

۱۳۸۵ و ۱۳۸۶  
۱۳۸۷ و ۱۳۸۸

مریام کریگ بولتون

# انتاتیک

ویرایش ششم

مترجم: مهندس علیرضا انتظاری  
ویراستار: دکتر محمد ابراهیم ابوکاظمی



نویردازان

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

|                     |                                                                                                            |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| سرشناسه             | م.ریام، جیمز ال. ۱۹۱۷-۲۰۰۰م.                                                                               |
| عنوان و نام پدیدآور | Meriam, J. L. (James L.)                                                                                   |
| مشخصات نشر          | استاتیک/م.ریام، کریگ، بولتون، مترجم علیرضا انتظاری، ویراستار محمدابراهیم ابوکاظمی. تهران: نوپردازان، ۱۳۹۴. |
| مشخصات ظاهری        | شانه، ۴۸۸ص.؛ مصور، جدول، نمودار. ۲۲×۲۹سم.                                                                  |
| فروست               | مکانیک مهندسی؛ ۱.                                                                                          |
| شابک                | 978-964-975-253-2                                                                                          |
| وضعیت فهرست نویسی   | فیبا                                                                                                       |
| یادداشت             | عنوان اصلی: Statics, 8th ed, [2015]                                                                        |
| یادداشت             | نمایه.                                                                                                     |
| موضوع               | استاتیک                                                                                                    |
| موضوع               | مکانیک عملی                                                                                                |
| شناسه آ. ر. ده      | کریگ، ال. گلن                                                                                              |
| شنا. افزو           | Kraige, L. G. (L. Glenn)                                                                                   |
| شناسه آ. ر. ده      | بولتن، جف ان.                                                                                              |
| شناسه افزو          | Bolton, J. N. (Jeff N.)                                                                                    |
| شناسه افزوده        | انتظاری، علیرضا، ۱۳۴۰-، مترجم                                                                              |
| رده بندی کنگره      | ۵۰۰ الف ۴/م ۲/۳۵۱ تا                                                                                       |
| رده بندی دیویی      | ۶۱ / ۱                                                                                                     |
| شماره کتابشناسی ملی | ۴۰۸۳ ۹۱۰                                                                                                   |



## استاتیک

|               |                                                                       |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------|
| تالیف         | م.ریام، کریگ، بولتون                                                  |
| ترجمه         | مهندس علیرضا انتظاری                                                  |
| ویراستار      | محمدابراهیم ابوکاظمی                                                  |
| ناشر          | نوپردازان                                                             |
| قطع           | رحلی                                                                  |
| نوبت ویرایش   | هشتم                                                                  |
| نوبت چاپ      | اول                                                                   |
| تاریخ چاپ     | ۱۳۹۵                                                                  |
| تیراژ         | ۲۰۰۰                                                                  |
| صفحات         | ۵۰۴                                                                   |
| شابک          | ۹۷۸-۹۶۴-۹۷۵-۲۵۳-۲                                                     |
| دفتر انتشارات | تهران، خیابان کارگر جنوبی، خیابان لبافی نژاد غربی، پلاک ۲۱۵- طبقه دوم |
| تلفن          | ۶۶۵۶۸۰۹۶ - ۸                                                          |
| قیمت          | ۳۴۰۰۰ تومان                                                           |

مرکز پخش کتابیران: تهران، خیابان لبافی نژاد، بین اردیبهشت و فروردین، پلاک ۲۳۸

تلفن: ۶۶۴۱۴۴۷۴ - ۶۶۴۱۴۵۱۵ - ۶۶۴۱۱۱۷۳ - ۶۶۴۹۴۴۰۹

## بنام خدا

آموزش مهندسی عملاً با استاتیک آغاز می‌شود. در ریاضی و فیزیک قبل از آن در حکم مقدمات لازم برای مطالعه این درس و درسهای بعدی محسوب می‌شوند. از اینرو، استاتیک، فصلی است که سمت و سوی محتوای آموزشی را از علوم به مهندسی تغییر می‌دهد. در این درس چگونگی استفاده از قوانین فیزیک، مفاهیم ریاضی را برای حل مسائل عملی می‌آموزیم و بدینسان شالودهٔ بینش مهندسی خود را پایه‌گذاری می‌کنیم. بی‌تردید هر کوششی که صرف فراگیری مفاهیم و تسلط بر روشهای مطرح در استاتیک می‌نماییم، قدمی در راه تقویت تفکر و ششم مهندسی خود برداشته‌ایم. پشتوانهٔ مطمئنی برای توفیق در ادامهٔ تحصیل و فعالیت حرفه‌ای آتی خود تدارک دیده‌ایم.

