کنند، درس استاتیک را گذرانده باشند. با این وجود، فصل ۱ به گونه‌ای طراحی شده است که مفاهیم مورد نیاز درس استاتیک را مجدداً می‌کند. چنانچه روش محاسبه گشتاور سطوح و یافتن مراکز هندسی آنها را فراموش کرده‌اید، بهتر برای درک دقیقتر مباحث ارائه شده در فصول ۴، ۵ و ۶ در خصوص تعیین تنشهای عمودی و برشی در پیوست «الف» را مطالعه کنید.

چهار فصل نخست کتاب به تحلیل تنشها و تغییرشکلهای ناشی از آنها در عضوهای مختلف یک اختصاص دارد، که به ترتیب به بارگذاری محوری، پیچشی، و خمشی می‌پردازند. هر تحلیل بر مبنای مفهوم اساسی استوار است که از این میان می‌توان به شرایط تعادل نیروهای وارد به یک عضو، روابط بین کرنش در یک ماده، و شرایط ایجاد شده توسط تکیه‌گاه‌ها و بارها بر روی عضو اشاره کرد. مطالعه هر بارگذاری با ارائه تعداد زیادی مثال، مسئله نمونه و مسائل انتهای بخش همراه است که همگی به منظور آموختن دانشجویان طراحی شده‌اند.

در فصل ۱، ضمن ارائه مفهوم تنش در یک نقطه، نشان خواهیم داد که در یک بارگذاری محوری، بر سطح مورد بررسی، علاوه بر تنشهای عمودی، تنشهای برشی نیز می‌تواند ایجاد شوند. این واقعیت که تنش بستگی به جهت صفحات مورد بررسی دارند را در فصلهای ۳ و ۴ در بخشهای پیچش و خمش خلاصه تأکید خواهیم کرد. پس از اینکه دانشجویان امکان حل مسائل مربوط به ترکیب بارهای اصلی را یافتند و روشهای کارآمدتری را احساس کردند، روش محاسبه به کمک دایره «مور» که برای تبدیل تنش در یک بکار می‌رود را در فصل ۷ ارائه خواهیم کرد.

در فصل ۲، بحث پیرامون رابطه بین تنش و کرنش در مواد مختلف، از آن جمله مواد مرکب تقویت توسط الیاف، را ارائه خواهیم کرد. مبحث تیرهایی که تحت بارهای عرضی قرار دارند را در دو فصل جداگانه بررسی خواهیم کرد. فصل ۳ به تعیین تنشهای عمودی در تیرها و طراحی آنها بر اساس تنش عمودی و ماده تیر اختصاص دارد (بخش ۳-۱). این فصل با بحث پیرامون نمودارهای نیروی برشی و گشتاور خمشی آغاز می‌شود (بخشهای ۳-۲ تا ۳-۵) و شامل یک بخش اختیاری مربوط به کاربرد توابع منفرد تعیین نیروی برشی و گشتاور خمشی در تیرهاست (بخش ۳-۵). بخش اختیاری ۳-۵-۶ پیرامون تیر غیرمنشوری پایان بخش این فصل است.

فصل ۴ به تعیین تنشهای برشی ایجاد شده در تیرها و عضوهای جدار نازک در اثر بارهای عرضی اختصاص دارد. فرمول جریان برش، $q = VQ/I$ ، را به روش معمول بدست می‌آوریم. در فصل ۸، جنبه پیشرفته‌تر طراحی تیرها، مانند تعیین تنشهای اصلی در محل تلاقی بالها و جان در یک تیر بال‌پهن W شده است. فصل ۸ یک فصل اختیاری است که پس از ارائه مبحث تبدیلات تنش و کرنش در فصل ۷ می‌توان به آن پرداخت. به همین دلیل، طراحی شافتهای انتقال قدرت، تعیین تنشهای ناشی از بارهای ترکیبی، و تنشهای اصلی، صفحات اصلی، و بیشترین تنش برشی در یک نقطه نیز در همین فصل آمده است.

