

مکانیک مهندسی

استاتیک

ویراست هشتم

جی. ال مریام

ال. جی. کریگ

انسٹیوٹ یو. سکنک و دانشگاه ایالتی ویرجینیا

ح. ان بولتین

کالج ایالتی بلوفیلد

ترجمه محمد رضا افضلی



نشر کتاب دانشگاهی

سرشناسه	مریام، جیفران، ۱۹۱۷، ۲۰۰۰ م. Bolton, J. N. (James L.)
عنوان و نام پدیدآور	مکانیک مهندسی استاتیک / مریام کریگ، بولتون؛ ترجمه محمدرضا افضلی؛ ویراستار فرزانه فرزانیان
مشخصات نشر	تهران: نشر کتاب دانشگاهی، ۱۳۸۵
مشخصات ظاهری	۵۴۰ ص. مصور، جدول، نمودار.
شابک	۹۷۸-۶۰۰-۵۱۰۷-۸۳-۸
وضعیت فهرست‌نویسی	فیبیا
یادداشت	کتاب حاضر ترجمه جلد اول کتاب "Engineering Mechanics 8th Ed., c2011" است.
یادداشت	واژه‌نامه
یادداشت	نمایه
عنوان دیگر	ایستایی
موضوع	استاتیک
موضوع	مکانیک عملی
شناسه افزوده	کریگ، گلن
شناسه افزوده	Kraige, L. Glenn
شناسه افزوده	بولتون، جف ان.
شناسه افزوده	Bolton, J. N. (Jeff N.)
شناسه افزوده	افضلی، محمدرضا، ۱۳۳۱ - مترجم.
رده‌بندی کنگره	۱۳۹۵ الف۴/م۴/ت۳۵۱
رده‌بندی دیویی	۶۲۰/۱۰۳
شماره کتاب‌شناسی ملی	۴۱۹۱۸۶۷

تصویر روی جلد: تالار تَیریفه «آدان مارتین» (Auditorio de Tenerife "Adán Martín").
ساختمانی در سانتاکروس دِ تَیریفه، پایتخت جزایر قناری اسپانیا. این بنا توسط سانتیاگو کالاتراوا والس
(Santiago Calatrava Valls)، معمار اسپانیایی، طراحی و در سال ۲۰۰۳ افتتاح شده است.



نشر کتاب دانشگاهی

مریام • کریگ • بوتون

مکانیک مهندسی

استاتیک

ویراست هشتم

ترجمه • مدرضا افضلی

ویرایش نمونه‌خوان

فرزانه فرزانه

حروف چینی و صفحه‌آرا

راضیه پایدار

امور هنری و گرافیک

مونا حسینی، فاران اتحاد

چاپ دوم ۱۳۹۵

لیتوگرافی رامین

چاپ صادق

صحافی کنیه

تعداد صفحات ۵۴۰، خشتی

۱۰۰۰ نسخه

شابک ۹۷۸-۶۰۰-۵۱۰۷-۸۳-۸ ISBN 978-600-5107-83-8



مرکز پخش: شماره ۸۷ خیابان بزرگمهر، بین وصال و قدس، تلفن ۶۶۴۱۸۵۸۶

Website: www.ketabedanehshgahi.com E-mail: info@ketabedanehshgahi.com

کتاب فردا: www.fardabook.com، تلفن: ۶۶۴۰۶۱۶۰

حقوق چاپ و نشر دائم این اثر محفوظ و مخصوص نشر کتاب دانشگاهی است.

۲۹۰۰۰ تومان

پیش درآمد

تألیف این مجموعه از کتاب‌های درسی را دکتر جیمز ال. مریام فقید در سال ۱۹۵۱ آغاز کرد. در آن زمان این کتاب‌ها تحولی اساسی در آموزش مکانیک در دوره کارشناسی پدید آورد. در دهه‌های بعد، این کتاب‌ها هم انتخاب نهایی مدرسان برای تدریس بودند و هم الگویی برای سایر کتاب‌هایی که به تدریج در زمینه مکانیک مهندسی تألیف و منتشر می‌شد. این مجموعه کتاب درسی که تا قبل از ویراست اول در سال ۱۹۸۷، با عنوان کم‌وبیش متفاوتی منتشر شده بود، همواره مشخصه‌هایی از قبیل ساختار منطقی، ارائه دقیق و روشن مطالب نظری، مطرح کردن مسئله‌های نمونه آموزنده، و مجموعه‌ای غنی از مسائل واقعی، همراه با تصاویری با کیفیت بالا داشته است. این کتاب‌ها، گذشته از ویراست‌هایی با یکاهای انگلیسی، به رت ویراست‌هایی با یکاهای SI نیز منتشر، و به بسیاری از زبان‌های خارجی ترجمه شده‌اند. این مجموعه، روی هم رفته، استاندارد بین‌المللی را برای کتاب‌های درسی مکانیک در دوره کارشناسی ارائه می‌دهند.

