

ویراست دهم

بر اساس آخرین تصحیحات نویسنده

دیوید هالیدی . رابرت رزنیک . یرل واکر

# مبانی فیزیک

جلد اول

مکانیک و گرما

شاره‌ها و نوسان

محمد رضا خوش بین خوش نظر

نیاز دانش

Halliday, David	هالیدی، دیوید، ۱۹۱۶ م.	سرشناسه
مبانی فیزیک مکانیک و گرما (شاره‌ها و نوسان) / جلد اول / دیوید هالیدی، رابرت رزنیگ، یرل واکر؛ ترجمه محمدرضا خوش‌بین خوش نظر.		عنوان و نام پدیدآور
	ویراست ۱۰.	وضعیت ویراست
	تهران، نیاز دانش، ۱۳۹۳	مشخصات نشر
	۲ ج. مصور (رنگی)، جدول (رنگی)، نمودار (رنگی)	مشخصات ظاهری
شابک (دوره): ۹۷۸-۶۰۰-۶۴۸۱-۹۰-۶	شابک (جلد اول): ۹۷۸-۶۰۰-۶۴۸۱-۸۹-۰	شابک
	فیفا	وضعیت فهرست‌نویسی
	عنوان اصلی: Fundamentals of Physics, 10 <sup>th</sup> ed, 2014	یادداشت
	واژه‌نامه	یادداشت
	کتابنامه	یادداشت
	ج ۱ - مکانیک و گرما (شاره‌ها و نوسان)	مندرجات
	فیزیک	موضوع
Resnick, Robert	رزنیگ، رابرت، ۱۹۲۳ م	شناسه افزوده
Walker, Jearl	واکر، یرل، ۱۹۴۵ م	شناسه افزوده
	خوش‌بین خوش نظر، محمدرضا، ۱۳۴۸ مترجم.	شناسه افزوده
	۱۳۹۳ م ۲/الف/۳/۲۱/۳	رده‌بندی کنگره
	۵۳۰	رده‌بندی دیویی
	۳۶۲۰۸۱۵	شماره کتابشناسی ملی



نام کتاب	مبانی فیزیک مکانیک و گرما (شاره‌ها و نوسان) / جلد اول
نویسندگان	دیوید هالیدی / رابرت رزنیگ / یرل واکر
مترجم	محمدرضا خوش‌بین خوش نظر
مدیر اجرایی - ناظر بر چاپ	حمیدرضا محمد شیرازی - محمد شمس
ناشر	نیاز دانش
صفحه‌آرا	واحد تولید انتشارات نیاز دانش
لیتوگرافی / چاپ	فرانکش - گنجینه
نوبت چاپ	اول - ۱۳۹۳
شمارگان	۱۵۰۰ نسخه
قیمت	۲۸۰۰۰۰۰ ریال همراه با DVD

شابک (جلد اول): ۹۷۸-۶۰۰-۶۴۸۱-۸۹-۰

شابک (دوره): ۹۷۸-۶۰۰-۶۴۸۱-۹۰-۶

هرگونه چاپ و تکثیر (اعم از زیراکس، بازنویسی، ضبط کامپیوتری و تهیه‌ی CD) از محتویات این اثر بدون اجازه کتبی ناشر ممنوع است. متخلفان به موجب بند ۵ از ماده ۲ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان و هنرمندان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

کلیه حقوق این اثر برای ناشر محفوظ است.

تماس با انتشارات: ۰۲۱-۶۶۴۷۸۱۰۶-۶۶۴۷۸۱۰۸-۰۹۱۲۷۰۷۳۹۳۵

www.Niaze-Danesh.com

مشاوره جهت نشر: ۰۹۱۲-۲۱۰۶۷۰۹

## چرا این کتاب را نوشتم

سرگرمی با چالشی بزرگ. این، آن شیوه‌ای است که من به فیزیک نگریسته‌ام، از آن روزی که شارون، یکی از دانشجویان کلاسی که من به عنوان یک دانشجوی تحصیلات تکمیلی در آن تدریس می‌کردم، ناگهان از من پرسید: "این چیزها چه ربطی به زندگی من دارند؟" و البته من بی‌درنگ پاسخ دادم: "شارون، این‌ها به همه چیز زندگی تو ربط دارند - این فیزیک است."