سابقهٔ حضور کتابهای استاتیک و دینامیک پروفیسور جیمز مریام در عرصهٔ آموزش دانشگاهی به بیش از شصت و پنج سال می‌رسد. وی که سهم چشمگیرش در ارتقاء آموزش مکانیک مهندسی بر استادان این زمینه پوشش نیست و همکارانی که کار او را پی گرفته‌اند، تاکنون به اقتضای تغییر مشی تعلیمات مهندسی و برای بهبود کیفی جنبه‌های آموزشی، چند بار در محتوا و شیوهٔ ارائه مطالب این کتابها تجدیدنظر کرده‌اند، و در ویرایشهای اخیر آنها که با همکاری پروفیسور گلن کریک، پرهیزگار، جفری بولتون به انجام رسیده از تازه‌ترین تدابیر آموزشی بهره‌جسته‌اند. مترجم که با برگزیدن کتابهای مریام برای تدریس دروسهای استاتیک و دینامیک، در سالهای اخیر بیش از پیش بدانها پرداخته است، نمی‌تواند تحسین خود را نسبت به کیفیت و سطح مطالب درسی، شیوهٔ ممتاز ارائه مثالها، و تعدد و تنوع مسائل کاربردی مطرح شده - که حاصل سالها تجربهٔ تدریس و کار حرفه‌ای مؤلفان است - کتمان نماید. امید است ترجمهٔ فارسی این کتابها نیز که به همت انتشارات نوپردازان منتشر می‌شود، مقبول طبع دانشجویان گرامی واقع شود.

ترجمهٔ حاضر این اقبال را یافته است که توسط استاد گرانمایه، آقای دکتر محمد ابراهیم ابوکاظمی ویراستاری شود. مترجم که شخصاً از دقت، موشکافی، و بردباری ایشان در بازنگری ترجمه و مقابلهٔ آن با متن اصلی و پرداخت نهایی عبارات بسیار آموخته است، محسنات این ترجمه را محصول زحمات ایشان می‌داند.

مترجم که خود در درس استاتیک افتخار شاگردی آقای دکتر نصراله تابنده را داشته است، شایسته می‌داند که این یادداشت را با ابراز مراتب احترام و قدرشناسی نسبت به ایشان به فرجام برساند.

علیرضا انتظاری

# دیباچه

این کتاب جلد اول مجموعهٔ «رجلان مکانیک مهندسی؛ استاتیک و دینامیک» است. تألیف این مجموعه توسط پروفیسور جیمز سی. مریام آغاز شد و انتشار آن در سال ۱۹۵۱ تحولی بنیادین در آموزش مکانیک پدید آورد. این دو کتاب در دههٔ بی بعدی به کتابهای درسی معتبر و بی‌رقیب، و سپس به الگویی برای سایر کتب درسی مکانیک مهندسی تبدیل شدند. ویژگیهای بارز این کتابها که تا قبل از ویرایش اول در سال ۱۹۷۸ با آخرین کتابهای متناوبی منتشر می‌شدند، عبارت‌اند از نظم و ترتیب منطقی مطالب، دقت و وضوح در بیان مطالب تئوری، ارائه مثالهای آموزنده و دربرداشتن مجموعهٔ متنوعی از مسائل ملموس و کاربردی که به بهترین وجهی توصیف و تصویر شده‌اند. علاوه بر ویرایشهایی که در آنها از دستگاه واحدی امریکایی استفاده شده است، ویرایشهای SI این مجموعه نیز تدوین و به بسیاری از زبانهای دیگر ترجمه و منتشر شده‌اند. این کتابها مجموعاً در حکم استاندارد بین‌المللی برای کتب درسی مکانیک محسوب می‌شوند.

سخن از نقش و نوآوری دکتر جیمز مریام در زمینهٔ مکانیک مهندسی گاه و بگاه می‌نویسند. او یکی از بزرگترین استادان مهندسی در نیمهٔ دوم قرن بیستم بود. مریام، لیسانس، فوق‌لیسانس و مهندسی و درجهٔ دکترای خود را از دانشگاه ییل دریافت کرد. تجربهٔ کار صنعتی خود را در کارخانهٔ هواپیماسازی «پرت آند ویتنی» و شرکت «جنرال الکتریک» آغاز نمود. طی جنگ جهانی دوم به خدمت گارد ساحلی ایالات متحدهٔ آمریکا درآمد. سپس به هیئت علمی دانشگاه کالیفرنیا، برکلی پیوست، به ریاست گروه مهندسی دانشگاه دوک برگزیده شد، به عضویت هیئت علمی دانشگاه ایالتی پلی‌تکنیک کالیفرنیا اشتغال یافت، استاد مدعو دانشگاه کالیفرنیا، سانتا باربارا گردید، و سرانجام در سال ۱۹۹۰ بازنشسته شد. مریام همیشه اهمیت خاصی برای تدریس قائل بوده است و این خصلت او را دانشجویانش در همه جا ارج نهاده‌اند. وی جوایز آموزشی متعددی از جمله جایزهٔ «بنجامین گارور لامه» را که عالیترین جایزهٔ سالانه انجمن آموزش مهندسی امریکاست، دریافت کرده است.

