

Engineering Mechanics

# STATICS

Seventh Edition

# استاتیک

SI Version

جیمز ال. مریام

ال. گلن کریگ

---

دکتر غلامرضا زارع پور





سرشناسه	مريام، جيمز لاثروپ، ۱۹۱۷ - م.
عنوان و نام پديد آور	استاتيک (ويراست هفتم) (Engineering Mechanics Statics Seventh Edition)
تأليف	جيمز ال. مريام، ال. گلن کريگ، غلامرضا زارع پور.
مشخصات نشر	تهران: دانش نگار، ۱۳۹۲
مشخصات ظاهري	۴۴۰ ص. مصور (رنگي)، نمودار؛ ۲۲ x ۲۹ س. م.
شابک	۹۷۸-۶۰۰-۳۰۸-۰۷۵-۱
وضعيت فهرستويي	دارد
موضوع	استاتيک
موضوع	مکانیک عملي
شناسه افزوده	کريگ، گلن، نويسنده همکار
شناسه افزوده	زارع پور، غلامرضا، ۱۳۴۵-، مترجم
رته بندي کنگره	۱۳۹۲ الف م ۲ / م ۳ / TA ۳۵۱
رده بندي ديويي	۶۲۰ / ۱۰۳
شماره کتابشناسي ملي	۳۳۱۰۷۸۹

فهریخته گرامی:  
کپی کردن و یا تهیه فایل های PDF از تمام و یا قسمتی از کتاب تضییع اشکار حقوق مادی و معنوی ناشر و مؤلف است و انگیزه تألیف، 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.



استاتيک (ويراست ۷)

تأليف: جيمز ال. مريام، ال. گلن کريگ

ترجمه: دکتر غلامرضا زارع پور

نوبت چاپ: اول

سال چاپ: ۱۳۹۲

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

ليتوگرافي: صابري

چاپ و صحافي: فرنگار رنگ

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۳۰۸-۰۷۵-۱

ISBN: 978-600-308-075-1



قیمت: ۲۸۰۰۰ تومان

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

این اثر مشمول قانون حمایت از حقوق مؤلفان، 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.

# فهرست مطالب

## مقدمه‌ای بر استاتیک

۱۴	مکانیک چیست؟	۱-۱
۱۴	مفاهیم و اصول اساسی مکانیک	۲-۱
۱۵	کمیت‌های برداری و اسکالر	۳-۱
۱۷	قوانین نیوتن	۴-۱
۱۸	سیستم‌های آزاد	۵-۱
۲۱	قانون گرانش	۶-۱
۲۲	دقت، محدودیتها و تقریب‌ها در محاسبات عددی	۷-۱
۲۳	شیوه حل مسائل در استاتیک	۸-۱
۲۴	مفاهیم کلیدی	۹-۱
۲۶	چکیده فصل ۱	۱۰-۱

## فصل ۱



## سیستم‌های نیرو

۳۲	مقدمه	۱-۲
۳۲	نیرو چیست؟	۲-۲
۳۴	قسمت اول: سیستم‌های نیرو در دو بُعد	
۳۴	مؤلفه‌های متعامد یک نیرو	۳-۲
۴۴	گشتاور یک نیرو	۴-۲
۵۳	کوپل	۵-۲
۵۹	برایندها	۶-۲
۶۶	قسمت دوم: سیستم‌های نیرو در سه بُعد	
۶۶	مؤلفه‌های متعامد یک نیرو	۷-۲
۷۲	گشتاور و کوپل	۸-۲
۸۳	برایندها	۹-۲
۹۱	چکیده فصل ۲	۱۰-۲

## فصل ۲



## تعادل

۱۰۰	مقدمه	۱-۳
۱۰۰	قسمت اول: تعادل در دو بُعد	
۱۰۰	جداسازی یک سیستم و رسم نمودار پیکره آزاد اجزاء آن	۲-۳
۱۱۰	شرایط تعادل	۳-۳
۱۳۰	قسمت دوم: تعادل در سه بُعد	
۱۳۰	شرایط تعادل	۴-۳
۱۴۵	چکیده فصل ۳	۵-۳

## فصل ۳



## فصل ۴

## تحلیل سازه‌ها

۱۵۴	.....	مقدمه	۱-۴
۱۵۴	.....	خرپاهای دو بُعدی	۲-۴
۱۵۷	.....	تحلیل خرپاها به روش مفصل	۳-۴
۱۶۷	.....	تحلیل خرپاها به روش مقطع	۴-۴
۱۷۶	.....	خرپاهای فضایی	۵-۴
۱۸۲	.....	قابها و ماشینها	۶-۴
۱۹۹	.....	چکیده فصل ۴	۷-۴

