ISSN: 1606-917x

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
دفتر انتشارات کمک آموزشی

رشد آموزش

فیزیک ۱۱۹

فصل نامهٔ آموزشی، تحلیلی و اطلاع رسانی | برای معلمان، مدرسان و دانشجویان
دورهٔ سی و سوم | شمارهٔ ۲ | زمستان ۱۳۹۶ | ۶۴ صفحه | ۱۴۵۰۰ ریال | پیامک: ۳۰۰۰۸۹۹۵۰۲
www.roshdmag.ir

- موزهٔ علوم لندن
- مقایسه روش‌های تدریس سنتی و نوین
- مدافع آموزش علم به زبان فارسی هستم
- سختی سنجی نانو، گامی جدید برای شناخت دنیای نو

امسال قلب فیزیک در تبریز تپید!

گزارش هجدهمین کنفرانس آموزش فیزیک ایران و هشتمین کنفرانس فیزیک و آزمایشگاه

صفحهٔ ۵۸

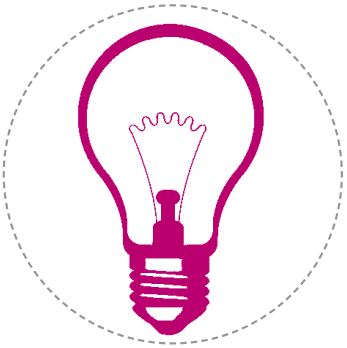
رشد آموزش
فیزیک
۱۱۹
فصل‌نامهٔ آموزشی، تحلیلی و اطلاع‌رسانی
دورهٔ سی و سوم، شمارهٔ ۲، زمستان ۱۳۹۶

بسم الله الرحمن الرحیم

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
دفتر انتشارات و تکنولوژی آموزشی
شرکت افست

مدیرمسئول: محمد ناصری
سردبیر: دکتر منیژه رهبر
مدیر داخلی: احمد احمدی
هیئت تحریریه: احمد احمدی،
روح الله خلیلی بروجنی،
دکتر حسن قلمی باویل علیایی،
دکتر آزیتا سیدفدایی،
دکتر سیدهدایت سجادی،
دکتر منیژه رهبر،
اسفندیار معتمدی
طراح گرافیک: نوید اندرودی
ویراستار: دکتر منیژه رهبر
www.roshdmag.ir
Physics@roshdmag.ir
پیامک: ۳۰۰۰۸۹۹۵۰۲
roshdmag :
نشانی مجله: تهران صندوق پستی: ۱۵۸۷۵-۶۵۸۵
دفتر مجله: (داخلی ۳۷۴) ۰۲۱-۸۸۳۰۵۸۶۲
پیام‌گیر نشریات رشد: ۰۲۱-۸۸۳۰۱۴۸۲
مدیر مسئول: ۱۰۲
دفتر مجله: ۱۱۳
امور مشترکین: ۱۱۴
شمارگان: ۴۰۰۰ نسخه

یادداشت سردبیر / معیار باسواد بودن در جهان امروز/ ۲
مقایسه روش‌های تدریس سنتی و نوین / الهام حیدری، ماندانا معدولی بهبهانی / ۳
موزهٔ علوم لندن / دکتر حسن قلمی باویل علیایی/ ۹
بررسی و مقایسه پرسش‌های امتحان نهایی فیزیک ۳ رشته تجربی سال ۹۵ با ۹۴/ ارغوان کیانی، زهرا رفیعه/ ۱۲
سختی‌سنجی نانو، گامی جدید برای شناخت دنیای نو / فاطمه سلیمانی، مریم گلی، محمدحسن فرجی/ ۱۹
باورها و اختلاف نظرها در فیزیک / نویسنده: ملیتون راتمن، ترجمهٔ آرش ظهوریان پردل/ ۲۱
مدافع آموزش علم به زبان فارسی هستم / (پای صحبت دکتر محمدابراهیم ابوکاظمی، استاد و صاحب‌نظر فیزیک) / نصرالله دادار/ ۲۶
تخته هوشمند و کاربردهای آن در آموزش فیزیک / محمدحسن فرجی، سعیده سیفی، مرضیه محمودزاده/ ۳۴
مرزهای فیزیک / دکتر منیژه رهبر / ۳۸
اخبار علمی / جایزهٔ نوبل فیزیک ۲۰۱۷ / ۴۱
آیا باید در باران دوید؟ / سوسن رجائی/ ۴۳
طرح درس نوسانگر هماهنگ ساده با نرم‌افزار Tracker / زهرا زمانی، آزیتا سیدفدایی/ ۵۲
نقش آینهٔ دید عقب اتومبیل در کم کردن نور / ویلیام لیتان، ترجمه احمد توحیدی/ ۵۷
امسال قلب فیزیک در تبریز تپید! (گزارش هجدهمین کنفرانس آموزش فیزیک ایران و هشتمین کنفرانس فیزیک و آزمایشگاه) / سلیمان رسولی، داود حسن‌پور / ۵۸
یادمان / به هیچ باغ نبود آن درخت مانندش / (یادی از زنده‌یاد دکتر نعمت‌الله گلستانیان) / اسفندیار معتمدی / ۶۲



مجله رشد آموزش فیزیک،
نوشته‌ها و حاصل تحقیقات پژوهشگران و متخصصان تعلیم‌وتربیت،
به‌ویژه آموزگاران، دبیران و مدرسان را، در صورتی که در نشریات عمومی درج نشده و مرتبط با موضوع مجله باشند، می‌پذیرد:

- مطالب باید یک خط در میان و در یک روی کاغذ نوشته و در صورت امکان تایپ شود.
- شکل قرار گرفتن جدول‌ها، نمودارها و تصاویر پیوست باید در حاشیه‌ی مطلب نیز مشخص شود.
- نثر مقاله باید روان و از نظر دستور زبان فارسی درست باشد و در انتخاب واژه‌های علمی و فنی دقت لازم مبذول گردد.
- مقاله‌های ترجمه شده باید با متن اصلی همخوانی داشته باشد و متن اصلی نیز پیوست مقاله باشد.
- در متن‌های ارسالی باید تا حد امکان از معادل‌های فارسی واژه‌ها و اصطلاحات استفاده شود.
- زیرنویس‌ها و منابع باید کامل و شامل نام اثر، نام نویسنده، نام مترجم، محل نشر، ناشر، سال انتشار و شمارهٔ صفحه مورد استفاده باشد.
- مجله در رد، قبول، ویرایش و تلخیص مقاله‌های رسیده مختار است.
- آرای مندرج در مقاله‌ها، ضرورتاً مبین نظر دفتر انتشارات کمک‌آموزشی نیست و مسئولیت پاسخگویی به پرسش‌های خوانندگان، با خود نویسنده یا مترجم است.
- مجله از بازگرداندن مطالبی که برای چاپ مناسب تشخیص داده نمی‌شود، معذور است.

معیار باسواد بودن در جهان امروز

وضعیت علمی در کشور مورد توجه بسیار مسئولان است و مرتب در اخبار می‌شنویم که کشور ما از نظر تولید علم به پیشرفت‌های زیادی نائل آمده است. بسیاری از افراد تعداد مقاله‌های چاپ شده در مجله‌های علمی مختلف و موفقیت دانش‌آموزان در المپیادهای علمی را گام مؤثری در جهت پیشرفت علمی کشور می‌دانند. اما آیا توجه سطحی به این موضوع می‌تواند نقش لازم را در توسعهٔ کشور داشته باشد و آن را به جایگاه شایسته‌اش در جهان برساند؟

برای ارزیابی بهتر این موضوع بد نیست تعریف با سواد بودن در جهان امروز به‌صورت دقیق بررسی شود. برتری انسان نسبت به سایر جانوران به‌واسطهٔ ناطق بودن اوست، زیرا از این طریق می‌تواند با ایجاد ارتباط با دیگران تجربه‌ها و دانسته‌های خود را به آن‌ها منتقل کند. اما اعتبار این نوع ارتباط به دلیل تحریف‌هایی که در انتقال اطلاعات از فردی به فرد دیگر می‌تواند صورت گیرد چندان زیاد نیست. اختراع خط و توسعهٔ ابزارهای نوشتن، گام مؤثری در برقراری ارتباط معتبر بود. با گسترش و همگانی شدن وسایل خواندن و نوشتن تعداد افراد با سواد که توانایی خواندن و نوشتن و ایجاد ارتباط با دیگران از این راه را داشتند افزایش یافت. سپس اطلاق واژهٔ باسوادی به سطحی از خواندن و نوشتن رسید که فرد بتواند مفاهیم را درک کند و اندیشه‌هایش را تا سطحی که بتواند نقش مؤثری در جامعه داشته باشد بیان کند. شخص باسواد کسی است که توانایی شناخت، درک، تغییر، ساخت، و برقراری ارتباط و محاسبه، و استفاده از نوشته‌های مربوط به زمینه‌های گوناگون را داشته باشد. این با سواد بودن توانایی رسیدن به اهداف مختلف، توسعهٔ دانش و توان بالقوهٔ شرکت مؤثر و تأثیرگذاری در جامعه را در اختیار فرد می‌گذارد.

امروز با توسعهٔ گستردهٔ رسانه‌های گوناگون و امکان برقراری ارتباط سریع افراد با یکدیگر، تعریف باسواد بودن نیز دگرگون شده است و مواردی بسیار وسیع‌تر از تنها توانایی خواندن نوشتن را در برمی‌گیرد، چنانکه شاید دیگر بسیاری از افراد دارای مدرک دانشگاهی را نیز نتوان باسواد به‌حساب آورد.

براساس تعریف سازمان علمی، فرهنگی و تربیتی سازمان ملل متحد (یونسکو) اکنون شخص باسواد کسی است که دارای توانایی‌های زیر باشد:

۱. سواد عاطفی: یعنی توانایی برقراری ارتباط عاطفی با خانواده، همکاران، ارباب رجوع، دوستان و غیره به‌صورتی شایسته و ثمربخش.

۲. سواد ارتباطی: یعنی توانایی برقراری ارتباط و تعامل با تمام افراد جامعه به‌طوری که در روابط اجتماعی خود با دیگران با رعایت حقوق شهروندی آن‌ها بتواند حتی‌الامکان در روابط اجتماعی خود سودمند و مؤثر باشد.

۳. سواد مالی: به‌طوری که بتواند درآمدهای خود را به‌صورت کارآمد مدیریت کند، دانش گردش نقدینگی، سرمایه‌گذاری و مدیریت هزینه را داشته باشد و بتواند امکانات مالی خود را در جهت تولید و مشارکت در ارتقای بهره‌وری اقتصادی جامعه به‌کار گیرد.

۴. سواد رسانه: امروز همهٔ ما با گسترش وسیع وسیله‌های ارتباط جمعی در معرض بمباران اطلاعات قرار داریم، مهم است که بدانیم کدام خبر رسانه‌ها معتبر و کدام نامعتبر است، یعنی باید توانایی تشخیص درستی و نادرستی اخبار و دیگر پیام‌های رسانه‌ای را داشته باشیم.

۵. سواد آموزش‌وپرورش: یعنی توانایی تربیت شایستهٔ کودکان و نوجوانان و برنامه‌ریزی برای آموزش مناسب آن‌ها، همین‌طور بازآموزی مناسب افرادی که در فعالیت‌های مختلف اجتماعی درگیرند.

۶. سواد رایانه‌ای: به معنی استفاده مناسب از دریافت‌های مختلفی که به کارگیری رایانه در اختیارمان می‌گذارد شامل مفاهیم پایه فناوری اطلاعات و ارتباطات، استفاده از رایانه‌ها در موارد مختلف، تشکیل پرونده‌ها، واژه‌پردازی و مانند آن.

اکنون که آموختن این مهارت‌ها برای افراد جامعه اجتناب‌ناپذیر شده است این پرسش مهم مطرح می‌شود که نظام آموزشی ما تا چه اندازه به این معیارها در تربیت معلمان و شاگردان توجه دارد؟

آیا هدف ما در برنامه‌ریزی‌ها آموختن این مهارت‌هاست یا صرفاً در اختیار گذاشتن کتاب‌های مختلفی که افراد با خواندن آن‌ها بتوانند به پرسش‌های مطرح شده در آزمون‌ها پاسخ دهند و سپس آن‌ها را به‌دست فراموشی بسپارند؟ آیا سازمان‌های عریض و طویلی که برای تولید مواد آموزشی و کمک آموزشی به وجود آمده‌اند در این جهت گام برمی‌دارند یا صرفاً امکان گذشتن از سد آزمون‌های مختلف را در اختیار افراد می‌گذارند؟

آیا وجود تعداد بسیار زیاد دانش‌آموختگانی که منتظر استخدام دولتی هستند و نمی‌توانند آموخته‌های خود را در جهت کارآفرینی و شرکت مؤثر در رشد اقتصادی کشور به کارگیرند ناشی از آن نیست که در نظام آموزشی ما سوادآموزی مؤثر برای جامعهٔ امروز صورت نمی‌گیرد؟ این‌ها و بسیاری از پرسش‌های از این نوع باید در برنامه‌ریزی آموزشی برای تربیت معلمانی به کار گرفته شود که بتوانند شاگردان را به‌طور شایسته آموزش دهند یعنی شاگردانی که آموزش بهینه را برای زندگی مناسب در جهان امروز دیده باشند.

مقایسه روش‌های تدریس سنتی و نوین

الهام حیدری،دبیر فیزیک، سرگروه فیزیک استان خوزستان
ماندانا معدولی بهبهانی،کارشناس ارشد فیزیک اتمی، دبیر فیزیک اهواز

چکیده

هدف اصلی مقاله حاضر، بررسی و مقایسهٔ روش‌های تدریس سنتی و نوین است. از جمله اهداف دیگر: ایجاد انگیزه در دانش‌آموزان و بهره‌مندی از شبکه‌های اجتماعی در یادگیری فعال درس فیزیک است. روش به کار رفته شناختی، کیفی و توصیفی است. ارزشیابی نهایی نشان می‌دهد که راهکارهای انجام شده رضایت‌بخش بوده‌اند. این راهکارها عبارت‌اند از: استفاده از وسایل آزمایشگاهی ساده برای بیان بهتر مفاهیم درس، شرکت دادن دانش‌آموزان ضعیف در فعالیت‌های کلاسی، برگزاری کلاس درس در آزمایشگاه مدرسه، استفاده از مطالب جالب مربوط به علم فیزیک.

کلیدواژه‌ها: روش سخنرانی، تدریس فعال، روش‌های نوین تدریس، انگیزه فراگیری فیزیک b

۱. مقدمه

هدف اصلی علم فیزیک توصیف تمام پدیده‌های طبیعی توسط مدل‌های ریاضی (کمی کردن طبیعت) است. فیزیک درسی فهمیدنی و درک‌کردنی است و اگر مفاهیم اولیه و قوانین فیزیک کاملاً شناخته شوند و به‌صورت کاربردی در زندگی روزمره، ملموس باشند جذاب و شیرین خواهند بود. به قول بزرگی: «اگر قاعدهٔ هر بازی را بلد باشیم می‌توانیم از آن لذت ببریم.» احساس خستگی در کلاس درس و عدم انگیزه یادگیری در دانش‌آموزان سوم دبیرستان فرزانگان، دلیل مهمی در انجام پژوهش انجام شده است. هدف مقاله مقایسهٔ روش‌های سنتی تدریس با روش‌های نوین آموزشی و اثبات برتری یکی بر دیگری با بهره‌گرفتن از نظر دانش‌آموزان است. در این راستا از نرم‌افزار phet استفاده شده است، که شامل شبیه‌سازی‌های تعاملی فیزیک است و به‌عنوان آزمایشگاه مجازی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این پروژهٔ جهانی بیش از ۹ سال پیش در دانشگاه کلرادو شروع شد و حامیان مختلفی در سراسر جهان دارد. [۱،۲]

۲. تعریف و طرح مسئله

دانش‌آموزان در کلاس درس فیزیک بسیار بی‌انگیزه بودند و همواره فیزیک را درسی بی‌روح و دشوار می‌دانستند و ارتباط فیزیک با محیط پیرامون را درک نمی‌کردند. نمره‌های پایین درس فیزیکشان در سال گذشته نشان از عدم علاقه‌مندی آن‌ها به درس فیزیک بود. باید راهکاری را در پیش می‌گرفتم که براساس آن دانش‌آموزان را به حضور در کلاس، علاقه‌مند و به درک عمیق درس فیزیک کمک کنم.

۳. توصیف وضع موجود (تشخیص مسئله)

هنگامی که در کلاس درس، بی‌علاقگی دانش‌آموزان به فراگیری درس، عدم نشاط و شادابی در بین آن‌ها، سطح پایین نمره‌ها و یکنواختی و خشکی کلاس مشاهده شد، تصمیم گرفتم در روش تدریس خود تغییراتی ایجاد کنم تا بتوانم یادگیری مفاهیم فیزیک را همراه با شور و شوق در کلاس ارائه کنم.

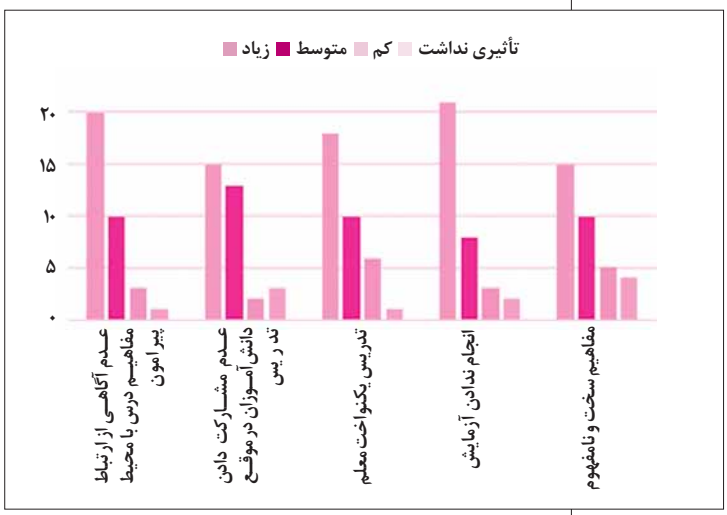
اگر مفاهیم اولیه و قوانین فیزیک کاملاً شناخته‌شوند و به‌صورت کاربردی در زندگی روزمره ملموس‌باشند جذاب و شیرین خواهند بود

۴. گردآوری اطلاعات (شواهد۱)

برای رسیدن به روشی ایده‌آل با دو گروه مشورت کردم، یک گروه دانش‌آموزان (با دادن فرم نظرسنجی) و گروه دیگر همکاران علوم پایه در چند مدرسه. از نظرات آن‌ها در اجرای طرح استفاده کردم. دریافتم که یک روش خاص برای همهٔ دانش‌آموزان پاسخگو نیست و باید از روش‌های متفاوتی در امر تدریس بهره‌مند شد و تدریس را جذاب کرد.

عنوان: ارزیابی علل بی‌انگیزگی دانش‌آموزان در کلاس درس فیزیک					
نام معلم: الهام حیدری					
ردیف	عواملی که شور و شوق یادگیری دانش‌آموزان در درس فیزیک را کم کرده است	زیاد	متوسط	کم	تأثیر ندارد
۱	عدم آگاهی از ارتباط مفاهیم درس با محیط پیرامون				
۲	عدم مشارکت دانش‌آموزان در موقع تدریس				
۳	تدریس یکنواخت معلم				
۴	انجام ندادن آزمایش				
۵	مفاهیم سخت و نامفهوم				

فرم نظرسنجی شمارهٔ ۱



بررسی پرسش‌نامه‌ها نشان می‌دهد که دانش‌آموزان آزمایش نکردن و عدم درک مفاهیم و کاربرد آن‌ها را مهم‌ترین دلیل بی‌علاقگی به درس فیزیک می‌دانند.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

پس از شنیدن نظرات همکاران و دانش‌آموزان دریافتم یکی از دلایل عدم توجه به درس، خسته‌کننده بودن روش تدریس معلم است. لذا تصمیم گرفتم در یکی از جلسات درس را به روشی متفاوت تدریس و با بررسی نتیجهٔ حاصل یک روش تدریس قابل قبول انتخاب کنم.

۵. مراحل انجام کار

الگوی تدریس با استفاده از روش‌های مختلف تدوین شده است که به شاگردان کمک می‌کرد، تا رشد یابند و بر توانایی تفکر روشن و اندیشمندانه خود بیفزایند و مهارت‌های خود را افزایش دهند. پسندیده‌تر است که در امر آموزش، به کارهای گروهی، کار با مدل و الگو و نیز تجربه مستقیم آزمایشگاهی روی آوریم. با توجه به جدول مقابل درمی‌یابیم که انجام آزمایش نقش اساسی در فراگیری علوم دارد. [۳]

جدول شمارهٔ ۱: هرم یادگیری اردگاریل

افراد چه چیزهایی را به یاد می‌آورند	
خواندن	۱۰ درصد آنچه را می‌خوانند
شنیدن	۲۰ درصد آنچه را می‌شنوند
مشاهده	۳۰ درصد آنچه را می‌بینند
نمایش علمی	۵۰ درصد آنچه را می‌بینند و می‌شنوند
کار گروهی	۷۰ درصد آنچه را می‌بینند و می‌شنوند
کار با مدل‌ها	۹۰ درصد آنچه را می‌گویند و انجام می‌دهند
تجربهٔ مستقیم	۹۰ درصد آنچه را می‌گویند و انجام می‌دهند

۶. نمونه اجراها در کلاس درس

برای مقایسهٔ بهتر و هدفمند، روش‌های سنتی با روش‌های نوین تدریس، هر یک از این روش‌ها جداگانه اجرا شد و نظرات دانش‌آموزان و دبیران دیگر مورد بررسی قرار گرفت [٤]. بدین منظور دانش‌آموزان یک کلاس به سه گروه هشت و نه نفره تقسیم شدند، (در همهٔ گروه‌ها دانش‌آموزان قوی، متوسط و ضعیف با نسبت برابر حضور داشتند.) با متصدی آزمایشگاه هماهنگ شد که در حین تدریس معلم به هر گروه، گروه‌های دیگر در آزمایشگاه مدرسه به انجام آزمایش مباحث گذشته بپردازند تا از وقتشان استفاده بهینه شده باشد. مبحث در نظر گرفته شده در مورد مقاومت‌ها و روش به‌هم بستن آن‌ها بود. که شرح آن با روش‌های متفاوت در زیر آمده است.

روش اول: تدریس به روش سخنرانی

در این بخش روش سنتی سخنرانی، که کاملاً معلم‌محور است انتخاب شد. ابتدا از مفهوم مقاومت که در جلسه پیش تدریس شده بود، پرسش‌هایی مطرح و دانسته‌های پیشین دانش‌آموزان سنجیده شد، سرفصل‌هایی را که باید تدریس شود بر روی تابلو نوشته شدند و سپس به توضیح آن‌ها پرداخته شد.

الف) به هم بستن مقاومت‌ها

مقاومت معادل: مقاومتی است که اگر به تنهایی به جای همهٔ مقاومت‌هایی که به هم بسته شده‌اند قرار گیرد ولتاژ و جریان کل در مجموعهٔ مقاومت‌ها تغییر نمی‌کند.

الف) روش موازی (انشـــعابی): شـــرط موازی بودن دو مقاومت این است که سرهای هم‌نام به‌هم وصل شده باشند، بنابراین ولتاژ دو سر آن‌ها با هم برابر است.

$$\left.\begin{matrix} I_T = I_۱ + I_۲ + I_۳ + ... \\ V_T = V_۱ = V_۲ = V_۳ = ... \end{matrix}\right\} \rightarrow$$

$$\frac{V_T}{R_T} = V_T(\frac{۱}{R_۱} + \frac{۱}{R_۲} + \frac{۱}{R_۳}) \rightarrow \frac{۱}{R_T} = \frac{۱}{R_۱} + \frac{۱}{R_۲} + \frac{۱}{R_۳}$$

نکته: در به هم بســـتن موازی، مقاومت معادل، از تک‌تک مقاومت‌های اولیه کمتر است.

ب) به هم بستن متوالی: به شرطی به هم بستن متوالی است که هر مقاومت از دو سر به دو مقاومت دیگر بسته شده باشد، و از سیمی که آن‌ها را به هم وصل می‌کند هیچ انشعابی خارج نشـــود. در نتیجه همهٔ جریانی که از یکی از مقاومت‌ها بگذرد، بدون تغییر از بقیه هم می‌گذرد.

$$V_T = V_۱ + V_۲ + V_۳ + ...$$

$$R_T = R_۱ + R_۲ + R_۳ + ...$$

و

$$I_T = I_۱ = I_۲ = I_۳ = ...$$

در ادامه، چند مسئله روی تابلو نوشته شد و معلم با توضیح کامل آن‌ها را حل کرد. هنگام حل مســـائل، به پرســـش‌های دانش‌آموزان، با دقت و حوصله، پاســـخ داده شـــد. پس از آن دو تمرین توســـط خود دانش‌آموزان حل و تمرین‌هایی برای جلســـهٔ آینده مشـــخص گردید. در روش ســـخنرانی به‌طور یکنواخـــت و همیشـــگی، برای همهٔ دروس، ایـــن مراحل به ترتیب انجام می‌شوند: حضور و غیاب، بررسی تکالیف جلسه پیش، معرفی موضوع جدید و نوشـــتن عنوان مطالب، تذکر به دانش‌آموزان که سکوت را رعایت کنند و به سخنان معلم به‌خوبـــی گوش دهند، بیان مفاهیم کلیـــدی درس به روش سخنرانی، جمع‌بندی مطالب و حل تمرین که در این مرحله تمرین‌هایی را خود دانش‌آموزان حل می‌کنند، تکالیفی برای حل در منزل مشخص می‌شوند.

روش دوم: تدریس به روش آموزش علمی در آزمایشگاه (از روش‌های نوین تدریس):

برای اجرا به این روش کلاس در آزمایشـــگاه برگزار می‌گردد و معلم از ابتدا به متن درس اشاره‌ای نمی‌کند [٤]. گروه ٨نفره به سه گروه تقسیم و سرگروه مشخص می‌شود و یک مولتی‌متر و دو عدد سیم رابط در اختیار هر گروه قرار می‌گیرد. حال سرگروه، یک سر هر یک از سیم‌ها را به مولتی‌متر، که درجهٔ آن روی کیلو اهم قرار دارد، وصل می‌کند و دو سر دیگر را در دست می‌گیرد، عددی که مولتی‌متر نشان می‌دهد مقاومت بدن فرد است. هر یک

از افراد بدین ترتیب مقاومت بدنشان را اندازه می‌گیرند و یادداشت می‌کنند. برای آن‌ها جالب است که چرا این همه تفاوت بین اعداد به‌دســـت آمده وجود دارد و با یکدیگر به گفت‌وگو در این زمینه می‌پردازند. هرکدام علتی را بیان می‌کند و در نهایت سرگروه نظر گـــروه را اعلام می‌کند. اکنون معلم با توجه به نظرات فراگیران، پاسخ صحیح و کامل را بیان می‌کند. برای اینکه دانش‌آموزان به مبحث درس نزدیک شـــوند از دو نفر خواسته می‌شد از یک‌سو دست‌های یکدیگر و با دست دیگر خود یکی از سیم‌های متصل به مولتی‌متر را بگیرند. پس از گذشت مدت کوتاهی عددی که مولتی‌متر نشـــان می‌داد حاصل جمع مقاومت بدن این دو نفر است. همهٔ گروه‌ها این آزمایش را دو و سه نفره انجام دادند و به این نتیجه رسیدند که اگر مقاومت‌ها را پشت سرهم، متوالی، با هم ببندیم مقاومت معادل آن‌ها جمع تک‌تک مقاومت‌هاست. اگر دو دانش‌آموز هم‌زمان با هر دست، سر مشترکی از سیم اول را در یک دست و یک سر سیم دوم را نیز در دست دیگرشان بگیرند (به هم بستن موازی)، عدد نشان داده شده کوچک‌تر از هر یک از مقاومت‌هاست. تا اینجا فراگیران به راحتی، مفهوم مقاومت معادل و به‌هم بستن متوالی و موازی مقاومت‌ها را متوجه شدند.

در ادامه از گروه‌ها خواســـته می‌شود که با یک مداد نرم خط راســـتی روی کاغذ بکشـــند و طول آن را اندازه بگیرند، دو سر مولتی‌متـــر را روی رنج اهم‌متر قرار دهند و مقاومت این خط را اندازه‌گیری کنند. اگر مولتی‌متر عددی را نشان ندهد باید خط را پررنگ‌تر کرد. دانش‌آموزان با روش بالا چند مسیر با پهناهای مختلف را رسم و مقاومت‌سنجی می‌کنند. حال به‌وسیلهٔ همین خط‌های مدارهای متوالی و موازی می‌بندند و مقاومت معادل را به دست می‌آورند و یادداشت می‌کنند تا اینکه پس از فراگرفتن روابط صحت آن‌ها را بســـنجند. اســـتفاده از مداد نرم، در واقع ســـوق دادن کلاس درس به طبیعت پیرامون اســـت و این امر، برای دانش‌آموزان بســـیار جالب بود و با اشتیاق به رسم خطوط می‌پرداختند. در این ساعت از درس هیجان و شوق آموختن در چهرهٔ دانش‌آموزان کاملاً مشهود بود.

بررسی شدت جریان و اختلاف پتانسیل‌ها: برای به هم بستن دو، سه و ... مقاومت باید از سیم‌های زیادی استفاده کنیم، چندی پیش در گروه فیزیک کشوری یکی از همکاران خوب سبزواری روشی را پیشـــنهاد کردند که من هم در آزمایش‌ها از آن روش

در روش تدریس فعال معلم بسیار کم صحبت می‌کند و فراگیران بیشترین فعالیت را دارند و بدون اینکه معلم به درس اشاره‌ای کند خود آن‌ها به قوانین دست می‌یابند

مفید، استفاده کردم. بدین ترتیب که از قبل روکش سیم‌هایی را برداشتم که به نوعی غیرقابل استفاده شده بود و آن‌ها را به‌صورت گلوله درآوردم و در انجام آزمایش‌ها از آن استفاده کردم [۵].

این روش آزمایش بسیار خلاقانه و جالب توجه است.

به هم بستن موازی

هر گروه دو گلوله برداشتند و سه مقاومت ۱۰اهمی را از دو سر در آن‌ها فرو کردند، در واقع سه مقاومت را موازی با هم بستند، و به‌وسیله مولتی‌متر مقاومت معادل را به دست آوردند. با تغییر تعداد مقاومت‌ها به رابطهٔ زیر دست یافتند.

$$\frac{۱}{R_T}=\frac{۱}{R_۱}+\frac{۱}{R_۲}+\frac{۱}{R_۳}+\dots$$

و

$$I_T=I_۱+I_۲+I_۳+\dots$$

$$V_T=V_۱=V_۲=V_۳=\dots$$

سپس آن را یک باتری وصل کردند و شدت جریان و اختلاف پتانسیل در هر شاخه را به‌دست آورند و با تغییر در تعداد مقاومت‌ها و بررسی پاسخ‌ها به رابطه‌های زیر در مورد مقاومت‌های موازی دست می‌یافتند:

به هم بستن متوالی

سپس مقاومت‌ها را با هم متوالی بستند و به یک باتری وصل کردند و با تغییر تعداد مقاومت‌ها و بررسی پاسخ‌های به‌دست آمده به روابط زیر رسیدند:

$$V_T=V_۱+V_۲+V_۳+\dots$$

و

$$R_T=R_۱+R_۲+R_۳+\dots$$

$$I_T=I_۱=I_۲=I_۳=\dots$$

پس از آن به بررسی مسائل سنگین‌تر پرداختند و من شاهد بودم که به‌راحتی این مسائل را حل می‌کردند. در این روش معلم بسیار کمتر صحبت می‌کند و دیدن شور و شعف بین شاگردان بسیار مسرت‌بخش است.

تنها مشکل موجود این است که زمان اختصاص داده شده به درس فیزیک بسیار کم است و معلم نمی‌تواند همهٔ جلسات را در آزمایشگاه برگزار کند و فرصت گفتن نکته‌های کنکوری را نیز داشته باشد. در مدارس با کمال تأسف بین دانش‌آموزان پایهٔ سوم تب کنکور خیلی بالاست، و معلم، ناخواسته به این مسیر کشانده می‌شود که دلیل اصلی آن عدم هماهنگی بین مؤلفان کتاب‌ها و طراحان پرسش‌های کنکور است.

روش سوم: تدریس به روش آموزش عملی آزمایشگاه مجازی به همراه نرم‌افزار phet

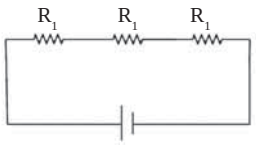
با توجه به صحبت‌های پیشین که با دانش‌آموزان سر کلاس درس داشتم، متوجه شدم که مدت زمان زیادی را در فضای مجازی سپری می‌کنند، تصمیم گرفتم که از این زمان به نحوی استفاده مفید ببرم. در این روش تدریس کسانی که بیشتر در فضای مجازی حضور دارند انتخاب شدند. دانش‌آموزان به وبگاه آموزشگاه رفتند و به سه گروه سه نفره تقسیم شدند و به هر گروه یک رایانه، که از پیش آماده شده بود، اختصاص یافت. در این روش هیچ حرفی از موضوع جدید زده نشد. از گروه‌ها خواسته شد وارد سایت phet شوند و به قسمت ساخت مدارهای الکتریکی بروند و یک مدار خیلی ساده متشکل از یک مقاومت الکتریکی ۱۰اهمی، آمپرسنج، ولت‌سنج، منبع تغذیه (باتری)، کلید قطع و وصل و سیم‌های رابط ببندند، و جریان را از روی آمپرسنج بخوانند [۶].

الف) مقاومت‌های متوالی

حال از آن‌ها خواسته شد که مقاومت ۱۰اهمی دیگری را متوالی با مقاومت پیشین ببندند (بدون اینکه باتری را تغییر دهند) و شدت جریان در هر شاخه را اندازه‌گیری کنند، در اینجا خود فراگیران متوجه شدند که با بستن دو مقاومت برابر به‌صورت متوالی شدت جریان در هر کدام تغییر نکرده است. و با اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل دو سر هر مقاومت دیدند که هر یک از ولت‌سنج‌ها نصف اختلاف پتانسیل کل را نشان

می‌دهد. در همین مدار دو مقاومت ۱۰اهمی را برداشتند و به جای آن از مقاومت ۲۰ اهمی استفاده کردند که در این صورت در اعداد شدت جریان و اختلاف پتانسیل کل مدار تغییری حاصل نشد. با اتصال‌های دیگر متوجه شدند که در به‌هم بستن متوالی مقاومت‌ها، مقاومت معادل از تک‌تک مقاومت‌ها بزرگ‌تر است و با حاصل جمع آن‌ها برابر است و همچنان اختلاف پتانسیل بین آن‌ها تقسیم می‌شود. اکنون از آن‌ها خواسته شد قانون یکسانی در مورد آنچه دیده‌اند یادداشت کنند. هر سه گروه نوشتند که در به‌هم بستن متوالی مقاومت‌ها، شدت جریان عبوری از هر مقاومت یکسان است،

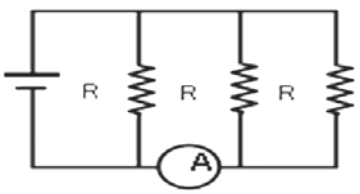
$$V_T = V_1 + V_2 + V_3 + \dots$$
$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$
$$I_T = I_1 = I_2 = I_3 = \dots$$



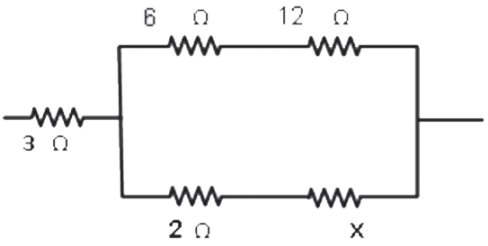
ب) مقاومت‌های موازی (انشعابی)

دو مقاومت ۱۰اهمی به‌صورت موازی با یکدیگر بسته شدند و شدت جریان نصف حالت قبل شد. آزمایش با سه مقاومت نیز انجام شد و شدت جریان یک سوم حالت قبل شد. آزمایش یعنی در روش موازی شدت جریان بین مقاومت‌ها تقسیم شد. سپس ولتاژ باتری را افزایش دادند و به همان نتایج بالا در مورد شدت جریان دست می‌یافتند. اگر مقاومت‌های ۱۰ و ۱۵ اهمی به‌صورت موازی بسته شوند، مانند وقتی است که مقاومت ٦ اهمی را در مدار بسته‌ایم. با تغییر مقاومت‌ها و بررسی آن‌ها، در این مرحله به رابطه $RT = \frac{R1 * R2}{R1 + R2}$ رسیدند، و بدون اشاره مستقیم معلم دریافتند، در به‌هم بستن موازی مقاومت‌ها، شدت جریان در هر یک از مقاومت‌ها تقسیم می‌شود و سهم مقاومت بزرگ‌تر بیشتر است و درستی قانون اهم را نیز بررسی کردند. با تغییر اختلاف پتانسیل ورودی به مجموعهٔ مقاومت‌های موازی، که به‌راحتی با یک جابه‌جایی انجام می‌گیرد، و اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل دو سر هر رسانا دیده می‌شود که تمام اختلاف پتانسیل‌ها با اختلاف پتانسیل ورودی برابرند. یادداشت گروه‌ها در مورد به هم بستن موازی مقاومت‌ها به صورت زیر بود که کاملاً صحیح است.

$$V_T = V_1 = V_2 = V_3 = \dots \quad \text{و}$$
$$I_T = I_1 + I_2 + I_3 + \dots$$
$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$



سپس جهت پی بردن به عمق فهم دانش‌آموزان از آن‌ها خواسته شد که یک مدار ترکیبی ببندند. بدین ترتیب که مدار زیر، روی تابلو رسم شد و آن‌ها در دستگاه خود شبیه‌سازی و شدت جریان و اختلاف پتانسیل هر مقاومت را جداگانه محاسبه کردند. در این مرحله، فراگیران مسئله را به‌درستی و به‌راحتی انجام دادند.



در پایان، جهت ارزشیابی روش تدریس، از فراگیران خواسته شد پرسش‌هایی را روی برگه بنویسند و به‌صورت گروهی به حل مسائل بپردازند و سپس مسئله آخر را به‌صورت انفرادی حل کنند.

برتری این روش: در این روش تدریس معلم، بسیار کم صحبت می‌کند و فراگیران بیشترین فعالیت را دارند و بدون اینکه معلم به درس اشاره‌ای کند خود آن‌ها به قوانین دست می‌یابند، و تدریس با سرعت بسیار خوبی پیش می‌رود. شور و شوق آموختن در این روش در چهرهٔ دانش‌آموزان کاملاً مشهود است. به‌عنوان معلم از یادگیری فراگیران بسیار راضی بودم و رضایتمندی را در چهرهٔ آن‌ها می‌دیدم. در پایان کلاس کلیپ‌های آموزشی، که از قبل آماده شده بودند، به نمایش درآمد. دانش‌آموزان از این بخش نیز بسیار استقبال کردند.