پروفیسور ال. گِلن کریگ نیز، که از اوایل دههٔ ۱۹۸۰ همکار مریام در تألیف این مجموعه بوده است، نقش مهمی در آموزش مکانیک داشته است. کریگ لیسانس و فوق‌لیسانس مهندسی و درجهٔ دکترای خود را از دانشگاه ویرجینیا و در رشتهٔ مهندسی هوا-فضا دریافت کرده است. وی هم‌اکنون استاد ممتاز علوم مهندسی و مکانیک در انستیتو پلی‌تکنیک و دانشگاه ایالتی ویرجینیاست. در اواسط دههٔ ۱۹۷۰ که من ریاست کمیتهٔ فارغ‌التحصیلی کریگ را برعهده داشتم،

از این که وی اولین دانشجوی فارغ التحصیل دکتری من بود به خود می‌بالیدم. پرفسور مریام، کریگ را به همکاری دعوت نمود و با این کار تضمین کرد که میراث گرانقدرش در تألیف کتابهای درسی به نسلهای آتی مهندسان منتقل خواهد شد.

پرفسور کریگ، علاوه بر تحقیقات و تألیفات معروفی که در زمینه دینامیک فضاپیماها به انجام رسانیده، توجه خود را صرف تدریس مکانیک در سطوح مقدماتی و عالی کرده است. روش تدریس ممتاز او شهرت زیادی دارد و جوایز مختلفی را در سطوح گروه آموزشی، دانشکده، دانشگاه، ایالت، منطقه، و کشور نصیب وی کرده است. این جوایز شامل جایزه معلم برجسته از انجمن ایالتی تحصیلات عالی ویرجینیاست. در سال ۱۹۹۶ بخش مکانیک انجمن ASEE جایزه معلم ممتاز «آرشی هیگدان» را به وی اعطا کرد. در سال ۱۹۹۷ بنیاد پیشبرد آموزش کارنگی و شورای پیشبرد و حمایت از آموزش، وی را به نشان «پرفسور سال ویرجینیا» مفتخر نمودند.

کریگ در تدریس خود روی پرورش توانایی تحلیل همراه با تقویت بینش فیزیکی و قضاوت مهندسی تأکید می‌کند. او از اوایل ۱۹۸۰ روی نرم‌افزاری برای کامپیوترهای شخصی کار می‌کند که برای بهبود فرایند تعلیم و تعلم در استاتیک و دینامیک و مقاومت مصالح و سطوح عالی دینامیک و ارتعاشات طراحی شده است.

ویرایش هشتم مجموعه مکانیک مهندسی از مشارکت دکتری جفری ان. بولتون، استادیار مهندسی مکانیک در کالج ایالت بلوفید نیز به‌عنوان مؤلف همکار برخوردار گردیده است. بولتون اساساً فوق‌لیسانس مهندسی و درجه دکتری در مکانیک مهندسی را از انستیتو پلی‌تکنیک ویرجینیای ایالتی ویرجینیا دریافت کرده است و زمینه تحقیق مورد علاقه‌اش بالانس اتوماتیک روتورهای شش درجه آزادی با تکیه‌گاههای الاستیک است. وی تجربه تدریس ارزشمندی از جمله در ویرجینیای ایالتی دارد و در سال ۲۰۱۰ در آنجا جایزه تدریس اسپورن برای موضوعات مهندسی را که اساساً به انتخاب استادیان اهدا می‌شود از آن خود نمود. پرفسور بولتون در سال ۲۰۱۴ جایزه ممتاز کالج ایالتی بلوفید را دریافت کرد. بولتون استعداد خارق‌العاده‌ای برای حفظ سطح بالایی دقت و موفقیت در کلاس و در تدریس برقراری رابطه نزدیک با دانشجویانش دارد. در این ویرایش از مجموعه مکانیک مهندسی، بولتون با حفظ سنتهای آموخته شده برای نسلهای آتی دانشجویان، کاربردهای عملی و جالبی از تئوری را هم مطرح نموده است.