## فصل ۵

## نیروهای گسترده

۲۰۸	.....	مقدمه	۱-۵
۲۰۹	.....	قسمت اول: مرکز جرم و مرکز هندسی	
۲۰۹	.....	مرکز جرم	۲-۵
۲۱۱	.....	مرکز هندسی خطها، صفحه‌ها و حجمها	۳-۵
۲۱۲	.....	فاهیم کلیدی	۴-۵
۲۲۴	.....	روشهای تقریبی در تعیین مرکز هندسی اجسام و سطوح مرکب	۵-۵
۲۳۲	.....	قضایای «پاپوس»	۶-۵
۲۳۸	.....	قسمت دوم: مباحث ویژه	
۲۳۸	.....	نیروهای خارجی وارده بر آنها	۷-۵
۲۴۴	.....	نیروهای داخلی در آنها	۸-۵
۲۵۴	.....	کابل‌های انعطاف پذیر	۹-۵
۲۶۵	.....	استاتیک سیالات	۱۰-۵
۲۸۰	.....	چکیده فصل ۵	۱۱-۵

## فصل ۶

## اصطکاک

۲۸۸	.....	مقدمه	۱-۶
۲۸۸	.....	قسمت اول: پدیده اصطکاک	
۲۸۸	.....	انواع اصطکاک	۲-۶
۲۸۹	.....	اصطکاک خشک	۳-۶
۲۹۲	.....	مفاهیم کلیدی	۴-۶
۳۰۶	.....	قسمت دوم: کاربردهای اصطکاک در طراحی ماشینها	
۳۰۶	.....	گوه‌ها	۵-۶
۳۰۷	.....	پیچها	۶-۶
۳۱۵	.....	یاتاقانهای لغزشی	۷-۶
۳۱۵	.....	یاتاقانهای کف‌گرد و اصطکاک در دیسکها	۸-۶
۳۲۲	.....	تسمه‌های انعطاف پذیر	۹-۶
۳۲۳	.....	مقاومت غلثنی	۱۰-۶
۳۳۱	.....	چکیده فصل ۶	۱۱-۶

۳۴۰	مقدمه	۱-۷
۳۴۰	تعریف کار یک نیرو	۲-۷
۳۴۲	تعادل	۳-۷
۳۵۵	انرژی پتانسیل و پایداری	۴-۷
۳۶۷	چکیده فصل ۷	۵-۷

## پیوست‌ها

۳۷۴	پیوست «الف»: گشتاور اینرسی سطح	
۳۷۴	مقدمه	الف-۱
۳۷۴	تعریف‌ها	الف-۲
۳۸۵	گشتاور اینرسی سطوح مرکب	الف-۳
۳۹۲	حاصلضرب اینرسی و چرخش محورها	الف-۴
۴۰۴	پیوست «ب»: گشتاور اینرسی جرمی	
۴۰۵	پیوست «ج»: مباحث برگزیده در ریاضیات	
۴۰۵	مقدمه	ج-۱
۴۰۵	هندسه دو بعدی	ج-۲
۴۰۵	هندسه فضایی	ج-۳
۴۰۶	روابط مهم جبری	ج-۴
۴۰۶	هندسه تحلیلی	ج-۵
۴۰۷	مثلثات	ج-۶
۴۰۷	عملیات برداری	ج-۷
۴۰۹	سری‌ها	ج-۸
۴۱۰	مشتق‌ها	ج-۹
۴۱۰	انتگرال‌ها	ج-۱۰
۴۱۲	روش نیوتن برای حل معادلات	ج-۱۱
۴۱۴	برخی از روش‌های برگزیده برای انتگرالگیری عددی	ج-۱۲
۴۱۷	پیوست «د»: جداول مفید	
۴۱۷	جدول مشخصات فیزیکی برخی از مواد مهندسی	د-۱
۴۱۸	جدول ثابت‌های فیزیکی منظومه شمسی	د-۲
۴۱۹	جدول گشتاور اینرسی برخی از شکل‌های هندسی متداول در محاسبات مهندسی	د-۳
۴۲۱	جدول گشتاور اینرسی برخی از اجسام هندسی متداول در محاسبات مهندسی	د-۴
۴۲۵	پاسخ مسائل	

