

پیش گفتار

این کتاب محصول بیش از نیم قرن راهبری و نوآوری در آموزش فیزیک است. نخستین ویراست کتاب فیزیک دانشگاهی توسط فرانسیس دبلیو. سیرز و مارک دبلیو. زیمانسکی در سال ۱۹۴۹ میلادی منتشر شد. در آن هنگام این کتاب در میان کتاب‌های درسی فیزیک مبتنی بر حسابان به لحاظ تاکید بر مفهومی‌های بنیادی فیزیک و چگونگی کاربست آن‌ها کتابی انقلابی بود. موفقیت کتاب فیزیک دانشگاهی نزد نسل‌هایی از (چند میلیون) دانشجوی و مدرس در سراسر گیتی گواهی است بر شایستگی این رهیافت و بر بسیاری از نوآوری‌هایی که در پی آن وارد شده‌اند.

ما به هنگام تهیه این ویراست دوازدهم جدید با به کارگیری بهترین ایده‌های پژوهشی در آموزش همراه با آموزش شیوه‌های کارآمد برای حل مسئله، آموزش‌های پیش‌تاز مفهومی و دیداری، نخستین مجموعه‌ی مسئله‌های سازمان یافته اساسی، و سامانه‌ی راهنمایی درسی و تکلیف‌های برخط (*on line*) که بیش‌ترین تاییدهای آموزش و پرورش در جهان را دارند و به طور گسترده به کار می‌روند، کتاب فیزیک دانشگاهی را گسترش داده و به طور فزاینده‌تری بهسازی کرده‌ایم.

تازه‌های این ویراست

- **حل مسئله. چارچوب مورد تایید مبتنی بر پژوهش چهار مرحله‌ای حل مسئله** (شناسایی، آمادگی، اجرا، ارزیابی) اینک در سراسر هر مثال حل شده، در راهبرد حل مسئله‌ی ویژه‌ی هر فصل و در هر راه‌حلی در کتاب راهنمای مریبان و کتاب راهنمای حل مسئله برای دانشجویان به کار گرفته شده است. در این کتاب در مثال‌های حل شده طرح‌هایی گنجانده شده تا توجه دانشجویان به این مرحله‌ی حساس جلب شود، پژوهش نشان می‌دهد که دانشجویان گرایش به آن دارند که از طرح‌هایی که به صورت شکل‌های بسیار مرتب نمایش داده می‌شوند بی‌توجه بگذرند.
- **آموزشی که با تمرین دنبال می‌شود.** یک مسیر آموزشی ترتیب‌دار و سامانمند که با تمرین دنبال می‌شود شامل **هدف‌های آموزشی** در آغاز هر فصل، و **خلاصه‌های دیداری فصل‌هاست** که در آن‌ها با واژه‌بندی، ریاضی و شکل به هر مفهوم استحکام بخشیده می‌شود. پرسش‌های مفهومی مورد پسند عموم **درک خود را بیازمایید** در پایان هر بخش **ترتیب رتبه‌بندی و چند گزینه‌ای** را به کار می‌گیرد تا برای دانشجویان امکان آزمون آنی دانش آن‌ها فراهم شود.
- **توان آموزشی شکل‌ها.** با به کار بردن شگرد "حاشیه‌نویسی" که در پژوهش‌ها مورد تایید قرار گرفته است (تفسیرهایی حاشیه‌ای که به منظور راهنمایی دانشجو در تعبیر شکل به آن اضافه می‌شود) و با **استفاده‌ی نظام‌مند از رنگ و جزئیات** (برای مثال در مکانیک، رنگ برای جلب توجه دانشجو به جسم مورد نظر به کار می‌رود و بقیه‌ی تصویر به رنگ خاکستری و بدون جزئیات گیج‌کننده است) بر توان آموزشی شکل‌ها افزوده شده است.
- **مسئله‌های آخر فصل بهسازی شده.** کتاب فیزیک دانشگاهی به فراهم کردن گسترده‌ترین و آزموده‌ترین مسئله‌های در دسترس مشهور بوده است، ویراست دوازدهم از این هم فراتر می‌رود: این ویراست **نخستین مجموعه‌ای از مسئله‌های فیزیک را که به طور سازمان یافته بر اساس عملکرد ملی دانشجویان بهسازی شده است** ارائه می‌کند. با استفاده از این تحلیل، مجموعه‌ی کامل ۳۷۰۰ مسئله‌ای شامل بیش از ۸۰۰ مسئله‌ی جدید تشکیل شده است.