ویرایش هشتم مجموعه مکانیک مهندسی، هم حفظ کیفیت عالی ویرایشهای قبلی، ویژگیهای جدیدی یافته است که به جلب توجه دانش‌آموزان، ارتقاء درک آنها کمک می‌کند. این ویرایش محتوی مجموعه متنوعی از مسائل جالب توجه و آموخته شده است. استادان و دانشجویانی که این مجموعه را تدریس یا مطالعه می‌کنند از سالها تجربه سه استاد نامبرده بهره‌مند می‌شوند. تأکید این کتاب همچون ویرایشهای قبلی‌اش بر کاربرد تئوری برای وضعیتهای واقعی مهندسی است و از این جنبه مهم همچنان بهترین کتاب است.

**جان ال. جوتکینز**

استاد ممتاز مهندسی هوا-فضا

صاحب کرسی در ابداعات مهندسی

دانشگاه تگزاس

# مقدمه

مکانیک مهندسی، هم شالوده و هم جذاب‌ترین رشته‌های مهندسی است. در رشته‌های مهندسی عمران، مهندسی مکانیک، مهندسی هوا فضا، و مهندسی کشاورزی، بسیاری از موضوعات بر بنیاد استاتیک و دینامیک بنا می‌شوند. حتی در رشته‌هایی مانند مهندسی برق هم، متخصصان در هنگام کارهایی مانند بررسی اجزای الکتریکی یک روبات یک فرایند ساخت، ممکن است ابتدا با مکانیک سروکار پیدا کنند.

از اینروست که درسهای استاتیک و دینامیک در برنامه درسی رشته‌های مهندسی اهمیت بسیاری دارند. این درسها علاوه بر اینکه خودشان لازم و ضروری اند، یک بهتر موضوعات مهم دیگری مانند ریاضیات کاربردی، فیزیک، و رسم فنی نیز کمک می‌کنند. این گذشته این درسها در حکم زمینه مساعدی برای تقویت توانایی حل مسئله بشمار می‌آیند.

## رویکرد اصلی

هدف اصلی مطالعه مکانیک مهندسی، ایجاد قابلیت برای پیش‌بینی اثرات نیروها و حرکتهای اجزا در کار خلاق طراحی مهندسی است. این قابلیت، علاوه بر شناخت مبانی فیزیکی و ریاضی مکانیک، مستلزم توانایی تجسم پیکربندی فیزیکی با در نظر گرفتن مواد حقیقی، قیود واقعی، و محدودیتهای عملی حاکم بر رفتار ماشینها و سازه‌هاست. یکی از اهداف اصلی در تدریس مکانیک این است که به دانشجویان کمک کنیم تا این توانایی تجسم را، که برای فرمولبندی مسائل جنبه حیاتی دارد، در خود پیروانند. درواقع، تجربه‌ای که دانشجویان از مدلسازی هدفدار ریاضی کسب می‌کنند، غالباً بیش از تجربه حاصل از حل آنها اهمیت دارد. بیشترین پیشرفت هنگامی حاصل می‌شود که اصول و محدودیتهای آنها را در متن کاربرد مهندسی آموزش دهیم.

به‌طور کلی دو روش برای ارائه مکانیک وجود دارد: روشی که در آن مسائل را عمدتاً در خدمت تفهیم تئوری به‌کار می‌گیرند، و روشی که در آن تئوری را به قصد حل مسائل مطرح می‌کنند. با غلبه نگرش حاکم بر روش اول، مسائل فوق‌العاده آرمانی و بی‌ارتباط با مهندسی جلوه می‌کنند و در نتیجه تمرین آنها ملال‌آور، نامربوط، و غیرجذاب می‌شود. این رویکرد دانشجویان را از تجربه ارزشمند فرمولبندی مسائل و در نتیجه از کشف نیاز به تئوری و مفهوم آن محروم می‌کند. روش دوم انگیزه بمراتب قویتری برای یادگیری تئوری ایجاد می‌کند و به توازن بهتری بین تئوری و کاربرد منجر می‌شود. تأکید بر نقش حساسی که دو عامل علاقمندی و هدفمندی در ایجاد قویترین انگیزه ممکن برای یادگیری دارند، تأکیدی بجاست.



افزون بر این، به عنوان معلمان مکانیک بهتر است بر این نگرش تأکید کنیم که تئوری در بهترین حالت تنها می‌تواند جهان واقعی مکانیک را تقریب بزند، و چنین نیست که جهان واقعی، تقریبی از تئوری باشد. اختلاف این دو نگرش برآستی بنیادی است و چیزی است که مهندسی مکانیک را از علم مکانیک متمایز می‌کند.