مهندسی مکانیک پایه و اساس بیشتر شاخه‌های مهندسی است. بسیاری از مباحث در شاخه‌های مختلف مهندسی مانند مهندسی عمران، هوافضا، کشاورزی و البته مهندسی مکانیک بر پایه مفاهیم درس استاتیک و دینامیک بنا نهاده شده‌اند. حتی در زمینه‌ای همچون مهندسی برق، مهندسان به هنگام طراحی اجزاء الکترونیکی یک روبات یا در فرآیند ساخت یک قطعه، در وهله اول خود را در مواجهه با یک مسئله مکانیک می‌بینند.

از این رو، مفاهیم مکانیک در بسیاری از حوزه‌های مهندسی یک پیش‌نیاز حیاتی است، چراکه علاوه بر فهم خود اصول مکانیک، به درک دانشجویان از مباحث مهمی همچون ریاضیات، فیزیک و هندسه کمک فراوانی می‌کند و توانایی حل مسائل را در آنها تقویت می‌نماید.

## دیدگاه

هدف اصلی درس پایه مکانیک، ارتقاء توانایی دانشجویان در پیشگویی اثرات نیرو و حرکت در طراحی خلاقه سیستم‌های مهندسی است. این توانایی به چیزی فراتر از یک دانش محض از اصول فیزیکی و ریاضی علم مکانیک نیازمند است و یک مهندس بایستی قادر به تجسم شرایط فیزیکی مسائل واقعی، قیدها و محدودیتهای عملی که بر عملکرد ماشینها و سازه‌ها حاکمند نیز باشد. یکی از اهداف اولیه درس مکانیک، کمک به دانشجویان در ارتقاء این توانایی است که در فرمول‌بندی مسائل از اهمیت حیاتی برخوردار می‌باشد. در حقیقت، یافتن یک مدل ریاضی معنی‌دار همواره از حل مسئله مهمتر است. بدون شک، بیشترین پیشرفت هنگامی حاصل می‌شود که اصول مکانیک در فرآیند حل مسائل مکانیک فراگرفته شوند.

در تدریس اصول و مفاهیم مکانیک معمولاً این گرایش وجود دارد که از حل مسائل به عنوان ابزاری برای تشریح مفاهیم تئوری استفاده می‌کنند، به جای اینکه اصول تئوری را با هدف حل مسائل استخراج کنند. از این رو، در نتیجه غلبه این گرایش، مسائل بیش از حد انتزاعی و ایده‌آل می‌شوند، به گونه‌ای که نتایج آنها ناملموس و غیرکاربردی از آب درمی‌آیند. چنین رویکردی، دانشجو را از تجربیات ارزشمندی که ضمن فرمول‌بندی مسائل بدست می‌آیند و در پی آن، از حرکت مفاهیم تئوری محروم می‌کند. اما در گرایش دوم، اشتیاقی قوی به درک مفاهیم در دانشجو ایجاد می‌شود، به گونه‌ای که منجر به برقراری توازن بهتر بین مفاهیم و جنبه‌های کاربردهای آن می‌گردد.

علاوه بر این، همچون اساتید مکانیک، ما نیز بر این نکته تأکید می‌کنیم که حتی در بهترین حالت، تئوری تنها تقریبی از جهان واقعی مکانیک بدست می‌دهد، به آنکه دنیای واقعی، تقریبی برای تئوری باشد. این تفاوت بنیادی در دیدگاه‌ها، مهندسی مکانیک را از علم مکانیک متمایز می‌کند.

در چند دهه گذشته، گرایشهای نامطلوبی در آموزش مکانیک مهندسی پدید آمده است. نخست اینکه، تأکید بر معانی هندسی و فیزیکی دروس ریاضی پیش‌نیاز کم‌رنگ شده است. دوم اینکه، کاهشی چشمگیر و حتی در برخی موارد حذف کامل آموزش روشهای ترسیمی که در گذشته به عنوان یک ابزار اساسی در تجسم و حل مسائل بکار می‌رفت رخ داده است. سوم اینکه، در ارتقاء سطح عملیات ریاضی در بیان مباحث تئوری مکانیک، عملیات برداری جایگزین نمایش هندسی آنها شده است. مکانیک مبحثی است که عمیقاً وابسته به درک فیزیکی و هندسی مسائل است و ما بایستی تلاشمان را برای ارتقاء این توانایی افزایش دهیم.