درباره نوآوری‌ها و کمک‌های دکتر مریام (۱۹۱۰-۲۰۰۲) در زمینه مکانیک مهندسی هر چه بگویم مبالغه نیست. او یکی از برجسته‌ترین مدرسان مهندسی در نیمه دوم قرن بیستم بود. دکتر مریام درجه مهندسی مکانیک و دکتری خود را از دانشگاه ییل^۱ گرفت. تجربه صنعتی خود را^۲ در شرکت هواپیماسازی پرات اندویتی^۳ و شرکت جنرال الکتریک^۴ آغاز کرد. در دوران جنگ جهانی دوم به خدمت در دینامیکی ایالات متحده آمریکا^۵ پرداخت. او عضو هیئت علمی دانشگاه کالیفرنیا-برکلی^۶، رئیس گروه مهندسی دانشکده^۷، عضو هیئت علمی دانشگاه ایالتی پلی تکنیک کالیفرنیا^۸ و استاد میهمان دانشگاه کالیفرنیا-سانتا باربارا^۹ و سرانجام در سال ۱۹۹۰ بازنشسته شد. پروفیسور مریام همواره بر آموزش تأکید زیادی داشت و دانشجویان او در دانشگاه^{۱۰} تلف این ویژگی دکتر مریام را تأیید می‌کنند. او جوایز آموزشی بسیاری، از جمله جایزه بنجمین گارور لمی^{۱۰} را^{۱۰} که عالی‌ترین جایزه انجمن آموزش مهندسی امریکا است که در سطح ملی اهدا می‌شود.

دکتر ال. گلن کریگ، مؤلف همکار مجموعه مکانیک مهندسی از اوایل دهه ۱۹۸۰، نیز سهم بسزایی در تدریس مکانیک داشته است. دکتر کریگ درجه کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری خود را از دانشگاه ویرجینیا^{۱۱} و در زمینه مهندسی هوافضا گرفت و اکنون در مقام استاد ممتاز علوم مهندسی و مکانیک در انستیتو پلی تکنیک و دانشگاه ایالتی ویرجینیا مشغول خدمت است. در اواسط دهه ۱۹۷۰ سعادت داشتم که ریاست کمیته فارغ التحصیلی پروفیسور کریگ را برعهده بگیرم و از این بابت افتخار کنم که او نخستین فارغ التحصیل دوره دکتری از میان ۵۰ دانشجوی دکتری من بود. پروفیسور مریام پروفیسور کریگ را به همکاری دعوت کرد و با این اقدام به‌جا، انتقال میراث مهارت در تألیف کتاب درسی را به نسل‌های آینده تضمین کرد.

پروفیسور کریگ، گذشته از پژوهش و تألیفات گران قدر در حوزه دینامیک فضا، به آموزش مکانیک در هر دو

1. Yale University 2. Pratt and Whitney 3. General Electric Company 4. U.S. Coast Guard
5. California University-Berkeley 6. Duke University 7. California Polytechnic State University
8. Santa Barbara 9. Benjamin Garver Lamme 10. University of Virginia

