



وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی
دفتر انتشارات و تکنولوژی آموزشی

روشده

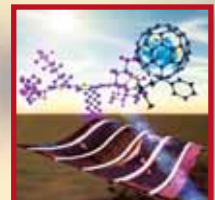
۱۰۸

www.roshdmag.ir

فصل نامه آموزشی، تحلیلی و اطلاع رسانی
دوره سی ام، شماره ۱، پاییز ۱۳۹۳، ۶۴ صفحه، ۱۱۰۰۰ ریال
ISSN: 1606-917x

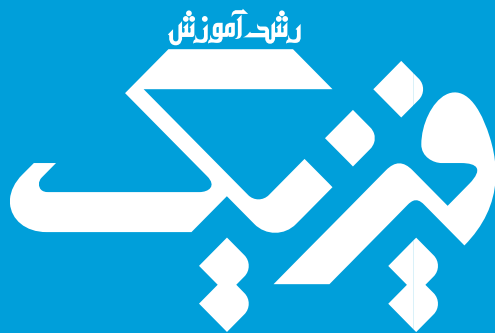


- مرزهای فیزیک
- باید به ریشه های علمی خود بپردازیم
- درک مفهوم تکانه زاویه ای به کمک متر فنی نجاران
- آیا محدودیتی برای اندازه قطره های آب در طبیعت وجود دارد؟





نفتکش غول پیکر ایرانی براساس توازن بین نیروی شناوری روبه
بالا و نیروی گرانش روبه پایین، روی آب شناور می ماند
(به مقاله شناوری وقانون ارشمیدس صفحه ۴۲ مراجعه شود)



۱۰۸

فصل نامه آموزشی، تحلیلی و اطلاع رسانی
دوره سی ام، شماره ۱، پاییز ۱۳۹۳



وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی
دفتر انتشارات و تکنولوژی آموزشی

مدیر مسئول: محمد ناصری

سر دبیر: دکتر منیژه رهبر

مدیر داخلی: احمد احمدی

هیئت تحریریه: احمد احمدی، روح الله خلیلی بروجنی،

دکتر سید حجت الحق حسینی، دکتر آریتا سیدفدایی،

دکتر منیژه رهبر، اسفندیار معتمدی

طراح گرافیک: نوید اندرودی

ویراستار: جعفر ربانی

www.roshdmag.ir

Physics@roshdmag.ir

نشانی مجله: تهران صندوق پستی: ۶۵۸۵-۱۵۸۷۵

دفتر مجله: (داخلی ۳۷۴-۳۷۰) ۵۸۶۲-۸۸۳۰-۲۱

پیامک: ۳۰۰۰۸۹۹۵۰۲

پیام گیر نشریات رشد: ۱۴۸۲-۸۸۳۰-۲۱

مدیر مسئول: ۱۰۲

دفتر مجله: ۱۱۳

امور مشترکین: ۱۱۴

چاپ: شرکت افست (سهامی عام)

شمارگان: ۵۰۰۰ نسخه

تصویر روی جلد:

قطرات درشت باران همانند

عدسی های همگرا تصاویر اطراف

خود را به زیبایی نشان می دهند.

به صفحه ۵۰ مراجعه شود

صدای پای بی آبی / منیژه رهبر / ۲

چگونه مشکل مسئله های فیزیک در کلاس های خود را حل کردم؟ / سکیه نوروزپور / ۳

کژفهمی های دانش آموزان درباره سقوط آزاد / پروا صفری / ۶

لذت نوشتن و تدریس فیزیک مفهومی / پ. جی. هیونیت، ترجمه رضوانه طالبی پور / ۸

گیاهان، کنترل کننده های آلودگی صوتی / لیلحاج سلیمانی / ۱۵

درک مفهوم تکانه زاویه ای به کمک متر فنی نجاران / جان دبلیو جیوت جونیور، ترجمه سیدمهدی میرفتی / ۱۸

انتشار صوت در «قراضه طبیعیات» (قسمت دوم) / غلامحسین رحیمی / ۲۰

الکترون، تولدت مبارک! / فرانک ویلچک، ترجمه احمد توحیدی / ۲۴

رؤیای تبدیل یک ماده معمولی به نقره / آندراس مولر، ترجمه احمد توحیدی / ۲۶

مرزهای فیزیک / منیژه رهبر / ۲۸

موتور محاسباتی Wolfram Alpha و آموزش فیزیک / امین بیات بارونی / ۳۲

باید به ریشه های علمی خود بپردازیم / سید حجت الحق حسینی / ۳۶

شش دانگ و قانون ارشمیدس / آرش ظهوریان پُردل / ۴۲

قابلیت های نرم افزار S64 در فیزیک / مرضیه امینی - آریتا سیدفدایی / ۴۵

آیا محدودیتی برای اندازه قطره های آب در طبیعت وجود دارد؟ / مایکل ولمر و کلاوس - پیتر مولمان،

ترجمه صادق باقرآبادی / ۵۰

اندازه گیری ضریب شکست یک مایع شفاف / ترجمه مریم حیدری / ۵۳

شبیه سازی الگوی شاره ناشی از باد در خزر جنوبی / فاطمه بشارتلو / ۵۴

آموزش معکوس در تدریس فیزیک / خدیجه کرمی، تینا شریفی / ۵۸

پاسخ به نقد کتاب آموزش فیزیک: راهبردها، شیوه ها و مهارت ها / ۶۲

مجله رشد آموزش فیزیک،

نوشته ها و حاصل تحقیقات پژوهشگران و متخصصان تعلیم و تربیت،

به ویژه آموزگاران، دبیران و مدرسان را، در صورتی که در نشریات عمومی درج نشده و مرتبط

با موضوع مجله باشند، می پذیرد:

- مطالب باید یک خط در میان و در یک روی کاغذ نوشته و در صورت امکان تایپ شود.
- شکل قرار گرفتن جدول ها، نمودارها و تصاویر پیوست باید در حاشیه ی مطلب نیز مشخص شود.
- نثر مقاله باید روان و از نظر دستور زبان فارسی درست باشد و در انتخاب واژه های علمی و فنی دقت لازم مبذول گردد.
- مقاله های ترجمه شده باید با متن اصلی همخوانی داشته باشد و متن اصلی نیز پیوست مقاله باشد.
- در متن های ارسالی باید تا حد امکان از معادل های فارسی واژه ها و اصطلاحات استفاده شود.
- زیرنویس ها و منابع باید کامل و شامل نام اثر، نام نویسنده، نام مترجم، محل نشر، ناشر، سال انتشار و شماره ی صفحه مورد استفاده باشند.
- مجله در رد، قبول، ویرایش و تلخیص مقاله های رسیده مختار است.
- آرای مندرج در مقاله ها، ضرورتاً مبنی نظر دفتر انتشارات کمک آموزشی نیست و مسئولیت پاسخگویی به پرسش های خوانندگان، با خود نویسنده یا مترجم است.
- مجله از بازگرداندن مطالبی که برای چاپ مناسب تشخیص داده نمی شود، معذور است.

صدای پای بی‌آبی

منیژه رهبر

سال‌ها در دهه‌های اخیر بهبود یافته است، اما هنوز تقریباً حدود یک میلیارد نفر از ساکنان کره زمین آب سالم در اختیار ندارند و حدود ۲/۵ میلیارد نفر نیز از تأسیسات بهداشتی کافی محروم‌اند. همبستگی روشنی بین دسترسی به آب سالم و کافی و سرانه تولید ناخالص داخلی وجود دارد. برخی ناظران پیش‌بینی می‌کنند که با روند کنونی، تا سال ۲۰۳۵ نیمی از جمعیت جهان دچار کمبود آب و از این جهت آسیب‌پذیر خواهند شد. نیز، ضمن گزارشی که در نوامبر سال ۲۰۰۹ منتشر شد در سال ۲۰۳۰ در برخی مناطق در حال توسعه توسعه تقاضا برای آب ۵۰ درصد بیشتر از عرضه آن خواهد شد.

نقش آب در اقتصاد جهانی نیز بسیار بارز است. این ماده در صنعت به‌عنوان حلال واکنش‌های شیمیایی، عامل انتقال گرما، و خنک‌کننده به‌کار می‌رود. اما بیشتر آب شیرین مورد استفاده بشر یعنی تقریباً ۷۰ درصد آن صرف کشاورزی می‌شود که به گفته وزیر نیروی کشور ما این مقدار در کشور ما در حدود ۹۲ درصد کل منابع آب است و ایران از نظر سطح زیر کشت آب رتبه چهارم را پس از چین، هند، و آمریکا دارد.

شرایط موجود آب استفاده بهینه از منابع آبی را ایجاب می‌کند که وضعیت کشور ما از این نظر به هیچ‌وجه مطلوب نیست. اگر کشوری از ۴۰ درصد منابع آب تجدید شونده خود استفاده کند در وضعیت مطلوب قرار دارد که متأسفانه چون کشور ما از ۸۰ درصد این منابع استفاده می‌کند با مسائل حادی مواجه شده است که خشک شدن تالاب‌ها و دریاچه‌ها از آن جمله‌اند. علامت دیگر آن پایین رفتن سطح آب‌های زیرزمینی است که اکنون برای رسیدن به آب به‌جای حفر ۲۰ متر باید ۲۰۰ یا گاهی تا ۵۰۰ متر پایین برویم.

بحران آب کاملاً جدی است و در صورت عدم برخورد خردمندان و مسئولان با آن در آینده با مشکلات فزاینده‌ای روبه‌رو خواهیم بود. بنابراین، وظیفه تمام معلمان است که شاگردان خود را از این موضوع کاملاً آگاه سازند و راه‌های منطقی برخورد با آن را به آن‌ها بیاموزند. سرانه مصرف آب در کشور ما نسبت به سایر کشورها بسیار بالا است، زیرا ما در عمل آب را بی‌بهره هدر می‌دهیم. نکته دیگر اصلاح الگوی کشاورزی در کشور است. به گفته وزیر نیرو کارآیی آب کشاورزی در لیبی ۶۰ درصد، در هند ۵۴ درصد، در مصر ۴۵ درصد و در کشور ما فقط ۳۳ درصد است. بنابراین، پژوهش در جهت افزایش کارآیی استفاده از آب کشاورزی باید یکی از اولویت‌های اصلی طرح‌های پژوهشی در مراکز علمی ما باشد تا بتوانیم حاصل پژوهش‌های خود در بهبود شرایط کشور و رفاه شهروندان را مستقیماً مشاهده کنیم.

تابستان گرم و طولانی را با دغدغه کمبود آب به پایان رساندیم و این نگرانی در طول پاییز همچنان باقی است. کم‌آبی برای کشور ما مسئله تازه‌ای نیست، زیرا به واسطه شرایط جغرافیایی و قرار گرفتن در منطقه کم‌باران این مشکل از دیرباز برای ساکنان این سرزمین وجود داشته است. در کتیبه‌های باستانی می‌خوانیم که آرزوی اجداد ما نیز محافظت این دیار از «دروغ و دشمن و خشک‌سالی» بوده است. ولی در گذشته، نیاکان ما به تجربه دریافته بودند که چگونه با این مسئله کنار آیند و از منابع محدود خود به بهترین نحو استفاده کنند.

راهروهای زیرزمینی آب یا قنات که آب را از آبخوان‌ها به اراضی پست‌تر منتقل می‌کردند اختراع هوشمندانه ایرانیان برای بهره‌گیری بهینه از منابع آب بود. این قنات‌ها یا کاریزها با نگهداری آب در زیرزمین و استفاده از آن به میزان مصرف، مانع از هدر رفتن آب بر اثر تبخیر می‌شدند. متأسفانه این میراث گران‌قدر نیاکان ما مورد بی‌توجهی قرار گرفته و نسل جدید چنان‌که باید از این سرمایه استفاده نمی‌کند.

آب که ۷۱ درصد سطح زمین را پوشانده است نقش اصلی را در شکل‌گیری تمدن بشری دارد. همه تمدن‌های باستانی در اطراف رودخانه‌های بزرگ شکل گرفته‌اند. بین‌النهرین که گهواره تمدن بشری به‌شمار می‌آید بین رودخانه‌های دجله و فرات قرار داشت و تمدن باستانی مصر کاملاً وابسته به رود نیل بود. همین‌طور رودخانه‌های سند و گنگ در هند و رودخانه‌های یانگ‌تسه و هوانگ‌هو عامل به‌وجود آمدن تمدن‌های هند و چین بودند.

این ماده که در ادبیات مردم همه جهان نماد تطهیر و پاک‌سازی است در بیشتر مذاهب مقدس به‌شمار می‌آید و به افراد در مورد آلوده کردن آن هشدار داده شده است. شست‌وشو با آب یکی از آیین‌های موجود در اغلب مذاهب است. فلاسفه به این ماده توجه خاص داشته‌اند، چنان‌که اهل‌و کلس آب را یکی از چهار عنصر اصلی تشکیل‌دهنده طبیعت به‌شمار آورد و نظریه او برای مدتی طولانی تنها نظریه پذیرفته شده در این مورد بود.

بیشتر آب موجود در طبیعت، یعنی ۹۶/۵ درصد آن در دریاها و اقیانوس‌ها، ۱/۷ درصد آن به‌صورت آب زیرزمینی، ۱/۷ درصد آب در یخچال‌های طبیعی و نیز در کلاهک‌های یخی قطب شمال و گرینلند، و فقط کسر کوچکی از آن در سایر توده‌های آبی است. تنها ۲/۵ درصد آب موجود در کره زمین را آب شیرین تشکیل می‌دهد؛ از این مقدار ۹۸/۸ درصد به‌صورت یخ و آب زیرزمینی است.

همه موجودات زنده به آب نیاز دارند. گرچه دسترسی به آب

چکیده

مشکل مهارت کم دانش‌آموزان در حل مسئله‌های فیزیک یکی از مشکلات مهم و اصلی تدریس درس فیزیک است که یک دبیر فیزیک همواره در طول دوران خدمت با آن دست و پنجه نرم می‌کند. پژوهش‌های مختلفی در این زمینه انجام گرفته اما این مشکل همچنان در کلاس‌های درس خود را نشان می‌دهد.

از جمله راهکارهایی که می‌تواند به حل این مشکل کمک کند شناخت توانایی‌های دانش‌آموزان و سپس دسته‌بندی آنان بر مبنای همین توانایی‌هاست. این دسته‌بندی دانش‌آموزان و ترغیب آن‌ها به کار مشارکتی جو مساعدی را در کلاس برای حل مسئله فراهم می‌کند. از طرفی دانش‌آموزان با تنظیم دفتری تکمیلی که مسئله‌های آن توسط خودشان طراحی و حل می‌شود با مسئله‌ها درگیر می‌شوند. به ویژه اگر ارزیابی دفترهای دانش‌آموزان توسط خودشان انجام گیرد باعث رقابتی شدن کار و بهبود کیفیت کار می‌گردد.

کلیدواژه‌ها: تدریس فیزیک، حل مسئله، دسته‌بندی دانش‌آموزان

تقویت مهارت حل مسئله‌های فیزیک در دانش‌آموزان

مقدمه: توصیف وضعیت موجود

فیزیک یکی از دروس مهم دوره دبیرستان در رشته‌های تجربی و ریاضی فیزیک و شامل دو دسته «مفاهیم» و «مسائل» است. دانش‌آموزان اگر در کلاس درس حاضر باشند و به تدریسی دبیر خوب گوش فرا دهند معمولاً مفاهیم را به

راحتی یاد می‌گیرند. اما دانستن مفاهیم به تنهایی برای حل مسئله کافی نیست و دانش‌آموزان باید این آموخته‌ها را به عنوان ابزاری در حل مسئله‌ها به کار گیرند.

من هنوز پس از ۱۴ سال سابقه تدریس فیزیک، همچنان بعد از هر ارزشیابی اولیه در کلاس درس، شاهد مشکلات بی‌شمار دانش‌آموزان در حل مسئله‌های فیزیک هستم.

برخی همکاران فیزیک معتقدند ساعات تدریس فیزیک در برنامه هفتگی آن قدر کم است که نمی‌توان در این فرصت محدود حل مسئله را به دانش‌آموزان آموخت. اما حتی در مدارس خاصی که ساعت فیزیک بیشتری در هفته دارند نیز این مشکل به وضوح دیده می‌شود. (ابراهیمی، فاطمه، ۱۳۸۵، ص ۵۹) بنابراین تصمیم گرفتم با در نظر گرفتن امکانات موجود ریشه مشکل را پیدا کرده و در حد امکان آن را حل کنم.

گردآوری اطلاعات (شواهد ۱)

پس از مطالعه پرونده تحصیلی دانش‌آموزان و نیز گفت‌وگو با خود دانش‌آموزان و مشاور مدرسه و نیز سایر دبیران علوم پایه راه‌های مختلفی جهت تقویت دانش‌آموزان خود در حل مسئله‌های فیزیک یافتیم.

خلاصه یافته‌های اولیه

برخی از علل ضعف دانش‌آموزان به ترتیب زیر بود:

- پایه درس ریاضی آن‌ها ضعیف بود و بر انجام عملیات ریاضی مسلط نبودند.
- به علت دو زبانه بودن، دانش‌آموزان در فهم صورت مسئله دچار مشکل بودند.
- به دلیل اینکه درس فیزیک شامل هم مفاهیم و هم مسئله‌ها است دانش‌آموزانی که درک صحیحی از مفاهیم ندارند در حل آن‌ها مربوط نیز دچار مشکل هستند.
- چون دانش‌آموزان همزمان با حل مسئله در کلاس آن را در دفتر می‌نویسند و در خانه اکثر آن‌ها دفتر را روخوانی می‌کنند و ترجیح می‌دهند مسئله‌های کتاب را از گام به گام بنویسند در عمل خودشان با مسئله درگیر نمی‌شوند.

چگونه مشکل مسئله‌های فیزیک در کلاس‌های خود را حل کردم؟

سکینه نوروزپور

دبیر فیزیک و کارشناس ارشد مدیریت آموزشی

- مسئله‌های موجود در کتاب‌های درسی محدود است و گاهی از همه مطالب موجود در یک فصل در انتهای آن فصل مسئله مطرح نمی‌شود که این خود باعث می‌شود حتی دانش‌آموزانی که خودشان تمرین‌های فصل را حل می‌کنند با مسئله‌های جامعی که بتواند دربرگیرنده کلیه مطالب فصل باشد روبه‌رو نشوند.

در یک جلسه از دانش‌آموزان خواستم فصل اول کتاب خود را مرور کنند. آن‌گاه مشاهده کردم که آن‌ها کتاب خود را باز کردند و مثل یک درس حفظی مسئله‌های فیزیک را روخوانی کردند. در اینجا درگیر نشدن دانش‌آموزان با مسائل را مهم‌ترین علت مشکل تشخیص دادم.

روش حل مسئله‌های فیزیک در کلاس‌های درس معمولاً شامل مراحل زیر است:

۱. خواندن کامل و دقیق صورت مسئله؛
۲. نوشتن معلومات مسئله با نماد مخصوص هر کمیت در یک سمت؛
۳. نوشتن فرمول مسئله؛
۴. جای‌گذاری معلومات؛
۵. به‌دست آوردن مجهول مسئله با انجام عملیات و محاسبات ریاضی.

مشکل دانش‌آموزان در حل مسئله مربوط به هر ۵ قسمت فوق است. برخی دانش‌آموزان صورت مسئله را دقیق نمی‌خوانند. تعدادی از آن‌ها در نوشتن معلومات و مجهولات مسئله ناتوان‌اند. برخی فرمول مربوط را نمی‌دانند. تعدادی در جای‌گذاری کمیت‌ها عجله می‌کنند و در نهایت برخی به دلیل پایین بودن مهارت‌های ریاضی نمی‌توانند مجهول را درست به‌دست آورند.

در ضمن یکی از دلایل ناتوانی دانش‌آموزان در حل مسئله بیزار بودن آن‌ها از درس فیزیک است. بسیاری از دانش‌آموزان معتقدند فیزیک در زندگی آن‌ها جایگاهی ندارد و بنابراین لزومی برای یادگیری آن نمی‌بینند. (مشک، ۱۳۸۹، ص ۴۳) لذا قبل از اجرای هر راهکاری باید با طرح مسایلی کاربردی از زندگی خودشان در رابطه با فیزیک این ذهنیت را در آن‌ها از بین برد.

با در نظر گرفتن موارد بالا راهکارهای زیر را به اجرا گذاشتم.

راهکاری برای برطرف کردن مشکل مربوط به حل مسئله‌های فیزیک

۱. گروه‌بندی همگن دانش‌آموزان؛
۲. ترغیب اعضای هر گروه به فعالیت و همکاری با هم که باعث می‌شود جو مساعدی برای حل مسائل به وجود آید.

طرح مسئله‌های متنوع در کلاس

تمرین و تکرار مسایل متنوع در کلاس درس باعث بالا رفتن تسلط دانش‌آموزان در حل مسئله می‌شود.

استفاده از کتاب‌های کمک آموزشی یا نرم افزارهای

آموزشی در منزل؛

با توجه به اینکه برای تثبیت مسئله‌ها در ذهن دانش‌آموزان آن‌ها باید خود درگیر حل مسئله شوند پیشنهاد می‌شود دانش‌آموزان از کتاب‌های کمکی با نرم‌افزارهای فیزیک در منزل استفاده کنند.

با وجود استفاده از این روش‌ها در کلاس هنوز دانش‌آموزان به سطح مطلوب حل مسئله دست نیافته بودند. اشکالات روش‌های فوق به‌صورت زیر بود:

- محدود بودن وقت کلاس اجازه حل مسئله‌های زیاد را نمی‌داد.

- تعداد زیاد دانش‌آموزان در کلاس باعث می‌شد دبیر تسلط کافی روی همه گروه‌ها نداشته باشد.

استفاده از برخی از کتاب‌های کمک آموزشی که پاسخ مسایل در آن‌ها آمده است باعث روخوانی مسایل توسط دانش‌آموزان می‌شد.

مشکل اخیر را این‌گونه برطرف ساختم و فکر کردم در صورتی که دانش‌آموزان ملزم به تهیه کتاب‌های کمک‌درسی بدون پاسخ شوند با حل مسئله درگیر خواهند شد. اما متوجه شدم اغلب دانش‌آموزان یک نوع کتاب کمک‌درسی تهیه می‌کنند که باعث شد دانش‌آموزان پاسخ‌ها را رونویسی کنند و تحویل دبیر دهند.

راهکار دیگری شامل موارد زیر را اجرا کردم:

۱. دسته‌بندی دانش‌آموزان از نظر میزان مهارت آن‌ها در حل مسئله
۲. نام‌گذاری دسته‌ها
۳. تلاش در جهت زیاد کردن اعضای دسته‌های بالاتر و کاهش اعضای دسته‌های پایین‌تر به کمک دانش‌آموزان
۴. مسئله‌سازی در دفتر تکمیلی توسط هر دانش‌آموز
۵. ارزیابی مسایل دفتر تکمیلی گروه‌ها به وسیله فرم ارزیابی

اجرای راه حل جدید

تصمیم گرفتم دانش‌آموزان را تشویق کنم که خودشان مسئله طرح کنند.

گام اول: دسته‌بندی دانش‌آموزان

از دانش‌آموزان آزمونی تشخیصی به عمل آوردم و با تحلیل آزمون آن‌ها را در دسته‌بندی‌های زیر جای دادم. دسته اول: دانش‌آموزانی که در حل مسئله اصلاً مشکل نداشتند. این دسته را گروه **معلم یار** نام دادم.

دسته دوم: دانش‌آموزانی که معلومات و فرمول مسئله را درست می‌نوشتند و کمیت‌ها را درست جای‌گذاری می‌کردند اما در به‌دست آوردن جواب آخر مشکل داشتند. این گروه را **دوست یار** نام دادم.

دسته سوم: دانش‌آموزانی که معلومات مسئله را درست می‌نوشتند اما در نوشتن فرمول مشکل داشتند. این دسته را

مسئله‌ها مشکل داشتند به من معرفی می‌کردند و مشکل این گروه اندک از دانش‌آموزان را برطرف کرد. برای بالا بردن کیفیت مسئله‌های مطرح‌شده در دفتر تکمیلی، دانش‌آموزان را با حیطه‌های مختلف شناختی آشنا کردم و سپس برای ایجاد انگیزه در دانش‌آموزان جهت تداوم کار فرمی طراحی کردم و از هر گروه خواستم در پایان هر ماه دفتر گروه دیگر را بررسی و فرم را کامل کنند. رقابتی شدن کار باعث شد کیفیت سؤالات روزبه‌روز افزایش یابد. از طرفی با این کار تعامل هر کدام از اعضای یک گروه با دیگر هم‌گروهی‌ها افزایش یافت.

گردآوری اطلاعات و شواهد ۲

برای سنجش اثربخشی راهکارها دوباره با خود دانش‌آموزان مصاحبه کردم. نظرات آن‌ها را در ادامه کار لحاظ نمودم و بعد از سه ماه آزمونی به عمل آوردم و با تحلیل هر دو آزمون نتیجه آزمون را با آزمون قبلی مقایسه کردم. خوشبختانه پیشرفت دانش‌آموزان باورنکردنی بود. با مقایسه نتیجه اجرای طرح در کلاس‌های مختلف مشخص گردید اگر این روش در کلاس‌های پایه اول متوسطه اجرا گردد، در پایه‌های بالاتر تعداد کمتری از دانش‌آموزان درگیر مشکلات مربوط به حل مسئله خواهند شد. از طرفی استفاده از نرم‌افزارهای آموزشی در کلاس درس باعث بالاتر رفتن انگیزه یادگیری در دانش‌آموز می‌شود و با یادگیری عمیق مفاهیم حل مسائل فیزیک ساده‌تر خواهد شد. در کنار این روش همراهی اولیای دانش‌آموزان برای ترغیب بیشتر دانش‌آموز در جهت آماده‌سازی دفتر تکمیلی موفقیت روش را افزایش خواهد داد.

تعدیل راهکارها

در مراحل اجرای راهکارهای جدید متوجه شدم که اگر سرگروه همواره از دسته معلم‌یار انتخاب شود برای دانش‌آموزان دسته‌های دیگر نوعی دل‌زدگی ایجاد می‌کند بنابراین عنوان سرگروه می‌تواند در بازه‌های زمانی خاص میان اعضا جابه‌جا شود.

در برخی مقاطع برنامه درسی دانش‌آموزان سنگین است؛ پس نوشتن دفتر تکمیلی در این مقاطع می‌تواند متوقف شده و یا حتی الامکان محدود شود.

نتیجه‌گیری

اگر دبیران محترم از میزان مهارت دانش‌آموزان کلاس خود آگاهی کافی داشته باشند می‌توانند با صرف اندکی وقت و انرژی و همراهی خود دانش‌آموزان این مشکلات را برطرف کنند. کار گروهی دانش‌آموزان می‌تواند برای غلبه بر کمبود وقت به کمک دبیران آید. نوشتن و تنظیم دفتر تکمیلی به دانش‌آموز امکان درگیری مستقیم با مسئله و خودباوری می‌دهد. همچنین تشویق دانش‌آموزان و ارزیابی دفتر تکمیلی توسط آن‌ها منجر به بهبود کیفیت کار می‌گردد.

گروه یار خواه نام‌گذاری کردم.

دسته چهارم: دانش‌آموزانی که به‌طور کامل نمی‌توانستند مسئله را حل کنند. این گروه را که به کمک بیشتری نیاز داشتند به نام معلم خواه نام‌گذاری کردم.

گام دوم: همکاری اعضای گروه‌ها با هم برای کاهش مشکلات

در این مرحله به دانش‌آموزان دسته دوم که مشکلشان فقط مربوط به مهارت‌های ریاضی است مسایل تکمیلی ساده دادم و از آن‌ها خواستم آن‌ها را حل کنند. سپس به کمک گروه معلم‌یار مهارت‌های ریاضی مربوط به حل مسائل فیزیکی در آن‌ها تقویت شد.

از گروه دوست‌یار خواستم با گروه یار خواه یعنی گروه سوم کار کنند و مهارت فرمول‌نویسی را در آن‌ها تقویت کنند. دسته چهارم مشکلات زیادی داشتند. آن‌ها مفهوم درس را به درستی درک نکرده بودند. بنابراین ابتدا مفاهیم را برای این دسته به کمک نرم‌افزارهای فیزیک و فیلم‌های آموزشی تدریس کردم. سپس به کمک گروه اول و دوم فرمول‌ها را با این گروه تمرین کردیم و در مسئله‌ها درگیر شدند.

گام سوم: آزمونی به عمل آوردم و دوباره آن را

تحلیل کردم. تحلیل آزمون نشان داد که دسته‌های سوم و چهارم کوچک و دسته‌های اول و دوم بزرگ‌تر شده‌اند. این نشانه پیشرفت بود. یعنی فقط درصد ناچیزی از بچه‌های گروه سوم بعد از یاد گرفتن فرمول به دسته دوم منتقل شدند یعنی مهارت ریاضی پایین داشتند و درصد بالایی از گروه سوم در گروه اول جای گرفتند. همین‌طور از بچه‌های گروه چهارم تعداد زیادی به گروه دوم و تعدادی به گروه سوم منتقل شدند. مثل گام دوم دوباره با به کمک گروه معلم‌یار با دانش‌آموزان دسته دوم و سوم و چهارم کار کردیم تا اینکه بچه‌ها به خوبی در حل مسئله پیشرفت کردند.

گام چهارم: مسئله‌سازی

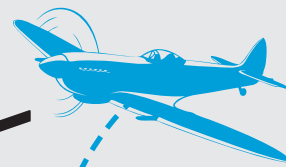
در این مرحله برای آنکه در خانه نیز دانش‌آموزان خود با حل مسئله درگیر شوند از دانش‌آموزان خواستم دفتر جداگانه‌ای را به‌عنوان دفتر تکمیلی تهیه کنند و هر جلسه که فرمول جدید در کلاس مطرح شد دانش‌آموزان ملزم به طرح ۵ مسئله مشابه مسئله‌های حل شده در کلاس شدند. خودشان مسایل را تهیه و خودشان نیز همان مسایل را حل کنند.

جلسه بعد دفترها باید در کلاس بررسی می‌شدند تا هم مسئله‌ها و هم پاسخ آن‌ها تصحیح گردد. از همیار معلم خواستم این کار را انجام دهد. جلسه‌های اول کیفیت سؤالات پایین بود. از طرفی همیار معلم به تنهایی قادر نبود همه دفاتر را به دقت بررسی کند.

از هریک از سرگروه‌ها خواستم دفاتر تکمیلی گروه خود را بررسی کنند و گزارش دهند. دانش‌آموزانی را که در حل

منابع

- ۱- ابراهیم آبادی، فاطمه، رفع مشکل دانش‌آموزان در حل مسایل فیزیک، مجله رشد فیزیک، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، (تهران، ۱۳۸۵).
- ۲- چرنیاک، یوری، مترجم بهداد بسیجی، ۱۰۰ مسئله جالب فیزیک، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، انتشارات مدرسه، چاپ دوم (تهران، ۱۳۸۵).
- ۳- مشک، طوبی، روش‌های نوین در آموزش فیزیک، مجله رشد فیزیک، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، (تهران، ۱۳۸۹).



کژفهمی‌های دانش‌آموزان دربارهٔ سقوط آزاد

پریوافسری

دبیر فیزیک آموزش و پرورش منطقه ۱۲ شهر تهران

شده است و پژوهشگران در توصیف آن‌ها از واژه‌های گوناگونی نظیر بدفهمی^۱، کژفهمی^۲، برداشت‌های خام^۳، درک متعارف^۴، برداشت متفاوت^۵، و یا پیش‌پنداشت^۶ استفاده می‌کنند. بسیاری از برداشت‌های ذهنی دانش‌آموزان، نتیجهٔ تجربه‌های روزانه، مشاهدهٔ پدیده‌های علمی و کاربرد علم و فناوری در زندگی آن‌هاست و زمانی که در کلاس درس دربارهٔ آن‌ها صحبت می‌شود، می‌تواند به عنوان پیش‌پنداشت یا یادگیری پیشین، نمایان شود و بر فرایند یاددهی - یادگیری تأثیر بگذارد. به عنوان مثال، تصور اینکه «نیرو چگونه عمل می‌کند»، در طول بازی‌های دوران کودکی ساخته می‌شود و لذا وقتی که در کلاس درس درباره نیرو صحبت می‌شود، می‌تواند به عنوان پیش‌پنداشت یا یادگیری پیشین، نمایان شود.

برداشت‌های خام و غیرعلمی دانش‌آموزان از عوامل مهمی هستند که مانع یادگیری معنی‌دار و اثربخش می‌شوند و بر تداوم یادگیری در پایه‌های بالاتر نیز تأثیر منفی می‌گذارند. بنابراین کشف و استخراج کژفهمی‌های دانش‌آموزان و سپس تلاش برای اصلاح آن‌ها از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است.

بیان مسئله

در یک کلاس درس، معلم فیزیک (۲) و آزمایشگاه هنگام تدریس سقوط آزاد، از دانش‌آموزان خواست تا مشاهده‌ها و تجربه‌های خود را در این زمینه بیان کنند. دانش‌آموزی گفت: «من دو بطری نیم‌لتری آب، یکی پر و دیگری خالی، را از طبقه چهارم ساختمان به پایین انداختم و دیدم که بطری پر از آب زودتر از بطری خالی به سطح زمین برخورد کرد. دیگری گفت: «فیلمی را از پرش یک چتر باز از هواپیما دیدم که وقتی پرید دوربین عکاسی از دست وی رها شد. اما دوربین عکاسی زودتر از چتر باز به سطح زمین رسید.» دانش‌آموز سوم گفت: «یک فیلم دیدنی در اینترنت وجود دارد که در آن دیوید اسکات^۷، فضانورد آمریکایی، یک چکش و یک پر پرنده را به طور همزمان در سطح ماه رها می‌کند و هر دو در یک لحظه به سطح ماه می‌رسند.» بیان چنین دیدگاه‌هایی باعث می‌شود تا معلم بتواند برداشت‌های درست یا نادرست دانش‌آموزان را استخراج کند و با طراحی یادگیری اثربخش، در جهت رفع بدفهمی‌های احتمالی دانش‌آموزان گام بردارد. باید توجه داشت که در رابطه با سقوط آزاد اجسام چند



چکیده

یکی

از بحث‌های چالش‌برانگیز در مطالعهٔ حرکت، نمونهٔ طبیعی حرکت با شتاب ثابت یعنی سقوط آزاد اجسام است که در کتاب فیزیک (۲) و آزمایشگاه چاپ ۱۳۹۱ و سال‌های قبل به آن اشاره شده بود؛ اما با توجه به مشکلات ایجاد شده در فرایند یاددهی - یادگیری، خوشبختانه این بحث به کتاب فیزیک (۱) دوره پیش‌دانشگاهی انتقال یافت و اندکی از بار چالش‌های موجود در فرایند تدریس و همچنین یادگیری و کژفهمی‌های دانش‌آموزان کاست. در مقاله حاضر به بررسی کژفهمی‌های دانش‌آموزان دورهٔ متوسطه در این زمینه می‌پردازیم. چون این موضوع از مشاهدات زندگی روزمره است، دانش‌آموزان از قبل تجربه‌ها و پیش‌آموخته‌هایی در این زمینه دارند که می‌تواند یادگیری‌های آتی را تحت تأثیر قرار دهد.

کلیدواژه‌ها: کژفهمی، سقوط آزاد، فیزیک (۱)

پیش‌دانشگاهی

مقدمه

دانش‌آموزان قبل از ورود به کلاس درس، فرصت‌های بسیاری در اختیار دارند تا درباره دنیای اطراف خود و انواع پدیده‌های علمی، برداشت‌ها، تصویرها و الگوهای ذهنی متفاوتی بسازند. برخی از این تصویرها و الگوها گرچه اشتباه هستند؛ اما به قدری برای آنان نهادینه شده‌اند که حتی در صورت دریافت نظریه‌های صحیح از طریق آموزش، دست از آن‌ها نمی‌کشند و چه بسا در بزرگسالی نیز آن‌ها را در ذهن خواهند داشت. برداشت‌های دانش‌آموزان از برخی مفاهیم و پدیده‌های علمی، اغلب بر خلاف نظریه‌های علمی پذیرفته

تصور اینکه «نیرو چگونه عمل می کند» در طول بازی در کودکی ساخته می شود و وقتی در کلاس درباره نیرو صحبت می شود می تواند به عنوان پیش پنداشت یا یادگیری پیشین نمایان شود

نیوتون و یک توپ ۲۰ کیلوگرمی نیروی ۲۰۰ نیوتون وارد می شود؛ اما این نیروها در واقع وزن اجسام هستند و شتاب کشش گرانشی برای همه آن ها یکسان است و سرعت سقوط آزاد آن ها نیز برابر خواهد بود. بنابراین همگی به طور همزمان به سطح زمین خواهند رسید. اما درک این واقعیت که شتاب تمام گوی های نشان داده شده در شکل ۱ یکسان است، برای دانش آموزان مشکل است، زیرا تجربه های قبلی آن ها می گوید که زمین اجسام سنگین تر را با سرعت بیشتری جذب می کند. برای درک این موضوع باید یک مفهوم دیگر با عنوان «لختی یا اینرسی» معرفی شود که مقاومت جسم در قبال حرکت کردن و تمایل به بی حرکت ماندن را نشان می دهد. به عنوان مثال به حرکت در آوردن یک اتومبیل با هل دادن مشکل است، اما وقتی اتومبیل حرکت کرد، تلاش برای تداوم حرکت آن مشکل نیست. لختی مانع از حرکت اولیه می شود. بر عکس، هنگامی هم که اتومبیل حرکت کرد، لختی از توقف راحت آن جلوگیری می کند. گویا اتومبیل عمداً در برابر تلاش برای تغییر وضع حرکتی خود مقاومت می کند. شرایط مشابهی برای گوی های نشان داده شده در شکل ۱ وجود دارد. گوی های سنگین تر با نیروی بیشتری به طرف زمین کشیده می شوند؛ اما چون جرم آن ها بیشتر است، لختی بیشتری هم دارند و بنابراین مقاومت جسم در حرکت کردن و تمایل به بی حرکت ماندن بیشتر است و تغییر سرعت آن ها سخت تر است، بنابراین لختی مانع هر گونه شتاب اضافی می شود. به زبان ساده، کشش گرانشی اضافی و لختی اضافی همدیگر را خنثی می کنند و در نتیجه تمام گوی ها با سرعت یکسانی سقوط می کنند.

پی نوشت ها

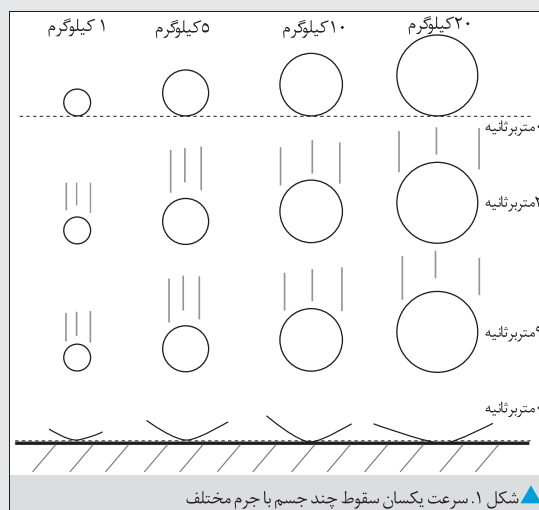
1. Misconception
2. Misunderstanding
3. Naive Conceptions
4. Common Sense Understanding
5. Alternative Conception
6. Preconceptions
7. David Scott

منابع

1. Allen, M. (2010) *Misconceptions in Primary science*, Open University Press, McGraw - Hill Education, Berkshire, England.
2. Alonzo, A. C. and Steedle, J. T. (2009) Developing and assessing a force and motion learning progression. *Science Education*, 93, 389-421.
3. Bar, V., Zinn, B., Goldmuntz, R. and Sneider, C. (1994) Children's conceptions about weight and free fall, *Science Education*, 78, 149-169.

متغیر اصلی وجود دارد و آنچه که منجر به کژفهمی و یا چالش های یاددهی - یادگیری می گردد، مشروط بودن این پدیده علمی و ارائه پیش فرض های نظری است که در اغلب مواقع دانش آموزان بدون در نظر گرفتن آن ها به توصیف پدیده مشاهده شده می پردازند. برخی از این پیش فرض ها عبارت اند از:

۱. سقوط آزاد نوعی حرکت با شتاب ثابت است و شتاب همه اجسام سبک و سنگین یکسان است.
 ۲. در سقوط آزاد تنها نیروی وارد بر جسم، وزن آن است.
 ۳. در سقوط آزاد، جابه جایی در امتداد قائم است و مکان متحرک در راستای محور Y از دستگاه مختصات قرار دارد.
 ۴. در سقوط آزاد سرعت اولیه جسم در لحظه رها شدن صفر است، یعنی هیچ نیروی اولیه ای به جسم وارد نمی شود.
 ۵. در سقوط آزاد تأثیر مقاومت هوا بر جسم نادیده و شرایط همانند خلأ در نظر گرفته می شود.
- یکی از بدفهمی های رایج دانش آموزان در زمینه سقوط آزاد اجسام این است که اجسام سنگین با سرعت بیشتر از اجسام سبک سقوط می کنند. دانش آموزی که دارای این بدفهمی است می تواند ادعا کند که هنگام پریدن یک مرد و یک کودک به طور همزمان از سکوی پرش شنا، مرد سنگین زودتر با سطح آب برخورد می کند. در توجیه این تصور غیر علمی، ممکن است گفته شود که نیروی گرانش اجسام سنگین تر را با نیروی بیشتری جذب می کند.



اگر چند جسم کروی با جرم های مختلف، همزمان از ارتفاع یکسانی رها شوند، در صورت نادیده گرفتن مقاومت هوا، همه آن ها در یک زمان به زمین خواهند رسید (شکل ۱). درست است که نیروی گرانشی بیشتری به اجسام سنگین وارد می شود (به عنوان مثال بر یک توپ یک کیلوگرمی نیروی ۱۰





Conceptual Physics

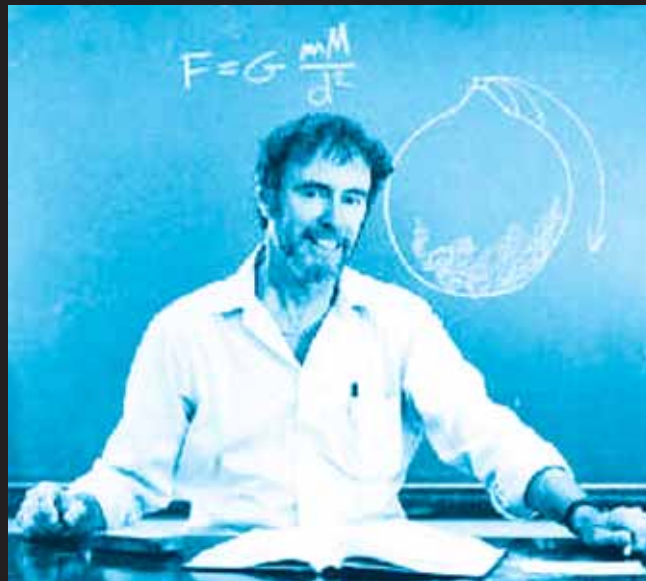
Eleventh Edition

Paul G. Hewitt

باز می‌شود و این برای تمام علاقه‌مندان به آموزش علوم به ویژه فیزیک در کشورمان می‌تواند بسیار امیدبخش و آموزنده باشد.