کاربرد کامپیوتر در حل مسائل مکانیک نیز نکته‌ای در خور توجه است. تجربه فرمول‌بندی مسائل که موجب تقویت قدرت استدلال و درک دانشجو می‌شود برای او بسیار مهمتر از انجام محاسبات برای حل آنهاست. از این رو، استفاده از کامپیوتر برای حل مسائل بایستی کاملاً حساب شده صورت گیرد. در مراحل اولیه، بهترین روش برای حل مسائل، رسم نمودار پیکره آزاد و فرمول‌بندی معادلات حا کم بر مسئله با استفاده از

قلم و کاغذ است. از طرف دیگر، مواردی وجود دارد که حل معادلات حاکم و نمایش نتایج در آنها بهتر است به کمک کامپیوتر صورت گیرد. هدف اصلی مسائل کامپیوتری که در انتهای هر فصل آمده است، یافتن شرایط بهینه طراحی یا یک نقطه بحرانی در فرایند طراحی است، و مسلماً هدف این نیست که تغییری کورکورانه در برخی از پارامترهای مسئله ایجاد کنیم تا تأثیر این تغییر را بر پاسخهای مسئله بیازماییم. از آنجا که فرمول‌بندی مسائل کامپیوتری و برنامه‌نویسی برای حل آنها نیازمند وقت قابل توجهی است، پیشنهاد می‌کنیم که تنها حل تعداد محدودی از این مسائل را از دانشجویان بخواهید.

هدف اصلی درس استاتیک به عنوان یکی از دروس پایه مکانیک که معمولاً در سال اول یا دوم دوره‌های کارشناسی رشته‌های مهندسی ارائه می‌شود ارتقاء توانایی دانشجویان در تحلیل مسائل مهندسی به روشی ساده و منطقی، و بکارگیری چند اصل اساسی و قابل فهم در حل آنهاست. تلاش ما در تدوین این کتاب، این بوده است که ضمن رعایت یک سبک نوشتاری ساده و روان، به جای پرداختن به حالت‌های خاص، به اصول بنیادی علم مکانیک بپردازیم و نشان دهیم که با استفاده از این اصول اندک می‌توان طیف گسترده‌ای از مسائل را حل کرد.

### رویکردهای اصلی ما در این کتاب

این کتاب شامل ۷ فصل است. 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. بدنه هر فصل به چندین قسمت تقسیم می‌شود. هر قسمت شامل یک یا چند بخش تئوری، یک یا چند مسئله نمونه، و تعداد زیادی مسئله است که به عنوان کار در منزل برای دانشجویان طراحی شده‌اند. مباحث تئوری هر فصل با یک بخش چکیده پایان می‌پذیرد. در این بخش، خلاصه مطالب ارائه شده در فصل که نیازمند توجه بیشتری است آورده شده‌اند. در ادامه فصل نیز مجموعه‌ای از مسائل تحت عنوان «مسائل دوره‌ای» آمده است. حل این مسائل که به منظور جمع‌بندی مفاهیم اساسی و کلیدی هر فصل طراحی شده‌اند می‌تواند کمک فراوانی به دانشجویان در مرور و جمع‌بندی این مفاهیم بنماید. در انتهای هر فصل مجموعه‌ای شامل چندین مسئله کامپیوتری وجود دارد که برای حل به کمک کامپیوتر طراحی شده‌اند.

### مسائل

در انتهای هر قسمت از فصول کتاب، یک یا چند مسئله نمونه آمده 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 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 به آن عادت کنند را نیز به نمایش می‌گذارد. در فرایند حل یک مسئله نمونه، نکاتی که برای روشنگری بیشتر مطالب آمده است تحت عنوان «نکات مفیده» و بارنگ آبی مشخص شده‌اند. در سراسر کتاب مجموعاً ۸۹ مسئله نمونه وجود دارد که تقریباً ۵۰ درصد آنها در این ویراست جدید هستند. این مسائل به دو دسته «مسائل مقدماتی» و «مسائل پیشرفته» تقسیم می‌شوند. دسته اول، مسائل ساده‌ای را در برمی‌گیرد که برای کمک به دانشجویان در درک مفاهیم جدید طراحی شده‌اند. اما دسته دوم شامل مسائلی است که نسبتاً دشوار و طولانی می‌باشند و به ترتیب دشواری مرتب شده‌اند. مسائل دشوارتر در انتهای «مسائل پیشرفته» آورده شده‌اند و با اعداد توخالی (مانند ۳۳۳) مشخص شده‌اند. مسائل کامپیوتری نیز که پس از مسائل دوره‌ای در انتهای هر فصل آمده‌اند با رنگ صورتی مشخص شده‌اند. پاسخ تمامی مسائل در انتهای کتاب آمده است.

