

سپاس و درود خداوندی را سزااست که مرا به خدمتی اندک در سایهٔ توجهات به خدمتگزاری جامعه علمی کشور در اواخر زندگی دانشگاهی موفق داشت.

پس از ترجمهٔ کتاب استاتیک مریام و چاپ آن با نشر نگارنده دانش، این کتاب با عنایت و لطف استادان محترم و همکاران ارجمند با استقبال دانشجویان عزیز مواجه شد و امید دارم کتاب حاضر نیز همانند سایر آثار ترجمه شده اینجانب در زمینه علوم مهندسی، مورد نظر و استفادهٔ آنان قرار گیرد.

لازم می دانم از توجه و کوشش مدیریت محترم نشر نگارنده دانش آقای مهندس علی کلاتری که با دقت و صرف سرمایه در این کار مرا همراهی کردند تشکر و قدردانی کنم. در این کتاب، جا دارد از خانم مهندس نگین اعرابی که در خواندن متن انگلیسی کتاب و نوشتن پیش نویس مطالب همکاری داشتند سپاسگزاری کنم. امیدوارم در آینده در حوزه ترجمه بتوانند گام های بیشتری بردارند.

با وجودی که در ترجمه و تدوین این کتاب کوشش فراوانی شده است، امیدوارم باز هم از اظهار لطف و محبت و نظرات استادان گرامی و همکاران ارجمند برخوردار باشم تا در چاپ های بعد کاستی های لازم برطرف شود.

تألیف این مجموعه کتاب‌های درسی، از سال ۱۹۵۱ توسط دکتر جیمز ال. مریام فقید آغاز شد. در آن زمان این کتاب‌ها تحول اساسی در آموزش مکانیک در دوره کارشناسی پدید آورد و برای چندین دهه، این کتاب‌ها بدون چون و چرا به عنوان کتاب‌های درسی انتخاب و الگویی بودند برای کتاب‌های مکانیک مهندسی که بعداً تألیف شدند. همه این کتاب‌ها تا قبل از اولین ویراست آن در ۱۹۷۸، با عنوان‌های تا حدودی متفاوت منتشر شده بودند؛ مشخصه‌هایی از قبیل ساختار منطقی، ارائه دقیق و روشن مطالب نظری، مسائل نمونه آموزنده و مجموعه‌ای از مثال‌های مرتبط با زندگی روزمره با تصاویری با کیفیت بالا داشت. این کتاب‌ها علاوه بر ویراست‌های امریکایی، با سیستم یکاهای SI نیز چاپ شده و به بسیاری زبان‌های دیگر نیز ترجمه شده است. روی هم رفته، این کتاب‌ها استاندارد بین‌المللی برای کتاب‌های درسی مهندسی مکانیک ارائه می‌دهند.

نوآوری‌ها و آثار دکتر مریام (۱۹۱۷-۲۰۰۰) در رشته مکانیک مهندسی بی‌نیاز از تعریف است. او یکی از مدرسان درجه اول مهندسی در نیمه دوم قرن بیستم بود. دکتر مریام کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری خود را از دانشگاه ییل^۱ دریافت کرد. او تجربه صنعتی خود را با کار در کارخانه هواپیماسازی پرات اند ویتنی^۲ و شرکت جنرال الکتریک آغاز کرد و در دوره جنگ جهانی دوم در گارد ساحلی به خدمت مشغول بود. او به عنوان صاحب کرسی استادی در دانشگاه برکلی - کالیفرنیا^۳، رئیس دانشکده مهندسی دانشگاه دیوک^۴، عضو هیئت علمی دانشگاه ایالتی پلی تکنیک اوبیسپو^۵ در کالیفرنیا، و استاد مهمان در دانشگاه سانتا باربارا - کالیفرنیا^۶ مشغول بود تا آنکه بالأخره در ۱۹۹۰ بازنشسته شد. پروفیسور مریام همیشه تأکید اساسی را بر تدریس می‌گذاشت و از این رو در هر کجا که تدریس می‌کرد، توسط شاگردانش قدردانی می‌شد. در دانشگاه برکلی در ۱۹۶۳، او به عنوان اولین دریافت کننده جایزه استاد برجسته^۷ تاو پتا پی^۸ به خاطر روش والای تدریس، در ۱۹۷۸ جایزه مدرس برجسته برای خدمات چشمگیر به آموزش مکانیک مهندسی از طرف انجمن آموزش مهندسی امریکا^۹ (ASEE)، و در ۱۹۹۲ جایزه بنیامین گارور لم^{۱۰} که بالاترین جایزه سالانه انجمن است را نصیب خود کرد.