کلیدواژه‌ها: فیزیک مفهومی، آموزش به شاگردان غیر علوم، ارتباط فیزیک با زندگی، ویدئوی کلاس فیزیک، انجمن معلمان فیزیک آمریکا

وقتی در سال ۱۹۶۴ تدریس در سیتی کالج سانفرانسیسکو را شروع کردم، شیفته یک کتاب درسی سال ۱۹۶۰ با عنوان فیزیک برای ذهن کنجکاو شدم که فیزیک‌دان بریتانیایی اریک. ام. راجرز^۳ برای شاگردان رشته‌های غیر علوم نوشته بود. او در دانشگاه پرینستون تدریس می‌کرد و در سال ۱۹۶۹ برنده مدال اورستد انجمن معلمان فیزیک آمریکا شد. کتاب او به اندازه شخص خودش الهام‌بخش بود و مورد علاقه من باقی ماند. اما آرت اوستین^۴ رئیس گروه آموزشی‌ام درخواست من برای انتخاب این کتاب برای تدریس در کلاس را با این ادعا رد کرد که کتاب برای کسانی که باید آن را این طرف و آن طرف ببرند بسیار حجیم است. وزن آن بیش از پنج پوند و اندازه‌اش ۸×۱۱ اینچ مربع بود. به علاوه اوستین برای توجیه بیشتر برای رد آن، عناوینی را می‌یافت که در عین مهم بودن در کتاب وجود نداشتند. من دوست داشتم کتاب راجرز را تدریس کنم اما چنین نشد. من علاوه بر تدریس درس‌های مبتنی بر جبر و حسابان، فیزیک ۱۰، کالج فیزیک توصیفی، را هم برای رشته‌های غیرعلمی تدریس می‌کردم که به اسم کتاب درسی‌ای نام‌گذاری شده بود که هاروی وایت^۵ در دانشگاه کالیفرنیا در برکلی نوشته بود. فقط من و آرت این درس را تدریس می‌کردیم. سایر مربیان ترجیح می‌دادند درس‌هایی را برای



لذت نوشتن و تدریس فیزیک مفهومی

پل. جی. هیوئیت
مترجم: رضوانه طالبی‌پور

اشاره

بخش مهمی از پیشرفت فیزیک به شیوه‌های درست آموزش آن باز می‌گردد. استفاده از تجربه‌های معلمان موفق فیزیک می‌تواند به بهبود روش‌های آموزش بینجامد. در همین راستا به ترجمه مقاله‌ای از پل. جی. هیوئیت^۱ پرداخته‌ام که طرفدار شیوه مفهومی تدریس فیزیک است. او فیزیک‌دان، مؤلف، و کاریکاتوریست آمریکایی متولد سال ۱۹۳۱ در ساگاس ماساچوست است و اکنون در سنت پترزبورگ فلوریدا اقامت دارد. روش تدریس او استفاده حداقل از ریاضی در آموزش فیزیک است. «فیزیک مفهومی» (دبیرستانی و دانشگاهی)، «تأمل در فیزیک» (کتابی که با استفاده از تصویرهای کارتونی مفاهیم علمی را بیان می‌کند)، «علوم فیزیکی مفهومی» (با همکاری دخترش و سلی هیوئیت و دیگران) از آثار اوست. کتاب «فیزیک مفهومی برای همه» او کتابی است که برای مخاطب عام نوشته شده است. او اکنون ستون‌نگار ثابت مجله فیزیکز تریچر^۲ است.

پل هیوئیت با لحنی صمیمانه و غیر رسمی، خاطرات و تلاش‌های خود برای آموزش فیزیک در چند دانشگاه آمریکا را شرح می‌دهد. تلاشی که در هر گام آن دری به سوی موفقیت

شاگردان علوم و مهندسی تدریس کنند. تدریس به شاگردان غیرعلوم در همان جهتی بود که آن را وظیفه خود - یعنی لذت بخش ساختن تاحد امکان آموزش فیزیک و کمک به شاگردان در جهت نگرستن به فیزیک به عنوان مطالعه ارزشمند قاعده های طبیعت - به حساب می آوردم. من با مقایسه اهمیت دانستن قاعده ها در ورزش یا حتی بازی های سرگرم کننده - که ندانستن آن ها باعث می شود که نتوانند از بازی لذت ببرند - با این قاعده ها آن ها را تحت تأثیر قرار می دادم. برای فیزیک هم همین طور است - اگر اطلاعاتی درباره قاعده های طبیعت نداشته باشیم نمی توانیم دنیای اطراف خود را درک کنیم. اما هدف تدریس من بیش از همه این بود که نشان دهم علوم، به ویژه فیزیک، می تواند ذره بینی باشد که شاگردان به کمک آن نه تنها جهان را درک می کنند بلکه - برخلاف رواج بسیار فراگیر توصیفات شبه علمی و ضد علمی - از آن سر در می آورند. این مربوط به زمانی می شد که خرده فرهنگ های زیادی علوم و فناوری را مسئول بسیاری از مشکلات جهان می دانستند. پیام من این بود که تصمیم های مبتنی بر علوم و فناوری برای آینده بهتر بشر بسیار ضروری هستند.

در ابتدای کار تدریس خود عهد کردم معلمی نباشم که در کلاس «بدبیه سرائی» کنم. ساعت های بسیاری را صرف آماده سازی یادداشت های مربوط به درس می کردم تا حتی الامکان به اوج فیزیک خوبی که می توانستم به آن دست یابم نزدیک باشد. من خجالتی بودم و برایم اهمیت داشت که آنچه در درس هایم بیان می کنم برای شاگردانم ارزشمند باشد. همچنین به «اضافه بار اطلاعات» که در دوره کارشناسی بر من تحمیل شده بود توجه داشتم، بنابراین هر درس را طوری تهیه می کردم که فقط بر چند و گاهی تنها بر یک موضوع، همراه با مثال های مربوط به زندگی واقعی تمرکز داشته باشد. من هم مثل تمام معلمان تازه کار اشتباه های زیادی کردم، اما با گذشت زمان یاد گرفتم. در سال اول، در توصیف حرکت در خلاف جهت باد، با درهم آمیختن بردارهای سرعت و نیرو مرتکب اشتباه های بدی شدم و در یک کلاس دیگر نقش سرعت در مقاومت هوا را نادیده گرفتم. خطاهای بیشتری هم داشتم، اما شما می دانید که یک جنبه بسیار خوب تدریس که در حرفه های دیگر وجود ندارد آن است که هر قدر که اشتباه کنیم شاگردان در ترم های بعد متوجه آن نمی شوند. اگر خطاهای خود را تصحیح کنیم انباشته نخواهند شد.

کار مهمی که برای بهبود کیفیت درس هایم کردم ضبط صحبت های خودم بر روی ضبط صوت کوچک و قابل حملی بود که در یک انتهای میز می گذاشتم. این موضوع بازخوردی از عملکردم در کلاس درس به دست می داد. گرچه گوش کردن به درس ها در خانه وقت گیر بود، اما می توانستم خطاهایم را تصحیح کنم و کیفیت درس را بهبود بخشیم. متوجه شدم که اغلب می گویم «خیلی خب». اما آنچه به نظر من خیلی خوب بود اغلب برای بیشتر شاگردان کلاس چنین

نبود. کشف مهم دیگر کشف عادت شروع یک موضوع، پرسش از کلاس بدون بازگشت به موضوع پس از پاسخ بود. (سال ها بعد وقتی ضبط تلویزیونی باب شد، بخش سمعی - بصری سیتی کالج پیشنهاد حیرت انگیزی به مربیان کرد: یک شاگرد تکنیسین نوار ویدئویی کلاس درس را تهیه می کند و آن را به مربی می دهد. لازم نیست کسی جز مربی این نوار را مشاهده کند. شگفت اینکه فقط یکی دو نفر نوار را دریافت کردند من و شاید یک نفر دیگر.)

برای معلمانی که بیشتر از چگونگی یادگیری محتوای درس، بر موضوع آن تمرکز می کنند، تدریس مکرر یک موضوع طاقت فرسا می شود. من در فکر دیو وال^۶ دوست و همکارم و شعبده باز آماتور هستم که وقتی از او پرسیدند آیا از بیرون کشیدن سکه از گوش بچه های کوچک خسته نشده است و آیا این شگرد برایش کهنه نمی شود، پاسخ داد «به هیچ وجه»، زیرا هر بار این ترفند را با بچه جدیدی انجام می دهد. همین طور، تدریس مکرر قانون های نیوتون خسته کننده نیست، زیرا هر ترم کلاس و شاگردان تازه ای داریم. گرچه مفاهیم موضوع تدریس خیلی قبل فرا گرفته شده اند، اما یک معلم از انتقال معلومات خود به شاگردان در هر ترم لذت می برد. بسیاری از معلمان فاقد این نوع نگرش به زودی از تدریس خسته می شوند و این حرفه را کنار می گذارند.

چون فیزیک ۱۰ در یک ترم تدریس می شد پس برای ارتقای عشق خود به فیزیک، شانزده هفته فرصت داشتم. به سرعت یاد گرفتم که از لحن کمی کتاب درسی وایت اجتناب کنم و کتاب سطح پایین تر «فیزیک سرزنده» الکساندر تافل^۷ را به آن اضافه کنم. همچنین به سرعت فهمیدم که تلاش در جهت خوشایند ساختن جبر ساده برای شاگردانی که از آن می ترسیدند بی حاصل است. من در برابر وسوسه تدریس ریاضی با مثال های فیزیکی، که همه ما می دانیم در کلاس های فیزیک نسبتاً راحت است، مقاومت کردم. تدریس ریاضی و فرو کاستن نگرانی های مربوط به آن به قیمت فرا گرفتن درس فیزیک تمام می شود. من می خواستم درس به «رنگین کمان ها و فراتر از آن» برسد که با فرو رفتن در باتلاق معماهای دلپذیر سینماتیک هرگز رخ نمی داد. بنابراین توجه اندکی به یکاهای اندازه گیری کردم و رسم نمودار و ارقام با معنی را نادیده گرفتم.

من در پیش گفتار کتاب درسی فیزیک که برای درس مبتنی بر جبر برنامه ریزی شده متوجه این گزاره نویسنده شدم: «در یک درس فیزیک جدی جایی برای فیزیک بی انگیزه تحسین و تعجب وجود ندارد». می خواستم تمام درس هایم با این نوع عبارات های «تحسین و تعجب» همراه باشد و به این نوع نتیجه گیری بینجامد. همان طور که مثال هایی مانند اینکه: اراتستن در سال ۳۲۰ پیش از میلاد اندازه محیط زمین را با دقت شگفت انگیز اندازه گرفت!»، «گلوله ای که به صورت افقی پرتاب شده باشد هم زمان با گلوله پرتاب شده از همان ارتفاع به زمین می رسد!». «یک قایق بادی با زاویه

پل هیوئیت با
لحنی صمیمانه
و غیر رسمی،
خاطرات
تلاش های خود
برای آموزش
فیزیک در چند
دانشگاه آمریکا
را شرح می دهد.
تلاش هایی که هر
گام آن دری به
سوی موفقیت
باز می شود؛ و
این برای تمام
علاقه مندان
به آموزش به
ویژه فیزیک در
کشورمان می تواند
بسیار امید بخش و
آموزنده باشد

گرفتن نسبت به باد سریع‌تر از زمانی حرکت می‌کند که در جهت باد است!» «قطارها از آن جهت می‌چرخند که طوقه چرخ‌هایشان به تدریج باریک می‌شود، و نه به علت بال‌های لبه‌هایشان!» «ماه به‌طور غیرقابل کنترل به طرف زمین فرو می‌افتد.» «اتم‌هایی که اکنون بدن شما را تشکیل می‌دهند زمانی در بدن کسانی بوده‌اند که پیش از شما زندگی می‌کردند!» «اتم‌های بدن شما در بدن افرادی که پس از شما می‌آیند خواهند زیست!» «بدن شما به اندازه یک لامپ ۱۰۰ وات انرژی گرمایی گسیل می‌کند!» «ارتباط الکتریسته و مغناطیس نور به وجود می‌آورد!» «طیف‌های اتمی اثر انگشت‌هایی هستند که به ما می‌گویند ستارگان از چه ساخته شده‌اند!» «هرگز نمی‌توانید به انتهای رنگین‌کمان برسید!» «پرتوایی درون زمین را گرم نگه می‌دارد!» «گرچه شکافت هسته‌ای و همجوشی هسته‌ای فرایندهای متضاد هستند، اما هر دوی آن‌ها انرژی آزاد می‌کنند اما نه همواره!» فضانوردی که به فضا رفته است کمتر از دوقلوی خود در روی زمین پیر می‌شود!» «کتاب خود را جلو و عقب ببرید تا موج گرانشی تولید شود!» ... این مثال‌ها همه نشان می‌دهند که زیر لب گفتن این گزاره‌ها تأثیرشان را از بین می‌برد، بلکه بر زبان آوردن آن‌ها با شور و اشتیاق است که می‌تواند نتیجه‌گیری هیجان‌انگیزی برای یک درس باشد.

به‌زودی متوجه شدم که جذاب کردن فیزیک برای شاگردان غیرعلوم با مثال‌های محاسبه‌ای کتاب درسی در تضاد است. بسیاری از شاگردانم از علل نفرت داشتند. بنابراین بر تدریس مفاهیم، نه با اعداد بلکه به زبان معمولی و استفاده از معادله‌های فیزیک به‌صورت کیفی، تمرکز کردم. نسبت‌ها و معادله‌ها را اغلب به‌صورت عبارت‌های انگلیسی می‌نوشتیم. پس از آشنا شدن شاگردان با مفاهیم به نمادها روی می‌آوردیم. برای نشان دادن اندازه‌های نسبی، نمادهای با اندازه‌های متفاوت رسم می‌کردم. به عنوان مثال، برای نشان دادن اینکه تکانه گلوله شلیک شده از توپ برابر تکانه توپ پس‌زن است، نماد v را برای گلوله بزرگ و V را برای توپ پس‌زن کوچک رسم می‌کردم. این به معنی بسیار کوچک و بسیار بزرگ ساختن نمادهای جرم متناظر بود. شاگردان فیزیک را به‌صورت مفهومی یاد می‌گرفتند.

گرچه هیچ وقتی را صرف محاسبه نمی‌کردم، اما به معادله‌ها توجه خاصی داشتم. به عنوان مثال، در درس مربوط به گرانی، کار را با این پرسش آغاز می‌کردم که: طرح مربوط به نیروی حاکم بر ستارگان در آسمان شب و تمام کیهان چگونه به‌نظر می‌رسد؟ و طرح مربوط به یک متن موسیقی چگونه است؟ می‌دانید که هم فیزیک و هم موسیقی دارای طرح خاص خود هستند. من با گفتن اینکه با گرفتن ۵۰ سنت از هرکس طرح حاکم بر عالم را به او نشان خواهم داد توجه دانش‌آموزان را جلب می‌کردم و پس از علاقه‌مند شدن آن‌ها، قانون گرانی نیوتون را با علامت تناسب «~» به جای علامت مساوی «=» روی تخته نوشتیم. با قانون نیوتون

به‌صورت تناسبی روی تخته، بقیه زمان صرف بحث درباره پرسش‌های «چه می‌شود اگر» می‌شد؛ از جمله: اگر جرم یکی از دو سیاره دوبرابر شود نیروی گرانشی بین آن‌ها چه تغییری می‌کند؟ اگر جرم هر دو دوبرابر شود چه؟ اگر سرعت یکی از سیارات زیاد شود چه اتفاقی می‌افتد؟ همچون نت‌ها در دستگاه‌های موسیقایی، نمادهای موجود در معادله‌ها نیز بیان می‌کنند که چه اتفاقی می‌افتد، و چه اتفاقی نمی‌افتد. با یک قانون به عنوان راهنمای تفکر، گرانی اجسام متحرک تغییر نمی‌کند مگر اینکه جرم یا فاصله تغییر کند. توجه زیادی به قانون عکس مجذور مبذول شد که با فعالیت «همسایه‌تان را واریسی کنید» زیادی همراه بود. اگر فاصله دو سیاره دوبرابر شود نیروی بین آن‌ها چه تغییری می‌کند؟ اگر نصف شود چه؟ صدای ناشی از مکالمه شاگردان فیزیک ۱۰، کلاس ما را یکی از پر سروصداترین کلاس‌های فضای دانشگاه می‌کرد و همه این گفت‌وگوها در جهت پرسش‌های من بود. نزدیک پایان کلاس نیرو را بر کسر شامل M, d^2 تقسیم می‌کردم و نشان می‌دادم که چگونه ثابت G وارد این گونه تصویر می‌شود. زنگ تدریس این معادله را با این پیام به پایان می‌رساندم که وقتی پای معادله‌های مربوط به گرانی در میان باشد، فقط جرم‌ها و فاصله‌ها نقش دارند. نبود نماد اندازه سرعت، رنگ، یا دما به معنی آن بود که آن‌ها بخشی از این تصویر نیستند. معادله‌ها راهنماهای خوبی برای تفکرند. می‌خواهید اعدادی را وارد کنید؟ نه در این درس، زیرا بهتر بود وقت خود را صرف جلو رفتن کنیم. کلاس را با پرسشی برای جلسه بعد به پایان می‌رساندم، «چون زمین و ماه به‌صورت گرانشی جذب یکدیگر می‌شوند، چرا ماه روی زمین نمی‌افتد؟» پاسخ این پرسش صحنه را برای کلاس بعدی - درباره حرکت ماهواره - مهیا می‌ساخت. در ترم‌های بعد چند بخش فیزیک ۱۰ را تدریس می‌کردم که به معنی آن بود که می‌توانستم تجربه چند سال تدریس را یک‌باره به دست آورم. این درس محبوب‌تر می‌شد. استادان مشاور چیزهای خوبی درباره فیزیک ۱۰ شنیدند و آن را به شاگردان توصیه کردند. در درجه اول، این یک «درس کشنده» وحشتناک بسیاری از کالج‌ها نبود، بلکه مهم‌تر از همه الهام‌بخش شاگردان در درک تجربه‌ای بود که در کالج به دست می‌آوردند. در شروع درس نام و شماره تلفن خود را روی تخته نوشتیم. به ندرت شاگردی به من تلفن می‌کرد. اما ایده اجازه تلفن کردن بیرون از مدرسه شاگردان را تحت تأثیر قرار می‌داد. فراتر از آن، در تلاش جهت «منت گذاشتن به آن‌ها» نسخه‌هایی از امتحان نهایی را در اختیارشان می‌گذاشتم. درست است، یک نسخه از امتحانی که در انتهای درس خواهند داد. این کار را با لحن اینکه «من طرفدار شما هستم» با علامت دست «قسم پیشاهنگی» به آن‌ها گفتم که صداقت دارم. توضیح دادم که قسم پیشاهنگی الزاماً به معنی آن نیست که حقیقت را می‌گوییم، زیرا شاید بعداً معلوم شود که حقیقت امروز نادرست است.

هفته امتحان را تکرار کند و ۱۸ بگیرد، میانگین نمره‌اش ۱۹، یعنی C می‌شود. پس نمره می‌توانست علاوه بر زیاد شدن، کم هم شود! ایده کم شدن نمره کافی بود که سه چهارم شاگردان کلاس امتحان مجدد ندهند. این شانس را داشتم که بخش فیزیک دستیاران کافی و اتاق لازم برای امتحان در موارد گوناگون را در اختیارم می‌گذاشت. تعداد شاگردانی که تصمیم به امتحان مجدد می‌گرفتند کار را قابل کنترل می‌کرد. اما مهم‌تر از هم آن بود که این هشدار بی‌چون‌وچرا را می‌داد که درس آقای هیوئیت معقول است.

انصاف در نمره دادن، بیش از هر چیز دیگر، مسئله اصلی شاگردان است، یک ویژگی امتحان معقول آن است که شامل مفاهیم اصلی درس باشد. به عنوان مثال، مطالعه «اثر دوپلر» بدون اینکه پرسشی از آن در امتحان بیاید ناامیدکننده است. نشانه دیگر منصفانه بودن امتحان آن است که برخی از شاگردان نمره کامل یا نزدیک به آن را بگیرند. اگر همه شاگردان، از جمله شاگردان ممتاز نمره کم بگیرند، به احتمال زیاد امتحان بالاتر از سطح آن‌ها و بسیار دشوار بوده است. منحنی‌های زنگی شکل کامل نمره‌های من، که به سرعت همراه با نمره‌های امتحانی اعلام می‌شد، همواره نشان می‌داد که تعدادی از شاگردان نمره ۲۹ یا ۳۰ گرفته‌اند و دلیل معقول بودن امتحان بود. شاگردان می‌توانند یک مربی کسل‌کننده یا بسیار سختگیر را تحمل کنند، اما تحمل مربی بی‌انصاف برایشان دشوار است. استادان مشاور می‌دانستند که نمره دادن من معقول است و با فرستادن شاگردان به این درس ظرفیت کلاس را تکمیل می‌کردند. جالب است بدانید نمره متوسط برای درس فیزیک ۱۰ من در طی سال‌های بسیار C بود. گرچه این نمره بسیار خوبی نیست، اما بیشتر شاگردان از اینکه در درس فیزیک، که ابتدا از آن می‌ترسیدند، C گرفته‌اند خوشحال بودند. سال‌های بعد در یک حسابرسی از کالج، نمره C من به تعداد زیادی شاگرد باعث شد که بخش فیزیک، در شرایطی که بسیاری از بخش‌ها متهم به نمره زیاد دادن بودند، نمره خوبی بگیرد. در ترم زمستان سال ۱۹۶۷ اعلام کردم که همه امتحان‌ها را می‌توان با کتاب باز داد. پرسش‌های امتحانی من معیاری از فراخوان اطلاعات نبودند، بلکه به مفهوم توجه داشتن بود. به عنوان مثال، این پرسش که: فاصله توقف اتومبیلی که با چرخ‌های قفل‌شده با سه برابر سرعت حرکت می‌کند (پیش از زمان اعمال ترمز ضدقفل) چقدر زیاد می‌شود؟ در کتاب داده نشده است. رابطه کار-انرژی در کتاب بیان شده است، اما پاسخ به پرسش باید با ذکر دلیل باشد. شاید شاگردان درس‌هایی داشته باشند که چیزی را که به یاد دارند بیازمایند، اما درس من یک گام فراتر می‌رفت و آن‌ها را به تفکر وامی‌داشت. معمولاً شاگردان در پایان درس من می‌گفتند، «این درس به من یاد داد که فکر کنم!». همه ما به استفادهٔ بهینه از مغزهایمان ارج می‌نهیم. مسئله همیشگی شاگردانی که در امتحان تقلب می‌کنند هم وجود داشت. من

حقیقت نسبی است. قسم پیشاهنگی به معنی آن است که صادقانه *باور دارم* که راست می‌گویم. امتحان نهایی که آن را به خانه می‌بردند شامل ۱۵ پرسش کیفی بود. با گفتن اینکه انتظار ندارم که به همه ۱۵ پرسش نهایی پاسخ دهند حالت ناباورانه آن‌ها را شدیدتر کردم. من چهار پرسش را انتخاب می‌کنم. کدام چهار پرسش؟ این را روز امتحان تصمیم می‌گیرم! قرار بود پاسخ‌ها را با دست در «کتاب‌های آبی» بنویسند که در آن زمان رایج بود. امتحان نهایی ۲۵ درصد از نمره نهایی را تشکیل می‌داد.

یک جایزه غیرمنتظره امتحان‌های کتاب آبی، به دست آوردن گنجینه‌ای از «پاسخ‌های نادرست» برای امتحان‌های چندگزینه‌ای بود. پرسش امتحان دارای گزینه‌های به روشنی نادرست، پرسش بدی است. شاید این پرسش معیاری برای عقل سلیم باشد، اما معیار درک فیزیک نیست. یک پرسش چندگزینه‌ای خوب پرسشی است که تمام گزینه‌های آن پذیرفتنی باشد. انتخاب این گزینه‌ها باید وابسته به شناخت فیزیک باشد. یک پرسش امتحانی خوب آن است که به درک مفهوم امتیاز دهد و معلومات را اندازه بگیرد، نه زیرکی را. تهیه پرسش‌های چندگزینه‌ای هنری است که مجموعه برداشت‌های غلط کتاب‌های آبی شاگردانم به آن کمک بسیار کرد. وقتی اندازه کلاس‌های درس من بزرگ و بزرگ‌تر شد، ذخیره پرسش‌های چندگزینه‌ای برایم ضروری بود.

امتحان‌های میان‌ترم سه بار، هر بار با ۳۰ پرسش چندگزینه‌ای، صورت می‌گرفت و هریک ۲۵ درصد نمره نهایی را تشکیل می‌داد. به تکالیف و پروژه‌های کلاسی هم نمره داده می‌شد. نمونه امتحان میان‌ترم پیش از روز امتحان بین شاگردان توزیع می‌شد. ارزیابی این امتحان‌ها با حروف انجام می‌شد، نمره ۲۵ یا بیشتر A، نمره ۲۰ یا بیشتر B، نمره ۱۴ یا بیشتر C، نمره کمتر از ۱۴ D بود. نمره F به کسانی داده می‌شد که درس را ناتمام رها می‌کردند. هیچ شاگرد شرکت‌کننده در درس فیزیک ۱۰ من هرگز نمره F نگرفت. اما کار من به همین جا ختم نمی‌شد. به آن‌ها گفتم که اگر برحسب اتفاق در امتحان یک «روز بد» نمره‌ای کمتر از آنچه فکر می‌کنند حق آن‌هاست گرفتند می‌توانستند «امتحان مجدد» بدهند که یک آزمون چندگزینه‌ای مشابه با پرسش‌های متفاوت بود. اگر از نمره متوسط خود راضی نبودند می‌توانستند به قدری امتحان را تکرار کنند تا به نتیجه رضایت‌بخش برسند. بنابراین پیشنهاد من تکرار امتحان تا رسیدن به نمره A بود که اگر در امتحان نهایی نمره C می‌گرفتند، نمره نهایی آن‌ها B می‌شد. و B برای فیزیک نمره بدی نیست! بنابراین هر کسی از شاگردان حاضر که نمره B نمی‌گرفت باید به نمره کمتر راضی باشد. اما چطور می‌شد امتحان مجدد را برای تعداد زیادی شاگرد انجام نداد؟ من با نشان دادن اینکه کار میانگین‌گیری چگونه انجام می‌شود این تعداد را کم می‌کردم. روی تخته توضیح می‌دادم که اگر شاگردی نمره ۲۰، B بگیرد و با کار در آخر

با اختصاص یک «گوشه متقلبان» در بالای یک طرف کلاس با آن برخورد کردم. توضیح دادم که تقلب را تأیید نمی‌کنم و سیاست نمره دادن من آن را سزاوار نمی‌داند. اذعان کردم درست همان‌طور که افرادی نمی‌توانند در برابر مشروبات و سایر مواد مقاومت کنند، شاگردانی هم هستند که نمی‌توانند در برابر تقلب ایستادگی کنند. ایراد اصلی من به این موضوع آن بود که هنگام امتحان، همسایگان متقلب نباید حواس شاگردان صادق را پرت کنند. فرستادن این نوع شاگردان به گوشه بالای کلاس مؤثر بود. بیشتر کلاس ساکت بود و همگی این مسئله را تحسین می‌کردند. بعدها این کار را کنار گذاشتم زیرا بعضی‌ها فکر می‌کردند که تقلب را تأیید می‌کنم.

پس از بازنشسته شدن رئیس، تدریس تمام بخش‌های فیزیک ۱۰ به من محول شد. ظرفیت کلاس‌های فیزیک ۱۰ کاملاً تکمیل می‌شد. پنج بخش کامل فیزیک ۱۰ در یک سالن ۳۲۰ نفری در ساختمان جدید هنرهای تجسمی و دیگری در یک سالن ۲۱۰ نفری تدریس می‌شد. هر ترم بیش از ۱۰۰۰ نفر در درس فیزیک ۱۰ ثبت‌نام می‌کردند. ۱۴ مربی بخش فیزیک، از جمله مربیان نیمه‌وقت، در هر ترم به ۲۰۰۰ شاگرد درس می‌دادند. نیمی از این بار بر دوش من بود. هم شاگردان و هم مسئولان به کار من اهمیت می‌دادند و شورای شاگردان سیتی کالج در پائیز سال ۱۹۶۷ لوح معلم ممتاز را به من اهدا کرد.

در سال‌های ۱۹۶۷ و ۱۹۶۸ نوشته‌های خود را به کتاب‌های درسی مورد استفاده‌ام اضافه کردم. این‌ها نوشته‌های مربوط به غرش صوتی و طرز کار ترانسفورماتورها و قانون اهم در کتاب درسی وایت نبود ولی با آن هماهنگ بود. متوجه شدم که برخورد وایت با حرکت ماهواره که بیان می‌کرد ماهواره‌ها به واسطه نیروهای گرانشی و گریز از مرکز مساوی و در جهت مخالف در مدارهای دایره‌ای حرکت می‌کنند خیلی معمولی و غیر قابل قبول است. پس ترجیح دادم با تأثیرپذیری از برخورد فاینمن^۸ با حرکت ماهواره این ایده را مطرح کنم که ماهواره‌ها چیزی بیش از پرتابه‌های با سرعت زیاد نیستند که پیوسته دور زمین فرو می‌افتند؛ اگر فرو نیفتند، طبق قانون لختی در خط راست حرکت می‌کنند. یک ماهواره در زیر این خط راست فرو می‌افتد. مسیر دایره‌ای وقتی حاصل می‌شود که این مسیر خمیده با خمیدگی سطح زمین هماهنگ شود. شاگردان این را بهتر از توضیح نیروی گریز از مرکز می‌فهمیدند. نوشتن این پیوست‌ها لذت‌بخش بود و تصمیم گرفتم بیشتر بنویسم.

در ترم بهار سال ۱۹۶۹ تصمیم مهمی گرفتم و به مدیر فروشگاه کتاب دانشگاه گفتم که برای ترم پائیز کتاب‌های وایت و تافل را سفارش ندهد - به جای آن کامل‌ترین نوشته‌هایم درباره درس را در اختیار گذاشتم. این کاری بلندپروازانه بود، اما متوجه شدم می‌توانم قانون‌های نیوتون و سایر قانون‌ها را با نوشتن آن‌ها در بالای صفحه‌های تقریباً سفید تدریس کنم. شاگردان می‌توانستند آن‌ها را در کلاس

با یادداشت‌های کلاسی پر کنند. متوجه شدم که به احتمال زیاد نمی‌توانم تمام مطالب را با نوشتن در یک تابستان تمام کنم - یا شاید می‌توانستم؟ به هر حال، مدیر را قانع کردم که دست‌نوشته‌ای را برای ترم پائیز ۱۹۶۹ در اختیار خواهم گذاشت. این دست‌نوشته در دانشگاه چاپ می‌شود و هزینه آن قیمت کتاب خواهد بود.

در تابستان ۱۹۶۹، خانواده‌ام به دیدن بستگان خود در کلرادو رفتند مرا برای نوشتن تمام‌وقت آزاد گذاشتند. یکی از شاگردان را برای تایپ کردن استخدام کردم. در آن زمان رایانه‌ها وجود نداشتند. چند صفحه تایپ شده ویرایش می‌شد تا یک صفحه نهایی به وجود آید که روی آن طرح‌های مدادی را در فرایندی لیتوگرافی (گامی بالاتر از ماشین‌های پلی‌کپی) رسم می‌کردم و سرانجام به‌صورت یک کتاب جلدسیمی در می‌آمد. فصل‌ها را پشت سرهم شروع کردم، نه فصل درباره مکانیک (از جمله نوشته‌هایم درباره حرکت ماهواره)، پنج فصل درباره ویژگی‌های ماده (که یکی از آن‌ها برداشت مستقیم نوشته فاینمن درباره اتم‌ها از کتاب سه جلدی *درس‌های فیزیک فاینمن* بود)، سه فصل درباره گرما، چهار فصل درباره صوت (از جمله برخورد با غرش صوتی)، پنج فصل درباره الکتریسیته و مغناطیس (شامل نوشته‌هایم درباره ترانسفورماتورها)، هشت فصل درباره نور، شامل یک فصل درباره نسبیت خاص (که دوست داشتم درس بدهم)، و دو فصل درباره فیزیک هسته‌ای که روی هم رفته ۳۶ فصل می‌شد. این همان تابستانی بود که سفینه ناسا بر ماه فرود آمد. من به قدری مشغول کار نوشتن بودم که حتی تمام پوشش تلویزیونی آن را تماشا نکردم. در عوض، از دوستانی که در قسمت اصلی خانه‌ام زندگی می‌کردند خواستم که هنگام فرود آمدن سفینه مرا خبر کنند. این کار را کردند و من مانند میلیون‌ها نفر دیگر شاهد اوج این رویداد حیرت‌انگیز بودم. سپس با اشتیاق بیشتر و هدف تأیید شده به اتاقم برگشتم و نوشتن را از سر گرفتم.

چون بیشتر آنچه نوشته بودم همان‌هایی بود که در کلاس گفته بودم، کار نوشتن سریع‌تر از آنچه انتظار داشتم به پیش رفت. به نوشته‌هایم ایده‌هایی را از کتاب *فیزیک برای ذهن کنجکاو* اضافه کردم، و نیز بسیاری مطالب از کتاب محبوب دیگر *فیزیک مقدمه‌ای کن‌فورد*^۹ که تمام آن را تابستان قبل با لذت خوانده بودم. سایر منابع من عبارت بودند از *اتم‌ها به ستارگان* تئودور اشفورد^{۱۰}، *کالج فیزیک نوین* آلبرت بائر^{۱۱}، *رهیافت مارپیچی* کوپر^{۱۲}، و *مبانی فیزیک* اسمیت^{۱۳}، ایده‌های سرگرم‌کننده‌ای را هم از *۷۰۰ آزمایش فیزیک برای همگان* یونسکو گرفتم. و البته ایده‌هایی از کتاب‌های درسی وایت و تافل مورد استفاده‌ام گردآوری شده بود. با پشت سر گذاشتن تابستان، بیشتر مطالب را همان‌طور که در کلاس درس داده بودم پوشش دادم. در نهایت تعجب، هیچ صفحه سفیدی در کتاب ۶۱۴ صفحه‌ای وجود نداشت. کتابی در اختیار داشتم که می‌توانستم واقعاً از روی آن درس بدهم.

از روزهایی که قبل از شروع ترم پائیز و پیش از جلد سیمی شدن آن در اختیارم بود یک روز را صرف چاپ سیلک جلد آن کردم. این کار راحت بود زیرا چاپ سیلک حرفه قبلی من بود و در سال‌های کالج زندگی‌ام را تأمین می‌کرد. روی جلد نو شتم به فیزیک مفهومی روی آورد - کلیدی برای شناخت جهان مادی شما. همگام با حروف روان‌گردان پوستره‌های دست‌افشانی عصر هایت - اشبری^{۱۴}، حروف فیزیک مفهومی به سبک روان‌گردان بود. قیمت این کتاب، که بعضی آن را «کتاب هیپی» درباره فیزیک نامیدند ۴/۲۰ دلار بود. هزار نسخه از این کتاب در فروشگاه دانشگاه آماده بود که برای چهار بخش روزانه فیزیک ۱۰ و یک بخش شبانه کفایت می‌کرد. چون تعداد شاگردان بیش از این شد، پیشنهاد کردم کتاب را شریکی بخوانند، بنابراین هزینه آن برای هر شاگرد ۴/۲۰ دلار نمی‌شد. این کار را به‌خاطر دلم کرده بودم و عواید آن نصیب فروشگاه کتاب دانشگاه شد. تدریس کتاب خودم در پائیز سال ۱۹۶۹ شادی‌آفرین بود. بیشتر وقتم صرف بازنویسی صفحاتی شد که با عجله در طول تابستان نوشته بودم. تجدید چاپ هزار کتاب دیگر در ترم بهار صورت گرفت. یک هزار جلد کتاب کلفت جلد سیمی جای زیادی را در فروشگاه کتاب می‌گرفت، این باعث شد که نمایندگان ناشران بسیاری چاپ کردن آن را مطرح کنند. من به مدیر فروشگاه گفتم که به آن‌ها بگوید احتمال چاپ خارج از دانشگاه آن بسیار کم است زیرا به روش تدریس مفهومی من بستگی دارد؛ که کاملاً موضعی است، و برای معلمان طرفدار روش حل مسئله جذابیت ندارد. در کتاب من هیچ مسئله‌ای وجود نداشت. پایان هر فصل حاوی «تمرین‌های» با سرشت کیفی بود که باز هم از چگونگی تدریس متداول فیزیک انحراف داشت. نبود مسئله‌های جبری به معنی غیر ریاضی بودن کتاب من نبود، بلکه کتاب غیر محاسباتی بود - که تفاوتی بزرگ محسوب می‌شود. گرچه چاپ خارج از دانشگاه کتاب را پیش‌بینی نکرده بودم، برخی ناشران فکر کردند که حتی اگر کالج‌های اندکی از این کتاب استفاده کنند، حتی یک هزار نسخه در هر ترم سیتی کالج چاپ آن را توجیه می‌کند. به زودی مشغول مذاکره با نمایندگان ناشران شدم. چند نفر از آن‌ها نسخه‌هایی از این کتاب را خریدند و آن را برای بررسی افراد بالاتر فرستادند. تا آنجا که می‌دانم همه این بررسی‌ها درخشان بود. یکی از ویراستاران تام سیرز^{۱۵}، از لیتل، براون و شرکا^{۱۶} در بوستون بسیار علاقه‌مند به چاپ کتاب بود. آن‌ها کتابی درباره فیزیک نداشتند و در چاپ کتاب‌های علوم تازه کار بودند. کتاب‌های کالج آن‌ها اندک بود و نمایندگان فروش کمی داشتند. چون یک فصل کامل را از درس‌های فیزیک فاینمن گرفته بودم که ادیسون^{۱۷} وسلی^{۱۷} چاپ کرده بود، فکر می‌کردم که بهترین کار این است که آن‌ها کتاب را چاپ کنند. اما ادیسون وسلی در صورتی علاقه‌مند بود که کشیدن کارتون‌ها را به افراد شرکت آن‌ها واگذار کنم. (بعدها فهمیدم که استفاده از فصل فاینمن

مسئله‌ای به وجود نمی‌آورد زیرا در آن زمان مرسوم بود که برای هر صفحه ۱۰ دلار مجوز چاپ پرداخت کنند. چون هفت صفحه از کتاب فاینمن گرفته شده بود، ۷۰ دلار از حق تألیف من کم می‌شد - که تغییر چندانی نبود. به زودی چند ناشر علاقه‌مند به چاپ همه کتاب از جمله کارتون‌ها شدند. همه این‌ها زمانی صورت گرفت که شاگردان سراسر کشور، به‌ویژه در کالیفرنیا، تظاهراتی در مورد مرتبط بودن درس‌ها با زندگی واقعی انجام می‌دادند. سوتیتر کتاب من، *آشنایی نوین با محیط اطرافتان* هماهنگ با شاگردان و مربیانی بود که در پی ارتباط بودند. زمان برای فیزیک مفهومی بسیار مناسب بود.

تصمیم در مورد ناشر را وقتی گرفتم که آگهی یک صفحه‌ای در روزنامه *سانفرانسیسکو کرونیکل*^{۱۸} را دیدم که تظاهرات در مورد جنگ ویتنام را نشان می‌داد و یکی از امضاکنندگان لیتل، براون و شرکا بود. چون خودم در تربیون آزاد سیتی کالج و راه‌پیمایی‌ها در سانفرانسیسکو در مورد جنگ تظاهرات کرده بودم، به تام سیرز تلفن کردم و تصمیم خود را گفتم. سپس تام به سانفرانسیسکو پرواز و قراردادی را در هتل مورد علاقه خود در سانفرانسیسکو یعنی میاکو در جاپان تاون^{۱۹} امضا کرد. در آن شب اولین سوشی خود را با تام در رستوران هتل خوردم این شروع تجربه‌ای خوشمزه بود.

در تابستان ۱۹۷۰ برای تدریس فیزیک ۱۰ به دانشگاه کالیفرنیا در برکلی دعوت شدم. اکنون چاپ دیگری از این کتاب ضروری بود: چون این بار می‌دانستم که این دست‌نوشته مربوط به کتاب چاپی است، زمان بیشتری را صرف کارهای هنری و کسب اجازه از نویسندگان و ناشران منابع خود کردم. به اریک راجرز نامه نوشتم و اجازه استفاده از ایده‌ها و شکل‌های کتاب خردمندانه‌اش را خواستم. در پاسخ نامه تبریکی برای نوشتن کتاب برای شاگردان غیر علوم نوشت

شاگردان
می‌توانند یک
مربی کسل‌کننده
یابسیار سخته‌گیر
را تحمل کنند،
اما تحمل مربی
بی‌انصاف‌برایشان
دشوار است



و گفت می‌توانم از هر چیزی در کتابش که بخواهم استفاده کنم، و هر کاری که بخواهم بکنم تا کسانی که رشته‌شان فیزیک نیست متوجه اهمیت آن بشوند. (خوب بود که ناشرم یک نسخه از آن را نگه داشت، زیرا سال‌ها بعد یک شرکت حقوقی تحقیقاتی را درباره شباهت‌های کار من با راجرز انجام داد. در آن موقع راجرز در گذشته بود. وقتی ناشرم یک نسخه از این نامه را در اختیارش گذاشت، نقطه پایان بر چیزی گذاشته شد که می‌توانست گاو شیردهی برای آن شرکت حقوقی باشد و درآمد مداومی را برایش تأمین کند). کسب اجازه‌های دیگر بسیار راحت‌تر از چیزی بود که انتظار داشتیم، یکی از آن‌ها تام فورد بود که پس از آن دوست نزدیک من شد. او درستی آنچه را که می‌نویسم بررسی می‌کند که باعث موفقیت مداوم فیزیک مفهومی شده است.

کتاب با یک دست‌نوشته بهتر بیرون از دانشگاه در ریپ آف پرس^{۲۰} چاپ شد که یک ناشر مطالب بحث‌برانگیز سیاسی از جمله کتاب‌های خنده‌دار رابرت کرامب^{۲۱} در سانفرانسیسکو بود. این بار کتاب دارای جلد سیمی نبود بلکه با جلد مقوای سبک صحافی شده و قیمت آن به ۶/۲۵ دلار افزایش یافته بود. از قضای روزگار، اندازه کتاب تقریباً برابر فیزیک برای نهن کنجکاو راجرز بود. جالب اینکه، اگر در آن سال که گفتیم، به من اجازه داده بودند کتاب راجرز را تدریس کنم، شاید فیزیک مفهومی هرگز نوشته نمی‌شد.

به‌خاطر دارم که هنگام تحویل جعبه‌های این کتاب در بخش فیزیک دانشگاه برکلی، وقتی وارد بخش شدم تعدادی از استادان کتاب را ورق می‌زدند و شنیدم که می‌گفتند «این نوع کتاب‌ها صد تا یک غانند» که فکر کردم چندان دلگرم‌کننده نیست. اما شاگردان برکلی آن را دوست داشتند و تدریس آن لذت‌بخش بود. شاگردان برکلی به‌طور متوسط کمی متفاوت از شاگردان سیتی کالج بودند. به‌خاطر دارم که شاگردی در دفترم درباره فشاری صحبت می‌کرد که به او وارد می‌شد. او در دبیرستان شاگرد اول بود. اما در کلاس برکلی همه شاگردان اول دبیرستان‌های آمریکا و کشورهای دیگر بودند. رقابت شدید بود. برای این شاگردان سطح بالا برای به‌دست آوردن منحنی زنگی شکل با قله C از معادله‌های سخت‌تری در امتحان استفاده می‌کردم.