به سبب اهمیت بیشتر سیستم واحدهای SI و بکارگیری روزافزون آن در سطح جهان، مسائل این ویراست منحصراً در سیستم SI طراحی شده‌اند.

یکی از جنبه‌های قابل توجه ویراست هفتم مانند تمامی ویراستهای پیشین، این است که سرشار از مسائل جذاب و مهمی می‌باشد که در طراحی مهندسی به کار می‌آیند. تمامی این مسائل چه به صورت مستقیم و چه به صورت غیرمستقیم با مفاهیم و روشهای اساسی در طراحی و تحلیل سازه‌های مهندسی و سیستمهای مکانیکی ارتباط پیدا می‌کنند.

### چاپ تمام رنگی کتاب برای تشخیص بهتر بردارها

به منظور دستیابی به وضوح و واقع‌گرایی هر چه بیشتر در تصاویر کتاب، این ویراست به صورت تمام رنگی چاپ شده است. دقت کنید که هر دسته از کمیتها با رنگ ویژه‌ای مشخص شده‌اند:

- رنگ قرمز برای نمایش نیروها و گشتاورها
- رنگ سبز برای نمایش بردارهای سرعت و شتاب
- رنگ نارنجی برای نمایش مسیر حرکت ذرات

تا حد امکان مکانیزمها یا اجسامی که دارای رنگ مشخصی هستند به همان رنگ ترسیم شده‌اند. تمامی اجزاء اصلی آن دسته از ترسیمات فنی که بخش ضروری از مجموعه کتابهای دوره مکانیک مهندسی «استاتیک و دینامیک» بوده‌اند در این ویراست نیز حفظ شده‌اند. مؤلفین کتاب بر این اعتقادند که رعایت استانداردهای بالای چاپ و تصویرسازی در تدوین کتاب مهندسی مکانیک از اهمیت حیاتی برخوردار است.

### ویژگیهای جدید این ویراست

در این ویراست، ضمن حفظ ویژگیهای اصلی ویراستهای پیشین، ویژگیهای جدید زیر تمیز افزوده شده است:

- به منظور دستیابی به بهترین دقت، وضوح و روانی متن، تمامی بخشهای تئوری کتاب بازبینی شده‌اند.
- مفاهیم کلیدی هر قسمت، در یک بخش مجزا و به صورت برجسته ارائه شده است.
- چکیده هر فصل به صورت مورد به مورد بیان شده است.
- تقریباً ۵۰ درصد مسائل این ویراست، جدید هستند. به منظور حصول اطمینان از دقت بالای پاسخهای ارائه شده در انتهای کتاب، تمامی مسائل جدید به طور جداگانه توسط طراحان کتاب حل شده‌اند.
- مسائل نمونه با یک صفحه‌بندی جدید و برجسته ارائه شده‌اند. برخی از مسائل نمونه و مسائل کامپیوتری در این ویراست، جدید هستند.
- برای نمایش ارتباط مفاهیم استاتیک با کاربردهای عملی مهندسی، در لابلای فصول از تصاویر جالب و برجسته استفاده شده است.

### سازماندهی فصلهای کتاب

در فصل ۱، «مقدمه‌ای بر استاتیک»، تعاریف، قوانین و مفاهیم اساسی مورد نیاز برای مطالعه درس استاتیک ارائه شده است.

در فصل ۲، «سیستمهای نیرو»، ویژگی بردارهای نیرو، گشتاور، کوپل و برآیند آنها بیان شده است، به گونه‌ای که دانشجویان می‌توانند مستقیماً به مبحث «تعادل سیستم نیروهای غیر هم‌مرس» در فصل ۳ بروند، بدون اینکه نیاز به مراجعه به مباحث مربوط به «تعادل نیروهای هم‌مرس وارد بر یک ذره» داشته باشند.