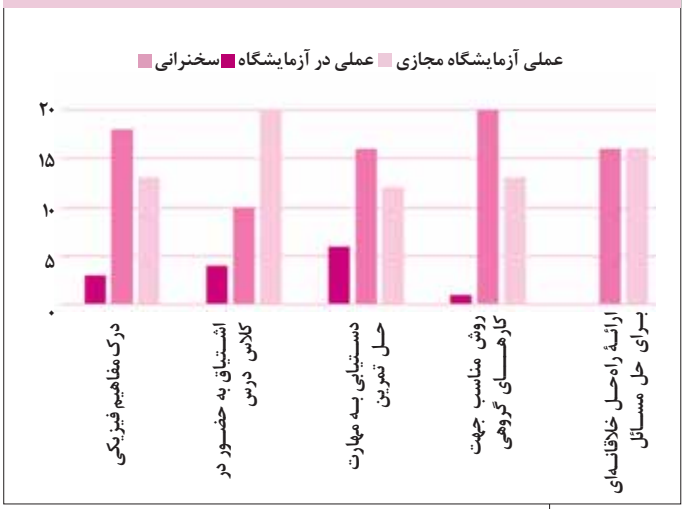
در تدریس فعال مراحل زیر انجام می‌شود: مرور درس گذشته با صحبت مختصر معلم و یا هدایت بحث توسط او، بیان مسئله مربوط به جلسه، فعالیت فردی یا گروهی دانش‌آموزان به‌صورت گفت‌وگو، آزمایش، بارش مغزی و ... ، ارائهٔ راه‌حل‌های متفاوت از طرف دانش‌آموزان، بحث بر روی راه‌حل‌ها، جمع‌بندی مطالب و توضیحات تکمیلی توسط معلم. نتیجه‌ای که من از کلاس درس و تحلیل آزمون دانش‌آموزان گرفتم این بود که: روش سخنرانی به مراتب بازخورد کمتری نسبت به دو روش دیگر دارد، و جهت تفهیم موضوع‌های فیزیک باید از روش‌های فعال بهره برد. برای اطمینان از درستی نظرم به روش زیر عمل کردم. یک جلسه، برای کل کلاس، تدریس در آزمایشگاه مدرسه انجام شد که به گفتهٔ دانش‌آموزان از جلسات شاد آموزشی بود. من معلم، فعالیت کمتری داشتم و کمتر از روزهای قبل، که تدریس به صورت سخنرانی بود، احساس خستگی کردم. جلسه بعد کلاس در وبگاه آموزشگاه برگزار شد. نکته قابل توجه در این جلسه بروز

خلاقیت بیشـــتر دانش‌آموزان بود به‌گونه‌ای که هر مسئله به چند روش مختلف حل و شـــور و حال خوبی در کلاس درس مشاهده می‌شد [۷].

عنوان: بهترین روش تدریس فیزیک				
نام معلم: الهام حیدری				
ردیف	تأثیر عوامل زیر در یادگیری شما با روش تدریس معلم	معلم‌محور (سنتی)	عملی انجام آزمایش	عملی آزمایشگاه مجازی (phet)
۱	درک مفاهیم فیزیکی به‌طور عمیق و کاربرد آن‌ها در زندگی روزمره			
۲	اشتیاق و علاقه‌مندی به‌حضور در کلاس درس			
۳	دستیابی به مهارت حل تمرین			
۴	تمایل به کارهای گروهی و امکان انجام آن در کلاس درس			
۵	روش تدریس اجازه ارائهٔ راه‌حل خلاقانه برای حل مسائل را می‌دهد			

فرم نظرسنجی شمارهٔ ۲

عنوان: یافتن بهترین روش برای تدریس درس فیزیک



دانش‌آموزان بهترین روش یادگیری درس فیزیک را روش انجام آزمایش و عدم درک مفاهیم و کاربرد آن‌ها را مهم‌ترین دلایل عملی و مجازی می‌دانند.

پیشنهادها

ارائهٔ مثالی ملموس از طبیعت پیرامون جهت شبیه‌ســـازی با موضوع مورد بحث، نشـــان دادن یک کلیپ آموزشی کوتاه یا طـــرح کردن یک معمای جالب بـــرای ایجاد انگیزه، روش ذهن‌ورزی (درگیر کردن ذهن دانش‌آموزان با طرح پرسشی ســـاده)، پرهیز از روش ســـخنرانی و معلم‌محور، مشـــارکت دانش‌آموزان در امر تدریس، اختصـــاص زمان کوتاهی برای اســـتراحت در حیـــن تدریـــس، برگـــزاری کلاس درس در آزمایشـــگاه مدرسه دست‌کم یک جلســـه در ماه، گروه‌بندی کردن دانش‌آموزان، تشـــویق به موقع دانش‌آموزان، بررســـی پرســـش‌های امتیازی در پایان هر جلســـه، مشخص کردن تکلیف برای منزل.

۷. نتیجه‌گیری

ارزشمندترین دارایی یک معلم دقایقی است که با دانش‌آموز در کلاس می‌گذرانـــد. پس باید از ایـــن زمان به بهترین نحو ممکن اســـتفاده کند. برای دانش‌آموزان نیز این زمان بسیار ارزشـــمند است؛ زیرا اگر با مشکلی مواجه شوند معلم حضور دارد و می‌تواند آن را برطرف کند. به روش سخنرانی انتقادهای زیادی شـــده اســـت. اما با وجود این انتقادات در کلاس‌های سراســـر دنیا برخـــی از معلمان ترجیح می‌دهنـــد هنوز هم سخنرانی کنند. زیرا واقعیت این است که قدیمی‌ترین روش آموزشی در کل دنیا را به راحتی نمی‌توان کنار گذاشت. اینک به مقایسه روش‌های سنتی و روش‌های نوین می‌پردازیم:

روش سنتی

- یادگیری در سطح دانش است.
- محفوظـــات ذهنی دانش‌آموزان بالا می‌رود و در جلســـه امتحان آنچه را در ذهن دارند به خاطر می‌آورند.
- معلم متکلم وحده است و کمترین همکاری و مشارکت از سوی شاگردان در کلاس دیده می‌شود.
- هدف نهایی کســـب نمره بالا توسط دانش‌آموزان است و اینکه مطالب پس از مدتی فراموش شوند اهمیتی ندارد.

روش نوین

- یادگیری در سطح کاربرد است.
- دانش‌آموزان می‌آموزند که با آزمون و خطا و تبادل دانسته ایشان با دیگران، مطلب را بیاموزند و در ذهن ماندگار کنند.
- معلم ناظر بر تدریس است و کلاس توسط شاگردان اداره می‌شود.
- هدف یادگیری مفاهیم و کاربرد آن ها در زندگی روزمره است.

منابع

۱. آرنولد، بریان، (۱۳۹۲)، **درک فیزیک با رویکرد تصویری**، ترجمه روح‌الله خلیلی بروجنی، چاپ سوم، تهران، انتشارات مدرسه.
۲. عباس هرمزی، سوسن، (۱۳۸۵)، **روش پژوهش علمی و شیوه نگارش آن**، اهواز، انتشارات مهزیار.
۳. دهقانی، لیلی، (۱۳۹۲)، **تدریس جذاب فیزیک**، تهران، مدیا.
٤. قاسمی پویا، اقبال، (۱۳۸۲)، **راهنمای معلم پژوهنده**، تهران، نشر اشاره.
۵. ربیعی، مژگان، (۱۳۹٤)، «چگونه کلاس فیزیک را به خلق آزمایش‌های ساده سوق دادم»، مجله رشد آموزش فیزیک، دورهٔ سی‌ویکم، شمارهٔ ۲، ص ۳۰.
٦. معصومی‌نژاد، سیدرضا، (۱۳۹٤)، «درک مفاهیم فیزیک با مثال‌های ملموس»، مجله رشد آموزش فیزیک، دورهٔ سی‌ویکم، شمارهٔ۲، ص ۳٦.
۷. اصغری، محمد، (۱۳۹٤)، «اقدام‌پژوهی دربارهٔ تدریس فیزیک نور»، مجله رشد آموزش فیزیک، دورهٔ سی‌و یکم، شمارهٔ ۲، ص ۱۲.

موزهٔ علوم لندن

دکتر حسن قلمی باویل علیایی
عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

اشاره

موزه مکانی اســـت که فراموشی انســـان را از بین می‌برد و به او یادآوری می‌کند که چه کسی است؟ کجا زندگی می‌کند؟ وقتی یک شـــی در موزه قرار می‌گیرد کاربردی‌تر می‌شود و می‌تواند در نشان دادن راه توسعه آن کشـــور تأثیرگذار باشد. در یک کلام، نگاه موزه‌ای نگاه توسعه‌ای به آینده است و از قدیم گفته‌اند آینده متعلق به افرادی است که گذشته‌شان را می‌شناسند.

موزه‌های بزرگی در دنیا وجود دارد به‌طوری که دیدن هر قسمت آن‌ها یک روز تمام وقت می‌برد؛ موزه‌هایی که اســـامی عجیب و غریبی دارند؛ مانند موزه لوور در فرانسه، موزه آرمیتاژ در روسیه، موزه متروپولیتن در آمریکا، موزه آکروپولیس در یونان و .... مسئولان موزه‌ها چه کارهایی انجام می‌دهند که موزه‌های آن‌ها شلوغ‌اند و یکی از مهم‌ترین جاذبه‌های گردشگری هستند؟

کلیدواژه‌ها: موزه علوم، لندن، علـــوم، فناوری اطلاعات، مهندسی

موزه علوم لندن

یکی از موزه‌های معروف، موزهٔ علوم در شـــهر لندن در محله کنزینگتون جنوبی اســـت. این موزه در حدود ۱۶۰ سال پیش در ســـال ۱۸۵۷ در کاخ شیشه‌ای و غول‌پیکر کریستال پالاس افتتاح شـــد و امروزه از مهم‌ترین جاذبه‌های گردشگری لندن است، به‌طوری که ســـالانه میلیون‌ها نفر (موزه علوم لندن در ســـال ۲۰۱۵ در حدود ۳/۳۵۶/۲۱۲ نفر بازدیدکننده داشـــته است) از این موزه بازدید می‌کنند. به مانند باقی موزه‌های ملی کشور انگلســـتان که با بودجه عمومی اداره می‌شوند بازدید از این موزه برای عموم آزاد است. هر چند ممکن است نمایشگاه‌های موقت در محل موزه برگزار شوند که هزینه ورودی داشته باشد.

آدرس وبگاه موزه http://www.sciencemuseum.org.uk/ است. با وارد شدن به وبگاه می‌توانید از اطلاعات کلی و برنامه‌های علمی موزه با خبر شوید. وبگاه به چهار زبان آلمانی، فرانسوی، ایتالیایی و اسپانیایی علاوه‌بر از زبان انگلیسی طراحی شده است و به روزرسانی می‌شود. با این کار گردشگران بیشتری می‌توانند از امکانات موزه با خبر شوند و از آن استفاده کنند.

موزه علوم شامل دو قسمت بایگانی و ساختمان اصلی است. در انبارهای متعلق به قسمت بایگانی نزدیک به ۳۰۰ هزار قطعه بـــا ارزش وجود دارد که اغلب آن‌ها دیگر به نمایش عمومی در نمی‌آید، از اولین خودروها گرفته تا ابزارهای پزشکی، ابزارهای شکنجه، ماشین چاپ و حتی بتون‌های مسلح ....

در این گنجینه هواپیمایی مســـافربری وجود دارد که با گروه قابل‌توجهی از خودروهای قدیمی از قبیل یک لاکهید ال-۷۴۹، فورد ادســـل زشـــت فیروزه‌ای و خودروهای رولزرویس احاطه شده است. از این گنجینه با ارزش در یک فرودگاه متروکه در ویلتشایر نگهداری می‌شود.

ولی ساختمان اصلی موزه علوم که در کنار موزه تاریخ طبیعی قرار دارد، ســـاختمانی ۷ طبقه در قلب شـــهر لندن در محلهٔ کنزینگتون است که تاریخ علوم و دستاوردهای فناوری آینده را در معرض دید بازدیدکنندگان قرار می‌دهد. امروزه بخشی از اشـــیای با ارزش متعلق به موزه در جایی نگهداری می‌شود که زمانی دفتر پست بوده است.

موزه علوم لندن را بِنِت وودکرافت[1] در ســـال ۱۸۵۷ تأسیس کرد. کار کلنگ‌زنی موزه علوم را ملکه ویکتوریا انجام داد. موزه علوم لندن در آن زمان مجموعه‌ای از ماشـــین‌آلات به نمایش گذاشته بود که در ســـال ۱۸۵۸ به موزه اهدا شد و سپس در سال ۱۹۶۳ ثبت دفتری شد. این مجموعه آثار هنری بسیاری داشت که اکنون بخشی از موزه علوم لندن به‌شمار می‌روند.

موزه علوم لندن

اکثر قسمت‌های موزه، مسائل مختلف علمی را به صورت تعاملی به بازدیدکنندگان جوان که از اقصی‌نقاط آن کشور و جهان در قالب گردش‌های علمی به موزه می‌آیند، عرضه می‌کند.

در این موزه ردپایی دیدنی از تمام فناوری‌های ارائه شده در دو قرن اخیر به چشم می‌خورد. این مجموعه‌های دیدنی در چهار گروه علوم، پزشکی، فناوری اطلاعات و ارتباطات و مهندسی برای بازدیدکنندگان ارائه شده است.

بخش جدید بسیار مورد استقبال عموم قرار گرفته، تصویری فریبنده و گاه ترســـناک از علم ژنتیک، رایانه و دستاوردهای

در موزهٔ علوم لندن ردپایی دیدنی از تمام فناوری‌های ارائه شده در دو قرن اخیر به چشم می‌خورد. این مجموعه‌دیدنی در چهار گروه علوم، پزشکی، فناوری اطلاعات و ارتباطات و مهندسی برای بازدیدکنندگان ارائه شده است

احتمالی دانش در آینده از قبیل گذراندن تعطیلات در فضا در برابر چشمان بازدیدکنندگان است.

در یک گالری نسبتاً جدید به نام جهان جدید، آپولوی ۱۰ را قرار داده‌اند که باعث پیشرفت‌هایی در علوم شده است.

این موزه یکی از غنی‌ترین موزه‌های علمی دنیاست که در آن طیف وسیعی از ابزارآلات و دستگاه‌های علمی و فناورانه قرون مختلف به چشم می‌خورد.

زندگی در سال ۲۰۵۰ چگونه خواهد بود و آیا سفرهای تفریحی به مدار زمین و فضا به راحتی مسافرت‌های هوایی بین شهری خواهد بود؟ در گالری آینده، پاسخ‌های مناسب به این پرسش‌ها داده می‌شود. در این گالری جذاب و هیجان‌برانگیز، بازدیدکنندگان موزه با مفاهیم جذابی از علوم و فناوری‌ها روبه‌رو می‌شوند.

پرده‌های عظیم IMAX موزه علوم لندن نیز یکی دیگر از بخش‌های هیجان‌برانگیز و پرطرفدار این موزه به حساب می‌آیند که با پخش فیلم‌های متنوع علمی و فناورانه در پرده‌های عظیم بیش از ۲۰ متر ارتفاع بازدیدکنندگان را غافلگیر می‌کنند.

موزه علوم لندن میزبان نمایشگاهی از جهان روبات‌ها هم هست اما نکتهٔ شگفت‌انگیز آن است که براساس شواهد، ساخت روبات‌ها دست‌کم از پنج قرن پیش آغاز شده است.

در این موزه، توسعه دانش ساخت روبات‌ها نشان داده شده است؛ از زمان آغاز استفاده از ماشین‌های خودکار، مانند قوی مکانیکی نقره‌ای و موزیکال که در قرن هجده میلادی ساخته شده است تا روبات‌های شگفت‌انگیز عصر حاضر.

در بخش دیگری از موزه آزمایش‌های زنده برای دانش‌آموزان بازدیدکننده انجام می‌دهند. در این آزمایش‌ها که توضیح آن در زیر آمده است، بازدیدکنندگان با پدیده‌هایی از مکانیک، نور، صوت و... آشنا می‌شوند و آنان را کشف می‌کنند. این آزمایش‌ها به مدت تقریبی یک ربع برای گروه سنی ۴-۱۱ سال انجام می‌شود. دانش‌آموزان از تجربه‌های زنده لذت می‌برند و به دنبال یافتن پاسخ پدیده‌ها هستند. آن‌ها یاد می‌گیرند بیشتر مشاهده کنند، بهتر بشنوند، بیشتر فکر کنند و بیشتر تجربه کنند. در زیر به نمونه‌هایی از آزمایش‌ها اشاره می‌شود.

در بخش دیگری از موزه آزمایش‌های زنده برای دانش‌آموزان بازدیدکننده انجام می‌دهند. در این آزمایش‌ها بازدیدکنندگان با پدیده‌هایی از مکانیک، نور، صوت و... آشنا می‌شوند

۱. پژواک صوت

بازدیدکنندگان مطابق شکل مقابل لوله خالی به طول ۱۵ متر می‌ایستند و درون آن فریاد می‌زنند. هنگامی که درون لوله صوت ایجاد می‌کنند، صوت به انتهای لوله می‌رسد سپس بازتابیده می‌شود و به سمت بازدیدکنندگان برمی‌گردد. درون لوله دو زبانه وجود دارد که با تغییر مکان و یا با باز کردن آنان می‌توانند طول لوله را تغییر بدهند.

آنان با این کار می‌توانند زمان پژواک را تغییر بدهند. سرعت صوت تقریباً ۳۳۰ متر بر ثانیه است. بنابراین مدتی طول می‌کشد تا بازتاب صوت به بازدیدکنندگان برسد. این موضوع پژواک تولید می‌کند.

چون سرعت نور خیلی بیشتر از سرعت صوت است بنابراین پدیده پژواک در آن مشاهده نمی‌شود.

دو سر لوله باز است. فشار هوای درون لوله بیشتر از فشار بیرون آن است. هنگامی که امواج صوتی به انتهای لوله می‌رسند، تغییرات فشار هوا باعث بازتاب صوت درون لوله می‌گردد. از این پدیده برای ساخت ادوات موسیقی استفاده می‌شود.

۲. ایجاد لرزش روی صفحه توسط صدا

در آزمایش دیگر، بازدیدکنندگان به روی صفحه‌ای که زیر آن بلندگو قرار دارد می‌ایستند و سپس موسیقی پخش می‌شود. با افزایش شدت صدای موسیقی صفحه شروع به لرزش می‌کند و آنان می‌توانند آن را حس کنند. هر چقدر شدت صدا بیشتر باشد

میزان لرزش صفحه بیشتر خواهد شد. بازدیدکنندگان به کمک یک ولوم می‌توانند شدت صدا را کنترل کنند.

هرچیزی که ارتعاش کند از بال زدن پروانه گرفته تا زلزله صوت تولیدمی‌کند.

۳. پدیده تشدید

در آزمایش دیگر انتهای لوله صوتی شفاف و پر از روغن به یک بلندگو وصل است. بازدیدکنندگان می‌توانند با تغییر بسامد و شدت صدای بلندگو الگوهای متفاوت را درون روغن تولید کنند. در بسامد خاصی پدیده تشدید درون لوله به‌وجود می‌آید.

۴. گم شدن بین آینه‌ها

در این آزمایش پرهیجان بازدیدکنندگان در بین آینه‌های متقاطع قرار می‌گیرند و بر اثر تشکیل تصاویر متعدد مسیر خود را گم می‌کنند. آنان باید بدون توجه به بازتاب تصاویرشان، راه خروج از بین آینه‌ها را بیابند.

۵. اتاق فرابنفش

بازدیدکنندگان وارد اتاق پر از نور فرابنفش می‌شوند که چشم انسان قادر به تشخیص آن نیست. در این اتاق آنان می‌توانند تأثیر نور فرابنفش را به روی خود، لباس و اشیای محیط کشف کنند. هنگامی که نور فرابنفش به برخی از اشیا می‌تابد آن‌ها درخشان می‌شوند. مثلاً دست‌های کثیف درخشان‌تر از دست‌های تمیز به نظر می‌رسند. در این حالت بازدیدکنندگان به ویژگی‌های نور فرابنفش پی می‌برند. البته برای دیدن اشیا از لامپ بنفش رنگ استفاده می‌کنند.

۶. انسان معلق

به کمک آینه L شکل بازدیدکنندگان می‌توانند بازتاب نیمه‌ای از بدن خود را در هوا ببینند. در این حالت آنان احساس می‌کنند که در هوا معلق هستند و می‌توانند دست و پاهای خود را تکان بدهند. این آزمایش خطای دید جالبی را برای دیگران ایجاد می‌کند.

۷. سطح شیب‌دار

بازدیدکنندگان از سطح شیب‌دار که به صورت سرسره از سه جنس متفاوت ساخته شده، استفاده می‌کنند. این سطوح از جنس چوب، مرمر و چمن هستند. آنان تأثیر اصطکاک در سرعت را با بازی متوجه می‌شوند. سرعت سر خوردن در هر سه سطح متفاوت است.

۸. پرتابه

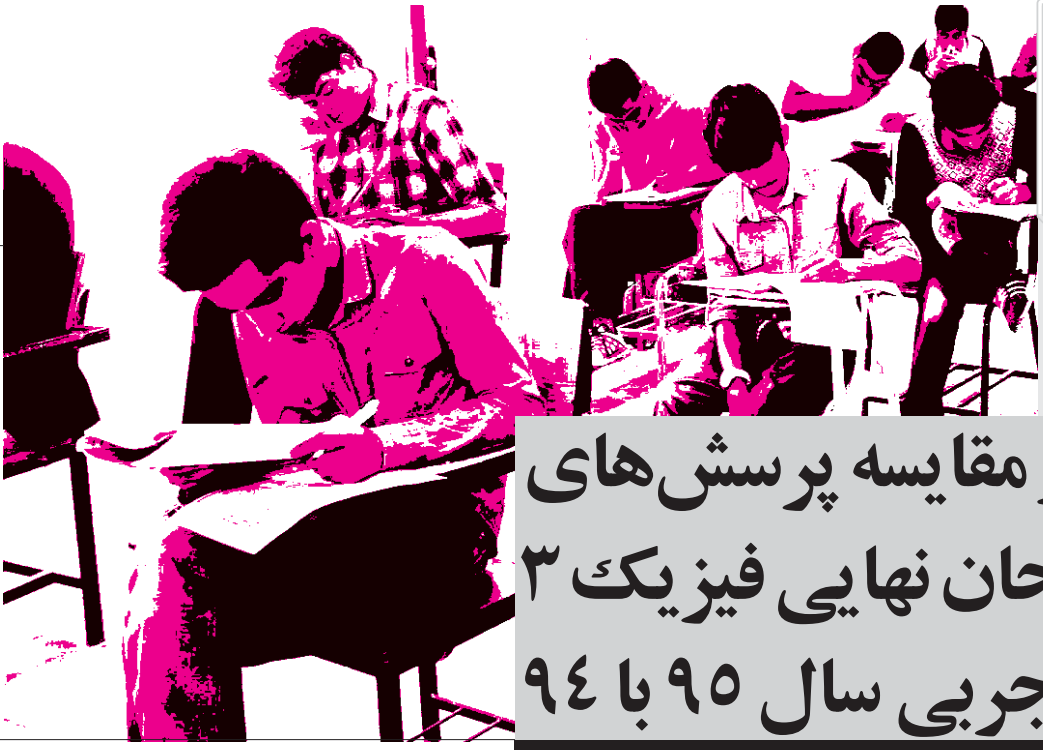
بازدیدکنندگان به کمک این دستگاه مسیر حرکت پرتابه را به وضوح مشاهده می‌کنند. دستگاه تکه طنابی حلقه‌ای را با سرعت معین و تحت زاویه دلخواه به هوا پرتاب می‌کند. همان گونه که در شکل مشاهده می‌شود مسیر حرکت طناب، سهمی است. حال می‌توان با تغییر زاویه سهمی‌های متفاوتی به‌وجود آورد.

پی‌نوشت

1. Bennet Woodcroft

منابع

1. https://www.tasnimnews.com/fa/news/1395/11/03/
2. https://en.wikipedia.org
3. https://www.hamshahrionline.ir/details/73069/Science/scientific
4. http://www.sciencemuseum.org.uk/
5.https://www.scienceandmediamuseum.org.uk/whats-on/wonderlab#educational-visits



بررسی و مقایسه پرسش‌های امتحان نهایی فیزیک ۳ رشته تجربی سال ۹۵ با ۹۴

ارغوان کیانی، کارشناس فیزیک، کارشناس ارشد روان‌شناسی تربیتی
زهرا رفیعه، کارشناس فیزیک، کارشناس ارشد ژئوفیزیک

چکیده
مقاله حاضر به تحلیل محتوا (تحلیل کیفی و کمی) پرسش‌های امتحان نهایی درس فیزیک ۳ درسال ۱۳۹۵در رشته تجربی و مقایسه آن با سال۱۳۹۴ می‌پردازد. بنابر یافته‌های این تحقیق، سطح پرسش‌های سال ۹۵ دشوار و بیشتر در حیطه کاربرد و به‌صورت گسترده پاسخ و بیشتر آن‌ها از مسئله‌های تغییر یافته کتاب بوده‌اند.

کلیدواژه‌ها: تحلیل محتوا، پرسش‌های امتحان نهایی، فیزیک

۱. مقدمه

در فرایند یادگیری و یاددهی، آزمون و ارزشیابی تحصیلی مهم‌ترین نقش را برعهده دارد و می‌تواند به اهداف پیش‌بینی شده در آموزش کمک بسزایی کنند. یک ارزشیابی واقعی، محک خوبی برای مدرس و فراگیران و رویکرد برنامه‌ریزان در اهداف آموزش است؛ یکی از مهم‌ترین آزمون‌ها، که نقش اساسی در سرنوشت دانش‌آموزان دارد، امتحانات نهایی سال سوم متوسطه است. با توجه به تأثیرگذاری نمرات آن درکنکور سراسری و به‌ویژه در سال‌های اخیر که جایگاه خاصی پیدا کرده، اهمیت آن مضاعف شده است. بنابراین لازم است آزمون‌های آن نیز از روایی خاصی برخوردار باشند.

۲. مسئلهٔ پژوهش

طرح پرسش نقش کلیدی و اساسی در گردآوری اطلاعات به منظور آگاهی از تحقق انتظارات آموزشی ـ پرورشی و بهبود و توسعهٔ یادگیری دانش‌آموزان ایفا می‌کند، زیرا از طریق طرح پرسش‌ها و استفاده از روش و ابزار مناسب، می‌توان به محدودیت‌ها و نارسایی‌های موجود در اجزای نظام آموزشی شامل معلم، دانش‌آموز، محتوای آموزش، آیین نامه، شرایط و موقعیت آموزش، شیوه‌های یادگیری ـ یاددهی پی برد و براساس نتایجی که از تجزیه و تحلیل اطلاعات گردآوری شده به دست می‌آید، می‌توان در جهت اصلاح و بهبود امور و فعالیت‌های آموزشی، و جهت‌دهی به فرایند آموزش معلم و یادگیری دانش‌آموزان اقدام کرد. بنابراین، همان‌طور که از مطالب بالا استنباط می‌شود، سنجش می‌تواند بر فرایند یادگیری دانش‌آموزان و آموزش معلم تأثیر عمیقی بگذارد. لذا تحلیل محتوا یکی از روش‌های مهم پژوهش است که در سال‌های اخیر بیشتر مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است [۶].

۲-۱ تعریف و مفهوم تحلیل محتوا

فرد، ان کرلینجر[۱] تعریف جامعی از این روش ارائه می‌دهد: «تحلیل محتوا روش مطالعه و تجزیه و تحلیل ارتباط‌ها به شیوه نظام‌مند، عینی و کمی برای اندازه‌گیری متغیرهاست».

وی در بیان ویژگی‌های تحلیل محتوا می‌افزاید: «در گذشته برای اندازه‌گیری متغیرها، از این روش کمتر استفاده شده است. اما کاربرد جدید و فزاینده آن درپژوهش رفتاری به اندازه‌گیری متغیرهایی معطوف بوده است که بدون این روش، اندازه‌گیری آن‌ها امکان‌پذیر نیست.

تعریف برنارد برلسون[۲] از تحلیل محتوا هم تعریف جامعی است زیرا هنوز با گذشت بیش از چهل سال، پژوهشگران از آن استفاده می‌کنند. برلسون می‌نویسد: تجزیه و تحلیل

محتوا، یک شیوه تحقیقی است که برای تشریح عینی، منظم و کمی محتوای آشکار پیام‌های ارتباطی به‌کار می‌رود.

در تعریف بالا، مفاهیم «کمی و کیفی»، «عینی و ذهنی» و «آشکار و نهان» جای بحث بسیار دارد. گرچه تحلیل محتوا اصولاً بر مبنای داده‌های کمی است، ولی می‌توان متغیرهای کیفی را به متغیرهای کمی تبدیل کرد.

در تحلیل محتوا، پژوهشگر پیام‌های تولید شده را مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌دهد و به دنبال یافتن پاسخی برای پرسش‌های تحقیق خود است.

۲-۲ اهداف تحقیق

اهداف مورد بررسی در این پژوهش عبارت‌اند از:

۱. تحلیل و بررسی پرسش‌ها در حیطه‌های مختلف شناختی
۲. تقسیم‌بندی سطح دشواری پرسش‌ها
۳.دسته‌بندی نوع پرسش‌ها
٤. تقسیم‌بندی منابع پرسش‌ها
۵. محاسن و معایب پرسش‌ها

۳. روش تحقیق واجرای آن

پژوهش حاضر با استفاده از روش کیفی و کمی و بهره‌گیری از رویکرد تحلیل محتوای کیفی صورت گرفته است. روش تحلیل محتوای کیفی به این صورت است که براساس چارچوب نظری، مقوله‌های تحلیل استنباط و استخراج می‌شود. پس از تعیین مقوله‌ها نوبت به متن می‌رسد تا با این مقولات محک زده شود و میزان انطباق آن با مقولات سنجیده شود [۲]. اطلاعات مورد نیاز برای تحلیل پرسش‌ها یک آزمون، پاسخ‌هایی هستند که آزمون شوندگان به هر سؤال داده‌اند. در این تحقیق اولین مقوله‌ای که به آن پرداخته است عبارت است از:

۳-۱ تحلیل و بررسی پرسش‌ها در حیطه‌های مختلف شناختی

اهداف آموزشی بسیار متنوع هستند و برای سهولت مطالعه، آن‌ها را به گونه‌های مختلف طبقه‌بندی کرده‌اندکه معروف‌ترین طبقه‌بندی اهداف اموزشی به وسیله گروهی ازمتخصصان آموزش و ارزشیابی پیشرفت تحصیلی تهیه و به نام بنجامین بلوم۳ که سرپرستی این گروه را برعهده داشته معروف شده است. اهداف آموزشی ابتدا به سه حوزۀ کلی با نام‌های حوزه شناختی، حوزه عاطفی، حوزه روانی ـ حرکتی تقسیم‌بندی می‌شوند و هر حوزه دارای طبقه‌بندی مخصوص به خود است. چون که هدف ما تحلیل محتوای پرسش‌هاست، از این‌رو تمام حوزه‌های شناختی را مورد بررسی قرار داده‌ایم.

با توجه به داده‌های جدول مشاهده می‌شود که بیشتر پرسش‌ها در سطح به‌کار بستن است. نتایج حاصل از جدول ۱و ۲ و ۳ نشان دهنده بیشترین بارم پرسش‌ها در سال ۹۵ به سطح به کار بستن و با افزایش ۵٪ نسبت به سال ۹٤ اختصاص دارد.پس از آن پرسش‌های تحلیلی ٤۱/۲۵ و با افزایش ۱۰٪ است. و بعد در سطح فهمیدن ٦/۲۵٪ که نسبت به سال ۹٤، ۸/۷۵٪ کاهش و کمترین بارم در سال ۹۵ در سطح به یادآوردن اختصاص دارد. و همان‌طور که دیده می‌شود در سطح ارزشیابی و آفریدن هیچ بارمی وجود ندارد. در حالی‌که پرسش‌های ارزشیابی دانش‌آموزان را در موقعیت‌های جدیدی قرار می‌دهد و مجال بیشتری برای فکر کردن و اندیشیدن در مورد مفاهیم علوم در اختیار آن‌ها می‌گذارد که یکی از اهداف اساسی در تحول بنیادین در آموزش‌وپرورش است [٤].

همچنین در سال ۹۵ در بیشتر سطوح بالاتر شناختی پرسش طرح شده و بارم آن افزایش یافته که نشان دهنده کیفیت بهتر پرسش‌هاست.

از طریق طرح پرسش‌ها و استفاده از روش و ابزار مناسب می‌توان به محدودیت‌ها و نارسایی‌های موجود در نظام آموزشی شامل معلم، دانش‌آموز، محتوای آموزش، آیین‌نامه‌شرایط و موقعیت آموزش و شیوه‌های یادگیری ـ یاددهی پی برد

جدول شماره ۱: توزیع درصد پرسش‌ها و بارم هر سؤال سال ۱۳۹۵ در حیطه‌های مختلف شناختی

پایه: سوم			رشته: تجربی									سال: ۱۳۹۵									
بارم سؤال	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵	۱/۷۵	۱/۵	۱/۲۵	۱/۷۵	۱/۵	۱	۰/۷۵	۰/۷۵	۱	۱/۵	۱/۷۵	۱/۲۵	۱/۲۵	۱	۱/۲۵	۱/۲۵	۱	جمع	درصد
	۱	۲	۳	٤	۵	٦	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱٤	۱۵	۱٦	۱۷	۱۸			
به یاد آوردن									۱										۵	۵	
فهمیدن						۱/۲۵													۱/۲۵	٦/۲۵	
به کار بستن			۰/۲۵	۱/۲۵	۱		۱	۱/۵					۱	۱/۲۵			۰/۷۵	۱/۷۵	۹/۷۵	٤۸/۷۵	
تحلیل	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵		۰/۷۵			۰/۷۵	۰/۷۵	۱	۰/۲۵		۱	۰/۵			۸/۲۵	٤۱/۲۵	
ارزشیابی																					
آفریدن																					
جمع																			۲۰	۱۰۰	

جدول شماره ۲: توزیع درصد پرسش‌ها و بارم هر سؤال امتحان نهایی درس فیزیک رشته تجربی سال ۱۳۹۴ در حیطه‌های مختلف شناختی

پایه: سوم				رشته: علوم‌تجربی									سال: ۱۳۹٤								
بارم سؤال	۱	۰/۷۵	۲	۰/۷۵	۱	۱	۰/۷۵	۱	۱/۵	۱/۷۵	۱	۰/۷۵	۱	۱/۲۵	۰/۷۵	۱	۱/۲۵	۱/۵	۱	جمع	درصد
شماره سؤال	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱٤	۱٥	۱٦	۱۷	۱۸			
به یاد آوردن	۰/۵									۰/۵					۰/۲۵				۱/۲۵	٦/۲۵	
فهمیدن						۱				۰/۵		۰/۵			۰/۲۵	۰/۷۵			۳	۱۵	
به کار بستن			۲	۰/۷۵	۱				۱/۷۵				۰/۵	۰/۷۵		۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۵	۸/۷۵	٤۳/۷۵	
تحلیل	۰/۵						۰/۷۵	۱		۰/۵	۱/۲۵	۰/۲۵	۰/۵		۰/۵		۰/۵	۰/۵	٦/۲۵	۳۱/۲۵	
ارزشیابی																					
آفریدن		۰/۷۵																			
جمع																			۲۰	٪۱۰۰	

جدول شماره ۳: مقایسه توزیع درصد پرسش‌ها و بارم هر پرسش امتحان نهایی درس فیزیک رشته تجربی سال ۹۵ با ۹۴ در حیطه‌های مختلف شناختی

تجربی	۱۳۹٥		۱۳۹٤		نتیجه
	نمره	درصد	نمره	درصد	
به یاد آوردن	۱	٥	۱/۲٥	٦/۲٥	در سال ۹۵، پرسش‌های سطح به یاد آوردن ۱/۲۵ درصد کاهش
فهمیدن	۱/۲٥	٦/۲٥	۳	۱٥	در سال ۹۵، ۸/۷۵ درصد پرسش‌ها در سطح فهمیدن کاهش
به‌کار بستن	۹/۷٥	٤۸/۷٥	۸/۷٥	٤۳/۷٥	در سال ۹۵، ٥ درصد پرسش‌ها در سطح به‌کار بستن افزایش یافته
تحلیل	۸	٤۰	٦/۲٥	۳۱/۲٥	در سال ۹۵، ۸/۷۵ درصد پرسش‌ها سطح تحلیل افزایش
ارزشیابی					
آفریدن			۰/۷٥	۳/۷٥	تنها در سال ۹٤، ۳/۷۵ درصد پرسش‌ها در سطح آفریدن آمده

۳-۲ طبقه‌بندی تجدیدنظر شده حوزه شناختی

در طبقه‌بندی تازه حوزه شناختی آندرسون[٤] و کراتول یک بعد دانش و یک بعد فرایند شـــناختی وجود دارد. بعد دانش شـــامل دانش امور واقعی[٥] (دانش عناصر اساســـی مورد نیاز یادگیرنده برای آشنا شدن با یک رشته علمی، دانش مفهومی[٦] (دانش مقوله‌ها، طبقه‌ها و روابط میان آن‌ها)، دانش روندی[۷] (دانش چگونگـــی انجام دادن کارها) و دانش فراشـــناختی[۸] (دانش شناخت به‌طورکلی و دانش فرد درباره خودش) و بعد فرایند شـــناختی شامل به یاد آوردن، فهمیدن، به کاربستن، تحلیل کردن، ارزشیابی کردن و آفریدن است [۲].

نتایج جدول ٦ و ۷ نشـــان دهنده آن است که پرسش‌ها در سال ۹٤ مانند سال ۹۳ به ترتیب از سطح دانش روندی سپس مفهومی تا دانش امور واقعی طرح شده است.

۳-۳ تقسیم‌بندی سطح دشواری پرسش‌ها

گردآوری اطلاعـــات درباره میزان نمره‌های ارائه شـــده در سطوح مختلف، مشکل است و داده‌های اطلاعات در جامعه، نواقص خاصی دارند اما به‌طور نسبی می‌توان به جداول شماره ۱ و ۲ اشاره کرد [۱].

جدول شماره ۴: توزیع نمرات در حیطه‌های شناختی توسط دبیرخانه فیزیک

سطوح حیطه شناختی		نمره ملاک	درصد	سطوح ارزشیابی
دانشی	دانش	۳	٪۱٥	آسان
فرادانشی	درک و فهم	٥	٪۲٥	متوسط
	کاربرد	٦	٪۳۰	
	تجزیه و تحلیل	۳	٪۱٥	دشوار
	ترکیب	۲	٪۱۰	
	ارزشیابی	۱	٪٥	
	جمع	۲۰	٪۱۰۰	

در تحلیل محتوا، پژوهشگر پیام‌های تولید شده را مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌دهد و به دنبال پاسخی برای پرسش‌های تحقیق خود است

جدول بالا براساس فرم ارزشیابی پرسش‌های فیزیک ارسالی از دبیرخانه فیزیک است [۱].