با گذشت سال‌ها باز هم در برکلی و دانشگاه کالیفرنیا در سانتاکروز^{۲۲}، و دانشگاه هاوایی هم در مانوا^{۲۳} و هم در هیلو^{۲۴} تدریس کردم. برای مدت ۱۰ سال بزرگ‌ترین لذت من تدریس فیزیک ۱۰ در شب‌های چهارشنبه در اکسپلوراتوریوم^{۲۵} سانفرانسیسکو بود. بسیار خوشحال بودم که فرانک اوپنهایمر^{۲۶} در کلاس‌های من شرکت می‌کرد. خوشحالی من وقتی بیشتر شد که وقتی نوبت به صداهای موسیقایی رسید تدریس آن را قبول کرد. همچنین اینکه دوستم آلبرت بائر تدریس موضوع تداخل نور را به عهده گرفت باعث خوشوقتی من از این موضوع شد که بخشی از این حرفه جالب هستم. معلمان فیزیک دوستان بسیار

پی‌نوشت‌ها

1. Paul G.Hewitt
2. Physics Teacher
3. Eric M.Rogers
4. Art Austin
5. Harvey White
6. Dave Wall
7. Alexander Taffel
8. F-eynman
9. Ken Ford
10. Theodore Ashford
11. Albert Baez
12. Cooper
13. Smith
14. Haight - Ashbury
15. Tom Sears
16. Little' Brown and Co
17. Addison - Wesley
18. San Francisco chronicle
19. Japan town
20. Rip - off press
21. Robert Crumb
22. Santa Cruz
23. Manoa
24. Hilo
25. Exploratorium
26. Frank Oppenheimer
27. Dave Vasquez

منبع

The physics Teacher,
Vol 90, october 2011
pp 412 - 416

خوبی هستند. با بیشتر دوستانم در این مؤسسه‌ها و در گردهمایی‌های انجمن معلمان فیزیک آمریکا آشنا شدم.

جالب اینکه، فیزیک مفهومی ابتدا پیش از اختراع ماشین حساب‌های دستی منتشر شد. اولین آگهی مربوط به آن یک صفحه کامل شامل خط‌کش محاسبه با این توضیح بود که «شاگردان شما با این کتاب نیازی به خط‌کش محاسبه ندارند» ویراست دوم کتاب یک ماشین حساب با این نوشته را نشان می‌داد که «با این کتاب شاگردان شما ماشین حساب لازم ندارند». متأسفانه، این نوشته‌ها این برداشت را به وجود آورد که محاسبه نداشتن به معنی فقدان ساختار ریاضی است. مبارزه با این پندار نادرست تلاشی به مدت چند دهه بوده است.

تابستان‌های بعد صرف مسافرت در جهان و ارتقای سطح کتاب شد. این سفرها از اتیوپی آغاز شد. وقتی دیو واسکوئز^{۲۷} شاگرد و دوستم در اوایل دهه ۸۰ از من خواست که آیا می‌تواند نوار ویدئویی کلاس را برای پایان‌نامه کارشناسی ارشدش تهیه کند نمی‌دانستم که این کار تدریس کلاسی مرا به فراتر از سیتی کالج گسترش خواهد داد. دیو و دوست او کریگ دوسون^{۲۸} یک دو جین ویدئو تهیه کردند که ادیسون و سلی آن‌ها را به عنوان مکمل نسخه دبیرستانی فیزیک مفهومی منتشر کرد. در دیدار با مارشال النشتاین^{۲۹} در گردهمایی انجمن معلمان فیزیک آمریکا در شیکاگو نمی‌دانستم که ویدئوهایی که چند سال بعد در دانشگاه هاوایی تهیه شده بود به دیگران نشان داده است که چگونه تدریس مفهومی فیزیک جدی می‌تواند تجربه‌ای لذت‌بخش برای شاگردان باشد (که با گرفتن درس دیگر به احتمال زیاد از جدیت حل مسئله استقبال می‌کنند).

در مهمانی بازنشستگی من در سال ۲۰۰۰، دیو وال درباره پرسروصدا بودن کلاس‌های من در سیتی کالج صحبت کرد و اینکه اغلب صدای شاگردان را می‌شد تا انتهای راهرو شنید. او گفت که این صدای شادی در واکنش به جوک‌های من نبود، بلکه صرفاً در پاسخ به لذت بردن از فیزیک بود. زیرا آنچه بیش از هر چیز باعث خوشحالی افراد می‌شود این است که دریابند چیزی را می‌فهمند که درک آن را ناممکن می‌پنداشتند. به عنوان مثال، اگر در کنار دریاچه سنگ‌های صافی را به آب بیندازید و کسی به شما بگوید که دوستی می‌تواند سنگ را طوری به آب بیندازد که هشت بار وابجهد، و شما آن را با نه بار وابجهد انجام دهید، خوشحال خواهید شد. مهم‌تر از همه، دست یافتن به چیزی که انتظارش را ندارید باعث اعتمادبه‌نفس شما می‌شود. برای من هم استفاده از فیزیک برای شادمان کردن شاگردان و استفاده بهینه از مغزهایشان لذت‌بخش بود. چه شغل جذابی - چه زندگی فرح‌بخشی!

یادداشت ویراستار

سال ۲۰۱۱ چهلمین سالگرد انتشار فیزیک مفهومی و تولد ۸۰ سالگی پل هیوئیت بود.

گیاهان، کنترل کننده های آلودگی صوتی

لیلا حاج سلیمانی
دبیر فیزیک

مته های کمپرسی، وسایل پخش صوت خانگی، بلندگوهای ثابت و متحرک، سروصدای جمعیت در کوچه و خیابان، کارخانه ها و کارگاه های فنی و سایر صداها ی ناهنجار که روز به روز در حال افزایش است. تحقیقات نشان می دهد که آلودگی صوتی شهرها باعث ایجاد عوارضی مانند بی خوابی ها، پاره شدن عروق، سرگیجه، سردرد، کم حوصلگی، کاهش گرمای پوست و کاهش واکنش های مقاومتی پوست می گردد و همچنین عوارضی مانند بی نظمی در سوخت و ساز بدن و اختلالات گوارشی و قلبی، ایجاد سردرد، افزایش فشار خون، کری موقت یا دائمی، بی خوابی های شبانه و پاره شدن افکار، کم حوصلگی، عصبی بودن و بسیاری از موارد دیگر را به همراه خواهد داشت. برخی از صاحب نظران آلودگی صوتی را آلودگی نامرئی ۲ نامیده اند.

کنترل آلودگی صوتی توسط گیاهان

با وجود اینکه اغلب در مورد کنترل صوتی توسط گیاهان مبالغه می شود، ولی همچنان از ابزارهای کارآمد در کاهش سروصدا محسوب می شوند. آنچه استفاده از گیاهان را به عنوان ابزار جلوگیری از آلودگی صوتی با اهمیت می سازد، تأثیرات روانی است که بر بیننده و یا رهگذر به هنگام عبور از این دیوارهای سبز به جای می ماند. در واقع اثر روانی دیوارهای سبز صوت شکن بر روی بیننده، بسیار بیشتر از تأثیر مقدار دسی بل کاهش آلودگی صوتی است که ممکن است در شرایط ایده آل صورت گیرد. در نظر اول، دیدن دیوار سبز این تفکر را به بیننده القا می کند که کسی به فکر اوست و این دیوار به خاطر حفظ سلامت او احداث گردیده است.

حد مجاز انتشار آلودگی صوتی

- در اماکن مختلف حد انتشار آلودگی صوتی متفاوت است.
- در اماکن عمومی و کارخانه ما حد مجاز آلودگی در حدود ۷۰ دسی بل است.
- در مراکز دادوستد در طول روز ۶۵ دسی بل و در هنگام شب ۵۰ دسی بل است.



چکیده

آلودگی صوتی عبارت است از یک صوت نامطلوب، ناخوشایند و یا ناخواسته؛ و از نظر علمی سر و صدا مخلوطی است از صوت های مختلف با طول موج ها و شدت های متفاوت که ترکیب مشخص و معینی ندارند و برای گوش ناخوشایندند. از ساده ترین و ملموس ترین عوارضی که سروصدا بر انسان به وجود می آورد از دست دادن قدرت شنوایی است. صدای مداوم و حتی غوغای غیرآزاردهنده نیز برای انسان مضر است و حساسیت گوش را نسبت به انواع صداها کم می کند.

در مورد تأثیر زبان بار آلودگی صوتی ذکر این نکته کافی است که انسان پس از شنیدن صدایی به شدت صوتی ۱۰۰ دسی بل به مدت ۱۰ دقیقه نیاز به استراحتی به مدت ۲۰ دقیقه در محیطی کاملاً آرام دارد تا اثر آن را جبران کند. شدت صوتی برابر با ۱۲۰ دسی بل حدود دردآور صوت است. روش های زیادی برای جلوگیری از آلودگی صوتی وجود دارد. در این مقاله به تأثیر گیاهان در این زمینه می پردازیم.

کلیدواژه ها: صوت، آلودگی صوتی، کاهش صدا

مقدمه

می دانیم که صوت در واقع به ارتعاش در آمدن منبع صوت و سپس حرکت امواج و نوسان های فشار هوا از فرستنده به گیرنده است و برای تمایز اصوات از سه صفت بلندی، ارتفاع و طنین استفاده می شود. بلندی صوت با میزان حساسیت گوش ارتباط مستقیم دارد. تعداد دورهای امواج صوتی در یک ثانیه را بسامد می گویند. از طرفی بلندی یک صوت به شدت و بسامد آن صوت بستگی دارد و شدت صوت را با یکایی به نام دسی بل می سنجند. وقتی شدت صوت به حدود ۷۰ تا ۸۰ دسی بل برسد، آلودگی صوتی ایجاد می شود. هر نوع صدای ناخواسته در مدت زمان طولانی تأثیر مخربی بر جسم و روح انسان خواهد گذاشت و هر گاه تعداد و انواع فرستنده های ناخواسته در محیط زیاد شود، آلودگی صوتی را به دنبال خواهد داشت. متداول ترین این نوع آلودکننده ها عبارت اند از وسایل نقلیه موتوری، آژیر و بوق اتومبیل ها، فرودگاه ها،

● در مناطق مسکونی و فروشگاه‌ها حد مجاز آلودگی صوتی در طول روز ۶۰ دسی‌بل و در هنگام شب ۴۵ دسی‌بل است. در آسایشگاه‌ها و بیمارستان‌ها حد مجاز آلودگی صوتی هنگام روز ۴۵ دسی‌بل و شب‌ها ۳۰ دسی‌بل است.

میزان صدای تولید در صنایع مختلف

- خرد کردن شیشه‌های خالی در فاصله ده متری بین ۶۵-۸۵ دسی‌بل
- ترمز گرفتن و سرعت گرفتن سریع ۲۰ دسی‌بل به صدای موجود اضافه می‌کند.
- روشن کردن اتومبیل ۵ دسی‌بل
- کارخانه شیشه پرکنی خودکار در انواع نوشابه‌سازی ۱۰ دسی‌بل
- ماشین‌های تحریر ۷۹ دسی‌بل سروصدا تولید می‌کنند.
- ماشین‌های تکثیر تا ۱۰۰ دسی‌بل سروصدا تولید می‌کنند.
- کلپ‌های شبانه تا ۹۰ دسی‌بل سروصدا تولید می‌کنند.
- سروصدای ریل‌های قطار بستگی به سرعت و طول قطار به شرح زیر دارد:
 - الف. سرعت ۱۰۰ کیلومتر در ساعت و طول ۲۰۰ متر، ۹۴ دسی‌بل
 - ب. سرعت ۵۰ کیلومتر در ساعت و طول ۴۵۰ متر، ۷۸ دسی‌بل
- کاهش سرعت باد باعث کاهش سروصدا می‌شود مثلاً سروصدای یک اتومبیل در سرعت ۱۴۰ کیلومتر در ساعت معادل سروصدای چهار اتومبیل در سرعت‌های ۱۰۰ کیلومتر در ساعت است.
- داخل اتومبیل‌های شهری ۹۰ دسی‌بل سروصدا دارد.
- صدای موتور کامیون بیش از ۱۰۰ دسی‌بل است.
- خیابان‌های شلوغ تا ۸۰ دسی‌بل سروصدا دارند.
- ترافیک عمومی و سنگین خیابان‌ها ۷۰ تا ۸۰ دسی‌بل سروصدا تولید می‌کند.
- اتاق اداری شلوغ ۷۰ تا ۸۰ دسی‌بل سروصدا تولید می‌کند.

روش‌های کاهش صدا

میزان انتقال صوت به غلظت، رطوبت هوا، دما، باد و عوامل مختلفی نظیر جذب، انحراف و بازتاب امواج صوتی بین منبع صوتی و گیرنده صوت بستگی دارد. درختان به‌عنوان عامل کاهش صدا در شهر نقش بسیار بااهمیتی دارند. با توجه به نوع، ارتفاع، تراکم و موقعیت درختان و شرایط مختلف آب‌وهوایی، میزان تقلیل شدت صوت متفاوت است. گیاهان بر اثر بعضی از صداها با بسامد خاص نقش حفاظتی بهتری دارند. گوش انسان نسبت به شدت صوت و به‌ویژه بسامد بالا حساس‌تر است. درختان زمانی که حتی نتوانند تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر جلوگیری و تقلیل همه صداها داشته باشند، می‌توانند از طریق اصلاح و بهبود شرایط آب‌وهوایی بر ویژگی‌های ناهنجار و آسیب‌رسان صوت اثر بگذارند. صداها در خارج از اماکن مسکونی قبل از اینکه به گوش برسند، شدیداً تقلیل پیدا می‌کنند و کاهش صدا به دو صورت اتفاق می‌افتد. اولین تقلیل که کاهش عادی است، در نتیجه تأثیر مسافت اتفاق می‌افتد. دومین کاهش صدا هنگامی به وجود می‌آید که صدا در اثر برخورد با موانعی که بین منبع صدا و گیرنده صدا وجود دارد کاهش می‌یابد. این کاهش ممکن است به وسیله انواع موانع حاصل شود و در واقع یک نوع کاهش اضافی است.

کاهش عادی صدا

صدا بر اثر دور شدن از منبع صوتی به‌طور کلی کاهش می‌یابد

و آزمایش‌های مختلف این موضوع را تأیید و از نظر کمی نیز مقادیر متفاوتی به‌دست آمده است. در رابطه با صداها چندگانه و مرکب میزان کاهش در کلیه سطوح صدا عموماً کمتر است و به عوامل بسیار زیادی بستگی پیدا می‌کند.

کاهش اضافی صدا

سایر عواملی که در این نوع کاهش صدا مؤثر هستند، شرایط آب‌وهوایی و موانع مختلف بین منبع صدا و گیرنده صدا و نظایر آن است. امواج صوتی بعد از انتشار ممکن است اصلاح و توسط باد یا دما حتی تغییر کنند. هوا نیز در کاهش اضافی صدا بسیار مؤثر است. اختلاف دما و باد در بالای سطح زمین می‌تواند بر روی امواج صوتی مؤثر واقع شوند و حتی به مقدار جزئی، آن را بالا ببرند. در مسافت دورتری از منبع صدا، صداها در پایین جریان باد بیشتر از بالا به گوش می‌رسند. درختان در کاهش اضافی صدا از عوامل بسیار مؤثری محسوب می‌شوند. به همین دلیل می‌توانند در شهرها نقش مؤثری در کاهش آلودگی صوتی داشته باشند. اگرچه در مورد تأثیر عوامل کنترل اکوستیک مصنوعی اطلاعات فنی زیادی در دست هست، لیکن در مورد درختان به‌عنوان عوامل جایگزین شونده به جای مصالح فیزیکی اطلاعات فنی کمتری وجود دارد. درختان برگ‌ریز با برگ‌های زیاد در جذب و انتشار صدا بسیار تأثیرپذیرتر از درختان همیشه سبز هستند. درختان برگ‌ریز وقتی برگ‌هایشان ریخت تأثیرپذیری کمتری دارند. بنابراین در طول سال درخت کاج و سایر درختان همیشه سبز نقش مهم‌تری در کاهش و کنترل صوتی دارند. گیاهان بیشتر از ۵۰ فوت پهنا برای کاهش صوت در طول سرعت زیاد در شاهراه‌ها پیشنهاد شده است. کمربندهای سبز که ۲۰ فوت یا بیشتر عرض دارند تا مرکز نزدیک‌ترین محل ترافیک جایگزین می‌شوند که این گونه پوشش‌های گیاهی معمولاً در حومه شهرها کاشته می‌شوند. چگالی، بزرگ بودن، عریض بودن درختان در کاهش آلودگی صوتی مهم هستند.

انواع روش‌های کاهش صوت توسط گیاهان

● جذب صدا توسط گیاهان

ارتعاش امواج صوتی را برگ‌ها و شاخه‌های درختان جذب می‌کنند. عواملی نظیر نور و دیواره متخلخل انعطاف‌پذیر در جذب صدا مؤثرند. به همین جهت درختان در جذب صداها ناخوشایند با داشتن ویژگی‌های بالا تأثیر می‌گذارند. انبوه بودن درختان، چرمی بودن برگ‌ها و خمش‌پذیری شاخه‌ها اجازه می‌دهد که صداها ناهنجار جذب درختان شوند. درختان در پخش و در هم شکستن صداها نیز مؤثرند. حتی علف‌ها نیز تأثیر دارند می‌توانند صدا را جذب کنند.

● کمربندهای سبز در بزرگراه‌ها و خیابان‌ها

کمربندهای سبز، به‌عنوان عوامل محافظت‌کننده اماکن مسکونی از آلودگی صدای ناشی از تردد انواع وسائط نقلیه، از مهم‌ترین خدمات شهری به‌شمار می‌آیند. درختان نسبت به سایر موانع هم‌ردیف خود (اراضی مزروعی و موانع مصنوعی) در کاهش آلودگی صدا از قابلیت بیشتری برخوردارند و مؤثر عمل می‌کنند.

● شکست و انحراف صدا توسط گیاهان

شاخ و برگ درختان به‌دلیل انعطاف‌پذیری، نرمش و صاف

هر نوع صدای
ناخواسته
در مدت
زمان طولانی
تأثیرهای
مخربی بر
جسم و روح
انسان خواهد
گذاشت و هرگاه
که تعداد و انواع
فرستنده‌های
ناخواسته در
محیط زیاده
شود، آلودگی
صوتی را به
دنبال خواهد
داشت

با وجود اینکه اغلب در مورد کنترل آلودگی صوتی توسط گیاهان مبالغه می شود، ولی همچنان از ابزارهای کارآمد در کاهش سروصدا محسوب می شوند

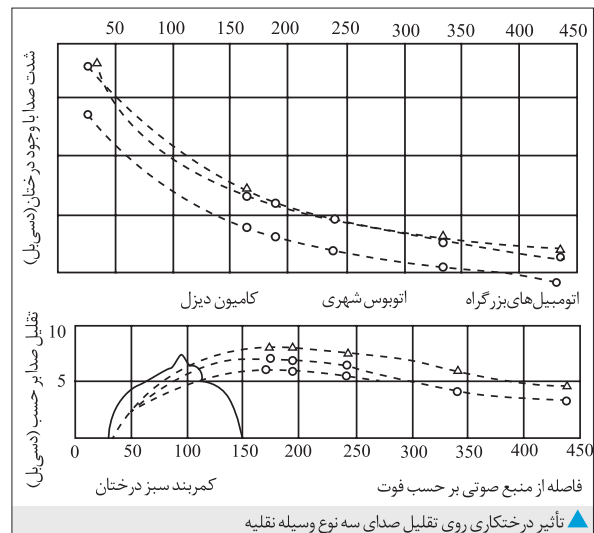
علاوه بر تراکم، ارتفاع درختان به عنوان مانع در برابر آلودگی صوتی نیز تأثیر مثبتی دارد. پهن برگان در زمستان که فاقد شاخ و برگ هستند در تقلیل صدا عملاً مؤثر نیستند. درختان پهن برگ بیش از سوزنی برگان مقدار صدا را کم می کنند. ولی هنگامی که فاقد شاخ و برگ هستند، بسیار کمتر از سوزنی برگان مقدار صدا را تقلیل می دهند. وقتی درختکاری ها به وسیله گونه های کوچک اندام و کم رشد انجام بگیرد؛ برای اینکه در برابر آلودگی صدا تمربخشی لازم را کسب کنند، احتیاج به زمان زیادی دارند. در مورد برخی از منابع ایجاد آلودگی صدا یا باید مستقیماً عامل مولد آلودگی صدا را کنترل و خنثی و یا منابع مسکونی را با در نظر گرفتن تمهیداتی در برابر آلودگی صدا تجهیز کرد.

سطوح صافی مانند چمن با درختان پراکنده و یا موانع درختچه های از نظر جذب صدا نسبت به سطوحی مانند بزرگراه ها و یا پارکینگ ها که صدا را باز می تابانند، و یا حتی ممکن است تقویت نیز بکنند مناسب تر هستند.

دیواره های متراکمی که به وسیله ردیف های مختلف درختان ایجاد شده باشد، در صدا بسیار مؤثرترند. برای اینکه درختکاری ها در بزرگراه ها بیشترین تمربخشی را در کاهش صدا داشته باشد باید عرض درختکاری ها ۱۵-۲۰ فوت انتخاب شوند و درختکاری ها در صورتی که به صورت مخلوط از درختان و درختچه ها باشند تأثیرات آن ها افزایش خواهد یافت. در درختکاری های کم عرض انتخاب شده باشند، باید حتماً از سوزنی برگان بیشترین استفاده گردد.

درختان با ارتعاش برگ ها و شاخه های خود امواج صوتی را شکسته و جهت آن ها را تغییر می دهند و این عمل را به تنهایی یا توسط موانع و ساختمان های اطراف خود نیز انجام می دهند. در شیب ها، روبش های گیاهی به ویژه گیاهان رونده و پیچنده بسیار مؤثر هستند. اگر سطح شیب های رو به منابع تولید صدا پوشیده از چمن یا گیاهان رونده باشد، صدا می تواند در حدود ۸ تا ۱۰ دسی بل کاهش یابد. پرچین و درختان با شاخ و برگ انبوه به ویژه سوزنی-برگان به طور کلی در کاهش صداها نامطلوب بسیار مؤثر ترند.

شکل زیر، نحوه تأثیر درختان بر روی آلودگی صدا در بزرگراه ها در حالت های مختلف از نظر ارتفاع سطح جاده نسبت به امکان مسکونی با هتل ها نشان می دهد.

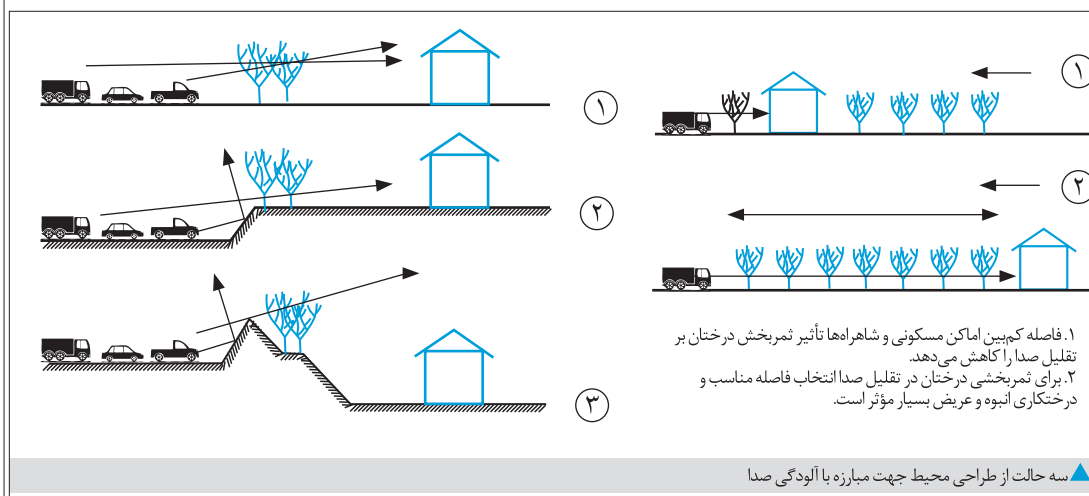


بودن، صدا را جذب می کنند. تنه درخت و شاخه های سنگین باعث انحراف صدا می شوند. همان طور که گفته شد، پخش و شکست صدا و جذب امواج صوتی به وسیله گیاهان جنگل ها می توانند باعث کاهش شدت صوتی شوند.

جنگل ها می توانند صدایی با شدت صوتی ۱۰۰۰ دور در ثانیه را در هر صد فوت تا ۷ دسی بل کاهش دهند. انرژی صوتی اندازه گیری شده در ۲۵ فوت وقتی در ۱۲۵ فوتی دوباره اندازه گیری شد ۱۴ دسی بل کاهش را نشان می داد. به هر صورت اگر بین منبع صدا و گیرنده های صدا صد فوت جنگل قرار گرفته باشد، میزان کاهش صدا به ۲۱ دسی بل می رسد اگر جنگل وجود نداشته باشد، برای اینکه شدت صدا به همین مقدار کاهش یابد نیاز به بعد مسافتی برابر ۲۵ فوت است. وجود جنگل به دلیل داشتن نقش حفاظتی در برابر این مسافت را بسیار کوتاه تر نموده است.

تحقیقات انجام گرفته نشان می دهد که درخت کاری می تواند اصوات ناخوشایند را تا ۷ دسی بل صدا کاهش دهد قابلیت گیاهان در ارتباط با بسامد صداها مختلف متفاوت است.

آزمایش های انجام گرفته نیز نشان می دهد که قابلیت گونه های مختلف درختان در کاهش سطح صدای ترافیک تفاوت فاحشی ندارند، ولی گونه های مختلف سوزنی برگان، به دلیل دائمی بودن مؤثرتر هستند.



- منابع
۱. مجنونیان، هنریک، درختان و محیط زیست، ۱۳۶۹
 ۲. میناسیان، ژرژ، کاوشگر محیط زیست، ۱۳۶۲
 ۳. فیزیک پیش دانشگاهی

درک مفهوم تکانه زاویه‌ای به کمک متر فنی نجاران

جان دبلیو جیوت جونیور، گروه فیزیک، دانشگاه صنعتی ایالتی کالیفرنیا، آمریکا
متر جم: سید مهدی میر فتحی، دانشجوی دکتری فیزیک دانشگاه مازندران



را رها کنید. نوار به سمت پایین حرکت می‌کند و به واسطه ساختار فنی دستگاه به درون آن کشیده می‌شود و بدنه دستگاه ثابت باقی می‌ماند. با پایین آمدن نوار تکانه زاویه‌ای فنر چرخان این دستگاه افزایش می‌یابد (در شکل ۱ چرخش در جهت ساعتگرد است). اگر دستگاه منزوی بود، حرکت ساختار فنی سبب می‌شد تا برای صفر شدن تکانه زاویه‌ای کل دستگاه، بدنه دستگاه در جهت پاد ساعتگرد بچرخد. به هر حال این دستگاه غیرمنزوی است و یعنی گشتاور ناشی از نیروی عمودی تکیه‌گاه (سطح) مانع از چرخش بدنه می‌شود و تکانه زاویه‌ای دستگاه افزایش می‌یابد. وقتی نوار فنر کاملاً جمع شد، از حرکت باز می‌ایستد و چرخش ساختار فنی درون بدنه نیز متوقف می‌شود. اکنون چه بر سر تکانه زاویه‌ای دستگاه آمده است که درست تا پیش از توقف حرکت آن وجود داشت، نمی‌تواند که نابود شود! به محض توقف ناگهانی نوار و ساختار فنی، تکانه زاویه‌ای دستگاه با وارون شدن آن روی سطح یا غلتش ساعتگرد خود را نشان می‌دهد و پایسته می‌ماند. در تصویر ۲ نمایی از وارون شدن متر نشان داده شده است. برای نشان دادن اینکه حرکت بدنه همیشه در یک جهت است از شاگردان خود بخواهید این آزمایش را چند

کلیدواژه‌ها: تکانه زاویه‌ای، غلتش، گشتاور، اصطکاک

اشاره

من و نوه ۷ ساله‌ام بن در حیاط خلوت خانه دریافتیم که متر فنی نجارها می‌تواند برای مشاهده پایستگی تکانه زاویه‌ای یک دستگاه غیرمنزوی مورد استفاده قرار گیرد. برای آنچه در این مقاله مورد بحث قرار گرفته است من از متر شکل ۱ استفاده کردم. هنگامی که متر کشیده و سپس رها می‌شود، ساختار فنی باعث جمع شدن آن در بدنه‌اش می‌گردد. در نتیجه جمع شدن نوار متر، تکانه زاویه‌ای سازوکار فنی موجود در آن به‌هنگام واکنش نوار افزایش خواهد یافت. نتیجه این افزایش تکانه زاویه‌ای را می‌توان با دو آزمایش مشاهده کرد.

آزمایش ۱ همان‌گونه که در شکل ۱ به تصویر کشیده شده است، شامل قرار دادن لبه پستی دستگاه روی زمین و کشیدن نوار متر به‌صورت عمودی رو به بالاست. تمام دستگاه شامل نوار متر، بدنه و ساختار فنی را به عنوان دستگاه در نظر می‌گیریم. پیش از رها شدن نوار کشیده شده، تکانه زاویه‌ای دستگاه صفر است. با رعایت احتیاط و دور نگه داشتن دست‌ها، صورت و انگشتان از این دستگاه، نوار کشیده شده

بار تکرار کنند. بدنه متر چند بار می‌غلطد یا وارون می‌شود؟ آیا این عدد همیشه ثابت است؟

برای انجام آزمایش دوم به مشارکت یک شاگرد یا یک همکار نیاز دارید. متر نواری را مطابق شکل ۳ از یک پهلوی روی زمین قرار دهید و نوار را به صورت افقی بکشید. یکی از افراد بدنه دستگاه و دیگری انتهای آزاد نوار را ثابت نگه می‌دارند و هر دو همزمان آن‌ها را رها کنند.

اگر متر روی سطح ناهمواری همچون سیمان باشد، بدنه دستگاه هنگام کشیده شدن نوار به درون آن ثابت می‌ماند. گشتاور ناشی از اصطکاک بین بدنه و سطح ناهموار برای جلوگیری از چرخیدن بدنه کافی است. وقتی نور کاملاً جمع شد و از حرکت باز ایستاد، تمام دستگاه چند بار در جهت ساعتگرد یعنی درست در همان جهتی می‌چرخد که سازوکار فنر پیش از توقف چرخش داشت. (شکل ۳)

اکنون از شاگردان بخواهید تغییر پارامترهای درگیر در این آزمایش را بررسی کنند. به عنوان مثال، آزمایش دوم را روی سطحی نرم مانند ورقه‌ای شیشه انجام دهند. کاهش گشتاور اصطکاکی چه تأثیری بر روی چرخش بدنه خواهد داشت؟ سعی کنید آزمایش دوم را با قرار دادن متر روی پهلوی دیگرش تکرار کنید. معمولاً یک طرف این مترها دارای گیره نگهدارنده است در حالی که طرف دیگر مانند آنچه در تصویر ۱ مشاهده می‌شود، فقط دارای برچسب است. رابطه چرخش نهایی دستگاه با طرفی که روی سطح قرار می‌گیرد، چگونه است؟

همین‌طور از شاگردان بخواهید این آزمایش‌ها را به روش‌های مختلف تحلیل کنند. از رهیافتی کلی به انرژی استفاده کنید و معادله انرژی این دستگاه را برای چند بازه زمانی بنویسید: مانند وقتی که دست شما متر را بیرون می‌کشد، هنگامی که ساختار فنری آن را به داخل بدنه می‌کشد و هنگامی که نوار کاملاً در بدنه متر جمع شده است. پایداری تکانه را نیز در نظر بگیرید. در آزمایش دوم، هنگامی که نوار دارد بدنه می‌شود، بدنه به‌ویژه روی سطح شیشه‌ای، به عقب سر می‌خورد (یعنی در شکل ۳ به سمت شما خواهد آمد). از شاگردان بخواهید آن را توجیه کنند.



▲ شکل ۱. متر فنری از پشت روی زمین قرار گرفته و نوار آن به سمت بالا کشیده است.



▲ شکل ۲. تصویر ویدئویی آزمایش اول که وارون شدن و چرخش متر به سمت راست موقعیتی که در شکل ۱ قرار داشت را نشان می‌دهد.



▲ شکل ۳. متر از یک پهلوی روی زمین قرار گرفته است و ساختار فنری آن را به درون بدنه می‌کشد. وقتی نوار کاملاً به درون کشیده شود، چه اتفاقی خواهد افتاد؟

← پی‌نوشت‌ها

۱. اگر تصویر ویدئویی از آزمایش تهیه کنید، می‌توانید شاهد چرخش ناچیز پادساعتگرد بدنه در شکل ۱ درست پیش از کشیده شدن کامل نوار به درون بدنه باشید. با شاگردان در مورد چگونگی ارتباط این حرکت با کاهش لختی دورانی قسمت کشیده شده نوار حول محور قسمت فنری بازگرداننده متر بحث کنید.
۲. مشابه آنچه در آزمایش نخست رخ می‌دهد در اینجا (شکل ۳) نیز شاهد چرخش آرام پادساعتگرد بدنه درست پیش از کشیده شدن کامل نوار به درون بدنه فنر خواهیم بود.

← منبع

Phys. Teach. 46,
210-217, (april
2008)

انتشار صوت در «قراضه طبیعیات»

(قسمت دوم)

غلامحسین رحیمی

استاد گروه مهندسی مکانیک دانشگاه تربیت مدرس

rahimi_gh@modares.ac.ir

کلیدواژه‌ها: ابن سینا، قراضه طبیعیات، انتشار صوت، موج، حرکت ارتعاشی جامدات، انعکاس موج، انکسار موج، ارتفاع و شنوایی سنجی

حرکت ارتعاشی جامدات

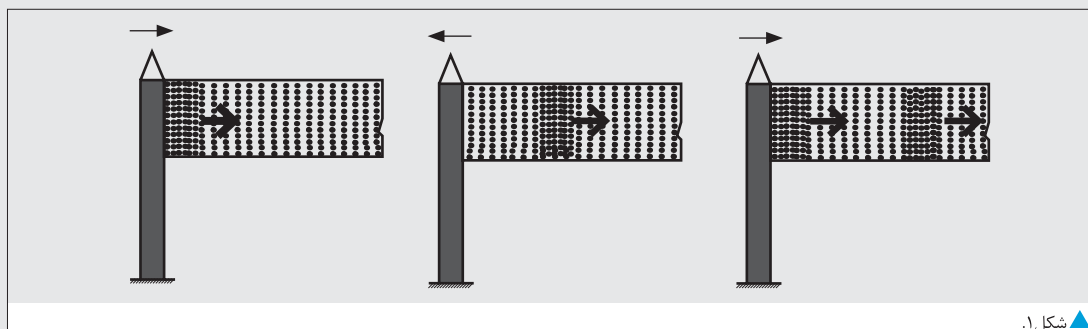
ابن سینا مثالی دیگر می‌زند که بسیار جالب توجه است و البته توضیح پرسش اصلی است که هدف این توضیحات پاسخ به آن است: اکنون اگر بر ظرفی روپین کوبیده شود، ظرف به جنبش (ذاتی) در می‌آید. این جنبش اطردادی است، یعنی حرکت پیاپی است و حالت رفت و برگشتی دارد^۱. وی در تعریف حرکت اطردادی می‌گوید اگر نیزه‌ای را بلرزانیم، در تمام اجزای آن حرکتی ایجاد می‌شود که یکی در پس دیگری است. به این حرکت، حرکت اطردادی گفته می‌شود. این توصیف ابن سینا را فقط می‌توان با حرکت ارتعاشی قیاس کرد. توجه شود که قبلاً در تعریف گفته بود ذات جسم، یعنی تمام ذرات جسم، به حرکت درمی‌آیند. صدای جسم، که در اثر برخورد با جسم دیگر که مسموع می‌شود، ناشی از لرزش و ارتعاش یا حرکت پس و پیش ذرات جسم برخوردنده است. شکل ۱ نیزه مرتعش ابن سینا همراه با حرکت موجی لایه‌های هوای مجاور را نشان می‌دهد.

چکیده

مبحث فهم صوت و تولید و انتشار و آشکارسازی آن از پدیده‌های مهم و کمابیش پیچیده طبیعی به‌شمار می‌رود؛ به همین علت، کمتر دانشمندی در تمدن‌های باستانی و میانه به آن پرداخته است. در این میان، کتاب قراضه طبیعیات، منسوب به ابوعلی سینا، در فرازهایی، به سبک پرسش و پاسخ، این مهم را مورد بحث قرار داده است. در این مقاله، با بررسی سابقه صوت در آرا و نظریات دانشمندان پیشین و بازنویسی متن نظریات ابن سینا درباره پدیده صوت، نکات علمی مندرج در آن، با زبان علمی روز و مبتنی بر قواعد و مبانی فیزیک معاصر، این موضوع تشریح می‌شود.

ابوعلی سینا بر پاره‌ای از اصول انتشار موجی صوت کاملاً آگاهی داشته است و با توجه به مثال‌هایی که ارائه می‌کند، مشخص می‌شود که از طبیعت موجی صوت و نحوه انتشار آن در اجسام جامد، مایع و گاز نیز آگاهی داشته است.

در قسمت اول این مقاله درمورد؛ طرح مسئله، معرفی کتاب قراضه طبیعیات، پیشینه تحقیق، نظر ابن سینا در مورد صوت، تعریف و توصیف ابن سینا از امواج صوتی و موج، مطالبی آورده شده است. در ادامه قسمت دوم مقاله ارائه می‌شود.



شکل ۱.▲

ملازمة حرکت (موجی) ذرات جسم و صدا

ابن سینا می گوید مادامی که جسم مورد نظر متحرک باشد، صوت از آن حادث می شود و چون ساکن شود، صوت نیز قطع می شود. این مطلب را در هر سه باب (پرسش و پاسخ) تکرار می کند. به عبارت دیگر، از حرکت تموّجی محیط مادی است که ما فیزیک و مفهوم صوت را حس و درک می کنیم. با توجه به توضیح ابن سینا، صوت زمانی ایجاد می شود که جسمی حرکت کند یا مرتعش شود. بدون حرکت، صوتی وجود ندارد. هنگامی که جسمی حرکت می کند یا مرتعش می شوند، مولکول های هوای اطراف جسم نیز مرتعش می شوند. خلاصه اینکه، اجسام مرتعش (تا زمانی که در خلأ نباشد) تولید صوت می کنند. به عبارت دیگر برای ایجاد صوت باید چیزی مرتعش شود.

ابن سینا به وضوح تأکید می کند که هر نوع حرکت ارتعاشی را که در اجسام، اعم از گازها و مایعات و جامدات رخ می دهد، می توان صوت نامید و یا آن را منشأ صوت دانست، حتی فارغ از آنکه وسیله آشکارسازی، مانند گوش، باشد یا نباشد. از تعریف ابن سینا این نکته مشخص می شود که طبق تعاریف امروزی، موج با توجه به اینکه به محیط واسطه مادی نیاز دارد، «موج مکانیکی» به شمار می رود. در ضمن با توجه به مثالی که می زند، با استفاده از ادبیات جدید، «موج طولی» نامیده می شود.

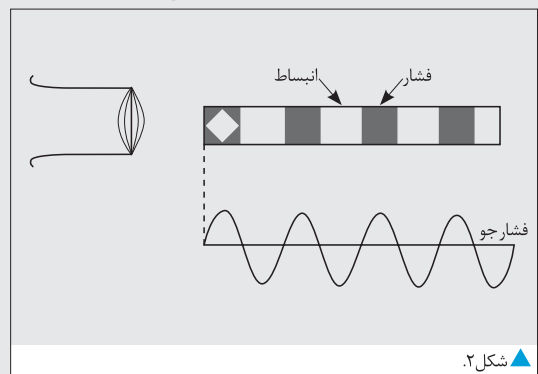
جمع بندی بیان ابن سینا بدین قرار است که «صوت موجی است که با ارتعاش اشیا ایجاد می شود و از طریق یک محیط واسطه از یک محل به محل دیگر انتشار می یابد. با سکون منبع، صوت نیز قطع می شود.» بنابراین، در این جا به روشنی بر ملازمة حرکت موجی و صوت تأکید می شود.

شکل موج هوا

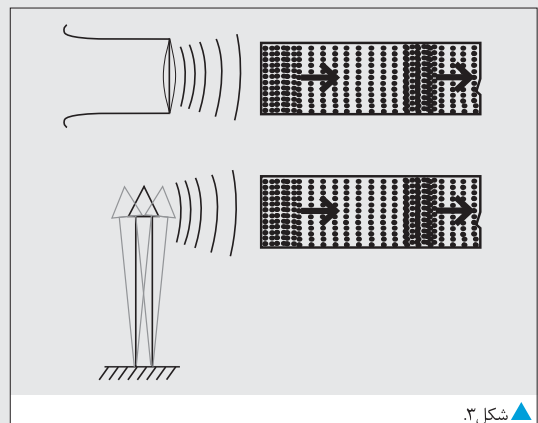
ابن سینا گوید چنانچه از محفظه ای تنگ، هوای فشرده به یکباره رها شود، این هوا با لایه های دیگر هوا برخورد می کند و صدایی تولید می کند. برخورد لایه های هوا پیوسته و پیشرونده است. و از ماهیت موجی برخوردار است. شکل موج، صورتی کروی دارد که از محل تولید صوت شروع شده (به مثابه مرکز کره) و هر لحظه بزرگ تر می شود و اطراف منبع تولید صوت، حرکتی موجی شکل ایجاد می کند. مادامی که این حرکت ادامه یابد، از آن صدا پدید می آید. چون حرکت قطع شود، صوت نیز قطع می شود.

همان گونه که اشاره شد ابن سینا مثالی مأنوس می زند تا هم بر فهم خود از مفهوم موج صوتی وضوح بیشتری بخشد و هم مخاطب و خواننده به فهم بیشتری از تعریف وی در خصوص معنای موج صوتی دست یابند. وی می گوید مثال تموج هوا مانند آن است که اگر سنگی را در آب بیندازید حول محل برخورد (قرع) سنگ با آب، امواج دایره ای شکل ایجاد می شود که از مرکز موج دور می شود تا آنکه موج در

بنابراین، زمانی که ظرف رویین ابن سینا مرتعش شد، محیط اطراف خود، یعنی هوا را نیز مرتعش می کند. حرکت رفت و برگشتی لایه های مجاور هوا موجب حرکت رفت و برگشتی لایه ظرف آهنی شده و این لایه نیز حرکت خود را به لایه های بعد منتقل می کند و در سراسر محیط پخش می شود تا به وسیله آشکارساز صوت (مانند گوش انسان) برسد. بنابراین، ارتعاش یک جسم عملاً منشأ ایجاد صوت است. شکل ۲ ظرف رویین مرتعش ابن سینا را نشان می دهد.