دکتر ال. گلن کریگ، همکار مؤلف مجموعه مکانیک مهندسی، از اوایل سال‌های ۱۹۸۰، به نوبه خود آثار عظیمی در آموزش مکانیک را از خود به جا نهاده است. دکتر کریگ مدارک کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری خود را از دانشگاه ویرجینیا^۱، در مهندسی هوا فضا کسب کرده و هم‌اکنون در مقام پروفیسور علوم مکانیک مهندسی در انستیتو پلی تکنیک دانشگاه ایالتی ویرجینیا مشغول به کار است. در اواسط دهه ۱۹۷۰ من افتخار ریاست کمیته فارغ التحصیلی پروفیسور کریگ را داشتم و از این بابت افتخار می‌کنم که او اولین نفر از میان چهل و پنج فارغ التحصیل دکتری من بود. پروفیسور کریگ توسط گروه پروفیسور مریام دعوت شده و توسط او میراث والای تألیف کتاب‌های درسی برای نسل‌های آینده حفظ شد. در طی سه دهه گذشته این گروه مؤلفان موفق شدند که تأثیری عمیق بر روی آموزش چندین نسل از مهندسان بگذارند.

پروفیسور کریگ افزون بر تألیفات و تحقیقات متعدد در زمینه دینامیک سفینه‌های فضایی، توجه خود را معطوف بر آموزش مکانیک در دو سطح مقدماتی و پیشرفته کرده است. شیوه آموزش عالی او در همه جا شناخته شده است و جوایز آموزشی

1. Yale University
2. Pratt and Whitney
3. California University-Berkeley
4. Duke University
5. San Luis Obispo
6. Santa Barbara
7. Tau Beta Pi
8. American Society for Engineering Education
9. Benjamin Garver Lamme
10. University of Virginia

زیادی را در سطح دانشکده، کالج، دانشگاه، ایالت، منطقه و کشور کسب کرده است. از جمله می‌توان به جایزهٔ فرانسیس جی. ماهر^۱ برای تسلط در تدریس در گروه علوم مهندسی و مکانیک، جایزهٔ واین^۲ برای تسلط در تدریس دانشگاهی و جایزهٔ مدرس برجسته از شورای ایالتی آموزش برای جامعهٔ ویرجینیا^۳ اشاره کرد. در سال ۱۹۹۶، بخش مکانیک انجمن آموزش مهندسی امریکا، جایزهٔ مدرس برجستهٔ آرشی هیگدون^۴ را به او اهدا کرد. در سال ۱۹۹۷، بنیاد کارنگی^۵ برای پیشرفت آموزش و شورای پیشبرد و حمایت از آموزش، وی را به‌عنوان پروفیسور برجستهٔ ویرجینیا معرفی کرد. پروفیسور کریگ در شیوهٔ آموزشی خود، بر رشد توانایی تجزیه و تحلیل در میان شاگردان به همراه تقویت دید فیزیکی و مهندسی آنها تأکید دارد. از اوایل دههٔ ۸۰، او روی نرم‌افزاری کار کرده است که هدف آن بالا بردن کیفیت تدریس استاتیک، دینامیک، مقاومت مصالح، و حوزه‌های پیشرفته‌تر دینامیک و ارتعاشات بوده است.

ویراست هفتم مکانیک مهندسی، دنبالهٔ همان استاندارد بالای ویراست‌های قبلی به‌همراه مطالب جدید برای جذب و کمک به دانشجویان است. مدرسان و دانشجویانی که کتاب استادان مریام و کریگ را تدریس یا مطالعه می‌کنند، از سال‌ها تجارب اندوخته شده توسط این استادان بهره خواهند گرفت. با دنبال کردن شیوه‌ای که در ویراست‌های قبلی رعایت می‌شد، این کتاب تأکید بر روی کاربرد نظری در موقعیت‌های عینی مهندسی دارد و از این لحاظ بهترین کتاب است.