پرسش‌ها براساس ملاک‌های مهم از جنبه سطوح یادگیری مورد سنجش در حیطه شناختی صورت می‌گیرد. به‌عنوان مثال در یک امتحان برای تعیین سطح دشواری امتحان ممکن است پیشنهاد شود:

۱. پرسش‌های طبقه دانش (آسان)
۲. پرسش‌های طبقه درک و فهم (متوسط پایین)
۳. پرسش‌های طبقه کاربرد و تجزیه و تحلیل (سطح بالا)
٤. پرسش‌های طبقه ترکیب و ارزشیابی (دشوار)

بدیهی است این تقسیم‌بندی بنابر ماهیت محتوا در درس‌های مختلف تغییر می‌کند. سطح دشواری پرسش‌های امتحانی، از قبل توسط طراح پرسش به‌صورت نظری و مطابق با اهداف امتحان و با توجه به موارد زیر تعیین می‌شود.

۱. پرسشی دشوار است که تا ۲۵٪ دانش‌آموزان بتوانند به آن پاسخ صحیح دهند.

۲. پرسشی متوسط محسوب می‌شود که ۲٦ تا ۵۱ درصد دانش‌آموزان بتوانند به آن پاسخ صحیح بدهند.

۳. پرسش‌هایی آسان محسوب می‌شوند که بیش از ۷۵٪ دانش‌آموزان بتوانند به آن پاسخ صحیح بدهند.

فرم کلی سطح دشواری پرسش‌های امتحانی براساس ۲۱٪ آسان ۳۱٪ متوسط پایین و ۳۱٪ متوسط بالا و ۲۱٪ دشوار طراحی می‌شود. بدیهی است که این فرم می‌تواند براساس اهداف امتحان و .... تغییر یابد.

جدول شماره ۵: توزیع درصد پرسش‌ها از لحاظ دشواری در سطوح مختلف حیطه‌های شناختی

سطوح ارزشیابی	سطوح حیطه شناختی	توزیع درصد سؤالات						دامنه نمره
آسان	دانش	٪۲۵	٪٤۰	٪۳۰	٪۳۵	٪٤۰	٪۳۵	۵-۸
متوسط	درک فهم ـ کاربرد	٪۵۵	٪٤۰	٪۵۰	٪٤۵	٪۵۰	٪۵۰	۸-۱۱
دشوار	تحلیل و ترکیب و ارزشیابی	٪۲۰	٪۲۰	٪۲۰	٪۲۰	٪۱۰	٪۱۵	۲-٤
جمع		٪۱۰۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰	۲۰

جدول شماره ۶: ابعاد دانش براساس تقسیم‌بندی اندرسون ـ کراتول رشته تجربی سال ۱۳۹۵

پایه: سوم			رشته: تجربی								سال: ۱۳۹۵									
بارم سؤال	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵	۱/۷۵	۱/۵	۱/۲۵	۱/۷۵	۱/۵	۱	۰/۷۵	۰/۷۵	۱	۱/۵	۱/۲۵	۱/۲۵	۱	۱/۲۵	۱/۵	۰/۷۵	۰/۷۵	جمع	درصد
شماره سؤال	۱	۲	۳	٤	۵	٦	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱٤	۱۵	۱٦	۱۷	۱۸		
دانش امور واقعی									۱						۱				۲	٦/۲۵
دانش مفهومی	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵			۱/۲۵	۰/۷۵				۰/۷۵					۰/۵	۰/۷۵	۱/۷۵	۰/۷۵	۳۱/۲۵
دانش روندی	۰/۷۵			۱/۷۵	۱/۵		۱	۱/۵		۰/۷۵		۱	۱/۲۵	۱/۲۵					۱۰/۲۵	٦۲/۵
دانش فراشناختی																				
جمع																			۲۰	۱۰۰

جدول شماره ۷: ابعاد دانش براساس تقسیم‌بندی اندرسون ـ کراتول رشته تجربی سال ۱۳۹۴

پایه: سوم			رشته: علوم‌تجربی								سال: ۱۳۹٤									
بارم سؤال	۱	۰/۷۵	۲	۰/۷۵	۱	۱	۰/۷۵	۱	۱/۷۵	۱/۵	۱/۲۵	۰/۷۵	۱	۰/۷۵	۱	۱/۵	۱/۲۵	۱	جمع	درصد
شماره سؤال	۱	۲	۳	٤	۵	٦	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱٤	۱۵	۱٦	۱۷	۱۸		
دانش امور واقعی	۰/۵					۰/۷۵				۰/۵					۰/۲۵				۲	۵
دانش مفهومی	۰/۵					۰/۲۵		۱		۱	۱/۲۵	۰/۷۵			۰/۷۵	۰/۷۵			٦/۲۵	۳۱/۲۵
دانش روندی		۰/۷۵	۱	۰/۵	۱		۰/۷۵		۱/۷۵				۱	۰/۷۵		۰/۷۵	۱/۲۵	۱	۱۱/۲۵	۵٦/۲۵
دانش فراشناختی																				
جمع																			۲۰	۱۰۰

جدول شماره ۸: مقایسه ابعاد دانش براساس تقسیم‌بندی اندرسون ـ کراتول رشته تجربی سال ۹۵ با ۹۴

تجربی	۱۳۹۵		۱۳۹٤		نتیجه
	نمره	درصد	نمره	درصد	
دانش امور واقعی	۲	۱۰	۲	۱۰	در سال ۹۵، پرسش‌ها سطح دانش امور واقعی برابر با سال ۹٤
دانش مفهومی	۷/۵	۳۷/۵	٦/۲۵	۳۱/۲۵	در سال ۹۵، پرسش‌ها سطح دانش مفهومی ٦/۲۵٪ افزایش
دانش روندی	۱۰/۲۵	۵۱/۲۵	۱۱/۲۵	۵٦/۲۵	در سال ۹۵، پرسش‌ها سطح دانش روندی ۵٪ کاهش
دانش فراشناختی					

۳-۴ دسته‌بندی نوع پرسش‌ها

براساس کتاب سیف [۲] انواع پرسش‌ها را می‌توان مطابق جداول ۹ و ۱۰ و ۱۱ تقسیم‌بندی نمود. نتایج حاصل از جدول نشان می‌دهد بیشتر پرسش‌ها سال ۹۵ تغییر یافته از کتاب بودند و هیچ پرسش جدید طرح نشده و فقط ۰/۵٪ از پرسش‌ها مربوط به آزمایش بوده است. در حالی‌که در سال ۹٤ بیشترین پرسش‌ها از تمرین‌های کتاب بودند و کم‌ترین مانند سال ۹۵ به طرح آزمایش اختصاص یافته بودند.

جدول شماره ۹: دسته‌بندی نوع پرسش‌های فیزیک رشته تجربی و بارم درصد هر پرسش از بارم و درصد کل پرسش‌های سال ۱۳۹۴

		پایه: سوم				رشته: علوم تجربی										سال: ۱۳۹٤									
بارم سؤال		۱	۰/۷۵	۲	۰/۷۵	۱	۰/۷۵	۱	۱/۵	۱/۷۵	۱	۱/۲۵	۱/۵	۱/۷۵	۱	۰/۷۵	۱	۱/۲۵	۱/۵	۱	۰/۷۵	۱	۱/۲۵	جمع	درصد
		۱	۲	۳	٤	۵	٦	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱٤	۱۵	۱٦	۱۷	۱۸						
منبع پرسش	متن	۱					۱				۱/۵					۱								٤/۵	۲۲/۵
دقیقاً از کتاب	فعالیت																								
	تمرین‌ها							۰/۷۵	۱	۱/۷۵			۰/۷۵	۱	۰/۷۵		۱/۵							۷/۵	۳۷/۵
	مثال			۲	۰/۷۵	۱												۱/۲۵	۱					٦	۳۰
	آزمایش		۰/۷۵																		۰/۷۵			۰/۷۵	۳/۷۵
تغییر یافته	تغییر یافته کتاب											۱/۲۵												۱/۲۵	٦/۲۵
	نوعی جدید																								
جمع																								۲۰	٪۱۰۰

جدول شماره ۱۰: دسته‌بندی نوع پرسش‌های فیزیک رشته تجربی و بارم درصد هر پرسش از بارم و درصد کل پرسش‌های سال ۱۳۹۵

		پایه: سوم				رشته: علوم تجربی										سال: ۱۳۹۵									
بارم سؤال		۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵	۱/۷۵	۱/۵	۱/۲۵	۱/۷۵	۱/۵	۱	۰/۷۵	۰/۷۵	۱	۱/۲۵	۱/۲۵	۱	۱/۲۵	۱/۲۵	۰/۵	۰/۷۵	۰/۷۵	۱۸	جمع	درصد
		۱	۲	۳	٤	۵	٦	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱٤	۱۵	۱٦	۱۷	۱۸					
منبع پرسش	متن						۱/۲۵			۱	۰/۲۵					۱							۳/۵	٪۱۷/۵
دقیقاً از کتاب	فعالیت		۰/۲۵																				۰/۷۵	٪۳/۷۵
	تمرین‌ها			۰/۵		۱		۱	۱/۵			۰/۷۵		۱/۲۵				۰/۷۵					٦/۷۵	٪۳۳/۷۵
	مثال		۰/۲۵			۰/۵									۰/۷۵								۱/۵	٪۷/۵
	آزمایش												۰/۵										۰/۵	٪۲/۵
تغییر یافته	تغییر یافته کتاب	۰/۷۵	۰/۲۵	۱/۲۵	۱/۷۵			۰/۷۵					۰/۵		۰/۵		۰/۵		۱/۷۵				۷	٪۳۵
	نوعی جدید																							
جمع																							۲۰	٪۱۰۰

جدول شماره ۱۱: مقایسه دسته‌بندی نوع پرسش‌های فیزیک رشته تجربی و بارم و درصد هر پرسش و درصد کل پرسش‌های سال ۹۵ با ۹۴

تجربی		۱۳۹۵		۱۳۹٤		نتیجه
منبع پرسش		نمره	درصد	نمره	درصد	
دقیقاً از کتاب	متن	۳/۵	۱۷/۵	٤/۵	۲۲/۵	در سال ۹۵، پرسش‌های مربوط به متن ۵ درصد کاهش یافته
	فعالیت	۰/۷۵	۳/۷۵			تنها در سال ۹۵ پرسش‌ها از فعالیت‌ها بوده است
	تمرین‌ها	٦/۷۵	۳۳/۷۵	۷/۵	۳۷/۵	در سال ۹۵، ۳۳/۷۵ درصد پرسش‌ها دقیقاً مربوط به تمرین‌ها بوده‌اند در حالی‌که در سال ۹٤، ٤/۲۵ درصد بیش از آن بوده است.
	مثال	۱/۵	۷/۵	٦	۳۰	در سال ۹۵، پرسش‌های مربوط به مثال‌ها ۳۲/۵۰ درصد افزایش یافته است
	آزمایش	۰/۵	۲/۵	۰/۷۵	۳/۷۵	در سال ۹۵، پرسش‌های مربوط به آزمایش‌ها ۱/۲۵ درصد کاهش یافته‌اند
تغییر یافته	تغییر یافته کتاب	۷	۳۵	۱/۲۵	٦/۲۵	در سال ۹۵، پرسش‌های تغییریافته کتاب ۲٦/۲۵ درصد افزایش یافته است
	نوعی جدید					در هر دو سال هیچ پرسشی طرح نشده است
جمع		۲۰	۱۰۰	۲۰	۱۰۰	

۳-۴ دسته‌بندی نوع پرسش‌ها

براساس کتاب سیف [۲] انواع پرسش‌ها را می‌توان مطابق جداول ۱۲ و۱۳ تقسیم‌بندی کرد. نتایج حاصل از جدول نشان می‌دهد که ٤٥٪ پرسش‌ها در مسئله سال ۹۵ مانند سال ۹٤ با ۷/۵٪ کاهش بود و پرسش‌های توضیحی شامل ۲۱/۲۵٪ که نسبت به سال گذشته ٦/۲۵٪ افزایش را نشان می‌داد و کمترین سؤالات به صورت پرسش شامل ۲/۵٪ که نسبت به پارسال ۱/۲۵٪ افزایش یافته و کامل کردنی ۳/۷۵٪ را دربرگرفته است.

۳-۴ دسته‌بندی نوع پرسش‌ها

براساس کتاب سیف[۲] انواع پرسش‌ها را می‌توان مطابق جداول ١٤ و ١٥ و ١٦ تقسیم‌بندی کرد. نتایج حاصل از جدول نشان می‌دهد که بیشتر پرسش‌ها در سال ۹۵ مانند سال ۹٤ مسئله بود و کمترین پرسش هم آزمایش و بعد مثال‌ها را شامل می‌شد. و در ضمن هیچ پرسش نوع جدید در هر دو سال طرح نشده است.

جدول شماره ۱۲: دسته‌بندی نوع پرسش‌های فیزیک رشته تجربی و بارم درصد هر پرسش از بارم و درصد کل پرسش‌های سال ۱۳۹۵

پایه: سوم									رشته: تجربی									سال: ۱۳۹۵										
نوع پژوهش									شماره پرسش																		جمع	درصد
بارم پرسش			۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵	۱/۷۵	۱/۵	۱/۲۵	۱/۷۵	۱/۵	۱	۰/۷۵	۰/۷۵	۱	۱/۵	۱/۷۵	۱/۲۵	۱/۲۵	۱	۰/۵	۰/۷۵	۰/۷۵	۱					
			۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱٤	۱٥	۱٦	۱۷	۱۸								
عینی	صحیح غلط							۱/۲۵																		۱/۲۵	٦/۲۵
	جورکردنی										۱						۱										۲	۱۰
	چندگزینه‌ای																											
تشریحی	کوتاه پاسخ	تداعی		۰/۷۵								۰/۲۵														۱/۲۵	٦/۲۵
		کامل کردنی	۰/۷۵																								۰/۷۵	۳/۷۵
		پرسشی			۰/۲۵									۰/۲۵													۰/۵	۲/۵
	گسترده پاسخ	توضیحی			۰/۵				۱/۵			۰/۵	۰/۷۵	۰/۵				۰/۵									٤/۲۵	۲۱/۲۵
		مسئله				۱/۲۵	۱/۵		۰/۲۵	۱/۵					۱/۲۵	۱/۲۵			۰/۷۵	۱/۲۵							۹	٤٥
		نمودار (شکل)				۰/۵														۰/۵							۱	۵
جمع																											۲۰	٪۱۰۰

جدول شماره ۱۳: دسته‌بندی نوع پرسش‌های فیزیک رشته تجربی و بارم و درصد هر پرسش از بارم و درصد کل پرسش‌ها در سال ۱۳۹۴

پایه: سوم									رشته: علوم تجربی									سال: ۱۳۹٤										
نوع پژوهش									شماره پرسش																		جمع	درصد
بارم پرسش			۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵	۱/۷۵	۱/۵	۱/۲۵	۱/۷۵	۱/۵	۱	۰/۷۵	۰/۷۵	۱	۱/۵	۱/۷۵	۱/۲۵	۱/۲۵	۱	۰/۵	۰/۷۵	۰/۷۵	۱					
			۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱٤	۱٥	۱٦	۱۷	۱۸								
عینی	صحیح غلط																۱										۱	۵
	جورکردنی																											
	چندگزینه‌ای											۱/۵		۰/۲۵													۱/۷۵	۸/۷۵
تشریحی	کوتاه پاسخ	تداعی																										
		کامل کردنی						۱		۱				۰/۲۵													۲/۲۵	۱۱/۲۵
		پرسشی												۰/۲۵													۰/۲۵	۱/۲۵
	گسترده پاسخ	توضیحی	۱										۱/۲۵					۰/۷۵									۳	۱۵
		مسئله		۲		۰/۷۵	۱		۰/۷۵		۱/۷۵				۱	۰/۷۵			۱/۲۵	۰/۵	۰/۷۵		۱				۱۰/۵	۵۲/۵
		نمودار (آزمایش)			۰/۷۵															۰/۵							۱/۲۵	٦/۲۵
جمع																											۲۰	٪۱۰۰

جدول شماره ۱۴: دسته‌بندی نوع پرسش‌های فیزیک رشته تجربی و بارم و درصد هر پرسش از بارم و درصد کل پرسش‌ها در سال ۱۳۹۵

پایه: سوم									رشته: علوم تجربی									سال: ۱۳۹۵										
بارم پرسش			۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵	۱/۷۵	۱/۵	۱/۲۵	۱/۷۵	۱/۵	۱	۰/۷۵	۰/۷۵	۱	۱/۵	۱/۷۵	۱/۲۵	۱/۲۵	۱	۰/۵	۰/۷۵	۰/۷۵	۱					
			۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱٤	۱٥	۱٦	۱۷	۱۸								
منبع	متن			۰/۵				۱/۲۵				۰/۵		۰/۵													۵/۲۵	۲٦/۲۵
سؤال	فعالیت			۰/۲۵								۰/۲۵															۰/۵	۲/۵
دقیقاً از کتاب	تمرین‌ها						۱		۱	۱/۵			۰/۷۵														۳/۲۵	۱٦/۲۵
	مثال					۰/۵																					۰/۵	۲/۵
	آزمایش													۰/۵													۰/۵	۲/۵
تغییر یافته	تغییر یافته کتاب		۰/۷۵		۰/۷۵	۱/۷۵	۱		۰/۷۵						۱/۲۵	۱/۲۵			۱/۷۵	۱/۷۵							۱۰	۵۰
	نوعی جدید																											
جمع																											۲۰	٪۱۰۰

جدول شماره ۱۵: دسته‌بندی نوع پرسش‌های فیزیک رشته تجربی و بارم درصد هر پرسش از بارم و درصد کل پرسش‌های سال ۱۳۹۴

پایه: سوم						رشته: علوم تجربی										سال: ۱۳۹۴										
بارم سؤال		۱	۰/۷۵	۲	۰/۷۵	۱	۱	۰/۷۵	۱	۱/۷۵	۱/۵	۱/۲۵	۰/۷۵	۱	۰/۷۵	۱	۱/۵	۱	۰/۷۵	۱	۰/۷۵	۱	۱/۲۵	جمع	درصد
		۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱٤	۱٥	۱٦	۱۷	۱۸						
منبع پرسش دقیقاً از کتاب	متن	۱					۱				۱/۵					۱								٤/۵	۲۲/۵
	فعالیت																								
	تمرین‌ها							۰/۷۵	۱	۱/۷۵			۰/۷۵	۱	۰/۷۵		۱/۵			۷/۵				۳۷/۵
	مثال			۲	۰/۷۵	۱														٦	۱	۱/۲۵		۳۰	
	آزمایش		۰/۷۵																	۰/۷۵				۳/۷۵	
تغییر یافته	تغییر یافته کتاب											۱/۲۵								۱/۲۵				٦/۲۵	
	نوعی جدید																								
جمع																				۲۰				٪۱۰۰	

جدول شماره ۱۶: مقایسه دسته‌بندی نوع پرسش‌های فیزیک رشته تجربی و بارم و درصد هر پرسش و درصد کل پرسش‌های سال ۹۵ با ۹۴

تجربی		۱۳۹۵		۱۳۹٤		نتیجه
منبع پرسش		نمره	درصد	نمره	درصد	
دقیقاً از کتاب	متن	٥/۲٥	۲٦/۲٥	٤/٥	۲۲/٥	در سال ۹۵، پرسش‌های مربوط به متن ٤/۲٥ درصد افزایش یافته است
	فعالیت	۰/٥	۲/٥			تنها در سال ۹۵ از فعالیت‌ها ۲/٥ درصد پرسش بوده است
	تمرین‌ها	۳/۲٥	۱٦/۲٥	۷/٥	۳۷/٥	در سال ۹۵ پرسش‌های مربوط به تمرین‌ها ۲۱/۲٥ درصد کاهش یافته است
	مثال	۰/٥	۲/٥	٦	۳۰	در سال ۹۵، پرسش‌های مربوط به مثال‌ها ۲۷/٥ درصد کاهش یافته است
	آزمایش	۰/٥	۲/٥	۰/۷٥	۳/۷٥	در سال ۹۵، پرسش‌های مربوط به آزمایش‌ها ۱/۲٥ درصد کاهش یافته است
تغییر یافته	تغییر یافته کتاب	۱۰	٥۰	۱/۲٥	٦/۲٥	در سال ۹۵، پرسش‌های تغییر یافته کتاب ٤٤/۷٥ درصد افزایش یافته است
	نوعی جدید					هیچ پرسشی طرح نشده است
جمع		۲۰	۱۰۰	۲۰	۱۰۰	

۴.نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این پژوهش عبارت‌اند از:

۱. سطح پرسش‌های فیزیک ۳ متوسط دشوار (جدول ۱ و ۲) و بیشتر در حیطه کاربردی است.

۲. اکثر پرسش‌ها به‌صورت مسئله و در حیطه پرسش‌های تشریحی گسترده پاسخ است و تنوع در سایر سطوح تقریباً مانند سال گذشته دیده می‌شود. از جنبه‌های مختلف پرسش طرح شده است.

۳. قسمت اعظم پرسش‌ها از مسئله‌های تغییر یافته کتاب است.

٤. پرسشی در سطح ارزشیابی طرح نشده است، که نقطه ضعف پرسش‌هاست.

۵. تنوع نوع (عینی و غیرعینی) پرسش‌ها به مراتب بهتر از سال قبل است (رجوع شود به جداول ۱۲ و ۱۳ و ۱٤).

٦. تقسیم‌بندی منابع پرسش‌ها مطلوب است.

۷. بیشتر پرسش‌ها براساس تقسیم‌بندی اندرسون ـ کراتون در بعد دانش روندی (۱۰/۲۵ نمره) و پس از آن ۷/۵ نمره در بعد دانش مفهومی و ۲ نمره به بعد دانش امور واقعی نسبت داده شده است، در حالی‌که به بعد دانش فراشناختی هیچ‌گونه پرسشی اختصاص داده نشده است. مشابه سال ۱۳۹٤که تقسیم‌بندی بر این روال بوده است.

۵.پیشنهادها

۱. بررسی پرسش‌ها به‌طور دقیق هر سال در تمام گروه‌های آموزشی انجام شود، تا نقاط قوت و ضعف آن شناسایی و برای سال‌های بعد اصلاح گردد.

۲. اطلاع‌رسانی این‌گونه پژوهش و تحقیق به سایر شهرها و مناطق، چه از طریق web و چه با چاپ در مجله و یا روش‌های دیگر.

۳. بررسی و تحلیل محتوای پرسش‌های فیزیک دوره پیش دانشگاهی نیز صورت گیرد.

پی‌نوشت‌ها

1. Fred N. Kerlinger
2. Bernard Berelson
3. Benjamin Bloom
4. Anderson
5. Factual knowledge
6. Conceptional knoeledge
7. Procedural knowledge
8. Metacognitive knoledge

منابع

۱. راسخ، مجید، مقاله، کیفیت‌بخشی به طراحی سؤالات فیزیک (جهت‌دهی به آموزش از طریق طراحی سؤال استاندارد، دبیرخانه راهبری کشوری درس فیزیک، تاریخ اطلاعیه: ۹۳/۰۳/۲۹).

۲. سیف، علی‌اکبر، اندازه‌گیری، سنجش و ارزشیابی آموزشی، چاپ ششم (۱۳۹۰).

۳. سؤالات امتحان نهایی فیزیک ۳ خرداد ۹۴ و ۹۳.

٤. کرپندورف باقر، تحلیل محتوا، مبانی روش‌شناسی، ترجمه هوشنگ نایبی، ص ۱۳-۱٤.

۵. فیزیک ۳ و آزمایشگاه، دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی.

٦. یوسفی ارجمند، نشریه پژوهش، شماره ۳ (۱۳۸۵: ٦۵).

سختی‌سنجی نانو، گامی جدید برای شناخت دنیـــــای نو

فاطمه سلیمانی، مریم گلی، محمدحسن فرجی
پژوهش‌سرای دانش‌آموزی کاوش کهریزک

چکیده

می‌دانیم که ویژگی‌های مختلف مواد اعم از خواص فیزیکی، شیمیایی و یا مکانیکی می‌توانند در ابعاد نانو تغییر کنند. در واقع این تغییر اســت که باعث مهم شدن نانو مواد می‌شود و کاربردهای جدیــدی از این مواد را برای ما به وجود می‌آورد. به‌طور مثال بســیار می‌شنویم که با ورود مواد به محدوده نانو رنــگ آن‌ها که از جمله خواص فیزیکی آن‌هاســت می‌تواند تغییر کند. یا قابلیت ســوختن و واکنش آن‌ها با اکسیژن که جزء خواص شــیمیایی مواد محســوب می‌شود، به دلیل ریز شدن اندازه ذرات به شدت افزایش می‌یابد. همین‌طور خواص مکانیکی مواد مانند سختی، استحکام، چقرمگی و ... در ابعاد نانو تغییر می‌کند. ولی نکتهٔ جالب‌توجه اندازه‌گیری این خواص برای نانومواد اســت. زیرا به دلیل ریز بودن این مواد، ساخت و به‌کارگیری دستگاه‌هایی که در این محدوده از اندازه‌ها کار کنند معمولاً بسیار دشــوار است. به‌طور مثال چگونه ممکن است که سختی یک ماده را در ابعاد بسیار ریز اندازه بگیریم؟ در این مقاله به معرفی روش نانو سختی‌سنجی می‌پردازیم.

کلیدواژه‌ها: نانو مواد، سختی سنجی، روش برینل، روش ویکرز، روش راکول

مقدمه

خواص مکانیکی به ویژگی‌هایی گفته می‌شود که مستقیماً به واکنش جسم در مقابل اعمال نیرو به آن مربوط می‌شوند. سختی یک جســم از جمله خواص مکانیکی جسم است. به این ترتیب که ســختی در واقع مقاومت جسم در برابر تغییر شکل در هنگامی است که با جسم دیگری که به آن نیرو وارد می‌کند در تماس قرار می‌گیرد. صرف‌نظر از بحث نانو، سختی یک جســم را در صنعت معمولاً به این شکل می‌سنجند که با یک جســم سخت نیروی مشخصی به جسم مورد سنجش وارد می‌کنند. به این جسم سخت نفوذگر می‌گویند. نفوذگر از جنس ماده‌ای با سختی بسیار بالا مانند فولاد سخت، الماس یا بورکاربید است. هنگامی که نفوذگر به جسم وارد می‌شود اثری از خود بر روی جســم باقی می‌گذارد. اندازه این اثر به ســختی جسم بستگی دارد. به این شــکل که هر چه جسم ســخت‌تر باشد نفوذگر کمتر در آن نفوذ می‌کند و تأثیر نفوذ (اثر سختی) کوچک‌تر خواهد بود. به این ترتیب با اندازه‌گیری این اثر می‌توان مقدار سختی جسم را تعیین کرد.

انواع روش‌های سختی‌سنجی

در صنعت روش‌های مختلفی برای ســنجش سختی مواد وجــود دارند. مهم‌تریــن روش‌هایی که برای مــواد در ابعاد معمولــی به‌کار می‌رونــد روش‌های برینل، ویکــرز و راکول هستند.

الف) روش برینل

در ایــن روش از یک نفوذگر کروی از جنس فولاد ســخت اســتفاده می‌کنند. بنابراین اثر نفوذ به شکل دایره است و با اندازه‌گیری قطر دایره از روی جدول‌های اســتاندارد سختی جسم به دست می‌آید.

شکل ۱. دستگاه سختی سنج برینل

شکل ۲: نفوذگر برینل

ب) روش ویکرز

در ایـــن روش از یک نفوذگر هرمی با زاویه رأس ۱۳۶ درجه و از جنس الماس اســـتفاده می‌شـــود. اثر نفوذ به شکل مربع است که با اندازه‌گیری قطر مربع اندازه سختی به‌دست می‌آید. در روش‌هـــای برینل و راکول باید اندازه اثر نفوذ توســـط یک میکروسکوپ بزرگ‌نمایی شده و خوانده شود.

شکل ۳. اثر نفوذ حاصل از نفوذگر ویکرز

ج) روش راکول

روش راکـــول خودش به ســـه بخش A و B و C تقســـیم می‌شود. در راکول‌های نوع A و C از نفوذگر الماس مخروطی شـــکل و در راکـــول B از نفوذگر فولادی کروی اســـتفاده می‌شود. در روش راکول میزان نفوذ مستقیماً توسط دستگاه به‌دست می‌آید و نیازی به میکروسکوپ نیست.

شکل ٤. نمونه‌ای از نفوذگر راکول در حال بارگذاری روی نمونه

سختی سنجی نانو

ایـــن روش در طول دهه اخیر برای اندازه‌گیری ســـختی مواد در ابعاد بسیار کوچک توسعه یافته است. این روش اکنون برای اندازه‌گیری خواص مکانیکی لایه‌های نازک و سطحی از جمله لایه‌هایی که توسط کاشست یون بهسازی می‌شوند متداول است. در این روش از حسگرهایی با ضریب تفکیک بالا استفاده می‌شود تا حرکت نفوذگر را حین نفوذ در جسم و یا بالا آمدن حس کنند. در بعضی موارد نیروها در حد نانونیوتون کوچک و جابه‌جایی‌ها در حد آنگستروم قابل شناسایی هستند. یکی از بزرگ‌ترین مزیت‌های این روش این است که نیازی به استفاده از میکروسکوپ ندارند و اندازه‌گیری‌ها را در حد زیر میکرون ممکن می‌سازد. در این روش معمولاً از نفوذگر برکوویچ استفاده می‌شود. این نفوذگر به شکل هرم چهاروجهی و از جنس الماس و اثر نفوذ به شکل مثلث است. ساخت نفوذگری با این شـــکل از نفوذگر ویکرز ساده‌تر است و می‌توان این نوع نفوذگر را در اندازه‌های بسیار ریز تولید کرد. البته استفاده از نفوذگرهای با شکل‌های دیگر نیز در سختی سنجی نانو ممکن اســـت ولی پرکاربردترین نفوذگر نانو همان برکوویچ اســـت. پس از بار برداری (بالا آمدن نفوذگر از روی سطح نمونه) دســـتگاه میزان نفوذ نفوذگر به جسم را اندازه می‌گیرد و از روی آن ســـختی نمونه را تشخیص می‌دهد. لازم به ذکر است که به علت حساسیت بســـیار بالای نفوذگر و استفاده از نیروهای کم، دستگاه تحت شرایط مراقبت ویژه‌ای کار می‌کند به شکلی که کمترین ضربه‌ای به دستگاه حین کار می‌تواند خطای بالایی در نتایج ایجاد کند.

شکل ۵. اثر نفوذ حاصل از نفوذگر برکوویچ

نتیجه‌گیری

اگرچه به دلیل استفاده از حسگرهای پیشرفته و حساسیت بالای دستگاه، سختی سنجی نانو روشی پیچیده و گران‌قیمت اســـت ولی این امکان را برای ما فراهـــم می‌کند که بتوانیم ســـختی نانو مواد را به‌طور مســـتقیم اندازه‌گیری کنیم. در حالی‌که امروزه هنوز امکان اندازه‌گیری بعضی از خواص مواد به‌طور مســـتقیم وجود ندارد و برای به‌دست آوردن بعضی از خواص نانو مواد از روش‌هایی مانند محاســـبه و شبیه‌سازی رایانه‌ای اســـتفاده می‌کنند، این روش می‌تواند در شـــناخت بیشتر دنیای نانو کمک مهمی به ما کند.

منابع

1. ASTM handbook, E92
2. ASTM handbook, E10
3. ASTM handbook, E18
4. IBIS hand Book Of Nano Indentation, A.C, Fischer- Cripps

باورها و اختلاف نظرها در فیزیک

کاربست قانون‌های فیزیک در ادعاهای شبه علمی

نویسنده: میلتون راتمن
ترجمهٔ آرش ظهوریان پُردل

بخش دوم

چطور می‌دانیم که نمی‌توان از هیچ، انرژی به‌دست آورد؟

تاریخچهٔ مفهوم انرژی، نشان می‌دهد که چگونه فرضیه، نظریه، آزمایش دربرهم‌کنش با یکدیگر، معلومات جدید را به‌وجود می‌آورند. پیش از اختراع این مفهوم، خیال‌پردازی‌های خلق حرکت به‌وسیلهٔ سازوکار ناب و بدون نیروی محرک خورشید، باد و یا آتش، تا اندازه‌ای معقول در نظر گرفته می‌شد. به دلیل ناآگاهی از اصول بنیادی، نخستین جویندگان حرکت دائم، دلیلی نداشتند تا بفهمند آنچه را که در تلاش انجامش هستند، طبیعت ممنوع کرده است.

در اینجا، عمداً از اختراع مفهوم انرژی سخن می‌گویم. انرژی، به‌عنوان یک مفهوم انتزاعی، در واقع یک اختراع انسانی است، برخلاف چیزهایی که واقعاً در طبیعت وجود دارند و از نظر دانشمندان، چیزی جز ذرات بنیادی: کوارک‌ها، الکترون‌ها، فوتون‌ها، گلوئون‌ها، و سایر موجودات مینیاتوری هستند.

تمام این‌ها با هم برهم‌کنش می‌کنند و ترکیب می‌شوند تا چیزهایی را به وجود آورند که از طریق حواسمان و یا با وسایل اندازه‌گیری مشاهده می‌کنیم. حتی اگر موجود زنده‌ای در کار نباشد که بخواهد این ذرات را مشاهده کند، باز هم این ذرات وجود خواهند داشت و به حرکت و برهم‌کنش‌هایشان با یکدیگر ادامه می‌دهند. آن‌ها بدون ما نیز به‌خوبی از عهدهٔ کارشان برمی‌آیند. هر چه باشد، برای ستارگان کهکشان‌های دوردست، اساساً اهمیتی ندارد که ما ناظر آن‌ها باشیم یا نه. آن‌ها آنچه را که باید، انجام می‌دهند.

برعکس، کیفیت‌های انتزاعی مانند زیبایی، خوبی، تکانه، و انرژی، صرفاً مفاهیمی هستند که توسط انسان‌ها ابداع شده‌اند تا بتوانند رفتار چیزهای مشاهده شده را توضیح دهند. به محض آنکه این مفاهیم اختراع و تعریف شدند، به‌عنوان ویژگی‌های قابل مشاهده در نظر گرفته می‌شوند و یاری‌رسان ما در تشخیص الگوها و حل مسائل خواهند بود. اما باید توجه داشت که این مفاهیم، مستقل از ذرات بنیادی و تفسیرهای ما از عملکردشان وجود ندارند. به‌عنوان مثال، انرژی هیچ‌گاه مستقیماً اندازه گرفته نمی‌شود: آنچه ما واقعاً مشاهده می‌کنیم، خمیدگی مسیر ذره‌ای باردار در یک میدان مغناطیسی، و یا دامنهٔ یک تپ الکتریکی در یک سیم است. انرژی، به‌عنوان یک کمیت فیزیکی، از چنین مشاهداتی استنباط می‌شود. به‌عبارت دیگر، نوعی انتزاع پیشرفته است.

***

به‌عنوان مثال چرا فیلسوف آلمانی گوتفرید لایب نیتس[1]، لازم دانست اصطلاح ویس ـ ویوا[2] (نیروی زنده) یعنی جرم جسم متحرک ضرب در مجذور سرعتش، را اختراع کند تا بتواند اندازه حرکت جسم را توصیف کند؟ هرچه باشد، قبل از آن، مفهوم سرعت برای توصیف حرکت جسم، در اختیار وی بود. پس چرا باز به خلق یک مفهوم انتزاعی دیگر دست زد؟

لایب نیتس به این مفهوم نیاز داشت زیرا مشاهده کرد هرگاه دو توپ بیلیارد (و یا اجسام کشسان دیگر) به‌هم برخورد کنند، ویس- ویوای کل آن دستگاه تغییر نمی‌کند. این «ثابت حرکت»، برای توصیف حالت دستگاه، مفید به نظر می‌رسید. به‌طور کلی، هرگاه چیزی داشته باشید که هنگام تغییر و حرکت چیزهای اطرافش ثابت بماند، آن‌چیز، مهم و مفید خواهد بود. چنین ویژگی‌ای، قطعاً به ما در حل مسائل مکانیک کمک خواهد کرد. بنابراین، لایب نیتس، ویس ویوا را به‌عنوان کمیت توصیف کنندهٔ حرکت در یک دستگاه در نظر گرفت و آن را به‌گونه‌ای تعریف کرد که دقیقاً دو برابر کمیتی باشد که امروزه آن‌را انرژی جنبشی می‌نامیم.

(می‌توان دانشمندان قرن هفدهم را مجسم کرد که کنار میز

بیلیارد ایستاده‌اند و دربارهٔ رفتار گیج‌کنندهٔ توپ‌های کوچک عاج روی پارچه سبز بحث می‌کنند! مطالعهٔ توپ‌های بیلیارد در فیزیک قرن هفدهم، بحث داغی بود و حتی هنوز هم در بسیاری از بخش‌های فیزیک اتمی و هسته‌ای، کاربرد دارد).

با این همه، چیزی که موضوع را پیچیده می‌کرد، مشاهده‌های قبلی انجام گرفته توسط رنه دکارت[3] (۱۶۵۰-۱۵۹۶) بود که مطابقِ آن، آنچه در برخورد توپ‌های بیلیارد بدونِ تغییر می‌ماند، تکانه دستگاه است. (تکانه یک جسم، به صورت جرم ضرب در سرعت تعریف شده بود، که سرعت در یک جهت، مثبت، و در جهتِ مخالف آن، منفی است). بنابراین، بحث‌های مفصلی بین دکارتی‌ها و لایب نیتسی‌ها در گرفت. دکارتی‌ها اعتقاد داشتند که پایستگی تکانه، یک امر بنیادین است، در حالی که لایب نیتسی‌ها، پایستگی ویس ـ ویوا را قاعده تلقی می‌کردند.

این ابهامات، با کارهای کریستیان هویگنس، ژان دالامبر[4] (۱۷۸۳-۱۷۱۷) و یوهان برنولی[5] (۱۷۴۸- ۱۶۶۷) به‌تدریج برطرف شدند. آن‌ها نشان دادند در واجهش دو جسم کشسان، هم تکانه کل و هم ویس ـ ویوای کل تغییر نمی‌کند. به‌عبارت دیگر، هم لایب نیتس و هم دکارت، هر دو درست می‌گفتند و برای اثبات آن، خون‌های فراوان ریخته شد. هرچه باشد معلومات جدید، آسان به‌دست نمی‌آید.

***

در قرن نوزدهم، ضریب $\frac{1}{2}$ به فرمول ویس ـ ویوا افزوده شد و کمیتی که امروز تحت عنوان انرژی جنبشی ($\frac{1}{2}mv^2$) می‌شناسیم، به‌دست آمد. یکی از نخستین کسانی که نیاز به این ضریب را تشخیص داد، گاسپاردو کوریولیس[6] (۱۸۴۳-۱۷۹۲) بود، که بیشتر با نیروی کوریولیس شناخته می‌شود: نیرویی که توسط ساکنان مستقر در اجسام چرخان احساس می‌شود. اما دلیل اینکه انرژی جنبشی جسم متحرک را نصف ویس‌ویوای کلاسیک در نظر گرفتند این بود که می‌خواستند انرژی جنبشی برابر کار مکانیکی شود که در مرحلهٔ اول جسم را به حرکت درمی‌آورد.