هنگامی که نیزه ابن سینا مرتعش می شود، مثلاً با ضربه زدن به آن، تمام نیزه مرتعش می شود. اگر دست خود را روی نیزه مرتعش قرار دهیم، ارتعاش آن را حس می کنیم تا زمانی که مقاومت و اصطکاک ناشی از دست، در نهایت، نیزه را از حالت ارتعاشی به وضعیت سکون می آورد، که موجب سکون امواج صوتی نیز می شود. در هر حال مادامی که نیزه جامد مرتعش است، هوای اطراف خود را مرتعش می کند که این لایه هوا، لایه هوای مجاور خود را مرتعش می کند و به همین ترتیب و بدین وسیله ارتعاش به صورت موج هوا منتشر می شود. انتشار این ارتعاش از طریق هوا، همان موج صوتی مربوط است. شکل ۳، نیزه آهنی و ظرف رویین مرتعش ابن سینا را نشان می دهد که هوای اطرافشان از حرکت ارتعاشی آن ها متأثر شده است و موجب تراکم و انبساط لایه های هوا و انتقال آن به لایه های مجاور می شود. همان گونه که مشاهده می شود، نحوه انتقال حرکت موجی یکسان است.



یک حالت میرایی تدریجی به قطعی گراید (اگر سطح آب وسیع باشد).

بنابراین، امواج آب در یک الگو و نقشه دایره‌ای در تمام جهات منتشر می‌شود که موجب تغییر مکان موقت ذرات آب می‌شود. مجدداً تأکید می‌شود که ذرات آب در محدوده کوچکی نوسانات همزمانی طولی و عرضی دارند و آنچه واقعاً حرکت می‌کند الگوی موج است.

تنها تفاوت با امواج آب امواج صوتی این است که این امواج در فضای سه‌بعدی با الگوی کروی منتشر می‌شوند، که در حقیقت یک گوی منبسط‌شونده را از شکل‌های موج ایجاد می‌کند. این تفاوت را این‌سینا کاملاً متوجه بوده و قید کرده است.

در این‌جا لازم است به نکته‌ای اشاره شود. در فضای سه بعدی، چنانچه منبع صوت نقطه‌ای فرض شود، انتشار موج شکلی کروی دارد، اما اگر منبع خطی باشد، مانند قطاری از ماشین‌ها که در جاده به یکباره بوق بزنند، امواج صوتی شکل استوانه‌ای بسط‌یابنده پیدا می‌کنند.

اثر شکل و جنس محیط بر انتشار صوت

این‌سینا به وضوح از اثر جنس جسم در انتشار امواج صوتی سخن می‌گوید. او نخست اثر رقت و غلظت (سطبری) را خاطر‌نشان می‌کند که با ادبیات جدید، «چگالی جسم» نامیده می‌شود. هر چه جسم غلیظ‌تر باشد، چگال‌تر است و هر چه رقیق‌تر، از چگالی کمتری برخوردار است. از سوی دیگر، اگر بر قطعه‌ای بزرگ از آهن کوفته شود، صدای آن با صدای کوبیدن بر ظرف آهن میان تهی متفاوت است. چرا که در قطعه فلز، ارتعاش به شکل دیگری اتفاق می‌افتد؛ همین‌طور، اگر جسم نرم (شکل‌پذیر) باشد، مانند قلع، صوتی از آن پدید نمی‌آید. همین مطلب برای سرب نیز صادق است. در این‌جا عملاً به عامل دوم مؤثر در انتشار امواج صوتی اشاره می‌شود که از آن به عنوان «خاصیت کشسانی محیط» یاد می‌شود. همچنین، چنانچه رشته یا تار روی ساز و یا زه کمان حلاجی، تر باشد، صدایی ایجاد نمی‌کند اما اگر خشک باشد، صوت از آن پدید می‌آید. همین مطلب برای غشای تر و خشک طبل نیز صادق است.

لازم به توضیح است که هنگامی که شیئی مانند ظرف رویین این‌سینا مرتعش می‌شود، هر ذره هوا به عقب و جلو (پس و پیش) حول موقعیت میانگین (متوسط) خود در امتداد محوری موازی جهتی که موج منتشر می‌شود، حرکت می‌کند. شکل ۳ توزیع فضایی افزایش فشار، (تراکم) و کاهش فشار (ترقیق)^۱، رقیق‌سازی، تلطیف ذرات را در محیط واسط در لحظه‌ای که توسط شیئی مرتعش ایجاد شده است، نشان می‌دهد. بنابراین، سرعت حرکت ذرات و سرعت انتقال موج، حرکتی وابسته به خواص محیط است.

تضعیف موج

این‌سینا می‌گوید: چون صدایی در فضای باز، مثلاً صحرا ایجاد شود، حرکتی در لایه‌های هوا به وجود می‌آید؛ حرکتی

موجی که به‌صورت کروی از منبع ایجاد صوت به صورت منبسط‌شونده دور می‌شود به ضعف می‌گراید تا زمانی که کاملاً میرا شود و چون صوت ماحصل حرکت هواست، انقطاع حرکت هوا، معادل قطع شدن صدا است. از این رو، در اینجا این‌سینا کاملاً و به وضوح نشان می‌دهد که وی به موضوع اتلاف انرژی صوتی و ضعیف شدن تدریجی شدت صوت ناشی از دور شدن از منبع صوتی آگاه بوده است.

بیان این‌سینا در خصوص نشنیدن صدا در صحرا (در فاصله دور از منبع)، به فرایند تضعیف^{۱۱} موج صوتی اشاره دارد. می‌دانیم که تضعیف موج ناشی از دو عامل اصلی است، پخش شدن (انبساط) و جذب شدن (اتلاف).

امواج صوتی در فضای سه‌بعدی به شکل کروی از نقطه منبع صوتی حرکت می‌کند. با دور شدن از منبع از شدت آن کاسته شده، ضعیف‌تر می‌شود (توزیع انرژی در حجم بزرگ‌تر). علت آن است که منبع توان ثابتی را صادر می‌کند، از این رو، با افزایش مساحت سطح کره، شدت صوت در نقاط متناظر روی لایه‌های کروی کاهش می‌یابد. شدت صوت نسبت معکوس با مجذور فاصله از منبع صوت دارد. البته مادامی که صوت با مانعی برخورد نکند.

بنابراین، در صحرا شدت صوت به دو علت اصلی ذکر شده، با دور شدن از منبع تولید صوت، کاهش می‌یابد تا جایی که شدت آن از شدت آستانه شنوایی انسان کمتر می‌شود و در نتیجه دیگر توسط گوش انسان شنیده نمی‌شود.

انعکاس (بازتاب) و انکسار (پراش) موج

این‌سینا می‌گوید چنانچه در مسیر حرکت امواج صوتی مانعی قرار دهید، صوت از آن مانع نمی‌گذرد و حرکت در آن نقطه قطع می‌شود. البته ضمن توضیحات بعدی کاملاً مشخص می‌شود که این‌سینا به انعکاس موج صوتی ناشی از برخورد آن با مانع آگاه بوده است.

هنگامی که بین منبع و دریافت‌کننده صوت مانعی، از نظر ابعادی محدود، گذاشته شود، امواج صوتی برای رسیدن به گوش در اطراف مانع، منکسر یا پراشیده می‌شود، به این پدیده انکسار یا پراش^{۱۲} گفته می‌شود. پدیده انکسار موج صوتی را می‌توان به راحتی به زبان ریاضی توصیف کرد. آنچه که موجب مطرح شدن این پدیده در این مقاله شد، مثالی است که این‌سینا می‌زند. بدین ترتیب که می‌گوید اگر مانعی (سببیکه) را در مسیر جوی آب قرار دهیم، جریان آب قطع می‌شود. این مانع که در برابر جریان آب قرار می‌گیرد باعث می‌شود که اولاً مولکول‌های آب که با مانع برخورد می‌کنند متوقف شوند؛ دوم آنکه بسته به دبی، آب از روی مانع سرریز می‌کنند؛ سوم اینکه اغتشاشی در محل برخورد با مانع و آب سرریزی پشت مانع ایجاد شود. کمابیش همین وضعیت را برای برخورد موج با سطح محدود، مانند دیوار، نه نامحدود (خیلی بزرگ) مانند کوه، می‌توان مشاهده کرد. تحلیل فیزیکی و ریاضی نحوه برخورد و انعکاس و انکسار (و نیز تفرق و شکست) موج، از مباحث مهم آکوستیک به شمار می‌رود.

این‌سینا در باب دهم سؤالی را مطرح می‌کند مبنی بر

اینکه اگر منبع ایجاد صوت دور باشد، چرا صدا در صحرا شنیده نمی‌شود، در حالی که در کوه شنیده می‌شود. آن‌گاه توضیح می‌دهد که در کوه حرکت موجی هوا، یا حرکت ارتعاشی و به عبارت بهتر حرکت انرژی صوتی، از محل منبع آغاز و از آن دور می‌شود. چون هوا در میان کوه است به کوه (مقابل) برخورد می‌کند. کوه مانند یک مانع حرکت صوت عمل می‌کند و موجب انعکاس موج صوتی (مندفع شدن) می‌شود و در همان جهتی که با کوه برخورد پیدا کرده بود برمی‌گردد و چون صوت تابع حرکت هواست، صوت نیز برمی‌گردد.

ابن سینا مثالی را ذکر می‌کند که کاملاً از وقوف علمی او بر پدیده انعکاس یا بازتاب موج صوتی حکایت می‌کند. وی می‌گوید اگر سنگی را در حوضی بیندازید موجی ایجاد می‌شود که از محل برخورد سنگ با آب، منبع ایجاد موج شروع می‌شود و به صورت امواج دایره‌ای (امواج سطحی) از این مرکز دور می‌شود تا به کناره حوض برسد. پس از برخورد با دیواره حوض، موج آب برمی‌گردد. انعکاس این موج با چشم قابل مشاهده است، چونان نوری که بر جسمی صیقلی بیفتد. علاوه بر مثال فوق، ابن سینا از انعکاس نور می‌گوید. وی خاطر نشان می‌کند که انعکاس موج صوتی مشابه بازتاب نور خورشید است که چون بر اجسام صاف و صیقلی تابیده شود، بازمی‌تابد.

مثال ابن سینا و توضیحات بالا، ما را به پدیده پژواک یا اکو نیز رهنمون می‌سازد.

اثر ارتفاع منبع ایجاد صوت نسبت به وسیله تشخیص صوت

ابن سینا در باب پنجم پرسش دیگری را مطرح می‌کند که چرا اگر منبع صوت در گودی باشد، فردی که بر بلندی است صدا را بهتر از حالتی می‌شنود که وی بر گودی باشد و منبع ایجاد صوت بر بلندی قرار گرفته باشد.

در توضیح این پدیده ابن سینا عملاً از رویکرد کاملاً فیزیکی دور می‌شود و کمابیش با عینک فلسفی (به شیوه مشائی) به این مقوله می‌نگرد. وی می‌گوید چون جایگاه طبیعی هوا بالا است، پس چنانچه حرکت صوت از پایین به بالا باشد، عملاً حرکت طبیعی هوا به سمت بالا با حرکت موجی ایجاد شده، نوعی حرکت قسری (طبیعی)، به سمت بالا هم جهت شده و هم افزایی ایجاد می‌شود؛ از این رو صدا بهتر شنیده می‌شود. اما اگر صوتی بر بلندی ایجاد شود، حرکت صوت به سمت پایین یعنی محل فرد شنونده است، حال آنکه حرکت طبیعی هوا به سمت بالا است، از این رو برآیند حرکت، کمتر از حرکت موج صوت است. بنابراین، فردی که در پایین است کمتر از فردی که بر بلندی قرار گرفته است صدا را می‌شنود. توضیح ابن سینا را می‌توان بدین گونه اصلاح کرد که هر چه از سطح زمین دور شویم، چگالی هوا کمتر، یعنی رقیق‌تر می‌شود، و سرعت موج صوتی علی‌الاصول بیشتر می‌شود، از این رو با کاهش چگالی محیط و نیز کاهش دمای محیط، سرعت حرکت موج و شدت صوت افزایش می‌یابد. عکس این مسئله هنگامی روی می‌دهد که موج صوتی از بلندی به

طرف زمین حرکت می‌کند. در این حالت، چون چگالی و دما افزایش می‌یابد و سرعت موج کمتر می‌شود، شدت صوت نیز کمتر می‌شود. در هر حال، شرح این پدیده، با توجه به تعامل عوامل اثرگذار پیچیده‌تر از این توضیح مختصر است. در ضمن در این حالت عوامل دیگری نیز مانند موانع طبیعی و وجود باد و سرعت و جهت آن و احتمال پدیده وارونگی هوا مؤثر است.

شنوایی سنجی^{۱۳}

ابن سینا در دانش‌نامه علایی به وضوح به پدیده شنیدن اشاره می‌کند. بیان وی هر چند کوتاه و گاه مجمل است، اما می‌توان آن را آغازی بر دانش شنوایی سنجی و به‌ویژه از منظر فیزیولوژی دانست.

گوش عضو شگفت و پیچیده‌ای برای حس صوت است. لاله یا حفره بیرونی گوش امکان هدایت صوت را به طرف پرده گوش فراهم می‌آورد و ابن سینا به وضوح به این امر اشاره می‌کند. لاله گوش همانند یک لوله یک سر بسته مشدد (تشدیدکننده) عمل می‌کند که موجب تقویت عصب شنوایی^{۱۴} می‌شود. پرده گوش غشاء نازکی است که توسط امواج صوتی مرتعش می‌شود. این ارتعاش با ساز و کار پیچیده‌ای به عصب شنوایی منتقل می‌شود. اما اینکه چگونه اطلاعات صوتی رمزگشایی می‌شود و صوت فهم می‌گردد، هنوز کاملاً روشن نیست. نکته جالب آن که گوش از محدود عضوهای بدن است که کاملاً به مثابه یک وسیله مکانیکی کار می‌کند.

نتیجه‌گیری

مهم‌ترین نکاتی را که مؤلف کتاب قراضه طبیعیات در خصوص پدیده صوت بیان کرده است، با توجه به توضیحات مندرج در این مقاله، می‌توان به‌صورت زیر جمع‌بندی کرد:

۱. منشأ ایجاد صوت ناشی از برخورد جسمی بر جسم دیگر است.
۲. صوت از خصلت موجی برخوردار است.
۳. امواج (سطحی) آب (ناشی از برخورد سنگ با آن) و امواج صوتی مشابه‌اند.
۴. امواج صوتی در تمام محیطها (گازها و مایعات و جامدات) منتشر می‌شود.
۵. امواج صوتی ناشی از حرکت تمام ذرات جسم (ذات) است (در محدوده‌ای که این امواج منتشر می‌شود).
۶. حرکت (موجی) ذرات جسم و صدای ناشی از آن ملازم یکدیگرند.
۷. امواج صوتی در هوا، شکل کروی دارند و حرکت آن‌ها منبسط شونده است.
۸. صوت ناشی از حرکت ارتعاشی است. به‌عنوان مثال چنانچه ضربه‌ای به ظرف روئین یا نیزه فلزی ابن سینا وارد شود، این دو به ارتعاش درمی‌آیند که خود موجب حرکت ارتعاشی لایه‌های هوا می‌شود و صوت پدید می‌آید.
۹. جنس، منبع تولید صوت و محیط واسط انتشار صوت بر سرعت و شدت صوت مؤثر است.

نظریه الکترون لورنتس در سال ۱۸۹۲، پلی بین فیزیک کلاسیک و فیزیک جدید به وجود آورد. الکترون‌ها که امروز بر جهان حکومت می‌کنند، در زمانی نه چندان دور فقط یک ایده بودند. ژوئن ۲۰۱۲ (خرداد ۱۳۹۱) مصادف با صدویستمین سالگرد یک آفرینش ژرف و تأثیرگذار یعنی نظریه الکترون هندریک آنتون لورنتس^۱ فیزیکدان هلندی بود. الکترون لورنتس فقط یک ذره بنیادی فرضی نبود، بلکه رکن اصلی یک نظریه بلندپروازانه طبیعت به شمار می‌آمد. امروز این مفهوم که توصیف کامل طبیعت با معادله‌های ساده و زیبا امکان‌پذیر است برای فیزیکدانان عادی شده است. اما این نگرش پیش از لورنتس تصویری اسرارآمیز بود. برای بیشتر فیزیکدان‌ها، ترکیب ریاضی میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی، توسط جیمز کلارک ماکسول^۲ در سال ۱۸۶۴ اوج به‌یادماندنی فیزیک سده نوزدهم است. اما پس از آن، تا پیدایش نظریه‌های نسبیت و کوانتومی در سده بیستم فضای فیزیک فضای فیزیک مه‌آلود می‌شود. این داستان عامیانه مبهم یک پل ارتباطی را نادیده می‌گیرد که دستاوردی درخشان است که با تلاشی قهرمانانه به وجود آمده است.

برای توصیف مطلب باید این توهین به مقدسات را بپذیریم که توضیح‌های ماکسول درباره معادله‌هایش آشفته است. در نوشته‌های او نمی‌توان ساختار ظریف، فشرده و تمیزی را یافت که شاگردان به‌عنوان «معادله‌های ماکسول» یاد می‌گیرند. بلکه با سیلی از نمادها مجموعه پراکنده‌ای از کلمات و معادله‌ها روبه‌رو می‌شوید.

ماکسول که مرد بسیار فروتنی بود، فکر نمی‌کرد که دارد اشعار تمام دوران‌ها را می‌سراید که سزاوار کننده کاری بر سنگ است. برعکس صرفاً هر چیزی را که درباره الکتریسیته و مغناطیس می‌دانست، به‌طور خلاصه به‌صورت ریاضی درآورد. در کار ماکسول، معادله‌های بنیادی با

۱۰. گسترش (کروی) موج صوتی به تدریج موجب ضعیف شدن امواج می‌شود تا حدی که دیگر توسط گوش انسان قابل شنیدن نیست.
۱۱. موج صوتی همانند اشعه نور، چون به مانعی، مانند کوه برخورد می‌کند، منعکس می‌شود. همین ویژگی را امواج آب، زمانی که به دیواره حوض برخورد می‌کنند، دارند.
۱۲. تفاوت ارتفاع بین منبع صوت و حس گر صوت، مانند گوش، در بهتر یا بدتر شنیدن صدا مؤثر است.
۱۳. پدیده شنیدن ناشی از ورود امواج صوتی به مجرای گوش، مرتعش کردن پرده گوش و تحریک عصب شنوایی است.
در این مقاله با توضیح فشرده علمی نظریه ابن‌سینا، نشان داده شد که مؤلف کتاب قراضه طبیعیات در بیش از هزار سال پیش، آگاهی ژرفی از پدیده‌های ایجاد و انتشار و جذب و شنیدن صوت داشته است. توصیفات ابن‌سینا در اکثر موارد با یافته‌های جدید علمی سازگار است. از این رو، می‌توان حدس زد که دانشمندان غربی سده‌های ۱۵ و ۱۶ میلادی باید از آن‌ها به نیکی بهره برده باشند. می‌توان ادعا کرد که بخشی از دانش صوت‌شناسی یا آکوستیک نوین مرهون تلاش‌های علمی دانشمندانی مانند ابن‌سینا در شناسایی و توصیف دقیق این پدیده پیچیده است.

پی‌نوشت‌ها

1. Pythagoras
2. Monochord
۳. رساله مخارج الحروف را ابن‌سینا حدود ۴۱۴ هـ نوشته است. این رساله توسط پرویز خانلری به فارسی ترجمه و منتشر شده است.
4. Rayleigh
5. Wave
۶. یادآوری می‌شود که گزینش معادل‌های استفاده شده برای بازنویسی متن کتاب، با استفاده از فرهنگ فارسی دکتر معین صورت گرفته است بنگرید به: معین، ۱۳۷۱.
۷. به تعبیر ابن‌سینا، حرکت اطردی-پی یکدیگر شدن، جنبش پیاپی.
۸. در این مقاله برای توضیح مطالب از متن فیزیک هالیدی که دانشجویان در سال‌های اول دانشگاه فرا می‌گیرند، استفاده شده است. see halliday، ۲۰۰۱.
۹. طرد و عکس؛ عقب جلو، پس و پیش (اطرد: نتایج: پیوستگی، پشت سر هم).
10. Rarefaction
11. Attenuation
12. Diffraction
13. Acoustics
14. Auditory Nerve

منابع

۱. ابن‌سینا، حسین بن عبدالله، قراضه طبیعیات، مقدمه و حواشی و تصحیح غلامحسین صدیقی، انجمن آثار و مفاخر فرهنگی، ۱۳۸۳.
۲. _____، طبیعیات دانشنامه علایی، با مقدمه و حواشی و تصحیح محمد معین و سید محمد مشکوه، انجمن آثار ملی، ۱۳۳۱.
۳. _____، رساله مخارج الحروف یا اسباب حدوث الحروف، ترجمه پرویز ناتل خانلری، تهران، بنیاد فرهنگ ایران، تهران، ۱۳۴۸، چاپ دوم.
۴. قطب‌الدین شیرازی، محمود بن ضیاءالدین مسعود، رساله موسیقی از درةالتاج لغره‌الدباج، تصحیح نصرالله ناصح‌پور، تهران، انتشارات فرهنگستان هنر، ۱۳۸۷.
۵. معین، محمد، فرهنگ فارسی، تهران، انتشارات امیرکبیر، ۱۳۷۱.
6. Caleon I.S. & Subramaniam R., From Pythagoras to Saaveur: tracing the history of ideas about the nature of Sound, Phys. Educ. 42 (2), 2007, P. 173-179.
7. Dampier W., A History of Science and its Relations with Philosophy and Religion, Cambridge University Press, 1961.
8. Galilei G., Dialogues Concerning Two New Sciences, William Andrew Pub., 2001, P. 99-102.
9. Halliday D. et al, Fundamental of Physics, John Wiley & Sons, 2001.
10. Linsay R.B., "Historical development of acoustics to the time of Rayleigh, The Theory of Sound, ed. Raleigh J. W. S., Dover Pub., 1945, pp xi-xxv.
11. Loveday T. and Forster E.S., On Things heard, The Complete Works of Aristotle", The Revised Oxford Translation, Vol. 1. ed. Barnes J., Princeton Uni. Press, 1984, pp 1226-36.
12. Pasnan R., "What is Sound?", The Philosophical Quarterly, Vol. 49, No. 196, July 1999, pp 309-324.
13. Rayleigh J.W.S., "The Theory of Sound", Dover Pub., (originally published at 1894)

ترو، دت مبارک!

پدیده‌شناسی موقتی آمیخته‌اند. دستاورد لورنتس پالایش پیام معادله‌های ماکسول یعنی جدا کردن سیگنال‌های مهم از نوفه بود. سیگنال‌ها چهار معادله حاکم بر واکنش میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی نسبت به بار الکتریکی و حرکت آن هستند، به علاوه یک معادله که نیروی وارد از میدان‌ها بر بار را مشخص می‌کند. بقیه چیزها نوفه‌اند.

اکنون معادله‌های مشخصی برای رفتار اجسام ریز با جرم و بار مشخص وجود داشت. آیا می‌شد از این معادله‌ها برای بازسازی توصیف ماده بر مبنایی نوین با «اتم‌های» آرمانی بار استفاده کرد؟ این بار سنگینی بر دوش نظریه الکترون لورنتس بود. لورنتس این کار را با نوشتن مقاله‌ای در سال ۱۸۹۲ شروع کرد. او و پیروانش یکی پس از دیگری نظریه الکترون را برای توضیح ویژگی‌های ماده به کار بردند. هدایت الکتریسیته و گرما و رفتار دی‌الکتریکی، بازتاب و شکست نور و بسیاری مدارک دیگر. بنابراین، آن‌ها مبنای موضوع‌هایی را به وجود آوردند که اکنون الکترونیک و علم مواد می‌نامیم. جوزف جان تامسون^۳ در سال ۱۸۹۷ به‌طور تجربی نشان داد که الکترون واقعا وجود دارد. (می‌توان گفت که نطفه الکترون در سال ۱۸۹۲ منعقد و در سال ۱۸۹۷ متولد شد.) بیشتر مقاله سال ۱۸۹۲ لورنتس به این ایده وسوسه‌انگیز و نه چندان مسئله‌ساز می‌پردازد که جرم الکترون‌ها می‌تواند ناشی از بار الکتریکی آن‌ها باشد. بارهای الکتریکی متحرک میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی تولید می‌کنند که در برابر تغییر، مقاومت و به حرکت الکترون پس - واکنش نشان می‌دهند. آیا امکان دارد این پس - واکنش را به حساب لختی الکترون و در نتیجه جرم آن گذاشت؟ این ایده‌ها سابقه‌ای قدیمی دارند. ارسطو می‌خواست لختی ماده را به حساب واکنش هوا بگذارد. بینش لورنتس درباره جرم الکترومغناطیسی بسیار تأثیرگذار بود. زیرا الهام‌بخش

کار فنی توسط لورنتس و هانری پوانکاره^۴ شد که بخش‌های اصلی نظریه نسبیت خاص انیشتین را پیش‌بینی می‌کرد. مکانیک کوانتومی قاعده‌های بازی را تغییر داد، و این ایده که واکنش الکترومغناطیسی به تنهایی مسئول جرم الکترون است دیگر قابل قبول به نظر نمی‌رسد. با این همه، شایان ذکر است که من و همکارانم با استفاده از ایده‌ای بسیار نزدیک به آن به جرم‌های پروتون‌ها، نوترون‌ها و دیگر ذره‌های دارای برهم‌کنش‌های قوی را به‌طور موفقیت‌آمیز توضیح داده‌ایم. لختی این ذرات ناشی از پس - واکنش میدان‌های الکترومغناطیسی گلوئونی برادر بزرگ‌تر یعنی کرومودینامیک کوانتومی^۵ است. اگر چه گاهی می‌گویند که ذره دیگر به ماده جرم می‌دهد، اما سهم آن در جرم ماده معمولی در واقع بسیار کم است. ایده زیبای لورنتس، در شکل جدیدش مسئول بیشتر جرم آن است.

اگرچه جزئیات نظریه الکترون لورنتس از دور خارج شده است، اما نظریه‌ای اساسی بود. او با تشخیص پاسخ‌های درست و مطرح کردن پرسش‌های درست راه را برای نسبیت، نظریه کوانتومی و فیزیک امروز هموار کرد. آلبرت اینشتین در واپسین روزهای زندگی خود با قدردانی به یادماندنی از لورنتس می‌نویسد: «او برای شخص من بیشتر از همه کسانی که در طول حیاتم با آن‌ها روبه‌رو شده‌ام اهمیت دارد.»

درباره نویسندگان

ویلچک، استاد فیزیک در مؤسسه فناوری ماساچوست است که به‌خاطر نقش خود در توسعه کرومودینامیک کوانتومی - نظریه برهم‌کنش هسته‌ای قوی - جایزه نوبل فیزیک ۲۰۰۴ را به‌دست آورد. کتاب ویلچک در ۲۰۰۸ به نام «روشنی ذات باری تعالی» به یک نظریه وحدت‌یافته نیروهای بنیادی اشاره می‌کند.

پی‌نوشت‌ها

1. Hendrik Antoon Lorentz
2. James Clerk Maxwell
3. Joseph John Thomson
4. Henri Poincaré
5. Quantum Chromodynamics

مرجع

- * Happy Birthday, Electron
- * Wilczek Scientific American, June 2012

رؤیای تبدیل یک ماده معمولی به نقره*

آندراس مولر
مترجم: احمد توحیدی

شرح

یک قطعه کربن فعال (شکل ۲) است. دوده دارای این ویژگی است که در فرایند تولید شدن بسیار متخلخل می‌گردد و در نتیجه سطح داخلی آن مساحت بزرگی پیدا می‌کند (بیش از $1500 \frac{m^2}{g}$). بنابراین هوا می‌تواند وارد حفره‌ها (منافذ) شده و در آن‌ها جذب و جایگزین شود.

۳. چرا آب وارد حفره‌ها نمی‌شود (و حباب هوا نمی‌تواند از آن‌ها خارج شود)؟

آب بیرون حفره‌ها باقی می‌ماند؛ زیرا کشش سطحی آب به قدری بزرگ است که مانع از ورود آن به حفره‌ها، حتی تا حدود چند میلی‌متر، می‌شود (شکل ۳). حفره‌های موجود در دوده چند مرتبه کوچک‌تر از این هستند.

۴. چگونه می‌توان این فرضیه را بررسی کرد؟

اگر استدلال فوق درست باشد، برای اثبات آن، باید به دنبال راهی برای کاهش کشش سطحی آب باشیم. این کار را می‌توان به سادگی با افزودن مقداری مایع ظرفشویی به آب انجام داد (برای اینکه مایع به خوبی در آب مخلوط شود آن را کمی به هم بزنید). با کاهش کشش سطحی آب، باید آب وارد حفره‌ها شود و حباب‌های هوا خارج شوند، در این صورت لایه نقره ناپدید خواهد شد. اگر واقعا کنجکاو هستید که بدانید وضعیت چگونه روی می‌دهد (شکل ۴) خودتان کار را ادامه دهید!

اظهار نظر

فیزیک‌دان‌ها این را که این پدیده ناشی از بازتاب کلی است می‌فهمند. اما این استدلال برای دانش‌آموزان حتی پس از توضیح طرز کار آن در کلاس هم خیلی روشن نیست (نویسنده مقاله روزی از این مثال در درس اپتیک برای

در مجموعه عکس‌های شکل ۱، (الف). نخست یک درپوش چوب‌پنبه‌ای را می‌بینید که، (ب). روی شعله شمع گرفته شده؛ (ج). بنابراین دود اندود می‌شود، (د). سپس درون آب قرار گرفته است که در این وقت، در نهایت شگفتی، به رنگ نقره‌ای درخشنده‌ای درمی‌آید. مثل اینکه دوده به نقره تبدیل شده است! آیا رؤیای قدیمی «تبدیل» ماده معمولی به فلزات گرانبها به حقیقت پیوسته است؟ یا توضیح قابل قبول علمی دیگری برای این پدیده وجود دارد؟

توضیح

دانش‌آموزان می‌توانند با توجه به این چهار پرسش که در ادامه مقاله می‌آید نتیجه آزمایش را خودشان از راه تحقیق به دست آورند (میزان راهنمایی در کلاس درس می‌تواند با سرنخ‌های مربوطه کم و بیش صریح، هماهنگ باشد).

۱. دلیل پیدایش لایه نقره‌ای چیست؟

البته در اینجا تولیدی از طریق تبدیل انجام نشده است، بلکه این رویداد پدیده‌ای کاملاً غیر افسانه‌ای و در عین حال جالب از اپتیک هندسی معمولی یعنی بازتاب کلی است. بازتاب کلی مستلزم گذشتن نور از سطح فصل مشترک محیطی با ضریب شکست زیاد به محیطی با ضریب شکست کم، مثلاً از آب به هواست. پس آزمایش لایه نقره نمونه‌ای کامل و روشن از بازتاب کلی است؛ اما پرسش بعدی چندان واضح نیست.

۲. در این آزمایش، فصل مشترک لازم (ضریب شکست زیاد به کم) چگونه پدید می‌آید؟

در واقع، دوده ماده‌ای با سطح داخلی بزرگ، همچون



▲ د. درپوش به نقره تبدیل شده است.



▲ ج. درپوش با دوده پوشیده می‌شود.

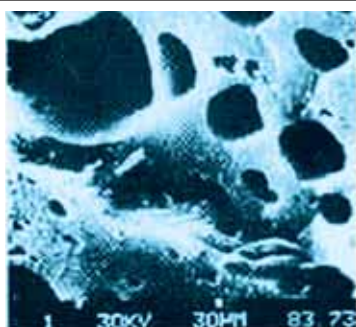


▲ ب. درپوش روی شعله شمع قرار می‌گیرد.



▲ الف. درپوش چوب‌پنبه‌ای

شکل ۱.



▲ شکل ۲. ریزنگار الکترونی از کربن فعال



▲ شکل ۳. آب به علت کشش سطحی در خارج از حفره نگه داشته می‌شود.



▲ شکل ۴. تبدیل دوباره لایه نقره‌ای؟

دانشجویان تربیت معلم استفاده کرد، حتی آن‌ها هم برای درک این پدیده مشکل داشتند). به علاوه، کل مجموعه دلایل فوق برای اکثر دانش‌آموزان کاملاً چالش برانگیز است. این آزمایش ویژگی‌های جالب توجهی برای اهداف آموزشی دارد. نخست، شاید این وضعیت که شرح یک پدیده براساس روش‌های بسیار ساده است، دلیل آن نیست که توضیح ساده‌ای داشته باشد؛ یعنی سادگی انجام و مشاهده آزمایش دلیل سادگی توضیح آن نیست. ثانیاً، شاید در بررسی این پدیده «ساده» از اپتیک هندسی معلوماتی از شیمی، و شناخت عناصر آشنا (آب، دوده، صابون مایع) و خواص شناخته شده و ناشناخته (کشش سطحی و کاهش سطح داخلی) آن‌ها دخیل باشد. بنابراین شاید برای شناخت و آگاهی از پدیده‌های «ساده» زندگی روزمره داشتن چندین مهارت در چشم‌اندازی گسترده لازم باشد. البته، این موضوع به‌طور کلی برای موضوع‌های علمی و به‌طور روزافزونی برای علوم امروزی صادق است. ثالثاً، بار دیگر در ارتباط با ایده «سادگی» می‌توان از دانش‌آموزان خواست که اگر امکان دارد از این فعالیت علمی به‌عنوان یک تکلیف آزمایشی در خانه استفاده کنند، شاید خانواده‌ها نیز در این نوع طرح تحقیقاتی کوچک شرکت کنند.

به عنوان نتیجه‌گیری پایانی، این پدیده از کاربردهای بسیار جالب توجه بازتاب کلی است، مثال‌های دیگری را نیز ارائه می‌کند، از فیبرهای نوری کلاسیک قدیمی تا حوزه مباحث میان رشته‌ای سراب. به‌طور خلاصه، به‌نظر می‌رسد این آزمایش و مجموعه پرسش‌های مربوطه می‌تواند آموزش معقول و مهیج برپایه کنجکاوی با فواید بسیار باشد.

منابع

- * The dream of transmutation of common material to silver: An example of hands - on science experiment
Andreas Muller
- * The physics Teacher, Vol. 49, April 2011

مردنهای فیزیک

تدوین اخبار پژوهشی
منیره رهبر

بسیارم، یک گیاه‌شناس بودم». مشکل وقتی حل شد که در همان سال‌های ۱۹۵۰ مدل جدیدی مطرح شد که بیشتر این ذرات را به صورت ترکیب تعداد کمی از ذرات واقعاً بنیادی توصیف می‌کرد. مورای گل - مان با به عاریت گرفتن سطری از بیداری فینگان‌های جیمز جویس (کتابی که درک آن از نظریه میدان کوانتومی هم دشوارتر است) این ذرات جدید را «کوارک‌ها» نامید.

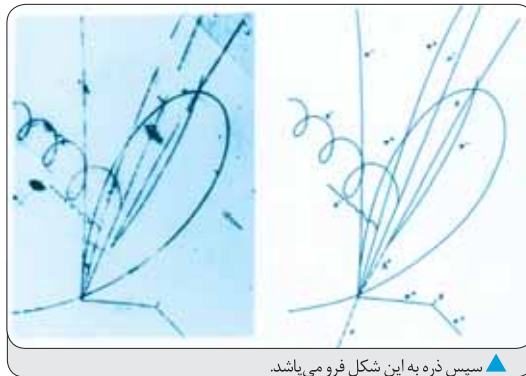
وجود کوارک‌ها در اواخر سال‌های ۱۹۶۰ به صورت تجربی تأیید شد. اکنون می‌دانیم که روی هم رفته شش کوارک - بالا، پایین، شگفت، افسون و کوارک‌های ته و سر، همراه با شش پادکوارک (پادذره آن‌ها) وجود دارد. مدل کوارک همه این ذرات عجیب را به خوبی توصیف می‌کرد. پروتون‌ها، نوترون‌ها و بسیاری از ذرات دیگر که از سه کوارک ساخته شده بودند خانواده معروف به باریون‌ها را تشکیل می‌دادند. همین‌طور از ترکیب یک کوارک و یک پادکوارک ذره موسوم به مزون تشکیل می‌شد. از آن پس مدل کوارک بسیار موفق بوده است و سنگ بنای شناخت ذرات بنیادی را تشکیل می‌دهد. فقط در شروع قرن بیست و یکم برخی نتایج عجیب کامل نبودن این مدل را مطرح کردند. تا سال ۲۰۰۳ کوارک‌ها به صورت ترکیب‌های دوتایی و سه‌تایی مشاهده شده بودند، سپس تعداد ذره ظاهراً متشکل از چهار کوارک شروع به نمایان شدن کردند.

در سال ۲۰۰۸ همکاری علمی بل در ژاپن مشاهده ذره عجیبی را گزارش داد - که متأسفانه به طور کسالت‌باری $\bar{Z}(4430)$ نامیده شد - (علامت منفی نشانگر بار منفی آن است). جرم این ذره آن را در جنگل چگال حالت‌های افسونیم - ذرات متشکل از یک کوارک و یک پادکوارک افسون - قرار می‌دهد. شگفت اینکه Z دارای بار الکتریکی است در حالی که حالت‌های افسونیم باید خنثی باشند، این موضوع این ذره را چیزی غیرعادی می‌سازد.

پس از تحلیل دقیق داده‌های حاصل از ۲۵۰۰۰ واپاشی مزون‌های ناشی از ۱۸۰ تریلیون برخورد در LHC در سال‌های ۲۰۱۱ و ۲۰۱۲ وجود ذره $\bar{Z}(4430)$ با اطمینان بسیار زیاد - تأیید شد. این ذره با دقت $19/3\sigma$ تأیید شد که بسیار بالاتر از آستانه ۵ σ لازم برای اعلام یک کشف است. LHC با اندازه‌گیری اسپین و پارتیه $\bar{Z}(4430)$ دو ویژگی کوانتوم مکانیکی که شاکله درونی یک ذره را مشخص می‌کند - گامی فراتر از بل برداشت.

مشاهده‌های LHCb از این رو اهمیت دارد که فیزیکدانان کمی نتیجه‌ای را جدی می‌گیرند مگر اینکه دو آزمایش مستقل آن را تأیید کنند. بنابراین میلیون‌ها پورو صرف ساختن دو آشکارساز بزرگ در LHC شده است. مشاهده بوزون هیگز توسط دو تیم مستقل ATLAS و CMS، باعث متقاعد شدن جامعه علمی در واقعی بودن این ذره شد.

ترکیب غیرعادی کوارک ذره عجیب جدیدی تولید می‌کند



پس از کشف تماشایی بوزون هیگز در سال ۲۰۱۲، در برخورددهنده بزرگ هادرونی (LHC) یا شتابگر عظیم بیرون شهر ژنو، فیزیکدانان در یافتن ذره جدید دچار کمبود شدند. اکنون در یک گشایش دلپذیر همکاری علمی LHCb که یکی از چهار آزمایش بزرگ در LHC را انجام می‌دهد، یکی از هیجان‌انگیزترین مشاهدات خود از آبر برخورددهنده ۲۷ کیلومتری را گزارش کرده است - ذره‌ای عجیب که نظریه‌های کنونی قادر به توضیح آن نیستند.

در اوایل سال‌های ۱۹۳۰ فیزیکدانان تصویر روشنی از ذرات زیراتمی تشکیل‌دهنده جهان داشتند. هر اتم شناخته شده از یک هسته کوچک احاطه شده با ابری از الکترون‌ها تشکیل شده بود، و هر هسته شامل تعدادی نوترون و پروتون بود. اما، با گذشت دهه‌ها تعدادی ذرات جدید و تا اندازه‌ای ناخواسته، ابتدا در آشکارسازهای بررسی ذرات فضای خارج و سپس آزمایش‌های برخورد ذرات، کشف شدند.

در سال‌های ۱۹۵۰ چند دوجین ذرات ظاهراً بنیادی کشف شده بودند و این امر باعث ناامیدی فیزیکدانانی شد که اغلب به ناتوانی در به خاطر سپردن فهرستی از حقایق افتخار می‌کنند. شاید انریکو فرمی در یک اظهار نظر معروف این روحیه همکاران خود را به بهترین نحو توصیف کرده باشد: «مرد جوان! اگر می‌توانستم نام این ذرات را به خاطر

این نتیجه روشن ترین دلیل وجود ذره چهار کوارکی، حالت متشکل از چهار کوارک است. تحلیل LHCb نشان می‌دهد که به احتمال زیاد $Z(4430)$ از کوارک‌های افسون، پادافسون، پایین و پادبالا ساخته شده است. اکنون نظریه‌پردازان می‌توانند ذره جدیدی را به مدل کوارک اضافه و بکشند تا چگونگی پیوند دقیق این کوارک‌ها را درک کنند.

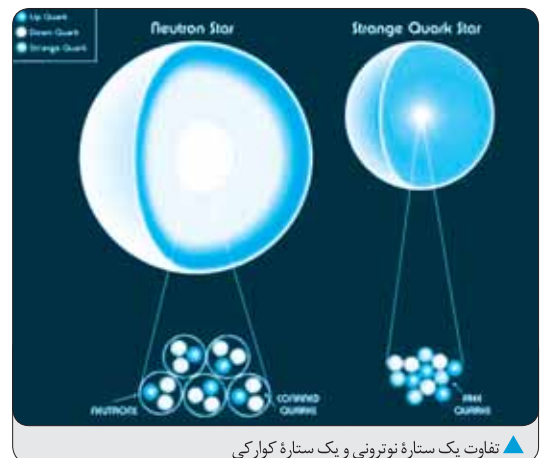
کشف سرن چه تأثیری بر اختر فیزیک دارد

در این حال، فیزیک‌دانان درگیر آزمایش‌های LHC به اکتشاف در نواحی ناشناخته جهان زیراتمی خواهند پرداخت. با این امید که بتوانند تعداد بیشتری از این خانواده عجیب جدید را کشف کنند. اکنون می‌دانیم که دست کم یک ذره از این خانواده وجود دارد، و احتمال تنها بودن $Z(4430)$ بسیار کم است.

می‌سازند) تشکیل شده‌اند. تفاوت کوارک‌ها با سایر ذرات آن است که دارای بار الکتریکی $\frac{1}{3}$ یا $\frac{2}{3}$ بار الکترون و پروتون هستند. همچنین نوع دیگری بار $\frac{1}{3}$ بار هم دارند که از طریق نیروی هسته‌ای قوی برهم‌کنش می‌کند و موسوم به «رنگ» است. درست همان‌طور که بارهای الکتریکی از طریق نیروی الکترومغناطیسی برهم‌کنش می‌کند، برهم‌کنش بارهای رنگی از طریق نیروی هسته‌ای قوی است. این بار رنگی است که باعث پیوند اجزای هسته اتم‌ها می‌شود. بار رنگی بسیار پیچیده‌تر از بار الکتریکی است. در بررسی بارهای الکتریکی صرفاً با بار مثبت (+) و مخالف آن بار منفی (-) سروکار داریم. برای بار رنگی سه نوع (قرمز، سبز و آبی) و مخالف آن‌ها (پاد - قرمز، پاد - سبز، و پاد - آبی) وجود دارد.