او از من خواست مثالی بزنم. فکر کردم و فکر کردم، ولی نتوانستم مثالی بیاورم. آن شب بود که کتاب *نمایش هیجان‌انگیز فیزیک*<sup>1</sup> را برای شارون و البته خودم آفریدم؛ زیرا اندیشیدم که شکایت او، شکایت من نیز هست. من شش سال تمام در چندین و چند کتاب درسی فیزیک لولیده بودم که به طرز شایسته‌ای بر مبنای بهترین برنامه‌های تعلیم و تربیت (پداگوژی) نگاشته شده بودند، ولی همگی چیزی کم داشتند. فیزیک جالب‌ترین موضوع جهان است، زیرا به چگونگی عمل کرد جهان می‌پردازد و تا آن زمان کتاب‌های درسی هر ارتباط تنگاتنگی با جهان واقعی را کاملاً حذف کرده بودند. سرگرمی غایب بود.

من حجم زیادی از فیزیک جهان واقعی را، مرتبط با ویراست جدید کتاب *نمایش هیجان‌انگیز فیزیک* به ویراست جدید مبانی فیزیک افزوده‌ام. اغلب آن‌ها حاصل کلاس‌هایی هستند که در آن‌ها مبانی فیزیک را درس می‌دهم، جایی که می‌توانم از مواجهه‌ی رو در رو و اظهارنظرهای بی‌پروا دریابم که چه موضوعی به کار می‌آید و چه موضوعی، نه. یادداشت‌های حاصل از موفقیت‌ها و شکست‌های مبانی این کتاب را شکل می‌دهند. پیام من در این جا همانی است که از زمان پس از شارون در چندین سال پیش، با هر دانشجویی که ملاقات کرده‌ام به زبان آورده‌ام. "بله، تو می‌توانی با استفاده از مفاهیم اصلی فیزیک برای همه‌ی روش‌های منجر به نتایج معتبر دنیای جهان واقعی دلیل بیاوری، و این فهم واقعی، جایی است که سرگرمی هست."

هدف‌های زیادی از نگارش این کتاب داشته‌ام، ولی یکی از مهم‌ترین آن‌ها در اختیار گذاردن ابزاری برای مدرسان بوده است تا با آن بتوانند به دانشجویان آموزش دهند که چگونه به طرز مؤثری مطالب علمی را بخوانند، مفاهیم بنیادی را بشناسند، در مورد پرسش‌های علمی استدلال و مسئله‌های کمی را حل کنند. این فرآیند، نه برای دانشجویان و نه برای مدرسان، ساده نیست. در واقع درسی که به این کتاب مربوط می‌شود ممکن است یکی از چالشی‌ترین درس‌هایی باشد که دانشجو انتخاب می‌کند. در عین حال، می‌تواند یکی از ارزشمندترین درس‌ها باشد، زیرا نظم بنیادینی را در عالم آشکار می‌سازد که تمام کاربردهای علمی و مهندسی از آن سرچشمه می‌گیرد.

بسیاری از استفاده‌کنندگان ویراست نهم (هم مدرسان و هم دانشجویان) نکته‌ها و پیشنهادهایی جهت اصلاح کتاب ارسال کرده‌اند. این اصلاح‌ها اکنون در متن و مسئله‌های سرتاسر کتاب اعمال شده است. من و انتشارات *جان وایلی و پسران*<sup>2</sup>، به این کتاب به چشم طرحی رو به پیشرفت نگاه می‌کنیم و با دریافت نظرات استفاده‌کنندگان آن، دلگرم‌تر می‌شویم. می‌توانید پیشنهادها، تصحیح‌ها، نظرهای مثبت یا منفی خود را به انتشارات *جان وایلی و پسران* یا *یرل واکر* (آدرس پستی:

Physics Department, Cleveland State University, Cleveland, OH 44115 USA

یا پایگاه ([www.flyingcircusofphysics.com](http://www.flyingcircusofphysics.com)) ارسال کنید. ممکن است نتوانیم به همه‌ی

پیشنهادها پاسخ دهیم، ولی همه‌ی آن‌ها را حفظ و مطالعه خواهیم کرد.