طی دهه‌های گذشته چند گرایش نامطلوب در تحصیلات مهندسی پدید آمده است. اولاً به نظر می‌رسد که در ریاضیات پیش‌نیاز، تأکید بر مفاهیم هندسی و فیزیکی نقصان یافته است. ثانیاً، آموزش رسم که سابقاً سبب تقویت توانایی تجسم و نمایش در مسائل مکانیک می‌شد، به مقدار زیادی کاهش یافته و یا بکلی حذف شده است. ثالثاً ارتقای سطح ریاضیات در درس مکانیک تمایلی به وجود آورده که اجازه می‌دهد مهارت در کاربرد علائم برداری، تجسم هندسی را در سایه بگیرد و یا جانشین آن شود. مکانیک مبحثی است که به استنباط فیزیکی و هندسی بستگی دارد، و باید به تلاش خود برای پرورش این استعداد بپردازیم.

در اینجا ذکر نکته خاصی در مورد استفاده از کامپیوتر را بی‌مناسبت نمی‌دانیم. ما باید تأکید کنیم که کسب تجربه در فرمولبندی مسائل، که عرصه رشد قوه استدلال و قدرت تشخیص است. برای دانشجویان از تمرین ماهرانه در حل آنها فوق‌العاده مهمتر است. به همین دلیل اعتقاد داریم کاربرد کامپیوتر را باید به دقت کنترل کرد. در حال حاضر، فرایند ترسیم دیاگرام آزاد و فرمولبندی معادلات حاکم، بهتر از هر وسیله دیگری با قلم و کاغذ انجام می‌شود. از طرف دیگر، مواردی هم وجود دارد که حل معادلات را به توسط کامپیوتر می‌توان بهتر انجام و نمایش داد. مسائل کامپیوتری باید از این حیث که وضعیتی مربوط به طراحی یا وضعیتی با اهمیت خاص را مطرح می‌کنند اصالت داشته باشند. این که صرفاً به لحاظ تکلیف‌تراشی چند پارامتر را بی‌آنکه دلیل مشخصی غیر از اجبار به استفاده از کامپیوتر در آن وجود داشته باشد، تغییر دهیم نادرست است. به هنگام طرح مسائل کامپیوتری برای ویرایش ستم این ملاحظات را در نظر داشته‌ایم. برای آنکه دانشجویان برای فرمولبندی مسائل فرصت کافی داشته باشند، پیشنهاد می‌کنیم که تعداد کمی از مسائل کامپیوتری را به عنوان تکلیف مشخص کنید.

در نگارش ویرایش هشتم مجله مکانیک مهندسی، همچون ویرایشهای قبلی آن نکات فوق را در نظر داشته‌ایم. این مجموعه را اساساً از اولین درسهای مهندسی در مکانیک که عموماً در سال دوم دانشگاه تدریس می‌شود، در نظر گرفته‌ایم. سبک نگارش این کتابها موجز و دوستانه است. تأکید اصلی ما بر اصول و روشهای بنیادی بوده است، نه بر انبوهی از حالات خاص. بسیار تلاش کرده‌ایم تا هم جامعیت ایده‌های اندک‌شمار بنیادی را نشان دهیم و هم تنوع بسیار زیاد مسائلی را که با این چند ایده می‌توان حل کرد.

ساختار کلی این کتاب چنین است که پس از هر درس یک یا چند مثال و بدنبال آنها تعدادی مسئله ارائه شده است. در پایان هر فصل خلاصه مطالبی وجود دارد که نکات اصلی فصل را خلاصه و جمع‌بندی می‌کند و پس از آن هم مسائل دوره‌ای ارائه شده است.

#### نمونه مسائل

۸۹ مثال را در صفحات رنگی مستقلی ارائه کرده‌ایم. حل این مثالها را به تفصیل شرح داده‌ایم. نکته‌ها و تذکرات سودمند را در حاشیه این حلها آورده‌ایم.

۱۰۶۰ مسئله را ارائه کرده‌ایم که بیش از نیمی از آنها در این ویرایش هشتم جدید هستند. مجموعه مسائل مربوط به هر درس را به دو بخش با عناوین مسائل مقدماتی و مسائل نمونه تقسیم‌بندی کرده‌ایم. مسائل مقدماتی، مسئله‌های ساده‌ای هستند که به منظور ایجاد اعتماد به نفس در دانشجویان نسبت به مبحث جدید طرح شده‌اند، در حالی که اکثر مسائل نمونه نسبتاً مشکل و طولانی هستند. ترتیب کلی مسائل عموماً از آسان به مشکل است. در انتهای مسائل نمونه، مسائل مشکلت‌تری وجود دارد که آنها را با علامت \* مشخص کرده‌ایم. مسائل کامپیوتری را در بین مسائل و نیز در یک بخش مجزا در انتهای مسائل دوره‌ای آورده‌ایم و آنها را با علامت \* مشخص کرده‌ایم. پاسخ تمام مسائل را در پیوست‌ها در انتهای کتاب آورده‌ایم.