به واسطه عملکرد نیروی قوی، هرگز نمی‌توانیم کوارک آزاد داشته باشیم. نیروی قوی ایجاب می‌کند که کوارک‌ها در بسته‌هایی با هم ترکیب شوند که بارشان خنثی باشد. به عنوان مثال، پروتون متشکل از سه کوارک (دو کوارک بالا و یک کوارک پایین) با رنگ‌های متفاوت است. در مورد نور مرئی، اضافه کردن نور قرمز، سبز و آبی نور سفید تولید می‌کند که بی‌رنگ است. به همین ترتیب، ترکیب کوارک‌های قرمز، سبز و آبی ذره‌ای با رنگ خنثی تولید می‌کند. این شباهت با ویژگی‌های رنگ نور دلیل نام‌گذاری بار کوارک با رنگ‌هاست. ترکیب کوارک‌ها در گروه‌های سه‌تایی به رنگ‌های مختلف ذره‌ای با رنگ خنثی تولید می‌کند، و این نوع ذرات باریون نامیده می‌شوند. پروتون‌ها و نوترون‌ها معمولی‌ترین باریون‌ها هستند. راه دیگر ترکیب کوارک‌ها به صورت کوارک به رنگ خاص و کوارک با پاد رنگ آن است. به عنوان مثال، یک کوارک سبز و پاد - سبز ذره‌ای با رنگ خنثی تشکیل می‌دهند. این ذرات دو کوارکی را می‌زنون می‌نامند که برای اولین بار در سال ۱۹۴۷ کشف شد. به عنوان مثال، پیون مثبت از یک کوارک بالا و یک پاد کوارک پایین ساخته شده است.

با توجه به قاعده‌های نیروی قوی، راه‌های دیگری برای تشکیل یک ذره خنثی وجود دارد. یکی از این‌ها، تتراکوارک، ترکیب چهار کوارک است که دوتای آن ذرات آن دارای رنگ خاص و دو ذره دیگر دارای پاد - رنگ متناظر با آن‌هاست. سایر ترکیب‌ها مانند پنتاکوارک (۳ رنگ + یک رنگ - پاد - رنگ) و هگزاکوارک (۳ رنگ + ۳ رنگ - پاد - رنگ) هم پیشنهاد شده است. اما تاکنون همه آن‌ها فرضی بوده‌اند. در حالی که



تفاوت یک ستاره نوترونی و یک ستاره کوارکی

دیدید که سرن کشف ذره عجیب موسوم به $Z(4430)$ را گزارش داده است. مقاله‌ای درباره این کشف در physics arxiv چاپ شده است که گنجینه‌ای از نسخه‌های اولیه (هنوز دقیقاً بررسی نشده) از مقاله‌های فیزیک است. ذره جدید تقریباً چهار بار سنگین‌تر از پروتون، دارای بار منفی، و ظاهراً ذره چهار کوارکی موسوم به تتراکوارک است. نتایج هنوز نرس‌اند، اما می‌توانند تأثیر زیادی در شناخت ما از ستارگان نوترونی داشته باشند.

	I	II	III	
جرم →	2.4 MeV	1.27 GeV	171.2 GeV	0
بار →	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	0
اسپین →	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
نام →	u up	c charm	t top	γ photon
Quarks	4.8 MeV $-\frac{1}{3}$	104 MeV $-\frac{1}{3}$	4.2 GeV $-\frac{1}{3}$	0
	d down	s strange	b bottom	g gluon
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
	<2.3 eV	<6.17 MeV	<15.5 MeV	91.2 GeV
	0 $\frac{1}{2}$	0 $\frac{1}{2}$	0 $\frac{1}{2}$	0
	ν_e electron neutrino	ν_μ muon neutrino	ν_τ tauon neutrino	Z^0 weak force

جدول تناوبی ذرات بنیادی

اجزای تشکیل‌دهنده ماده از لپتون‌ها (مانند الکترون و نوترینوها) و کوارک‌ها (که پروتون، نوترون و سایر ذرات را

منبع

Phys.org. 10Apr 2014

و یک کوارک بالا) ساخته شده‌اند، اما گمان می‌رفت که برهم‌کنش ذرات در داخل ستارگان نوترونی برهم‌کنش بین نوترون‌هاست. با در نظر گرفتن تتراکوارک، امکان برهم‌کنش بسیار قوی برای تولید تتراکوارک در مرکز ستارگان نوترونی، یا حتی برهم‌کنش تک‌تک کوارک‌ها بدون پیوند به صورت ذرات با رنگ خنثی وجود دارد. این موضوع جسمی فرضی موسوم به ستاره کوارکی به وجود می‌آورد. این موضوع هنوز فرضی است، اما تأیید کامل تتراکوارک اختر فیزیک‌دانان را به بررسی مجدد فرض‌های خود در مورد درون ستارگان نوترونی وادار خواهد کرد.

این ذرات به لحاظ رنگی خنثی هستند، اما این امکان وجود دارد که پایدار نباشند و صرفاً به باریون‌ها و مزون‌ها واپاشیده شوند.

نشانه‌های تجربی از تتراکوارک‌ها وجود داشته است، اما آخرین نتیجه دال بر وجود ذره چهارکوارکی با رنگ خنثی است. این بدان معنی است که کوارک‌ها به راه‌های پیچیده‌تر از آنچه انتظار داشتیم با هم ترکیب می‌شوند، این موضوع تأثیر زیادی بر ساختار داخلی ستارگان نوترونی دارد. مدل سنتی ستاره نوترونی مبتنی بر تشکیل آن‌ها از نوترون است. نوترون‌ها از سه کوارک (دو کوارک پایین

راهبردی برای تحویل هدفمند دارو

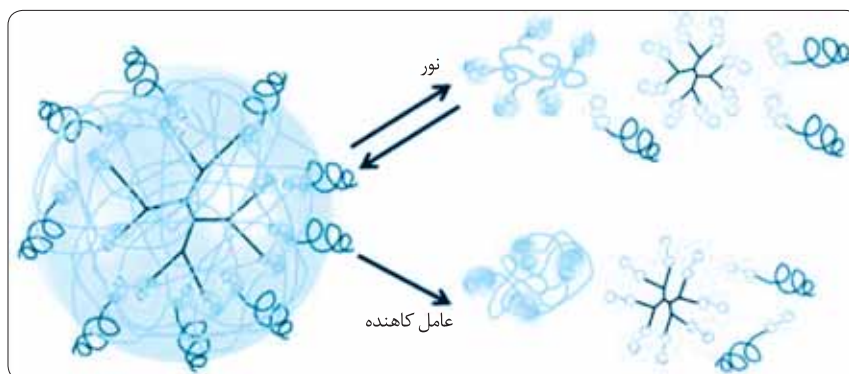
توئنته اکنون راهبرد جدیدی برای این منظور یافته‌اند. آن‌ها نانوساختارهای فراذره‌ای متشکل از سه مؤلفه مختلف ساخته‌اند. این مؤلفه‌ها خودبه‌خود دور هم جمع می‌شوند و ساختاری سه‌بعدی را تشکیل می‌دهند که داروها، پروتئین‌ها و حتی مولکول‌های DNA در آن قرار می‌گیرند. با تاباندن نور فرابنفش به این ساختار یا قرار دادن آن در معرض واکنش شیمیایی، ساختار به بخش‌های اولیه فروپاشیده می‌شود و باری را که حمل می‌کرده است آزاد می‌کند. اندازه این ساختارها بین ۵۰ تا ۱۰۰ نانومتر است (هر نانومتر یک میلیون بار کوچک‌تر از یک میلی‌متر است). این به معنی آن است که این ساختارها برای در بر گرفتن داروها به اندازه کافی بزرگ، و برای ترابرد در جریان خون به اندازه کافی کوچک هستند.

فروپاشی

استاد یوریان هوسکنز^۱ انتظار ندارد که نانوساختارهای خاصی که با گروه پژوهشی خود ساخته است فعلاً در کلینیک‌ها برای تحویل هدفمند دارو مورد استفاده قرار گیرند، ولی این راهبرد بسیار نویدبخش است. او می‌گوید: «آزمون‌های بالینی، یعنی پژوهش‌های علمی با استفاده از بیماران اکنون در حوزه درمان‌های هدفمند با استفاده از دستگاه‌های قابل مقایسه صورت می‌گیرد، اما حاملان داروی دخیل را نمی‌توان به فروپاشی هدفمند وادار کرد. اکنون، برای اولین بار رهیافتی برای امکان‌پذیر ساختن این کار را یافته‌ایم.»

پژوهشگران انستیتوی نانو فناوری دانشگاه توئنته^۱ در هلند راهبرد جدیدی را برای تحویل هدفمند دارو به بخش‌های خاصی از بدن یافته‌اند. آن‌ها حاملی را ساخته‌اند که اصولاً می‌تواند داروها، پروتئین‌ها، یا حتی مولکول‌های DNA را جابه‌جا کند. با تاباندن نور UV به این حامل یا قرار دادن آن در معرض واکنش‌های شیمیایی، حامل فروپاشیده می‌شود و داروها را آزاد می‌کند. گرچه این جزیی از یک پژوهش بنیادی است، اما خود راهبرد هم نویدبخش محسوب می‌شود. پژوهشگران نتیجه پژوهش خود را در مجله علمی *انگه وانته شیمی*^۲ چاپ کرده‌اند.

به طور کلی، اگر داروها را در جریان خون تزریق کنید در سراسر بدن پخش می‌شوند. به عنوان مثال، در مورد شیمی درمانی، داروها نه تنها به سلول‌های تومور بلکه به سلول‌های سالم بیمار هم حمله می‌کنند که پیامدهای بسیار دارد. اکنون می‌توان با وارد کردن داروها به یک حامل و هدف‌گیری محل درست در بدن از این موضوع اجتناب کرد. در این صورت استفاده از دوزهای کمتر دارو هم امکان‌پذیر می‌شود. این رهیافت که درمان هدفمند نامیده می‌شود بسیار نویدبخش است. نانوساختارهای سه‌بعدی چالش موجود در توسعه حامل داروها یافتن راهی برای فروپاشی آن در محل مناسب است به طوری که داروها در آنجا آزاد شوند. پژوهشگران دانشگاه



پی‌نوشت‌ها

1. Twente
2. Angewante Chemie
3. Juriaan Huskenz

منبع

University of Twente

تأثیر غیر منتظره هیدروژن سنگین در سلول‌های خورشیدی آلی

معمای علمی خورشیدی روبه‌رو شدند. کلید این یافته آن‌ها دوتریم بود که به «هیدروژن سنگین» هم معروف است و معمولاً در تحلیل‌های پراکندگی نور به کار می‌رود. دانشمندان از این ایزوتوپ به عنوان ابزار نشانه‌گذاری استفاده و آن را جایگزین هیدروژن معمولی در نمونه آلی می‌کنند زیرا نوترون اضافی دوتریم به نمایان شدن ساختار «مواد نرم» کمک می‌کند.

شیائو گفت: «معمولاً دانشمندان فکر می‌کنند که وجود دوتریم ساختار الکترونی را اصلاً تغییر نمی‌دهد. اما وقتی ما آن را برای مطالعه پلیمرهای رسانا در سلول‌های خورشیدی به کار بردیم، عملکرد الکترونیکی به طور قابل ملاحظه‌ای تغییر کرد.»

این گروه برای شناخت سازوکار تأثیر دوتریم از بابت سامپتر^۱ و یکی از نقاط قوت آزمایشگاه ملی اک ریج یعنی شبیه‌سازی به کمک ابررایانه روی آوردند. مدل‌سازی به کمک محاسبه‌های رایانه‌ای به پژوهشگران کمک کرد تا تعیین کنند که هیدروژن سنگین ارتعاشات مولکول‌ها را تغییر می‌دهد و باعث تأثیر غیرمستقیم و قابل ملاحظه ویژگی‌های الکترونیکی ماده می‌شود.

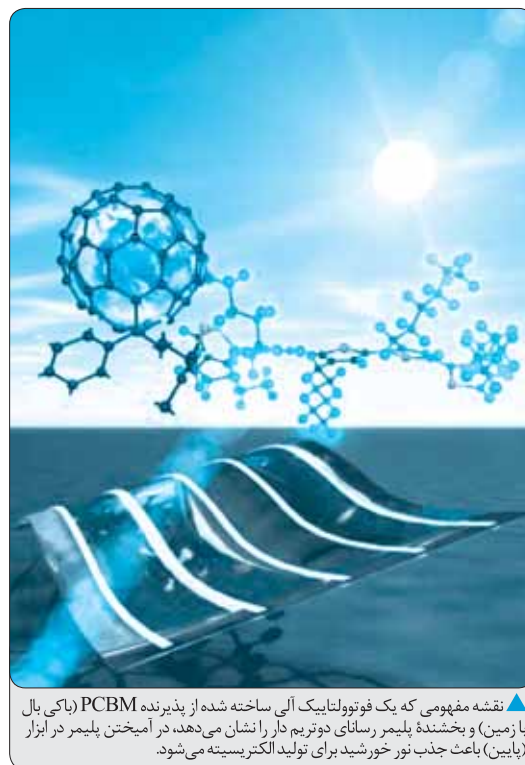
این گروه متوجه شدند که تأثیر دوتریم بر سلول‌های خورشیدی آلی منفی است و کارایی الکتریکی آن را کم می‌کند. اما متوجه شدند که دیگر وسایل الکترونیکی آلی مانند اسپینترونیک‌های آلی و دیودهای نور گسیل (OLEDs) از این تأثیرها بهره می‌برند.

شیائو اظهار داشت: «به طور کلی دوتریم دار کردن پلیمرها به ما کمک می‌کند تا چگونگی جریان انرژی در ابزارهای الکترونیکی آلی را بفهمیم به طوری که می‌توانیم آن‌ها را در آینده بهبود بخشیده و بهینه‌سازی کنیم. این موضوع چشمان ما را بر روی تأثیرات ممکن باز می‌کند.»

نتایج غیرمنتظره این پژوهشگران باعث مطالعات نوترونی آینده در حوزه الکترونیک آلی خواهد شد. به عنوان مثال محل دقیق دوتریم در زنجیره پلیمر تعیین می‌کند که ویژگی‌های الکتریکی کلی تغییر می‌کند یا نه.

نتیجه پژوهش‌های این گروه در نیچر کامیونیکشن چاپ شده است. برای اطلاعات بیشتر مراجعه کنید به

«The isotopic effects of deuteration on optoelectronic properties of conducting polymers» Ming shao et al. *Nature communications* S, Article number 3180 DOI: 10.1038/ncomms4180, 24 Jan 2014



▲ نقشه مفهومی که یک فوتولتاییک آلی ساخته شده از پذیرنده PCBM (بازی بال با زمین) و بخشنده پلیمر رسانای دوتریم دار را نشان می‌دهد، در آمیختن پلیمر در ابزار (پایین) باعث جذب نور خورشید برای تولید الکتروسیسته می‌شود.

اگر دانشمندان بتوانند سلول‌های خورشیدی ارزان قیمت انعطاف‌پذیر مبتنی بر پلیمرهای آلی بسازند می‌توان پنجره‌ها و دیوارهای خانه‌های آینده را با لایه‌ای از رنگ فوتولتاییک پوشاند. دانشمندان بخش انرژی در آزمایشگاه ملی اک ریج عامل غیر منتظره‌ای را در عملکرد ابزارهای خورشیدی مبتنی بر پلیمر یافته‌اند که شناخت تازه‌ای از تشکیل این مواد و عملکرد آن‌ها به دست می‌دهد. دیوید گوگن^۱ از آزمایشگاه ملی اک ریج می‌گوید: «یکی از رؤیاهای ما آن است که بتوانیم با خرید رنگ پلیمری از مغازه و پاشیدن آن به پنجره‌ها سلول خورشیدی خودمان را بسازیم زیرا با این کار پنجره را به ساختاری تبدیل می‌کنیم که می‌تواند الکتروسیسته تولید کند. اما اکنون چیزهای ناشناخته بسیاری در طی پاشیدن رنگ و خشک شدن آن رخ می‌دهد.»

وقتی کای شیائو^۲ و کونلون هونگ^۳ داده‌های پراکندگی نوترون به دست آمده از چشمه نوترون مبتنی پر شتابگر آزمایشگاه را برای اندازه‌گیری ساختار ظاهراً یکسان ابزارهای خورشیدی مبتنی بر پلیمر تحلیل کردند، با یک

پی‌نوشت‌ها

1. David Gohagan
2. Kai Xiao
3. Kunlun Hong
4. Bobby Sumpter

موتور محاسباتی Wolfram Alpha و آموزش فیزیک

امین بیات بارونی

Dow Jones. the Catalogue of Life[1], Crunch
[Base[4] Best Buy[5], the FAA[6]

و حساب کاربری چندین کاربر منتخب Facebook
جمع آوری می شود.

پرسش مهمی که در مورد ولفرام آلفا مطرح می شود این
است که آیا می توان به پاسخ های آن اعتماد کرد؟

سازندگان این موتور هوشمند بسیار امیدوارند که چنین
باشد، آن ها تلاش قابل توجهی را صرف آزمون های خودکار،
بازبینی و بررسی کردن داده های خارجی این موتور محاسباتی
می کنند و از تمامی کاربران بازخورد دریافت می کنند. (۷)
بهتر است این موتور محاسباتی را بررسی کنیم، برای این
کار باید به نشانی زیر رجوع کنید.

<http://www.wolframalpha.com>

آنگاه با صفحه زیر مواجه می شویم:

ولفرام آلفا (Wolfram Alpha) یک موتور محاسباتی
دانش (۱) یا موتور پاسخ است که توسط Wolfram
Research ایجاد شده است. این موتور یک سرویس آنلاین
است که بر خلاف موتور جست و جو که فهرستی از وب گاه ها
یا پوشه ها را که احتمال دارد جواب جست و جو در آن ها باشد
تهیه می کند، پرس و جوهای واقعی را به طور مستقیم به وسیله
محاسبه پاسخ حاصل از منابع خارجی «curated data»
پاسخ می دهد. (۲)

ولفرام آلفا بر پایه نرم افزار تولید شده در این شرکت با
نام Mathematica که نرم افزار یا ابزاری محاسباتی و شامل
جبر ریانه ای، محاسبات عددی و نمادین، ترسیم و قابلیت های
آماري است، در تاریخ ۱۵ مه ۲۰۰۹ منتشر شده (۳) و
اطلاعات اضافی از وب گاه های علمی و تجاری مانند

CIA's World Fact book, the United States
Geological Survey, a Cornell University Library
publication, Chambers Biographical Dictionary,



برای مشاهده منابعی که ولفرام آلفا برای پاسخ به پرسش‌ها استفاده کرده، بر روی گزینه Sources در انتهای صفحه سمت راست کلیک کنید.

حال به بحث اصلی این مقاله یعنی آموزش فیزیک توسط این نرم‌افزار می‌پردازیم. مانند مثال‌های قبلی به صفحه اصلی این موتور پاسخ می‌رویم، در قسمت پایین سمت راست گزینه‌ای با نام Examples وجود دارد، بر روی آن کلیک کنید و پس از باز شدن صفحه جدید بر روی گزینه physics کلیک کنید.

مجموعه‌ای از مثال‌ها را، در شاخه‌های مختلف فیزیک، مشاهده می‌کنید. شما امکانات فراوانی در این زمینه در اختیار خواهید داشت. ما با توجه به محدودیت‌هایی که در این مقاله داریم، به بررسی چند مثال می‌پردازیم. ابتدا به قسمت Optics می‌رویم، سپس REFLECTION & REFRACTION و زیر شاخه do computations using the thin lens equation را انتخاب می‌کنیم.

در این قسمت به طور پیش فرض یکاهای طول بر اساس foot است که شما می‌توانید آن‌ها را به m یا cm تبدیل کنید. در این قسمت می‌توانید فاصله کانونی عدسی همگرا (f) و فاصله جسم تا عدسی (o) را به موتور پاسخ بدهید، حال ببینیم نتیجه این جست‌وجو چه خواهد شد.

همچنین می‌توانید در قسمت جست‌وجو به جای lens از عبارت‌های Concave Mirror (آینه کاو) یا Convex Mirror (آینه کوژ) استفاده و نتایج جالبی را مشاهده کنید. در ضمن می‌توانید به قسمت Electricity & Magnetism بروید، سپس OHM'S LAW و سپس Electric Circuits و زیر شاخه use input fields to specify data for an Ohm's law computation (electric current) و ولتاژ (Voltage) و جریان الکتریکی (electric resistance) را برای شما محاسبه می‌کند. همچنین می‌توانید در قسمت Calculate پارامتری را که موتور هوشمند محاسبه کرده است تغییر دهید و به‌طور مثال با وارد نمودن مقاومت الکتریکی و ولتاژ، جریان الکتریکی را محاسبه کنید. حال ببینیم نتیجه این جست‌وجو چه خواهد شد.

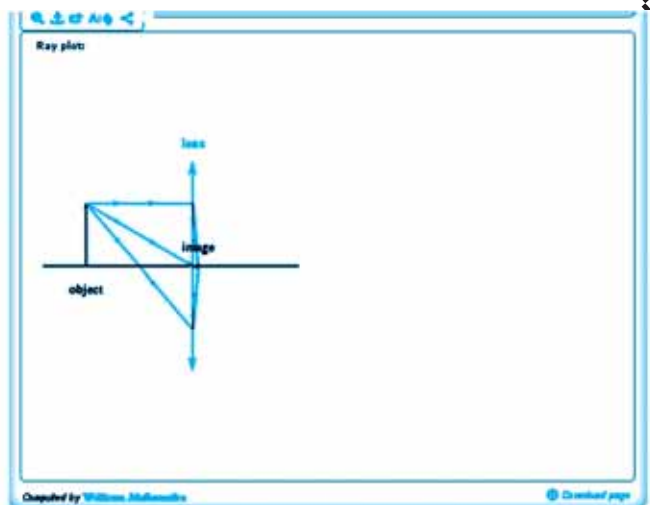
The screenshot shows the WolframAlpha interface for a thin lens calculation. At the top, there are navigation links for Physics, Art & Design, Demographics, and others. The main input field contains 'lens, f=20ft, o=400ft'. Below the input, the 'Input information' section shows 'thin lens equation', 'focal length 20 feet', and 'distance between object and lens 400 feet'. The 'Results' section shows 'distance between image and lens' as '6.417 meters', '21.05 feet', and '21'0.6316"'. The 'Equation' section shows the formula $\frac{1}{i} + \frac{1}{o} = \frac{1}{f}$ and defines the variables: 'i distance between image and lens', 'f focal length', and 'o distance between object and lens'.



یکی از شاخه‌های زیبای فیزیک، مکانیک کلاسیک است. برای دیدن مثال‌هایی در این زمینه به قسمت Mechanics، سپس قسمت Kinematics & Dynamics و سرانجام زیرشاخهٔ WORK رفته و یکی از قسمت‌های compute mechanical work را انتخاب کنید.

می‌توانید با تغییر نیرو (F) یا مسافت طی شده (d) و با هر دو نتایج متفاوتی را مشاهده کنید. گاهی ممکن است پرسش‌هایی را از ولفرام آلفا بپرسیم ولی پاسخی به آن ندهد. به طور مثال اگر عبارت Education in future را جست‌وجو کنیم، با پاسخ زیر روبه‌رو می‌شویم.

و در زیر آن ولفرام آلفا پیشنهادهای خود را در مورد Education به ما می‌دهد:



WolframAlpha computational knowledge engine

work $F=30N$, $d=100m$

Assuming " $F=30N$ " refers to force | Use force instead
Assuming " $d=100m$ " refers to distance | Use distance or distance instead

Input information:

work	
force	30 N (newtons)
distance	100 meters

Results:

work	3 kJ (kilojoules)
	= 0.8333 Wh (watt hours)
	= 2.843 BTU _{th} (BTU British thermal units)
	= 3000 J (joules)

Equation:

$W = Fd$	
W	work
F	force
d	distance

Schematic:

WolframAlpha computational knowledge engine

Ohm's law calculator

Calculate | electric resistance =

= voltage: 10 V

= electric current: 1 A

Input interpretation:

Ohm's law

Equation:

$V = I R$	
R	electric resistance
V	voltage
I	electric current

Input values:

voltage	10 V (volts)
electric current	1 A (ampere)

Results:

electric resistance	10 Ω (ohms)
	= 0.01 k Ω (kilohms)

Resistor color code:

قسمت بازخورد (Feedback) این موضوع را به گروه ولفرام آلفا اطلاع دهید.

برای یادگیری کار کردن با این موتور پاسخ به آدرس <http://www.wolframalpha.com/resources> رجوع کرده یا عضو انجمن ولفرام آلفا شوید. <http://community.wolframalpha.com> و یا به طور مستقیم به صفحه تماس گروه ولفرام آلفا بروید <http://www.wolframalpha.com/contact.html> و به یکی از روش‌های ممکن در این صفحه با آن‌ها تماس بگیرید.

خوب در چنین مواردی باید چه کار کنیم تا به پاسخ دلخواه خود نزدیک‌تر شویم؟

تیم ولفرام آلفا پیشنهاد می‌کند که در چنین مواردی پرسش خود را به طور متفاوت مطرح کنید. به طور مثال کلمات کمتری را به کار برید یا کلمات و نمادهای متفاوتی را به کار برید و تلفظ کلمات نوشته شده را از نو بررسی کنید. در برخی موارد نیز ولفرام آلفا نمی‌تواند موضوع شما (مانند آنچه نوشته شد) را پوشش دهد. (۷)

در انتها اگر با مشکل روبه‌رو شدید یا موتور پاسخ نتوانست عبارت موردنظر شما را درک کند، می‌توانید در

منابع ←

1. Bobbie Johnson (May 21, 2009). "Where does Wolfram Alpha get its information?". The Guardian. Retrieved March 8, 2013.
2. Johnson, Bobbie (March 9, 2009). "British search engine could rival Google." The Guardian (UK: Guardian News and Media). Retrieved 2013-02-09.
3. "WolframAlpha.com Site Info". Alexa Internet. Retrieved 2013-04-22
4. Dillet, Romain (September 7, 2010). "Wolfram Alpha Makes CrunchBase Data Computable Just In Time For Disrupt SF". TechCrunch. Retrieved 2013-02-09.
5. Golson, Jordan (December 16, 2011). "Wolfram Delivers Siri - Enabled Shopping Results From Best Buy." MacRumors. Retrieved 2013-02-09.
6. Barylick, Chris (November 19, 2011). "Wolfram Alpha search engine now tracks flight paths, trajectory information". Engadget. Retrieved 2013-02-09.
7. wolfram alpha team (www.wolframalpha.com)

The screenshot shows the WolframAlpha website with the search query "Education in future". The results are categorized into several sections:

- Education**
 - International Education »**
 - get educational statistics for a country:
 - compare education statistics between countries:
 - Universities »**
 - get information about a college or university:
 - compare universities:
 - School Districts »**
 - get information about a US public school district:
 - request a specific property of a school district:

اشاره

در یک عصر دلپذیر در دفتر کار دکتر غلامحسین رحیمی استادیار مهندسی مکانیک و تاریخ‌نگار فناوری در ایران در گروه مکانیک دانشکده فنی دانشگاه تربیت مدرس حاضر شدم. یاد و نام ایشان برای من و هم دوره‌های تحصیلی‌ام یادآور خاطره کنکور و ریاست ایشان بر سازمان سنجش آموزش کشور است. دکتر، ته لهجه شیرین خراسانی دارد و بسیار مهربان است. نگاه‌هایش نافذ است و دقیق صحبت می‌کند. آن مرد دیروز خاطره‌های نگرانی من از درس مدرسه و سرنوشت، امروز به من اجازه داده است تا با آرامشی عمیق در برابرش به گفت‌وگو علمی بپردازم.

دکتر رحیمی! از پیشینه تحصیلی و گذشته شما شروع کنیم.

من در ۱۳۳۴ در مشهد به دنیا آمده‌ام. خانه ما در کوچه حاج ابراهیم جنب کوچه چهنو و بازار مشهور سرشور بود. در همان جا درس خواندم و از دبیرستان بزرگ‌نیا دیپلم ریاضی گرفتم. در کنکور سراسری ۱۳۵۳ در رشته مهندسی مکانیک دانشکده فنی دانشگاه آذربایجان (تبریز) و هم‌زمان در رشته فیزیک دانشگاه صنعتی شریف قبول شدم. به دو علت بین این دو رشته، مهندسی مکانیک دانشکده فنی دانشگاه آذربایجان را انتخاب کردم. اول اینکه تعداد قابل توجهی از دوستان مشهدی من در آنجا مشغول به تحصیل بودند که البته هنوز هم این دوستی‌ها برقرار است و دوم اینکه اصولاً

همیشه دوست داشتم که کار من ترکیبی از مباحث نظری و عملی باشد. بعد از اتمام دوره کارشناسی، در کارشناسی ارشد دانشگاه‌های صنعتی امیرکبیر و شریف پذیرفته شدم. چون در تبریز بودم و دیرتر خبردار شدم به مصاحبه حضوری دانشگاه صنعتی شریف نرسیدم. در مهر ۱۳۵۸ به عنوان دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک در دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ثبت‌نام کردم. البته دانشجوی رتبه اول در دانشگاه آذربایجان بودم و بورسیه وزارت علوم برای تحصیل در فرانسه را نیز دریافت کرده بودم. یادم هست که آمدم در میدان تختی فعلی و پی‌گیری کردم و هیچ مشکلی هم برای رفتن به فرانسه نبود؛ اما چون انقلاب اسلامی تازه پیروز شده بود و دوستان من همگی در جاهای مختلفی مشغول خدمت بودند من نیز برای خدمت به جهاد سازندگی رفتم. به این دلیل ترجیح دادم که چون در داخل کشور قبول شده‌ام در ایران بمانم و در نتیجه با وجود داشتن بورس تحصیلی، به فرانسه نرفتم. البته بسیار خوشحالم که این تصمیم را گرفتم. به هر حال در دانشگاه صنعتی امیرکبیر بودیم و فعالیت دانشجویی من هم خیلی مفصل بود. در ۱۳۵۹ با انقلاب فرهنگی دانشگاه‌ها تعطیل شد با بازگشایی دانشگاه در ۱۳۶۱ یک ترم دیگر هم درس خواندم و توانستم دوباره بورسیه تحصیلی وزارت علوم را بگیرم. البته دوره کارشناسی ارشد را تمام نکردم و در ۱۳۶۳ به دانشگاه منچستر انگلستان رفتم. در آنجا دوره‌های کارشناسی ارشد و دکتری مهندسی مکانیک را گذراندم و اواخر ۱۳۶۸ به ایران برگشتم. استاد راهنمای من، هم در دوره

باید به ریشه‌های علمی خود بپردازیم

تاریخ فناوری تمدن ایران اسلامی در گفت‌وگو با دکتر غلامحسین رحیمی، استادیار مهندسی مکانیک

سید حجت‌الحق حسینی



کارشناسی ارشد و هم دورهٔ دکترا زنده یاد پروفسور کی چینگ بودند که تخصصشان تکیه‌گاه‌های مخازن تحت فشار بود. تخصص من نیز همین مخازن تحت فشار و سازه‌های جدار نازک است. اکنون به‌عنوان استاد تمام مهندسی مکانیک در دانشکدهٔ مهندسی دانشگاه تربیت مدرس در همین حوزه کار می‌کنم.

اما انگیزهٔ شما از پرداختن به تاریخ فناوری تمدن ایران اسلامی با چه پشتوانه‌ای بروز کرد و بالنده شد؟

من از همان دوران نوجوانی و دبیرستان مطالعات عمومی خیلی زیادی داشتم. به‌تدریج به مباحث فلسفی هم علاقه پیدا کردم. تقریباً طوری بود که در دورهٔ کارشناسی کتاب «اصول فلسفه و روش رئالیسم» از علامه طباطبایی با پاورقی‌های استاد مطهری را با دقت خاصی خوانده بودم. کتاب‌های زنده یاد دکتر شریعتی، خیلی برای من مهم بود و احساس می‌کردم کمبودی را که در کتاب‌های ایشان هست با مراجعه به آثار شهید مطهری و علامهٔ طباطبایی می‌توان برطرف کرد و هنوز هم این باور را دارم که کتاب‌های دکتر شریعتی بسیار مفید ولی ناقص هستند و شما باید با مطالعهٔ منابع دیگر، اطلاعات خود را کامل کنید. در اوایل دورهٔ کارشناسی ارشد و در حلقه‌های دانشجویی همان اصول فلسفه را روشنگری می‌کردم و برداشت‌های خودم را نیز می‌گفتم. در ۱۳۷۰ به‌صورت خیلی تصادفی یک مقاله راجع به تاریخ مهندسی مکانیک به قلم دکتر دونالد هیلد با ترجمهٔ دکتر حسین معصومی همدانی را در مجلهٔ «تشر دانش» از انتشارات مرکز نشر دانشگاهی دیدم و خواندم. با خواندن این مقاله و اصلاً به یک‌باره می‌شود گفت که ذهن من روشن و فعال شد. تازه فهمیدم که دانشمندان مسلمان در همین حوزه‌های صنعت و فناوری مهندسی هم کارهای زیادی کرده‌اند و ما اصلاً نه به‌عنوان دانشجو و نه به‌عنوان استاد از آن‌ها خبر نداریم و همین باعث شد که من به کتاب‌های این حوزه رجوع کنم، شاید اولین کتابی هم که دیدم همین کتاب «الحیل» بنو موسی شاکر خراسانی بود. با شناخت این کتاب و خواندن آن من، چند سمینار دانشجویی در دورهٔ کارشناسی ارشد با همکاری دوستانم مهندس جوان فر و مهندس مهدی قنّاد برگزار کردم.

همین آقای مهندس قنّاد که بعدها کتاب تاریخ مهندسی مکانیک را در ۱۳۸۲ از دانشگاه صنعتی شاهرود چاپ کردید؟

بله، آقای قنّاد با همان سمینار دانشجویی به این راه کشیده شد. البته حالا ایشان از استادان دانشگاه صنعتی شاهرود هستند. یادم هست که در سال ۷۱ یا ۷۲ یک همایش تاریخ علم و فناوری در فرهنگ و تمدن ایران و اسلام در دانشگاه تهران برگزار شد که در آنجا هم من اولین مقاله‌ام را در حوزهٔ تاریخ فناوری ارائه دادم و این نقطهٔ آغازین و شروع کار من شد. در دوره‌ای کار اداری و سازمانی زیادی داشتم ولی خیلی کم در این حوزه مطالعه می‌کردم و نمی‌توانستم

واقعاً وقت زیادی بگذارم. خوشبختانه از ۱۳۸۴ با رفتن از سازمان سنجش آموزش کشور و ورود به سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران، فرصت خیلی خوبی برایم ایجاد شد. در آنجا مطالعات خودم را در این حوزه وسیع‌تر و عمیق‌تر کردم، کتاب‌های بیشتری را دیدم و بررسی کردم. به نوعی متن پژوهی کردم و دیدم که واقعاً نویسنده چه گفته و چه محورهایی را مورد بررسی قرار داده است و اینکه آیا این موضوعات در زمان خودش چقدر اعتبار علمی داشته و این اعتبار علمی کماکان برقرار است یا نیست. هدف من این بود که بتوانم این متن‌ها را با ادبیات جدید و روزآمد پزنویسی کنم و آن‌ها را در اختیار دانشجویان، استادان و معلمان قرار دهم تا بهتر کار گذشتگان را درک کنیم. در سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران، یکی از فکرهایی که به ذهنم رسید این بود که بعضی از این ابزارهایی را که وصف آن‌ها در کتاب‌های تاریخ مهندسی مکانیک از بنو موسی شاکر خراسانی و جزری آمده است، بازسازی کنیم و دقیقاً مطابق با آنچه که آن‌ها تشریح کرده‌اند و ساخته‌اند، اجرایی کنیم. با این فکر و انگیزه گروه خیلی خوبی در سازمان پژوهش‌ها شکل گرفت و این گروه کار بازسازی ابزارها را زیر نظر من شروع کرد. معمولاً کتاب، منبع و نوع طرح را من مشخص می‌کردم. گاهی اوقات لازم بود برای گروه توضیح بدهم که منظور نویسنده از این طرح چیست. اعضای گروه در آغاز و پس از طراحی مفهومی، طراحی تفصیلی رایانه‌ای را انجام می‌دادند و در نهایت ابزار و دستگاه ساخته می‌شد. خوشبختانه تعداد قابل توجهی، حدود ۳۰ یا ۴۰ طرح صنعتی ساخته و در نمایشگاهی در کتابخانه ملی ایران به نمایش گذاشته شد. این نمایشگاه توسط رئیس‌جمهور وقت رونمایی شد.

در واقع وقتی که شما به سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی رفتید، «موزه علوم و فناوری جمهوری اسلامی ایران» را بنیان گذاشتید. به کاملاً درست است.

این نمایشگاه اکنون در سازمان اسناد و کتابخانه ملی جمهوری اسلامی ایران واقع در تپه‌های عباس آباد تهران، با زیبایی تمام ساخته و پرداخته شده است و هدایت و نظارت پروژه با شما بوده است. اما با مراجعه و بررسی کارهای پژوهشی شما در این حوزه می‌بینیم اولین کارتان «تاریخ مهندسی مکانیک ایران و ابداعات مکانیکی بنی موسی در کتاب الحیل» است که در ۱۳۸۲ از سوی دانشگاه صنعتی شاهرود منتشر شده است. خواهش می‌کنم دربارهٔ تاریخ مهندسی مکانیک در ایران اسلامی، با توجه به ظرفیت تاریخی و حوزه جغرافیایی ایران بزرگ، برای ما روشنگری کنید.

مهندسی مکانیک به آن شکلی که ما هم اکنون به‌عنوان یک شاخهٔ مهم مهندسی می‌دانیم در تمدن ایران و اسلام نبوده است. همان‌طور که شاخه‌های دیگر مهندسی هم با تفکیکی که امروز ما داریم وجود نداشته است. اما وقتی

دانشجوی رتبهٔ اول در دانشگاه آذربایجان بودم و بورسیه وزارت علوم برای تحصیل در فرانسه را دریافت کردم و هیچ مشکلی هم برای رفتن به فرانسه نبود، اما چون انقلاب اسلامی تازه پیروز شده بود و دوستان من همگی در جاهای مختلفی مشغول خدمت بودند من نیز برای خدمت به جهاد سازندگی رفتم

**با خواندن مقاله‌ای
از دکتر دونالد
هیلد باتر جمه دکتر
حسین معصومی
همدانی در مجله
«نشر دانش»
یک باره ذهن من
روشن و فعال
شد. تازه فهمیدم
که دانشمندان
مسلمان در
حوزه‌های صنعت و
فناوری مهندسی
هم کارهایی
کرده‌اند و ما اصلاً نه
به عنوان دانشجو و
نه به عنوان استاد از
آن‌ها خبر نداریم**



محتوای کتاب‌ها را بررسی می‌کنیم می‌بینیم که در این زمینه کارهای ارزشمندی انجام شده است. واژه «حیل» یک مفهوم عام در عرصه فناوری و مهندسی است که روشنگری آن بسیار مهم است. من مفهوم علم حیل را در مقاله «فارابی، علم حیل و فلسفه فناوری» بازگو کردم، در آنجا نشان داده‌ام که برخی از برداشت‌هایی که هم‌اکنون گروهی از پژوهندگان از محتوای علم «حیل» دارند نادرست است و من همیشه خیلی سعی کرده‌ام و تأکید داشته‌ام که این برداشت‌ها اصلاح شود. اگر این کار نشود به دیدگاه تاریخ علمی دانشجویان و پژوهشگران ما لطمه سنگینی می‌خورد. ما دو کتاب داریم که به طور مشخص و دقیقی علم حیل را تعریف کرده‌اند. یکی کتاب احصاء العلوم فارابی است که بخشی را به علم حیل اختصاص داده و دیگری کتاب مفاتیح العلوم خوارزمی. خوارزمی در کتابش علم حیل را دو بخش می‌کند: یک بخش آن چیزی است که تشریح یک سری ابزار آلات و وسایلی است که در کتاب حیل بنوموسی و جزری آمده و یک بخشی هم ابزار آلاتی را وصف می‌کند که به‌ویژه در حوزه علم مناجیل (جرثقیل) مورد استفاده واقع شده است. از دید خوارزمی علم حیل یعنی مهندسی مکانیک. حکیم فارابی خیلی عمیق‌تر به بحث وارد می‌شود. او «علم حیل» را دو بخش حیل عددی و حیل هندسی می‌داند. حیل هندسی مجموع چیزهایی است که اکنون به عنوان شاخه‌ها و رشته‌های مختلف مهندسی می‌شناسیم. منتها بسیاری از مثال‌هایی که می‌زند در حال حاضر به حوزه مهندسی مکانیک تعلق دارد. در این صورت دو کتاب مهم علم حیل در تمدن اسلامی یعنی کتاب‌های «حیل» از بنو موسی شاکر خراسانی و «علم حیل از جزری» کاملاً در حوزه مهندسی مکانیک شناخته می‌شوند.

اما تعبیر فارابی به دلیل نگاه فلسفی و اهتمام در طبقه‌بندی علوم از عمق و محتوای دقیق‌تر و بیشتری نسبت به مفاتیح العلوم خوارزمی برخوردار است.

دقیقاً همین طور است. یعنی من ندیدم که هیچ منبعی با این وسعت و با این عمق علم حیل را تعریف کرده باشد. ما فارابی را بنیان‌گذار فلسفه اسلامی و دانش‌های برهانی در تمدن اسلامی و ایرانی می‌دانیم. رفته رفته من با کتاب «معیار العقول» ابن سینا آشنا شدم و دیدم که این کتاب منحصرأ مربوط به ماشین‌های ساده و مرکب است. هر چند که انتسابش به ابن سینا جای شبهه دارد، ولی با تحقیقی که خودم کردم تدوین این کتاب در قرن ۵-۴ قطعی است. به هر حال این یک کتابی است که در تمدن ایرانی در حدود ۱۰۰۰ سال پیش نوشته شده و یک کتاب تخصصی در حوزه مهندسی مکانیک است.

بنابر این در یک جمع‌بندی از تاریخ مهندسی مکانیک در ایران چه خواهیم گفت؟

در حوزه مهندسی مکانیک اصولاً آثار گرانسنگی بر جای مانده و دانشمندان ایرانی و مسلمان در این حوزه فعال بوده‌اند. متأسفانه بعد از خواجه نصیرالدین طوسی و مکتب مراغه، علوم ما رفته رفته به سمت علوم نظری و ذوقی و عرفانی میل پیدا کرد و از علوم طبیعی مبتنی بر تجربه فاصله گرفت. شما در صفویه دانشوران خیلی بزرگی را مثل میرداماد، شیخ بهایی، میرفندرسکی و... می‌بینید که عمده کارهایشان در حوزه دانش‌های نظری است و اهتمام اصلی آن‌ها فقط بر فلسفه محض است و نه فلسفه طبیعت. به عنوان جمع‌بندی می‌خواهم بگویم که در حوزه مهندسی آثار مناسبی بر جای مانده است و پیشینیان ما افراد فعالی بودند و اصولاً تمدنی ساخته نمی‌شود اگر به همه شاخه‌های علم به معنای فناوری پرداخته نشود.

علم به یک عرصه تجلی به نام فناوری نیاز دارد تا فرهنگش تمدن‌ساز شود. در زیرساخت فرهنگ و با کاربرد و جلوه دانش، امور فناوری و تمدن بر پایه‌های محکمی استوار می‌شوند. ضرورت، اهمیت و فایده خواندن کتاب‌های تاریخ فناوری و پرداختن به موضوع فلسفه فناوری در روزگار بحث هویت فردی و فرهنگی و ماهیت علمی و فناورانه دارد.