جان ال. جونکینس

پروفیسور ممتاز مهندسی هوا-فضا

صاحب کرسی استادی جورج جی. اپرایت در مهندسی دانشگاه تگزاس

کالج استیشن، تگزاس

1. Francis J. Maher

2. Wine Award

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

4. Archi Higdon Distinguished Educator Award

5. Carnegie Foundation for the Advancement of Teaching

مکانیک مهندسی شالوده و چارچوب اکثر شاخه‌های مهندسی است. بسیاری از موضوعات مطرح‌شده در رشته‌های راه و ساختمان، مهندسی مکانیک، هوافضا و مهندسی کشاورزی و البته خود درس مکانیک مهندسی ریشه در مطالب استاتیک و دینامیک دارد. حتی در رشته‌ای چون مهندسی برق، مهندسانی که در مسیر مطالعه مؤلفه‌های الکتریکی دستگاه‌های رباتیک قرار می‌گیرند، در ابتدا مجبور به تحلیل مسائل مکانیکی هستند.

بنابراین دوره مکانیک مهندسی برای رشته‌های مهندسی نقش مهمی دارد. این مهم نه تنها از نظر خود مطالب مکانیک مهندسی، بلکه از این نظر است که به درک عمیق‌تر رشته‌های مهم دیگری چون ریاضیات عملی پیشرفته، فیزیک و نقشه‌کشی کمک می‌کند. به علاوه این درس‌ها زمینه‌ای کامل برای تقویت توانایی حل مسائل را در دانشجویان ایجاد می‌کند.

فلسفه

هدف اصلی از مطالعه مکانیک مهندسی، پرورش توانایی در تشخیص اثرات نیرو و حرکت در زمان طراحی خلاقانه مهندسی است. برای کسب این توانایی، تنها دانستن اصول فیزیکی و ریاضیاتی مکانیک کافی نیست، و وجود مهارت در تجسم فیزیکی ترکیب عناصر واقعی، قیود عینی و محدودیت‌های عملی حاکم بر رفتار ماشین‌ها و سازه‌ها نیز ضروری است. یکی از اهداف اصلی درس مکانیک، کمک به دانشجویان در زمینه رشد توانایی تجسم آنهاست که نقشی حیاتی در فرمول‌بندی مسائل مکانیکی دارد. درحقیقت بنا کردن یک مدل ریاضی با معنی برای هر مسئله، از به دست آوردن جواب مسئله بسیار مهم‌تر است. بیشترین پیشرفت، زمانی حاصل می‌شود که این اصول و محدودیت‌های حاصل از آنها، با هم در زمینه کاربرد مهندسی آموخته شود.

اغلب در تدریس مکانیک مهندسی این تمایل وجود دارد که از مسائل، عمدتاً به عنوان وسیله‌ای برای تشریح مباحث نظری استفاده شود، به جای آنکه مباحث نظری را به منظور حل مسائل به کار برند. وقتی روش اول حاکم است، مسائل بسیار ایده‌آلیستی و بی‌ارتباط با دید مهندسی می‌شود و تمرین‌ها کسل‌کننده، انتزاعی و بی‌روح می‌گردد. این برخورد، دانشجویان را از تجربه با ارزش فرمول‌بندی مسائل و کشف ضرورت و مفهوم نظری محروم می‌سازد. دیدگاه دوم انگیزه قوی‌تری را برای آموزش مباحث نظری ارائه می‌دهد و تعادل بهتری بین مباحث نظری و کاربرد آن ایجاد می‌کند. تأکید بسیار زیادی روی نقش علاقه در ایجاد قوی‌ترین انگیزه ممکن برای یادگیری در دانشجویان وجود دارد که نباید از آن غافل شد.

به علاوه، به عنوان مدرسان مکانیک، باید بر این نکته تأکید کنیم که در بهترین حالت، مباحث نظری می‌تواند تقریبی باشد از مکانیک در جهان واقعی، نه آنکه جهان واقعی را تقریبی از مباحث نظری بدانیم. این تفاوت در فلسفه، امری اساسی است و تمایز بین مهندسی مکانیک با علم مکانیک را نشان می‌دهد.