## نمایش هیجان‌انگیز فیزیک

یرل واکر



تصویرها اثر کریس جونز  
وکتور و چاپگری

## موارد جدید کدام‌اند؟

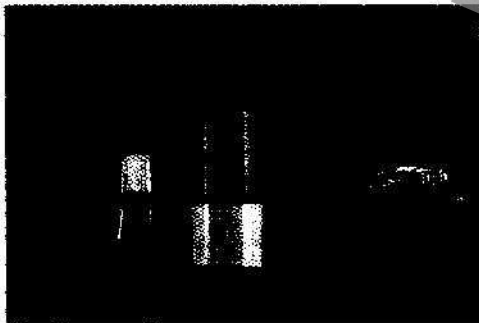
**بخش‌ها و هدف‌های یادگیری** دانشجویانم از ضعیف‌ترین آن‌ها گرفته تا قوی‌ترین‌شان همواره این سؤال را از من پرسیده‌اند "قرار بوده است چه چیزی از این بخش بیاموزیم؟" موضوع این است که حتی یک دانشجوی فکور هم ممکن است متوجه نشود کدام نکات اصلی را باید از هر بخش فرا گیرد. این احساسی است که خودم هم سال‌ها پیش در استفاده از نخستین ویراست کتاب *هالیدی - رزینیک* داشتم، وقتی که فیزیک سال اول دانشگاه را می‌گذراندم.

من برای حل این مشکل، در این ویراست جدید، هر فصل را با بخش‌هایی مفهومی مبتنی بر یک موضوع اصلی نوسازی کردم و هر بخش را با فهرستی از هدف‌های یادگیری آغاز نمودم. این فهرست شامل شرحی واضح از مهارت و نکات آموزشی است که باید در پی خواندن آن بخش فرا گرفته شود. در پی هر فهرست، خلاصه‌ای کوتاهی از نکته‌هایی کلیدی می‌آید که آن‌ها نیز باید فرا گرفته شوند. مثلاً نگاهی به نخستین بخش فصل ۱۶ بیاندازید، فصلی که در آن دانشجو با حجم زیادی از مطالب و مفاهیم مواجه می‌شود. به جای آنکه کسب این مفاهیم و تقسیم‌بندی آن‌ها را به توانایی هر دانشجو واگذارم، من اکنون فهرست واریسی مشخصی را تدارک دیده‌ام که قدری شبیه به فهرستی است که یک خلبان پیش از راندن هواپیما باید آن‌ها را بررسی کند.

**ارتباط بین تکالیف خانه و هدف‌های یادگیری** در *WileyPLUS*، هر پرسش و مسئله‌ای آخر فصل به یک هدف یادگیری مربوط شده است، تا این پرسش (که معمولاً صحیحی از آن نمی‌شود) پاسخ داده شود که "چرا من دارم این مسئله را حل می‌کنم؟ و قرار است از حل آن چه چیزی بیاموزم؟" به گمان من با شرحی واضح از هدف یک مسئله، دانشجو می‌تواند آن هدف یادگیری را بهتر به مسائلی دیگر منتقل کند که بیانی متفاوت ولی همان نکته‌ی اصلی را در بر دارند. این می‌تواند به حل این مشکل فراگیر کمک کند که دانشجو روش حل یک مسئله‌ی خاص را می‌آموزد ولی نمی‌تواند نکته‌ی کلیدی آن را برای مسئله‌هایی با شکل و شمایل دیگر به کار بندد.

**بازنویسی فصل‌ها** دانشجویان من با چند فصل اصلی و بخش‌هایی از چند فصل دیگر مشکل داشتند و از همین رو من در این ویراست جدید بخش عمده‌ای از مطالب را بازنویسی کرده‌ام. مثلاً، من فصل‌های قانون گاوس و پتانسیل الکتریکی را که برای دانشجویانم سخت به نظر می‌رسید، از نو پی‌ریزی کرده‌ام. اکنون مطالب روان‌ترند و به شیوه‌ای سراسر به نکته‌های اصلی می‌رسند. در فصل‌های مربوط به فیزیک کوانتومی، من معادله‌ی شرودینگر را بسط داده‌ام، به طوری که اکنون بازتاب امواج مادی از پتانسیل پله‌ای را نیز در بر می‌گیرد. به درخواست چند تن از مدرسان، بحث اتم بور را از معادله‌ی شرودینگر برای اتم هیدروژن جدا کردم تا بدین ترتیب بتوان از دلایل تاریخی کار بور گذشت. همچنین، اکنون بخشی در مورد تابش جسم سیاه پلانک افزوده شده است.

**مسئله‌های نمونه، پرسش و مسئله‌های جدید** ۶۰ مسئله‌ی نمونه‌ی جدید به فصل‌ها افزوده شده است. این مسئله‌ها طوری نوشته شده‌اند که برخی از مطالب دشوار را برای دانشجویانم روشن کنند. همچنین بنا به درخواست تعدادی از مدرسان، حدود ۲۵۰ مسئله و ۵۰ پرسش به آخر فصل‌ها افزوده شده است.