قبل از انقلاب اسلامی، یک کارهایی در بعضی از حوزه‌های علوم پایه به خصوص ریاضیات و یک مقدار کمی هم نجوم انجام شد که البته کارهای ارزشمندی بود. زنده‌یاد دکتر غلامحسین مصاحب در ریاضیات حکیم ختیم نیشابوری مقداری کار کرد. زنده‌یاد استاد ابوالقاسم قربانی کارهای ارزشمند دیگری کردند و برخی از کتاب‌ها را زنده‌یاد استاد احمد آرام ترجمه کرد و در اختیار جامعه علمی گذاشت. این‌ها نقطه آغازین برای پرداختن به تاریخ علم در دوره اسلامی بود. فرایند و فرآورده‌های پژوهشی این استادان از روش کار شرق‌شناسان متأثر بود. افرادی مانند وپکه، روزنت فیلد و... آن‌ها کارهایی را بازنویسی و ترجمه کردند که البته در نوع خودش ارزش دارد. ولی کارهای استوار و محکم بیشتر در حوزه علوم ریاضی است. پژوهش، بازخوانی و تصحیح رساله «جبر و مقابله حکیم ختیم نیشابوری» به خاطر تسلط ویژه و عمیقی که زنده‌یاد دکتر مصاحب بر ریاضیات داشتند، شاید تنها نمونه درخشان آن روزگار باشد.

استاد دکتر مصاحب برای نخستین بار در ۱۳۱۷ بر پایه پژوهش وپکه هلندی «جبر و مقابله حکیم ختیم نیشابوری» را بازنویسی و منتشر کرد. در ۱۳۳۹ (۲۲ سال بعد) آن کتاب با ویراست جدید و تغییرات بنیادی تجدید چاپ شد. دکتر مصاحب در چاپ تازه جمله‌ای می‌نویسد و می‌گوید: «آثار خامی در کارهای پیشین من دیده می‌شود». واقعیت این است که ایشان در طول این سال‌ها، خیلی جدی به زبان و ادب عربی پرداخته بودند و با بازنگری در

روش‌شناسی و مهارت بیشتر در خواندن و پردازش متون علمی که به عربی نوشته شده‌اند، درک بهتر و عمیق‌تری از تاریخ و فلسفه علم پیدا کردند. بسیار شایسته است تا از پژوهش‌های استوار زنده‌یاد استاد ابوالقاسم قربانی در تاریخ ریاضیات نیز یاد شود.

بله کاملاً درست است. یکی از استادان مسلم ریاضیات در دوره قبل از انقلاب اسلامی، زنده‌یاد دکتر مصاحب بودند و تسلط بسیار خوبی در رشته تخصصی خودشان پیدا کرده بودند و آثار ارزشمندی را به جا گذاشته‌اند. می‌خواهم بگویم ما باید خیلی زودتر از این‌ها مثلاً یکی دو قرن قبل، شروع می‌کردیم. آن زمانی که دانش جدید از اروپا به تدریج وارد ایران می‌شد ما باید دست‌کم به موازات آن عمل می‌کردیم. بیش از یک سده است که ما فقط واردکننده علم بوده‌ایم و در نتیجه به همه وجه علم وابسته شده‌ایم. بسیار روشن است که وقتی دانش را وارد می‌کنید دیگر مبدأ آن دانش نمی‌آید تا به تاریخ علم و فناوری شما بپردازد. اگر هم بخواهد چنین کند به تاریخ علم و فناوری خودشان خواهند پرداخت و همین اتفاق هم افتاد. به تدریج چند نسل در دانشگاه‌ها و در مدارس ما تربیت شدند که این‌ها کم‌کم احساس کردند که اگر علم هست در غرب است. اگر علمی پدید آمده و تولید شده و توسعه پیدا کرده، بخش کاربردی این علم تبدیل به صنعت شده، تبدیل به فناوری شده، همه چیز در غرب رخ داده و این را می‌شود گفت یک خسارت سنگینی است که به چند نسل ما در کشور وارد شده است. اما می‌گویند: «از هر جایی که جلوی ضرر گرفته شود، منفعت است.» و خوشبختانه در سال‌های اخیر احساس می‌شود که یک اهتمام خوبی صورت گرفته است. شورای عالی انقلاب فرهنگی، وزارت علوم، تحقیقات و فناوری و به‌ویژه وزارت آموزش و پرورش و بنیادهای دائرةالمعارف‌نویسی فعال شده‌اند. البته در این موضوع اختلاف نظر زیاد است. برخی تعابیری می‌کنند که از نظر من تعابیر درستی نیست. رویکرد تاریخ و فلسفه علم، رویکرد باارزشی در عرصه دانش و فرهنگ و هویت است. ما باید رساله‌ها و کتاب‌های مخطوط خودمان را در ایران و سراسر جهان بشناسیم؛ آن‌ها را بشناسانیم، تصحیح و ترجمه کنیم. آن‌ها را با رسم‌الخط جدید بازنویسی و چاپ کنیم. اگر این کار را نکنیم هیچ‌کس در جهان متوجه نمی‌شود که ما چه کار کرده‌ایم. این کارها همگی به‌عنوان پیش‌نیاز است. پیش‌نیاز کار علمی ما روی منابع تمدن ایران اسلامی نباید کار اصلی تلقی شود. آنچه را که من فکر می‌کنم پیش‌نیاز است. برخی اصل پنداشته‌اند و آنچه را که از نظر من اصل است، آن‌ها را فرع گرفته‌اند. ما در حوزه علم و فناوری به‌ویژه از اوایل قاجار به تدریج از ریشه‌های خودمان جدا شدیم و در اواخر قاجار و اوایل پهلوی عملاً در حوزه فناوری بی‌ریشه شدیم و به تدریج که علم در کشور ما پا گرفت و تا همین الان که داریم در سال بیش از ۳۰ هزار مقاله علمی می‌دهیم نمی‌دانیم که ریشه‌های این علم کجاست؟ علمی که ما داریم ریشه‌هایش در غرب است. در حقیقت علم در روزگار ما عملاً درختی است که ما هم در پدید آوردن بعضی از این شاخه‌های

درخت مشارکت داشته‌ایم اما ریشه در غرب است. اگر یک زمانی بخواهیم علم را در کشور خودمان ریشه‌دار کنیم باید به ریشه‌های خودمان بپردازیم و این ریشه‌های جدید را به تنه تنومندی که قبلاً داشته‌ایم پیوند بزنیم. حتی اگر بخواهیم علم را بومی‌سازی کنیم باز هم راهش همین است. یعنی اول برویم پیشینه علمی خودمان را بشناسیم. علم جدید را هم خوب بشناسیم. دوم اینکه بخش‌هایی از منابع علمی ما در تمدن ایرانی، اسلامی کماکان در سطوح مختلف مقدماتی و متوسط قابل استفاده است. ما در حوزه‌های ریاضیات، فیزیک، شیمی، در بعضی از رشته‌ها و شاخه‌های مهندسی می‌توانیم وارد کتاب‌های علمی، درسی و آموزشی شویم. همین کاری که می‌توان گفت دست‌کم به‌صورت یک نمونه من در نقشه‌برداری کردم. یک متن را آماده کردم. خود دوستان ما در آموزش و پرورش هم کمک کردند و در کتاب نقشه‌برداری در کتاب دوره‌های فنی و حرفه‌ای و کارودانش یک فصل را به ابزارهای سنتی نقشه‌برداری اختصاص دادند. این خیلی هم مهم است بچه‌هایی که نقشه‌برداری می‌خوانند احساس نکنند که این ابزارها از صفر در غرب پدید آمده است. بدانند که در تمدن ایرانی، اسلامی هم ابزارهای نقشه‌برداری بوده و از قضا مبانی علمی و مبانی ابزارهای نقشه‌برداری فعلی با مبانی ریاضی و هندسی نقشه‌برداری که در قرن ۴، ۵ و ۶ داشتیم، چندان فرقی نکرده است. فقط برخی از ابزارها خیلی پیشرفته‌تر شدند. حوزه سوّمی که باید به این منابع بپردازیم، مبانی نظری و فلسفی علوم طبیعی و تجربی است. علوم تجربی فعلی خودش را جدا کرده، اگر هم فلسفه‌ای هست فقط دیگران آمدند و فلسفه‌ای روی آن گذاشتند و اگر نه خود دانشمندان فلسفه علم را پدید نمی‌آورد. دیگرانی می‌آیند و آن‌هایی که با علم و فلسفه آشنا هستند یک مبانی نظریه دانش پدید می‌آورند و از قضا عمده جهت‌گیری‌های علم در آنجا مشخص می‌شود. جهت‌گیری‌های فرهنگی، اجتماعی و... هر چه که هست آنجا خودش را نشان می‌دهد و اگر نه علم کاربردی به معنای علم کاربردی خودش را از همه این نوع باید‌ها و نبایدها، ارزش‌ها و ضد ارزش‌ها دور نگه داشته است و می‌گوید این‌ها به من ربطی ندارد، نفیاً و اثباتاً متعرض این‌طور مفاهیم نمی‌شود ولی فلسفه علم دیگر نمی‌تواند چنین بگوید. فلسفه علم دارد این‌گونه وارد حوزه علم می‌شود و حتی می‌گوید که چه چیزی علم است و چه چیزی علم نیست. این حوزه سوّمی که به‌نظر من خیلی اهمیت دارد، پرداختن به مبانی نظری دانش تجربی است. که ما از منابع خودمان می‌توانیم خیلی خوب استفاده کنیم و این حوزه می‌تواند هنوز با طراوت باشد. می‌تواند هنوز به روز باشد. به نظر من این سه هدف، در پرداختن به منابع فرهنگ و تمدن ایران و اسلام بایستی دنبال شوند.

پرداختن به تاریخ و فلسفه علم، در هر دو حوزه هویت و ماهیت اثر گذارند. چنان‌که هویت ما را به لحاظ تاریخی، اجتماعی، فرهنگی بازنمایی کنند. بعد هم می‌توانند در ماهیت دانش اثر گذار باشند. فلسفه

ما باید رساله‌ها و کتاب‌های مخطوط خودمان را در ایران و سراسر جهان بشناسیم؛ آن‌ها را بشناسانیم، تصحیح و ترجمه کنیم. آن‌ها را با رسم‌الخط جدید بازنویسی و چاپ کنیم. اگر این کار را نکنیم هیچ‌کس در جهان متوجه نمی‌شود که ما چه کارهایی کرده‌ایم

اولین کتابی
که من در تاریخ
فناوری به آن
برخورد کردم
کتاب «الحیل»
بنوموسی بود
که مهندس
سرافراز به
فارسی ترجمه
کرده بود.
خوشبختانه
بعدها
دکتر احمد
یوسف الحسن
آن را به عربی
تصحیح کرد
و در دانشگاه
جلب سوریه به
چاپ رساند

علم و فناوری بسان قطب‌نمایی است که دانش و فن را جهت می‌دهد. و اما بنو موسی، سه برادری بودند که در ریاضیات، نجوم و فناوری کارهای بسیار مهمی را انجام دادند. کتاب «الحیل» اثر ماندگار آن‌ها در مهندسی است. شما برای پردازش کتاب از دیدگاه مهندسی کنترل، نسخه‌ای را برگزیده‌اید که آقای آتیلا بیر در ۱۹۹۰ م. در استانبول منتشر کرده است. در مورد ویژگی‌های این کتاب، طرح‌های صنعتی آن و ساخت نمونه‌های اجرایی و عملی آن در موزه «علوم و فناوری» توضیح بفرمایید.

اولین کتابی که من در تاریخ فناوری به آن برخورد کردم کتاب «الحیل» بنوموسی بود که مهندس سرافراز غزنی به فارسی ترجمه کرده بود. خوشبختانه بعدها دکتر احمد یوسف الحسن، آن را به عربی تصحیح کرد و در دانشگاه حلب سوریه به چاپ رساند. دکتر دونالد هیلد هم آن را به زبان انگلیسی ترجمه و منتشر کرد. در نتیجه، «الحیل» کتابی است که متن‌های فارسی، عربی و انگلیسی آن در دسترس است و در کتابخانه‌های دنیا هم نسخه‌های کامل این کتاب وجود دارد و در صحت و انتسابش به بنوموسی هیچ شکی نیست. «الحیل» کتابی است متعلق به میانه قرن سوم هجری. این کتاب در بعضی از طرح‌هایش (حدود ۲۵٪) متأثر از کتاب‌های فیلون بیزانسی و هرون اسکندرانی بوده است. هفتاد درصد کتاب به هر حال طرح‌ها و نوآوری‌های خود بنوموسی است. این کتاب دربردارنده ۱۰۰ طرح است که همه طرح‌ها مهندسی محسوب می‌شوند. دکتر آتیلا بیر طرح‌های کتاب را از دیدگاه مهندسی کنترل جدید تحلیل و نمودارهای کنترلی تمام دستگاه‌ها را رسم کرده است. مهم‌ترین مزیتی که این کار دارد این است که رفتار تمام دستگاه‌ها قاعده‌مند است و این قواعد با همین قوانین کنترل مکانیکی امروزی قابل توصیف است. این کتاب می‌تواند سطح فناوری حوزه کنترل را در بیش از حدود ۱۲۰۰ سال قبل به ما بشناساند. ما البته کتابی با این عمق در تاریخ فناوری نداشته‌ایم. مثلاً حتی کتاب «حیل جزری» بعضی از طرح‌هایش به مراتب پیشرفته‌تر از طرح‌های بنو موسی است. چون دو قرن بعد نوشته شده و بعضی از طرح‌های جزری نسبت به طرح‌های بنوموسی صنعتی‌تر است ولی ظرافت و دقتی را که بنوموسی در طرح‌های خودش استفاده کرده است ندارد و این حالت‌های مختلف دستگاه‌های کنترلی (کنترل ساده، کنترل با بازخورد، بدون بازخورد) را که نشان داده شده‌اند، در کتاب جزری نمی‌توانید ببینید. بنابراین انگیزه من از ترجمه کتاب این بود. آتیلا بیر استاد دانشگاه استانبول است که البته اکنون بازنشسته شده است یعنی تخصص علمی ایشان دقیقاً در همین زمینه بوده است و بر همین اساس توانسته این کار را انجام دهد.

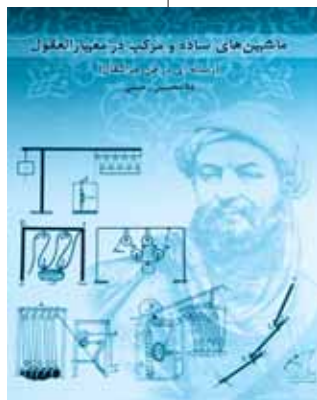
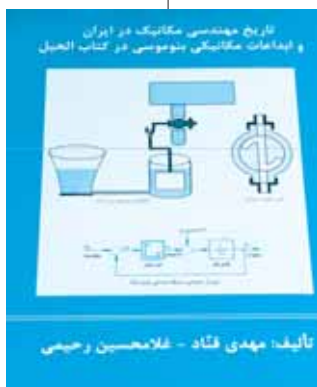
کتاب دیگری که شما آن را کار کرده‌اید، «معیار العقول» ابن سینا و حکمت سینوی است.

کتاب منسوب به ابن سینا «معیار العقول» است که گمان می‌برم ویرایش تازه‌ای از آن به‌زودی منتشر شود. فصل اول کتاب به‌طور کامل متحول شده است. در ویراست جدید کتاب یادآور شده‌ام علی که به نوعی این انتساب را می‌تواند صحیح

جلوه دهد، چه چیزهایی است و اهمیت کتاب در چه چیزهایی دیگر. اهمیت کتاب بیشتر از انتساب آن به ابن سیناست. به هر حال کتابی پدید آمده در تمدن ایران اسلامی و برای ما خیلی مهم‌تر از این است که آن را ابن سینا آن را نوشته یا کس دیگر. منتها می‌گویند ترجمه هرون اسکندرانی است. البته این کتاب به شدت متأثر از کتاب هرون است. ولی من در آنجا در حقیقت با چندین دلیل گفتم که این کتاب نمی‌تواند ترجمه کتاب هرون باشد. چون اولین نکته این است که ترجمه از یونانی به فارسی اصلاً نداشته‌ایم که بگوییم یک دفعه افرادی یونانی آمده‌اند و به فارسی کتاب ترجمه کرده‌اند. در ضمن ترجمه عربی هم ندارد که بگوییم از یونانی به عربی و از عربی به فارسی ترجمه شده است. اگر چنین کتابی پیدا شود ممکن است قضاوت‌ها تغییر کند. این کتاب را با توجه به رشته تخصصی خودم و اهمیتی که این کتاب در تاریخ مهندسی تمدن ایرانی اسلامی دارد، به تمامی شرح کرده‌ام.

در کتاب «ترازهای کرجی» که از سوی سازمان اسناد و کتابخانه ملی کشور بسیار زیبا و آراسته چاپ شده است، بیشتر به ترازها پرداخته‌اید و از ترازهای اختراعی کرجی مانند تراز دوربینی و تراز شاقولی مدرج سخن گفته‌اید.

کتاب‌هایی هستند که وارد حوزه مساحی شده‌اند؛ مثلاً بخشی از کتاب «اعمال هندسی» از ابوالوفای بوزجانی. یک کتاب دیگر «الایضاح» است، یا آنکه ابوریحان بیرونی در کتاب «التفهیم» چند وسیله‌ای را برای اندازه‌گیری اختلاف ارتفاع، اندازه‌گیری عمق چاه‌ها، اندازه‌گیری ارتفاع مناره‌ها و ساختمان‌ها ذکر می‌کند. یک فصل از کتاب را در مورد مساحی و روش‌های اندازه‌گیری اختلاف ارتفاع آوردم که بگویم این مهم است. بهترین کتاب درباره ابزارهای نقشه‌برداری و حفارقات، همین کتاب ترازهای کرجی است که به معنای امروزی یک کتاب کامل و مهندسی است. کرجی چهار وسیله نقشه‌برداری یا چهار وسیله برداشت زمین را که متداول بوده معرفی می‌کند و سپس دو وسیله اختراعی خودش را مفصل تشریح می‌کند. یعنی هم می‌گوید چطور این را بسازید، چطور مورد استفاده قرار بدهید و چگونه نتایج را تحلیل کنید. اولین تراز اختراعی‌اش ایجاد نوآوری در ترازهای موجود بوده است که آن را کالیبره یا به قول امروز مدرج‌سازی می‌کند. یعنی در ترازها برای هر نقطه‌ای که می‌خواستند ارتفاع آن را اندازه بگیرند بایستی یک فرد می‌ایستاد و یک نخ را جابه‌جا می‌کرد، سپس اندازه‌گیری و یادداشت می‌کردند. کرجی با یک روش بسیار مبتکرانه، صفحه تراز را مدرج می‌کند، بعد صفحه ترازها را وقتی که اختلاف ارتفاع باشد و ارتفاع تغییر کند، یک عقربه روی صفحه تراز تکان می‌خورد و نشان می‌دهد که روی کدام درجه ایستاده، آن درجه چون قبلاً مدرج شده است. یعنی اگر یک درجه یعنی ۲۰ سانتی‌متر و ۲ درجه یعنی ۴۰ سانتی‌متر، پس نیم درجه یعنی ۱۰ سانتی‌متر و چون مدرج شده است وقتی می‌شود ۱/۵ درجه اختلاف ارتفاع ۱۵ سانتی‌متر است. ما اولین ابزار مدرج‌سازی را در اینجا داریم. دومین، اختراع



آثار دکتر غلامحسین رحیمی (الف) کتاب

۱. تاریخ مهندسی مکانیک در ایران و ابداعات مکانیکی بنو موسی در کتاب الحیل. شاهرود: دانشگاه صنعتی شاهرود، ۱۳۸۲ خ.
۲. ماشین‌های ساده و مرکب در معیار العقول. تهران: مؤسسه علوم و فناوری ج.ا. ایران، ۱۳۸۹ خ.
۳. ترازهای کرجی، رساله‌ای در فن استخراج آب‌های زیر سطحی. تهران: سازمان اسناد و کتابخانه ملی ج.ا. ایران، ۱۳۸۹ خ.
۴. ترجمه کتاب الحیل بنو موسی شاکر. تهران: پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی، ۱۳۸۹ خ.
۵. ماشین‌های ساده و مرکب در معیار العقول، رساله‌ای در فن جراثقال. تهران: مؤسسه علوم و فناوری ج.ا. ایران، ۱۳۹۲ خ.

(ب) مقاله

۱. «ترازهای کرجی»، مجله تاریخ علم دانشگاه تهران، ش ۱۳۸۷/۷ خ.
۲. «مفهوم جسم در طبیعیات سینوی»، دو فصلنامه علمی، پژوهشی حکمت سینوی، س ۱۴، ش ۴۴/۱۳۸۹ خ.
۳. «صنعت از دیدگاه امام جعفر صادق (ع)». فصلنامه پژوهشی تاریخ فرهنگ و تمدن اسلامی، س ۱، ش ۱۳۸۹/۱ خ.
۴. «فارابی، علم الحیل و فلسفه فناوری». پژوهشنامه تاریخ تمدن اسلامی، س ۴۴، ش ۱۳۹۰/۱ خ.
۵. «مثال‌های کاربردی از کتاب معیار العقول برای استفاده در کلاس‌های درس رشته مهندسی مکانیک». فصلنامه آموزش مهندسی ایران، س ۱۳، ش ۴۹/۱۳۹۰ خ.
۶. «پدیده انتشار صوت در قراضه طبیعیات». دو فصلنامه علمی، پژوهشی حکمت سینوی، س ۱۶/۱۳۹۱ خ.
۷. «ترازهای کرجی، نمونه‌های کاربردی برای استفاده در کلاس‌های درس مهندسی نقشه‌برداری». فصلنامه آموزش مهندسی ایران، س ۱۴، ش ۵۴/۱۳۹۱ خ.
۸. «حرکت اجسام طبیعی در حکمت سینوی». خردنامه، ش ۷۰/زمستان ۱۳۹۱ خ.
۹. «مفهوم امتدادمندی جسم طبیعی در طبیعیات سینوی». معرفت فلسفی، س ۱۰، ش ۱۳۹۱/۱ خ.

آن است که یک دوربین روی صفحه تراز می‌گذارد. او از روی عضاده‌ای که روی اسطرلاب هست ایده می‌گیرد و یک لوله روی صفحه تراز می‌گذارد. این لوله عدسی ندارد و لوله‌ای است با یک سوراخ کوچک. به خاطر اینکه شما از آن نگاه می‌کنید و اگر نباشد شما صحنه وسیعی را می‌بینید و نمی‌توانید بر روی شمشه تمرکز کنید و درجه‌ای که روی شمشه است، بخوانید. حالا با آن لوله شما دیگر کاملاً بر روی همان درجه‌ای که شمشه تعیین شده نشانه روی می‌کنید. یعنی تراز می‌کنید که هم لوله دارد و هم مدرج شده است. این دو اختراع برای اولین بار در ابزارهای نقشه‌برداری دنیا توسط کرجی معرفی شده‌اند.

گویا شما روش‌ها و ابزار مساحی و نقشه‌برداری را از ابن هیثم و ابوریحان بیرونی که خودبنیانگذار دانش زمین‌سنجی و زمین‌پیمایی است، آغاز کرده‌اید و سرانجام به «جامع بهادرخانی» اثر غلامحسین جونیپوری به زبان فارسی اشاره‌ای داشته‌اید.

بله، جونیپوری در دو قرن قبل می‌زیسته که سنت مساحی از شرق تا غرب دنیای اسلام گسترش یافته بود و زبان فارسی از ماوراءالنهر تا جنوب شبه‌قاره هندوستان سیطره فرهنگی داشت و جونیپوری نیز کتابش را به زبان فارسی، که زبان اداری و رسمی بوده، نوشته است.

در حال حاضر چه کارهای پژوهشی در حوزه تاریخ فناوری انجام می‌دهید؟

الان چند طرح پژوهشی در دست دارم. یکی، بخش ترازوها از کتاب «میزان الحکمه» عبدالرحمان خازنی است. این بخش به حوزه فیزیک برمی‌گردد. فیزیک هیدرواستاتیک، وزن مخصوص، حرکت اجسام جامد در مایعات و به‌ویژه بخش جاذبه عمومی است که در این کتاب مفصل آمده است. دیگری، مباحث فیزیک نظری و باز شناخت مفهوم جرم و جسم است. جسم طبیعی، مفهوم امتداد جسم طبیعی، مفهوم ماده جسم طبیعی، به هر حال امتداد، مکان، فضا، ماده، لختی، گرانش یک طرف قضیه و زمان یک طرف قضیه. این‌ها مفاهیم بنیادین فیزیک‌اند.

اینکه افرادی چون شما با درجه علمی استادی مکانیک به کارهای تاریخ فناوری می‌پردازید برای جامعه علمی و فرهنگی نویدبخش است. امیدواریم افرادی که دانش فنی سطح بالایی دارند در نگارش مقاله‌های دایرةالمعارفی مربوط و تخصصی نیز وارد شوند. این نوع نوشته‌ها چون مرجع تعریف می‌شوند، استناد و اعتماد و مراجعه به آن‌ها زیاد است. درست‌ترین کار نیز بازبینی و اصلاح مدخل‌هایی است که افراد غیرمتخصص نوشته‌اند. به هر روی از اینکه وقت خود را در اختیار رشد آموزش فیزیک گذاشته‌اید و این گفت‌ووشنید خوب علمی را انجام دادیم، بسیار سپاسگزارم.

شناوری و قانون ارشمیدس

آرش ظهوریان پردل

مقدمه

مثلاً نیروی مقاومت هوا بر جسم در حال سقوط، با افزایش طبیعی سرعت جسم، بیشتر می‌شود و یا در استخر، نیروی مقاوم در برابر بدن شما، وقتی می‌خواهید با سرعت بیشتری در استخر راه بروید، بیشتر می‌شود.

اما ویژگی مهمی که می‌خواهیم در مورد آن صحبت کنیم، «فشار در شاره‌ها» است. توجه داشته باشید که به کار بردن کمیت نرده‌ای فشار به جای کمیت برداری نیرو، به منظور دقیق‌تر کردن موضوع صورت می‌گیرد. گاهی می‌توان این دو مفهوم را به جای همدیگر به کار برد (برخی اوقات هم از اصطلاح نیروی فشار استفاده می‌شود).

اگر جسمی در شاره‌ای قرار گیرد، تحت فشار (نیرو) قرار می‌گیرد. فشار نیروی «مؤثر» وارد بر جسم، در دو جهت متفاوت اعمال می‌شود: یکی فشار ناشی از شاره موجود در قسمت بالایی جسم، و دیگری فشار ناشی از آن قسمت از شاره که در پایین جسم قرار دارد. اما آنچه بیش از خود «فشار» حائز اهمیت است، «تفاوت فشار» است. چرا که این «تفاوت فشار» است که موجب اعمال نیروی برآیند غیرصفر بر جسم می‌گردد. جسم درون شاره نیز، همواره در معرض این «تفاوت فشار» قرار دارد و فرق نمی‌کند که این جسم، در چه عمقی از شاره قرار داشته باشد. همواره نیرویی خالص (و با اندازه‌ای ثابت)، به جسم درون شاره وارد می‌شود که این نیرو را «نیروی شناوری» می‌نامیم. نیروی شناوری وارد بر جسم، فقط و فقط به «حجم» جسم بستگی دارد و سنگینی و سبکی جسم، تأثیری بر نیروی شناوری وارد بر آن ندارد.

شاره‌ها را می‌توان در دو حالت ایستا (استاتیک) و پویا (دینامیک) بررسی کرد که در اینجا، فرض ما بر این است که شاره، در تعادل استاتیکی است. در این صورت، می‌توانیم ظرفی را در نظر بگیریم که شاره درون آن (آب) در تعادل است. حال، پوسته‌ای فرضی و نامرئی را در این ظرف در نظر می‌گیریم: حجم مشخصی از آب را در برمی‌گیرد.

همه ما با داستان مشهور ارشمیدس و تاج پادشاه سیراکیوز آشنا هستیم؛ داستانی که در آن، ارشمیدس - مخترع و مهندس مورد احترام اهالی جزیره - با شوق و شغف فراوان، از حمام بیرون می‌آید و به خیابان می‌دود و با فریاد «یافتم! یافتم!»، خبر از کشف مهم خود می‌دهد. بدون توجه به حقیقی یا ساختگی بودن این داستان، آنچه در این میان حائز اهمیت است، قانون ارشمیدس درباره اجسام شناور در آب است. شاید بتوان، ارشمیدس را یکی از مهم‌ترین دانشمندان باستان دانست که آزمایش کردن و اعمال تجربی را ناپسند نمی‌دانست بلکه روشی برای رد یا اثبات قوانین فیزیک می‌دانست. وی با ابتکارات و اختراعات اعجاب‌انگیز خود، نه تنها مردم سیراکیوز را تا سال‌ها از گزند سربازان رومی محفوظ نگاه داشت، بلکه توانست به نتایج مهمی دست یابد که یکی از آن‌ها، «قانون ارشمیدس» است. پیش از وارد شدن به بحث اصلی، بهتر است به بررسی و مرور برخی مفاهیم اساسی درباره شاره‌ها (از جمله فشار و چگالی) بپردازیم.

کلیدواژه‌ها: شناوری، قانون ارشمیدس

شاره، به مواد (یا حالت‌هایی) گفته می‌شود که در آن‌ها، اتم‌ها می‌توانند به راحتی بر روی هم بلغزند و سرانجام، شکل ظرف را به خود بگیرند (مایعات) و یا حتی بتوان آن‌ها را به هم فشرد و نزدیک‌تر کرد (گازها). شاره‌ها ویژگی‌های متفاوتی نسبت به جامدات دارند. به عنوان مثال، در جامدات، نیروی مقاوم در برابر حرکت (اصطکاک) ارتباطی به سرعت ندارد (نیروی اصطکاک که جاده بر خودروی متحرک با سرعت ۱۸۰ کیلومتر/ساعت وارد می‌کند، با نیروی اصطکاک وارد بر خودروی مشابهی که با سرعت ۲۰ کیلومتر/ساعت حرکت می‌کند، برابر است). این در حالی است که هرچه سرعت حرکت شاره بیشتر باشد، نیروی مقاوم نیز بزرگ‌تر خواهد بود.

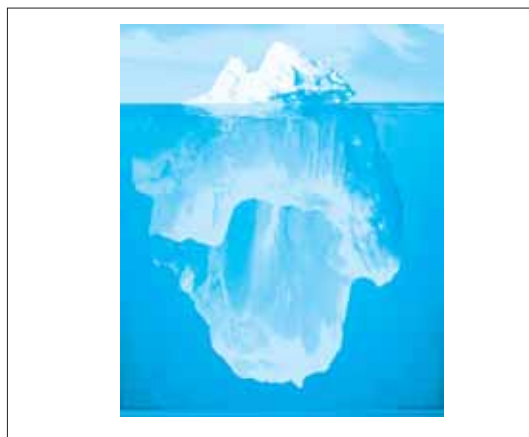
در آن قرار گرفته، بستگی ندارد. این واقعیت را می‌توان با استفاده از قانون ارشمیدس، این‌گونه بیان کرد که جسم، بدون توجه به عمقی که در آن قرار دارد، همواره مقدار آب ثابتی را جابه‌جا می‌کند که نتیجه آن، ثابت بودن نیروی شناوری است. ۳. نیروی شناوری وارد بر جسم (وزن آب جابه‌جا شده)، هیچ رابطه‌ای با وزن جسم ندارد و تنها به حجم آن بستگی دارد.

بنابراین، با دو نیرو مواجه‌ایم: نیروی گرانی و نیروی شناوری. نیروی گرانی (وزن واقعی جسم) به جرم جسم بستگی دارد و ارتباطی به حجم آن ندارد. از سوی دیگر، نیروی شناوری، فقط به حجم جسم بستگی دارد و ارتباطی به جرم آن ندارد:

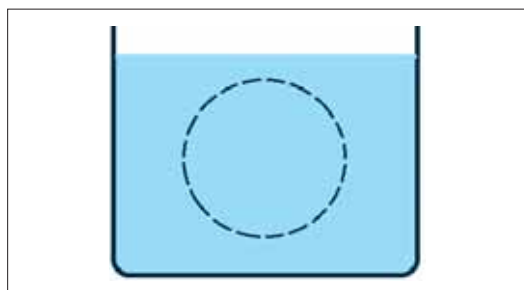
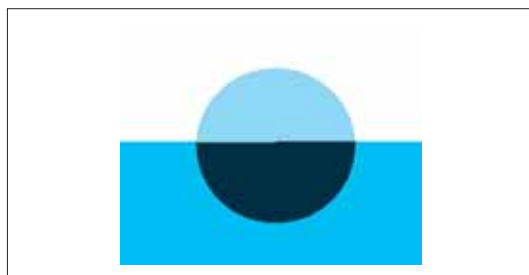
جرم	حجم	
x	✓	نیروی شناوری (F_b)
✓	x	نیروی وزن (W)

اجسام درون شاره‌ها، در سه حالت قرار می‌گیرند

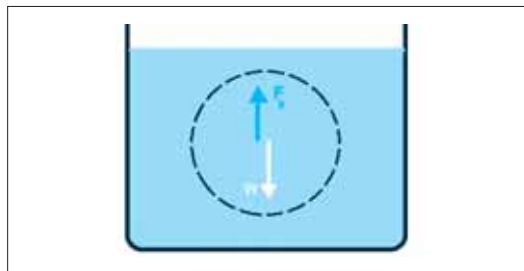
الف. شاید روی سطح آب شناور شوند، که البته خود این وضعیت، بسته به اینکه نسبت چگالی جسم به شاره چقدر باشد، می‌تواند حالت‌های مختلفی داشته باشد. مثلاً در مورد یک کوه یخ، ممکن است حدود هشتاد و پنج درصد حجم آن، زیر سطح آب قرار بگیرد و ما تنها قادر به مشاهده پانزده درصد آن باشیم:



در حالی که در مورد تویی با چگالی نصف چگالی آب، قادر به دیدن پنجاه درصد حجم آن خواهیم بود:



نیروهای فشاری که شاره موجود در دو طرف این پوسته به آن وارد می‌کند، یکدیگر را خنثی می‌کنند و در نتیجه، فقط اختلاف فشار قسمت بالا و پایین این حجم فرضی اهمیت پیدا می‌کند که نتیجه آن، نیروی رو به بالای شناوری است. چون شاره ما در تعادل ایستایی است، بنابراین برآیند نیروهای وارد بر این حجم فرضی باید صفر باشد. نیروی دیگری که باید در نظر بگیریم، نیروی وزن این جسم فرضی است که موجب حفظ تعادل ایستایی آن می‌شود:



بنابراین، نیروی شناوری وارد بر این حجم آب با وزن واقعی آن برابر است. (کمی بعد، از این واقعیت بهره خواهیم گرفت)

در ضمن، مقصود از «وزن واقعی» جسم، نیروی گرانی وارد بر آن (بدون توجه به اینکه در چه محیطی قرار دارد) است. در حالی که وزن ظاهری آن - وزنی که ما در نظر گرفتن نیروی شناوری اندازه می‌گیریم - قطعاً مقدار کمتری است.

حال، جسم صلبی را در این ظرف آب قرار می‌دهیم. در این صورت، این جسم، به اندازه حجم خود، آب جابه‌جا می‌کند. به عبارت دیگر، میزان آبی که هر جسم در آب (شاره) جابه‌جا می‌کند، تنها به حجم آن جسم بستگی دارد. فرض کنیم جسم جامدی که درون ظرف آب قرار می‌دهیم، هم - حجم همان پوسته کروی نامرئی باشد. بنابراین، به اندازه همان آب موجود در پوسته، آب جابه‌جا می‌کند. از طرفی، می‌دانیم که وزن این آب با نیروی شناوری وارد بر جسم فرضی برابر است. نتیجه این استدلال را ارشمیدس به صورت زیر بیان کرد:

نیروی شناوری وارد بر جسم درون شاره، برابر است با وزن آبی که جابه‌جا می‌کند

در مورد این قانون، باید به سه نکته توجه کنیم:

۱. نیروی شناوری وارد بر جسم، برابر با وزن آب جابه‌جا شده است و نه الزاماً وزن واقعی خود جسم و نه مطلقاً وزن ظاهری آن.

۲. پیش‌تر گفتیم که نیروی شناوری، به عمقی که جسم

مشکوک شد، از ارشمیدس خواست تا تبدیری بیندیشد و او را از چگونگی و کیفیت کار زرگر آگاه کند. از ادامه داستان که به خزانه حمام و فریادهای ارشمیدس برهنه در خیابان است می‌گذریم و به توضیح روش علمی و هوشمندانه وی می‌پردازیم:

ارشمیدس تاج به ظاهر طلایی را در اختیار داشت. نخستین کاری که او انجام داد، وزن کردن تاج بود. سپس قطعه‌ای طلایی هم‌وزن تاج را برگزید و این دو را با هم بر روی ترازویی، به حالت تعادل درآورد:



سپس، این مجموعه را داخل ظرف بزرگ پرآبی قرار داد. پیش از انجام آزمایش، وی انتظار داشت که به‌واسطه برابری جرم هر دو وزنه، نیروی گرانی وارد بر هر دو یکسان باشد (که چنین هم بود). اما در مورد نیروی شناوری، اتفاق دیگری افتاد که بسیار تکان‌دهنده بود:



ارشمیدس در کمال ناباوری دریافت که تعادل دو جسم در آب به هم می‌خورد. در تحلیل چنین پدیده‌ای، می‌توان گفت که نیروی شناوری وارد بر تاج، از نیروی شناوری وارد بر قطعه طلایی خالص بیشتر است (در حالی که جرم هر دو یکسان است). بزرگ‌تر بودن نیروی شناوری وارد بر تاج، بدین معناست که وزن آبی که تاج جابه‌جا می‌کند، بیشتر است و در نتیجه، حجم آب جابه‌جا شونده توسط تاج نیز بیشتر است که می‌توان سرانجام به این مهم رسید که حجم تاج پادشاه، از حجم طلایی خالص هم‌وزنش بیشتر است! پس چگالی طلایی خالص از چگالی تاج بیشتر است و این نتیجه، نیرنگ زرگر طماع را برملا کرد!

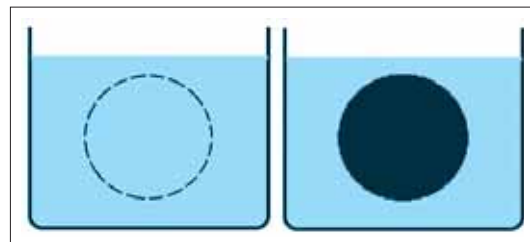
ب. ممکن است جسم در ارتفاع یا عمق معینی از شاره قرار بگیرد. مانند بالونی که در ارتفاع ثابت در هوا قرار دارد یا ماهی‌ای که در عمق مشخصی شنا می‌کند. در این صورت چگالی جسم را سرنشین بالون و یا ماهی تنظیم می‌کند.

پ. حالت دیگر این است که جسم، به ته شاره سقوط کند که در این حالت چگالی جسم باید از چگالی شاره بیشتر باشد. این واقعیت به ظاهر ساده و بدیهی را با آنچه پیش‌تر دیدیم، تحلیل می‌کنیم:

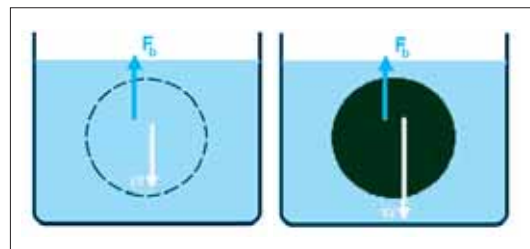
گفتیم که نیروهای وارد بر جسم درون شاره، به حجم و جرم آن بستگی دارند: نیروی شناوری به حجم، و نیروی وزن واقعی، به جرم. این دو کمیت (وزن و جرم)، در کنار هم، چگالی را تعریف می‌کنند. اما چرا اگر چگالی جسم، از چگالی شاره بیشتر باشد، جسم سقوط می‌کند؟

برای پاسخ به این پرسش، باز به پوسته فرضی درون آب برمی‌گردیم:

ظرف‌های آبی را کنار هم قرار می‌دهیم که در یکی، مانند قبل، جسم خارجی‌ای قرار ندارد و تنها، حجمی فرضی و دلخواه از آب را در نظر گرفته‌ایم و در ظرف دیگر، جسم صلب مشابه با حجم فرضی، ولی با جرم بیشتر را قرار داده‌ایم:



چون حجم هر دو جسم (یکی حقیقی و دیگری مجازی) یکسان است، پس نتیجه می‌گیریم که نیروی شناوری وارد بر هر دو یکسان است. اما در مورد نیروی گرانی وارد بر آن‌ها چه می‌توان گفت؟ چون جرم جسم صلب از آب هم حجمش بیشتر است، پس نیروی گرانی وارد بر آن بزرگ‌تر است و در نتیجه برآیند نیروهای وارد بر آن صفر نیست و جسم به ته شاره سقوط کرده و ته‌نشین می‌شود:



پس نتیجه می‌گیریم که با حجم برابر، جسمی که جرم بیشتری دارد، در شاره مزبور فرو می‌رود و معنای این سخن آن است که اگر «چگالی» جسم غوطه‌ور، از چگالی آن بیشتر باشد، شناور نمی‌ماند و سقوط می‌کند.

xxx

داستان ارشمیدس، این‌گونه آغاز شد که مطابق افسانه‌ها، پادشاه سیراکیز (هرون)، به زرگرش دستور ساختن تاج طلایی را داد و زرگر آن را ساخت. اما چون شاه به زرگر

← منابع

۱. هیونیت، پل. فیزیک مفهومی (ج ۲). ترجمه دکتر منیژه رهبر.
2. Wolfson, Richard. Physics and Our Universe, The great courses, lecture 19 (Fluid Statics), 2011
3. Holton Cassidy and Rutherford-Springer 2002, Understand Physics.
4. Surway Jewett, Physics for Scientists and Engineers, 8th edition-Book/Cole

۵. گاموف، جورج، سرگذشت فیزیک، رضا اقصی (مترجم).



قابلیت های نرم افزار S64 در فیزیک

استفاده از نرم افزار S64 برای رسم شکل ها، نمادها، نمودارها و نگارش فرمول های فیزیک

مرضیه امینی، دانشجوی کارشناسی ارشد آموزش فیزیک، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، دبیر ناحیه ۴ مشهد
آریتا سیدفدایی، دکترای آموزش فیزیک

چکیده

با پیشرفت فناوری اطلاعات و ارتباطات و تکامل نرم افزارهای مختلف، شاید به جرئت بتوان گفت که امروزه فعالیتی آموزشی یافت نمی شود که از این پیشرفت ها بی نصیب مانده باشد.

فناوری اطلاعات در آموزش، تحولات چشمگیری را به وجود آورده است. سال هاست که استفاده از فناوری آموزشی در برنامه های آموزشی وارد شده است به گونه ای که امروزه کمتر معلمی را می توان یافت که از دستاوردهای آن بی بهره باشد. البته، دیدگاه معلمان نسبت به این امر بسیار متفاوت است که این خود گاهی مانع به کارگیری مناسب فناوری می شود که امروزه، به بیان متخصصان، در مرکز ثقل طراحی آموزشی قرار دارد. [۱]

به هر حال استفاده به موقع و صحیح از فناوری اطلاعات می تواند فرایند آموزش را تسهیل کند، که از جمله دسترسی آسان به حجم بسیار زیادی از اطلاعات را در زمانی کوتاه میسر می سازد و فرایند آموزش را سرعت می بخشد.