کار هم به نوبهٔ خود، به صورت اندازهٔ نیرو ضربدر مسافتی تعریف می‌شود که جسم در هنگام اعمال نیرو حرکت می‌کند (البته در ساده‌ترین حالت، که جهت نیرو با جهت حرکت یکی است). اما وقتی سرعتی را که جسم هنگام اعمال نیرو در یک مسافت مشخص به‌دست می‌آورد محاسبه می‌کنیم، درمی‌یابیم که مقدار کار لازم برای به‌حرکت درآوردن جسم را می‌توان برحسب جرم جسم (m) و سرعت نهایی (v) نوشت.

محاسبات نشان می‌دهد که نیرو ضربدر مسافت، برابر ($\frac{1}{2}mv^2$) است، که طبق تعریف همان مقدار انرژی جنبشی است.

بگذارید فرایندهای منطقی را که در حین ظهور تدریجی مفهوم انرژی، در ذهن فیزیک‌دان‌ها جریان داشت مجسم کنیم:

* مشاهده‌های مربوط به اجسام متحرک، نشان می‌دهد که برخی نظم‌های ساده و مشخصی در دستگاه‌های پیچیده وجود دارد.

* پس از کلنجار رفتن‌های فراوان، برخی کمیت‌های انتزاعی نظیر جرم و نیرو و تکانه و ویس ـ ویوا، تعریف شدند.

* با به‌کارگیری این مفاهیم، معلوم شد که می‌توان معادله‌هایی را نوشت که حرکت ذرات در شرایط معینی مانند تأثیر نیروی مشخص یا در حال برخورد با یکدیگر را توصیف کند.

این معادله‌ها، قانون‌های کلی طبیعت را نشان می‌دهند. نمونهٔ یک نوع از این قانون‌ها قانون دوم حرکت نیوتون است، که بیان می‌کند چگونه حرکت یک دستگاه متشکل از اجسام را (با داشتن مکان‌های اولیه، سرعت‌های اولیه، و نیز اندازه و جهت نیروهای وارد بر این اجسام) محاسبه کنیم.

* نوع دیگر قانون، با معادله‌هایی نشان داده می‌شود که به‌ویژه ساده‌اند: این معادله‌ها بیانگر آن هستند که اگر دستگاهی منزوی باشد، در این‌صورت حتی با وجود پیچیدگی‌های حرکت اجسام درون آن، برخی ویژگی‌های معین دستگاه (مثل تکانه و انرژی) تغییر نمی‌کنند.

این دستهٔ دوم قانون‌ها، قوانین پایستگی هستند که به کمیت‌های پایسته می‌پردازند. کمیت‌های پایسته، دارای این ویژگی‌اند که در شرایط مشخصی، ثابت می‌مانند (بدون توجه از جزئیات رفتار کلی دستگاه). قانون پایستگی انرژی و قانون پایستگی تکانه، به‌صورت بنیان‌های مکانیک درمی‌آیند. (مکانیک، شاخه‌ای از فیزیک است که به حرکت اجسام می‌پردازد).

واضح است که این فرایند چندان ساده نیست؛ به تکمیل این روند، به سه قرن تلاش بزرگ‌ترین خردمندان جهان متمدن نیاز داشت. کلید این کار تدوین تعریف‌های مناسب برای ویژگی‌های بنیادی فیزیک مانند جرم و تکانه و انرژی بود.

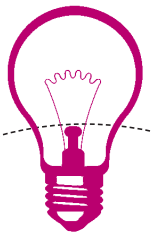
البته معیارهای مفید بودن یک تعریف، دشوار است. می‌توانیم، اگر بخواهیم، دست‌هایمان را تکان بدهیم و بگوییم که یک تعریف خوب، به ما کمک می‌کند تا چگونگی رفتار طبیعت را «درک کنیم». این استدلال تا اندازه‌ای درست است، و در واقع دلیل ابداع تمام تجربه‌هاست. با این همه، در بررسی و درک مبانی فیزیک، به انگیزه‌های دقیق‌تری نیاز داریم، زیرا ماهیت «شناخت»، به خوبی فهمیده نشده است! در این بحث انرژی و تکانه دارای اهمیت بسزایی هستند:

é اولاً، تکانه و انرژی، مفاهیمی کمّی هستند. آن‌ها نمایانگر کمیت‌هایی هستند که می‌توان با ابزار و روش‌های مناسب، آن‌ها را اندازه گرفت (دست‌کم به‌طور غیرمستقیم).

بنابراین، اساس این تعریف‌ها توصیف روش‌های اندازه‌گیری مناسب است. تعریف‌هایی با چنین ماهیتی را تعاریف عملیاتی می‌نامیم.

تعاریف عملیاتی، جزء لازم هر نظریه علمی هستند، چون مبنایی برای توافق بر سر مسئلهٔ مورد بحث را فراهم می‌کنند.

é ثانیاً، تعریف‌های انرژی و تکانه با کمیت‌هایی سروکار دارند



تکانه و انرژی، مفاهیمی کمّی هستند. آن‌ها نمایانگر کمیت‌هایی هستند که می‌توان با ابزار و روش‌های مناسب، آن‌ها را اندازه گرفت

که در طول برهم‌کنش‌های اجسام، پایسته می‌مانند. آن‌ها کمیت‌هایی هستند که با وجود اینکه همه‌چیز در حال تغییر است، ثابت می‌مانند و به این دلیل است که مهم تلقی می‌شوند. این ویژگی، که آن را ناوردایی می‌نامیم، بستر (متن کتاب: محرک) بسیار مهمی برای درک شماری از مهمترین مفاهیم فیزیک مدرن است.

***

در روند توسعهٔ فیزیک، مهم‌ترین کارها توسط کسانی انجام شد (و کماکان انجام می‌گیرد) که در بینِ تمام متغیرهای طبیعت، به دنبال آن‌هایی هستند که کاملاً ثابت و بدون تغییرند. در بین این ثابت‌های بنیادی، می‌توان به سرعت نور، جرم سکون، و بار الکتریکی ذرات بنیادی اشاره کرد. (بار الکتریکی، کمیت دیگری است که از قانون پایستگی پیروی می‌کند: در هر دستگاه بسته، بار الکتریکی کل نمی‌تواند تغییر کند. این قانون برای آن دسته از واکنش‌هایی که ناشی از برهم‌کنش ذرات هستند، محدودیت‌هایی اعمال می‌کند.)

با وجود اینکه قانون‌های پایستگی امکان ساده‌سازی قابل توجه و حل برخی از مسائل فیزیکی خاص را فراهم کردند، برخی از افراد زیرک قرن هجدهم و نوزدهم، دریافتند که در قانون پایستگی انرژی نقاط ضعفی وجود دارد. مثلاً، چگونه می‌توانیم این واقعیت را توضیح دهیم که هیچ ماشین واقعی نمی‌تواند به خودی خود، به حرکتی نامحدود ادامه دهد؟ (بهترین چرخ‌ها، با دقیق‌ترین و روان‌ترین یاتاقان هم، اگر توسط موتور رانده نشوند، سرانجام کند و متوقف می‌شود.)

پس انرژی آن کجا می‌رود؟ بنابراین به نظر می‌رسید نقص بزرگی در قانون پایستگی وجود دارد. گرچه انرژی هیچ‌گاه خودبه‌خود به‌وجود نمی‌آید، اما به نظر می‌رسد؛ همچون آبی که از بشکهٔ شکسته نشت کند، از بین می‌رود.

***

راه‌حل این مسئله در اواخر قرن هجدهم، و در جریان جنبش فلسفی موسوم به فلسفهٔ طبیعت پدید آمد، که در آلمان به رهبری فردریش ویلهلم یوزف فون شلینگ[۷]، به جنبشی تأثیرگذار تبدیل شد. شلینگ، نوشت که تمام نیروهای طبیعت دارای منشا یکسانی هستند. «تمام پدیده‌های مغناطیسی، الکتریکی، شیمیایی، و سرانجام حتی پدیده‌های آلی، همگی در یک مجموعهٔ بزرگ، درهم‌تنیده در کل طبیعت گسترش یافته است.»

با این باور منطقی بود که شاید بتوان مفهوم انرژی را به گستره‌ای فراتر از حرکت مکانیکی گسترش داد تا شامل الکتریسته، گرما، و حتی علوم زیستی نیز بشود. جالب آنکه که در بین شاگردان شلینگ، کسانی بودند که بعدها ایده گسترش و تعمیم مفهوم انرژی را به اوج خود رساندند.

این دانشمندان، انقلاب مفهومی خود را با این مشاهدهٔ معمولی آغاز کردند که به‌طور کلی، گرما زمانی به‌وجود می‌آید که دو جسم برهم ساییده شوند.

مدتی، گرما را نوعی شاره مجسم می‌کردند و آن را کالریک می‌نامیدند. بر مبنای این نظریه، دو جسم بر اثر مالش به یکدیگر، کالریک آزاد می‌کردند و همین، باعث گرم شدنشان می‌شد. ایراد اصلی نظریهٔ کالریک این بود که به نظر می‌رسید مقدار آن نامتناهی است و مادامی که عمل مالش ادامه پیدا می‌کرد، شارهٔ کالریک هم آزاد می‌شد. این همه کالریک از کجا می‌آمد؟ آیا اساساً امکان داشت که این مقدار نامتناهی کالریک بتواند در یک جسمی محدود ذخیره شود؟

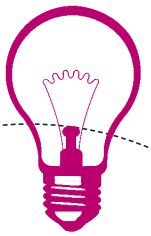
توضیح دیگر را کُنت رامفورد (بنجامین تامسون ۱۸۱۴-۱۷۵۳) مطرح کرد. وی یک ماجراجوی آمریکایی بود که به‌خاطر طرفداری‌اش از پادشاه انگلستان طی انقلاب ۱۷۷۶، تبعید شده بود. وی در سال ۱۷۹۸، در حالی‌که مشغول ساخت مهمات برای پادشاه باواریا بود، مشاهده کرد هنگامی که لوله‌های توپ را با مته سوراخ می‌کردند، به شدت داغ می‌شوند. بر این اساس، رامفورد پیشنهادی را ارائه داد که باعث تغییر رویکرد غالب در بررسی گرما شد.

به‌طور خلاصه، رامفورد با کنار گذاشتن شاره کالریک ـ به عنوان مفهومی نالازم چنین عنوان کرد که گرمای حاصل از سوراخ کردن، چیزی به جز شکل دیگری از انرژی گرمایی نیست که انرژی مکانیکی مته، به‌واسطهٔ اصطکاک، به آن تبدیل شده است. این یک پیروزی بزرگ برای عملگرایی آمریکایی بود.

آزمایش‌هایی که در طی سال‌های ۱۸۴۰، توسط جیمز پرسکات ژول[۸] (۱۸۸۹-۱۸۱۸) انجام شد، نشان داد هرگاه توسط یک مته، یا چرخ‌پره‌داری که در سطل آب می‌چرخد، و یا پیستونی که گاز درون یک سیلندر را فشرده می‌کند، کار مکانیکی انجام شود، مقدار انرژی مکانیکی که در حین این فرایندها «ناپدید» می‌شود، برابر مقدار گرمای تولید شده است. بنابراین، با تشخیص اینکه گرما شکلی از انرژی است (انرژی گرمایی)، فیزیک‌دانان توانستند قانون پایستگی انرژی را نجات دهند. آن‌ها توانستند نشان دهند که مقدار کل انرژی در یک دستگاه ـ انرژی مکانیکی به‌علاوهٔ انرژی گرمایی ـ حین انجام کار، نمی‌کند.

رمز نجات پایستگی انرژی، در تعریف انرژی گرمایی نهفته است: اولاً، مقدار انرژی گرمایی باید با تعیین نحوهٔ اندازه‌گیری آن تعیین می‌شد. تفاوت بین دما و مقدار گرما، قبلاً در سال ۱۷۶۰ توسط جوزف بلک[۹] تشخیص داده شده بود: دما، چیزی بود که بر مبنای افزایش طول ستون جیوه درون لولهٔ شیشه‌ای اندازه می‌گیرید. از سوی دیگر، گرما، بر مبنای افزایش دمای جرم مشخصی آب اندازه‌گیری می‌شد. یکای گرمایی بریتانیایی، (Btu)، از همین تعریف گرفته شده است: مقدار گرمای لازم برای افزایش دمای یک پوند آب، به اندازهٔ یک درجهٔ فارنهایت.

از سوی دیگر، انرژی مکانیکی با فرایندی کاملاً متفاوت اندازه‌گیری می‌شد. یک فوت ـ پوند انرژی، عبارت بود از کار انجام شده توسط نیروی یک پوندی که چیزی را در مسافتی به



رمز نجات پایستگی انرژی، در تعریف انرژی گرمایی نهفته است: اولاً، مقدار انرژی گرمایی باید با تعیین نحوهٔ اندازه‌گیری آن تعیین می‌شد

طول یک فوت به جلو می‌راند.

آنچه ژول با کمک آزمایش‌هایش نشان داد، این بود که طی تبدیل انرژی مکانیکی به گرما، ۷۷۲ فوت ـ پوند انرژی (مکانیکی) لازم است تا آب را به اندازهٔ یک درجه (مثلاً از ۵۵ درجهٔ فارنهایت، به ۵۶ درجه فارنهایت) گرم کند.

ویژگی مهم کشف ژول، این بود: یک Btu انرژی گرمایی، همواره به ازای یک مقدار انرژی مکانیکی (۷۷۲ فوت ـ پوند) به‌وجود می‌آید، بدون توجه به اینکه منشأ انرژی مکانیکی که به انرژی گرمایی تبدیل می‌شود یا اصطکاک یا فشرده کردن گاز باشد.

این ثابت بودن، به آن معنا بود که هم‌ارز مکانیکی گرما (۷۷۲ فوت‌ـ پوند به ازای هر Btu)، صرفاً ویژگی تصادفی یک روش اندازه‌گیری گرما یا انرژی مکانیکی نبود. جالب‌تر آنکه، در مورد گرمای تولید شده در حین عبور جریان الکتریکی از سیم نیز، ضریب تبدیل مشابهی ظاهر می‌شد.

چنین چیزی، کاملاً تازه بود: تبدیل انرژی الکتریکی به انرژی گرمایی.

اما چگونه می‌توانستند انرژی گرمایی حاصل از جریان الکتریکی را اندازه بگیرند؟ کاری بسیار ساده بود: ژول دریافت که وقتی سیم حامل جریان، در آب قرار می‌گرفت، آب گرم‌تر می‌شد. مقدار انرژی گرمایی را که نصیب آب می‌شد را با روشی معمول اندازه می‌گرفتند: با وزن کردن آب و استفاده از یک دماسنج برای اندازه‌گیری تغییر دمای آن. به‌علاوه، ژول دریافت که انرژی گرمایی که در یک زمان معین، توسط سیم به آب داده می‌شود، تنها به دو عامل مقاومت الکتریکی سیم و مربع مقدار جریانی که از سیم می‌گذرد بستگی دارد.

بررسی‌های دقیق‌تر مدار الکتریکی نشان داد که این مقدار انرژی، برابر مقدار کار مکانیکی بود که منبع جریان الکتریکی انجام می‌داد تا بارهای الکتریکی را در مقاومت به حرکت درآورد.

بدین‌ترتیب، رابطهٔ بین انرژی الکتریکی، انرژی گرمایی، و انرژی مکانیکی تثبیت شد. گرم کردن به‌وسیلهٔ جریان الکتریکی را که از یک مقاومت می‌گذرد هنوز گرمایش ژول می‌نامند.

* نکتهٔ مهم داستان ما این است: وقتی مشخص شد بر اثر عبور جریان الکتریکی از یک سیم، انرژی گرمایی تولید می‌شود، فرض را بر این نگذاشتند که این انرژی گرمایی از هیچ به‌وجود آمده است، در عوض، برای حفظ پایستگی انرژی، نوع جدیدی از انرژی تعریف شد که انرژی الکتریکی بود. به‌علاوه، مبنای تعریف انرژی الکتریکی، هم‌ارزی‌اش با کار مکانیکی بود. (منظور از کار مکانیکی، کار انجام شده برای تداوم جریان الکتریکی در مدار بود). با توجه به این تعریف، یک مقدار معین انرژی الکتریکی همواره به مقدار معینی انرژی گرمایی تبدیل می‌شود.

***

این فرایند فکری در طی قرن بعد از آن بارها و بارها تکرار شد. هربار که مشاهده می‌شد نوع شناخته شده‌ای از انرژی، به‌طور اسرارآمیزی پدیدار و یا ناپدید می‌شود، تعریف نوع جدیدی از انرژی، می‌توانست اعتبار قانون پایستگی انرژی را، گاهی در آخرین دقیقه حفظ کند.

به‌عنوان مثال، در نیمهٔ دوم قرن نوزدهم، لازم شد توضیح داده شود که چگونه یک جسم داغ، حتی در صورتی که کاملاً عایق‌بندی شده باشد، می‌تواند خنک شود (انرژی گرمایی‌اش را از دست بدهد)؟ زیرا در صورت عایق‌بندی شدن، اساساً امکان رسانش یا همرفت توسط محیط مادی وجود ندارد. و اما روی دیگر سکه: چگونه نور خورشید می‌توانست گرمای تابشی را در خلأ با سرعت ۹۳۰۰۰۰۰۰ مایل منتقل کند، به‌گونه‌ای که پوست بدن شما را در روی زمین گرم کند؟

در اینجا هم، مفهوم جدیدی ابداع شد: تابش الکترومغناطیسی. بر مبنای کارهای نظری جیمز کلارک ماکسول[10] (۱۸۷۹-۱۸۳۱)، فیزیک‌دانان دریافتند که نور مرئی و انرژی گرمایی تابشی (نور فرو ـ سرخ)، چیزی جز نوسان‌های منتشر شونده در میدان‌های الکترومغناطیسی نیستند که فضای خالی را اشغال می‌کنند، این امواج قادرند انرژی را از دور دست‌ترین ستارگان و در فضایی تقریباً خالی از ماده، با سرعت نور حمل کنند.

بار دیگر، پایستگی انرژی نجات یافت: با ارائهٔ تعریف مناسب برای انرژی تابشی (برحسب شدت میدان الکترومغناطیسی)، می‌توانیم اندازه‌گیری‌های دقیقی انجام دهیم که نشان می‌دهند انرژی گرمایی‌ای که جسم داغ از دست می‌دهد، دقیقاً برابر انرژی‌ای است که به صورت تابش، از جسم خارج می‌شود.

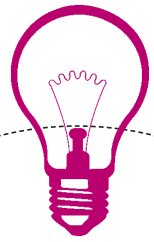
همچون قهرمان فیلم‌های ژانر ماجراجویی ـ ملودرام، پایستگی انرژی نیز مدام در لحظهٔ آخر از نابودی نجات پیدا کرده است: هربار که به‌نظر می‌رسد این قانون نقض شده است، ما نوع جدیدی انرژی را تعریف می‌کنیم که منجر به سازگاری مجدد طبیعت با این قانون می‌شود. در واقع، به نظر می‌رسد که پایستگی انرژی در زمینهٔ هستی تعریف شده است.

پس با توجه به این تفاسیر، چگونه می‌توان ادعا کرد که پایستگی انرژی، قانونی است که آزمایش آن را اثبات کرده است؟

بخش تجربی این قانون، مبتنی بر این واقعیات است:

اولاً، هر بار که در طبیعت دستگاهی را می‌یابیم که در آن، انرژی ظاهراً ناپدید می‌شود (و یا از ناکجا پیدا می‌شود)، می‌توانیم وجود یک پدیدهٔ طبیعی جدید را شناسایی کنیم؛ پدیده‌ای که از لحاظ کمی، هم‌ارز یک نوع شناخته شدهٔ انرژی است.

مثلاً، دیده‌ایم که همواره، انرژی مکانیکی‌ای که بر اثر اصطکاک از دست می‌رود، مجدداً به شکل گرما پدیدار می‌شود. تحقیقات دربارهٔ انرژی از دست رفته، نشان می‌دهند که یک مقدار گرما (یکای گرمایی بریتانیایی) را می‌توان به‌گونه‌ای تعریف کرد که هم‌ارز تعداد خاصی واحد انرژی مکانیکی (فوت ـ پوند) باشد. تبدیل یک واحد انرژی گرمایی به تعداد مشخصی واحد کار مکانیکی، تنها در صورتی ممکن است که یکای گرما و کار، بعد یکسانی داشته باشند.



در نیمهٔ دوم قرن نوزدهم، لازم شد توضیح داده شود که چگونه یک جسم داغ، حتی در صورتی که کاملاً عایق‌بندی شده باشد، می‌تواند خنک شود

همین‌طور یکای انرژی الکترومغناطیسی، که برحسب شدت میدان الکتریکی و مغناطیسی تعریف می‌شود، هم‌ارز واحد کار مکانیکی است. به‌طور کلی، تمام یکاهای انرژی، بدون توجه به نوعشان، به لحاظ ابعادی هم‌ارز یکاهای کار مکانیکی هستند.

* ثانیاً، مطالعهٔ پدیده‌های بزرگ ـ مقیاس (ماکروسکوپی) نشان داده است که می‌توان آن‌ها را بر مبنای کنش‌های میکروسکوپی، به سطحی پایین‌تر و کوچک‌تر فرو کاست.

در اواخر قرن نوزدهم دریافتند که آنچه به عنوان انرژی گرمایی تعریف شـــده اســـت، در واقع یک توصیف انتزاعی سطح بالا از واقعیتی ساده‌تر است. واقعیت این بود که اتم‌ها و مولکول‌ها در سطح میکروسکوپی در اجسام بزرگ ـ مقیاس حرکت می‌کنند و انرژی گرمایی این اجسام، چیزی بیش از کل انرژی جنبشی اتم‌ها و مولکول‌هایشان نیست. هنگامی که این موضوع را درک کردند، دیگر واضح بود که انرژی گرمایی، در واقع تفاوت چندانی با انرژی مکانیکی کلاســـیک ندارد. انرژی گرمایی، تنها به این دلیل انرژی متفاوت به‌نظر می‌رســـید که حرکت تک‌تک ذرات اتمی قابل مشاهده نیســـت. هر چند که (در همان زمان)، این واقعیت که اندازه‌گیری انرژی گرمایی را می‌توان برحسب همان یکایی انجـــام داد که برای اندازه‌گیری انـــرژی مکانیکی به‌کار می‌رود، اجتناب‌ناپذیر بود.

همین‌طور، انرژی الکترومغناطیسی را می‌توان برحسب ذرات بنیادی موســـوم به فوتون توضیـــح داد؛ ذراتی که تا اوایل قرن بیستم، کشف نشـــده بودند. البته چون فوتون، موجودی اصولاً متفاوت از اتم است، انرژی الکترومغناطیسی با انرژی مکانیکی تفاوت دارد. با وجود این، انرژی الکترومغناطیسی می‌تواند کاملاً به انرژی مکانیکی تبدیل شود، چون ماده، شامل ذرات بارداری است که با فوتون برهم‌کنش انجام می‌دهند. این برهم‌کنش‌ها، طبق قواعدی خاصی انجام می‌گیرنـــد که یکی از ویژگی‌های آن‌ها، پایستگی انرژی است.

وقتی روند اندازه‌گیری انرژی مکانیکی، انرژی گرمایی، و انرژی الکترومغناطیسی تعریف و راه‌های تبدیل این شکل‌های انرژی به یکدیگر مشاهده شـــود، درمی‌یابیم که یک مقدار مشخص انرژی مکانیکی، همیشـــه به همان مقدار انـــرژی (گرمایی یا الکترومغناطیســـی) تبدیل می‌شود. تبدیل یک شکل انرژی به شـــکل دیگر، به روشی که برای انجام این کار مورد استفاده قرار می‌گیرد بستگی ندارد و از همه مهم‌تر آنکه (این تبدیل)، هر بار به طرز یکســـانی صورت می‌گیرد. این ثبات یا ناوردایی تبدیل انرژی، ویژگی تجربی و بنیادی قانون پایســـتگی اســـت. وقتی یک ژول انرژی مکانیکی و یک ژول انرژی الکترومغناطیسی را به‌صورت عملی (و تجربی) تعریف کردیم، بعداً هر بار که آن‌ها را اندازه‌گیری کنیم، درمی‌یابیم که کماکان با هم برابرند.

گسترش انواع انرژی این پرسش جدید و مهم را مطرح می‌کند که از کجا می‌توان اطمینان داشـــت که در آینده، شـــاهد نوع جدیـــدی از واکنش نخواهیم بود که در آن، انرژی خلق و نابود می‌شـــود و دیگر نمی‌توانیم برای نجات قانون پایستگی، شکل تازه‌ای از انرژی را پیدا کنیم.

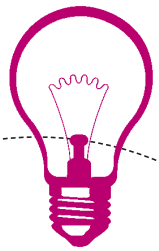
هرچه باشد، ما همهٔ دستگاه‌ها و واکنش‌های ممکن را آزمایش نکرده‌ایم و از لحاظ فیزیکی، اساســـاً امکان چنین کاری را هم نداریـــم. از کجا می‌دانیم که در برخی قســـمت‌های عجیب و ناشناخته جهان، (مثل یک سیاهچاله که در مرکز کهکشان قرار دارد، و یا حتی در فکر خودمـــان)، نمی‌توان قوانین طبیعی را یافت که هنوز کشف نشده‌اند و امکان نقض پایستگی انرژی را فراهم می‌کنند؟

در قرن بیســـتم، چنین تردیدهایی دســـت‌کم در سه مورد، پایســـتگی انرژی را تهدید می‌کردند: یکی کشف پرتوزایی بود، که نشـــان می‌داد انرژی می‌تواند از مادهٔ به ظاهر ساکن، گسیل شود. آیا در این گسیل تابش، انرژی خلق می‌شد؟ دیری نپایید که فهمیدند مادهٔ پرتوزا، آنقدرها هم که تصور می‌شـــد ساکن نیســـت و نیز، انرژی‌ای را که مدت‌ها قبل در آن ذخیره شده را گسیل می‌کند.

چیزی نگذشت که سر و کلهٔ معمایی دیگر این‌بار در ارتباط با نوع خاصی از تابش (ذرات بتا) نمایان شـــد که از موارد پرتوزای به‌خصوصی گسیل می‌شـــد. اندازه‌گیری انرژی ذرات بتا نشان می‌داد که مقدار محدود و مشـــخصی انرژی، ناپدید می‌شـــود. ایـــن انرژی کجا رفته بود؟ حل این معما، به ســـال‌ها زمان نیاز داشت تا سرانجام بتوانند نشان دهند که این انرژی به ظاهر گم شده را ذره‌ای نامرئی و گریزپا به‌نام نوترینو حمل می‌کند. انرژی گم‌گشته پیدا شد.

تردید (تهدید) ســـوم به نظریهٔ حالت ایســـتای عالم در حال انبساط مربوط می‌شد؛ نظریه‌ای که توسط توماس گُلد[11] و فرِد هویل[12] در سال ۱۹۴۸ ارائه شد. طبق این نظریه، به جای آنکه فرض کنیم عالم میلیاردها سال قبل و بر اثر مهبانگ خلق شده است، فرض می‌کنیم به‌طور پیوسته در حال خلق شدن است و در نتیجه آغاز و پایانی ندارد. این نظریه، مستلزم تشکیل ماده و انرژی به میزان اندک در سرتاسر فضاست تا چگالی ماده در حین انبســـاط عالم ثابت بماند. با این همه، تأییدی برای این نظریه به‌دســـت نیامده و هیچ مشاهده‌ای نتوانسته خلق ماده در فضا را ثابت کند. برعکس، تمام شـــواهد، نظریهٔ مهبانگ را تأیید و پشتیبانی می‌کنند. بنابراین، با وجود تمامی تهدیدها، پایستگی انرژی کماکان معتبر باقی مانده است.

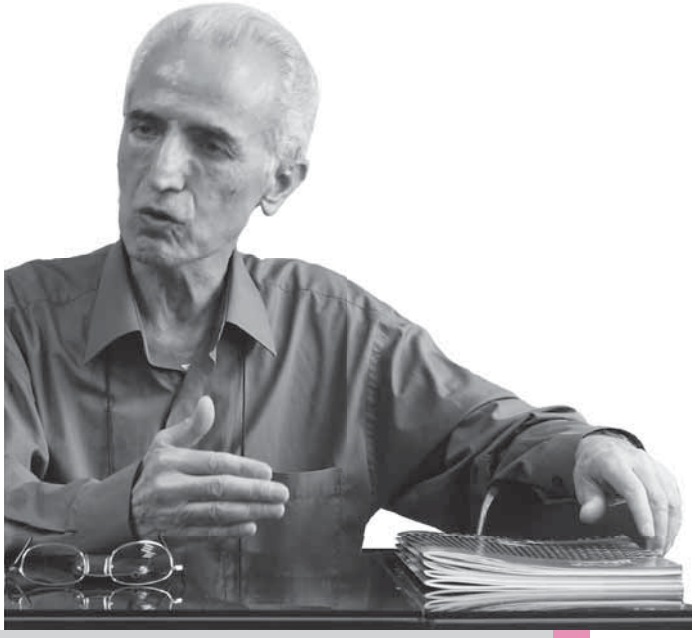
به‌علاوه و مهم‌تر از همه، در حالی‌که در نیمه اول قرن بیستم به نظر می‌رسید که انواع انرژی به‌طور بی‌پایان افزایش می‌یابند، در قرن جدید این تمایل به وجود آمد تا مفهوم انرژی را در یک پدیده کلی خلاصه کند: به جای رشد و گسترش «انواع انرژی»، تمامی شکل‌های مختلف آن در یک فرم ادغام می‌شوند. پس در حالی که علم فیزیک، از لحاظ ریاضیاتی پیچیده‌تر می‌شود، از نظر مفهومی ساده‌تر خواهد شد. در نتیجه، برای توضیح عالم، به ایده‌های بنیادی کمتری نیاز خواهیم داشت.



انرژی الکترومغناطیسی را می‌توان برحسب ذرات بنیادی موسوم به فوتون توضیح داد؛ ذراتی که تا اوایل قرن بیستم، کشف نشده بودند

پی‌نوشت‌ها

1. Gottfried Leibniz
2. Vis Viva
3. Rene Descartes
4. Jean d'Alembert
5. Johann Bernoulli
6. Gaspard de Coriolis
7. Friedrich Wilhelm Joseph Von Schelling
8. James Prescott Joule
9. Joseph Black
10. James Clerk Maxwell
11. Thomas Gold
12. Fred Hoyle



اشاره

نشست سردبیر و اعضای شورای برنامه‌ریزی فصل‌نامهٔ رشد آموزش فیزیک با دکتر محمدابراهیم ابوکاظمی استاد دانشگاه، مؤلف، مترجم و واژه‌گزین مشهور کشور در رشتهٔ فیزیک در سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی برگزار شد. دکتر ابوکاظمی در این نشست، ضمن پاسخ به پرسش‌های حاضران، گفت: «من یکی از مدافعان آموزش علم به زبان فارسی هستم و معتقدم زبان فارسی، توانایی اینکه زبان علمی بشود را داراست و یادگیری زبان بین‌المللی علم (انگلیسی)، مانع از آن نیست که ما علم را به زبان فارسی آموزش بدهیم. حق مسلم آموزش‌وپرورش است که از فرهنگستان برای برطرف کردن نیازهایش کمک بخواهد و استفاده کند.»

گزارش کامل این نشست که با حضور خانم دکتر منیژه رهبر، سردبیر و خانم دکتر آزیتا سیدفدایی، آقای اسفندیار معتمدی، آقای احمد احمدی، و آقای روح‌الله خلیلی بروجنی، اعضای شورای برنامه‌ریزی مجلهٔ رشد آموزش فیزیک برگزار شد، در ادامه تقدیم شما مخاطبان گرانقدر مجله می‌شود:

پای صحبت دکتر محمدابراهیم ابوکاظمی، استاد و صاحب‌نظر فیزیک

مدافع آموزش علم به زبان فارسی هستم

گفت‌وگو از نصرالله دادار

é خوشحال می‌شویم در ابتدا خودتان را معرفی کنید تا ضمن آشنایی با شما، به طرح پرسش‌های بعدی بپردازیم.

è من محمدابراهیم ابوکاظمی هستم. در ایران لیسانس و فوق‌لیسانس فیزیک گرفتم. بعد برای ادامه تحصیل به انگلستان رفتم. در انگلستان یک فوق‌لیسانس و یک دکترا در زمینه فناوری هسته‌ای گرفتم.

تجربه آموزشی من، کار معلمی در زمینه فیزیک بود. بخش عمده کارم مربوط به تألیف و ترجمه متون آموزشی ـ اجتماعی در زمینه فیزیک بود. شاید تاکنون ۵۰ تا ۶۰ جلد عنوان کتاب به‌صورت تألیف، ترجمه و ویرایش کار کردم. آنچه برایم از همه مهم‌تر بوده کار بر روی یک دوره دانشنامه فیزیک است که انتشارات مک‌میلن (Mac MiLLan) آن را منتشر کرده است. از سال ۱۳۷۶ تا ۱۳۸۷ با همکاری حدود پنجاه نفر از دانشگاهیان و پژوهشگران مؤسسات تحقیقاتی و علمی آن دانشنامه را به زبان فارسی تبدیل کردیم و توانستیم آن دانشنامه را به زبان فارسی چاپ و منتشر کنیم. پشت سر آن یا پس از آن، یک جلد تکمیلی از آن را که عنوانش «دانشنامه ذرات بنیادی» بوده است از همان انتشارات با همان ویراستار که آقای جان ریگدن از انستیتوی فیزیک آمریکا بود، تهیه کردیم.

عمدتاً کار «دانشنامه ذرات بنیادی» ما به همت و پشتیبانی مالی دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایه در زنجان بوده است، که ما کارهایش را در دفتر تهران این دانشگاه انجام می‌دادیم.

در حال حاضر در زمینه‌های واژه‌گزینی فیزیک، فرهنگ‌نویسی و تهیه کتاب‌های درسی و متون آموزشی سرگرم هستم. این مطالب خلاصه‌ای بود از آن چیزی که می‌توانستم درباره خودم بگویم.

é شما در کدام دانشگاه تدریس می‌کردید؟

من در دانشگاه‌های مختلفی درس دادم ولی محل

استخدام من دانشگاه تربیت‌معلم بوده است که امروز آن را دانشگاه خوارزمی می‌نامند.

آقای دکتر شما خیلی سریع از خودتان گذر کردید. کمی از دوره دبیرستانتان و معلمان فیزیکتان بگویید. معلم‌های شما چگونه فیزیک را درس می‌دادند؟ چون این نکات برای معلم‌هایی که مجله را تهیه می‌کنند و می‌خوانند جالب است. آن‌ها شاید دوست دارند بدانند که در زمان دانش‌آموزی شما اساساً کلاس درس به گونه‌ای بود که معلم همه اطلاعات را در اختیار دانش‌آموزان قرار دهد؟ آیا آزمایشگاه و آزمایش داشتید؟ اگر یادتان است کمی از فضای مدرسه‌ای خودتان قبل از ورود به دانشگاه بگویید.

از مدرسه خودم مطالب زیادی یادم نیست. مدرسه من در شهرستان بابل بود. در آن زمان شاید به دلیل معلمانی که در زمینه فیزیک داشتم، تا حدودی به فیزیک و ریاضی علاقه‌مند شدم و بعداً هم با مطالعات کتاب‌های جنبی به فیزیک بیشتر علاقه پیدا کردم و تصمیم گرفتم در زمینه فیزیک ادامه تحصیل بدهم.

خاطرتان است در دبیرستان کدام کتاب فیزیک را می‌خواندید؟

آن موقع در دبیرستان دو دوره کتاب‌های درسی بود که خود معلمان انتخاب می‌کردند و به دانش‌آموزان پیشنهاد می‌کردند که ما از این کتاب‌های درسی استفاده می‌کردیم.

یک دوره آن کتاب‌های رنر (رضا قلی‌زاده، نوروزیان، رهنما) و یک دوره دیگر تا جایی که در خاطرم مانده است، اسم خاصی نداشت ولی از جمله مؤلفان آن کتاب مرحوم دکتر قلمسیاه بودند. کتاب‌هایی که بعداً جایگزین مجموعه کتاب‌های رنر شدند.

شما خیلی در زمینه کتاب کار کرده‌اید، نظر کلی خودتان دربارهٔ کتاب‌های دبیرستانی‌تان چیست ؟

شاید بتوان گفت بعد از اینکه من در زمینه فیزیک دیدی پیدا کردم، تا حدی نسبت به کتاب‌های درسی به‌طور کلی شناخت پیدا کردم، متأسفانه هرگز این فرصت برای من پیدا نشد که دوباره به آن کتاب‌های گذشته رجوع کنم. ولی من از کتاب‌هایم خاطره خوش دارم و از کتاب‌ها و معلمانم یاد گرفتم.

اینکه می‌گویم معلمان، معلم‌های ریاضی و فیزیک در من انگیزه به وجود آوردند. یعنی برای من الگو شدند. در میان معلمان مختلفی که ما داشتیم، معلمان فیزیک و ریاضی برای من الگو بودند. اینکه کتاب‌های درسی را مقایسه بکنم، چیزی برای قیاس ندارم. آن موقع همان کتابی را که معلم فیزیک برای تدریس انتخاب و به ما معرفی می‌کرد، خریداری می‌کردیم و از روی همان می‌خواندیم و به آن کتاب اعتماد داشتیم. واقعاً هم از آن کتاب‌ها استفاده می‌کردیم. ولی اینکه آیا کتاب‌های بهتری از آن کتاب‌هایی که معلمان ما انتخاب می‌کردند، وجود داشته است یا خیر، نمی‌توانم اظهار نظر کنم. چون من خودم مقایسه نکردم و بعداً هم فرصت نکردم به کتاب‌های خوانده شده خودم در دبیرستان رجوع کنم و با دید جدیدی به آن کتاب‌ها نگاه کنم.

وقتی ادامه تحصیل دادید، مخصوصاً در مقطع دکترا، نظرتان در رابطه با آموزش فیزیک در ایران چگونه بود؟ چه در دوره متوسطه و چه در دوره دانشگاهی ایران؟ آیا در انگلستان هم در مقام مقایسه بر نیامدید؟ آیا آموزش‌ها در ایران و انگلستان با هم تفاوت داشت؟

من آموزش دانشگاهی ایران و انگلستان را دیده‌ام و می‌توانم این دو را با هم مقایسه کنم. اما آموزش دبیرستانی و پیش از دانشگاه انگلستان را ندیده‌ام که بتوانم آن را با وضعیت آموزش پیش از دانشگاه ایرانمان مقایسه کنم. این را نمی‌توانم انجام بدهم.

اما به‌طور کلی با تجربه‌ای که در زمینه آموزش پیدا کرده‌ام، من در دهه شصت یک بار به سازمان کتاب‌های درسی دعوت شدم. آن موقع نظرم این بود و همچنان فکر می‌کنم نظر آن موقع من درست باشد که شاید درست‌تر این است که آموزش‌وپرورش رئوس برنامه‌هایش درباره فیزیک یا هر ماده درسی دیگری مشخص کند و بگوید در این چارچوب مؤلفان و مترجمان می‌توانند کتاب تهیه کنند. آن وقت من نوعی مؤلف یا مترجم می‌روم خودم به تنهایی یا با همکاری، همکارانی دست به تهیه کتاب می‌زنم. بدون آنکه آموزش‌وپرورش تعهدی نسبت به کارمان داشته باشد.