در چند دهه گذشته، چند دیدگاه نادرست در آموزش مهندسی پدید آمده است. نخست اینکه، به نظر می‌رسد تأکید بر مفاهیم فیزیکی و هندسی به عنوان پیش‌نیازهای ریاضی کمرنگ شده است، دوم اینکه کاهش چشمگیر و حتی حذف آموزش از طریق نمایش ترسیمی، که در گذشته به تقویت تجسم و ارائه مسائل مکانیکی کمک می‌کرد، مشاهده می‌شود. سوم اینکه، با ارتقای سطح ریاضی برخورد با مکانیک، این تمایل وجود داشته که کاربرد نمادی عملیات برداری جایگزین تجسم هندسی شود. موضوع مکانیک به صورتی ذاتی وابسته به ادراک فیزیکی و هندسی است و ما مدرسان، باید کوشش خود را برای رشد این ادراک افزایش دهیم.

در اینجا به جاست که در مورد استفاده از کامپیوتر تذکری داده شود. تجربه فرموله کردن مسائل وقتی استدلال و قدرت تشخیص رشد لازم را کرده باشد، بسیار مهم‌تر از تمرین محاسبات برای به دست آوردن جواب مسئله است. به این دلیل استفاده از کامپیوتر باید تحت نظارت دقیق باشد. در حال حاضر، رسم نمودارهای جسم آزاد و فرموله کردن معادلات مربوط

به آن با استفاده از مداد و کاغذ به بهترین شکل انجام می‌شود. از طرف دیگر، مواردی وجود دارد که جواب معادلات مربوطه به بهترین شکل توسط کامپیوتر محاسبه و نمایش داده می‌شود. مسائل با گرایش استفاده از کامپیوتر (مسائل کامپیوتری)، باید شامل نکاتی باشند که استفاده از کامپیوتر را ناگزیر می‌سازند، نه اینکه در مسائل بعضی از پارامترها بدون دلیل خاصی تغییر داده شود تا دانشجو را مجبور کنیم که مسئله را تنها با کامپیوتر حل کند. تمام این موارد را در طرح مسائل با استفاده از کامپیوتر در ویراست هفتم در نظر داشته‌ایم. توصیه می‌شود برای آنکه دانشجویان زمان کافی برای فرموله کردن مسائل داشته باشند، تعداد محدودی مسائل کامپیوتری به عنوان تکلیف تعیین شود. هفتمین ویراست مکانیک مهندسی با فلسفه‌ای مشابه ویراست‌های قبلی تدوین شده و در نظر بود که مقدم بر همه، به عنوان اولین درس در مکانیک معمولاً در سال دوم مهندسی تدریس شود. کوشش بر این بود که روش تدریس کتاب موجز و آسان فهم باشد. به جای ارائه انبوهی از موارد خاص، تأکید بیشتر بر روی اصول و روش‌های اساسی بوده است. سعی بسیاری مبذول شده تا انسجام ایده‌های بنیادی نسبتاً معدود و تنوع زیاد مسائلی که با استفاده از این ایده‌ها قابل حل است، نشان داده شود.

جنبه‌های آموزشی کتاب

ساختار اصلی این کتاب بدین صورت است که ابتدا یک موضوع به طور کامل بررسی شده، پس از آن چند مسئله نمونه آمده و در انتها تعدادی مسئله ارائه می‌شود. در انتهای هر فصل، بخشی برای مرور آن فصل آورده شده که خلاصه‌ای از نکات اصلی آن فصل را ذکر کرده و پس از آن مجموعه‌ای از مسائل دوره‌ای آورده شده است.