کلیدواژه ها: نرم افزار S64، تایپ، پرسش های فیزیک

مقدمه

اگر قرار باشد بخشی و حتی همه برنامه درسی خود را بر اساس فناوری اطلاعات یا همان IT طراحی و اجرا کنیم پس از طراحی، باید اجزای آموزشی را در اختیار داشته باشیم که برنامه درسی را پشتیبانی کنند. شاید ساده ترین راه دستیابی به این اجزای آموزشی، استفاده از نرم افزارهای آموزشی موجود باشد. [۲]

یکی از ابتدایی ترین مهارت های مورد نیاز معلم در به کارگیری IT در آموزش، توانایی او در تایپ پرسش های مختلف کلاسی و امتحانی است. و در حال حاضر بسیار دیده می شود که معلمان پرسش های خود را هنوز با قلم و خودکار آماده می کنند و در اختیار دانش آموزان قرار می دهند. البته باید اذعان نمود که در دروسی همچون فیزیک که در نوشتن پرسش ها باید از شکل ها، نمودارها و فرمول های متعدد استفاده کرد، تایپ کامل یک برگه کاری دشوار و مستلزم صرف زمان زیاد برای انجام این کار است. اما خوشبختانه امروز فناوری به کمک ما می آید و محیط هایی را در اختیار کاربران قرار می دهد تا با استفاده از آن قادر باشند به راحتی و در زمانی کوتاه پرسش های خود را آماده نمایند. در این مقاله یکی از این محیط ها را که نرم افزاری است به نام S64 به شما معرفی می کنیم.

معرفی نرم افزار

نرم افزار S64 از نشانی های اینترنتی زیر قابل دانلود یا دریافت است و به راحتی پس از نصب، بر روی word رایانه قرار می گیرد و با وارد کردن کد مخصوص به طور دائمی قابل استفاده است.

لینک دانلود برنامه

http://www.scidot.com/install_S64GDB.exe

لینک دانلود کرک برنامه

<http://www.chemyazd.com/Files/Software/scienc64-GDmath876>,

[2\(www.chemyazd.com\).zip](http://2(www.chemyazd.com).zip)

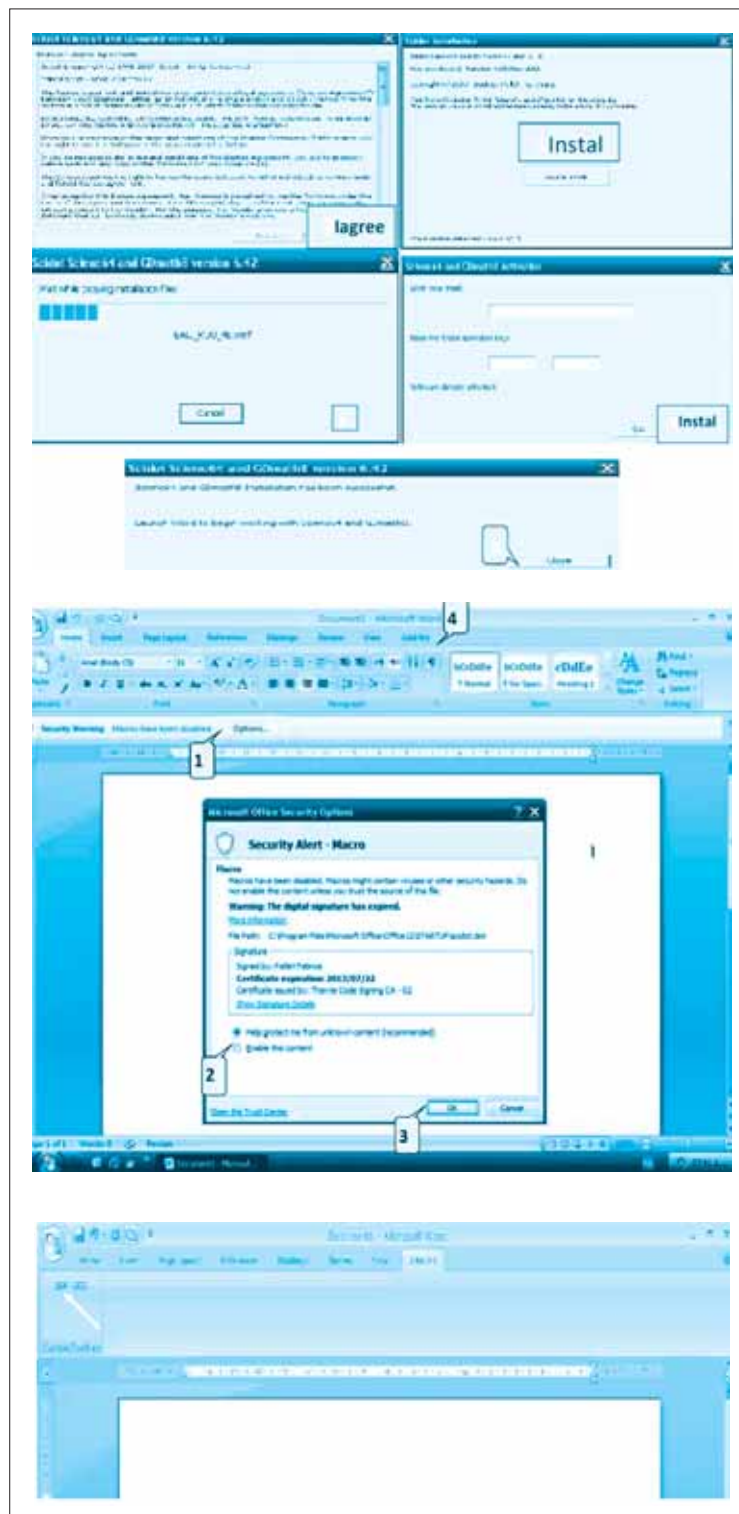


طریقه نصب نرم افزار

پس از دانلود نرم افزار، آیکون آن در آدرسی ظاهر می شود که هنگام دانلود تعیین کرده بودید. قبل از آغاز نصب باید توجه داشته باشید که بهتر است کلیه نرم افزارها به‌ویژه نرم افزار word بسته شده باشد و هیچ نرم افزاری فعال نباشد و پنجره قابل مشاهده نداشته باشد. این نرم افزار به‌طور پیش فرض در درایو C نصب می شود. لذا در رایانه های متصل به شبکه نصب نرم افزار با محدودیت مواجه است هماهنگی با مدیر سایت مورد نیاز است. پس از دو بار کلیک بر روی آیکون فوق پنجره های زیر ظاهر خواهند شد که طبق شکل دکمه های مشخص شده را به ترتیب می فشاریم.

پس از اینکه مراحل نصب با موفقیت انجام شد وارد محیط word می شویم و گزینه options را می فشاریم؛ پس از باز شدن پنجره گزینه پایین این پنجره (Enable this content) را انتخاب می کنیم و دکمه ok را می فشاریم. در مرحله بعد از زبانه های بالا، زبانه Add-Ins را انتخاب می کنیم.

و در سمت چپ دکمه S64 را کلیک می کنیم:

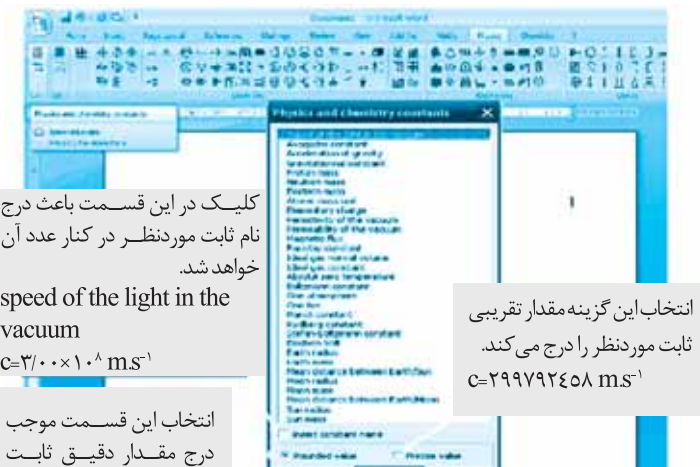


در قسمت انتهایی زبانه‌ها، چهار زبانه جدید ریاضی، فیزیک، شیمی و... اضافه می‌شود. ما physics را انتخاب می‌کنیم و وارد محیط کار می‌شویم:

همان گونه که در تصویر بالا مشاهده می‌شود تعدادی آیکن مربوط به شکل‌های فیزیک ظاهر شده است که با انتخاب هریک نام آن ظاهر و شکل موردنظر به صفحه تاپ، مانند نمونه، منتقل می‌شود.

در سمت چپ این نوار ابزار دو آیکن مهم دیگر وجود دارد. با انتخاب آیکن بالایی در پنجره‌ای که باز می‌شود، جدولی از ثابت‌های فیزیک را در اختیار خواهیم داشت. در قسمت پایین جدول ثابت‌ها سه گزینه وجود دارد که در شکل زیر توضیح هر یک نوشته شده است:

حال اگر به نوار ابزار برگردیم و دکمه پایینی از سمت چپ را انتخاب کنیم، پنجره‌ای باز می‌شود که به ما امکان اضافه کردن مجموعه‌ای از شکل‌های دلخواه به این نرم‌افزار را می‌دهد (برای نمونه چند مورد اضافه شده است):



کلیک در این قسمت باعث درج نام ثابت موردنظر در کنار عدد آن خواهد شد.

speed of the light in the vacuum

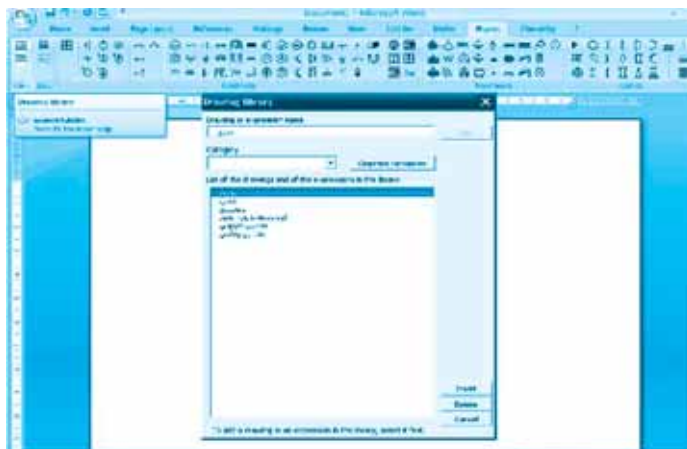
$$c = 3.00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$$

انتخاب این قسمت موجب درج مقدار دقیق ثابت موردنظر است.

$$c = 3.00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$$

انتخاب این گزینه مقدار تقریبی ثابت موردنظر را درج می‌کند.

$$c = 299792458 \text{ m.s}^{-1}$$



روش کار در این قسمت این گونه است که ابتدا، قبل از ورود به این قسمت، شکل یا تصویر موردنظر را، از قسمتی که می‌خواهیم، به صفحه تایپ منتقل و آن را انتخاب می‌کنیم:

سپس دکمه ذکر شده را می‌فشاریم تا پنجره موردنظر باز شود. در نوار خالی بالا نامی برای تصویر انتخاب شده تایپ می‌کنیم و سپس گزینه Add را می‌فشاریم. بدین ترتیب این تصویر تا زمانی که آن را Delete نکرده‌ایم در مجموعه تصاویر این نرم‌افزار باقی خواهد ماند.

توجه:

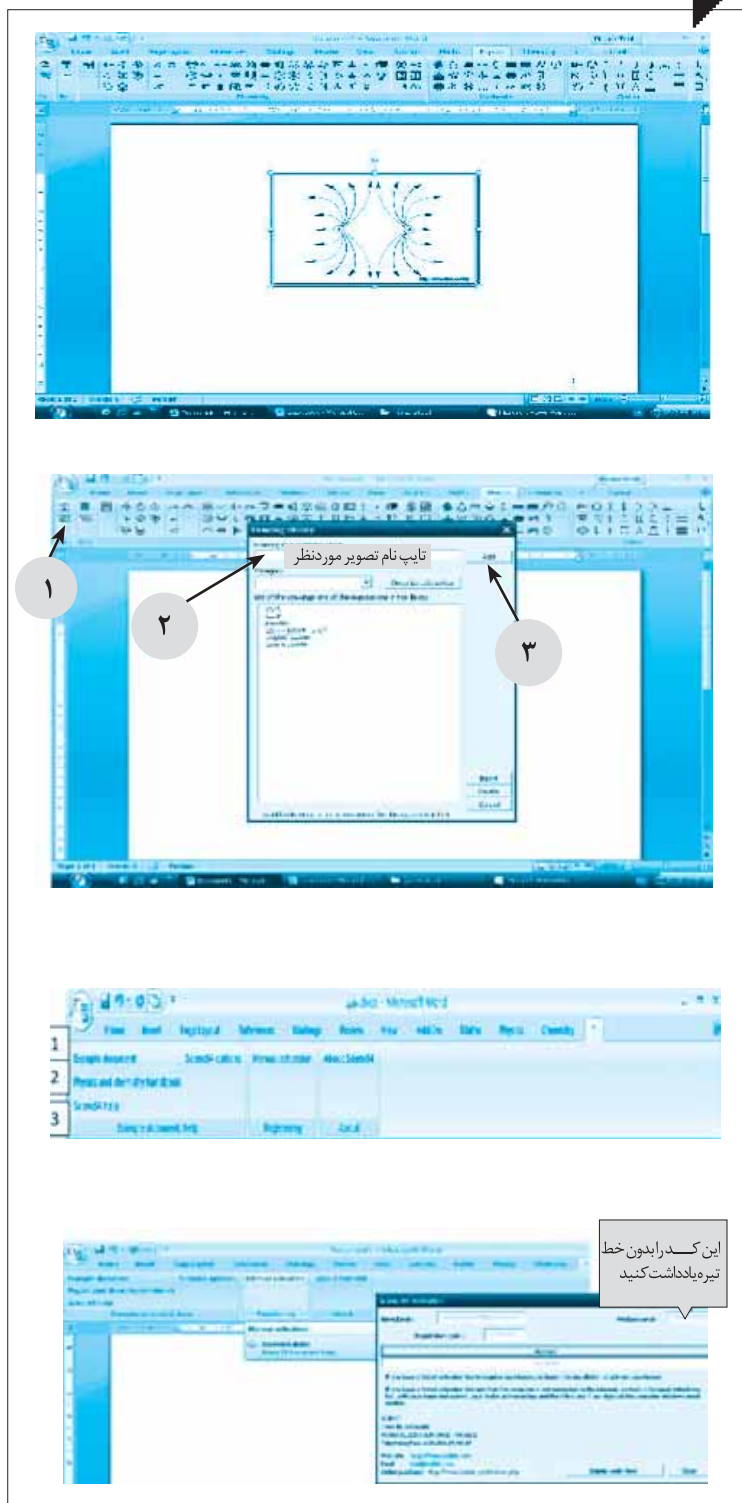
هنگامی که از برنامه Word خارج می‌شویم معمولاً پیغامی ظاهر می‌شود که با آن آشنا هستیم: «آیا مایل اید تغییرات ذخیره شود؟» با نصب این نرم‌افزار هر بار پس از خروج از برنامه تایپ پس از پیغام بالا پیغام دیگری مبنی بر تمایل به ذخیره‌سازی تصاویر اضافه شده به مجموعه اشکال این نرم‌افزار پرسیده می‌شود که باید به آن توجه داشته باشیم. ذکر چند نکته دیگر در مورد این نرم‌افزار مفید است:

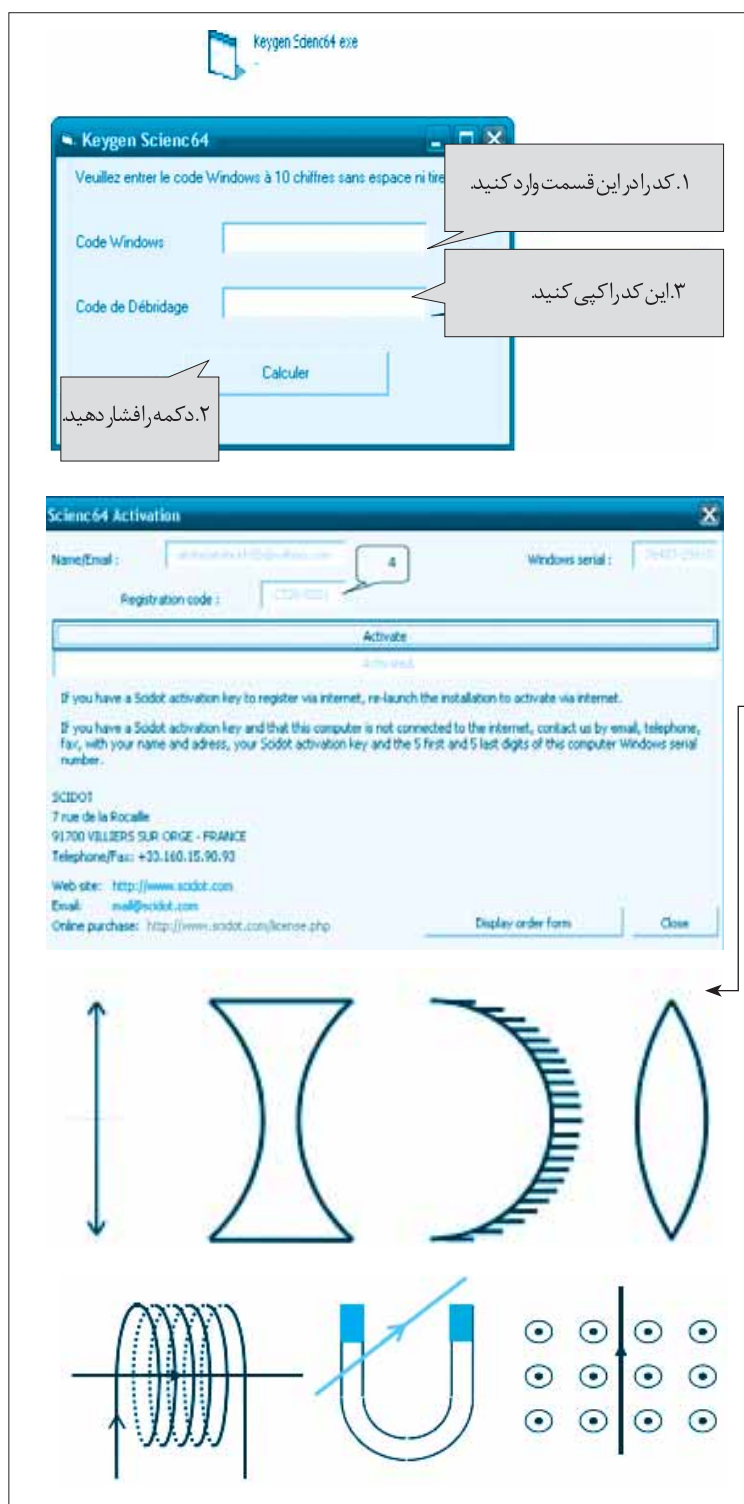
۱. شاید در ابتدا به نظر برسد که زبانه‌های شیمی و ریاضی کاربردی برای فیزیک ندارند و بدون استفاده و حتی شاید مزاحم باشند. اما با یک کلیک بر روی آن‌ها متوجه می‌شویم که چنین نیست و به‌عنوان مثال از قسمت ریاضیات می‌توان برای تایپ فرمول‌ها، رسم نمودارها و ... و از قسمت شیمی نیز می‌توان از برخی شکل‌ها و به‌خصوص تصاویر سه‌بعدی آن و نام شیمیایی عناصر و ... کمک گرفت.

۲. از دیگر موارد استفاده از این نرم‌افزار زبانه ؟ است. که با فشردن آن نوار ابزار به‌صورت زیر در می‌آید:

سه گزینه سمت چپ، به ترتیب از بالا: اولی مثال‌هایی از موارد استفاده نرم‌افزار، دومی بسیاری از جداول ثابت‌های فیزیک و شیمی مانند گرمای ویژه، تبدیل یکاها و ... را در اختیار قرار می‌دهد؛ گزینه سوم یعنی help نیز نرم‌افزار راهنمای آموزش و کار با نرم‌افزار است.

۳. این نرم‌افزار در حالت معمول ۱۵ روز بر روی رایانه شما خواهد ماند. در صورتی که تمایل دارید آن را همیشه در رایانه خود داشته باشید، باید در پنجره اخیر که در بالا مشاهده می‌شود نرم‌افزار را Register کنید. برای این منظور پس از انتخاب گزینه Manual activation پنجره‌ای باز می‌شود که در آن به ترتیب زیر عمل می‌کنیم:





در هنگام دانلود نرم افزار، کرک آن نیز دانلود شده بود که در این قسمت باید بعد از دو بار کلیک بر روی فایل کرک، کد مربوطه را در پنجره باز شده وارد کنیم. فایل کرک که باید بر روی آن دو بار کلیک کنیم:

در قسمت مشخص شده کد را وارد و دکمه **Activate** را بفشارید.

به این ترتیب این نرم افزار همواره بر روی رایانه شما خواهد بود.

طراحی و رسم دو نمونه پرسش با این نرم افزار
۱. از نظر فیزیکی کدام شکل با بقیه متفاوت است؟

۲. در هریک از شکل های زیر جهت نیروی وارد بر سیم حامل جریان را مشخص کنید.

با توجه به اینکه در حال حاضر دبیران فیزیک در بعضی از مدارس از تخته های هوشمند استفاده می کنند، می توان برای رسم شکل ها بر روی تخته هوشمند (در حین تدریس) نیز از این نرم افزار استفاده کرد.

۱. خلیلی بروجنی، روح الله، چند گام برای تولید محتوای الکترونیکی، مجله رشد آموزش فیزیک، دوره بیست و هشتم، شماره ۱، پاییز ۹۱، صفحات ۷۴-۷۳
۲. اختصار و کالتی، رضا و فاطمه آق بولاغی، به کارگیری انیمیشن و شبیه سازی در آموزش فیزیک، رشد آموزش فیزیک، دوره بیست و هشتم، شماره ۱، پاییز ۹۱، صفحات ۶۵-۶۲
۳. آریتا سیدفدایی، رسانه های آموزشی در روش های نوین تدریس فیزیک، مجله رشد آموزش فیزیک، دوره بیست و هشتم، شماره ۴، تابستان ۹۲، صفحات ۳۲-۳۶
4. www.scidot.com

آیا محدودیتی برای اندازه قطره‌های آب در طبیعت وجود دارد؟

مایکل ولمر و کلاوس-پیتر مولمان، دانشگاه علوم کاربردی، براندنبورگ، آلمان
مترجم: صادق باقر آبادی، کارشناس ارشد فیزیک نظری، آموزش و پرورش ناحیه ۳ کرمانشاه

چکیده

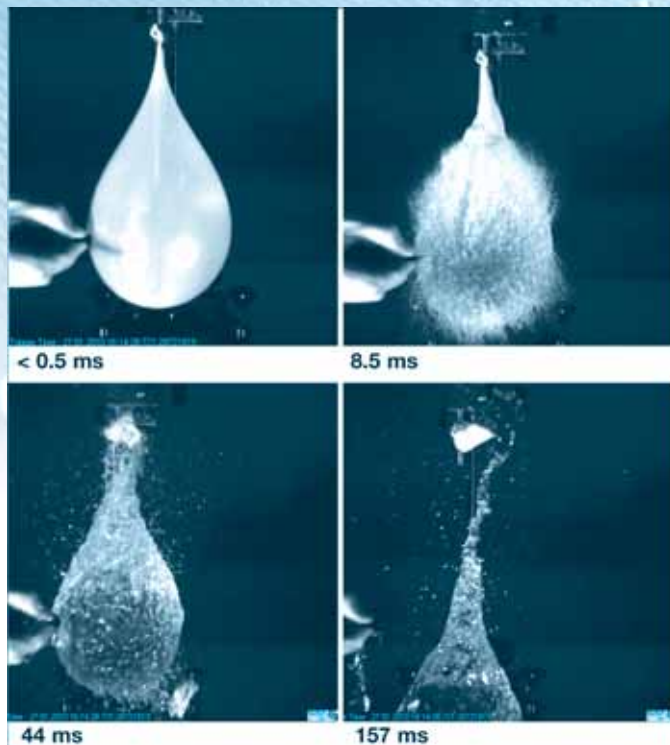
قطره‌های آب در طبیعت می‌توانند در اندازه و شکل‌های متفاوتی تشکیل شوند. برای مثال، ریزقطره‌هایی کوچک با قطرهایی از ۵ تا ۱۰ میکرومتر در مه و ابر وجود دارند. این مقدار برای اینکه گرانی بر رفتار آن‌ها حاکم باشد کافی نیست. اما اندازه قطره‌های باران معمولاً از ۱، تا حدود ۵ میلی‌متر است که بزرگ‌ترین اندازه آن در رگبارهای مناطق گرمسیری قابل مشاهده است. قابل ذکر است که میدان‌های الکتریکی جو زمین به بزرگ‌تر شدن این اندازه‌ها می‌انجامد. چه عوامل دیگری در بزرگ شدن اندازه قطره‌های آب نقش دارد؟

کلیدواژه‌ها: اندازه قطره‌های آب، گرانش، زمین، فضا
برای آزمودن اینکه آیا قطره‌های بزرگ آب با اندازه‌های بالای ۱۰ میلی‌متر می‌توانند حالت پایدار داشته باشند، آزمایشی را انجام دادیم. یک بادکنک را با حدود ۲ لیتر آب پر کردیم (قطر افقی آن در حدود ۱۵ سانتی‌متر بود. سپس با زدن یک سوزن نوک‌تیز بادکنک را پاره کردیم و از لحظات پاره شدن آن عکس گرفتیم. می‌توان از دوربین‌هایی با سرعت بالا جهت بررسی این آزمایش استفاده کرد. شکل ۱، عکس‌های متوالی از آن را نشان می‌دهد. در این آزمایش، بعد از اینکه سوزن حفره‌ای را در سطح بادکنک ایجاد می‌کند پارگی با سرعت صوت که در اینجا چند صد متر بر ثانیه است در بادکنک توسعه می‌یابد. به هر حال، بعد از چند میلی‌ثانیه

پوسته بادکنک از بین می‌رود و آب درون آن که ابتدا ساکن است، شروع به سقوط آزاد می‌کند و با سرعت 0.4 متر بر ثانیه در مدت ۴۰ میلی‌ثانیه، حدود ۸ میلی‌متر را طی می‌کند. این اختلاف سرعت زیاد منظره جالب شکل ۱ را به وجود می‌آورد که شبیه یک قطره مایع بزرگ است و ظاهراً با اجتناب از گرانش در هوا معلق است.

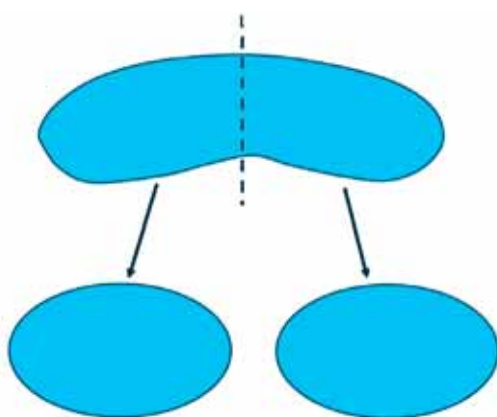
شکل ۱ دو جنبه جالب توجه را نشان می‌دهد. اول، جمع شدن بادکنک بر اثر پارگی افشانه‌ای از ریزقطره‌های کوچک را به وجود می‌آورد که از قطره بزرگ جدا شده‌اند. این ریزقطره‌ها ناشی از نیروهای چسبندگی بین سطح و آب هستند. هنگام جمع شدن سطح بادکنک لایه‌های آب مجاور آن شتاب می‌گیرند و افشانه شکل می‌گیرد. به محض اینکه نیروهای چسبندگی مسئول، کشش سطحی آب، سطحی کم و بیش هموار به وجود آورند این رفتار متوقف می‌شود.

دوم، شکل این قطره در شروع سقوط شبیه چیزی است که بسیاری از هنرمندان به اشتباه فکر می‌کنند یک قطره در حال سقوط است. به هر حال این فقط مدت کوتاهی دوام می‌آورد و ناشی از شکل اولیه آب موجود در بادکنک است. در این آزمایش قطره بزرگ، قبل از اینکه معلوم شود که همچنان دست‌نخورده باقی مانده یا به شکل کروی در آمده است، از میدان دید دوربین خارج شده بود. بنابراین آزمایش را تکرار کردیم و آب بادکنک را از طبقه دوم ساختمان دانشگاه



▲ شکل ۱. ترکیدن یک بادکنک پر از آب که با ۴۰۰۰ fps ثبت شده است. پارگی پوست بادکنک با سرعت خیلی زیاد و در مدت چند میلی ثانیه صورت می گیرد. سقوط آزاد قطره «بزرگ» آب از قانون گرانش پیروی می کند و بسیار کندتر است.

در ارتفاع حدود ۹ متری رها کردیم تا سقوط کند. شکل ۲ دو عکس این عمل را نشان می دهد. قطره ۱۰ تا ۱۵ سانتی متری قبل از اینکه به ریزقطره های کوچک تبدیل شود، ۵ تا ۷ متر سقوط کرد و تا این لحظه کم و بیش بدون تغییر باقی ماند. برای قطره های بزرگ حجم اولیه حدود ۱ لیتر آب، به آسانی توانستیم برآورد کنیم که حدود ۱ میلیون ریزقطره با قطری حدود ۱ تا ۲ میلی متر تشکیل شده است. (که کم و بیش به توزیع اندازه بستگی دارد).



▲ شکل ۳. طرحواره از سازوکار تقسیم قطره های بزرگ



▲ شکل ۲. (الف) سقوط قطره بادکنکی از ارتفاع $\approx 8.8m$ به علت محدودیت قدرت تفکیک فضایی دوربین با سرعت بالا (۵۱۲×۵۱۲ پیکسل)، تصاویر با یک دوربین دیجیتال مرتب ثبت می شوند $\approx 0.05s$ و (ب) $1.1m$ بعد از شروع حرکت.

چون گرانش جزء اصلی سازوکار شکسته شدن قطره‌های آب است، این پرسش مطرح می‌شود که آیا در شرایط بی‌وزنی یا شرایطی که گرانش به مقدار زیاد کاهش می‌یابد هم قطره‌ها تجزیه می‌شوند. این موضوع به‌صورت کیفی در ایستگاه فضایی بین‌المللی همچنین در پروازهای سهمی‌وار آزمایش شده است.

اولین آزمایش‌های ISS نشان می‌داد که فضانوردان چگونه در بی‌وزنی آب می‌نوشند. آب به آرامی از سر لوله بیرون می‌آمد که باعث می‌شد قطره‌های آب به قطر چند سانتی‌متری تشکیل شوند که پایدار نیز بودند و مدتی طولانی باقی می‌مانند تا فضانوردان آن را بگیرند. ISS آزمایش‌های زیاد دیگری را با قطره‌های بزرگ آب به کمک دن پتی فضانورد انجام داد که شامل انتشار موج، امواج ضربه‌ای و حباب‌های هوا از درون کره‌های آب بود.

آزمایش‌هایی شبیه آنچه در شکل ۱ با پاره کردن سطح بادکنک پر از آب انجام شد، در شرایط گرانش بسیار کاهش یافته به‌طور زنده توسط DC-9 ناسا در پروازهای سهمی‌وار، انجام شد. مانند آزمایش گرانشی شکل ۱ (ب) در ابتدا می‌توان افشانه ریز قطره‌های آب بعد از پاره

شدن سطح بادکنک شکل ۴ (الف) را مشاهده کرد. پس از این افشانه، قطره غول‌آسای آب با حجمی حدود ۱ لیتر که فقط کشش سطحی آن را نگه داشته است در فضا شناور می‌شود شکل ۴ (ب). نوسان‌هایی که به کندی میرا می‌شوند درون این قطره بسیار بزرگ آب به وجود آمد که منظره‌ای شگفت‌انگیز و زیبا ایجاد کرد. آن‌ها به علت عدم تقارن ناشی از پارگی پوسته بادکنک به وجود آمده بودند. چه مدت این نوسان‌ها قابل مشاهده‌اند؟ در محیطی که g صفر باشد، هیچ حرکت نسبی بین قطره و هوای اطراف که لازمه نیروی آئروپینامیکی برای شکسته شدن قطره است، وجود ندارد. بنابراین شاید قطره تا وقتی که اختلالی خارجی به وجود آید باقی بماند. در آزمایش‌های DC-9 فعلی قطره‌ها تا برقراری مجدد گرانش در پایان مرحله پرواز سهمی چندین ثانیه دوام آوردند.

این آزمایش‌ها نشان می‌دهد که نه فقط بچه‌ها بلکه دانشمندان و فضانوردان هم می‌توانند با قطره‌های آب روی زمین و در فضا سرگرم شوند و در پاسخ به پرسش اصلی: به‌نظر می‌رسد در شرایط بی‌وزنی محدودیتی برای اندازه قطره‌های آب وجود ندارد.



▲ شکل ۴: آزمایش‌هایی با قطره‌های بزرگ آب در شرایط کاهش گرانی در پروازهای سهمی‌وار. (الف) پاشیدن قطرات آب بعد از زدن سوزن به سطح بادکنک و (ب) قطره نوسان‌کننده را نیروی کشش سطحی کنار هم نگه می‌دارد.

چرا قطره‌های بزرگ تجزیه می‌شوند؟ به‌طور اجمال، به علت تأثیر متقابل گرانش، نیروهای «اصطکاک» آئروپینامیکی در حال سقوط و کشش سطحی بزرگ‌ترین قطره مشاهده شده در رگبارهای باران قطری در حدود ۵ میلی‌متر و در آزمایشگاه در حدود ۹ میلی‌متر است. با این همه، سازوکارهای تقسیم قطره‌های آب برای دو حالت متفاوت است: در رگبارهای باران طبیعی تجزیه قطره‌های آب ناشی از برخورد در طی سقوط آزاد است، در حالی که تجزیه قطره‌های بزرگ در آزمایشگاه به علت سازوکار تجزیه آئروپینامیکی است. به‌طور کیفی می‌توان آن را به‌صورت زیر فهمید (شکل ۳): در طی سقوط، قطره‌های بزرگ پهن می‌شوند و قسمت پایین آن‌ها به‌صورت کاو در می‌آید. به علاوه، نیروهای وارد بر قطره‌ها معمولاً باعث نوسان شکل آن می‌شوند. در اندازه‌های بحرانی (به‌طور مثال ۱۰ - ۹ میلی‌متر) شاید یک قطره بزرگ به دو قطره کوچک با اندازه یکسان شکسته شود. طرح این شکست قطره‌های بزرگ شبیه شکافت هسته‌های بزرگ در مدل قطره مایع هسته‌هایی اتمی است.

← منابع

Vollmer, Michael and Molimann, Peter, Is there a Maximum size of water drops in Nature?, the physics Teacher, Vol. 51, 400 - 402 (2013).

اندازه‌گیری ضریب شکست یک مایع شفاف

مترجم: مریم حیدری

وسایل مورد نیاز: آینه تخت، دو عدد میله، چوب‌پنبه، گیره و پایه، ظرف بزرگ

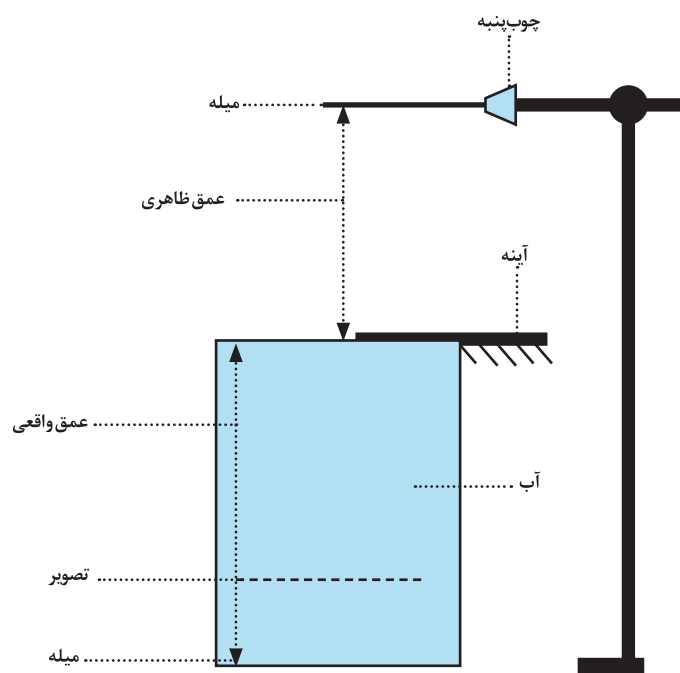
۶. ارتفاع ظرف (عمق آب) را اندازه‌گیری می‌کنیم که همان عمق واقعی است.

۷. ضریب شکست مطلق مایع (آب) را طبق رابطه زیر اندازه می‌گیریم.

$$n = \frac{\text{عمق واقعی}}{\text{عمق ظاهری}}$$

مراحل انجام آزمایش

- ظرف را تا لبه آن پر از آب می‌کنیم.
- آینه را مطابق شکل بالا در یک طرف لبه بالایی ظرف قرار می‌دهیم.
- یکی از میله‌ها را زیر ظرف می‌گذاریم.
- میله دوم را داخل چوب‌پنبه متصل به گیره و پایه قرار می‌دهیم و ارتفاع آن را طوری تنظیم می‌کنیم که تصویر میله در آینه با تصویر میله در آب منطبق شود.
- فاصله میله داخل چوب‌پنبه تا پشت آینه (سطح آب) همان عمق ظاهری است.
- ارتفاع ظرف (عمق آب) را اندازه‌گیری می‌کنیم که همان عمق واقعی است.
- آزمایش را چند بار با ظروفی با عمق‌های متفاوت تکرار می‌کنیم.



منبع

<http://physics.sls.ie>

شبیه‌سازی الگوی شاره ناشی از باد در خزر جنوبی

فاطمه‌بشار تلو

دبیر دبیرستان‌های شهرستان گنبد کاووس

چکیده

اقتصادی و سیاسی و نظامی بحث استفاده از انرژی‌های نو و جایگزینی به جای انرژی فسیلی به دلایل زیست‌محیطی همچنین به دلیل کم شدن منابع فسیلی در آینده نه چندان دور پژوهشگران را بر آن داشته است که هرچه بیشتر به دنبال شناخت و استفاده از این منبع انرژی باشند. منطقه امیرآباد یکی از مناطق مهم در دریای خزر محسوب می‌شود که از شمال و شرق به آب‌های دریای خزر و از جنوب به شهرستان بهشهر و از غرب به نیروگاه نکا منتهی می‌شود. پیش‌بینی می‌شود این بندر در آینده به عنوان مهم‌ترین بندر تجاری کشور در دریای خزر مطرح خواهد شد.

نمود اطلاعات و داده‌های منظم جهت بررسی شرایط اولیه و نداشتن اطلاعات هیدرودینامیکی در آب‌های منطقه و همچنین امکان مقایسه نتایج محاسباتی با واقعیات و اندازه‌گیری میدانی از موانع تحقیقات بر روی این منطقه است. فرایندهای هیدرودینامیکی به‌طور مستقیم در بوم‌شناسی، شیلات، زیست‌شناسی دریا مؤثرند. یکی از مهم‌ترین روش‌ها برای برآورد پارامترهای هیدرودینامیکی مدل‌سازی است. از کارهای انجام شده می‌توان به بررسی مدل تولیه سه‌بعدی جریان توسط فدوی حسینی در سال ۱۳۷۷ اشاره کرد که در آن تغییرات در میدان تنش باد، چینه‌بندی چگالی پایدار و ضریب پخش و پارامتر کوریولیس ثابت فرض شده است. میدان دمایی اولیه از اطلاعات و گزارش‌های موجود در حوزه‌های شمالی، میانی و جنوبی از گشت دریایی سال ۱۳۷۴ استفاده شده است. پخش پیچکی، تکانه عمودی و افقی و پخش گرمایی از

این تحقیق یک مدل عددی سه‌بعدی برای پیش‌بینی سرعت جریان و گردش آب ناشی از وزش باد، در منطقه امیرآباد در حوزه دریای خزر، ارائه می‌دهد و نتایج حاصل از آن در مقایسه با مشاهدات مورد بحث قرار می‌گیرد. این مدل بر اساس معادله‌های حاکم بر جریان و با استفاده از روش تفاضل محدود با فرض ΔX و ΔY ثابت و ΔZ متغیر استوار است.

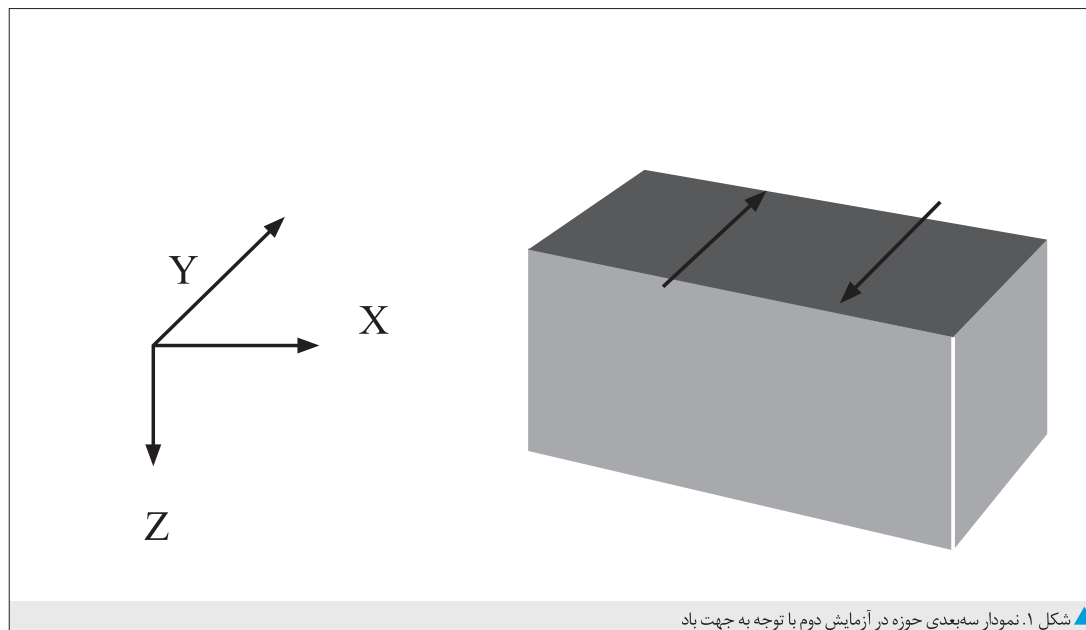
شبکه‌بندی حوزه در سطح افق به ابعاد 100×100 متر مربع و در جهت قائم در چهار لایه با ضخامت‌های متغیر از سطح به کف به ترتیب ۵ و ۱۵ و ۲۵ و بالاتر از ۲۵ در نظر گرفته شده است. از پارامتر کوریولیس ثابت و همچنین از فرضیاتی مانند تقریب هیدرواستاتیک و بوسینسک استفاده شده است. دما در این تحقیق ثابت در نظر گرفته می‌شود. نتایج حاصل از حل مدل نشان می‌دهد که اندازه میانگین سرعت جریان 10 سانتی‌متر بر ثانیه است که با اندازه‌گیری‌های سازمان بنادر در زمان مشابه ارزیابی خوب و خطای کمی را نشان می‌دهد. بیشترین مقدار سرعت جریان در ناحیه مرکزی و غربی و کمترین مقدار سرعت جریان در نواحی جنوبی حوزه است.