من کتاب تهیه می‌کنم. اگر کتاب تهیه شده من در چارچوبی که آموزش‌وپرورش تعیین کرده است، می‌گنجد، معلمان فیزیک سراسر ایران این امکان را داشته باشند که کتاب مرا برای تدریس انتخاب کنند.

حالا ممکن است از نوع من کسانی باشند که ده گروه کتاب تهیه کنند. مطمئناً در این رقابت سالمی که به وجود می‌آید کتاب‌های برتر انتخاب خواهند شد و به

در حال حاضر در زمینه‌های واژه‌گزینی فیزیک، فرهنگ‌نویسی و تهیه کتاب‌های درسی و متون آموزشی سرگرم هستم

در انگلستان ما خودمان بر روی رآکتورها آزمایش انجام می‌دادیم؛ اما در ایران فقط به ما عملکرد دستگاه را به‌صورت نمایشی،نشان دادند

تدریج مشکلات کتاب‌های درسی برطرف خواهند شد.

اینکه یک عده‌ای را مأمور کنیم و بعد به اجبار آن کتاب تألیف شده را به معلمان و دانش‌آموزان ارائه دهیم و بقبولانیم، فکر می‌کنم روش درستی نیست.

é آیا تفاوتی بین نظام آموزشی دانشگاه‌ها در انگلستان و ایران وجود دارد؟

بله. نظام آموزشی دانشگاه انگلستان با دانشگاه ایران تفاوت داشت. مخصوصاً آن موقع که من در سال‌های ۵۳ تا ۵۷ بودم، نزدیک به چهل سال پیش را قضاوت می‌کنم.

نظام آموزشی دانشگاه انگلستان با نظام آموزشی آن موقع دانشگاه ایران تفاوت داشت. نظام آموزشی آن موقع ما نظام واحدی بود که بیشتر به نظام آمریکایی شباهت داشت. در حالی‌که نظام انگلیسی یک نظام سالی یا نیمسالی بود. یعنی یک سال تحصیلی با هم برنامه‌ریزی و آموزش داده می‌شد. مثل دوره دبیرستان خودمان در ایران. دانشگاه ما دست‌کم آن موقع بدین شکل بود.

é از نظر شیوه‌های آموزشی چه تفاوت‌هایی داشتند؟ مثلاً فرق فیزیک پایه‌ای که در دانشگاه ایران تدریس می‌شد با فیزیک پایه‌ای که در انگلستان تدریس می‌شد، چه بود؟

از نظر شیوه‌های یاددهی ـ یادگیری، دوره انگلستان که درسی در آنجا ارائه می‌شد با ارائه همان درس در ایران از نظر اجرا چه تفاوت‌هایی با هم داشتند؟

در ایران، آن موقع که ما در دانشگاه درس می‌خواندیم، یک جزوه درسی یا یک کتاب مشخص را در دانشگاه ایران دنبال می‌کردیم و همان را می‌خواندیم و از همان کتاب از ما امتحان می‌گرفتند. در حالی‌که در انگلستان برای یک ماده درسی باید از چند منبع استفاده می‌کردیم. یعنی منحصر به یک جزوه یا یک کتاب نبودیم. یعنی یک جزوه یا کتاب، کفایت نمی‌کرد و باید از منابع مختلف استفاده می‌کردیم.

é اهمیت آزمایش و آزمایشگاه در انگلستان و ایران چگونه بود؟ چون به هر حال فیزیک یک علم تجربی محسوب می‌شود، در انگلستان چقدر به آزمایش و انجام آزمایش‌ها اهمیت می‌دادند؟

ما در آنجا آزمایشگاه هم داشتیم. به رآکتور آموزشی هم دسترسی داشتیم.

یادم است در دوره فوق لیسانس، یک یا دو درس مربوط به رآکتور که درس تخصصی بعدی من بود و در دانشگاه تهران آن را گذراندم. آن موقع در ایران هیچ آزمایشی که مربوط به‌کار رآکتور باشد نبود.

فقط به‌صورت نمایشی یکی دو بار ما را به دانشگاه تهران آوردند. در آن موقع رآکتور دانشگاه تهران راه‌اندازی شده بود. فقط به ما نشان دادند که رآکتور چطور راه‌اندازی می‌شود و چطور کار می‌کند. در حالی‌که ما در انگلستان خودمان بر روی رآکتورها آزمایش انجام می‌دادیم. اما در ایران فقط به ما عملکرد دستگاه را به‌صورت نمایشی، نشان دادند.

é خیلی‌ها اعتقاد دارند اگر متون علمی را شاید به زبان انگلیسی بخوانیم، تسلط ما بر روی خود آن زبان بیشتر می‌شود و یا اگر اصطلاحات انگلیسی را مستقیم در کتاب‌های فارسی استفاده کنیم به آشنا شدن با واژه‌هایی که به‌صورت بین‌المللی استفاده می‌شود، کمک می‌کند.

در حالی‌که فرهنگستان می‌آید و واژه‌ها را فارسی‌سازی می‌کند. لطفاً توضیح بدهید اولاً چرا در یادگیری اگر واژه‌ها فارسی باشند، بیشتر کمک می‌کنند؟ ثانیاً توضیح بدهید، واژه‌ها چگونه انتخاب می‌شوند؟ آیا دانش‌آموز از واژه معادل‌سازی شده، نسبت به واژه فرنگی آن فهم بیشتری دارد؟ این موارد را که تخصص کار خودتان است، برایمان توضیح بدهید.

اینکه آموزش علمی ما به زبان فارسی است، شاید تصمیمی است که ۷۰ـ ۶۰ سال پیش گرفته شد و از نظر من تصمیم درستی است.

اینکه زبان فارسی می‌تواند یک زبان علمی باشد، من به آن باور دارم و می‌گویم می‌تواند باشد. گواه صادق من همین مجموعه چهار جلدی (دانشنامه فیزیک) است که مقابل چشمانتان مشاهده می‌کنید.

یعنی ما توانستیم کل فیزیک و حوزه‌های وابسته به فیزیک را به زبان فارسی در این چهار جلد بیان کنیم. مجموعه سه جلدی اول شامل بیش از نهصد مقاله در زمینه‌های نظری، تجربی، تاریخی، فرهنگی ـ اجتماعی و زمینه‌های وابسته به فیزیک است. همه این‌ها را بیش از پانصد مؤلف و محقق دانشگاهی از سراسر دنیا تهیه کردند. ما توانستیم همه آن‌ها را به زبان فارسی بیان کنیم. یعنی توانستیم مفاهیمی را که در فیزیک مطرح است و آن مفاهیمی را که برای دانشنامه فیزیک لازم است به زبان فارسی بیان کنیم.

هدف از آموزش چیست؟ هدف از آموزش این است که دانش‌آموز ما و آحاد این کشور سرانجام بتوانند از نتیجه علم و فناوری برخوردار شوند. یعنی سرانجام بتوانیم برق

عکاس: اعظم لاریجانی

تولید کنیم و بتوانیم از برق تولید شده بهره‌برداری کنیم. اگر بتوانیم این موضوع را به زبان خودمان عرضه کنیم، سبب می‌شود که دانش‌آموز را بهتر جلب کند. زبان از تفکر جدایی‌پذیر نیست. در نتیجه اینکه من یکی از مدافعان این موضوع هستم که آموزش به زبان فارسی باشد.

اینکه آیا زبان فارسی توانایی آن را دارد؟ به راحتی اثبات‌پذیر است و زبان فارسی توانایی اینکه زبان علمی بشود را داراست. ولی باید روی این موضوع کار شود. خود به خود نیست. اینکه زبان ما پیشینه هزار ساله دارد، درست است. این موضوع را روی چشممان می‌نهیم. اما در زمینه علمی کار نکردیم و باید کار بکنیم. اگر بر روی زبان کار کنیم، توانایی علمی ایجاد می‌شود.

اینکه ما باید زبان انگلیسی را یاد بگیریم یا خیر؟ بله. بخشی از ما باید زبان انگلیسی را یاد بگیرد. ما باید با زبان بین‌المللی علم آشنا شویم. یادگیری زبان انگلیسی مانع از آن نیست که ما علم را به زبان فارسی آموزش بدهیم.

منتهی آموزش ما مشکلش را در زبان انگلیسی نشان می‌دهد. آموزش ما نارسایی دارد. آموزش‌وپرورش ما و به‌طور کلی آموزش دانشگاهی ما نارسایی دارد و این نارسایی در آموزش زبان انگلیسی خودش را نشان می‌دهد.

برای اینکه وقتی می‌خواهیم زبان انگلیسی را هنگام تدریس به‌کار ببریم، دانش‌آموز و دانشجو ناتوان است. اینجا می‌فهمیم که آموزش ما کارآمد نبوده است.

در زمینه فیزیک و ریاضی هم همین‌طور است. منتهی جایی نیست که ما امتحان کنیم و متوجه شویم. دانش‌آموز فیزیک را می‌خواند و از آن نمره ۱۵ و ۱۸ هم می‌گیرد. ولی بعد از شش ماه چیزی بلد نیست. متأسفانه آموزش ما از این نوع است و من متأسفانه الان در اینجا جواب حاضر و آماده‌ای که یک نسخه داشته باشم تا مسئله ما را برای همیشه حل کند، ندارم.

é در قسمت انتخاب واژه شما به چه طریقی عمل می‌کنید؟ شما یکی از پرسابقه‌ترین استادانی هستید که در زمینه واژه‌گزینی کار می‌کنید. فرض کنید کلمه density یا چگالی را در ابتدا دانسیته می‌گفتند و یک مدت به آن کثافت می‌گفتند. یک مدت جرم مخصوص می‌گفتند در نهایت کلمه چگالی برای آن جا افتاد.

به نظر می‌رسد انتخاب یک کلمه‌ای که وقتی دانش‌آموز یا دانشجو آن را می‌خواند، به مفهوم و معنای آن مطلب نزدیک شود، کار سختی است و از طرف دیگر آن کلمه قابلیت رُل بازی کردن در زبان را داشته باشد. نظر شما چیست؟

همین‌طور که می‌فرمایید در زمینه واژه‌گزینی انتخاب واژه متناسب کار سختی است، ولی شدنی است. روش ما در واژه‌گزینی این است که وقتی با یک مفهوم روبه‌رو می‌شویم، در درجه اول سعی می‌کنیم که معنی آن مفهوم را بفهمیم. بعد از فهمیدن معنی مفهوم با شمّ زبانی خودمان، حدس و گمان‌هایی را مطرح می‌کنیم. بعد با سلیقه‌هایی که در یک جمع ۵ـ ٤ نفره اعمال می‌کنیم، آن سلیقه‌ها را از طریق آزمون و خطا مطرح می‌کنیم. در مورد density که مدتی آن را دانسیته می‌گفتند و مدتی آن را کثافت می‌گفتند و امروزه به آن چگالی می‌گویند باید بگویم چون کلمه چگالی را من انتخاب نکردم از تاریخچه‌اش خبر ندارم.

یک نمونه دیگری که در جریان واژه‌سازی آن بودم، خدمتتان عرض می‌کنم و همین الان آن کلمه را بر روی جلد کتاب ما با عنوان فرعی دانشنامه فیزیک بنیادی نوشتیم، «بن‌سازه‌های ماده» درواقع بن‌سازه‌ها معادل bulding block است. bulding block به معنی خیلی معمولی کلمه یعنی «خشت بَنا». خشتی که به وسیله آن یک ساختمان ساخته می‌شود.

در اینجا فیزیک می‌خواهد خشتِ بناهای سازنده ماده را که ماده هم سازنده عالم است مطرح کند. خشت بنا اولین معادلی است که به ذهن آدم می‌آید. هیچ اشکالی هم ندارد. ولی وقتی که وقت می‌کنیم، خشت بنا یک واژه مرکب است. ترکیب شده از خشت و بنا است.

به این ترکیب‌ها در زبان دستوری، ترکیب‌های نحوی می‌گویند. یکی از اشکالات این ترکیب‌های نحوی این است که وقتی می‌خواهیم آن کلمه مرکب را جمع ببندیم، نمی‌دانیم جمع را باید برای کلمه خشت استفاده کنیم یا بنا را جمع ببندیم و در جمع بگوییم: «خشت‌های بنا» یا «خشت بناها».

به هرکدام از شکل‌ها بگوییم یک ایراد و اشکالی دارد. نمونه‌اش تابع موج است. بعضی‌ها برای جمع بستن تابع موج می‌گویند «توابع موج» و برخی می‌گویند «تابع موج‌ها».

در صورتی که تابع موج یک مفهوم است و تابع موج‌ها مفهوم دیگری است.

هرکدام مشکلاتی دارد. تابع موج‌ها یعنی اینکه شما با موج‌های زیادی سروکار دارید و می‌خواهید تابع آن را بنویسید. در صورتی که این‌طور نیست.

کلمه توابع موج هم مشکل دیگری دارد.

به هر حال این موضوع سبب شد پیشنهاد اول «خشت بنا» کنار گذاشته شود.

البته «خشت بنا» یک مشکل یا ویژگی دیگری هم دارد و آن این است که قسمت اول «خشت» فارسی و «بنا» عربی است. این موضوع مسئله‌ای است که برخی سلیقه‌ها این نوع اصطلاح‌سازی را نمی‌پسندند.

به همین دلیل وقتی واژه «بن‌سازه» مطرح شد، پسندیده شد و به‌کار رفت. این کلمه واقعاً در جایگاه خود نشست و مفهوم را به خوبی می‌رساند. یعنی الان هر فارسی‌زبانی با اطلاعات متوسط زبانی خود منظور از کلمه «بن‌سازه» را متوجه می‌شود و چون یک کلمه است جمع‌بندی آن راحت است و می‌توان طبق دستور زبان، آن را جمع بست.

é ما در کتاب جدید مقطع یازدهم برخلاف کتابی که فعلاً در این مقطع تدریس می‌شود، به جای واژه self-induction واژه خودالقاآوری را آوردیم. قبلاً به آن خودالقایی می‌گفتیم. واژه «خودالقاآوری» را از فرهنگستان شما گرفتیم. مطمئن هستیم که معلم‌ها با دیدن این واژه «خودالقاآوری» در کتاب جدید، واکنش نشان می‌دهند و می‌گویند «خودالقاآوری» چیست؟

قبلاً «خودالقایی» بود و ما سالیان سال آن واژه را تدریس می‌کردیم. از آنجا که سازمان ما موظف است آخرین ویراست فرهنگستان را در واژه‌گزینی انتخاب کند، خودالقاآوری را استفاده کردیم. اگر حضور ذهن دارید دربارهٔ واژه «خودالقاآوری» توضیح بفرمایید که چرا به جای واژه self-induction که قبلاً «خودالقایی» بود، واژه خودالقاآوری را قرار دادید؟

آنچه پیرامون انتخاب این واژه به نظرم می‌رسد، خدمتتان عرض می‌کنم. ولی چون دقیقاً رجوع نکردم، ممکن است اشکالاتی در بیانات من باشد.

در این واژه گویا با دو مفهوم سروکار داریم. یک مفهوم induction و دیگری مفهوم inductance است. این‌ها با هم تفاوت‌هایی دارند. چون این دو کلمه با هم تفاوت دارند؛ بنابراین، باید لفظهای متفاوتی برای آن دو به‌کار ببریم و به این کار ناچار هستیم.

اگر یکی را «القا» یا «القایش» بگذاریم، ناچاریم برای دیگری واژه دیگری انتخاب کنیم که به کلمه «القا» نزدیک باشد. شاید به همین دلیل بوده است که یکی را «القا» و دیگری را «القاآوری» گفتیم.

خوب آن شکل «القایی» و «القایشی» آن‌ها (آن دو کلمه انگلیسی)، لازم است به شکل‌های مختلف زبانی همچو صفت یا فعل به‌کار برده شود. بنابراین آن‌ها متناسب با نیازی که مفهوم ایجاب می‌کند مجبور هستیم در زبان فارسی آن‌ها را «القا»، «القایی»، «القاییده»، «القایش»، «القایشی» و یا «القاآوری» بنامیم.

اگر فرق گذاشتیم بین «القا» و «القاآوری» به این دلیل است که دو مفهوم اصلی و متفاوت هستند به این دلیل بوده است که ما با دو مفهوم سروکار داشتیم. یکی induction و دیگری inductance.

é امروزه آموزش فیزیک به‌عنوان یک تخصص در دنیا مطرح است و پژوهش‌ها و تحقیقات ویژه‌ای در این زمینه انجام می‌شود.

از جمله ریچاردپیک فردی است که به‌طور ویژه بر روی دستاوردهای شیوه‌های آموزش فیزیک و راهبردهای آموزش فیزیک، شیوه‌های تدریس در کلاس و کلاسداری تحقیق می‌کند. رشته خود او هم اتفاقاً فیزیک هسته‌ای بوده است و در آن موضوع هم کار می‌کند. من و تعدادی از معلمان علاقه‌مند به استفاده از علم نوین دنیا و برگردان آن به زبان فارسی در بحث واژه‌گزینی موضوع‌های مرتبط با آموزش فیزیک مشکلاتی داریم. به‌عنوان مثال، یک متد یا شیوه‌ای در آموزش بنام Just in time teaching وجود دارد که به‌طور مخفف آن را «Jitt» می‌گویند.

آموزش‌وپرورش ما و آموزش دانشگاهی‌ما نارسایی دارد و این نارسایی در آموزش زبان انگلیسی خودش را نشان می‌دهد

در این روش استناد می‌شود به شیوه‌ای در کلاس درس که معلم متناسب با نیازهای آموزشی و پرسش‌های دانش‌آموزان و میزان سطح و درک و فهم آن‌ها از موضوعی که تدریس کرده است، در شیوه تدریس خود تغییری ایجاد می‌کند.

من خودم در برگردان این واژه به فارسی مشکل دارم. این یک نمونه است. ما نمونه‌های بسیار زیادی در زمینه ترجمه لغت‌های انگلیسی در زمینه آموزش فیزیک فارسی داریم.

استدعا دارم از شما، اگر امکانش باشد در فرهنگستان، یک نگرشی یا نیم‌نگاهی به بحث آموزش فیزیک و برگردان کلمات مرتبط با این موضوع که عمدتاً برای کشور ما نوین هستند، داشته باشید تا ما معلم‌ها بتوانیم راحت‌تر برگردان‌ها را انجام بدهیم.

من به این امید پیشنهاد را می‌دهم، چون احساس خطر می‌کنم. اگر من لغت را یک ترجمه‌ای کنم و فرد دیگری همان لغت را ترجمه دیگری کند و آن لغت با ترجمه‌های فراوانی بیان شود، سبب می‌شود که در بدو ورود به جامعه آموزش فیزیک ما، کلمات مختلف با برگردان‌های مختلف وارد شود و ممکن است آن کلمات جا بیفتند. ای کاش فرهنگستان با گذاشتن دوره، کلاس یا شیوه‌ای، افراد علاقه‌مند را درگیر برگردان‌سازی (واژه‌گزینی) کند تا برگردان‌های متناسب آموزش فیزیک را از اعیان علاقه‌مندان گردآوری کند.

استدعا دارم، اگر می‌شود نگاه ویژه‌ای در این زمینه و به این موضوع داشته باشید.

بنده در اینجا نماینده فرهنگستان نیستم. ولی با توجه به اطلاعاتی که دارم، عرض می‌کنم. شاید حدود ۱۵ـ ۱۰ سال پیش بود که ما در آنجا یک دوره واژه‌گزینی فیزیک دبیرستان داشتیم. گروه واژه‌گزینی فیزیک دبیرستان کمی با گروه واژه‌گزینی فرهنگستان فرق می‌کرد. یعنی اعضای تشکیل‌دهنده این دو گروه با هم متفاوت بود. آنجا در یک دوره، واژه‌های مورد نیاز دبیرستان بررسی شد.

در اینکه واژه‌گزینی یک امری است که نیاز به استمرار دارد، با شما موافقم. از طرف دیگر با توجه به شناختی که از کار فرهنگستان دارم، می‌دانم مؤسساتی هستند که با فرهنگستان همکاری می‌کنند. آن مؤسسات نیازهایی دارند و در عین حال با فرهنگستان همکاری می‌کنند.

من می‌توانم این پیشنهاد را به شما و در کل به آموزش‌وپرورش بدهم که آموزش‌وپرورش پیشنهاد بدهد که قصد تشکیل یک گروه واژه‌گزینی را دارد. چون برخی از واژه‌هایی که در کتاب‌های درسی وارد شده‌اند، مشکل دارند. این مشکل باید در جایی بررسی شود. آن گروهی که آموزش‌وپرورش تشکیل می‌دهد در فرهنگستان باشد و هر چند وقت یک بار که لازم است جلسه تشکیل بدهند. مثلاً ماهیانه یا دو ماه یک بار، بسته به نیاز کتاب‌های درسی آموزش‌وپرورش فاصلهٔ جلسه‌ها تعیین شود.

گروه واژه‌گزینی آموزش‌وپرورش و خود آموزش‌وپرورش از فرهنگستان بخواهند که همکاری کند.

در آن صورت که فرهنگستان دست همکاری به آموزش‌وپرورش بدهد یک نماینده را معرفی می‌کند. نماینده فرهنگستان که علاقه‌مند به همکاری با آموزش‌وپرورش هم باشد در آن جلسه‌ها شرکت می‌کند. در این همکاری که بین فرهنگستان و آموزش‌وپرورش صورت می‌گیرد، به نیازهای آموزش‌وپرورش در چارچوب ضوابط فرهنگستان پاسخ داده می‌شود. در این همکاری، آموزش‌وپرورش از تجربه فرهنگستان هم استفاده می‌کند.

این‌طور نباشد که ما در فرهنگستان از نیازهای آموزش‌وپرورش بی‌خبر باشیم و شما و مجموعه آموزش‌وپرورش هم از روش‌ها و کارهای فرهنگستان بیگانه باشد.

درواقع فرهنگستان برای این کشور و از بودجه آن است و آدم‌های همین کشور در آن مشغول هستند. بنابراین حق مسلم آموزش‌وپرورش است که از فرهنگستان برای برطرف کردن نیازهایش کمک بخواهد و استفاده کند.

این پیشنهاد می‌تواند راه‌حلی باشد که به نظرم برای رفع مشکلات، جواب هم می‌دهد.

é شما که این‌قدر زحمت می‌کشید و زحمات شما خیلی هم پرارزش و ارزنده است، چه تلاشی در جهت همگانی کردن کارهای فرهنگستان می‌کنید؟ زیرا الان رسانه‌های ما واقعاً مشکل دارند و واژه‌ها را درست به‌کار نمی‌برند.

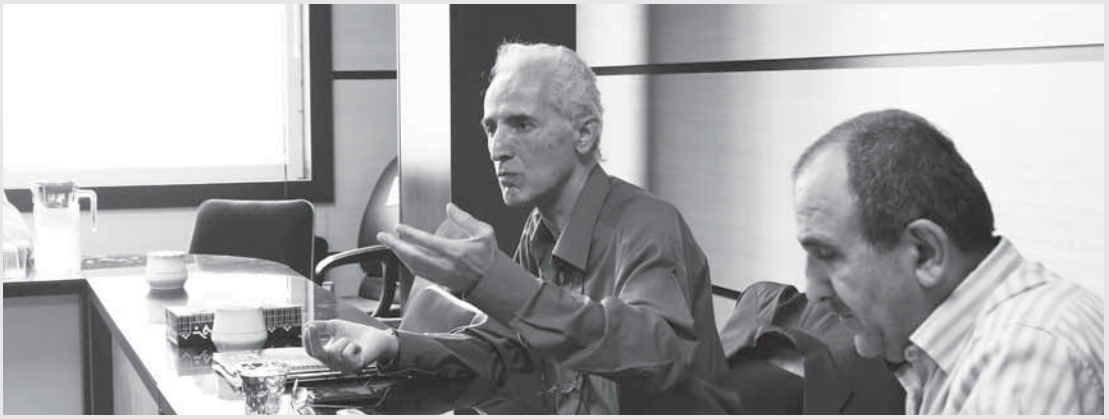
آن موقع که من در کار ترجمهٔ فیزیک بودم، به سال‌های خیلی قبل برمی‌گردد. پیشنهاد کردیم رسانه ملی را در گفتن و بیان صحیح واژه‌ها هدایت و کمک کنند. چون رسانه ملی، واژه‌های علمی که جای خودش را دارد، واژه‌های معمولی را هم غلط و بد به‌کار می‌برد.

به نظر شما چه تلاشی باید انجام شود که این موارد غلط در رسانه ملی اصلاح شود. چون بیشتر ارتباط مردم با رسانه ملی است.

اگر جا بیفتد که در رسانه‌ها مطالب به خوبی منعکس شود، حتماً تأثیر خواهد داشت. چون شما این همه زحمت می‌کشید که تأثیرگذار باشید و باید برای این موضوع هم فکری کنید.

دانش‌آموز فیزیک را می‌خواند و از آن نمره ۱۵ یا ۱۸ هم می‌گیرد. ولی بعد از شش ماه چیزی بلد نیست. متأسفانه آموزش ما از این نوع است

انتخاب کلمه‌ای که وقتی دانش‌آموز یا دانشجو آن را می‌خواند، به مفهوم و معنای آن مطلب نزدیک شود، کار سختی است؛ ولی شدنی است



ظاهراً خود آقای حداد عادل خیلی به این مطالب علاقه‌مند هستند. چه کوششی می‌شود که رسانه‌های ما واقعاً اصلاح شوند که واژه‌های علمی یا هر واژه دیگری را درست به‌کار ببرند تا همگان در جریان تغییرات و اصلاحات انجام شده پیرامون واژه‌ها قرار بگیرند؟

در گذشته برای به‌کار بردن درست واژه‌ها، کلمات و عبارات توسط رسانه‌های ملی، یک وسواسی بود. اما متأسفانه امروز این وسواس هم نیست. به‌طور خلاصه، فرهنگستان چه برنامه‌ای دارد که حاصل تلاش‌های خود را درست به اطلاع مردم برساند؟

شما با توجه به تجربه و حساسیتتان به نقطهٔ حساس قضیه اشاره کردید و پرسش خیلی مهمی را مطرح کردید. خودتان شاهد و دست‌اندرکار بودید که در دهه‌های ۶۰ و ۷۰ کار واژه‌گزینی در مرکز نشر دانشگاهی انجام می‌شد.

مرکز نشر دانشگاهی یک انتشارات دانشگاهی بود و چون انتشارات دانشگاهی بود، کتاب‌هایش را با استفاده از واژه‌هایی که وضع یا گزینش می‌کرد، چاپ و منتشر می‌کرد.

نشریات تخصصی که مرکز نشر دانشگاهی داشت، با استفاده از همان واژه‌های وضع یا گزینش شده چاپ و منتشر می‌شد.

به این ترتیب رسانه‌ای در اختیار داشت که به کمک آن، اصطلاحات تازه وضع شده یا تازه گزینش شده را در اختیار همگان قرار می‌داد و عملاً آن واژه‌های جدید را به‌کار می‌برد. کارآمدی و یا ناکارآمدی واژه‌های جدید در عمل مشخص می‌شد.

متأسفانه در حال حاضر، فرهنگستان فاقد چنین امکاناتی است. فقط برای آن بخش از واژه‌ها که جنبه همگانی دارند، از صدا و سیما خواسته می‌شود، آن واژه‌ها را به‌کار ببرند. گاهی روبه‌رو می‌شویم با وضعیت اسفناک که به جای واژه «تَکینگی» واژه «تِکینگی» را به‌کار می‌برند.

é مثال بارزتر خدمتتان عرض کنم. زمان که دیگر چیز پیچیده‌ای نیست. همه می‌گویند: «تایمتان» تمام شد. صدا و سیما می‌گوید: «تایمتان تمام شد، یعنی چه؟» به نظرم واقعاً وضع اسفناک است. دیگر نمی‌گویند «زمان» بلکه همه می‌گویند: «تایمتان» تمام شد.

از این اصطلاحات غلط رایج زیاد داریم. مانند: «پکیجی» را درست کردیم یا چند «کیس» را بررسی کردیم. منتهی فرهنگستان زورش به آموزش‌وپرورش خیلی خوب رسیده است.

بعضی کلمه‌ها واقعاً برایم عجیب شده‌اند. ما واژه قدیمی «چشیدن» را داریم. ولی امروزه مدام می‌گویند این غذا را «تست» بکنیم. کسی نیست به آن‌ها بگوید ما واژه‌های قدیمی جاافتاده‌ای داریم، این کلمات جدید چه هستند که می‌گویید. «تایمتان» تمام شد. «تست» بکنیم. این‌ها چه هستند؟

واقعاً جای تأسف دارد. به این دلیل تأکید می‌کنم چون آقای حداد عادل نفوذ دارند و اگر بخواهند می‌توانند به راحتی همه این اشکالات را رفع کنند.

این موضوع، مسئله‌ای نیست که به راحتی با زور و دستور حل شود. همین مورد را که شما مطرح کردید مثال می‌زنم. درست است که همه «زمان» و «تایم» را می‌فهمند. ولی همه در موردش توافق ندارند، حتی در سطح فرهنگستان هم این توافق وجود ندارد.

همین مفهوم «زمان» را که شما این‌طور بدیهی تصور می‌کنید و فکر می‌کنم که تقریباً همه مردم آن را بدیهی می‌دانند، همچنان بر رویش حرف باقی مانده است و محل گفت‌وگو باقی مانده است. «time» در زبان انگلیسی به دو معنا است. یکی مقطع زمانی است که امروزه به آن

بُرهه می‌گویند. دیگری مدت یا بازه زمانی است. مانند ۲ ساعت یا ۲ سال و یا ۲ قرن و... .

به همین دلیل عده‌ای معتقد هستند که برای یکی باید گفت: «مدت» و برای دیگری باید «زمان» گفته شود. آن وقت زمانی که با محور زمان روبه‌رو می‌شوید، نمی‌دانید باید از کدام واژه استفاده کنید و آن را چه بنامید؟! چون محور زمان هم مقطع و یک نقطه را مشخص می‌کند و هم فاصله بین دو نقطه را مشخص می‌کند. این محور چیست؟ آیا محور مدت است یا محور زمان است؟ کدام است؟ به همین دلیل پیشنهاد ما که در فرهنگستان اکثریت داریم این است که همان‌طور که در زبان انگلیسی «time» به هر دو معنا به‌کار رفته است، کلمه «زمان» در فارسی هم برای هر دو معنا به‌کار رود که این استعمال سابقه هم دارد.

اگر فرهنگ لغت فارسی را باز کنید، «زمان» هم به معنای مقطع زمانی و هم به معنای مدت زمانی است. منظورم این است که مسائلی است که به راحتی قابل حل نیست. زمان لازم است تا مسئله «زمان» را حل کند.

é آقای دکتر شما فرمودید در دانشگاه تربیت‌معلم بودید، احتمالاً از همان جا هم بازنشسته شدید. دانشگاه تربیت‌معلم برای اهداف خاصی تأسیس شد و هدفش خروجی معلمی بود که بیاید و در مدرسه درس بدهد و با دانشجوی تحصیل‌کرده فیزیک دانشگاه امیرکبیر، متفاوت باشد.
سؤال من این است: فرض کنید شما در دانشگاه تربیت‌معلم درس هسته‌ای دارید و دانشگاه امیرکبیر هم از شما دعوت کرد تا به دانشجویان این دانشگاه نیز درس هسته‌ای بدهید. آیا این دو درس را برای دانشجویان دانشگاه تربیت‌معلم که قرار است معلم شوند و دانشجویان دانشگاه امیرکبیر که قرار است مهندس شوند، متفاوت تدریس می‌کردید؟ یا برای شما تدریس این دو گروه تفاوتی نداشت؟

اگر شخص من درس می‌دادم، یک تفاوت‌های اندکی بین این دو کلاس قائل می‌شدم. ولی به موجب برنامه، طبق وظیفه‌ای که داشتم، موظف نبودم هیچ تغییری در آن ایجاد کنم.

برای اینکه برنامه‌ای که شورای برنامه‌ریزی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری دست من داده، تعداد واحدها، سرفصل‌ها و موضوع‌ها را مشخص می‌کند و می‌گوید: این درس را به‌عنوان ۳ واحد درسی فیزیک هسته‌ای برای دانشکده فیزیک امیرکبیر و دانشکده فیزیک دانشگاه تربیت‌معلم اجرا کنید و هیچ تفاوتی قائل نشوید.

در برنامه شورای برنامه‌ریزی وزارت علوم بین فیزیک هسته‌ای دانشکده فیزیک امیرکبیر و دانشکده فیزیک دانشگاه تربیت‌معلم تفاوتی قائل نبود. چون برنامه آموزشی تفاوت قائل نبود. من موظف به تفاوت نبودم.

ولی چون خود، معلم بودم، حس معلمی من ایجاب می‌کرد که وقتی با معلم‌ها سروکار دارم، از زبان دیگری استفاده کنم و تا جایی که در توان من بود، از نمونه مثال‌های دیگری به غیر از مثال‌های دانشگاه صنعتی، استفاده کنم.

این در حد ابتکار شخصی من به‌عنوان معلم بود. به موجب برنامه تفاوتی نداشتند.

یعنی پیش‌بینی نشده است که برنامه خاصی برای تدریس معلمان باشد. دست‌کم تا موقعی که من درس می‌دادم این‌گونه بود.

تا آنجایی که به درس‌های فیزیک مربوط می‌شد، هیچ فرقی بین دانشگاه تربیت‌معلم، دانشگاه علوم دانشگاه تهران و دانشکده فیزیک دانشگاه صنعتی امیرکبیر نبود.

é شما عدم تفاوت بین دو دانشکده را تأیید می‌کنید؟ یا خیر؟

اگر بخواهند معلم تربیت کنند، باید تفاوت قائل شوند. ولی متأسفانه آن موقع خود دانشگاه و دانشجویان دانشگاه می‌خواستند نام دانشگاه تربیت‌معلم تغییر کند که تغییر نام هم پیدا کرده است.

é به نظر شما علت آن چه بود؟

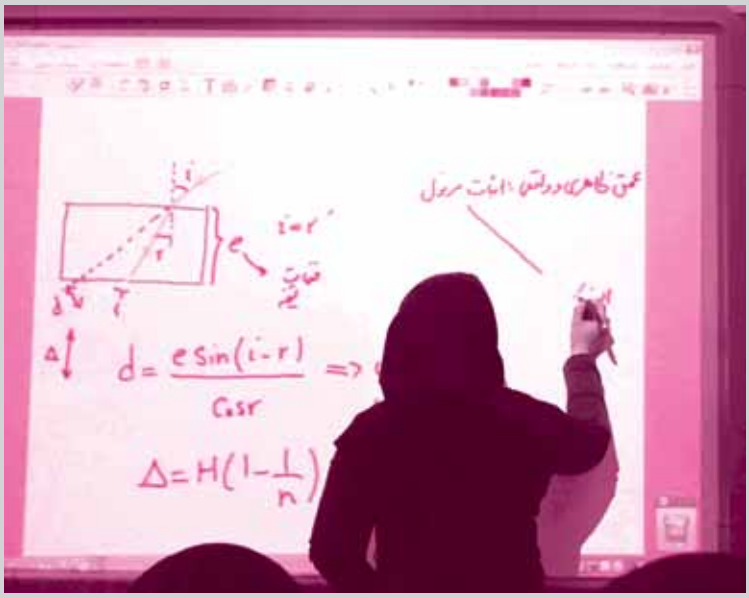
علت آن، بی‌توجهی به کار معلمی بود.

é اگر شما آن موقع می‌توانستید کاری انجام دهید، چه پیشنهادی می‌کردید؟ اگر اختیار داشتید برنامه‌ریزی کنید، چه پیشنهادی برای بهبود کیفیت آموزشی داشتید؟

بالاخره من و شما معلم بودیم و می‌دانیم کلاس در اختیار ما است و اجرای برنامه‌ای که پیشنهاد می‌شد از ۷۰ تا ۱۰۰ درصد در عمل پیشرفت داشت. گاهی دانشجویان ضعیف‌تر بودند، مدت ترم به دلیل مسائلی همچون اعتصاب دانشجویی و... کوتاه‌تر بود، سطح درصد پوشش برنامه پیشنهادی درس به ۶۰ یا ۷۰ درصد کاهش پیدا می‌کرد و گاهی به ۹۰ ـ ۸۰ درصد افزایش پیدا می‌کرد.

در این محدودهٔ درصد پوشش مباحث پیشنهادی برنامه، ما هم در حد سلیقه و اختیارات خودمان می‌توانستیم اعمال نظر کنیم.

حق مسلم آموزش‌وپرورش است که از فرهنگستان برای برطرف کردن نیازهایش کمک بخواهد و استفاده کند



تخته‌هوشمند و کاربردهای آن در آموزش فیزیک

محمد حسن فرجی،فوق‌لیسانس نانو، دبیر پژوهش‌سرای کاوش
سعیده سیفی،لیسانس، مدیر پژوهش‌سرای کاوش
مرضیه محمودزاده، دانش‌آموز پژوهش‌سرای کاوش،
شهرستان‌های استان تهران، منطقهٔ کهریزک

چکیده

یکی از جدیدترین فناوری‌های آموزشی تخته هوشمند است که با قابلیت‌های بسیار بالایی که دارد امکان به‌کارگیری شیوه‌های آموزشی نو و متنوع را در اختیار معلمان قرار می‌دهد و به افزایش بازده آموزشی کمک شایانی می‌کند. نو بودن این ابزار باعث شده در کشور ما کار پژوهشی بسیار کمی روی آن انجام گیرد. این مقاله به معرفی انواع تخته هوشمند، مزایا و معایب آن‌ها، شیوه‌های کلی استفاده از آن‌ها و ذکر مثال‌های کاربردی در استفاده از این ابزار برای آموزش فیزیک به دانش‌آموزان می‌پردازد.

کلیدواژه‌ها: تخته هوشمند، فیزیک، آموزش

۱. مقدمه

از دهۀ ۱۹۹۰ میلادی تاکنون استفاده از فناوری‌های آموزشی افزایش یافته است. امکانات رایانه‌ای مانند شبکه‌های بی‌سیم، تخته‌های هوشمند و وسایل رسانه‌ای مختلف توانسته‌اند کیفیت آموزش را افزایش دهند. امروزه در خیلی از کلاس‌های درس ارتباط معلم و دانش‌آموز یک‌طرفه است و معلم فقط سعی می‌کند مطالب را به دانش‌آموزان منتقل کند. در مقابل شیوه آموزشی دیگری وجود دارد که در آن دانش‌آموزان خود سازنده و تولیدکننده دانش هستند. در این شیوه دانش از طریق مشاهده، واکنش و تعامل با محیط بیرون مانند هم‌گروهی‌ها، معلمان و غیره، فناوری تولید می‌شود. در این شیوه معلم فقط هدایت دانش‌آموزان را برای رسیدن به پاسخ و نتیجه درست برعهده دارد. [۳-۱] تحقیقات بسیاری که بر روی مقایسه کارآیی آموزشی این دو روش انجام شده است نشان می‌دهد که شیوه دوم به مراتب موفق‌تر است. یکی از جدیدترین ابزارهایی که معلمان را در اجرای شیوۀ آموزشی دوم کمک می‌کند تخته هوشمند است. تخته هوشمند یک تخته بزرگ حساس به لمس است که به یک پروژکتور دیجیتال و یک رایانه متصل می‌شود. پروژکتور تصویر صفحه رایانه را بر روی تخته نشان می‌دهد. این سه وسیله به‌گونه‌ای به هم متصل هستند که رایانه از روی تخته با تماس قلم یا انگشت قابل کنترل است. تخته هوشمند امکان برجسته کردن، برچسب زدن و جداسازی عبارات آموزشی را فراهم می‌کند. فرایند آموزش فیزیک معمولاً براساس انتقال اطلاعات به دانش‌آموزان صورت می‌گیرد بدون اینکه دانش‌آموزان بفهمند چگونه از این اطلاعات استفاده کنند. دانش‌آموزان اطلاعات را می‌گیرند، حفظ می‌کنند و برای به‌کارگیری آن‌ها در حل مسائل از محاسبات استفاده می‌کنند تا در امتحان‌ها قبول شوند بدون اینکه بتوانند آن‌ها را در زندگی روزمره‌شان به‌کار گیرند. فناوری جدیدی مانند تخته هوشمند می‌تواند به معلمان برای ایجاد درک بهتری از مفاهیم فیزیکی و کاربرد آن‌ها در دانش‌آموزان کمک کند [۵-۱].