سطح مقدماتی و پیشرفته نیز توجه داشته است. قدر روش تدریس عالی او در همه‌جا شناخته شده است و جوایز مختلفی در سطح گروهی، دانشکده‌ای، دانشگاهی، ایالتی، منطقه‌ای و ملی برایش به ارمغان آورده است. از جمله این جوایز باید به جایزهٔ مدرس برجسته از شورای ایالتی آموزش عالی برای جامعهٔ ویرجینیا^۱ اشاره کرد. در ۱۹۹۶، بخش مکانیک انجمن آموزش مهندسی آمریکا جایزهٔ مدرس ممتاز آرشی هیگدون^۲ را به او اهدا کرد. بنیاد کارنگی برای پیشبرد آموزش^۳ و شورای پیشبرد و حمایت از آموزش^۴ او را به لقب پروفیسور سال ویرجینیا^۵ در ۱۹۷۷ مفتخر کرد. پروفیسور کریگ در شیوهٔ تدریس خود بر پی‌ریزی و تکمیل توانایی‌های تحلیلی، همراه با تقویت بینش و درک فیزیکی و قوهٔ داوری مهندسی تأکید دارد. او از اوایل دهه ۱۹۸۰ روی نرم‌افزاری کار کرده که هدف از طراحی آن کمک به فرایند آموزش/فراگیری درس‌های استاتیک، دینامیک، مقاومت مصالح و حوزه‌های عالی‌تر دینامیک و ارتعاشات است. همکار جدیدی که از این ویراست کار خود را آغاز کرده است، دکتر جفری ان. بولتون، دانشیار تکنولوژی مهندسی مکانیک در کالج ایالتی بلوفیلد است. دکتر بولتون کارشناسی، کارشناسی ارشد، و دکتری در مهندسی مکانیک را از انستیتو پلی‌تکنیک و دانشگاه ایالتی ویرجینیا گرفت. از جمله علایق پژوهشی او متوازن‌سازی خودکار روتورهای با سرعت بالا و نصب کشتان است. او تجربهٔ تدریس گسترده‌ای، از جمله در ویرجینیا تک دارد و در سال ۲۰۱۰ جایزهٔ آموزشی اسپورن را در حوزهٔ تدریس مهندسی دریافت کرد که دانشجویان در تعیین برندهٔ آن نقش اساسی دارند. پروفیسور بولتون در سال ۲۰۱۴ جایزهٔ عضو هیئت علمی برجسته را از کالج ایالتی بلوفیلد گرفت. او قابلیت‌های غیرعادی در حفظ تراز بالایی از جدیت و پیشرفت در کلاس، ضمن برقرار کردن رابطه‌ای بر اساس تفاهم کامل با دانشجویانش دارد. دکتر بولتون نقش بسزایی در کاربرد مؤثر فناوری در این مجموعه از کتاب‌ها خواهد داشت. ویراست هشتم مکانیک مهندسی واجد همان استانداردهای بالایی است که در ویراست‌های قبلی رعایت شده است و ویژگی‌های جدیدی نیز برای کمک به دانشجو و علاقه‌مند کردن او دارد. در این ویراست مجموعهٔ بزرگی از مسائل جالب و آموزنده آمده است. مدیران و دانشجویانی که دورهٔ مکانیک مهندسی مریام/کریگ/بولتون را تدریس یا مطالعه می‌کنند، از حاصل سرمایه‌گذاری و زحمت سه مدرس بسیار ورزیده سود خواهند برد. این کتاب نیز، به پیروی از الگوی ویراست‌های قبلی، بر به‌کارگیری مطالب نظری در موقعیت‌های واقعی مهندسی تأکید دارد و از این منظر هنوز بهترین کتاب است.

جان ال. جونکینس

پروفیسور ممتاز مهندسی هوافضا

صاحب کرسی استادی روس ای. ویسیکر ۳۹ در نوآوری مهندسی

دانشگاه تگزاس

کالج استیشن، تگزاس

1.State Council of Higher Education for the Commonwealth of Virginia

2.Archie Higdon Distinguished Educator Award

3.Carnegie Foundation for the Advancement of Teaching

4.Council for Advancement and Support of Education 5.Virginia Professor of the Year

پیش‌گفتار

مکانیک مهندسی هم شالوده و هم چارچوب اغلب شاخه‌های مهندسی است. بسیاری از مباحث در رشته‌هایی مانند مهندسی عمران، مهندسی مکانیک، مهندسی هوافضا و مهندسی کشاورزی، و البته در خود درس مکانیک مهندسی، بر مطالب دروس استاتیک و دینامیک مبتنی است. حتی در حوزه‌هایی مانند مهندسی برق، دست‌اندرکاران حرفه‌ای در جریان بررسی اجزای الکتریکی یک دستگاه روباتی، یا یک فرایند ساخت، ممکن است ابتدا به تحلیل مکانیکی نیاز پیدا کنند.

بنابراین درس‌های مکانیک مهندسی در برنامه‌ی درسی رشته‌های مهندسی نقش مهمی دارد. نه تنها این درس‌ها خود ضروری‌اند، بلکه در تقویت یادگیری سایر موضوعات مهم، شامل ریاضیات کاربردی، فیزیک، و نقشه‌کشی نیز مؤثرند. به علاوه، این درس‌ها زمینه‌ای عالی برای تقویت توانایی حل مسئله به‌شمار می‌روند.