**فیلم‌های آموزشی** در نسخه‌ی الکترونیکی کتاب که در *WileyPLUS* موجود است، *دیوید مایولو* از دانشگاه رانگزر فیلم‌هایی از تقریباً ۳۰ عکس و تصویر متن کتاب تدارک دیده است. بیشتر فیزیک، مطالعه‌ی چیزها در حرکت است و یک فیلم اغلب می‌تواند درک بهتری از یک عکس یا شکل ساکن به دست دهد.

**کمک‌های برخط** *WileyPLUS* صرفاً یک برنامه‌ی امتیازدهی نیست، بلکه بیشتر یک مرکز

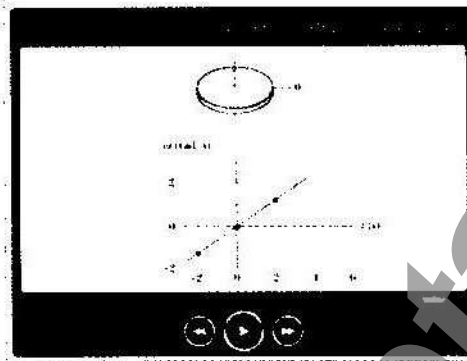
یادگیری پویا پر از کمک‌های آموزشی مختلف است که شامل حل با راهنمایی و مرحله به مرحله‌ی مسئله‌ها، همراه با آزمون‌های کوچک، تصاویر متحرک، صداها مسئله‌ی نمونه، شبیه‌سازی‌ها و نمایش‌های تصویری، و بالغ

بر ۱۵۰۰ فیلم از مرورهای ریاضی گرفته تا گفتارهایی کوتاه برای مثالها است. در هر ترم تحصیلی به بیشتر این کمک‌های یادگیری افزوده می‌شود. برای ویراست دهم، برخی از عکس‌هایی که مربوط به حرکت می‌شوند، به فیلم تبدیل شده‌اند تا بتوان آن‌ها را با دور آهسته مشاهده و تحلیل کرد.

همه‌ی این هزاران کمک‌های یادگیری ۲۴ ساعت روز و در ۷ روز هفته در دسترس‌اند و در هر زمانی قابل تکرارند. بنابراین، اگر دانشجویی درگیر مسئله‌ای، مثلاً در ساعت ۲ نیمه‌شب بشود (که ظاهراً زمانی فراگیر برای حل تکالیف فیزیک است) منابعی سودمند و مساعد در دسترس دارد که صرفاً با کلیک یک ماوس (موشواره) به او ارائه می‌شوند.

## ابزارهای یادگیری

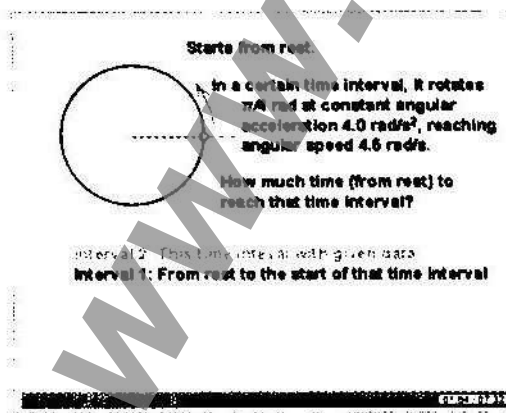
Angular velocity derived from angular position



وقتی من نخستین ویراست کتاب هالیدی - رزنیک را در سال اول تحصیل خود فرا می‌گرفتم، برای درک بیشتر مطالب آن، هر فصل را بارها و بارها می‌خواندم. ولی امروزه دانشجویان گستره‌ی وسیعی از شیوه‌های یادگیری را در اختیار دارند، و من از این رو گستره‌ی وسیعی از ابزارهای یادگیری را هم در این ویراست جدید و هم به طور برخط در WileyPLUS تدارک دیده‌ام:

**پویا نمایی** یکی از مشخصه‌های بارز هر فصل است. در این کتاب، این مشخصه‌ها با نقشی چرخشی

نشان داده شده است. در WileyPLUS پویانمایی‌ها با یک کلیک (ماوس) موشواره شروع می‌شوند. من این نمایش‌ها را که غنی از اطلاعات هستند از آن‌رو برگزیدم که دانشجویان بتوانند فیزیک مطالب را در یک یا دو دقیقه به طور عملی ببینند، به جای آن‌که صرفاً آن‌ها را به طور تخت در صفحه‌ی کاغذ مشاهده کنند. این نمایش‌ها نه تنها به فیزیک جان می‌بخشند، بلکه می‌توانند هر بار که دانشجو بخواند، تکرار شوند.