۲. مزایای تخته هوشمند

تخته هوشمند مزایای قابل توجهی هم برای دانش‌آموزان و هم برای معلمان دارد. مزایای تخته هوشمند برای دانش‌آموزان را می‌توان به‌صورت زیر بیان کرد: اول اینکه تخته هوشمند لذت دانش‌آموز از درس و انگیزه او را افزایش می‌دهد. دوم اینکه دانش‌آموزان با استفاده از این وسیله بیشتر در بحث‌ها شرکت و با یکدیگر همکاری می‌کنند که این به نوبه خود می‌تواند مهارت‌های فردی و اجتماعی دانش‌آموزان از قبیل نحوه صحبت‌کردن در جمع، نحوه ارائه مطلب و شیوه‌های بحث با یکدیگر را افزایش دهد. سوم اینکه تخته هوشمند

می‌توانـد به‌دلیل قابلیـت ذخیره اطلاعـات و چاپ کردن آنچه بر روی صفحه نمایش داده می‌شـود دانش‌آموزان را از جزوه‌نویسـی بی‌نیاز کند. چهارم اینکه ارائهٔ پویاتر و واضح‌تر مباحث درسی توسط معلمان با استفاده از این ابزار می‌تواند فهم مباحث پیچیده را برای دانش‌آموز آسـان‌تر کند. پنجم اینکه معلم با اسـتفاده از تخته هوشمند می‌تواند شیوه‌های درسـی مختلف را با توجه به نیاز دانش‌آموزان به‌کار بگیرد. ششـم اینکه به‌نظر می‌رسد تخته هوشـمند می‌تواند ابتکار عمل دانش‌آموزان را افزایش دهد و اعتمادبه‌نفس آنان را برای ارائهٔ مطالب در حضور هم‌کلاسی‌هایشان زیاد می‌کند. مزیت هفتم تخته هوشـمند می‌تواند این باشد که توجه دانش‌آموز را به درس بیشـتر جلب می‌کنـد و حواس‌پرتی دانش‌آموز را کاهش دهد. مزایای تخته هوشـمند بـرای معلمان را نیز می‌تـوان به‌صورت زیـر بیان کرد: اول اینکه به این وسـیله معلمان می‌توانند همزمان با تدریس در کلاس، به وبگاه‌های مختلف آموزشی اینترنتی دسترسی داشته و با اعتمادبه‌نفس بالاتـری تدریس کنند. دوم اینکه امکان دسترسـی معلم به مواد آموزشی که به حجم بسیار زیادی از مواد آموزشی را قبلاً تهیه و بر روی حافظه رایانه ذخیره شده است فراهم می‌کند. مزیت سوم این است که امکان یادداشت‌برداری و چاپ نکاتی را که خود و یا دانش‌آموزانش بر روی تخته می‌نویسـند برای معلم فراهم می‌کند. چهارم اینکه امکان به اشـتراک‌گذاری مواد درسـی بین معلم و همکارانش را در مدرسـه از طریق اینترنت فراهم می‌کند و به نوبه خود می‌تواند تأثیر بسـزایی در صرفه‌جویی در وقت و آماده‌سـازی مواد آموزشـی داشته باشـد. پنجم اینکه تخته هوشمند می‌تواند امکان استفاده از شیوه‌های مختلف تدریس را برای معلم فراهم کند. [۱و۳و۶].

۳. انواع تخته هوشمند

در دنیا سه نوع مختلف تخته هوشمند موجود است: نوع اول شامل یک کیت فراصوت/ فروسرخ است که می‌تواند بر روی یک تخته سـفید معمولی نصب شود. این سامانه قابلیت‌های کمتری نسـبت به انواع دیگر دارد. نوع دوم یک تخته سفید غیرفعال حساس به تماس انگشت است و قابلیت‌های بیشتری نسـبت به نوع اول دارد. نوع سوم تخته سفید فعال است که می‌تواند هم با اسـتفاده از یک قلم و هم با تماس انگشت کار کند. این نوع تخته هوشـمند بالاتریـن کارایی را دارد. همه این تخته‌های هوشمند در دو شکل مختلف موجودند: تخته هوشمند پروژکتور جلویی و تخته هوشمند پروژکتور پشتی. نوع پروژکتور جلویی تخته هوشـمند یک ویدئو پروژکتور در جلوی تخته سفید دارد. عیب این شکل از تخته هوشمند این است که چون ارائه‌دهنده باید هنگام ارائه، جلوی آن بایستد سایهٔ او بر روی تخته می‌افتد. در مقابل، نوع پروژکتور پشتی موجود است که به علت قرار گرفتن پروژکتور در پشت صفحه هیچ نوع سـایه‌ای نمی‌اندازد. پروژکتور نوع پشتی همچنین مزیـت دیگری دارد و آن این اسـت کـه ارائه‌دهنده مجبور نیست که هنگام صحبت به نور پروژکتور نگاه کند. ولی عیب این شکل تخته هوشمند آن اسـت که معمولاً از تخته‌های پروژکتـور جلویی گران‌تر و معمولاً خیلی بزرگ هسـتند و مسـتقیم بر روی دیوار قابل نصب نیستند. بر روی تخته‌های هوشمند ابزارهای اختیاری نیز وجود دارد. تخته‌های هوشمند دارای اندازه‌های مختلفی هستند ولی متداول‌ترین آن‌ها تخته هوشمند با پهنای ۱۹۰ سـانتی‌متر است. اندازه تخته از این جهت مهم اسـت که دانش‌آموزان در انتهای کلاس بتوانند شـکل‌ها و متن‌ها را به‌طور واضح ببینند. نکته مهم دیگر در این تخته‌ها وضوح تصویر است. اگر نور آفتاب مستقیماً به این تخته‌ها بخورد دانش‌آموزان نمی‌توانند شکل‌ها را واضح ببینند و به همین دلیل پنجره کلاسی که تخته هوشمند در آن نصب می‌شـود باید با پرده پوشانده شـود. علاوه بر این تخته‌های هوشـمند می‌توانند ثابت و یا قابل حمل باشـند. نوع قابل حمل اگرچه دارای این مزیت است که می‌تواند از کلاسی به کلاس دیگر برده شـود ولی باید توجه کرد که هر دفعه پس از جابه‌جایـی نیاز به نصب مجدد تخته دارد. همچنین نوعی تخته هوشـمند نیز موجود است که نیاز به هیچ پروژکتوری ندارد ولی قیمتش زیاد است. نکات دیگری نیز در استفاده از این تخته‌ها مهم هسـتند. مثلاً تخته باید در ارتفاع مناسبی نصب شود و رایانه و پروژکتور طوری نصب گردند که سیم‌ها زیاد زیر دست و پا نباشند[۳].

۴. کاربردهای تخته هوشمند

اگرچه کاربردهای تخته هوشمند فراتر از آن است که همه آن‌ها در یک مقاله بگنجد، لیکن در صددیم تا با ذکر مثال‌هایی کاربردی هر چه بیشتر به معرفی این کاربردها بپردازیم. هنگام استفاده از تخته هوشـمند از نرم‌افزارهای مختلفی از جمله smart ideas، scratch، Notebook۱۰، Active Studio و GeoGebra می‌توان بهره برد که هر کدام قابلیت‌های خاص خود را در اختیار می‌گذارند.

Active Studio یکی از نرم‌افزارهایی است که بر روی تخته هوشمند نصب می‌شود و تخته سیاه‌های سنتی را شبیه‌سازی می‌کند. پژوهش‌هایی که بر روی تخته هوشـمند شده است دال بر آن است که کارآیی آموزشی در کلاس‌هایی که از این تخته استفاده کرده‌اند بالاتر است.

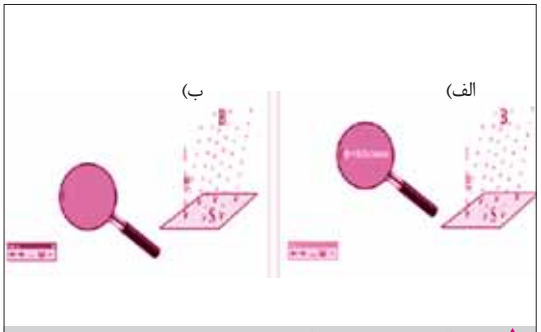
در بسـیاری از درس‌ها، معلم نیاز دارد که برای محک زدن دانش‌آموزان و واداشتن آن‌ها به تفکر، از ابتدا پاسخ مسئله و یا فرمول مربوطه را به دانش‌آموزان نشان نداده و پس از اختصاص

تخته‌هوشمند یک تخته بزرگ حساس به لمس است که به یک پروژکتور دیجیتال و یک رایانه متصل می‌شود. پروژکتور تصویر صفحه رایانه را روی تخته نشان می‌دهد، این سه وسیله به‌گونه‌ای به‌هم متصل هستند که رایانه از روی تخته با تماس قلم یا انگشت قابل کنترل است

استفاده از تختهٔ‌هوشمند به‌عنوان ابزاری جدید و بسیار کارآمد می‌تواند به افزایش جذابیت درس فیزیک کمک کند

دادن مدت زمان کافی برای فکر کردن به دانش‌آموزان، فرمول و یا پاسخ را بر روی صفحه به نمایش درآورد.

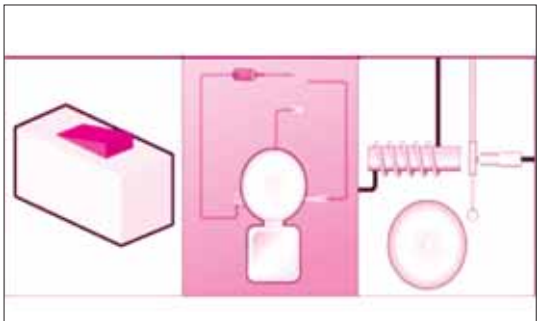
شـــکل ۱ نشان می‌دهد که چگونه یک ابزار می‌تواند فرمول مورد نظر را در زمان دلخواه بر روی صفحه نشان دهد. [۵]



▲شکل ۱: الف) شمای شار مغناطیسی بدون نمایش فرمول
ب) شمای شار مغناطیسی با نمایش فرمول [۵].

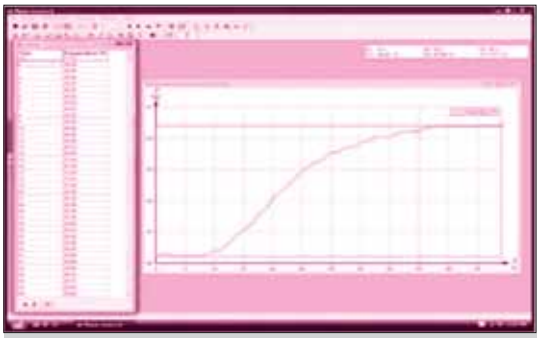
دانش‌آموزان با اســـتفاده از نرم‌افزار Notebook۱۰ بر روی روش‌های مختلفی از جمله حرکت دادن اجســـام، ســـاخت هایپرلینک، استفاده از عدسی بزرگ‌نمایی برای دیدن پاسخ صحیح یک مســـئله و تونل جادویی برای دیدن نکته مختلف کار می‌کنند.

به وســـیله تخته هوشـــمند می‌تـــوان آزمایش‌های فیزیک شبیه‌ســـازی رایانه‌ای شده را بر روی صفحه برای دانش‌آموزان نشان داد. به‌طور مثال می‌توان به کار گروهی اشاره کرد که طرز کار موتور الکتریکی، زنگ اخبار و نحوهٔ القای الکترومغناطیسی را به وسیله ماکرومدیا ۸ فلش (Macromedia 8 Flash) نشان داده و دانش‌آموزان با این وســـایل به‌طور مجازی بر روی تخته کار کردند. در اینجا دانش‌آموز با کلیک کردن بر روی دکمه‌های مختلف می‌تواند ســـازوکار عمل هر کدام از وسایل الکتریکی را ببینـــد. اتفاقی که حتی در یـــک آزمایش واقعی هم ممکن نیســـت. به‌طور مثال جهت جریان الکتریکی در یک آزمایش هرگز با چشم دیده نمی‌شود ولی با استفاده از این شبیه‌سازی دانش‌آموز می‌تواند همزمـــان با انجام آزمایش، جزئیاتی مانند جریان را نیز به‌صورت طرح‌وار مشاهده کند. [۶].



▲شکل ۲: نموداری از زنگ اخبار شبیه‌سازی شده [۶].

جالب‌تر اینکه با اتصال رایانه به وسایل آزمایشگاهی با خروجی دیجیتال حتی می‌توان تغییـــرات یک کمیت را حین آزمایش واقعی در کلاس روی صفحه به دانش‌آموزان نشان داد. شکل ۳ تغییر دما با گذشت زمان را برای یک قطعه آهن به‌منظور به دست آوردن گرمای ویژه آهن حین آزمایش واقعی نشان می‌دهد.



▲شکل ۳. تغییر دمای قطعه آهن با گذشت زمان [۵].

آموزش چگونگی استفاده از ریاضی و مهارت‌های محاسباتی در فیزیک از مهم‌ترین قســـمت‌های تدریس فیزیک است. با استفاده از این تخته بسیاری از فنون ریاضی می‌توانند آسان‌تر به‌کار گرفته شـــوند. شـــکل ٤ نحوهٔ چیدن کسرها را در یک ردیف از بزرگ به کوچک نشان می‌دهد.

▲شکل ٤: مرتب کردن عبارات ریاضی با استفاده از نرم‌افزار [۷].

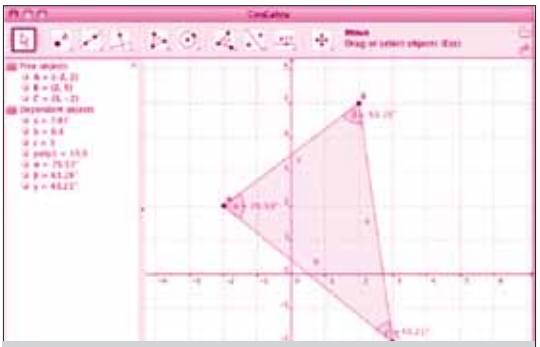
با اســـتفاده از نرم‌افـــزار SketchUp می‌توان ســـازه‌ها را به‌صورت سه بعدی به تصویر کشید و از دیدگاه‌ها و زاویه‌های مختلف مورد بررسی قرار داد. شکل ۵ پلی را در بندر سیدنی نشان می‌دهد. دانش‌آموزان می‌توانند به‌صورت مجازی روی پل بروند بر روی قســـمت‌های مختلف زوم و سازه را با دقت بررسی کنند.

▲شکل۵: شبیه‌سازی سه بُعدی پلی در سیدنی [۸]

شکل ٦ امکان پیدا کردن تصویر ماهواره‌ای شهر نیویورک با استفاده از گوگل ارت را نشان می‌دهد که با اتصال به اینترنت امکان‌پذیر است.

▲ شکل ٦: استفاده از گوگل ارت برای پیدا کردن موقعیت نقطه‌ای بر زمین [٨].

GeoGebra نیز یک نرم‌افزار هندسی پویای رایگان است که امکان رسم نقطه‌ها، خط‌ها، شکل‌ها و منحنی‌ها با استفاده از موشواره را بر روی یک صفحه دکارتی به دانش‌آموز می‌دهد به مجرد اینکه شـــکلی کشیده می‌شود مشخصات جبری آن نیز محاســـبه و نمایش داده می‌شـــود و با تغییر مشخصات هندسی مشخصات جبری نیز همزمان به روز رسانی می‌شود بـــه این ترتیب این ابزار به دانش‌آموز کمک می‌کند که درک بهتری از مفاهیم هندسی و ارتباط آن‌ها با روابط جبری پیدا کند. به‌طور مثال با تغییر دادن یک نقطه از یک مثلث زاویه‌ها تغییر می‌کنند ولی جمع هر ســـه زاویـــه همواره ۱۸۰ درجه باقی می‌ماند.



▲ شکل ۷: به‌روز رسانی و نمایش مشخصات جبری یک شکل هندسی [٨].

با اســـتفاده از تخته ســـفید ســـنتی فقط امکان استفاده از ماژیـــک با چند رنگ محـــدود فراهم اســـت. در حالی‌که در تخته هوشمند می‌توان از رنگ‌های بسیار زیادی و همچنین ضخامت‌های متنوع برای قلم انتخاب شده استفاده کرد.

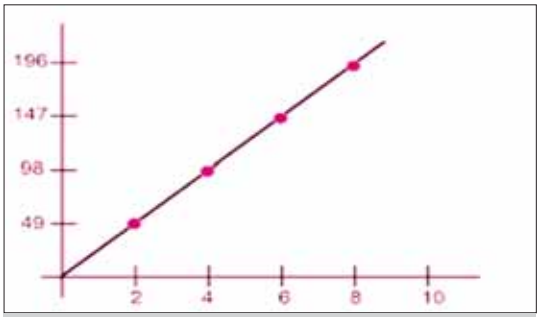
اســـتفاده از ابزار مجازی برای محاســـبه مســـاحت اشکال مختلف از دیگر کاربردهای ریاضی این ابزار است که در شکل ۸ به تصویر کشیده شده است [٨].

▲ شکل ۸: استفاده از ابزار مجازی برای محاسبه مساحت اشکال هندسی [٨].

همچنین امکان استفاده از بسیاری از ابزارهای ریاضی دیگر به‌طور مجازی فراهم است. به‌طور مثال پرگار، نقاله و بسیاری از ابزارهای دیگر به این ترتیب همواره در دسترس هستند.

▲ شکل ۹: استفاده از پرگار مجازی برای اندازه‌گیری زاویه‌ها [٨].

دانش‌آموز با استفاده از تخته هوشمند می‌تواند تغییرات یک کمیت فیزیکی با تغییر یک کمیت دیگر مثلاً با گذشت زمان را بر روی نمودار ببیند. به‌طور مثال شکل ۱۰ نمودار قانون هوک را که در فیزیک پایه دهم و دوازدهم مطرح می‌شود به تصویر می‌کشد. با اضافه کردن مرحله‌به‌مرحله نیرو دانش‌آموز می‌تواند افزایش طول فنر را در نمودار ببیند و ارتباط کمیت‌های فیزیکی را در یک آموزش پویا بهتر درک کند.



▲ شکل ۱۰: تغییر طول فنر با تغییر نیروی وارد بر فنر در قانون هوک.

۵. نتیجه‌گیری

اســـتفاده از تختهٔ هوشـــمند به‌عنوان ابزاری جدید و بسیار کارآمد می‌تواند به افزایش جذابیـــت درس فیزیک، افزایش بازده آموزشی و کمک به درک هر چه بهتر مفاهیم فیزیکی و ارتباط آن‌ها با یکدیگر و همچنین درک بهتر کاربرد مفاهیم فیزیک در زندگی کمک کند.

منابع

[1] Stoica, Daniela, et al. "The interactive whiteboard and the instructional design in teaching physics." Procedia-Social and Behavioral Sciences 15 (2011): 3316-3321.

[2] E-learning as a motivation in teaching physicsBednarova Renata, Merickova JanaUniversity of Defence in Brno, Kounicova 65, 602 00, Brno, Czech Republic

[3] ELAZĐZ, M. FATĐH. Attitudes of students and teachers towards the use of Interactive whiteboards in EFL classrooms. Diss. BILKENT UNIVERSITY ANKARA, 2008.

[4] Dhindsa, Harkirat S., and Shahrizal Haji Emran. "Use of the interactive whiteboard in constructivist teaching for higher student achievement."Proceedings of the Second Annual Conference for the Middle East Teachers of Science, Mathematics, and Computing. 2006.

[5] Stoica, Daniela, et al. "The contribution of the interactive whiteboard in teaching and learning physics." Romanian Reports in Physics 66.2 (2014): 562-573.

[6] Akbaş, Oktay, and HüseyinMiraçPektaş. "The effects of using an interactive whiteboard on the academic achievement of university students."Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching. Vol. 12. No. 2. 2011.

[7] Roschelle, Jeremy, et al. "Ink, improvisation, and interactive engagement: Learning with tablets." IEEE Computer 40.9 (2007): 42-48.

[8] Betcher, Chris, and Mal Lee. The interactive whiteboard revolution: Teaching with IWBs. Aust Council for Ed Research, 2009.

مرزهای فیزیک

تازه‌ترین اخبار پژوهشی

دکتر منیژه رهبر

۲۰۲۰ مهلت اجتناب از فاجعه زیست‌محیطی

انتشار دی‌اکسید کربن ناشی از سوزاندن سوخت‌های فسیلی طی دو سال اخیر به حدود ٤١ میلیارد تن در سال تثبیت شده است.

به‌نظر متخصصان، جامعهٔ جهانی باید انتشار دی‌اکسیدکربن در جو را تا سال ۲۰۲۰ در روندی نزولی به مقداری محدود سازد که گرم شدن سراسری را طبق معاهده آب و هوایی پاریس به کمتر از دو درجه سلسیوس برساند.

جهانی که بیش از این آســـتانه گرم شود در معرض اوج‌گیری آثار مخربی قرار می‌گیرد که در گسترهٔ وسیع شامل امواج گرمایی مرگبار تا مهاجرت‌های گروهی ناشی از بالا رفتن سطح دریاها قرار دارد. متخصصان دربارهٔ این مطلب در مقاله‌ای هشدار دادند که در مجلهٔ علمی نیچر[1] چاپ شده است.

تاکنون با افزایش دمای ۱/۰ درجه سلســـیوس، ورقه‌های یخ که می‌توانند سطح اقیانوس‌ها را چند متر بالا ببرند سریع‌تر آب می‌شوند، آب سنگ‌های مرجانی از فشار گرمایی از بین می‌روند، و طوفان‌های زیان‌بار به مجامع ساحلی آسیب می‌رسانند.

اســـتفاده از منابع انرژی پاک‌تر در دســـت اقدام و مورد تأیید همگان ـ به استثنای ایالات متحده تحت رهبری دونالد ترامپ[2] ـ است، زیرا تهدید تغییر **آب و هوا** بسیار جدی است.

انتشار سراسری دی‌اکسید کربن ناشی از سوزاندن سوخت‌های فسیلی پس از روند صعودی دهه‌های اخیر طی دو سال اخیر در حدود ٤/١ میلیارد تن در سال تثبیت شده است.

اما حتی با این آهنگ «بودجهٔ کربنی» سیاره ـ خط قرمز مقدار CO_2 که می‌توان بدون عبور از ۲/۰ درجه سلســـیوس وارد جو کرد ـ در طی چند دهه، شاید هم زودتر، مصرف می‌شود.

طبق گزارش امضاشده توسط کریستیانافیگورس[3] رئیس مسئول بخش آب و هوای UN و سه **دانشمند متخصص آب و هوای** معتبر و دو متخصص مربوط از بخش تجارتی «برای کربن‌زدایی از اقتصاد جهانی راه درازی در پیش داریم. وقتی بحث آب و هوا پیش می‌آید، زمان‌بندی چیزی است که اهمیت دارد.»

نویســـندگان گزارش به رهبران شرکت‌کننده در گردهمایی گروه ۲۰ در تاریخ ۸ ـ ۷ ژوئیه در هامبورگ پیشنهاد کردند که سال ۲۰۲۰ را نقطه کلیدی برای موفقیت یا شکست در انجام این طرح در نظر بگیرند.

اما پس از تصمیم ترامپ برای خروج از توافق‌نامهٔ امضا شـــده توســـط ۱۹٦ کشور، و خودداری او از پیوستن به توافق همگانی در گردهمایی گروه ۷ در ماه مه گذشته، چنین نتیجه‌ای مورد تردید است.

طبق این گزارش دستیابی به چند معیار تا سال ۲۰۲۰ ضروری است.

انـــرژی تجدیدپذیر ـ عمدتاً مربوط به باد و خورشـــید ـ باید دست‌کم ۳۰ درصد الکتریســـته مورد نیاز جهان را تولید کند. علاوه بر آن هیچ نیروگاه ذغال سنگی نباید پس از این تاریخ مورد تأیید قرار گیرد.

در بخش حمل و نقل، وسایل نقلیه الکتریکی ـ که اکنون فقط یک درصد فروش اتومبیل‌های جدید را تشکیل می‌دهند ـ باید تا آن تاریخ به ۱۵ درصد برسد.

همچنین دولت‌ها باید کارآیی ســـوخت ماشـــین‌آلات بادوام را ۲۰درصد بهبود بخشـــند و آلودگی **دی‌اکسید کربن** در هر کیلومتر مسافت طی‌شده در بخش هوایی را ۲۰ درصد کم کنند. CO_2 ناشی از بخش حمل‌ونقل هوایی که هنوز به سرعت بالا می‌رود حدود دو درصد انتشارهای ناشی از فعالیت بشر را تشکیل می‌دهد. گازهای گلخانه‌ای ناشی از نابودی جنگل‌ها و کشاورزی که اکنون ۱۲ درصد کل جهان را تشکیل می‌دهد، باید طی یک دهه به صفر برسد.

متخصصان معیارهای شدیدی را برای مهار کردن کربن منتشر شـــده از صنایع سنگین، همین‌طور ســـاختمان‌ها و تأسیسات زیربنایی در نظر گرفتند.

ســـرانجام، دولت‌ها و بانک‌ها باید «اوراق قرضهٔ ســـبز» مورد استفاده برای تأمین بودجهٔ عملیات کاهش CO_2 را، که اکنون حدود ۸۱ میلیارد دلار است، ده برابر زیاد کنند.

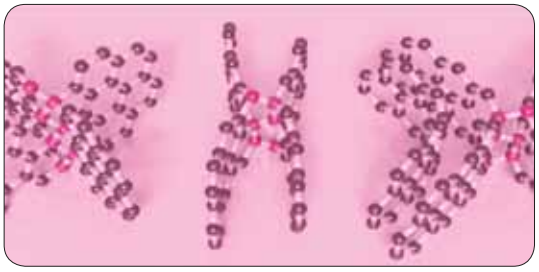
برای اطلاعات بیشتر رجوع کنید به:

Three years to safeguard our climate, Nature (۲۰۱۷).

پی‌نوشت‌ها

1. Nature
2. Donald Trump
3. Christiana Figueres

شکل جدید کربن سخت‌تر از الماس و خم شدنی چون لاستیک



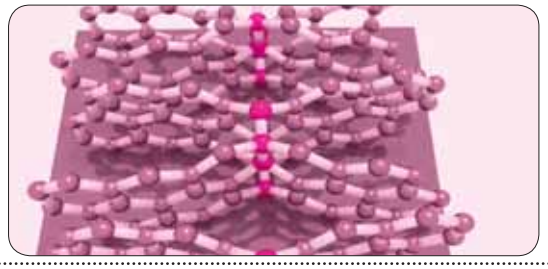
دانشمندان روشی را برای **بسیار سخت و بسیار کش‌آمدنی ساختن** کربن با گرم کردن آن تحت فشار زیاد یافته‌اند. این «کربن شیشه‌ای متراکم» را که بسیار سبک است و می‌توان آن را در مقادیر زیاد ساخت، پژوهشگران در چین و ایالات متحده به دست آورده‌اند. در نتیجه، این محصول می‌تواند کاربردهای گسترده‌ای در مواردی از ساخت جلیقه‌های ضدگلوله گرفته تا ابزارهای الکترونیکی جدید داشته باشد.

کربن عنصری خاص است چون **اتم‌های** آن می‌توانند پیوندهای گوناگونی با یکدیگر داشته باشند و ساختارهای متفاوتی را تشکیل دهند.

به‌عنوان مثال، اتم‌های کربن می‌توانند با پیوندهای کاملاً «SP^3» الماس را تولید کنند، و همین پیوندهای کاملاً «SP^3» گرافیت را هم تولید می‌کنند، که می‌توان آن‌ها را در لایه‌های تک اتمی معروف به گرافن از هم جدا کرد. شکل دیگری از کربن معروف به کربن شیشه‌ای، نیز از پیوندهای SP^2 به دست می‌آید که ویژگی‌های گرافیت و سرامیک‌ها را با هم دارد.

اما کربن شیشه‌ای و متراکم جدید دارای مخلوط پیوندهای SP^2 و SP^3 است که ویژگی‌های غیرعادی را به آن می‌دهد. برای تشکیل **پیوندهای اتمی** به انرژی اضافی نیاز دارید. وقتی پژوهشگران چند ورق گرافن را در دماهای زیاد به هم فشردند متوجه شدند که برخی اتم‌های کربن درست در جای مناسب برای تشکیل پیوندهای SP^3 بین لایه‌ها قرار گرفتند.

آن‌ها با مطالعهٔ دقیق مادهٔ جدید دریافتند که بیش از یکی از پنج پیوند تشکیل شده SP^3 است. این بدان معناست که اتم‌ها هنوز در ساختارهای گرافن ـ مانند گرد هم آمده‌اند، اما پیوندهای جدید آن را بیشتر شبیه شبکهٔ بزرگ در هم تنیده‌ای می‌سازد که دارای استحکام زیادتر است. در مقیاس کوچک ورقه‌های گرافن، اتم‌ها در طرح شش گوشی منظم چیده شده‌اند. اما در مقیاس بزرگ‌تر، ورقه‌ها آرایش نامنظمی دارند. این احتمالاً همان چیزی است که به آن ویژگی توأم سختی و انعطاف‌پذیری را می‌دهد.



پیوند SP^3

پژوهشگران کربن شیشه‌ای متراکم را با استفاده از روش نسبتاً ساده‌ای تولید کرده‌اند که امکان تولید انبوه و ارزان قیمت آن را فراهم می‌سازد. به بیان ساده، آن‌ها از نوعی دستگاه پرس استفاده کردند که فشار زیادی را به کربن وارد می‌سازد. اما این کار به ترفندهایی جهت کنترل دقیق فشار و دما نیاز دارد. این فرایندی زمان‌بر است ولی افرادی که می‌خواهند نتایج آن‌ها را بازسازی کنند می‌توانند به آن دست یابند.

شگفتی‌های جدید

مواد کربنی مدام ما را شگفت‌زده می‌سازند و تأکید پژوهش بر یافتن یا پختن چیزهایی بین شکل طبیعی الماس و گرافیت است. این شکل جدید آخرین نوع از «روش‌های نامحدودی است که می‌توانید طی آن پس از کشف **لوله‌های استوانه‌ای موسوم به نانو لوله** و **مولکول‌های کروی باک مینسترفولرن**، اتم‌های کربن را به هم پیوند دهید.

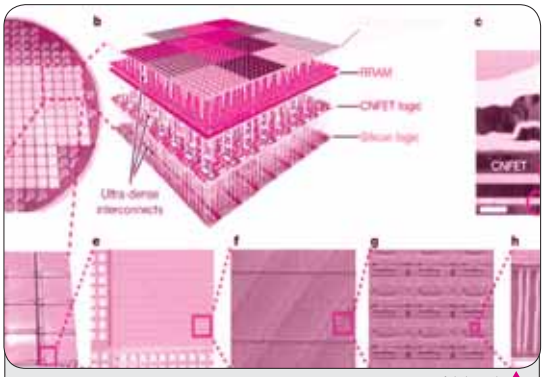
برای ماده‌ای از این نوع ـ که محکم، سبک، و انعطاف‌پذیر است ـ تقاضای زیادی وجود دارد و می‌تواند کاربردهای متنوعی داشته باشد. به‌عنوان مثال، کاربردهای نظامی شامل حفاظ‌هایی برای جت‌ها و بالگردها می‌شود. در صنایع الکترونیک، مواد سبک و ارزان قیمت با ویژگی‌های شبیه سیلیسیم می‌تواند توانایی‌های لازم برای گشودن دریچه‌های جدید برای غلبه بر محدودیت‌های ریزتراشه‌های فعلی را داشته باشد.

رؤیای پژوهشگران یافتن یک مادهٔ کربنی است که بتواند کاملاً جایگزین سیلیسیم شود. شرایط لازم یافتن وضعیتی است که امکان حرکت سریع الکترون‌ها در ماده و قرار دادن آن‌ها در حالت برانگیخته برای شرایط قطع و وصل یک ترانزیستور را فراهم سازد. پژوهشگران کربن شیشه‌ای این ویژگی‌های ماده جدید را بررسی نکرده‌اند و هنوز نمی‌دانند که چقدر برای این کار مناسب است. اما شاید زیاد طول نکشد تا **کربن** دیگری یافته شود. تاکنون، دهه‌ها جست‌وجو چیز مورد نظر ما را نمایان نساخته است، اما شاید نگاه عمیق‌تر آن را در اختیارمان بگذارد.

برای اطلاعات بیشتر رجوع کنید به:

Compressed glassy Carbon, *Science Advances* og June 2017 : Vol 3,no6'e1603213 *Dol: 10,1126/ Sciave. 1603213*, http://advances. science mag.org/ content/3/6/e 1603213.full.

تراشهٔ سه‌بعدی ، محاسبه و ذخیره‌سازی‌داده‌ها را تلفیق می‌کند



نانو سامانهٔ سه بعدی

چون اطلاعات حک شـــده راه خود را در بسیاری از زمینه‌های زندگی ما از رانندگی خودگردان گرفته تا اطلاعات پزشکی شخصی باز کرده‌اند، بنابراین داده‌های بســـیاری از این راه به‌وجود می‌آید. اما حجم این داده‌ها با چنان ســـرعتی افزایش می‌یابد که توانایی رایانه‌ها در پردازش آن‌ها به اطلاعات سودمند با افت سرعت رو به رو می‌شود.

اما اکنون پژوهشگران دانشگاه استنفورد[1] و ام. آی. تی تراشه‌ای را ساخته‌اند که بر این مشکل غلبه می‌کند. نتایج کار آن‌ها در مقاله‌ای در مجلهٔ نیچر[2] چاپ شده که نویسندهٔ اصلی آن ماکس شولیکر[3] است.

شـــولیکر کار خود به‌عنوان دانشجوی دکتری را همراه با فیلیپ ونگ[4] به راهنمایی پروفسور سابهزیش میترا استاد مهندسی برق در استنفورد آغاز کرد.

رایانه‌های کنونی از تراشه‌های مختلف سرهم‌بندی شده تشکیل شده‌اند تراشه‌ای برای محاسبه و تراشهٔ دیگری برای ذخیره‌سازی داده‌ها وجود دارد و اتصالات بین این دو محدود است. چون کاربردها شامل تحلیل حجم فزاینده‌ای از داده‌ها می‌شود. آهنگ محدود داده‌هایی که می‌تواند بین تراشـــه‌ها مبادله شود یک «گلوگاه» ارتباطی جدی را به‌وجود مـــی‌آورد. و با حجم محدود موجود در تراشه، فضای کافی برای کنار هم قرار دادن آن‌ها، حتی با مینیاتوری کردن تراشه‌ها (در پدیدهٔ معروف به قانون مور) وجود ندارد.

آنچه مســـئله را پیچیده‌تر می‌کند، ابزارهای زیرساختی است، اکنون نمونهٔ جدید تراشهٔ ساخته شده تغییری بنیادی را نسبت به تراشه‌های فعلی به‌وجود می‌آورد. در این تراشه از چند نانوفناوری جدید همراه با طراحی جدید رایانه استفاده شده است تا هر دو روند موجود را وارون سازد.

در این تراشه به‌جای قطعه‌های مبتنی بر سیلیسیم، از نانولوله‌های کربنی استفاده شده است که ورقه‌هایی از گرافن دو بعدی خم شده به‌صورت نانو استوانه است، و یاخته‌های مقاومتی حافظهٔ خواندن/نوشتن (RRAM)، نوعی حافظهٔ بدون ناپایداری است که با تغییر مقاومت یک مادهٔ دی‌الکتریک جامد کار می‌کند. پژوهشگران یک میلیون یافتهٔ RRAM و دو میلیون ترانزیستور اثر میدان **نانولولهٔ کربنی** را با هم ترکیب و پیچیده‌ترین نانو سامانهٔ نانوالکترونیکی را به‌وجود آورده‌اند که تاکنون ساخته شده است.

RRAM و نانولوله‌های کربنی به‌صورت عمودی روی هم ساخته شده‌اند تا یک معماری رایانه‌ای سه بعدی متراکم را با لایه‌های یک در میان منطقی و حافظه به‌وجود آورند. با قرار دادن سیم‌های بسیار چگال بین این لایه‌ها، انتظار می‌رود که این طراحی سه بعدی بر مشکلات گلوگاه ارتباطی فائق آید.

اما به‌نظر نویسندهٔ اصلی مقاله، این طراحی با فناوری مبتنی بر سیلیسیم فعلی امکان‌پذیر نیست. او می‌گوید، «مدارهای کنونی دو بعدی هستند، زیرا در ساخت ترانزیستورهای سیلیسیمی فعلی دماهای زیاد بیش از ۱۰۰۰ درجه سلسیوس دخیل‌اند. اگر شما لایهٔ دوم مدارهای سیلیسیمی را روی لایهٔ اول بسازید، دمای زیاد به لایهٔ اول مدار آسیب می‌رساند.»

به نظر او، «کلید حل مشکل آن است که مدارهای متشکل از نانو لوله‌های کربنی و حافظهٔ RRAM را می‌توان در دماهای کمتر، زیر $200^{\circ}c$ ساخت. که به معنی آن است که لایه‌های بالایی به لایه‌های زیرین آسیب نمی‌رسانند. این مطلب امتیازهای فراوانی برای سامانه‌های محاسباتی آینده دارد. این ابزارها بسیار بهترند. مدارهای منطقی ساخته شده از نانولوله‌های کربنی دارای کارآیی انرژی یک مرتبهٔ بزرگی بهتر از مدارهای منطقی سیلیسیمی فعلی هســـتند، همین‌طور RRAM می‌توانند چگال‌تر، سریع‌تر و با کارآیی بهتر از حافظه‌های خواندن/نوشتن دینامیکی باشند.»

یکی از نویسندگان مقاله می‌گوید: «علاوه بر ساخت ابزارهای بهتر، یکپارچه‌سازی سه بعدی این امتیاز را دارد که اتصالات داخل و بین تراشه‌ها بهتر می‌شود. طراحی سه بعدی جدید یکپارچگی چگال و ریز بافت محاسبه و ذخیره‌سازی داده را در اختیار می‌گذارد که بر گلوگاه حرکت اطلاعات بین تراشه‌ها غلبه می‌کند. در نتیجه تراشه می‌تواند مقدار زیادی داده را ذخیره کند و پردازش و تبدیل داده‌ها به اطلاعات مفید در تراشه را انجام دهد.»