مسائل نامعین استاتیکی، برای نخستین بار در فصل ۲ مطرح شده است. و پس از آن، در بقیه فصول نیز به تناسب شرایط مختلف بارگذاری، اینگونه مسائل مورد بررسی قرار گرفته‌اند. به این ترتیب، با روش اینگونه مسائل که تلفیق روشهای معمول استاتیک با روش تحلیل تغییرشکل است در مراحل ابتدایی خواهد شد. بنابراین، دانشجویان پس از گذراندن این درس به طور کامل با این روش برای حل تمامی مسائل نامعین استاتیکی در شرایط مختلف آشنا خواهند شد. همچنین، این روش به دانشجو در درک اینکه تنش خود از نظر استاتیکی نامعین‌اند و تنها با در نظر گرفتن توزیع کرنشهای ناشی از آنها می‌توانند محاسبه شوند کمک فراوانی خواهد کرد.

مفهوم تغییر شکل پلاستیک در تحلیل عضوهایی که تحت بارهای محوری قرار دارند در فصل ۲ ارائه شده است. مسائل مربوط به تغییر شکل پلاستیک شاقه‌های دایره‌ای و تیرهای منشوری نیز در بخشهای اختیاری فصلهای ۳، ۴ و ۶ آمده‌اند. اگر چه اساتید می‌توانند برخی از این بخشها را به اختیار خود حذف کنند اما افزودن آنها به سرفصلهای آموزشی می‌تواند کمک زیادی به دانشجویان در درک محدودیتهای مربوط به فرض خطی بودن رابطه تنش-کرنش، نموده، و به آنها در استفاده نابجا از فرمولهای پیچش و خمش الاستیک هشدار دهد.

محاسبه تغییر شکل تیرها در فصل ۹ مورد بررسی قرار گرفته است. قسمت نخست این فصل به روش انتگرالگیری و روش «بر هم نهی» و بخش اختیاری ۹-۶ به کاربرد توابع منفرد اختصاص دارد. اساتید محترم توجه داشته باشند که پیش‌نیاز این بخش اختیاری، بخش ۵-۵ است. قسمت دوم فصل ۹ شامل بخشهای اختیاری در خصوص روش گشتاور سطح است.

فصل ۱۰ به بررسی ستونها اختصاص دارد و شامل مطالبی پیرامون ستونهای فولادی، آلومینیومی و چوبی است. در فصل ۱۱ نیز روشهای انرژی به همراه قضیه «کاستیگیانو» ارائه شده است.

سازماندهی مطالب هر فصل

هر فصل با یک مقدمه آغاز می‌شود که اهداف و مقاصد فصل را بیان می‌کند و با عباراتی ساده، مطالبی که در طی فصل به آنها خواهیم پرداخت، و همچنین کاربرد آنها در حل مسائل مهندسی را تشریح می‌کند.

قسمتهای مختلف یک فصل. هر فصل به چندین قسمت تقسیم شده است که هر کدام شامل یک یا چند بخش تئوری به همراه مسائل نمونه و تعداد زیادی مسئله می‌باشد. هر قسمت شامل یک موضوع واحد است به گونه‌ای که می‌توان آن را در یک جلسه ارائه کرد.

مثالها و مسائل نمونه. بخشهای تئوری شامل تعداد زیادی مثال است که برای تشریح مطالب درسی و درک آسانتر آنها طراحی شده است. مسائل نمونه برای نشان دادن برخی از کاربردهای تئوری در حل مسائل مهندسی در نظر گرفته شده است. مسائل نمونه علاوه بر نقش برجسته کردن کاربرد مباحث تئوری هر فصل در حل مسائل مهندسی، نظم و ترتیب و سازمان یافتگی حل مسائل که دانشجویان بایستی در حل تکالیف خود به آن عادت کنند را نیز به نمایش می‌گذارند.

مسائل انتهای هر قسمت. بسیاری از این مسائل دارای ماهیت کاربردی هستند و برای جلب علاقه دانشجویان مهندسی به حل مسائل کاربردی طراحی شده‌اند. پیش از هر چیز، این مسائل برای تشریح مباحث تئوری و کمک به دانشجویان در درک اصول اساسی مقاومت مصالح در نظر گرفته شده‌اند. این مسائل براساس موضوعات مربوطه گروه‌بندی، و به ترتیب منطقی آنها مرتب شده‌اند. مسائلی که شامل یک نکته خاص یا توجه ویژه هستند با علامت ستاره * مشخص شده‌اند. پاسخ کلیه مسائل به استثناء مسائلی که با شماره‌های توخالی متمایز شده‌اند (مانند ۱-۵) در پیوست ۱ آورده شده است.