کلیدواژه‌ها: جریان ناشی از باد، روش تفاضل‌های

محدود، مدل عددی، تقریب هیدروستاتیک و تقریب بوسینسک

مقدمه

بشر همواره به دریا و اقیانوس به عنوان منابعی که می‌تواند نیازهای حال و آینده او را تأمین کند توجه خاص داشته است. به‌ویژه در دهه اخیر که علاوه بر مسائل



منطقه امیرآباد را تحلیل و بررسی کرد. همچنین شرایط مرزی و اولیه به صورت زیر در نظر گرفته شده است:

۱: سرعت جریان در مرزهای خشکی صفر در نظر گرفته می شود ولی سرعت جریان در مرزهای آبی صفر نیست.

$$(u.n = 0 \text{ و } \Psi = 0)$$

۲: سرعت باد در مرز را نمی توان صفر در نظر گرفت.

۳: فرض تقریب بوسینسک صادق است یعنی از تغییرات چگالی در جهت افقی صرف نظر می شود به جز در جاهایی که شناوری تأثیر دارد.

۴: ضرایب اصطکاک بستر $(A_z = 1/56 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s})$ و اصطکاک در سطح $(A_x, A_y = 224 \text{ m}^2/\text{s})$ است. این مقادیر از مدل نسیمی در دریای خزر استخراج گردیده است.

۵: دما در این مطالعه در نظر گرفته نمی شود.

۶: محدوده مورد مطالعه را در ۴ لایه بررسی می کنیم.

۷: پارامتر کوریولیس ثابت در نظر می گیریم.

نسیمی برای آزمایش مدل مکعب مستطیلی فرضی با ابعاد مشخص را در نظر گرفته و باد را در دو جهت مخالف هم مطابق شکل (۱) اثر داده و خروجی جریان را مانند شکل های (۲) و (۳) برای لایه اول و سوم به دست آورد.

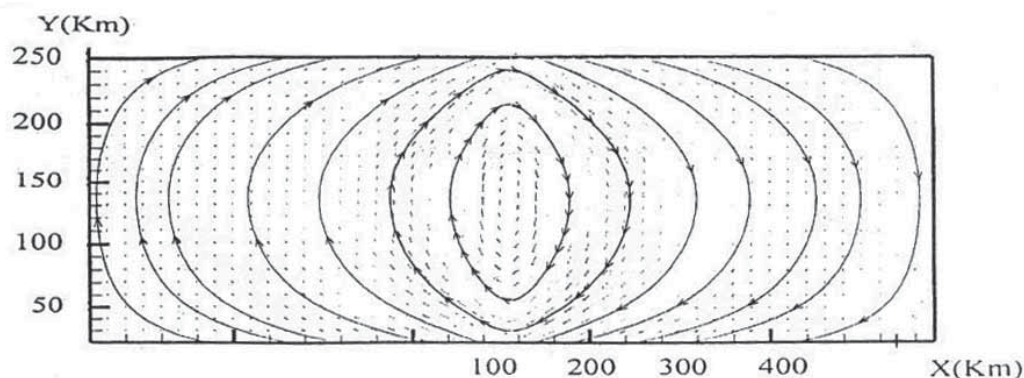
بحث

نتایج حاصل از حل عددی این مدل نشان می دهد که گردش آب در این منطقه تحت تأثیر باد و توپوگرافی منطقه و عمق لایه ها است. این مدل کوششی برای پیش بینی ساختار فیزیکی سه بعدی و برهم کنش جو با دریا در مورد

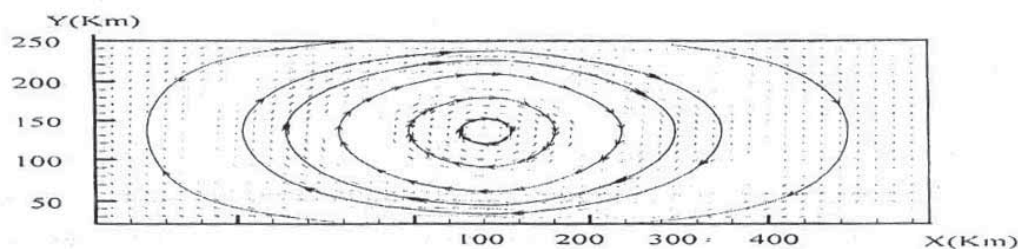
فرمول مانک - اندرسون محاسبه شده است. شبکه افقی یکنواخت به ابعاد 50×50 کیلومتر و در جهت قائم در ۶ لایه به ترتیب از سطح تا عمق ۵۰، ۲۰۰، ۱۰۰، ۵۰۰، ۲۵۰، ۸۰۰ متر در نظر گرفته شده است که جریان ها و ساختار دما را در دریای خزر نشان می دهد. [۲]

همچنین می توان به مدل سه بعدی گردش آب با الگوی باد متغیر در دریای خزر توسط نسیمی در سال ۱۳۸۳ اشاره کرد که در آن مدل شتاب گرانی ثابت و بستر دریا بدون حرکت فرض شده است. بنابراین تنها نیروهای اصطکاک، گرادیان فشار و کوریولیس در معادله ها حاکم خواهد بود. با فرض غیرقابل تراکم بودن شاره، تغییرات افقی چگالی حذف ولی تغییرات قائم آن با جمله گرانی (تقریب بوسینسک) در نظر گرفته می شود. شار گرمایی در سطح و کف صفر در نظر گرفته شده است و کوریولیس متغیر در نظر گرفته شده است. واحد شبکه بندی افقی در سطح و در لایه های افقی زیرین مربعی به ابعاد 10×10 کیلومتر مربع است. شبکه بندی قائم با فاصله بین لایه های افقی متغیر در نظر گرفته شده است و ضخامت لایه ها برحسب متر از بالا به پایین به ترتیب ۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۶۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۵۰، ۵۰۰ و بالاتر از آن است. علت انتخاب لایه های سطحی با ضخامت ۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰ متر به جهت بررسی تأثیر باد در لایه های سطحی بوده است. تعداد کل اجزا ۱۹۴۸۰ در کل حوزه است و همچنین الگوی باد متغیر با زمان در نظر گرفته شده است. [۳]

هدف بررسی حاضر این است که با استفاده از مدل نسیمی در دریای خزر بتوان جریان های ناشی از باد در



▲ شکل ۲. توزیع تابع جریان به همراه بردار سرعت جریان در آزمایش دوم لایه اول



▲ شکل ۳. نحوه توزیع جریان به همراه بردار سرعت جریان در آزمایش دوم لایه سوم

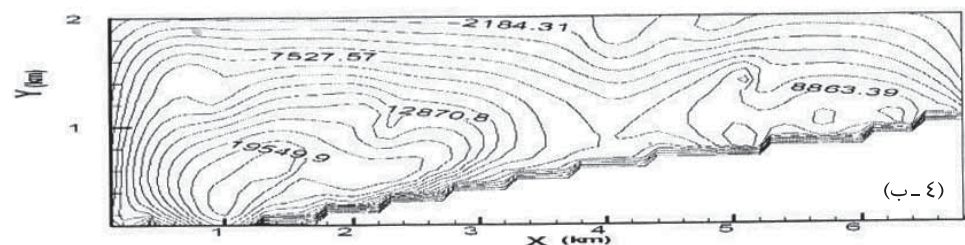
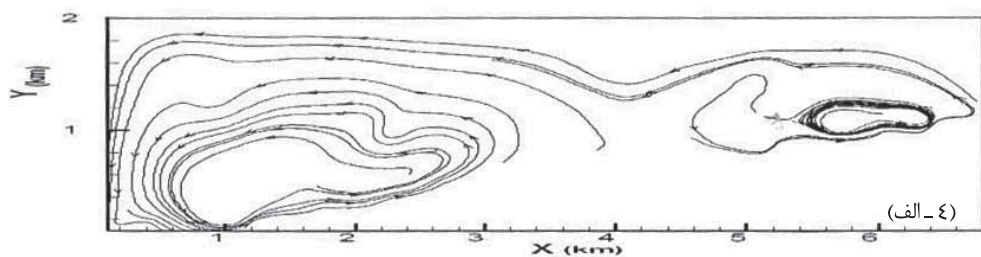
چندانی مشاهده نمی‌شود. بنابراین، نتیجه مدل ما دارای خطای بالایی نبوده و قابل قبول است.

نتایج

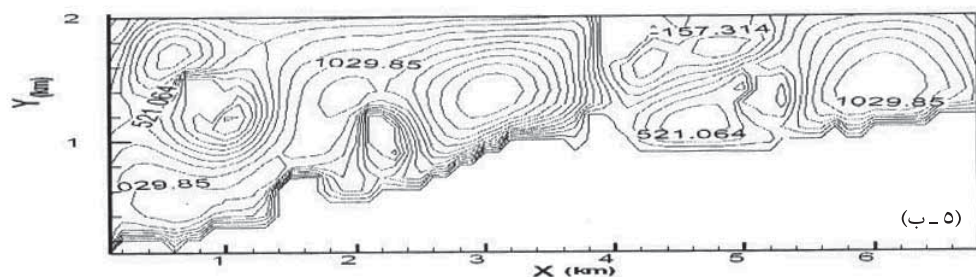
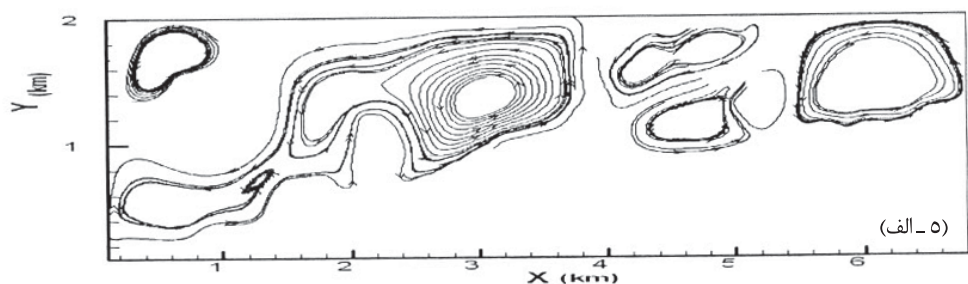
برای به دست آوردن سرعت جریان در هر منطقه‌ای یکی از مهم‌ترین عوامل آمار باد است که اگر این آمار به صورت فاصله زمانی کمتر (یک ساعت به یک ساعت) در اختیار باشد نتیجه بهتر حاصل می‌شود. این تحقیق را می‌توان با نمونه دیگری مقایسه کرد از حل عددی جریان در حالت پایا که توسط نسیمی [۱۳۸۳] انجام شده است. در مدل ارائه شده شبکه‌بندی افقی با تفکیک مکانی بهتر 100×100 متر مربع (نسبت به مدل نسیمی) و شبکه‌بندی قائم ۴ لایه باعث شده تا بتوان وضعیت سرعت‌ها را در لایه سطحی مورد ارزیابی قرار داد. افزایش تعداد اجزای موجود در منطقه قابل توجه است. مدل ارائه شده وابسته به زمان نیست و می‌تواند گردش آب به صورت سه‌بعدی را نمایش دهد.

این منطقه است. در شکل‌های (۴-الف و ب) و (۵-الف و ب) حاصل از حل عددی مدل ارائه شده وجود چرخه‌های پاد ساعتگرد در نقاط مختلف حوزه امیرآباد را نمایش می‌دهد. با توجه به اینکه در تحقیق ارائه شده، اجزای سطح بیشتر است، پوشش بیشتری از اطلاعات را در اختیار ما قرار می‌دهد. در مدل‌های قبلی ارائه شده توسط فدوی حسینی و نسیمی چرخه‌های پاد ساعتگرد که وابسته به شرایط حوزه، جهت و تداوم وزش باد و هیدروگرافی دریاست، نیز مشاهده شده است. همچنین مقادیر تابع جریان در غرب حوزه بیشتر از بقیه مناطق است که گویای این است که سرعت جریان‌ها نیز در مناطق مذکور بیشتر و همچنین با افزایش عمق در لایه دوم (شکل ۵-الف و ب) باتوجه به کم شدن مقادیر سرعت جریان کاهش سرعت پدیدار می‌شود.

در جدول شماره (۱) بین داده‌های موجود در گزارش سازمان بنادر و دریانوردی و داده‌های مدل منطقه امیرآباد که براساس تجربه و تحلیل ریاضی انجام شده است اختلاف



▲ شکل ۴. الف و ب: مسیر گردش آب و توزیع تابع جریان در منطقه امیرآباد در ماه هشتم (۱۳۸۶) و لایه اول (واحد تابع جریان $\frac{m}{s}$)



▲ شکل ۵. الف و ب: مسیر گردش آب و توزیع تابع جریان در منطقه امیرآباد در ماه هشتم (۱۳۸۶) و لایه سوم (واحد تابع جریان $\frac{m^2}{s}$)

منابع

۱. سازمان بنادر و دریانوردی، ۱۳۸۱، مطالعات شبیه‌سازی ریاضی رسوب‌گذاری بندر امیرآباد
۲. فدوی حسینی، ه.، ۱۳۷۸، مدل سه‌بعدی جریان دریای خزر، پایان‌نامه دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات
۳. نسیمی، س.، ۱۳۸۳، مدل سه‌بعدی گردش آب بالکوی باد متغیر در دریای خزر، پایان‌نامه دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات
4. Shore protection manual, 2001 volume 1

جدول ۱. مقایسه اندازه‌گیری‌های سرعت انجام شده در منطقه امیرآباد توسط مدل و گزارش سازمان بنادر و دریانوردی [۱]

موقعیت جریان سنج	اندازه‌گیری میدانی (m/s)	اندازه‌گیری مدل (m/s)	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
CM۱	۰/۰۹	۰/۱	۵۳، ۲۱، ۳۶	۵۱، ۳۶، ۴۸
CM۲	۰/۱۵	۰/۱	۵۳، ۲۲، ۲۷	۳۶، ۵۱، ۵۵
CM۳	۰/۰۸	۰/۱	۵۳، ۲۶، ۰۶	۴۵، ۵۱، ۴۵
CM۴	۰/۱۲	۰/۱	۵۳، ۲۰، ۲۸	۳۶، ۵۲، ۰۲
CM۵	۰/۱۵	۰/۱	۵۳، ۲۲، ۲۷	۳۶، ۵۱، ۴۵

سپاس‌گزاری

در اینجا لازم است از اداره کل هواشناسی و سازمان بنادر و دریانوردی استان مازندران کمال تشکر و سپاس‌گزاری به عمل آید.

چکیده

یکی از مناسب‌ترین شیوه‌های نوین آموزش، آموزش فردی، و از جمله آموزش معکوس است. این روش کمک می‌کند تا هم دانش‌آموز همواره به مواد درسی دسترسی داشته باشد و هم در حضور معلم تکالیف خود را انجام دهد. در این مقاله به معرفی روش آموزش معکوس به عنوان یک ابزار آموزشی پرداخته سپس مزایا و معایب آن ذکر شده است. در آخر نمونه‌ای از این روش تدریس ارائه می‌گردد و نتایج نشان می‌دهد دانش‌آموزانی که به روش کلاس معکوس آموزش دیده‌اند، نسبت به بقیه همکلاسی‌های خود تسلط بیشتری بر درس و مهارت‌های حل مسئله داشته‌اند.

کلیدواژه‌ها: آموزش معکوس، آکادمی خان، روش نوین تدریس، قلم دیجیتال

مقدمه

در سال‌های اخیر با پیشرفت فناوری در جهان، روش‌های سنتی آموزش، دیگر پاسخگوی نیازهای دانش‌آموزان نیست. در همین راستا تلاش‌های زیادی صورت گرفته تا روش‌های سنتی آموزش جای خود را به روش‌های تازه و بدیع و مبتنی بر نیازهای فردی و اجتماعی دانش‌آموزان دهد تا آن‌ها را خلاق و تولیدکننده علم پرورش دهد و دریچه‌های نوینی را در زمینه علوم و فناوری به روی آن‌ها بگشاید.

در کشور ما نیز، تغییرات نظام آموزشی و کتب درسی دانش‌آموزان در همین راستا صورت گرفته است. این امر باعث شده که معلمان به دنبال راه‌هایی برای تغییر دادن شیوه‌های تدریس خود باشند و از جمله با استفاده از فناوری‌های جدید، روش‌های آموزشی را دگرگون کنند [۱]. یکی از این شیوه‌های جدید، روشی است که از آن به عنوان «کلاس معکوس» یاد

آموزش معکوس در تدریس فیزیک

خدیجه کرمی، منطقه ۱ تهران دبیرستان فرزنانگان ۲
تینا شریفی، منطقه ۲ تهران دبیرستان شاهد



می‌شود. معکوس در اینجا به مفهوم به‌دست آوردن آموزش و اطلاعات جدید از طریق ویدئو در منزل و به‌جای آن، انجام تکالیف درسی در مدرسه است.

سلمان خان (آمریکایی بنگلادشی‌تبار) که دانش‌آموخته مؤسسه فناوری ماساچوست (MIT) است، یکی از پیشگامان آموزش از طریق ویدئو در جهان است. مدرسه اینترنتی جهانی او، «آکادمی خان» (Khan academy) نام دارد [۲] و شامل هزاران ویدئوی آموزشی رایگان است که آن‌ها را ضبط و بر روی سایت منتشر کرده است.

هدف از تدوین این مقاله معرفی بیشتر روش آموزش معکوس به‌عنوان یکی از ابزار آموزشی به دبیران فیزیک و ارائه یک نمونه از اجرای این روش است.

ابزار آموزشی

روش سنتی

روش سنتی یکی از متداول‌ترین روش‌های حاکم بر مدارس است که مهم‌ترین مشخصه آن، سخنرانی است. محور فعالیت در این روش، حفظ و تکرار مطالب آموزشی است. در این شیوه آموزش، به علاقه، استعداد و تفاوت‌های فردی شاگردان توجه نمی‌شود، تعامل در کلاس کم و منابع محدود است. در این روش معمولاً معلم فعال و شاگرد پذیرنده و غیرفعال است.

روش‌های تدریس سنتی که اساس آن معلم‌محوری است، امروزه دیگر برای آموزش‌های همگانی کارآمد و مفید نیستند.

روش نوین

در روش‌های جدید آموزش، می‌توان با بهره‌گیری از ابزار آموزشی مختلف، پویایی و تکامل را در فراگیران ایجاد و حفظ کرد.

روش‌های فعال تدریس موجب تقویت توانایی ذهنی و افزایش انگیزه درونی فراگیران، ارتقای خلاقیت آنان و افزایش توانایی حل مسئله و یادگیری بهتر می‌گردد.

امروزه یکی از مناسب‌ترین شیوه‌های آموزش، آموزش فردی است. آموزش از طریق رایانه و ایجاد کلاس‌های مجازی، دستیابی به چنین امری را ممکن ساخته است. با گسترده شدن فناوری اطلاعات و نفوذ وسایل ارتباط از راه دور به عمق جامعه، ابزار و روش‌های آموزش نیز دچار تحول شدند. تحول این ابزار و روش‌ها در جهتی است که هر فرد در هر زمان و هر مکان بتواند با امکانات خودش و در بازه زمانی

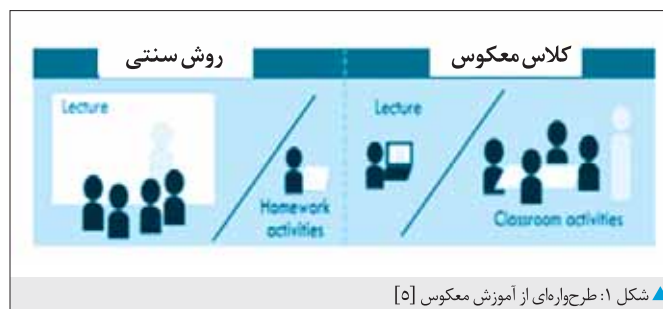
که خودش مشخص می‌کند مشغول یادگیری شود. پس رایانه ابزاری آموزشی به حساب می‌آید و نوعی معلم همیشه در دسترس است که دانش‌آموز را قادر می‌سازد تا به حل مسئله و تمرین بپردازد. افزون بر آن با به‌کارگیری رایانه، امکان آموزش از راه دور نیز فراهم می‌شود و به تدریج تفکر دانشگاه مجازی نیز گسترش می‌یابد. در آموزش مجازی معلم با استفاده از ویدئوهای درسی سعی می‌کند مطابق با برنامه کتاب‌های درسی بخش‌هایی از مباحث کتاب را تدریس کند تا تمامی دانش‌آموزان دسترسی یکسانی به بهترین آموزش داشته باشند. همچنین، معلم می‌تواند حل تمرین‌های درسی و نیز انجام آزمایش‌های مختلف را به‌صورت ویدئوهای کوتاه نمایش دهد و آزمون‌های خود را به‌صورت آنلاین برگزار نماید. بنابراین با این مجموعه، نیاز دانش‌آموزان به آموزش اولیه یا هرگونه کلاس‌های تقویتی تا حدی حل شده و از این طریق نابرابری آموزشی کاهش می‌یابد.

مقایسه روش سنتی و نوین

در جدول شماره ۱، ویژگی‌های روش‌های تدریس سنتی و نوین با هم مقایسه شده است [۳].

جدول شماره ۱: مقایسه روش‌های تدریس سنتی و نوین

روش سنتی	روش نوین
معلم کلاس را کنترل می‌کند.	معلم بر کلاس نظارت دارد.
معلم در صحنه آموزش فعال است.	دانش‌آموز در صحنه آموزش فعال است.
معلم تمرین می‌دهد و تمرین حل می‌کند.	دانش‌آموز با دیگران بحث و معلم او را راهنمایی می‌کند.
بیشتر تکالیف از نوع رونویسی و ... است.	تکالیف به‌صورت جمع‌آوری اطلاعات، آزمایش کنید ... است.
هدف یاد دادن است.	هدف یادگیری است.
معلم پاسخ‌دهنده پرسش است.	معلم ایجادکننده پرسش است.
معلم انتقال‌دهنده معلومات است.	معلم شرایط یادگیری را فراهم می‌کند.
وابستگی به دیگران تقویت می‌شود.	رابطه گروهی و همکاری تقویت می‌شود.
ذهن مانند صفحه عکاسی است.	ذهن انسان فعال است.



جدول شماره ۲: میزان پاسخ‌گویی دانش‌آموزان حاضر و غایب در جلسه حل تمرین

دانش‌آموزان	تعداد دانش‌آموزان	تعداد پاسخ صحیح داده‌اند	درصد دانش‌آموزانی که پاسخ صحیح داده‌اند
حاضر	۱۸	۱۲	۶۶
غایب	۶	۵	۸۴

روش آموزش کلاس معکوس

به‌طور معمول، معلم پس از صرف زمان زیادی در کلاس درس برای توضیح مفاهیم و یادداشت‌برداری توسط دانش‌آموزان و یا حتی برگزاری یک کلاس فعال، هنوز نمی‌داند که آیا دانش‌آموزان قبل از خروج از کلاس، مفاهیم را درک کرده‌اند یا نه؟ وقتی دانش‌آموزان مواد درسی را متوجه نمی‌شوند، تکالیف منزل را هم به‌درستی انجام نمی‌دهند؛ بنابراین، دادن تکلیف منزل به دانش‌آموزی که نمی‌تواند آن را انجام دهد کار بی‌فروشی است.

یکی از روش‌هایی که کمک می‌کند تا دانش‌آموز همواره به مواد درسی دسترسی داشته باشد و نیز در حضور معلم تکالیف خود را انجام دهد، روش آموزش معکوس است [۴]. شکل ۱ طرح‌واره‌ای از آموزش معکوس در یک کلاس درس را نشان می‌دهد.

در دو کلاس فیزیک یکی از مدارس شهر تهران، آموزش معکوس به دو شیوه مختلف اجرا شد که نحوه اجرا و نتایج آن به شرح زیر است:

۱. در این روش در تدریس مبحث «خازن» از کتاب فیزیک و آزمایشگاه ۳، طرح درس به‌همان صورتی که در کلاس درس به دانش‌آموز ارائه می‌شود، به‌صورت ویدئویی ضبط شده که ساختار این ویدئو شامل محتوا، نکته‌ها و پرسش‌های مربوط به درس است. صدای معلم، کلیپ، نمودار و تصاویر در کمتر از ۱۰ دقیقه، در ویدئو به کار برده شد. با استفاده از قلم دیجیتال و رایانه، محتوای درس از صفحه نمایشگر ضبط شده و روی سایت قرار می‌گیرد.

دانش‌آموز بر روی رایانه و در صورت عدم دسترسی به آن بر روی گوشی‌های هوشمند، به این ویدئوها دسترسی پیدا می‌کند.

۲. در این روش، با توجه به اینکه اغلب معلمان به

قلم دیجیتال دسترسی ندارند، به جای ویدئوی ضبط شده، در تدریس مبحث «گرمای نهان» فیزیک ۲ و آزمایشگاه از پاورپوینت استفاده شد. ساختار این پاورپوینت شامل محتوا، نکته‌ها و پرسش‌های مربوط به درس، انیمیشن، نمودار و تصاویر است. در شکل ۲ نمونه‌ای از صفحات پاورپوینت درسی نشان داده شده است.

در روش آموزش معکوس به دانش‌آموزان تأکید می‌شود که ویدئوی درس را در خانه ببینند، یادداشت‌برداری کنند و تمرین‌ها را در کلاس انجام دهند، تا زمانی که در کلاس حضور دارند، معلم بتواند در انجام تکالیف به آن‌ها کمک کند. به‌عنوان نمونه در جامعه آماری در نظر گرفته شده، یک کلاس ۲۴ نفری که در یک روز تعداد ۶ نفر از دانش‌آموزان آن غایب بودند، مبحث گرمای نهان برای ۱۸ نفر حاضر در کلاس تدریس و پاورپوینت این مبحث به ایمیل غایبان فرستاده شد سپس در اولین جلسه حل تمرین، تعدادی مسئله در کلاس مطرح شد. کلیه دانش‌آموزان حاضر بودند و به شکل گروهی مشغول حل تمرین شدند. پس از پایان جلسه، آزمون به عمل آمد. میزان پاسخ‌گویی دانش‌آموزان حاضر و غایب جلسه قبل مطابق جدول شماره ۲ است.

تحلیل نتایج نشان می‌دهد دانش‌آموزانی که به روش کلاس معکوس آموزش دیده بودند، چون می‌توانستند بارها ویدئوی درسی را نگاه کنند و یادداشت بردارند، نسبت به بقیه هم‌کلاسی‌های خود تسلط بیشتری بر مفاهیم درسی داشته و در مهارت‌های حل مسئله، عملکرد بالاتری داشتند.

مزایا و معایب آموزش به روش کلاس معکوس

• مزایا

- در این روش، دانش‌آموز در منزل به‌صورت آنلاین به منابع درسی دسترسی دارد و به‌طور خصوصی تحت آموزش

قرار می گیرد. او می تواند بارها ویدئو را نگاه کند و یادداشت بردارد. حتی در صورت عدم دسترسی به رایانه می تواند از تلفن هوشمند استفاده کند و یا در سایت مدرسه حضور یابد [۴].

- یادداشت برداری از نکته های درس در منزل، حدود ۳۰ دقیقه به مدت کلاس درس اضافه می کند. این زمان اضافی به معلم اجازه می دهد تا در کلاس درس به طور مستقیم با دانش آموز بر روی پروژه ها، تکالیف و فعالیت های آزمایشگاهی کار کند. همچنین معلم در این وقت اضافه قادر به شناسایی دانش آموزان نیازمند به کمک و نیز کسانی خواهد بود که به علت خجالتی بودن اشکال خود را نمی پرسند. [۴].

- درصد زیادی از تکالیف در کلاس درس در حضور معلم و با کیفیت بالا حل می شود [۴].

- دانش آموز غایب، در منزل به محتوای درس دسترسی خواهد داشت.

- وقتی معلم غایب است، می توان از ویدئوی درس مخصوص آن روز برای بچه ها استفاده کرد [۴].

- در این روش دانش آموز می تواند با سرعت خاص خود، بدون نگرانی از سرعت بقیه همکلاسی ها، آموزش ببیند [۶].

● معایب

- برای کار کردن با این روش، ممکن است همه دانش آموزان به رایانه و اینترنت دسترسی نداشته باشند. این افراد مجبور به استفاده از رایانه در مکان های عمومی خواهند شد. این موضوع، خصوصی کردن تدریس در روش آموزش معکوس را تا حدی از بین خواهد برد. ضمن اینکه زمان استفاده از رایانه در مکان های عمومی نیز محدود است [۱].

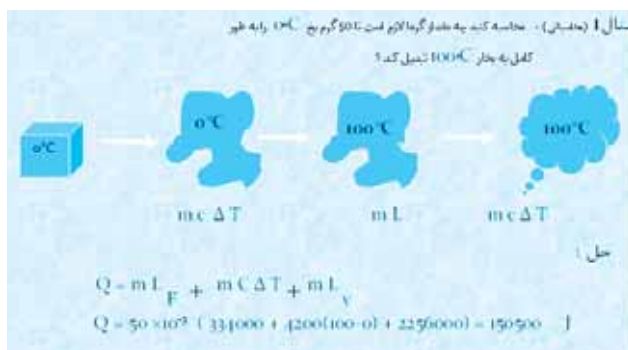
- عملکرد مطلوب این روش متکی بر این اصل است که دانش آموز با انگیزه باشد. ممکن است این روش تدریس به دانش آموزان بدون انگیزه اجازه کم کاری دهد [۷].

- یادگیری باید در مدت معینی انجام شود، در حالی که روش آموزش معکوس، در درازمدت می تواند سرعت تعامل دانش آموز و نیز سرعت یادگیری او را کاهش دهد [۷].

- در کشور ما به علت عدم دسترسی اغلب دبیران به قلم دیجیتال و نیز سرعت پایین اینترنت، استفاده از این روش رایج نیست.

فرض کنید دو نفر دست یک دیگر را گرفته و به صورت ... این طرف و آن طرف می پرند. هر چه شدیدتر بپرند، گرفتن دست ها مشکل تر می شود و اگر با شدت کافی بپرند، گرفتن دست ها ناممکن می شود.

وقتی مولکول های جامدی گرم می شوند چیزی مانند این توافق می افتد، با جذب گرما مولکول ها با شدت هر چه بیش تر به ارتعاش در می آیند. اگر گرمای کافی جذب کنند، نیروی جاذبه ی بین مولکول ها دیگر نمی توانند آن ها را کنار هم نگه دارد و جامد ذوب می شود.



شکل ۲: نمونه ای از صفحات پاورپوینت درسی

← منابع

۱. احدیان، محمد و آقازاده، محرم، راهنمای روش های نوین تدریس برای آموزش و کارآموزی تهران، آیش، ۱۳۷۸.
2. www.khanacademy.org/science/physics
۳. سمعی رومدشتی، صفر، الگوها و روش های نوین در تدریس دوره ابتدایی، اداره آموزش و پرورش پارس آباد، ۱۳۸۸.
4. Brenda Alvarez. september 30, 2011. Flipping the Classroom. Available on line: <http://neaprioritieschools.org>
5. Flipping the classroom. Available online: <http://www.w.edu/teaching>
6. Chelsea Jenkins. Aug 29, 2012. The advantages and disadvantages of the flipped classroom. Available online: <http://mylecturetools.com>
7. Jasons Krueger. July 2, 2012. Five reasons against the flipped classroom. Available online: <http://www.stratostar.net>

نتیجه گیری

نتایج به دست آمده از جامعه آماری دانش آموزانی که به روش کلاس معکوس آموزش دیده اند، نشان می دهد که آن ها نسبت به بقیه همکلاسی های خود تسلط بیشتری بر درس و مهارت های حل مسئله داشته اند. بنابراین آموزش به روش کلاس معکوس می تواند در تدریس فیزیک بسیار مؤثر باشد. الگوی تدریس نقش بسیار مهمی در یادگیری دانش آموزان و فرایند آموزش دارد، ضروری است کلیه امکانات و تجهیزاتی که برای اجرای آن لازم است در اختیار معلم قرار گیرد. اجرای برخی از الگوها ایجاب می کند که معلم پیش از آن، دوره آموزشی خاصی را گذرانده باشد.

تقدیر

از سرکار خانم فیروزه منتظری، دبیر محترم شیمی دبیرستان شاهد تهذیب منطقه ۲ تهران که ایده این مقاله را در شورای دبیرستان مطرح کردند، صمیمانه تشکر می کنیم.

پاسخ به نقد کتاب آموزش فیزیک: راهنماها، شیوه‌ها و مهارت‌ها



ابتدا لازم می‌دانیم از منتقد این کتاب که در بسیاری موارد از محاسن کتاب، از قبیل نگارش پژوهش‌محور و ترویج انجام کار گروهی و راهنماهای تصحیح کژفهمی و... یاد کرده است، تشکر کنیم و همچنین از توصیه ایشان به معلمان فیزیک و علوم، دانشجویان دبیری علوم تجربی و دبیری فیزیک و دانشجویان کارشناسی ارشد آموزش فیزیک در جهت بهره‌برداری از این کتاب سپاسگزاریم. شک نداریم که این گونه نقد منحصر به بهبود، اصلاح و ارتقای کیفی و محتوایی در چاپ بعدی کتاب خواهد شد و قطعاً نتایج آن نصیب مخاطبان اصلی خواهد شد که همان معلمان و دانشجویان هستند. در ادامه ضمن احترام به نظر منتقد محترم، پاسخ ما به نظرات مطرح شده، جهت روشن شدن افکار مخاطبان و همچنین ایجاد فضای سالم نقد، به شرح ذیل ارائه می‌گردد:

۱. استفاده از چند عبارت برای یک مفهوم توسط مؤلفان: در این خصوص مؤلفان قصد داشتند که مخاطبان کتاب با عناوین مختلف یک مفهوم و اصطلاح آشنا شوند. ۲. استفاده از عبارت متداول لاتین یک مفهوم و ترجمه‌اش در همان بخش: شیوه‌ای بود که مؤلفان کتاب به منظور بهره‌مندی خواننده کتاب با هر دو عبارت انگلیسی و فارسی یک اصطلاح اقدام به نگارش نموده‌اند.

تألیف: اشرف السادات شکر باغانی و مسعود صدرالاشرافی

تهران: مؤسسه فرهنگی مدرسه برهان (انتشارات مدرسه)، چاپ اول، زمستان ۱۳۹۱

خداوند منان را شاکریم که توفیق نگارش کتاب آموزش فیزیک: راهنماها، شیوه‌ها و مهارت‌ها را، که به مدت پنج سال به طول انجامید، به ما (مؤلفان این کتاب) عطا نمود، تا بتوانیم تجربیات آموزشی بیش از بیست سال تدریس خود و همچنین یافته‌های پژوهش‌های مختلفمان را در این کتاب ارائه نماییم؛ به این امید که مطالب برای خوانندگان کتاب خود استفاده قرار گیرد.

در پاسخ به نقد کتاب آموزش فیزیک: راهنماها، شیوه‌ها و مهارت‌ها چاپ شده در مجله رشد فیزیک شماره ۱۰۵، زمستان ۱۳۹۲، ضروری است اشاره شود که این کتاب به منظور استفاده معلمان فیزیک و علوم، دانشجویان دبیری علوم تجربی و دبیری فیزیک و دانشجویان کارشناسی ارشد آموزش فیزیک تألیف شده است. این کتاب اولین کتاب تألیفی است که به منظور آموزش این مخاطبان در ایران و با شرایط مدارس ایران تهیه شده است و انتظار می‌رود این کتاب مورد نقد و بررسی جدی از طرف جامعه علمی حوزه علوم قرار گیرد و مؤلفان نیز از آن استقبال می‌کنند.

۳. در عدم استفاده از استانداردهای فهرست‌نویسی و منابع‌نویسی: مؤلفان قصد داشتند تا به این ترتیب روش ساده‌تری از روش‌های منابع‌نویسی را در این کتاب معرفی و ابداع کنند هر چند این مورد را بارها داوران کتاب نیز قبل از چاپ کتاب مطرح کرده بودند، اما همان‌طور که در پاسخ بیان شد مؤلفان درصدد ابداع روش جدید بوده‌اند؛ ضمن اینکه ابداع این روش منوط به بی‌اطلاعی و یا کم‌توجهی به روش‌های فهرست‌نویسی و منابع‌نویسی از طرف مؤلفان نبوده است.

۴. نداشتن پانویست: به منظور جلوگیری از شلوغ شدن صفحات کتاب، مؤلفان از هیچ‌گونه پانویستی در صفحات این کتاب استفاده نکرده‌اند. در این ارتباط توضیحات مورد نیاز را، به‌صورت عدد مشخص، به انتهای فصل ارجاع داده‌اند. و مؤلفان این کتاب، این روش را از مزیت‌های این کتاب می‌دانند.

۵. ارائه ساده فناوری اطلاعات در کتاب: هدف از ارائه ساده بحث فناوری اطلاعات، ترغیب مخاطبان در استفاده از این مهارت در فرایند آموزش فیزیک است نه آموزش فناوری اطلاعات.

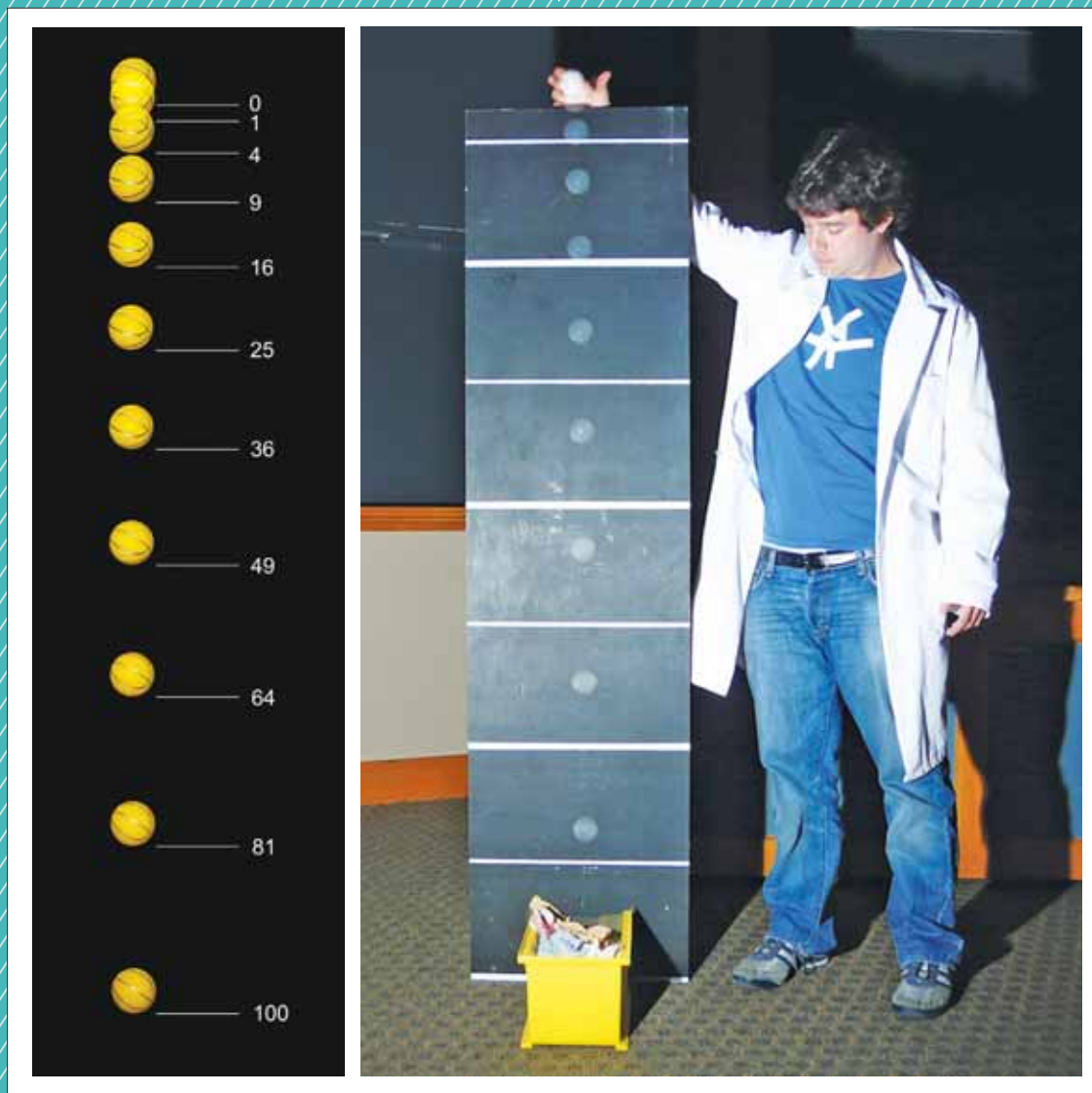
۶. لازم به ذکر است که ما کتاب دیگری نیز در ادامه مطالب این کتاب برای همین مخاطبان یعنی برای معلمان فیزیک و علوم، دانشجویان دبیری علوم تجربی و دبیری فیزیک و دانشجویان کارشناسی ارشد آموزش فیزیک - با عنوان از فیزیک تا آموزش فیزیک تألیف کرده‌ایم که توسط انتشارات شعاع در تابستان ۱۳۹۲ به چاپ رسیده است؛

و در مورد بعضی از مطالب ارائه شده در کتاب که از نظر منتقد کتاب به اختصار پرداخته شده؛ در کتاب «از فیزیک تا آموزش فیزیک» کامل‌تر توضیح داده شده است.

در مجموع ما مؤلفان از منتقدان ارجمند که با دقت فراوان و موشکافانه تمامی صفحات کتاب را مورد بررسی و واکاوی قرار داده و حتی به جزییاتی چون ایرادات تایپی نیز اشاره (هر چند این امر چندان عجیب نیست زیرا معلمان با ایرادات تایپی موجود در کتاب‌های درسی توزیع شده به مدارس، آشنایی دارند) و در ضمن به نقاط قوت این کتاب نیز به خوبی اشاره کرده است، تشکر و قدردانی می‌نماییم.

لازم به یادآوری است ایرادهای مطرح شده در مقابل حسن‌های کتاب بسیار کم‌رنگ است. هر چند قلم منتقد سعی در پررنگ نشان دادن این موارد داشته است. و در واقع به‌دلیل نوآوری‌های موجود در این کتاب مؤلفان کتاب توقع چنین برخوردی از منتقد کتاب داشته‌اند زیرا همواره هر نوع شیوه جدید و بدیع با مخالفت منتقدان روبه‌رو می‌شود. در نهایت ما همچنان اعتقاد داریم که این کتاب با ویژگی‌های خاصی که دارد بی‌نظیر است. چرا که برای بیان ساده فرایند آموزش شامل راهبردها، شیوه‌ها و مهارت‌های آموزش تلاش فراوان نموده‌ایم تا این کتاب را به منظور استفاده تمامی معلمان فیزیک و علوم کشورمان، دانشجویان دبیری علوم تجربی و دبیری فیزیک و دانشجویان کارشناسی ارشد آموزش فیزیک به آنان تقدیم نماییم. همچنین از دریافت نظرات ارزشمند دیگر همکاران، معلمان و دانشجویان محترم و علاقه‌مند به امر آموزش و فنون آموزش روز دنیا استقبال می‌کنیم.

کثرفهمی های دانش آموزان درباره سقوط آزاد



صفحه ۶ را مطالعه کنید



یا ایا عیال الله
خسین

باران خون می چکد از آسمان