• **تسلط بر فیزیک** (www.masteringphysics.com). مقوله‌ی تسلط بر فیزیک (*Mastering Physics*) که از ویراست یازدهم مطرح گردید اینک به صورت سامانه‌ی به لحاظ فنی پیشرفته‌ای از راهنمایی‌ها و تکلیف‌های خارج از کلاس، روی اینترنت قرار داده است که به طور گسترده به کار گرفته می‌شود. تسلط بر فیزیک در ویرایش دوازدهم حاوی انبوهی از مطالب جدید و بهسازی‌های فناورانه است. تسلط بر فیزیک علاوه بر مجموعه‌ی بیش از ۱۲۵۰ راهنمایی و تمامی مسئله‌های آخر فصل، راهنمایی‌های ویژه‌ای نیز برای هر راهبرد حل مسئله و هر پرسش درک خود را بیازمایید برای هر فصل ارائه می‌کند. پاسخ‌ها هم از انواع جبری، عددی، و چند گزینه‌ای‌اند و هم از انواع رده‌بندی، مرتب‌کردنی، رسم نمودار، رسم بردار و ترسیم پرتوها هستند.

ویژگی‌های کلیدی فیزیک دانشگاهی

راهنمایی برای دانشجویان بسیاری از دانشجویان فیزیک به سادگی به این دلیل دچار مشکل می‌شوند که نمی‌دانند از کتاب خود چگونه استفاده کنند. بخش "چگونه با تلاش واقعی در فیزیک موفق باشیم" که پیش از این پیش‌گفتار آمد یک "راهنمای استفاده" برای همه‌ی جنبه‌های این کتاب است. در این بخش که توسط پروفیسور مارک لا بائو (کالج دولتی نورمن‌دیل) نوشته شده تعدادی راهنمایی مفید برای شیوه‌ی درس خواندن نیز داده شده است. هر دانشجو باید این بخش را بخواند! **آرایش فصل**، بخش نخست هر فصل *مقدمه‌ای* است که در آن مثال‌های ویژه‌ای از محتوای فصل ارائه می‌شود و فصل را به آنچه پیش از آن آمده است مربوط می‌کند. یک پرسش *آغازین فصل* همراه با فهرستی از هدف‌های آموزشی نیز هست تا خواننده را درباره‌ی موضوع فصلی که در پیش دارد به تفکر وادارد. (برای یافتن پاسخ این پرسش به دنبال نشانه‌ی ؟ بگردید.) بیش‌تر بخش‌ها با یک پرسش درک خود را *بیازمایید* پایان می‌یابد که یا مفهومی است یا ماهیت کمی دارد. پس از بخش پایانی فصل یک *خلاصه‌ی فصل دیداری* می‌آید که دربردارنده‌ی مهم‌ترین اصل‌های فصل است و همراه با آن فهرستی از *اصطلاح‌های کلیدی* با رجوع به شماره‌ی صفحه‌ای که هر واژه در آن مطرح شده است ارائه می‌شود. پاسخ پرسش *آغازین فصل* و پرسش‌های درک خود را بیازمایید پس از اصطلاح‌های کلیدی می‌آید.

پرسش‌ها و پاسخ‌ها در پایان هر فصل مجموعه‌ای از پرسش‌هایی *بحث‌انگیز* است که درک مفهومی دانشجو را آزموده و به آن عمق می‌بخشد. آنچه پس از این مجموعه می‌آید عبارت است از *تمرین‌ها* که مسئله‌های تک مفهومی مربوط به تک تک بخش‌های متن هستند؛ مسئله‌ها که به طور معمول شامل یک یا دو گام نه چندان ساده‌اند؛ و *مسئله‌های چالشی* که به منظور به چالش فراخواندن دانشجویان زبده مطرح شده‌اند. مسئله‌ها شامل *کاربست‌هایی* در زمینه‌های بسیار دور از همی چون اختر فیزیک، زیست‌شناسی، و آثرودینامیک‌اند. بسیاری از مسئله‌ها یک بخش مفهومی دارند که در آن دانشجویان باید نتیجه‌هایی را که به دست آورده‌اند به بحث بگذارند و توضیح دهند. پرسش‌ها، تمرین‌ها و مسئله‌های تازه‌ای که در این ویراست آمده‌اند توسط واین اندرسون (*Wayne Anderson*) (کالج ساکرامنتوسیتی)، لایرد کرامر (*Laird Kramer*) (دانشگاه بین‌المللی فلوریدا) و چارلی هیبارد (*Charlie Hibbard*) طراحی و تنظیم شده‌اند.