مسائل

۱۲۴ مسئله نمونه در صفحاتی با زمینه متفاوت ارائه شده است. راه حل مسائل نوع دینامیک به تفصیل آورده شده است. به علاوه تذکرات توضیحی و احتیاطی (به عنوان راهنمایی‌های مفید) با شماره‌بندی در کنار هر مسئله نمونه درج شده است. ۱۵۴۱ تمرین به عنوان تکلیف است که تقریباً ۴۵ درصد آنها برای اولین بار در ویراست هفتم آورده می‌شود. مسائل به دو بخش مسائل مقدماتی و برگزیده تقسیم شده است. بخش اول شامل مسائل ساده‌ای است که با هدف افزایش اعتماد به نفس دانشجویان در یادگیری موضوع جدید طراحی شده است. در حالی که اکثر مسائل بخش دوم حاوی پیچیدگی و تفضیل بیشتری هستند. ترتیب مسائل از آسان به مشکل است. مسائل مشکل‌تر در انتهای بخش مسائل برگزیده آمده و با نماد مثلث (▲) مشخص شده‌اند. مسائل کامپیوتری با نماد ستاره * مشخص شده و در بخش جداگانه‌ای در انتهای هر فصل گنجانده شده‌اند. پاسخ همه مسائل در بخشی جداگانه در آخر کتاب آورده شده است. برای تأکید بیشتر بر اهمیت یکاهای SI، تقریباً برای هر مسئله برحسب یکاهای مرسوم در ایالات متحد دو مسئله برحسب یکاهای SI ارائه شده است. وجود این نسبت در بین واحدهای SI و واحدهای U.S. امکان انتخاب ۵۰ - ۵۰ تا ۱۰۰ درصدی مسائل را برحسب واحدهای SI در تمام موارد فراهم می‌سازد.

ویژگی برجسته ویراست هفتم، همانند سایر ویراست‌های قبلی، پربار بودن کتاب از نظر مسائل جالب و مهمی است که در طراحی مهندسی به کار می‌رود. شاید در بعضی از موارد در نگاه اول ارتباط این مسائل با طراحی مهندسی مشخص شود، اما تقریباً در تمامی آنها، اصول و روش‌های ذاتی طراحی و تحلیل سازه‌های مهندسی و سیستم‌های مکانیکی مطرح می‌شود.

ویژگی‌های جدید در ویراست هفتم

ضمن حفظ ویژگی‌های اصلی در ویراست‌های قبلی، ویراست جدید دارای مزایای زیر است:

- همه بخش‌های نظری بازنگری شده است تا دقت، وضوح، روانی و سادگی مطالب به حداکثر برسد.
- در حین ارائه مطالب نظری، مطالب مفاهیم کلیدی به طور ویژه مشخص و برجسته شده‌اند.
- در بخش مروری بر فصل، نکات خلاصه شده شماره گذاری شده‌اند.
- تقریباً ۴۵ درصد مسئله‌های تکلیف برای اولین بار در ویراست هفتم آورده شده‌اند. همه مسائل جدید به طور مستقل حل شده‌اند تا دقت آنها تضمین شود.
- به این ویراست مسائل نمونه جدیدی اضافه شده است، در مورد مسائل کامپیوتری هم همین‌طور است.
- همه مسائل نمونه در صفحاتی با زمینه متمایز چاپ شده‌اند تا بتوان آنها را به سرعت پیدا کرد.
- برای پیدا کردن ارتباط بیشتر با موقعیت‌های علمی که استاتیک در آنها نقش مهمی برعهده دارد، در شروع هر فصل تصویر آورده شده است.

سازمان‌بندی کتاب

تقسیم‌بندی منطقی بین دینامیک ذره (بخش اول) و دینامیک جسم صلب (بخش دوم) حفظ شده است و در هر بخش، ابتدا سینماتیک و سپس سینتیک بررسی می‌شود. این آرایش به پیشروی سریع در دینامیک جسم صلب کمک می‌کند و مزیت تقدم در معرفی جامع دینامیک ذره را نیز دارد.

در فصل ۱ مفاهیم بنیادی ضروری برای مطالعه مکانیک مطرح می‌شوند.

در فصل ۲ سینماتیک حرکت ذره در دستگاه‌های مختصات مختلف، همچنین موضوع‌های حرکت نسبی و حرکت مقید بررسی می‌شود.