پژوهشـــگران برای نشان دادن توان بالقوهٔ این فناوری از توانایی عملکرد نانو لوله‌های کربنی به‌عنوان حسگر هم استفاده کرده‌اند. آن‌ها روی لایهٔ بالایی تراشـــه یک میلیون حسگر مبتنی بر نانو لولهٔ کربنی قرار دادند که برای آشکارسازی و طبقه‌بندی گازهای محیطی به کار می‌رفت.

به علت لایه‌لایه بـــودن **ذخیره‌سازی داده**، و محاسبه، تراشه می‌تواند هر یک از حســـگرها را به‌طور موازی اندازه‌گیری کند و ســـپس آن را مستقیم در حافظه بنویسید تا پهنای نوار عظیمی به‌وجود آید.

یکی از نویسندگان مقاله می‌گوید: «یک امتیاز بزرگ کار ما این

پی‌نوشت‌ها
1. Stanford
2. Nature
3. Max Shulaker
4. Philip Wong
5. Subhasish Mitra
6. Analog Devices

است که هم از نظر ساخت و هم از نظر طراحی قابل رقابت با زیرساخت سیلیسیمی کنونی است.»

حامی این طرح می‌گوید: «این واقعیت که این طرح قابل رقابت با ترانزیستورهای اکسید ـ فلز تکمیلی و قابل استفاده در کاربردهای مختلف است گامی بزرگ و مدام در جهت پیش‌برد قانون مور است. برای تداوم آنچه اقتصاد قانون مور نوید بخش آن است رهیافت‌های جدید ناهمگن مورد نیاز است چون افزایش ابعاد دیگر کفایت نمی‌کند. این کار جدید پیشگام متضمن این فلسفه است.»

این گروه در جهت بهبود نانوفناوری‌های زیرساختی و بررسی طراحی رایانه‌ای سه بعدی تلاش می‌کنند. از نظر شولیکر، گام‌بعدی در این مورد کار با شرکت نیمرسانای انالوگ دیوایسز[6] در ماساچوست برای سامانه‌های مختلف جدیدی است که از توانایی کار حس کردن و پردازش داده‌ها روی یک **تراشه** استفاده می‌کنند

بنابراین، ابزارها را می‌توان برای آشکارسازی علامت‌های بیماری و ترکیب‌های خاص موجود در تنفس بیمار به کار برد.

استاد راهنمای این طرح می‌گوید: «این فناوری نه‌تنها می‌تواند محاسبهٔ سنتی را بهبود بخشد، بلکه کاربردهای جدید گسترده‌ای نیز دارد.

شاگردان من اکنون بررسی می‌کنند که چگونه می‌توان تراشه‌هایی تولید کرد که کاری بیش از محاسبهٔ صرف انجام دهند.»

این نمایش یکپارچه‌سازی سه‌بعدی حسگرها، حافظه، و مدارهای منطقی توسعه‌ای بسیار نوآورانه نسبت به فناوری‌های موجود است که از توانایی‌های ترانزیستورهای اثر میدان نانو لوله‌های کربنی استفاده می‌کند و می‌تواند سکوی پرتابی بسیاری از کاربردهای بالقوه در آینده باشد.

برای اطلاعات بیشتر رجوع کنید به:

Max M.shulakeret al. Three climensional integration of nanotechnologies for Computig and data storage on a single chip Nature (2017) Dol: 10. 1038/ Nature 22944

جایزه نوبل فیزیک ۲۰۱۷

▲ شکل ۱. برندگان جایزهٔ نوبل
به ترتیب از چپ به راست: راینر وایس از انستیتوی فناوری ماساچوست (متولد ۱۹۳۲، برلن، آلمان)
باری بریش از انستیتوی کالیفرنیا (متولد ۱۹۳۶، ایالات متحده)
کیپ تورن از انستیتوی فناوری کالیفرنیا (متولد ۱۹۴۰، ایالات متحده)

فرهنگستان علوم سوئد نیمی از جایزهٔ نوبل فیزیک سال ۲۰۱۷ را به راینر وایس[1] و نیم دیگر آن را مشترکاً به بَری سی. بریش[2] و کیپ اس. تورن[3] برای *نقش تعیین‌کننده‌شان در آشکارساز LIGO*[4] *و مشاهدهٔ امواج گرانشی* اهدا کرد.

امواج گرانشی عالم در ۱۴ سپتامبر ۲۰۱۵ برای اولین بار مشاهده شدند. این امواج که وجودشان را آلبرت اینشتین صد سال قبل پیش‌بینی کرده بود ناشی از برخورد دو سیاهچاله بودند و ۱/۳ میلیارد سال طول کشیده بود تا این امواج به آشکارساز LIGO در ایالات متحده برسند.

سیگنال مربوط به این امواج که هنگام رسیدن به زمین بی‌نهایت ضعیف بود انقلابی را در اخترفیزیک به وجود آورد. امواج گرانشی وسیله‌ای کاملاً نوین برای رصد شدیدترین رویدادهایی هستند که در فضا به وقوع می‌پیوندند و آزمونی برای تعیین حدود و ثغور دانش ما هستند.

LIGO یا **رصدخانهٔ تداخل‌سنج لیزری امواج گرانشی** طرح مشترکی است که بیش از هزار پژوهشگر در متجاوز از بیست کشور جهان در آن فعالیت دارند. برندگان جایزهٔ امسال با عزم و ارادهٔ شدید خود نقش تعیین‌کننده‌ای در موفقیت این طرح داشتند.

امواج گرانشی «موجک‌هایی» در بافت فضا زمان هستند که بر اثر فرایندهای بسیار شدید و پرانرژی در عالم به وجود

می‌آیند. آلبرت اینشـــتین وجود آن‌ها را در ســـال ۱۹۱۶ در نظریهٔ نسبیت عام خود پیش‌بینی کرد. محاسبه‌های ریاضی اینشتین نشان داد اجسام پرجرم شتابدار (مانند سیاهچاله‌ها و ســـتارگان نوترونی که دور هم می‌گردند) بافت فضازمان را طوری آشـــفته می‌سازند که «امواج» فضای واپیچیده از منبع آن (مانند حرکت امواج ناشی از انداختن سنگی در یک آبگیر) گسیل می‌شوند. به علاوه، این موجک‌ها با سرعت نور در عالم منتشر می‌شوند و حامل اطلاعاتی در مورد منشأ فاجعه‌آمیز خود هســـتند و علاوه بر آن ســـرنخ‌های ارزشمندی در مورد سرشت گرانش در اختیارمان می‌گذارند.

شدیدترین امواج گرانشی را رویدادهای فاجعه‌آمیزی چون برخورد سیاهچاله‌ها، فروریزش قلب ستارگان (اَبَرنواخترها)، در هم ادغام شدن ستارگان نوترونی یا ستارگان کوتوله سفید، و باقیمانده‌های تابش گرانشـــی ناشی از تولد خود عالم تولید می‌کنند.

گرچه وجود امواج گرانشی در سال ۱۹۱۶ پیش‌بینی شده بود. اما *دلیل* وجود واقعی آن‌ها تا سال ۱۹۷۴ یعنی ۲۰ سال پس از درگذشت اینشتین در دست نبود. دو اخترشناس که در رصدخانهٔ رادیویی آرسیبو[5] در پورتوریکو کار می‌کردند یک تپ‌اختر دوتایی متشـــکل از دو ستارهٔ بسیار چگال و سنگین را کشـــف کردند که دور هم می‌گشـــتند. این درست همان منظومه‌ای بود که طبق نظریهٔ نســـبیت عام انتظار می‌رفت امواج گرانشـــی گســـیل کند. پس از هشت سال رصد کردن معلوم شـــد که ســـتارگان درســـت با آهنگی به هم نزدیک می‌شـــوند که نظریهٔ نســـبیت عام پیش‌بینی می‌کرد. اکنون بیش از ۴۰ ســـال اســـت که این منظومه دیدبانی می‌شود و تردیدی وجود ندارد که امواج گرانشی گسیل می‌کند.

از آن پس بســـیاری از اخترشناسان گســـیل‌های رادیویی تپ‌اخترهـــا را بررســـی و همان آثار را مشـــاهده کرده‌اند که تأییدکنندهٔ وجود امواج گرانشـــی است. اما همهٔ این تأییدها، غیرمستقیم یا به‌صورت ریاضی و نه از طریق تماس فیزیکی واقعی بوده‌اند.

تا اینکه در ۱۴ سپتامبر سال ۲۰۱۵ آشکارساز LIGO برای اولین بار این امواج را به‌صورت واپیچیدگی‌های فضازمان ناشی از عبور امواج گرانشـــی تولید شده از برخورد دو سیاهچاله در ۱/۳ میلیارد سال قبل به‌صورت فیزیکی حس کرد! آشکارساز LIGO و کشـــف صـــورت گرفتـــه در آن به‌عنـــوان یکی از بزرگ‌ترین دستاوردهای علمی بشر در تاریخ ثبت خواهد شد.

خوشبختانه، در حالی‌که رویدادهای منشأ این امواج گرانشی بسیار شدیدند، اما وقتی این امواج به زمین می‌رسند میلیون‌ها بار ضعیف‌تر و کوچک‌ترند. درواقع، وقتی امواج گرانشی مورد نظر برای اولین بار به LIGO رســـیدند، مقدار ارزش ناشی از وجود آن‌ها از فضازمان هزاران بار *کوچک‌تر از هستهٔ یک اتم* بود. این اندازه‌گیری‌های به‌صورت باورنکردنی کوچک چیزی است که LIGO برای انجام آن برنامه‌ریزی شده است.

LIGO بزرگ‌ترین رصدخانهٔ امواج گرانشـــی است که از دو تداخل‌سنج لیزری عظیم هر یک با طول بازوی ۴km تشکیل شـــده اســـت که فاصله هزاران کیلومتر از هم قرار گرفته‌اند. LIGO برخلاف تلســـکوپ‌های رادیویی یا اپتیکی نمی‌تواند امواج الکترومغناطیســـی را ببیند، بلکه امواج نامرئی گرانشی را «حس می‌کند». ثانیاً، برخلاف تلسکوپ‌های فوق‌الذکر، به جای «چشمان» تلسکوپ‌های اپتیکی و رادیویی گوش‌هایی دارد کـــه دو لولهٔ خلأ فولادی هر یک به طول ۴km و قطر m ۱/۲ اســـت که به شـــکل L قرار گرفته‌اند و محفظه‌ای بتونی آن‌هـــا را از جهان خـــارج محافظت می‌کنـــد. ثالثاً، برخلاف رصدخانه‌هـــای معمولی که خودشـــان به تنهایـــی داده‌ها را گردآوری می‌کنند، LIGO نمی‌تواند تنها کار کند، بلکه باید همراه با یک دوقلو در فاصله بسیار دور عمل کند تا اطمینان حاصل شود که ارتعاش‌های محلی با سیگنال‌های مربوط به امواج گرانشی اشتباه گرفته نشوند.

▲شکل ۲. چشمهٔ امواج گرانشی

▲شکل ۳. آشکار ساز LIGO

پی‌نوشت‌ها

1. Rainer Weiss
2. Barry Barish
3. Kio Thorne
4. Laser Introfermeter Gravitational-Wave Observatory
5. Arecibo observatory

آیا باید در باران دوید؟

سوسن رجائی
عضو هیئت علمی دانشگاه فنی‌وحرفه‌ای

چکیده

مسئله انتخاب یک راهکار بهینه برای حرکت در باران توجه فیزیک‌دان‌ها و دانشمندان زیادی را به خود جلب کرده است. این مقاله با انتخاب رویکردی جدید و تازه و با مطالعهٔ اندام‌های دارای قالب ساده نشان می‌دهد که جواب این مسئله بستگی به شکل قالب و جهت‌گیری اندام متحرک و جهت باد و شدت آن دارد. شاید برای اندام‌هایی با قالب‌های گوناگون بهترین راهکار ممکن است متفاوت باشد: در بعضی موارد بهترین کار این است که فرد به سریع‌ترین حالت ممکن بدود، در حالی‌که در بعضی موارد دیگر سرعت بهینه وجود دارد.

کلیدواژه‌ها: باران، بدن انسان، سرعت بهینه، جهت باد

۱. مقدمه

بهتر است در باران بدویم یا راه برویم؟ تقریباً هر فردی دست‌کم یک بار با این مسئله روبه‌رو شده است.

بحث‌های زیادی دربارهٔ این موضوع در اینترنت وجود دارد که هرکدام نتیجه‌گیری‌های متفاوتی دارند. این مسئله را فیزیک‌دانان، ریاضی‌دانان، مهندسان و هواشناسان زیادی بررسی کرده‌اند. در بعضی موارد [۱] جهت باریدن باران قائم در نظر گرفته شده است. بعضی امکان وزش باد درجهت موافق را در نظر گرفته‌اند [۲،۳] بعضی یک مؤلفهٔ متقاطع (مثلاً مؤلفهٔ عمود بر مسیر) برای باد در نظر می‌گیرند [۴،۸].

از آنجا که بدن انسان قالب پیچیده‌ای دارد، یک قالب ساده‌تر، (معمولاً یک متوازی‌السطوح)، با این فرض ضمنی یا غیر ضمنی که قالب، عامل مهمی نیست و اینکه نتایج به‌دست آمده می‌تواند به‌راحتی برای بدنی با هر قالب عمومیت پیدا کند، در نظر گرفته شده است. از نظر کیفی نتایج به‌دست آمده تاکنون می‌توانند به‌صورت زیر خلاصه شوند:

- زمانی‌که باران به‌صورت عمودی می‌بارد، بهترین راهکار، دویدن با بیشترین سرعتِ ممکن است. این موضوع برای حرکت در باد نیز صادق است.
- شاید برای حرکت در جهت باد، سرعت بهینه‌ای وجود داشته باشد،که در این صورت این سرعت بهینه تنها زمانی وجود دارد که نسبت سطح مقطعی از بدن که عمود بر حرکت است به سطح مقطع افقی آن به اندازه کافی بزرگ باشد. در غیر این صورت بهترین کار همچنان دویدن در سریع‌ترین حالت ممکن است.

انتخاب یک راهکاربهینه برای حرکت در باران توجه فیزیک‌دان‌ها و دانشمندان زیادی را به خود جلب کرده است

اساساً، در مقاله‌هایی که تاکنون در این زمینه منتشر شده است، دو نتیجه‌گیری کلی وجود دارد: شرط وجود سرعت بهینه وزش باد از پشت‌سر است و سرعت بهینه با مؤلفهٔ افقی باد برابر است. در این مقاله نشان خواهیم داد که جواب این مسئله در واقع به پارامترهای زیادی بستگی دارد، که مهم‌ترین آن‌ها شکل بدن و جهت‌گیری آن است. با وجود این وزش باد از عقب و درجهت حرکت فرد وضعیت مورد نظر ما است، در بعضی موارد حتی برای دویدن درخلاف جهت باد نیز سرعت بهینه وجود دارد، و در حالت کلی مقدار آن با مقادیر یافته شده در مطالعه‌های قبلی برابر نیست.

این مقاله برای علاقه‌مندان فیزیک، دانشجویان و استادان و افراد علاقه‌مند به دانستن پاسخ مسئله نوشته شده است. فهم موضوع نیازمند تجسم هندسی خوب و توانایی انجام محاسبه‌های برداری است و مسائل مفهومی زیادی را در زمینه‌های مختلف مفید برای کلاس‌های فیزیک در برمی‌گیرد.

۲. تعریف مسئله

مسئله مطرح شده در ابتدای این مقاله به اندازه کافی شفاف نیست و باید بهتر مطرح بشود.

بیایید مسیر ثابتی را برای طی کردن در باران در نظر بگیریم. فرض‌های زیر را در نظر می‌گیریم.

۱) زمین افقی است.

۲)مسیر خط راست است.

۳)باران، دست‌کم در مسیر، یکنواخت است.

٤)باران، دست‌کم برای زمانی که باید مسیر طی شود، مداوم و پایا است.

۵)جسم متحرک صلب و قابل انتقال است.

فرض آخر تقریبی برای بدن انسان است، اما برای قابل حل بودن مسئله لازم است. شرط‌های ۲و۳و٤ چنانکه به‌نظر می‌رسند محدودکننده نیستند، یعنی اگر در کل مسیر قابل اجرا نباشند، می‌توانیم مسیر را به مسیرهای کوتاه‌تر تقسیم کنیم.

۳. معرفی ابزارهای نظری

بیایید فرض کنیم مسیر مستقیم از A تا B را در پیش داریم. ما یک دستگاه مختصات دکارتی با محور x که جهت آن از A به B است و محور عمودی z در نظر می‌گیریم سرعت را با u نشان می‌دهیم،(شکل ۱). در این صورت$u=(u,0,0)$ و $u>0$. مسئله یافتن مقدار u در صورت امکان است به طوری‌که میزان بارانی را که در طول مسیر به بدن می‌بارد را کمینه کند.

v سرعت باران است. مؤلفهٔ عمودی آن، v_z، به اندازهٔ قطره‌ها بستگی دارد. فرض کنیم قطره‌ها با سرعت حدی‌شان به زمین می‌اُفتند، در این صورت سرعت افقی آن‌ها با سرعت افقی باد یکسان است. (ما جهت وزش باد را به محور x محدود نکردیم، اما وزش باد را افقی فرض کردیم).

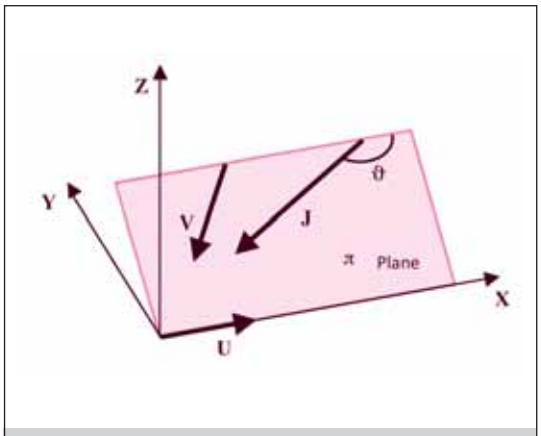
علامت v_y نشان می‌دهد سمت چپ یا راست بدن خیس می‌شود. زمانی که v_x مثبت است، باد از عقب می‌وزد. در غیر این صورت، صرف نظر از وجود مؤلفهٔ متقاطع v_y، باد از جلو می‌وزد.

صفحه مشخص شده با u و v نقش مهمی در حل مسئله دارد. این صفحه را π می‌نامیم. محور عمود بر این صفحه را (زتا) می‌نامیم.

اگر ρ را نسبت جرم قطرات آب، در هر لحظه در یک حجم داده شده، به خود حجم در نظر بگیریم. (توجه کنید که ρ چگالی آب نیست). اکنون می‌توانیم بردار $\vec{j}$ را تعریف کنیم و آن را چگالی آب بنامیم :

$$\vec{j} = \rho \vec{v} \qquad (۱)$$

به راحتی می‌توان متوجه شباهت ρ و چگالی بار، و $\vec{j}$ و چگالی جریان در الکترومغناطیس شد. رویکرد ما برای حل این مسئله به کارگرفتن آزادانهٔ ابزارهای نظری این مبحث است. فرض‌های ۳و٤ ایجاب می‌کنند که ρ و v و در نتیجه $\vec{j}$ یکنواخت و ثابت باشند.



▲ شکل ۱. جهت گیری نسبی u،j، v و صفحهٔ π حامل آن‌ها

در زمان حرکت باید بین j ، چگالی باران، و $\vec{j}$ تمایز قائل شویم:

$$\vec{j}(u) = \rho(\vec{v} - u) = \rho(v_x - u, v_y, v_z) \qquad (۲)$$

جهت و شدت بردار j با تغییر u تغییر می‌کند. با افزایش u در صفحهٔ π ، جهتش از مسیر x تغییر می‌یابد.

می‌توانیم این مفهوم را دقیق‌تر بیان کنیم. زاویهٔ بین j و u با افزایش u افزایش می‌یابد و به ۱۸۰° درجه می‌رسد. به‌راحتی

می‌توان نشان داد:

$$\tan\theta = \frac{\sqrt{v_y^2 + v_z^2}}{v_x - u} \qquad (۳)$$

مـــی توان گفت j مقدار j در $u=0$ اســـت؛ می‌توان آن را مقدار اولیه j نامید. همین‌طور زاویهٔ بین j و u، θ است.

شـــکل (۱) جهت‌گیری نســـبی j، u، v و صفحهٔ π را نشان می‌دهد.

در مقایســـه با الکترومغناطیس، زمان آن رسیده که مفهوم شار باران را معرفی کنیم.

اگر مفهوم شار را بدون هیچ تغییری برای یک میدان برداری بپذیریم ، باید شار باران انتگرال سطحی میدان j باشد:

$$\varphi(u) = \phi_s j.dA| \qquad (٤)$$

در اینجـــا انتگرال‌گیری روی کل ســـطح بدن اســـت. اما می‌دانیم در نبودِ چشمه‌ها و چاهک‌های میدان، انتگرال روی یک سطح بسته صفر می‌شود، در نتیجه انتگرال ٤ برای هدف ما باید تغییر کند.

تغییرات را بـــا در نظر گرفتن قدرمطلق برای ضرب داخلی $j.dA$ شـــروع می‌کنیم. اما این کافی نیست از آنجایی که هر خط میدان دو بار، یک‌بار زمانی که وارد بدن می‌شـــود و بار دیگر زمانی که از آن خارج می‌شود در شار مشارکت دارد پس ما باید انتگرال‌گیری را به s_w یعنی سطح خیس بدنمان جایی که خط‌های میدان وارد می‌شوند محدود کنیم. اگر بدن شکل پیچیده‌ای داشته باشد شـــاید خط‌های میدانی وجود داشته باشـــند که وارد شوند، خارج شـــوند، و دوباره وارد شوند. در این‌صورت سطح خیس به وضوح فقط شامل قسمت‌هایی که خط‌های میدان برای اولین بار وارد بدن شده‌اند. پس ما شار باران را این‌گونه تعریف می‌کنیم:

$$\varphi(u) = \int_{sw} j.dA| \qquad (٥)$$

همان‌طور که شکل متفاوت انتگرال نشان می‌دهد با وجود اینکه s یک سطح بسته است s_w همیشه یک سطح باز است. فرض می‌کنیم s_w جهت‌گیری مشابهی با s دارد (که بر طبق قرارداد جهتش از داخل به خارج است).

شار باران نســـبتِ بین میزان باران فروآمده بر بدن در یک بازه زمانی است. یکای اندازه‌گیری آن در دستگاه SI $kg.s^{-1}$، است. شار باران به‌علت تغییر j به همراه u و چرخش j سطح مورد نظر برای انتگرال‌گیری به سرعت بدن بستگی دارد.

۴.فرمول‌بندی و بحث کلی مسئله

اکنون می‌توانیم دست‌کم به لحاظ نظری جرم آب m که در زمان حرکـــت در باران به بدن می‌خورد را اندازه بگیریم. بازه زمانی لازم برای طی مسیر L با سرعت ثابت u از رابطه $\Delta t = l/u$ بدست می‌آید برای m داریم:

$$m(u) = \varphi\Delta t = \frac{L}{U}\int_{sw} |J.dA| \qquad (٦)$$

بـــا وجود اینکه ایـــن معادله برای مطالعـــه رفتار بدن‌های صلبِ (سفت و سخت) محصور شـــده در سطوح ساده (مثلاً متوازی‌السطوح) کافی است، ولی در سطح‌های منحنی به‌طور کلی بهتر است آن را با استفاده از نظریه زیر به‌صورت دیگری بنویسیم.

قدر مطلق شار یک بردار میدان یکنواخت روی یک سطح S به‌گونه‌ای که هر خط میدان در بیشترین حالت ممکن به یک ســـطح برخورد کند از حاصل ضرب شدت میدان، در تصویر ســـطح s (یعنی S_{pr}) بر روی صفحه عمود بر میدان به‌دست می‌آید.

اثبات آن از تعریف شـــار یا قضیهٔ گاؤس به‌دست می‌آید. با استفاده از نتیجه، جرم آب می‌تواند به‌صورت زیر نوشته شود.

$$m(u) = \frac{L}{u}|j(u)|S_{pr}(u) \qquad (٧)$$

زمان L/u بـــه وضوح با تغییر u به‌طـــور یکنواخت کاهش می‌یابد.

سطح خیس تصویر شده S_{pr} به قالب بدن و جهت‌گیری آن نسبت به باران و جهت حرکت بستگی دارد. اما ما به‌طورکلی نمی‌توانیم در مورد وابستگی آن به u نتیجه‌گیری کنیم .

توجه کنیم که تصویر سطح خیس دقیقاً با تصویر سطح کل بدن برهم نهی دارد.

اگـــر $V_x<0$ میزان قدر مطلق j به‌طور یکنواخت با u افزایش می‌یابد، (معادله (۲) را ببینیـــد). می‌دانیم در هنگام حرکت زیر باران اگر سرعت حرکت را افزایش دهیم به نظر می‌رسد شـــدت باران نیز افزایش می‌یابد. در مقابل اگر $V_x>0$ چگالی ظاهری باران برای $u=V_x$ کمترین مقدار را دارد.

نســـبت $|j|/u$ به بدن بســـتگی ندارد، این نسبت به برخی از جنبه‌های کلی مســـئله مربوط است و وابستگی آن به u قابل تأمل است، بیایید آن را واضح‌تر بنویسیم:

$$\frac{|j|}{u} = \frac{\rho\sqrt{(v_x-u)^2 + v_y^2 + v_z^2}}{u} = \qquad (٨)$$

$$\rho\sqrt{(\frac{v}{u})^2 - 2\frac{v}{u} + 1} =$$

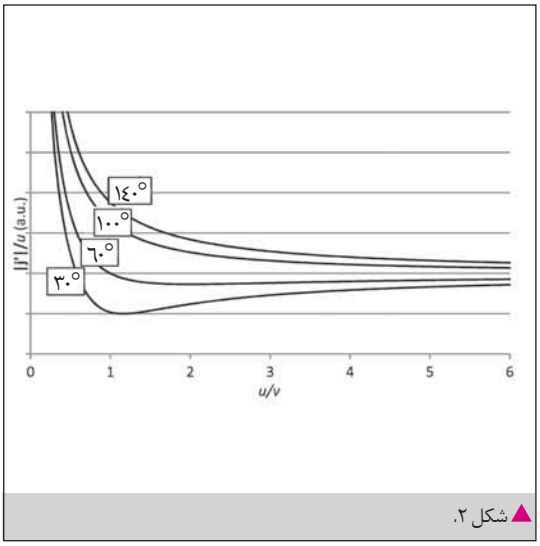
$$\rho\sqrt{(\frac{v}{u})^2 - 2\frac{v}{u}\cos\theta + 1}$$

شاید برای حرکت در باران سرعت‌بهینه‌ای وجود داشته باشد که این سرعت‌بهینه تنها زمانی اتفاق می‌افتد که نسبت سطح مقطع عمود بر حرکت بدن نسبت به سطح مقطع افقی آن به اندازه کافی بزرگ باشد

شایان توجه است که این تابع در حالی‌که برای $V_x<0$ به‌طور یکنواخت کاهش می‌یابد، برای $V_x>0$ همیشه کمترین مقدار را دارد.

$$u=\frac{v^2}{v_x}=\frac{v}{\cos\theta} \qquad (۹)$$

نمودار $|j|/u$ بر حسب u/v برای بعضی مقادیر θ در شکل ۲ نشان داده شده است می‌بینیم برای $\theta=30^\circ$ تابع مقدار کمینه کاملاً مشخصی دارد، در حالی که برای 60° یافتن این مقدار دشوار است.



▲ شکل ۲.

این راهکار مسئله را برای همهٔ موقعیت‌هایی که درآن سطح خیس تصویر شده به u وابسته نیست حل می‌کند. ساده‌ترین مثالی که می‌توان در نظر گرفت کره است که برای آن سطح خیس تصویر شده همواره πR^2 است. R بدون تغییر شعاع کره است اما این تنها مورد نیست. همان‌طور که دیده‌ایم زمانی که U تغییر می‌کند j در صفحه عمود بر محور زتا می‌چرخد در نتیجه هر بدن با محور تقارنی در راستای این مسیر موقعیتی مشابه دارد.

در نتیجه می‌توانیم این موضوع را برای همه مواردی که سطح خیس تصویر شده به u وابسته نیست بیان کنیم:

- تنها در موردی که باد از پشت سر بوزد، سرعت بهینه‌ای وجود دارد که مقدار آن همیشه از رابطه (۹) به‌دست می‌آید صرف نظر از شکل بدن (استوانه‌ای ـ مخروطی ـ بیضی گون و...). توجه کنیم مقدار u همیشه بیشتر از v_x است، رابطه (۹). در نتیجه زمانی که سرعت بهینه وجود دارد همواره با v_x برابر نیست.
- سرعت بهینه به v و سپس به اندازه قطره‌ها بستگی دارد (زیرا v به وضوح به v_z وابسته است) سرعت بهینه بدون توجه به شدت باد با داشتن مؤلفه‌ای وجود دارد.
- سرعت بهینه‌ای بدون در نظر گرفتن شدت باد هنگامی که از پشت سر بوزد وجود دارد.
- به‌طور کلی s_{pr} به u وابستگی دارد و تأثیر آن بر $m(u)$ در موارد مختلف می‌تواند متفاوت باشد می‌توان گفت s_{pr} برای بدن‌هایی با عدم تقارن زیاد نسبت به چرخش زتا دارای بستگی بیشتر می‌شود برای بعضی موارد ساده خاص ما می‌توانیم دقیق‌تر عمل کنیم.

۵. یک سطح متوازی‌السطوح و یک سطح صاف

همان‌طور که در مقدمه گفته شده مقاله‌های پیشین (به استثنای ایرمن[۲] و بلاخوویتس[۳] که یک استوانه عمودی در نظر گرفتند[۲]) متوازی‌السطوحی با سطح‌های موازی با محورهای دستگاه دکارتی (ما آن را متوازی‌السطوح عمودی می‌نامیم) و یک سطح صاف در نظر گرفتند.

بیاید توجه‌مان را به این دو مورد معطوف کنیم.

۵ـ۱ یک متوازی‌السطوح عمودی

نویسندگان زیادی این موضوع را بررسی کردند ولی برای راحتی ما نتایج را به‌طور خلاصه در اینجا بیان می‌کنیم نتایج شار باران:

$$\phi(u)=\rho(S_x|v_x-u|+S_y|v_y|+S_z|v_z|) \qquad (۱۰)$$

در اینجا S_x نشان‌دهنده مساحت وجه عمود بر محور x است. و به همین ترتیب برای بقیه سطح‌ها. بنابراین جرم آب جدا شده به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$m(u)=\frac{\rho l}{u}(S_x|v_x-u|+S_y|v_y|+S_z|v_z|) \qquad (۱۱)$$

براساس مقادیر v_x باید موارد زیر را در نظر بگیریم:

- $v_x\le 0$: باد یا از سمت مقابل می‌وزد و یا باد وجود ندارد. در این حالت $|v_x-u|=|v_x|+u$ بنابراین:

$$m(u)=\rho l(S_x+\frac{S_x|v_x|+S_y|v_y|+S_z|v_z|}{u}) \qquad (۱۲)$$

این تابع به‌طور یکنواخت کاهش می‌یابد، بنابراین بهترین انتخاب، حرکت با نهایت سرعت ممکن است.

$v_x > 0$: باد از پشت سر می‌وزد.

در سرعت کم $(u < v_x)$ داریم $|v_x - u| = v_x - u$، به‌طوری که :

(۱۳)

$$m(u) = \rho l(-S_X + \frac{S_X|v_x| + S_y|v_y| + S_z|v_z|}{u})$$

این تابع نیز به‌طور یکنواخت کاهش می‌یابد، بنابراین حرکت با سرعت کمتر از v_x هرگز مناسب نیست. اما در مورد سرعت بالاتر از v_x چگونه است؟

در سرعت بالا $(u \geq v_x)$ داریم $|v_x - u| = u - v_x$، بنابراین:

(۱۴)

$$m(u) = \rho l(S_x + \frac{-S_x|v_x| + S_y|v_y| + S_z|v_z|}{u})$$

و بنابراین بهتر است با توجه به علامت عبارت زیر بین دو مورد تفاوت قائل شویم:

$$-S_X|v_x| + S_y|v_y| + S_z|v_z| \qquad (۱۵)$$

هنگامی‌که این عبارت مثبت باشد، $m(u)$ نیز برای مقادیر $u \geq v_x$ کاهش می‌یابد، بنابراین بار دیگر حرکت با بیشترین سرعت مناسب است. اما هنگامی که این عبارت منفی است، $m(u)$ برای مقادیر $u \geq v_x$ افزایش می‌یابد و یک سرعت بهینه وجود دارد و همیشه:

$$u_{opt} = v_x \qquad (۱۶)$$

در این حالت می‌توان دید که سرعت بهینه تنها به سرعت باد بستگی دارد و تابع اندازهٔ قطرات نیست. همچنین باید توجه داشت وقتی رابطه (۱۵) صفر شود، جرم آب جداشده توسط بدن معادل آب موجود در حجم LS_x و مستقل از u است و تنها در حالت $u > v_x$ برقرار می‌شود. نوشتن شرطی که نشان می‌دهد رابطه (۱۵) به دو روش مختلف منفی خواهد شد، ارزشمند است:

$$S_x > \frac{S_x|v_x| + |S_y|v_y}{S_x}. \qquad (۱۷ \text{ الف})$$

$$v_x > \frac{S_x|v_x| + S_y|v_y}{S_X}. \qquad (۱۷ \text{ ب})$$

رابطه (۱۷ الف) به ما می‌گوید که برای یک v معین، یک سرعت بهینه تنها برای متوازی‌السطوح‌هایی با S_x بزرگ وجود دارد؛ رابطه (۱۷ ب) نشان می‌دهد برای یک متوازی‌السطوح معین، یک سرعت بهینه تنها در صورتی وجود دارد که v_x به اندازه کافی بزرگ باشد.

۲ـ۵ تعمیم دادن

برای یک متوازی‌السطوح، شار باران مجموع سه عبارت وابسته به مؤلفه j است.

$$\Phi = |j_x|S_x + j_y|S_y + |j_z|S_z. \qquad (۱۸)$$

بسیار وسوسه‌انگیز است که با تعمیم این نتیجه به بدنی به هر شکل، به سادگی با تعریف S_x برای ناحیه تصویر شده از بدن بر روی یک صفحه عمود بر محور x، و به همین ترتیب برای سایر سطح‌ها، به نظر می‌رسد که این همان مسیری است که در مقاله‌های قبلی دنبال شده است. با این حال حتی اگر این ایده بسیار جذاب هم باشد، به این علت که حضور قدر مطلق در رابطه(۵) اجازه تفکیک مجموع مؤلفه‌ها را نمی‌دهد، صحیح نیست.

ما قبلاً در یک مثال ساده مشاهده کردیم که معادله (۱۸) معتبر نیست. در حالتی‌که جسم کروی است، فرمول شار باید به صورت $\pi R^2(|j_x| + |j_y| + |j_z|)$ باشد، درحالی‌که به $|j|\pi R^2$ تبدیل می‌شود. در ادامه مثال‌های بیشتری را مشاهده می‌کنیم.

۲ـ۵. سطح صاف

به منظور ایجاد درک عمیق‌تر از فیزیک مسئله، سطح یک صفحه جهت دار را در نظر می‌گیریم که A بردار مساحت مرتبط با آن است. باید که دو مقدار دیگر را هم در نظر بگیریم: زاویه φ، بین A و j، که مقادیر اولیه آن‌ها (زاویه بین A و J.) توسط φ. نشان داده می‌شود و زاویه، ψ، بین A و u است. بدون لطمه خوردن به کلیت مسئله همیشه می‌توان جهت A را طوری انتخاب کرد که A_x مثبت باشد.

بنابراین طبق رابطه (۶) داریم:

(۱۹)

$$m(u) = \frac{L}{u}|j.A| = \frac{\rho L}{u}|v-u).A| = \rho L\left|\frac{v.A}{u} - A_x\right|$$

از این رابطه موارد زیر را می‌بینیم:

هنگامی که $v.A = 0$، یعنی زمانی که سطح موازی با بارش باران است، m به u بستگی ندارد و بنابراین سرعت به هیچ

وجه مهم نیســت. سطح به ســادگی، تمامی آب موجود در حجم LA_x را جمع‌آوری می‌کند. در حالت خاص هنگامی که $A_x = ۰$ است، یعنی زمانی که سطح در صفحه π است، سطح خشک باقی می‌ماند.

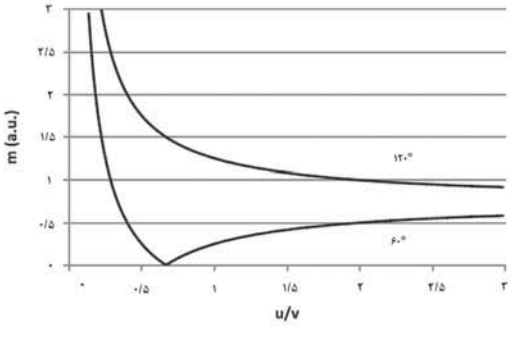
هنگامی که $v.A \neq ۰$ و $A_x = ۰$ است، برای کمینه کردن m باید تا حتی امکان u بیشترین مقدار باشد.

سرانجام، هنگامی که $v.A$ و A_x هر دو مخالف صفر باشند تنها پارامتر وابسته، زاویه $\varphi.$ است که علامت ضرب نقطه‌ای $v.A$ را تعیین می‌کند. وقتی که زاویه $\varphi.$ کمتر از ۹۰ درجه باشد است، همیشه امکان انتخاب سرعت به طوری که سطح اصلاً خیس نشود وجود دارد. این سرعت بهینه به وضوح بدین صورت می‌باشد:

$$u_{opt} = \frac{v.A}{A_x} = v\frac{\cos\varphi o}{\cos\Psi o} \qquad (۲۰)$$

برعکس هنگامی که زاویه $\varphi.$ بزرگ‌تر از ۹۰ درجه و کمتر از ۱۸۰ درجه باشــد، از رابطه (۱۹) مشاهده می‌کنیم که $m(u)$ به‌طور یکنواخت کاهش می‌یابد، بنابراین مجدداً بهترین روش حرکت با بیشــترین سرعت ممکن اســت. (سطح به منظور اجتناب از خیس شدن باید در جهت خلاف حرکت کند).

رســم رابطه (۱۹) برای مقادیر مختلف زاویه‌های ۹۰ و باز $\varphi.$ می‌تواند مفید باشــد چرا که در اصل خط‌های عمودی به شاخه‌های هذلولی تغییر می‌یابند (شکل ۳ را ببینید).



شکل ۳. نمودار m (واحد دلخواه) برحسب u/V برای یک سطح صاف در حالتی که زاویه $\varphi.$ بین v و A (۶۰° و ۱۲۰°) است.