فلسفه و اصول

هدف اصلی از مطالعه‌ی مکانیک مهندسی پرورش قابلیت پیسر بین اثر و حرکت، و در عین حال تحقق بخشیدن به کارکردهای طراحی خلاق مهندسی است. این قابلیت صرفاً با اطلاع از اصول فیزیکی و ریاضیاتی مکانیک حاصل نمی‌شود؛ توانایی تجسم پیکربندی‌های فیزیکی بر اساس مواد و اجزای واقعی و محدودیت‌های عملی حاکم بر رفتار ماشین‌ها و سازه‌ها نیز ضروری است. یکی از اهداف اصلی این درس مکانیک کمک به دانشجو برای پرورش این توانایی تجسم است که نقشی بسیار مهم در فرمول‌بندی مسائل دارد. در حقیقت بنا کردن مدل ریاضی با معنی، غالباً از حل آن مدل مهم‌تر است. هنگامی حداکثر پیشرفت حاصل می‌شود که این اصول و محدودیت‌های آن‌ها، در زمینه‌ی کاربرد مهندسی فرا گرفته شوند.

در ارائه‌ی درس مکانیک، گرایش مکرر به استفاده از مسائل، عمدتاً به‌عنوان محملی برای سنان دانش‌آموز نظری به‌جای پی‌ریزی اصول نظری برای حل مسئله، مشاهده می‌شود. هنگامی که دیدگاه نخست چیره‌دست، سبک‌باز و از حد ایده‌آل‌سازی می‌شوند و از حوزه‌ی مهندسی دور می‌افتند و نتیجه آن است که حل تمرین کسل‌کننده می‌شود. جذابیت خود را از دست می‌دهد. این رهیافت دانشجو را از تجربه‌ای ارزشمند در فرمول‌بندی مسائل و در نتیجه، کشف نیاز به مطالب نظری، و مفهوم آن‌ها، محروم می‌کند. دیدگاه دوم انگیزه‌ای قوی‌تر برای فراگیری مطالب نظری ایجاد می‌کند و به موازانه بهتر بین نظریه و کاربرد منتهی می‌شود. از اهمیت نقش مهمی که علاقه و اراده در پدید آوردن قوی‌ترین انگیزه ممکن برای فراگیری دارند، نباید غافل شد.

به علاوه، در مقام مدرس مکانیک، باید بر درک این نکته پافشاری کنیم که نظریه، در بهترین حالت، فقط می‌تواند جهان واقعی مکانیک را تقریب بزند، و جهان واقعی نظریه را تقریب نمی‌زند. این اختلاف در اساس فلسفی به‌راستی بنیادی است و وجه تمایز بین مهندسی مکانیک و علم مکانیک است.

طی چندین دهه گذشته، گرایش‌های ناخوشایند متعددی در آموزش مهندسی ظهور کرده‌اند. نخست این‌که به نظر می‌رسد دیگر بر مفاهیم هندسی و فیزیکی ریاضیات پیش‌نیاز تأکید نمی‌شود. دوم این‌که آموزش روش‌های ترسیم‌ی کاهش چشم‌گیری یافته و حتی منسوخ شده است؛ در گذشته آموزش این روش‌ها به تجسم و بازنمایش مسائل

مکانیک کمک می‌کند. سوم این‌که در راستای ارتقای سطح ریاضیاتی برخورد با مکانیک، گرایش به انجام عملیات برداری با استفاده از نمادگذاری برداری، به منزله جایگزینی برای تجسم هندسی، به چشم می‌خورد. مکانیک موضوعی است که ذاتاً به ادراک فیزیکی و هندسی متکی است و ما باید بر تلاش خود در جهت پرورش این توانایی بیفزاییم. در مورد استفاده از کامپیوتر نیز باید نکته‌ای را متذکر شد. تجربه فرمول‌بندی مسائل، که سبب پرورش قوه استدلال و داوری می‌شود، در مقایسه با محاسبات منتهی به یافتن جواب مسئله، برای دانشجویان بسیار مهم‌تر است. به همین سبب استفاده از کامپیوتر را باید به‌دقت کنترل کرد. در حال حاضر بهتر است ترسیم نمودارهای جسم آزاد و فرمول‌بندی معادلات را با قلم و کاغذ انجام داد. از طرف دیگر، در بعضی موارد، بهترین راه برای به‌دست آوردن و نمایش جواب مسئله، استفاده از کامپیوتر است. مسئله‌هایی که برای حل با کامپیوتر طراحی شده‌اند، باید متضمن نکاتی باشند که استفاده از کامپیوتر را ناگزیر می‌کند، نه این‌که پارامترهای مسئله تغییر داده شوند، صرفاً به این سبب که دانشجو ناگزیر به استفاده از کامپیوتر شود. در طراحی مسئله‌های کامپیوتری ویراست هشتم این نکات را در نظر داشته‌ایم. توصیه می‌شود از میان مسئله‌های کامپیوتری فقط تعداد محدودی به‌عنوان تکلیف به دانشجو داده شود تا فرصت کافی برای فرمول‌بندی مسائل باقی بماند.