در فصل ۳ با موضوع سینتیک ذره بر سه روش اصلی تمرکز می‌شود: نیرو - جرم - شتاب (قسمت الف)، کار - انرژی (قسمت ب)، و ضربه - اندازه حرکت (قسمت ج). موضوعات خاصی مانند برخورد، حرکت با نیروی مرکزی، و حرکت نسبی در کنار هم، در یک بخش کاربردی خاص (قسمت د) جمع شده‌اند و تدریس آنها، نسبت به نظر مدرس و وقت کلاس، اختیاری است. بدین ترتیب، توجه دانشجو بیشتر روی این سه روش اصلی سینتیک متمرکز خواهد شد.

فصل ۴ که به سیستم‌های ذرات می‌پردازد، همان اصول حرکت ذره تنه‌است و در آن روابط عمومی پی‌ریزی می‌شود که اساس درک دینامیک مدرن است. این فصل نیز شامل موضوعات جریان جرمی پایا و جرم متغیر است، که تدریس آنها نیز اختیاری است.

در فصل ۵ با عنوان سینماتیک صفحه‌ای اجسام صلب، که معادله‌های حرکت نسبی و شتاب نسبی مطرح می‌شوند، بر حل مسئله هم از طریق هندسه برداری و هم به روش جبر برداری تأکید می‌شود. این دو روش به تقویت مفهوم ریاضیات برداری کمک می‌کند.

در فصل ۶ با عنوان سینتیک اجسام صلب، روی معادله‌های پایه‌ای که همه انواع حرکت صفحه‌ای از آنها پیروی می‌کنند، تأکید زیادی می‌شود. همچنین روی تشکیل موازنه مستقیم بین نیروها و کوپل‌هایی که عملاً وارد می‌شوند و برایندهای آنها، $\bar{m}a$ و $\bar{I}\alpha$ ، نیز تأکید خاصی می‌شود. به این ترتیب بر سودمندی اصل لنگر تأکید، و دانشجو به تفکر مستقیم برحسب آثار دینامیکی برآیند تشویق می‌شود.

فصل ۷ که می‌توان آن را اختیاری شمرد، معرفی اصول دینامیک سه‌بعدی است که برای حل بسیاری از مسئله‌های متداول حرکت فضایی کافی‌اند. برای دانشجویانی که قصد دارند کارهای پیشرفته‌تری در زمینه دینامیک انجام دهند، فصل ۷ بنیان مستحکمی را فراهم می‌کند. حرکت ژيروسکوپ با پیشروش پایا به دو روش بررسی می‌شود. در روش اول از شباهت بین رابطه بردارهای نیرو و اندازه حرکت خطی، و رابطه بردارهای لنگر و اندازه حرکت زاویه‌ای استفاده می‌شود. به این ترتیب دانشجو می‌تواند پدیده چرخش‌نمایی با پیشروش پایا را درک، و اغلب مسئله‌های مهندسی مربوط به ژيروسکوپ را حل کند، بدون آنکه به مطالعه مفصل دینامیک سه‌بعدی نیاز باشد. در روش دوم معادله‌های عمومی تر اندازه حرکت برای چرخش سه‌بعدی به کار گرفته می‌شود که در آن همه مؤلفه‌های اندازه حرکت منظور شده‌اند. فصل ۸ به ارتعاشات اختصاص دارد. کل این فصل به‌ویژه برای آن دسته از دانشجویان مهندسی سودمند است که فقط در درس دینامیک پایه با موضوع ارتعاشات آشنا می‌شوند.

گشتاورها و حاصل ضرب‌های لختی سطوح در پیوست (ب) آورده شده است. پیوست (ج) شامل خلاصه‌ای از بعضی مباحث منتخب ریاضیات مقدماتی و همچنین چندین روش عددی برای استفاده دانشجو در حل مسئله‌های کامپیوتری است. جدول‌های سودمند ثابت‌های فیزیکی، مرکزوارها و گشتاورهای لختی در پیوست (د) آورده شده است.

سپاسگزاری

بسیار خرسندم که در تداوم این مجموعه کتاب‌های درسی در شصت سال گذشته نقش داشته‌ام. از آنجا که علاقه‌مندم در آینده نیز بتوانم بهترین مطالب آموزش را به شما ارائه دهم، از تمامی اظهارنظرها و پیشنهادهای شما استقبال می‌کنم. لطفاً نظرات خود را به نشانی اینترنتی kraige@vt.edu ارسال کنید.