یکی از ویژگیهای برجسته ویرایش هشتم کتاب، همانند ویرایشهای قبلی آن، شمار زیادی مسائل مهم و جالب توجهی است که در طراحی مهندسی کاربرد دارند. تقریباً همه مسائل در ارتباط با اصول و روشهای مربوط به طراحی تحلیل سازه‌های مهندسی و سیستمهای مکانیکی هستند، خواه مستقیماً ذکری از این موضوع کرده باشیم یا نه.

جنبه‌های شاخص زیر را که در ویرایشهای قبلی بوده است، حفظ کرده‌ایم:

تمام بخشهای تئوری را به منظور ارتقاء دقت و وضوح و روانی و صمیمیت بازنگری کرده‌ایم.

نکات کلیدی درسها را برجسته و مشخص کرده‌ایم.

در خلاصه مطالب هر فصل، جزئیات را قلم به قلم شرح داده‌ایم.

تقریباً نیمی از مسائل این ویرایش جدید هستند. برای اطمینان از دقت، همه مسائل جدید را مستقلاً حل کرده‌ایم.

همه مثالها را برای تشخیص سریع در صفحات مستقل رنگی آورده‌ایم.

تصاویری افزوده‌ایم تا به پیوند بیشتر با وضعیتهای واقعی کمک کند.

در فصل ۱ مفاهیم بنیادی لازم برای مطالعه مکانیک را آورده‌ایم.

در فصل ۲ ویژگیهای نیروها، گشتاورها، کوپلها، و برایندها را ارائه کرده‌ایم تا دانشجویان بتوانند

در فصل ۳ مستقیماً به مطالعه تعادل دستگاه نیروهای نامتقارب بپردازند، بی‌آنکه لازم باشد مسئله نسبتاً ساده تعادل نیروهای متقارب وارد بر ذره را تکرار کنند. فصلهای ۲ و ۳، هر دو را به دو قسمت تقسیم کرده‌ایم. در قسمت الف تحلیل مسائل دوبعدی و در قسمت ب تحلیل مسائل سه‌بعدی را آورده‌ایم. با این تقسیم‌بندی می‌توان به یکی از دو شیوه زیر عمل کرد: یا ابتدا کل فصل ۲ و سپس کل فصل ۳ را تدریس کنید، یا اینکه ترتیب ۲-الف، ۳-الف، ۲-ب، ۳-ب را در پیش بگیرید. یعنی ابتدا دستگاه نیروها و تعادل را در دو بعد و سپس همین عناوین را در سه بعد مطرح کنید.

در فصل ۴ کاربرد اصول تعادل را برای خریاهای ساده، قابها، و ماشینها ارائه کرده‌ایم. توجه ما بیشتر به سیستمهای دوبعدی معطوف بوده است. اما برای آنکه دانشجویان بتوانند ابزارهای عمومی‌تر تحلیل یعنی بردارها را تمرین کنند، برای سیستمهای سه‌بعدی نیز به تعداد کافی مثال آورده‌ایم.



در فصل ۵ ابتدا مفهوم نیروهای گسترده و انواع آنها را معرفی کرده‌ایم، و سپس دنباله فصل را به دو قسمت اصلی تقسیم کرده‌ایم. قسمت الف را به مرکز جرم و مراکز هندسی اختصاص داده‌ایم، و در آن برای کمک به تسلط دانشجویان بر کاربردهای حساب دیفرانسیل و انتگرال در مسائل فیزیکی و هندسی، به ارائه مثالهای تفصیلی پرداخته‌ایم. قسمت ب شامل عناوین خاص در مورد تیرها، کابل‌های انعطاف‌پذیر و نیروها در سیالات است. مبحث اخیر را می‌توان بی‌آنکه لطمه‌ای به پیوستگی مطالب اصلی وارد شود، حذف کرد.

فصل ۶ را که به مبحث اصطکاک اختصاص دارد به دو قسمت تقسیم کرده‌ایم. در قسمت الف به ارائه پدیده اصطکاک خشک پرداخته‌ایم، و در قسمت ب کاربردهای اصطکاک در ماشینها را آورده‌ایم. در صورت محدود بودن وقت می‌توان قسمت ب را حذف کرد، اما این مطالب متضمن تجربه ارزنده‌ای در زمینه نیروهای گسترده برای دانشجویان خواهد بود.