ویراست هشتم مکانیک مهندسی، مانند ویراست‌های گذشته، با در نظر داشتن فلسفه یادشده نوشته شده است. این کتاب، سوه رای نخستین درس مهندسی در رشته مکانیک نگاشته شده و معمولاً در سال دوم تدریس می‌شود. مکانیک مهندسی، یکم جز و صمیمانه دارد. تأکید اصلی بر اصول و روش‌های پایه است، نه بر انواع متعددی از موارد خاص. برای نشان دادن انسجام ایده‌های بنیادی نسبتاً محدود و تنوع شگرف مسائلی که با استفاده از این ایده‌های محدود حل می‌شوند، تلاش به‌یاری کرده‌ایم.

ویژگی‌های آموزشی

ساختار پایه این کتاب از مطلبی تشکیل می‌شود که راجع مورد بحث در آن بررسی می‌شود و در پی آن چند مسئله نمونه و تعدادی مسئله ارائه می‌شود. در پایان هر فصل، البت آن فصل مرور، و نکات اصلی مطرح‌شده در آن فصل جمع‌بندی می‌شود و در پایان مجموعه‌ای از مسئله‌ها قرار می‌آید.

مسائل

۸۹ مسئله نمونه در صفحه‌هایی با رنگ خاص می‌آیند. حل مسئله‌های نمونه‌وار استاتیک به تفصیل ارائه شده است. به‌علاوه، یادداشت‌های توضیحی و تذکراتی (نکته‌های سودمند) با حروف قرمز رنگ با شماره به مطلب مورد نظر مربوط می‌شوند.

۱۰۶۰ تمرین برای تکلیف آمده است که بیش از ۵۰٪ آن‌ها جدیدند و برای نخستین بار در ویراست هشتم ارائه می‌شوند. مجموعه مسئله‌ها به دو دسته مسائل مقدماتی و مسائل پیشرفته تقسیم می‌شود. بخش نخست از مسئله‌های ساده و غیر پیچیده‌ای تشکیل می‌شود که برای کمک به دانشجو در جهت کسب اعتماد به نفس در مورد موضوعات جدید طرح شده‌اند، اما پیش‌تر مسئله‌های بخش دوم از لحاظ طولانی بودن و میزان دشواری، متوسط‌اند. مسئله‌ها معمولاً به ترتیب افزایش دشواری مرتب شده‌اند. تمرین‌های دشوارتر در اواخر بخش مسائل پیشرفته ارائه می‌شوند و با نماد * مشخص شده‌اند. مسائل کامپیوتری با ستاره (*) مشخص شده‌اند و در بخش خاصی در

انتهای مسائل دوره در پایان هر فصل می‌آیند. پاسخ همه مسئله‌ها در پایان کتاب ذکر شده است. با توجه به نیاز میرم دانشجویان با بیش‌تر آشنا شدن با یکاهای SI، تعداد مسئله‌هایی که با این یکاها طرح شده، تقریباً دو برابر مسئله‌هایی است که با یکاهای متداول در امریکا (یکاهای انگلیسی) طرح شده‌اند. این تقسیم‌بندی در جاهای مختلف از تأکید ۵۰-۵۰ روی حل مسئله با یکاهای SI تا تأکید ۱۰۰٪ روی این یکاها تغییر می‌کند. ویژگی شایان ذکر ویراست هشتم، مثل همه ویراست‌های قبلی، انبوهی از مسئله‌های جالب و مهم است که در طراحی مهندسی کاربرد دارند. تقریباً همه مسئله‌ها با اصول و راه‌کارهایی سروکار دارند که در ذات طراحی و تحلیل سازه‌های مهندسی و سیستم‌های مکانیکی است.