چکیده فصل. هر فصل با یک بخش چکیده پایان می‌پذیرد. در این بخش، خلاصه مطالب ارائه شده در فصل که نیازمند توجه بیشتری است، آورده شده‌اند. وجود عناوین مطالب در حاشیه متن می‌تواند کمک فراوانی در یافتن موضوعات مورد نظر بکند. طبیعتاً، وجود این بخش، می‌تواند کمک شایانی به دانشجویان برای آمادگی در امتحانات یا آزمونهای کارشناسی ارشد که نیازمند مطالعه و مرور مطالب در مدت زمان کوتاهی است، بنماید.

مسائل دوره‌ای. در انتهای هر فصل مجموعه‌ای از مسائل تحت عنوان «مسائل دوره‌ای» آورده شده است. حل این مسائل توسط دانشجو، امکان مرور و جمع‌بندی مفاهیم اساسی ارائه شده در فصل را بدست می‌دهد.

مسائل کامپیوتری - پیدایش کامپیوترهای شخصی در دو دهه گذشته، این امکان را برای دانشجویان فراهم آورده است که توانایی حل طیف گسترده‌ای از مسائل چالش برانگیز را پیدا کنند. در انتهای هر فصل مجموعه‌ای شامل چندین مسئله کامپیوتری وجود دارد که برای حل به کمک کامپیوتر طراحی شده‌اند. تدوین الگوریتم حل یک مسئله مشخص می‌تواند از دو جنبه برای دانشجویان مفید باشد: (۱) کمک به درک اصول مکانیک، و (۲) امکان بکارگیری مهارت‌های برنامه‌نویسی در حل بسیاری از مسائل مهندسی.

آنچه به همراه کتاب می‌آید

راهنمای حل مسائل. این راهنما در دو جلد تهیه شده است که جلد اول آن شامل فصلهای ۱ تا ۱۱ (منطبق بر سرفصلهای آموزشی درس مقاومت مصالح ۱)، و جلد دوم آن شامل فصلهای ۷ تا ۱۱ (منطبق بر سرفصلهای آموزشی درس مقاومت مصالح ۲) می‌باشد.

CD کمک آموزشی ویژه اساتید. این CD شامل امکانات کمک آموزشی برای تدریس مقاومت مصالح است که بر مبنای سرفصلهای مصوب شورای عالی برنامه‌ریزی وزارت علوم برای درسی مقاومت مصالح ۱ و ۲ تهیه و تدوین شده است. این CD شامل یک برنامه پیشنهادی برای انتخاب مباحث کتاب بر مبنای سرفصلهای مصوب، مباحث درسی در محیط Power Point، مجموعه تصاویر کتاب، کونیزهای چندگزینه‌ای و امکانات پویانمایی برای نمایش مفاهیم درسی است. انتشارات برای اساتیدی که علاقمند به استفاده از آن باشند، به طور رایگان ارسال خواهد کرد.

CD صورت مسائل کتاب. در این CD صورت تمامی مسائل کتاب به همراه شکل‌های مربوطه به صورت فایل‌های PDF وجود دارد که برای استفاده اساتید به منظور طرح سوالات امتحانی تهیه شده است. اساتید محترمی که علاقمند به استفاده از این CD باشند نیز می‌توانند آن را به طور رایگان از طریق ناشر دریافت کنند. CD پیوست کتاب. این CD که شامل دوره خودآموز مقاومت مصالح است به منظور یادگیری خود این درس تهیه و طراحی شده است. در این نرم‌افزار، مباحث یازده فصل کتاب با استفاده از امکانات پویانمایی به صورتی بسیار زیبا و کاربرپسند ارائه شده است. وجود مثال‌های متنوع می‌تواند به دانشجو در ارتقاء خود از مطالب تئوری و کاربرد آنها در حل مسائل مهندسی کمک شایانی بنماید. در انتهای هر فصل تعداد زیادی «کونیز هوشمند» وجود دارد که دانشجو می‌تواند آموخته‌های خود را به آزمون بگذارد. علاوه بر مجموعه سوالات آزمونهای کارشناسی ارشد درس مقاومت مصالح در سالهای گذشته نیز به دو صورت موضوعی و سال برگزاری در این نرم‌افزار گنجانده شده است. توضیحات کاملتر در مورد نحوه اجرای برنامه ساختار و ویژگیهای آن در راهنمای برنامه آمده است. به منظور ارتقاء منظم پایگاه داده‌ها و افزایش امکان آموزشی این نرم‌افزار، آن را به صورت نسخه‌ای ارائه خواهیم کرد، که هم‌اکنون نسخه ۴/۱ آن در اختیار شماست. طبیعتاً، این نرم‌افزار می‌تواند به عنوان ابزار مکمل کتاب در دوره‌های حضوری دانشجویان دانشگاه و به عنوان یک ابزار مستقل در دوره‌های غیرحضوری مورد استفاده دانشجویان قرار گیرد.