در فصل ۷ روش کار مجازی را به صورت جامع معرفی کرده‌ایم، و کاربرد آن را برای سیستمهای با یک درجه آزادی نشان داده‌ایم. بویژه بر مزیت روش کار مجازی و روش انرژی برای سیستمهای متصل به هم و تعیین پایداری تأکید کرده‌ایم. کار مجازی فرصت خوبی برای دانشجویان فراهم می‌کند تا نسبت به توانایی تحلیل ریاضی خود در مکانیک معطئن شوند.

ممان اینرسی و حاصلضرب اینرسی سطوح را در پیوست الف ارائه کرده‌ایم. این موضوع به برقایی پیوند میان مباحث استاتیک و دینامیک جسم صلب کمک می‌کند. پیوست ج شامل چندین مثال از مباحث برگزیده در ریاضیات مقدماتی است. چند روش عددی را نیز که دانشجویان با آن مواجه می‌شوند را در مسائل کامپیوتری داشته باشند. در این پیوست آورده‌ایم. جداول ثابتهای فیزیکی، مراکز هندسی و ممان اینرسی‌ها را در پیوست د ارائه کرده‌ایم.

خوشتر می‌توانیم بگوییم که در این مجموعه از کتابهای درسی را به بیش از شصت و پنج سال برسانیم. از آنجا که ما در سالهای آینده نیز بهترین مواد آموزشی را برای شما تهیه کنیم، خرسند می‌شویم که نفع نظرات و پیشنهادات خود را با ما در میان بگذارید. لطفاً نظرات خود را به آدرس kraige@vt.edu ارسال کنید.

ال. گلن کریک  
جفری ان. بولتون  
پریستون، وست ویرجینیا

\* بخشهایی از مقدمه را که در ارتباط با سیاست‌های مولفان، چاپ چهارم، و دستگاه واحدهای آمریکایی بوده است، حذف کرده‌ام. این ترجمه در دستگاه واحدهای SI تدوین شده و به صورت دورنگ چاپ می‌شود.

# فهرست

|           |     |                                   |
|-----------|-----|-----------------------------------|
| ۱         | ۱   | بیانی استاتیک                     |
| ۱-۱       | ۱   | مکانیک                            |
| ۲-۱       | ۲   | مفاهیم بنیادی                     |
| ۳-۱       | ۳   | کمیت‌های اسکالر و برداری          |
| ۴-۱       | ۶   | قوانین نیوتون                     |
| ۵-۱       | ۷   | واحدهای اندازه‌گیری               |
| ۶-۱       | ۸   | قانون جاذبه ثقل                   |
| ۷-۱       | ۱۰  | دقت، حدود، و تقریبها              |
| ۸-۱       | ۱۲  | حل مسائل استاتیک                  |
| ۲         | ۱۹  | نیروها                            |
| ۱-۲       | ۱۹  | مقدمه                             |
| ۲-۲       | ۱۹  | نیرو                              |
| قسمت الف- | ۲۲  | دستگاه نیروهای دوبعدی             |
| ۳-۲       | ۲۲  | مؤلفه‌های متعامد                  |
| ۴-۲       | ۳۴  | گشتاور                            |
| ۵-۲       |     | کویل                              |
| ۶-۲       |     | برایند                            |
| قسمت ب-   | ۵۹  | دستگاه نیروهای سه‌بعدی            |
| ۷-۲       | ۵۹  | مؤلفه‌های متعامد                  |
| ۸-۲       | ۶۸  | گشتاور و کویل                     |
| ۹-۲       | ۸۱  | برایند                            |
| ۱۰-۲      | ۹۲  | خلاصه مطالب                       |
| ۳         | ۱۰۱ | تعادل                             |
| ۱-۳       | ۱۰۱ | مقدمه                             |
| قسمت الف- | ۱۰۲ | تعادل در دو بُعد                  |
| ۲-۳       | ۱۰۲ | مجزا کردن سیستم، دیاگرام جسم آزاد |
| ۳-۳       | ۱۱۳ | شرایط تعادل                       |
| قسمت ب-   | ۱۳۵ | تعادل در سه بُعد                  |
| ۴-۳       | ۱۳۵ | شرایط تعادل                       |
| ۵-۳       | ۱۵۱ | خلاصه مطالب                       |