تصاویر

برای حصول بیش‌ترین درجه واقع‌گرایی رضوی در تصاویر، این مجموعه در کتاب اصلی (انگلیسی) به‌صورت کاملاً رنگی چاپ شده است. توجه دانش‌جویان به این نکته جلب می‌کنیم که برای نشان دادن کمیت‌های معین، همواره از یک رنگ استفاده کرده‌ایم:

قرمز برای نیروها و لنگرها،

سبز برای پیکان‌های سرعت و شتاب،

تیره‌های نارنجی برای نشان دادن مسیرهای برگزیده، نقاط متحرک،

از رنگ‌های ملایم برای نشان دادن بخش‌هایی از تصویر استفاده می‌شود که در مسئله موردنظر نقش اصلی ندارند. هر جا ممکن بوده، مکانیسم‌ها یا اجسامی که معمولاً رنگ خاصی دارند، با همان رنگ نشان داده شده‌اند. همه عناصر بنیادی تصاویر فنی که بخش ضروری این مجموعه از کتاب اصلی است، مکانیک مهندسی بوده‌اند، حفظ شده‌اند. نگارندگان بار دیگر اعلام می‌کنند که بالا بودن کیفیت تصاویر در هر اثر، کتب در حوزه مکانیک، اهمیتی بسزا دارد.

ویژگی‌های جدید این ویراست

ضمن حفظ ویژگی‌های همه ویراست‌های قبلی، اصلاحات زیر را در این ویراست انجام داده‌ایم. همه بخش‌های نظری را بازنگری کرده‌ایم تا دقت، وضوح، شیوایی و میزان صمیمانه بودن مطالب به حداکثر ممکن برسد.

مفاهیم کلیدی و مهم در بخش نظری را مشخص و برجسته کرده‌ایم.

بخش مرور مطالب هر فصل را برجسته و جمع‌بندی کرده‌ایم.

تقریباً ۵۰٪ مسئله‌های تکلیف برای نخستین بار در ویراست هشتم آمده‌اند. همه مسئله‌های جدید را مستقلاً حل کرده‌ایم تا درجه بالایی از دقت را تضمین کنیم.

همه مسئله‌های نمونه در صفحه‌هایی با رنگ خاص چاپ شده‌اند تا به‌سرعت بتوان آن‌ها را یافت.

بین فصل‌ها تصاویری اضافه کرده‌ایم تا ارتباط بیش‌تر با آن دسته از موقعیت‌های عملی را نشان دهیم که استاتیک در آن‌ها نقش مهمی داشته است.

۱. لازم به ذکر است در این کتاب برای نشان دادن لنگرها، نیروها و دیگر عناصر متمایز در شکل‌ها، از رنگ قرمز و سیاه و ترام‌هایی از آن‌ها استفاده شده است.

سازمان‌بندی

در فصل ۱، مفاهیم بنیادی ضروری برای مطالعه مکانیک را شرح می‌دهیم.

در فصل ۲ خواص نیروها، لنگرها، کویل‌ها و برایندها را تعریف می‌کنیم تا دانشجو بتواند مستقیماً تا بحث تعادل سیستم‌های نیروی ناهم‌زس (نامتقارب) در فصل ۳ پیش برود، بدون این‌که ناگزیر شود خود را با مسئله نسبتاً بدیهی تعادل نیروهای هم‌زس (متقارب) وارد بر یک ذره خسته کند.

در هر دو فصل ۲ و ۳، تحلیل مسائل دوبعدی در بخش (الف) و تحلیل مسائل سه‌بعدی در بخش پس از آن، یعنی بخش (ب) ارائه می‌شود. با این ترتیب، مدرس می‌تواند همه فصل ۲ را تدریس کند و بعد به سراغ فصل ۳ برود، یا مختار است که هر دو فصل را به ترتیب ۲ (الف)، ۳ (الف)، ۲ (ب)، ۳ (ب) تدریس کند. در صورت استفاده از ترتیب اخیر، ابتدا سیستم‌های نیرو و تعادل دوبعدی، و سپس همین مطالب در حالت سه‌بعدی بررسی می‌شود.

بربر اصول تعادل در قاب‌ها ماشین‌ها و خرپاهای ساده در فصل ۴ مطرح می‌شود و عمدتاً سیستم‌های دوبعدی را بررسی می‌کنیم، اما چند مثال سه‌بعدی نیز مطرح می‌شود تا دانشجو بتواند با ابزارهای برداری عام‌تر تمرین کند. مفاهیم و قوای نیروهای گسترده در آغاز فصل ۵ معرفی می‌شوند، سپس این فصل به دو بخش اصلی تقسیم می‌شود. در بخش (الف) مرکزوارها و مرکز جرم‌ها بررسی می‌شوند؛ مثال‌های مفصلی نیز ارائه می‌شود تا دانشجو را برای تسلط بر کاربردهای اولیه حسابان در مسئله‌های فیزیکی و هندسی یاری دهد. بخش (ب) شامل موضوعات خاص تیرها، کابل‌های نعط‌پذیر، و نیروهای سیال است و می‌توان آن‌ها را حذف کرد، بدون این‌که به یک پارچگی و تداوم مفاهیم پایه خسته وارد شود.