در پایان سخن، بر خود لازم می‌دانم که از آقای مهندس مهیار پوربهبشتیان که پردازش تصاویر کتاب با دقت و سلیقه به انجام رساندند و در تمامی مراحل آماده‌سازی کتاب و راهنمای حل مسائل نیز کمک شایسته به اینجانب نمودند صمیمانه تشکر کنم.

اگرچه تلاش فراوانی شد که مجموعه‌ای کامل و کم نقص ارائه شود، اما بی‌شک انتقادات و ایرادهای زیادی می‌تواند به کار وارد شود که از شما اساتید محترم، دانشجویان عزیز و دیگر خوانندگان گرامی تقاضا دارم دیدگاه‌ها و انتقادهای خود را در جهت اصلاح و ارتقاء کار با ما در میان بگذارید.

غلامرضا زارع پور

zarepour@yahoo.com

فهرست نمادها

بار زنده در روش LRFD	P_L	ثابت، فاصله	a
بار نهایی در روش LRFD	P_U	نیروها، عکس‌العمما	$A, B, C, \dots$
نیروی برشی در واحد طول، جریان برش	q	نقاط	$A, B, C, \dots$
نیرو	Q	مساحت	A, a
گشتاور اول سطح	Q	فاصله، عرض	b
شعاع، شعاع ژیراسیون	r	ثابت، فاصله، شعاع	c
نیرو، عکس‌العمل	R	مرکز سطح	C
شعاع، مدول گسیختگی	R	ثابت‌های انگرال‌گیری	$C_1, C_2, \dots$
طول	s	ضریب پایداری ستون	C_p
مدول مقطع الاستیک	S	فاصله، قطر، ارتفاع	d
ضخامت، فاصله، انحراف مماسی	t	قطر	D
گشتاور پیچشی	T	فاصله، خروج از مرکز، تغییر حجم	e
دما	T	مدول الاستیسیته	E
مختصات دکارتی	u, v	فرکانس، تابع	f
چگالی انرژی کرنشی	u	نیرو	F
انرژی کرنشی، کار	U	ضریب اطمینان	$F.S.$
سرعت	v	مدول صلبیت، مدول برشی	G
نیروی برشی	V	فاصله، ارتفاع	h
حجم، برش	V	نیرو	H
پهناء، فاصله، بار در واحد طول	w	نقاط	H, J, K
وزن، بار	W, W	گشتاور اینرسی	$I, I_x, \dots$
مختصات دکارتی، فاصله، جابجایی، تغییر مکان	x, y, z	حاصلضرب اینرسی	$I_{xy}, \dots$
مختصات مرکز سطح	$\bar{x}, \bar{y}, \bar{z}$	گشتاور اینرسی قطبی	J
مدول مقطع پلاستیک	Z	ثابت فنر، ضریب شکل، مدول حجمی، ثابت	k
زاویه‌ها	α, β, γ	ضریب تمرکز تنش، ثابت پیچشی فنر	K
ضریب انبساط حرارتی، ضریب تأثیر	α	طول، دهانه	l
کرنش برشی، وزن مخصوص	γ	طول، دهانه	L
ضریب بار، بار مرده در روش LRFD	γ_D	طول مؤثر	L_e
ضریب بار، بار زنده در روش LRFD	γ_L	جرم	m
تغییر شکل، جابجایی	δ	کوپل	M
کرنش عمودی	ϵ	گشتاور خمشی	$M, M_x, \dots$
زاویه، شیب	θ	گشتاور خمشی، بار مرده در روش LRFD	M_D
کسینوس هادی	λ	گشتاور خمشی، بار زنده در روش LRFD	M_L
نسبت پواسون،	ν	گشتاور خمشی، بار نهایی در روش LRFD	M_U
شعاع انحناء، فاصله، چگالی	ρ	عدد، نسبت مدول الاستیسیته، راستای عمود	n
تنش عمودی	σ	فشار	p
تنش برشی	τ	نیرو، بار متمرکز	P
زاویه، زاویه پیچش، ضریب مقاومت	ϕ	بار مرده در روش LRFD	P_D
سرعت زاویه‌ای	ω		