|     |     |                 |
|-----|-----|-----------------|
| ۱۵۹ | ۱-۴ | مقدمه           |
| ۱۶۰ | ۲-۴ | خرپاهای صفحه‌ای |
| ۱۶۳ | ۳-۴ | روش مفصلها      |
| ۱۷۴ | ۴-۴ | روش مقطعه‌ها    |
| ۱۸۳ | ۵-۴ | خرپاهای فضایی   |
| ۱۸۹ | ۶-۴ | قابها و ماشینها |
| ۲۰۷ | ۷-۴ | خلاصه مطالب     |

|     |            |                                   |
|-----|------------|-----------------------------------|
| ۲۱۵ | ۱-۵        | مقدمه                             |
| ۲۱۷ | قسمت الف - | مرکز جرم و مرکز هندسی             |
| ۲۱۷ | ۲-۵        | مرکز جرم                          |
| ۲۱۹ | ۳-۵        | مرکز خط، مرکز سطح، مرکز حجم       |
| ۲۳۵ | ۴-۵        | اجسام و اشکال مرکب، روشهای تقریبی |
| ۲۴۴ | ۵-۵        | فضایای پاپوس                      |
| ۲۵۱ | قسمت ب -   | مباحث خاص                         |
| ۲۵۱ | ۶-۵        | بیرها - اثرات خارجی               |
| ۲۵۸ | ۷-۵        | بیرها - اثرات داخلی               |
| ۲۷۰ | ۸-۵        | کابل‌های انعطاف پذیر              |
| ۲۸۳ | ۹-۵        | استاتیستیک                        |
| ۲۹۸ | ۱۰-۵       | خلاصه مطالب                       |

|     |            |                                 |
|-----|------------|---------------------------------|
| ۳۰۷ | ۱-۶        | مقدمه                           |
| ۳۰۸ | قسمت الف - | پدیده‌های اصطکاکی               |
| ۳۰۸ | ۲-۶        | انواع اصطکاک                    |
| ۳۰۸ | ۳-۶        | اصطکاک خشک                      |
| ۳۲۶ | قسمت ب -   | کاربرد اصطکاک در ماشینها        |
| ۳۲۶ | ۴-۶        | گونه‌ها                         |
| ۳۲۸ | ۵-۶        | پیچها                           |
| ۳۳۶ | ۶-۶        | یاتاقانهای ژورنال               |
| ۳۳۷ | ۷-۶        | یاتاقانهای کفگرد؛ اصطکاک دیسکها |
| ۳۴۴ | ۸-۶        | تسمه‌های انعطاف پذیر            |
| ۳۴۵ | ۹-۶        | مقاومت غلتشی                    |
| ۳۵۳ | ۱۰-۶       | خلاصه مطالب                     |

|     |     |                         |
|-----|-----|-------------------------|
| ۳۶۱ | ۱-۷ | مقدمه                   |
| ۳۶۱ | ۲-۷ | کار                     |
| ۳۶۴ | ۳-۷ | تعادل                   |
| ۳۸۰ | ۴-۷ | انرژی پتانسیل و پایداری |
| ۳۹۴ | ۵-۷ | خلاصه مطالب             |

|     |       |                             |
|-----|-------|-----------------------------|
| ۴۰۱ | الف-۱ | مقدمه                       |
| ۴۰۲ | الف-۲ | تعاریف                      |
| ۴۱۵ | الف-۳ | سطوح مرکب                   |
| ۴۲۳ | الف-۴ | حاصلضرب ابررسی و دهن محورها |

|     |      |                                |
|-----|------|--------------------------------|
| ۴۳۶ | ج-۱  | مقدمه                          |
| ۴۳۶ | ج-۲  | هندسه مسطحه                    |
| ۴۳۷ | ج-۳  | هندسه فضایی                    |
| ۴۳۷ | ج-۴  | جبر                            |
| ۴۳۸ | ج-۵  | هندسه تحلیلی                   |
| ۴۳۸ | ج-۶  | مثلثات                         |
| ۴۳۹ | ج-۷  | عملیات برداری                  |
| ۴۴۰ | ج-۸  | سری ها                         |
| ۴۴۲ | ج-۹  | مشتق ها                        |
| ۴۴۳ | ج-۱۰ | انتگرالها                      |
| ۴۴۶ | ج-۱۱ | روش نیوتون برای حل معادلات     |
| ۴۴۸ | ج-۱۲ | چند روش برای انتگرال گیری عددی |

|     |       |             |
|-----|-------|-------------|
| ۴۵۶ | هندسه | ناحیه مساحت |
|-----|-------|-------------|

|     |       |       |
|-----|-------|-------|
| ۴۸۱ | هندسه | دایره |
|-----|-------|-------|