فصل ۶ که به مبحث اصطکاک اختصاص یافته، به دو بخش تقسیم می‌شود. بخش (الف) به بررسی پدیده اصطکاک خشک و بخش (ب) به کاربردهای مختلف آن در ماشین‌ها اختصاص دارد. در صورت محدود بودن ساعات درسی می‌توان بخش (ب) را حذف کرد، اما مطالعه این بخش تجربه‌ای ارزشمند برای دانشجو، در ارتباط با نیروهای اصطکاک می‌تواند متمرکز و گسترده است.

در فصل ۷ با کار مجازی و کاربردهای محدود به سیستم‌های نسبتاً درجه آزادی آشنا می‌شوید. بر مزیت روش کار مجازی و انرژی، برای سیستم‌های مرتبط با هم و تعیین پایداری، امید ویژه‌ای می‌شود. کار مجازی فرصتی عالی برای متقاعد کردن دانشجو نسبت به قدرت تحلیل ریاضیاتی در مکانیک فراهم می‌کند.

لنگرها و حاصل‌ضرب‌های لختی سطوح در پیوست (الف) آمده است. با استفاده از این مطالب می‌توان بین استاتیکی و مقاومت مصالح پل زد. پیوست (ج) شامل خلاصه‌ای از بعضی مباحث منتخب ریاضیات مقدماتی و همچنین چندین روش عددی است که دانشجو باید برای استفاده از آن‌ها در حل مسئله‌های کامپیوتری آمادگی پیدا کند. جدول‌های سودمند ثابت‌های فیزیکی، مرکزوارها و لنگرهای لختی در پیوست (د) آمده است.

مکمل‌ها

ابزارهای آموزشی زیر برای تکمیل کردن این کتاب فراهم شده‌اند.

راهنمای مدرس

این راهنما را نگارندگان تهیه و مستقلاً واریسی کرده‌اند؛ این راهنما شامل جل کامل مسئله‌های کتاب است و مدرسان می‌توانند با تماس گرفتن با نماینده محلی وایلی آن را تهیه کنند.

منابع آموزشی برای مدرس

منابع زیر به صورت آنلاین (برخط) در نشانی www.wiley.com/college/meriam در دسترس است. در این نشانی منابع دیگری نیز یافت می‌شود که از آن‌ها نام نبرده‌ایم.

WileyPlus: یک سیستم آموزشی کامل آنلاین برای کمک به آماده‌سازی و ارائه درس در کلاس، تعیین تکلیف برای دانشجویان و کنترل تکالیف، پی‌گیری پیشرفت دانشجو و آماده‌سازی و ارائه محتوای دوره، طبق سلیقه شخصی است. برای کسب اطلاعات بیشتر با رایج به وب‌گاه می‌توانید پیش‌نمایش این سیستم را ببینید. برای اطلاع از جزئیات نحوه دریافت **WileyPlus** نماینده محلی وایلی تماس بگیرید.

نرم‌افزار درس خاص کمک به ارائه درس: به همه در کلاس‌های بزرگ، تهیه شده است. این نرم‌افزار که نگارندگان آن را نوشته و تصویرهایی از کتاب‌های درسی در آن جانده‌اند، براساس پلافرم ماکرومدیا فلش تهیه شده است. استفاده فراوان از تصاویر متحرک، مرور خلاصه مطالب نظری، و تعداد زیادی مسئله نمونه سبب می‌شود که این ابزار آموزشی، کمک بسیار سودمندی برای دانشجویی باشد که در این خصوصاً به مرور مطالب درسی بپردازد.

همه شکل‌های کتاب به صورت فایل‌های کامپیوتری برای ارائه در کلاس در دسترس‌اند.

همه مسئله‌های نمونه به صورت فایل‌های کامپیوتری برای نمایش و بحث در کلاس موجودند.

بسیار خوشنودیم که توانسته‌ایم عمر این مجموعه درسی را طولانی‌تر کنیم. این ۶ سال فراتر رود. از آن‌جا که علاقه‌مندیم در سال‌های آینده نیز بهترین مطالب آموزشی ممکن را به شما ارائه دهیم، خواستار هر نوع نقد، نظر و پیشنهاد شما هستیم. لطفاً نظر خود را به نشانی kraige@vt.edu ارسال کنید.