راهبردهای حل مسئله و مثال‌های حل شده، در سراسر کتاب *راهبردهایی برای حل مسئله* فوت‌وفن حل انواع ویژه‌ی مسئله‌ها را در اختیار دانشجویان قرار می‌دهند. این راهبردها نیاز آن دانشجویانی را که احساس می‌کنند "مفهوم‌ها را می‌فهمند ولی نمی‌توانند مسئله‌ها را حل کنند" برآورده می‌کنند.

راهبردهایی برای حل مسئله جملگی رهیافت شناسایی، آمادگی، اجرا، و ارزیابی را برای حل مسئله‌ها دنبال می‌کنند. این رهیافت دانشجویان را در یافتن چگونگی آغاز به کار در شرایط پیچیده، شناسایی مفهوم‌های فیزیکی مربوط، تصمیم‌گیری درباره‌ی این که چه ابزارهایی برای حل مسئله مورد نیاز است، اجرای حل و سپس ارزیابی این که آیا نتیجه منطقی است یا نه یاری می‌دهد.

پس از هر راهبرد حل مسئله یک یا چند مثال حل شده می‌آید که آن راهبرد را نمایش می‌دهد. در هر فصل مثال‌های حل شده‌ی فراوان دیگری نیز گنجانده شده است. همه‌ی مثال‌های کمی همانند راهبردهای حل مسئله همان رهیافت شناسایی، آمادگی، اجرا و ارزیابی را به کار می‌برند. چندتایی از مثال‌ها صرفاً کیفی‌اند و با عنوان *مثال‌های مفهومی* مشخص شده‌اند؛ برای نمونه مثال مفهومی ۵ - ۶ (که انرژی‌های جنبشی را مقایسه می‌کند، ۸ - ۱۰ (تکانه برحسب انرژی جنبشی) و ۶ - ۵ (فرایند بی‌درروی برگشت‌ناپذیر).

بندهای "هشدار" با تجربه‌ی دو سده پژوهش در آموزش فیزیک، شماری از شبهات مفهومی که دانشجویان تازه‌کار فیزیک را به دردمر می‌اندازد آشکار ساخته است. از جمله این که برای حرکت نیرو لازم است، این که جریان الکتریکی در حین حرکت در مدار "مصرف" می‌شود، و این که حاصل ضرب جرم جسم در شتاب آن خود یک نیرو است. بندهای "هشدار" دانشجویان را از وجود این شبهات و شبهات دیگر آگاه می‌کند و توضیح می‌دهد که شیوه‌ی نادرست تفکر که ممکن است دانشجو از آغاز درباره‌ی یک وضعیت خاص در پیش گرفته باشد چرا نادرست است. (برای مثال صفحه‌های ۱۱۸ و ۱۵۹ و ۵۵۹ را ببینید.)

نمادگذاری و یکاها دانشجویان اغلب به این که چه کمیتی بردار است و چه کمیتی بردار نیست توجه ندارند. ما برای کمیت‌های برداری از نمادهای ایتالیک سیاه با پیکانی روی آن استفاده می‌کنیم، مثل \vec{v} ، \vec{a} و \vec{F} . بردارهای یکه مثل \vec{i} نشان داده می‌شوند. علامت‌های +، -، x و سیاه در معادله‌های برداری به کار برده می‌شوند تا بین عملیات ریاضی برداری و نرده‌ای تمایز ایجاد شده باشد. فقط از یکاهای SI استفاده شده است (در جایی که لازم باشد از تبدیل‌های انگلیسی نیز استفاده شده است). برای تمام شکل‌های انرژی، از جمله گرما، از ژول به عنوان یکای استاندارد استفاده شده است.