**فیلم‌ها** من بیش از ۱۰۰۰ فیلم آموزشی را تدارک دیده‌ام که هر ترم روزآمد می‌شوند. دانشجویان می‌توانند موقع شنیدن مطالب من درباره‌ی حل‌ها، نکات آموزشی، مسائل نمونه، یا مروری‌ها، رسم‌ها و نوشته‌های من را روی صفحه‌ی نمایشگر ببینند، گویی پهلو به پهلو من، به هنگام نوشتن آن مطالب در اتاقم نشسته‌اند. تدریس رودررو، همواره از ارزشمندترین ابزار آموزشی است. با این حال فیلم‌های من ۲۴ ساعت روز، در ۷ روز هفته در دسترس‌اند، و می‌توانند به طور نامحدودی تکرار گردند.

- آموزش‌های ویدیویی راجع به مباحث هر فصل. مباحثی را برگزیدم که دانشجویان بیشترین مشکل را با آن‌ها دارند و آن‌ها را سردرگم می‌سازد.
- مرورهای ویدئویی بر ریاضیات دبیرستان. از قبیل توابع جبری مقدماتی، توابع مثلثاتی، و دستگاه معادلات.
- مقدمات ریاضی ویدئویی. از قبیل ضرب برداری که برای دانشجویان جدید هستند.
- نمایش‌های ویدئویی تمام مسئله‌های نمونه. در هر فصل کتاب قصد من حل مسئله‌ها با شروع از یک ایده‌ی کلیدی است، به جای آن‌که صرفاً فرمول‌ها را به کار گیرم. ولی، همچنین می‌خواهم چگونگی خواندن یک مسئله‌ی نمونه را نشان دهم، یعنی چگونه حل مسئله را بخوانیم تا روش‌های حل مسئله‌ای را بیاموزیم که می‌توانند به انواع دیگری از مسائل نیز تعمیم یابند.

**GO Tutorial** Close

The GO Tutorial will provide you with a step-by-step guide on how to approach the problem. When you are finished, go back and try the problem again on your own. To view the original question while you work, you can just drag this screen to the side. (This GO Tutorial consists of 4 steps.)

**Step 1: Solution Step 1 of GO Tutorial 10-30**

**KEY IDEAS:**

(1) When an object rotates at constant angular acceleration, we can use the constant-acceleration equations of Table 10-1 modified for angular motion:

(1)  $\omega = \omega_0 + \alpha t$

(2)  $\theta - \theta_0 = \omega_0 t + \frac{1}{2} \alpha t^2$

(3)  $\omega^2 = \omega_0^2 + 2\alpha(\theta - \theta_0)$

(4)  $\theta - \theta_0 = \frac{1}{2}(\omega_0 + \omega)t$

(5)  $\theta - \theta_0 = \omega t - \frac{1}{2} \alpha t^2$

Counterclockwise is the positive direction of rotation, and clockwise is the negative direction.

(2) If a particle moves around a rotation axis at radius  $r$ , the magnitude of its radial (centripetal) acceleration at any moment is related to its tangential speed  $v$  (the speed along the circular path) and its angular speed at that moment by

$a_r = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$

(3) If a particle moves around a rotation axis at radius  $r$ , the magnitude of its tangential acceleration at (the acceleration along the circular path) at any moment is related to angular acceleration  $\alpha$  at that moment by

$a_t = r\alpha$

(4) If a particle moves around a rotation axis at radius  $r$ , the angular displacement through which it rotates is related to the distance  $s$  it moves along its circular path by

$s = r\Delta\theta$

**GETTING STARTED:** What is the radius of rotation (in meters) of a point on the rim of the flywheel?

Number:  Unit:

exact number, no tolerance Check Your Input

**Step 2: Solution Step 2 of GO Tutorial 10-30**

What is the final angular speed in radians per second?

Number:  Unit:

the tolerance is +/-2%

Check Your Input

**Step 3: Solution Step 3 of GO Tutorial 10-30**

What was the initial angular speed?