در قسمت اول از فصلهای ۲ و ۳، ابتدا به تحلیل مسائل دو بُعدی، و سپس در قسمت دوم، به تحلیل مسائل سه بُعدی می‌پردازیم. بنابراین، اساتید محترم می‌توانند تمام فصل ۲ را پیش از شروع فصل ۳ تدریس کنند، یا در یک رویکرد دیگر، ابتدا قسمت اول از فصلهای ۲ و ۳، و سپس قسمت دوم این فصول را تدریس نمایند. به این ترتیب، در رویکرد دوم، ابتدا مبحث «سیستمهای نیرو» و «تعادل» در دو بُعد و سپس در سه بُعد مورد بحث قرار می‌گیرند.



در فصل ۴، تحلیل سازه‌ها، کاربرد اصول تعادل برای تحلیل خرپاهای ساده، قابها و ماشینها با تمرکز بر سیستمهای دو بُعدی ارائه شده است. هر چند که تعداد کافی از مسائل سه بُعدی نیز به منظور تمرین بیشتر دانشجویان به روش تحلیل برداری در نظر گرفته شده‌اند.

در فصل ۵، نیروهای گسترده، مفهوم نیروهای گسترده و انواع آن ارائه شده است. در قسمت اول این فصل ابتدا به تعیین مرکز هندسی و مرکز جرم اجسام مختلف می‌پردازیم. در این قسمت، مثالهای متعددی ارائه شده است که به ایجاد مهارت در محاسبه مرکز هندسی و مرکز جرم اجسام مختلف کمک فراوانی به دانشجویان می‌کند. در قسمت دوم این فصل، مباحث ویژه مربوط به تیرها، کابلهای انعطاف‌پذیر و نیروهای هیدرواستاتیک در سیالات مورد بررسی قرار گرفته است. مباحث این قسمت را می‌توان بدون ایجاد خلل در فرایند آموزش درس استاتیک، از برنامه درسی حذف کرد.

فصل ۶، «اصطکاک»، نیز شامل دو قسمت است. در قسمت اول این فصل، ابتدا پدیده اصطکاک خشک، و سپس در قسمت دوم، کاربردهای اصطکاک در برخی از ماشینها مورد بررسی قرار می‌گیرد. اگرچه در صورت کمبود وقت می‌توان قسمت دوم این فصل را از برنامه آموزشی حذف کرد، اما بایستی بدانیم که مباحث این قسمت تجربیات ارزشمندی را در ارتباط با نیروهای متمرکز و گسترده در اختیار دانشجویان قرار می‌دهد. در فصل ۷، «کار مجازی»، مقدمه‌ای بر روش کار مجازی و کاربردهای آن برای سیستمهایی با یک درجه آزادی ارائه شده است. تأکید اصلی در این فصل بر مزایای روش کار مجازی و انرژی پتانسیل برای سیستمهایی مشکل از اجزاء به هم پیوسته و تعیین پایداری اینگونه سیستمهاست. روش کار مجازی فرصتی عالی برای درک قدرت تحلیل ریاضی در مکانیک بدست می‌دهد.

مبحث گشتاورها و حاصلضرب‌های اینرسی سطوح در پیوست «الف» آمده است. این مبحث به ایجاد ارتباط بین مفاهیم استاتیک و مقاومت مصالح کمک فراوانی می‌کند. پیوست «ج» خلاصه‌ای از مباحث برگزیده در ریاضیات مقدماتی، و همچنین چندین روش عددی که برای حل مسائل به کمک کامپیوتر بکار می‌رود را در بر می‌گیرد. در پیوست «د» نیز جداول مفید شامل ثابتهای فیزیکی، مرکز هندسی و گشتاورهای اینرسی سطوح و اجسام ساده هندسی که در محاسبات مهندسی بکار می‌روند آورده شده‌اند.

### راهنمای حل مسائل

به منظور کمک به دانشجویان در حل مسائل استاتیک، کتابچه‌ای که شامل تمامی مسائل کتاب است، طراحی و تدوین شده است.

در پایان سخن، بر خود لازم می‌دانم که از آقای مهندس مهیار پوربهبشتیان که پردازش تصاویر کتاب را با دقت و سلیقه به انجام رساندند و در تمامی مراحل آماده‌سازی کتاب و راهنمای حل مسائل نیز کمک شایانی به اینجانب نمودند صمیمانه تشکر کنم. از آقای مهندس حامد نیک نفس نیز که در تدوین کتاب مرا یاری دادند سپاسگزارم.

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 که دیدگاه‌ها و انتقادهای خود را در جهت اصلاح و ارتقاء کار با ما در میان بگذارید.

غلامرضا زارع پور

gh\_zarepour@yahoo.com