ال. گلن کریگ
 جینیا
 ج. ان. ریتون
 پرینستون، ویرجینیا، آمریکا

فهرست



فصل ۱	
آشنایی با استاتیک	
۳	
۳	۱-۱ مکانیک
۴	۲-۱ مفاهیم پایه
۵	۳-۱ اسکالرها و بردارها
۷	۴-۱ قوانین نیوتون
۸	۵-۱ یکاها
۱۲	۶-۱ قانون گرانش
۱۳	۷-۱ دقت، حدود و تقریب‌ها
۱۴	۸-۱ روش حل مسئله در استاتیک
۱۸	۹-۱ مرور مطالب فصل
فصل ۲	
سیستم‌های نیرو	
۲۱	
۲۳	۱-۲ مقدمه
۲۳	۲-۲ نیرو
۲۶	بخش (الف) سیستم‌های نیروی دوبعدی
۲۶	۳-۲ مؤلفه‌های قائم
۳۹	۴-۲ لنگر
۵۰	۵-۲ کوپل
۵۸	۶-۲ برایندها

۶۶	بخش (ب) سیستم‌های نیروی سه‌بعدی
۶۶	۷-۲ مؤلفه‌های قائم
۷۵	۸-۲ لنگر و کوپل
۸۹	۹-۲ برایندها
۱۰۰	۱۰-۲ مرور مطالب فصل

فصل ۳

۱۰۹	تعادل
-----	-------

۱۰۹	۱-۳ مقدمه
۱۱۰	بخش (الف) تعادل در دو بُعد
۱۱۰	۲-۳ مجزا کردن سیستم و نمودار جسم آزاد
۱۲۱	۳-۳ شرایط تعادل
۱۴۳	بخش (ب) تعادل در سه بُعد
۱۴۳	۴-۳ شرایط تعادل
۱۶۰	۵-۳ مرور مطالب فصل

فصل ۴

۱۶۹	سازه‌ها
-----	---------

۱۶۹	۱-۴ مقدمه
۱۷۱	۲-۴ خرپاهای مسطح
۱۷۲	۳-۴ روش مفصل‌ها
۱۸۴	۴-۴ روش مقاطع
۱۹۳	۵-۴ خرپاهای فضایی
۲۰۰	۶-۴ قاب‌ها و ماشین‌ها
۲۲۰	۷-۴ مرور مطالب فصل

فصل ۵

۲۲۹	نیروهای گسترده
-----	----------------

۲۲۹	۱-۵ مقدمه
۲۳۱	بخش (الف) مرکز جرم و مرکزوار
۲۳۱	۲-۵ مرکز جرم
۲۳۴	۳-۵ مرکزوار خط، سطح، و حجم
۲۵۰	۴-۵ اجسام و شکل‌های مرکب؛ تقریب‌ها

۴۳۴	الف-۱	مقدمه
۴۳۵	الف-۲	تعریف‌ها
۴۴۹	الف-۳	سطوح مرکب
۴۵۷	الف-۴	حاصل ضرب‌های لختی و دوران محورها

پیوست ب

۴۶۹	لنگرهای لختی جرم
-----	------------------

پیوست ج

۴۷۰	چند مطلب برگزیده از ریاضی	
۴۷۰	ج-۱	مقدمه
۴۷۰	ج-۲	هندسه مسطحه
۴۷۱	ج-۳	هندسه فضایی
۴۷۱	ج-۴	جبر
۴۷۲	ج-۵	هندسه تحلیلی
۴۷۲	ج-۶	مشتق‌ها
۴۷۳	ج-۷	عملیات برداری
۴۷۶	ج-۸	سری
۴۷۶	ج-۹	مشتق‌ها
۴۷۷	ج-۱۰	انتگرال‌ها
۴۷۹	ج-۱۱	روش نیوتون برای حل معادله‌های شوار
۴۸۱	ج-۱۲	چند روش انتگرال‌گیری عددی

پیوست د

۴۸۵	جدول‌های سودمند	
۴۸۵	جدول د-۱	خواص فیزیکی
۴۸۶	جدول د-۲	ثابت‌های منظومه شمسی
۴۸۷	جدول د-۳	خواص شکل‌های مسطح
۴۸۹	جدول د-۴	خواص جسم‌های فضایی همگن

پاسخ مسائل

۴۹۳	
-----	--

واژه‌نامه

۵۱۳	
-----	--

نمایه

۵۱۵	
-----	--