Number:  Unit:

exact number, no tolerance Check Your Input

**Step 4: Solution Step 4 of GO Tutorial 10-30**

Through what angular distance does the flywheel rotate to reach the final angular speed?

Number:  Unit:

the tolerance is +/-2%

Check Your Input

Now that you know how to solve the problem, go back and try again on your own. Close

• حل‌های ویدئویی برای ۲۰٪ مسئله‌های برگزیده‌ی آخر فصل. چگونگی دسترسی و تعیین زمان دسترسی به این حل‌ها توسط مدرس تعیین می‌شود. مثلاً آن‌ها می‌توانند پس از یک فرجه‌ی تکلیف‌خانه یا یک امتحان، قابل دسترسی باشند. هر حل صرفاً یک جای‌گذاری در فرمول‌ها نیست. بلکه من هر حل را از ایده‌های کلیدی تا نخستین مرحله‌ی استدلال و تا حل نهایی پی می‌ریزم. دانشجویان صرفاً حل یک مسئله‌ی خاص را فراموش نمی‌گیرند، بلکه یاد می‌گیرند که چگونه با هر نوع مسئله‌ای دست و پنجه نرم کنند، حتی اگر حل آن مسائل به یک شهادت فیزیکی نیاز داشته باشد.

• مثال‌های ویدئویی از چگونگی خواندن داده‌ها از روی نمودار. (پیش از خواندن ساده‌ی یک عدد بدون درک فیزیک آن)

• کمک حل مسئله من مراجع زیادی برای *WileyPLUS* نوشته‌ام تا به مهارت‌های حل مسئله‌ی دانشجویان کمک کند.

• تمام مسئله‌های نمونه‌ی کتاب به طور وصل-خط در هر دو شکل نوشتاری و ویدئویی در دسترس است.

• صدها مسئله‌ی نمونه‌ی اضافی. گرچه آن‌ها به طور مستقل در دسترس‌اند، اما (بسته به صلاحدید مدرس) می‌توانند به مسائل تکالیف

خانه نیز مرتبط شوند. بنابراین، اگر یکی از مسائل تکلیف‌خانه، مثلاً مربوط به نیروهای وارد بر قطعه‌ای روی سطح شیب‌دار باشد، ربطی به یک مسئله‌ی نمونه‌ی مربوط به آن فراهم شده است. ولی، این مسئله‌ی نمونه صرفاً المثنی آن تکلیف نیست و بنابراین حلی را فراهم نمی‌آورد که بشود بدون درک موضوع، صرفاً از آن کپی‌برداری کرد.

• حل‌های با راهنمایی مرحله به مرحله. برای ۱۰٪ مسئله‌های آخر کتاب فراهم آمده‌اند. من در چند مرحله، دانشجویان را با شروع از ایده‌های کلیدی راهنمایی می‌کنم و وقتی پاسخ غلطی بدهند، آن‌ها را برای رسیدن به پاسخ درست راهنمایی می‌کنم. ولی عمدتاً قسمت آخر (پاسخ نهایی) را به دانشجویان و می‌گذارم تا در پایان آن‌ها مسئول پاسخ نهایی باشند. برخی از سیستم‌های حل مسئله‌ی مرحله به مرحله، وقتی دانشجو پاسخ غلطی را می‌دهد او را به دام می‌اندازند، که این می‌تواند موجب سرخوردگی زیادی شود. سیستم یاددهی من دامی ندارد، زیرا دانشجو می‌تواند در هر مرحله‌ای از حل، به مسئله‌ی اصلی بازگردد.

• راهنمایی برای تمام مسئله‌های آخر فصل. به طور برخط (بسته به صلاحدید مدرس) در دسترس‌اند. من این راهنمایی‌ها را به صورت ایده‌های اصلی و روش‌های کلی حل مسائل نوشته‌ام، نه این‌که دستورالعمل‌هایی برای رسیدن به پاسخ نهایی بدون هیچ درکی از مطلب باشند.

### مطالب ارزشیابی



• پرسش‌های مروری در هر بخش به‌طور برخط در دسترس‌اند. من پرسش‌ها را از آن رو نوشته‌ام که نیاز به تحلیل یا درک عمیقی ندارند؛ بلکه آن‌ها آزمون ساده‌ای برای آن‌اند که آیا دانشجو آن بخش را خوانده است یا خیر. وقتی دانشجو یک بخش را باز می‌کند، یک پرسش به طور تصادفی (از بانک پرسش‌ها) در انتها ظاهر