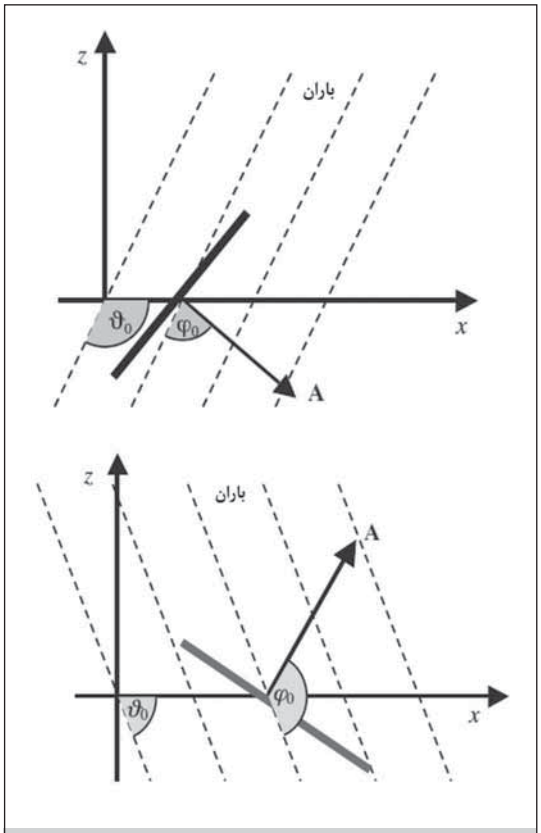
در نتیجه می‌توان گفت که برای یک ســطح صاف انتخاب بهترین روش برای یک ســرعت معین باران، به جهت‌گیری ســطح با باران (که علامــت ضرب نقطــه‌ای v.A را تعیین می‌کند) و جهت حرکت (که تعیین می‌کند A_x صفر یا مخالف صفر باشد) بستگی دارد.

برای سطح صاف در مقایسه با حالتی که متوازی‌السطوح‌ها عمودی هستند به تفاوت‌های زیر می‌توان اشاره کرد:

- هنگامی که m(u) کمینه باشــد، مقدار آن همیشه صفر است، سطح خشک باقی می‌ماند.
- ســرعت بهینه در حالتی‌که باد مخالف است هم می‌تواند وجود داشته باشد.
- هیچ شرطی برای v_x وجود ندارد؛ همچنین سرعت بهینه می‌تواند با باد ملایم وجود داشته باشد.
- سرعت بهینه می‌تواند کمتر یا بیشتر از v_x باشد.

مقــدار u_{opt} نیز به قدرمطلق ســرعت بــاران و اندازه قطره بستگی دارد.

در حالتی که زاویه $\varphi.$ تند است یک معنای ساده فیزیکی وجود دارد: با توجه به قرارداد مرســوم جهت A به طوری که $A_x > ۰$ (نقاط بالاتر)، به این معناســت که باران سطح پشتی صفحه را خیس می‌کند. در این حالت، افزایش u، با چرخش j در نهایت منجر به خیس شدن سطح جلو می‌شود و بنابراین یک مقــدار ویژه برای u وجود دارد که بــه ازای آن باران به موازات سطح خواهد بود.



شــکل ٤. سطح صاف موازی با محور y در باران و در غیاب باد جانبی حرکت می‌کند. در شــکل سمت چپ باد از پشت سر اســت و زاویهٔ φ_0 بین باران و A باز اســت(باران سطح جلویی از صفحه را خیس می‌کند). با افزایش u، j در جهت عقربه‌های ساعت می‌چرخد و هرگز با سطح موازی نمی‌شود، بنابراین m(u) کمینه ندارد. در شکل سمت راست باد مخالف و زاویهٔ φ_0 تند است (باران سطح پشت صفحه را خیس می‌کند). هنگامی که j می‌چرخد یک سرعت خاص(بهینه) وجود دارد که به موازات سطح می‌شود.

حالا می‌توانیم درک کنیم که شرط داشتن باد از پشت سر برای داشتن کمینه در تابع m(u) نه لازم است و نه کافی. شکل ٤ این نکته را برای حالت‌هایی که $v_y=0$ (هیچ مؤلفه‌ای از باد وجود ندارد) و $A_y=0$ (سطح موازی با محور y است) روشن می‌سازد.

از بحث در این نکته ـ که مربوط به یک وضعیت بسیار ساده هندسی است ـ می‌توانیم بیاموزیم که مسائل چقدر پیچیده است و چگونه باید به چنین جنبه‌هایی مانند جهت‌گیری با توجه به جهت حرکت باران توجه کرد.

۶. از سطح صاف تا یک جسم جامد

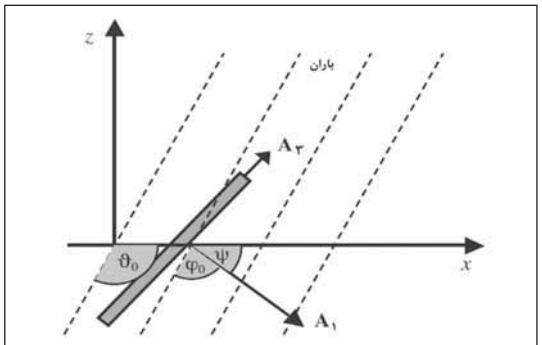
البته، یک جسم جامد یک سطح صاف نیست بلکه دارای چندین سطح با جهت‌های مختلف است، بنابراین تعجب‌آور نیست که نتایج به‌دست آمده در دو حالت متفاوت باشد. به‌عنوان مثال هیچ راهی برای اینکه یک جسم جامد در باران خشک باقی بماند وجود ندارد. با این حال به دلایل فیزیکی مرحله تغییر از یک سطح صاف به یک جسم جامد باید آهسته باشد.

یک متوازی‌السطوح با جهت‌گیری کلی را در نظر می‌گیریم. اول از همه مشاهده می‌کنیم که در یک متوازی‌السطوح هر جفت از سطح‌های مخالف در باران مانند یک صفحه رفتار می‌کنند، به‌طوری که یک متوازی‌السطوح معادل سه مستطیل دو به دو عمود بر هم است. اگر ما یک بردار با هر جفت از سطوح را بسط دهیم، سه بردار متقابلاً متعامد داریم که باید آن‌ها را A_1، A_2، A_3 نام‌گذاری کرده و جهت‌گذاری را مانند قبل به روشی که مؤلفه x آن‌ها مثبت باشد انجام دهیم.

معادله‌ای که جرم آب برخوردی به متوازی‌السطوح را می‌دهد یک بسط ساده از معادله (۱۹) است که به رابطه (۱۱) برای یک متوازی‌السطوح عمودی فرو کاسته می‌شود:

$$m(u)=\rho L\left(\left|\frac{v.A_1}{u}-A_{1x}\right|+\left|\frac{v.A_2}{u}-A_{2x}\right|+\left|\frac{v.A_3}{u}-A_{3x}\right|\right) \quad (۲۱)$$

این رابطه مجموع سه تابع است که هر کدام می‌تواند یکی از دو روند نشان داده شده در شکل ۲ را داشته باشد. مطالعه این تابع یک مسئله بسیار پیچیده است، بنابراین باید توجه خود را به شرایطی کمی ساده‌تر متمرکز کنیم که شبیه حالت دو بعدی در نظر گرفته شده در شکل ۳ است: یک متوازی‌السطوح با دو سطح عمود بر محور y (A_2 را بردار سطح مرتبط با این جفت می‌نامیم) و بدون مؤلفه‌ای از باد($v_y=0$) (شکل ۵ را ببینید).

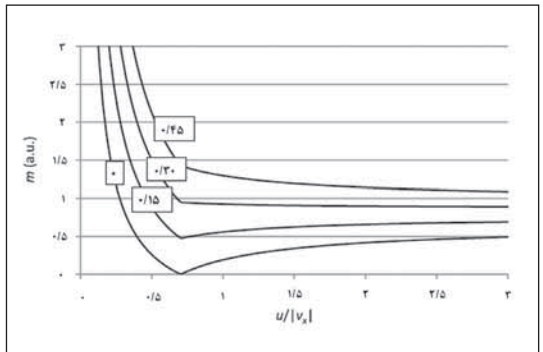


▲ شکل۵. یک متوازی‌السطوح با دو سطح مخالف به موازات سطح xz.

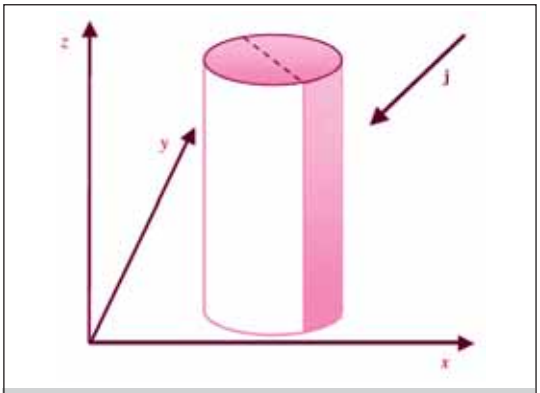
در قیاس با وضعیت در نظر گرفته شده قبلی،ψ را زاویه بین A_1 و محور x در نظر می‌گیریم و A_1 و A_2 را به‌طوری که مؤلفه xشان مثبت است انتخاب می‌کنیم.

در این وضعیت هیچ شاری در سطح‌های عمود بر محور y وجود ندارد. به منظور روشن شدن گذار از یک سطح صاف به یک جسم جامد، تابع (۲۱) را به منظور افزایش مقدار نسبت A_2/A_1 رسم می‌کنیم (شکل ٦ را ببینید). این نمودار با پارامترهای زیر به‌دست آمده است: $\vartheta_0=125^\circ$ (باد مخالف) و $\psi=50^\circ$

می‌توان دید که چگونه ضخامت،m(u) را تحت تأثیر قرار می‌دهد: به‌تدریج باعث می‌شود آب سطح ؛کمینه و در نهایت از بین برود. دلیل آن واضح است؛ افزایش ضخامت باعث کاهش عدم تقارن سطح پیش بینی شده با توجه به چرخش در صفحه π (در این حالت صفحه xz) می‌شود. همزمان در این نمودار دیده می‌شود که حالت‌هایی حتی برای یک جسم جامد وجود دارد که کمترین مقدار با باد مخالف وجود دارد و سرعت بهینه کمتر از v_x است؛ برخی از تفاوت‌های موجود بین سطح صاف و یک متوازی‌السطوح، که در بخش ۳،۵ شرح داده شده، تنها به دلیل جهت‌گیری جسم جامد است.



▲ شکل ٦. نمودار m(u) برحسب $u/|v_x|$ برای یک متوازی‌السطوح با $\Psi=50^\circ$ و بارش باران در زاویه $\vartheta_0=125^\circ$ (باد مخالف)، برای مقادیر مختلف نسبت A_3/A_1: ۰، ۰/۱۵، ۰/۳۰، ۰/۴۵.



▲ شـــکل ۷. یک استوانه عمودی. سطح خیس شده با رنگ آبی (تیره) مشخص شده است.

۷. یک استوانه

۱،۷. استوانه عمودی

اکنون یک اســـتوانه عمودی را در نظـــر می‌گیریم. در این حالت ســـطح خیس شـــده S_ω از قاعدهٔ بالا و نیمی از سطح جانبی تشکیل شده است. به عبارت دقیق‌تر، این سطح یکی از دو نیمه‌های به‌وجود آمده توســـط صفحه عبوری از محور استوانه و عمود بر مؤلفه افقی j است که آن را با j_{xy} مشخص می‌کنیم. این حالت در شکل ۷ نشان داده شده است. در قاعدهٔ بالایی، تنها سهم شـــار از j_z می‌آید و از سوی دیگر در سطح جانبی تنها j_{xy} در شـــار مشارکت می‌کند. با توجه به عبارت دوم واضح اســـت که ارتباط ســـطح پیش‌بینی شده S_{pr} یک مستطیل با قاعدهٔ ۲R و ارتفاع H است که در آن R و H شعاع و ارتفاع استوانه هستند. بنابراین شار باران برابر است با:

$$\Phi(u) = \rho(\pi R^2 \left|v_z\right| + 2RH\sqrt{(v_x - u)^2 + v_y^2}) \qquad (۲۲)$$

در نتیجه برای جرم آب داریم:

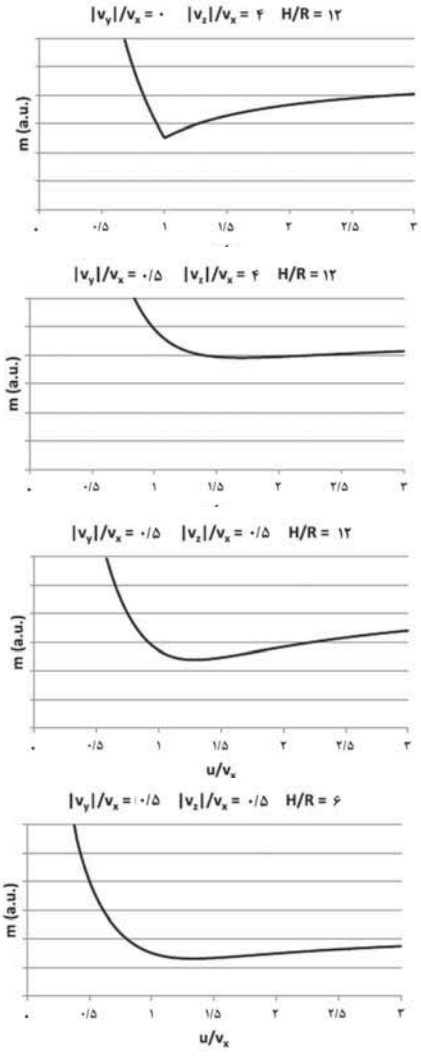
$$m(u) = \rho LR^2 \left[\pi\frac{\left|v_z\right|}{u} + 2\frac{H}{R} \Big/ \sqrt{\left(\frac{v_x}{u}\right)^2 - 2\left(\frac{v_x}{u}\right) + 1 + v_y^2}\right] \qquad (۲۳)$$

ایـــن عبـــارت از لحـــاظ عملکرد بـــا آنچه که بـــرای یک متوازی‌السطوح به دست آمده اســـت فرق دارد، و همچنین مورد دیگری را که در آن معادله (۱۸) برقرار نیســـت، نشان می‌دهد. بدون انجام مطالعه کامـــل روی این تابع می‌توانیم اطلاعاتی از آن به‌دست آوریم.

اول از همه توجه داشـــته باشـــید که بـــرای $v_x<0$ این تابع به‌طور یکنواخت کاهش می‌یابد و کمینهٔ تابع تنها درحالت باد پشت‌سر به‌وجود می‌آید.

در صورتی‌کـــه $v_y=0$، اســـتوانه رفتاری درســـت مانند یک متوازی‌الســـطوح با $A_x = 2RH$ و $A_z = \pi R^2$ را دارد. در این مورد خاص معادله (۱۸) می‌تواند مورد اســـتفاده قرار گیرد. معادله برای استوانه عمودی توسط ارمان و بلچووتیز[4] پیشنهاد شد که با این حال مؤلفه‌ای عمودی از باد در نظر گرفته نشد و بنابراین اختلاف با متوازی‌السطوح از بین رفت.

از سوی دیگر اگر $v_y\neq0$ باشد می‌توانیم تابع (۲۳) را به منظور رســـیدن به ایده‌هایی از رفتار کلـــی آن برای مجموعه‌های مختلفی از پارامترها رسم کنیم (شکل ۸ را ببینید).



▲ شـــکل ۸. نمودارهای مختلف m (واحد دلخواه) بر حسب u/v_x برای استوانه عمودی برای مجموعه‌های متفاوت از پارامترها. نمودار سمت چپ بالا منطبق با آنچه که برای یک متوازی‌السطوح به دست آمده است می‌باشد.

با مشاهده این نمودارها می‌توان موارد زیر را برآورد کرد:
افزایش نسبت‌های $|v_y|/v_x$ یا $|v_z|/v_x$ دارای اثر ایجاد کمینه صاف‌تر و تغییر سرعت بهینه به سمت مقادیر بالاتر است. اگر این نسبت‌ها بیش از حد بالا باشد شاید اصلاً کمینه‌ای ایجاد نشود.
اثرات مذکور را می‌توان با کاهش نسبت H/R به‌دست آورد. اگر این نسبت بیش از حد کم باشد، شاید اصلاً کمینه ایجاد نشود.

۸. نتیجه‌گیری

۸،۱ نتایج

با شروع از فرضیه‌های بسیار کلی معادله‌ای به دست می‌آید که چگونگی محاسبه جرم آب دریافت شده توسط جسم‌هایی را تشریح می‌کند (این معادله را به دو روش مختلف (معادله‌های (٦) و (٧)) نوشتیم). در ادامه این معادله‌ها را برای یک سطح صاف و برای جسم‌هایی با شکل ساده حل یا مطالعه کردیم که برای یک سطح صاف به نتیجه‌های زیر دست یافتیم:

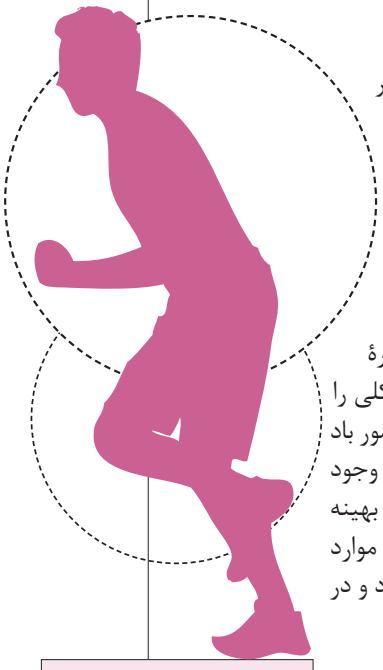
- یک سرعت بهینه با توجه به شرط اینکه باران سطح پشتی را صرف‌نظر از شدت باد و علامت v_x خیس کند، وجود دارد.
- سرعت بهینه $u_{opt} = v \cdot A/Ax$ است که به $|v|$ و سپس اندازه قطره بستگی دارد.
- هنگامی که حرکت کردن با این سرعت بهینه باشد سطح خیس نمی‌شود.
- سرعت بهینه هر مقداری می‌تواند داشته باشد.

ما این معادله را برای جسم‌هایی جامد در تمامی حالت‌هایی حل کردیم که در آن مساحت سطح مرطوب به u بستگی ندارد، و این زمانی است که جسم دارای یک محور عمود بر صفحه‌ای باشد که توسط u و v مشخص شده است، در این حالت به شرطی که باد یک مؤلفه از پشت صفحه داشته باشد سرعت بهینه وجود دارد؛ مقدار این سرعت $u_{opt} = v/\cos\theta$. است که θ. زاویه بین v و u است، بنابراین در این حالت نیز سرعت بهینه به اندازه قطره بستگی دارد.
حالتی را که متوازی‌السطوح عمودی باشد، نویسندگان قبلی مطالعه و حل کرده‌اند. ما این مطالعه را با در نظر گرفتن متوازی‌السطوح شیب‌دار توسعه دادیم و در مواردی پی بردیم که شاید سرعت بهینه حتی با باد مخالف وجود داشته باشد و مقدار آن همیشه v_x نیست.

سرانجام یک استوانه عمودی را در نظر گرفتیم، که نشان می‌داد رفتار آن نسبت به یک متوازی‌السطوح عمودی در صورتی که مؤلفه سرعت باد وجود داشته باشد فرق می‌کند.
مطالعه‌های ما از رفتار جسم‌هایی جامد در باران نشان داد که گسترهٔ وسیعی از شرط‌ها و قانون‌های کلی را نمی‌توان یافت. می‌توان گفت که حضور باد پشت‌سر مطلوب به‌نظر می‌رسد، اما وجود آن شرط لازم برای وجود سرعت بهینه نیست. ما متوجه شدیم در برخی موارد مقدار u_{opt} به اندازه قطره بستگی دارد و در مواردی دیگر ندارد.

۸،۲ ملاحظات آموزشی

هنگامی که مسئله بیش از آن پیچیده به نظر می‌رسد تا به‌عنوان یک تمرین آموزشی مطرح شود، برخی از بخش‌های آن (به‌عنوان مثال متوازی‌السطوح عمودی یا صفحه صاف) می‌تواند برای اهداف آموزشی در سطح کارشناسی مناسب باشد. قبل از هر چیز مسئله برای همه شناخته شده است و در نتیجه باعث انگیزش شاگردان برای پیدا کردن راه‌حل می‌شود و همچنین دقیق نگاه کردن به اطراف با «ذهن فیزیکی»، به‌دنبال تمامی پدیده‌های فیزیکی موجود در زندگی روزمره می‌شود. علاوه‌بر این، به نظر می‌رسد دیدن اینکه چگونه مفاهیمی مانند شار، شدت جریان، قضیه گاؤس به نوبه خود در زمینه‌های دیگر می‌توانند مفید باشند، آموزنده است. همزمان تفکر در مورد این واقعیت که این مفاهیم به منظور انطباق آن‌ها با هدف‌های‌مان ابزاری سودمند هستند و در صورت لزوم می‌توانند و باید اصلاح شوند، همان‌طور که ما با مفهوم شار چنین کاری انجام دادیم.



پی‌نوشت‌ها

۱. این مقاله ترجمه‌ای است از 2012 Eur. j. phys033 1321 by Fronco Bocci

2.Ehrman

3. Blachowicz

4. Ehrmann and Blachowicz

منابع

1.Holden J J. Belcher S E, Horvath A' and Pitharoulis I 1995 Raindrops keep falling on my weather 50 367 - 70.
2. Bell D E 1976 W alk or run in the rain؟ Math Gaz 60 206 - 8
3. Ehrmann A and Blachowicz T 2011 walking of running in the Rain - Simple Derivation Of A General Soiution Eur. J. phys, 32 355 -61.
4. Deakin M A B 1972 Walking in the rain mAG. 45 246 - 53
5. Shwartz B L and Deakin M A B 1973 Walking in the rain, reconsidered Math. Mag. 272 - 6.
6. Stern S A 1983 An optimal speed for traversing a constant rain AM. J. PHYS. 51 815 - 8.
7. De Angelis A1987 Is it really worth running in the rain؟ Eur. J. phys. 51 815 - 8.
8. Bailey H 2002 on running in the rain Coll. Math. J. 33 88 - 92.

طرح درس نوسانگر هماهنگ ساده با نرم‌افزار Tracker

زهرا زمانی، کارشناس ارشد آموزش فیزیک دانشگاه شهید رجایی ـ دبیر فیزیک منطقه ۱۲ شهر تهران
آزیتا سیدفدایی، دکترای آموزش فیزیک

چکیده

امروزه با توجه به پیشرفت روزافزون علم و فناوری نیاز به روش‌های نوین تدریس احساس می‌شود [۱]، و دیگر هدف معلمان، تنها انتقال صرف دانش نیست بلکه ایجاد نگرش مثبت، چگونگی برخورد با مسئله و پرورش «مهارت‌های فرایندی علم» از جمله اهداف معلمان محسوب می‌شود، لذا در جهت تحقق این اهداف، شایسته است معلمان شیوه‌های نوین آموزشی را به‌کار گیرند. نرم‌افزار Tracker ابزار قدرتمندی برای یادگیری مفاهیم انتزاعی فیزیک است و توانایی تجزیه و تحلیل فیلم‌های مربوط به پدیده‌های فیزیکی را دارد[۲]. در این مقاله آیکون‌های نرم‌افزار Tracker به اختصار معرفی می‌شود، سپس به بیان طرح درس نوسانگر هماهنگ ساده به کمک آن می‌پردازیم.

کلیدواژه‌ها: نرم‌افزار Tracker، فیزیک پیش‌دانشگاهی، نوسان وزنه ـ فنر در راستای قائم

۱. مقدمه

با توجه به رشد سریع دانش و فناوری، مدارس امروز باید از روش‌های چند حسی در آموزش بهره گیرند. نتایج پژوهش‌ها نشان می‌دهد که نزدیک به نیمی از افراد جامعه از راه دیدار و نزدیک به یک پنجم از راه شنیدار بهتر می‌آموزند؛ در نتیجه اگر همزمان از ابزارهای آموزشی گوناگون از جمله نرم‌افزارها استفاده کنیم، مفاهیم فیزیک برای شاگردان معنادارتر و باعث تقویت یادگیری در آن‌ها می‌شود [۳]. نرم‌افزار Tracker که جزو نرم‌افزارهای شبیه‌ساز است، این امکان را به کاربر می‌دهد تا پدیده‌های واقعی را که در زندگی روزمره با آن‌ها سروکار دارد، تحلیل و فرمول‌ها و نمودارهای مربوط به آن‌ها را مشاهده کند و از این‌رو از جذابیت فراوانی برخوردار است.

۲. معرفی نرم‌افزار

این نرم‌افزار که داگلاس براون[۱] آن را طراحی کرده است، بیشتر در حرکت‌شناسی، دینامیک و نوسان کاربرد دارد و در پایه‌های دوم و چهارم متوسطه می‌توان از آن بهره برد. البته امکانات فراوان دیگری نیز، در این نرم‌افزار وجود دارد که می‌توان به صورت حرفه‌ای به آن‌ها پرداخت ولی به دلیل گستردگی در این مقاله به آن‌ها نمی‌پردازیم.

در این مقاله برای اجرای طرح درس نوسان وزنه ـ فنر در راستای قائم (فصل ۳ کتاب فیزیک پیش‌دانشگاهی) از این نرم‌افزار استفاده شده است. این نرم‌افزار را می‌توان از طریق پیوند زیر به آسانی دانلود کرد:

http://www.cabrillo.edu/~dbrown/Tracker

نصب این نرم‌افزار به راحتی امکان‌پذیر است. برای اجرای این نرم‌افزار و استفاده از ویدئوهای مناسب به نصب برنامه Java نیاز داریم. چون نرم‌افزار Tracker یک نرم‌افزار تحلیل فیلم است، نمونه‌هایی از ویدیوهای مناسب در سایت مذکور قرار دارد که می‌توان از آن‌ها استفاده کرد.

در این مقاله برای اجرای طرح درس نوسان وزنه ـ فنر در راستای قائم از فیلمی استفاده شده است که می‌توان آن را در سایت زیر دانلود کرد.

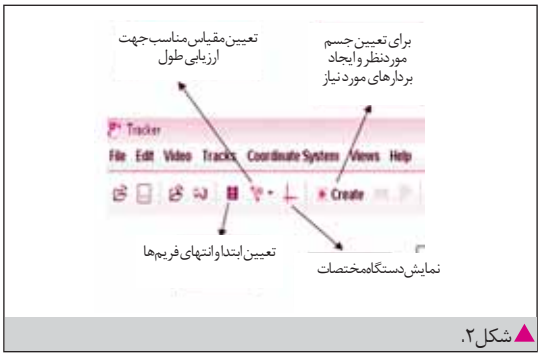
http://courses2.cit.cornell.edu/physics.demos

Oscillating Masses on Springs

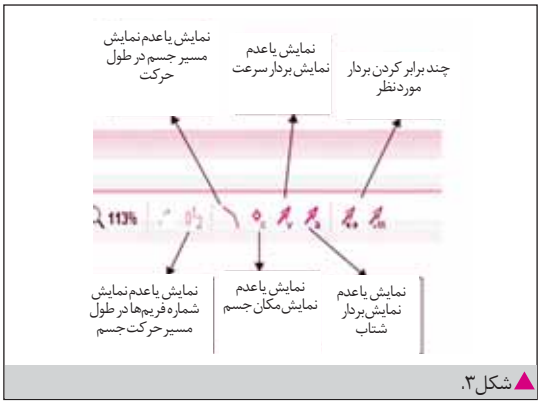
پس از نصب و اجرا، صفحه‌ای به صورت شکل ۱ باز می‌شود.

شکل ۱.

نوار ابزار بالای صفحه شامل آیکون‌هایی می‌باشد که کار هر یک از آن‌ها در شکل (۲) و (۳) به اختصار بیان شده است:

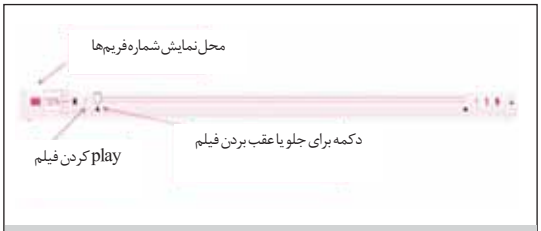


شکل ۲.



شکل ۳.

در نوار ابزار پایین صفحه می‌توان مختصات مکان‌نما را در هر لحظه مشاهده کرد. در پایین همین قسمت نوار frame line وجود دارد، که شامل بخش‌های زیر است. (شکل ٤)



شکل ٤.

۳. اجرای طرح درس نوسانگر هماهنگ ساده با استفاده از این نرم‌افزار

۳-۱. هدف کلی: بررسی نوسان وزنه ـ فنر در راستای قائم با کمک نرم‌افزار Tracker

۳-۲. اهداف جزیی:

۳-۲-۱. دانش‌آموزان با نمودارهای y-t ، vy-t و ay-t نوسانگر آشنا شوند و این سه نمودار را بتوانند در یک دوره نوسانی با یکدیگر مقایسه کنند [۳، صفحه ۸۵]

۳-۲-۲. فراگیران بتوانند معادله‌های حرکت، سرعت و شتاب نوسانگر را برحسب زمان به‌دست آورند. [۳، صفحات ۷۸ و ۸٤]

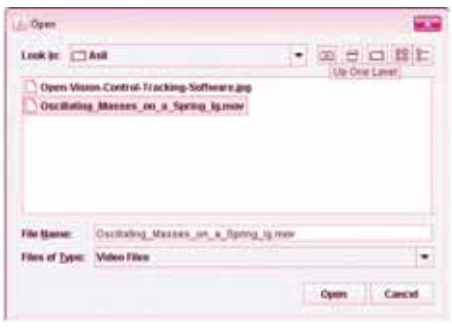
۳-۲-۳. دانش‌آموزان بتوانند بردارهای سرعت و شتاب نوسانگر وزنه ـ فنر را در طول حرکت در هر لحظه تعیین کنند. [۳، صفحه ۸٦]

۳-۲-٤. شاگردان روابط انرژی پتانسیل کشسانی (Ue)، انرژی جنبشی (K) و انرژی مکانیکی نوسانگر (E) را به‌دست آورده و بتوانند نمودارهای Ue-y ، K-y و E-y را با یکدیگر مقایسه و تحلیل کنند. [۳، صفحات ۸٦ و ۸۷]

۴. مراحل انجام طرح درس

۴-۱. ابتدا از طریق گزینه File - Import - Video ویدیو موردنظرمان را به نرم‌افزار وارد می‌کنیم. (شکل‌های ۵ و ٦)

شکل ۵.



شکل ٦.

۲-٤. پـــس از انتخاب فیلم موردنظر با کلیک بر روی دکمه play می‌توانیم فیلم را مشاهده کنیم.

تذکر: لازم اســـت که چندین‌بار فیلم را کامل مشاهده و در عین حال به شـــماره فریم‌ها نیز دقت کنیم تا ابتدا و انتهای فریم‌های موردنظرمان را شناسایی کنیم.

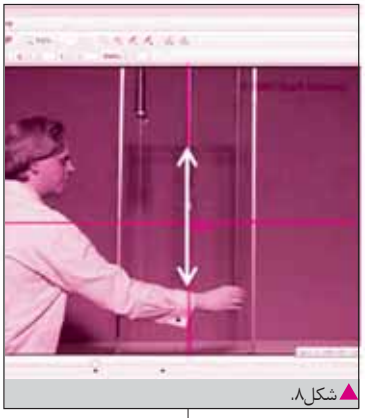
۳-٤. از قسمت نوار ابزار، دستگاه مختصات را انتخاب و مبدأ آن را در وضعیت تعادل وزنه ثابت می‌کنیم. (شکل ۷)

٤-٤. از طریق:

Tracks → New → calibration tools → calibration tape

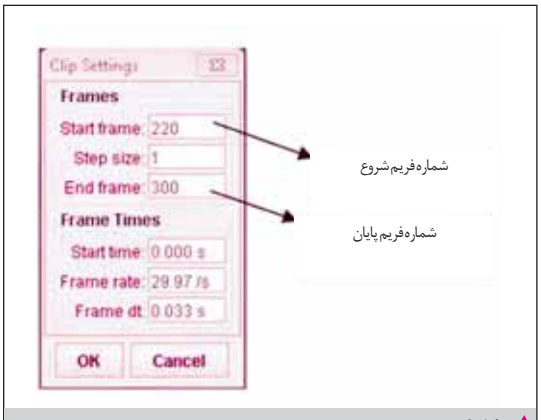
می‌توانیم بر روی مســـیر حرکت نوســـانگر، طول یک متر را مشـــخص کرده تا از این پس تمام فاصله‌ها برحســـب آن سنجیده شوند. (شکل ۸)

شکل ۷.



شکل ۸.

۵-٤. بر روی فیلم کلیک راســـت و گزینه clipsetting را انتخاب می‌کنیم تا صفحه‌ای مانند شکل ۹ ظاهر شود، سپس محدوده فریم‌های موردنظر را از این طریق مشخص می‌کنیم.

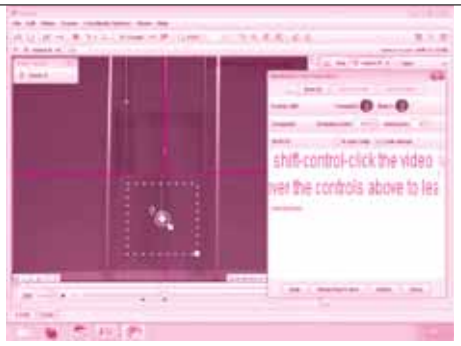


شکل ۹.

٦-٤. برای معرفی جسم که در این‌جا یک وزنه است، از مسیر creat → point mass اســـتفاده می‌کنیم تا در گوشه سمت چپ صفحه ظاهر شود.

۷-٤. بر روی کلیک و از نوار ابزار گزینه Autotrack را انتخاب می‌کنیم؛ با این کار پنجره‌ای باز می‌شـــود که از ما می‌خواهـــد با گرفتن دکمه‌های shift+ctrl و کلیک بر روی وزنه، آن را برای نرم‌افزار تعریف کنیم. (شکل ۱۰)

حال با کلیک‌های متوالی بر روی گزینه search next که در بالای این پنجره است، ردی از جسم را می‌بینیم که همراه با جســـم شـــروع به حرکت کرده و از وزنه در طول مسیرش عکس‌برداری می‌کند. (شکل ۱۱)

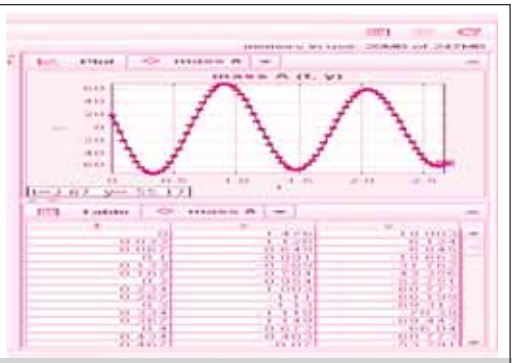


شکل ۱۰.

شکل ۱۱.

۸-٤. در سمت راست بالای صفحه که فضایی برای نمایش نمودارهاست، نمودار x-t به‌صورت پیش فرض دیده می‌شود. در قســـمت پایین، جدول داده‌های مربوط به x و t نمایش داده شده اســـت. چون حرکت وزنه در راستای قائم است بر روی برچســـب x در نمودار x-t کلیک می‌کنیم تا لیستی از کمیت‌ها باز شـــود، (شکل ۱۲) که می‌توان از بین آن‌ها y را انتخاب کرد و نمودار y-t جسم را دید. (شکل ۱۳)

شکل ۱۲.

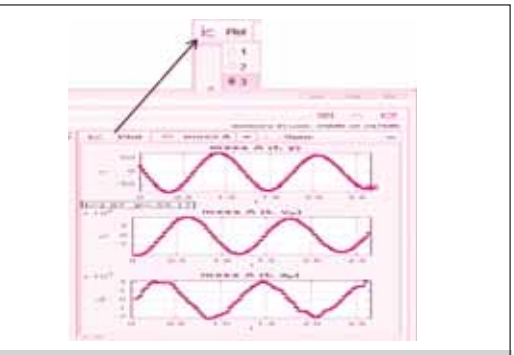


شکل۱۳.

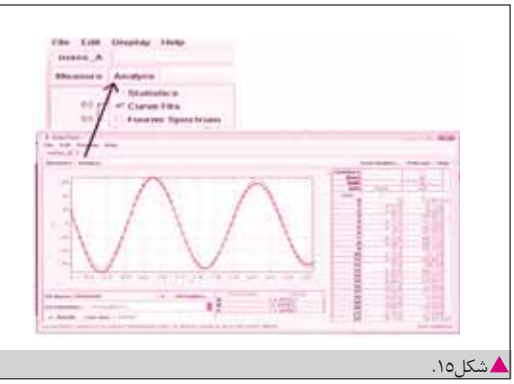
۹-٤. با کلیک بر روی ابزار plot و انتخاب عدد سه تعداد نمودارهای در حال نمایش را به سه نمودار می‌رسانیم، سپس با کلیک بر روی y از فهرستی که ظاهر می‌شود کمیت‌های vy و ay را انتخاب می‌کنیم تا علاوه بر نمودار y-t، نمودارهای vy-t و ay-t وزنه را نیز در این قسمت مشاهده و آن‌ها را با یکدیگر مقایسه کنیم (شکل ١٤).

۱۰-٤. با کلیک راست بر روی نمودار y-t و انتخاب گزینه Analyze نمودار را می‌توان تحلیل کرد. (شکل ١٥) با انتخاب گزینه Curve fits (شکل ١٦) از صفحه باز و داده‌ها برای بررسی بهتر تنظیم می‌شوند. برای نمودارهای vy-t و ay-t نیز Analyze را انتخاب می‌کنیم تا هر سه نمودار در یک صفحه نمایش داده شوند. (شکل ١٧)

۱۱-٤. در پایین صفحه به کمک ابزار fit name برای هر نمودار گزینه sinusiod را برمی‌گزینیم تا معادله هر کدام توسط نرم‌افزار داده شود. (شکل ١٨)

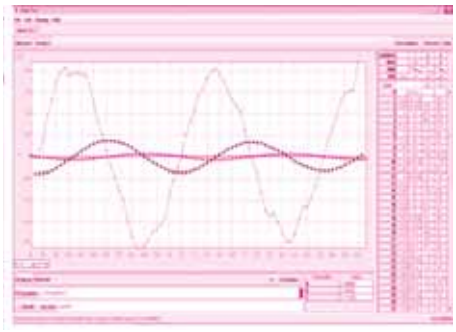


شکل۱٤.

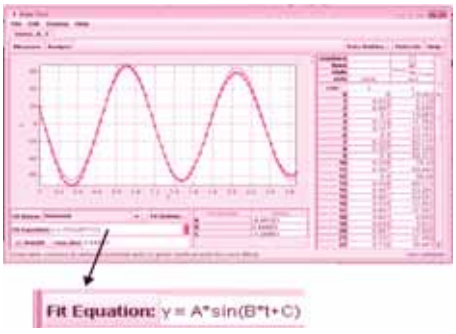


شکل۱٥.

شکل۱٦.



شکل۱۷.



شکل۱۸.

۵. طرح ۲ پرسش

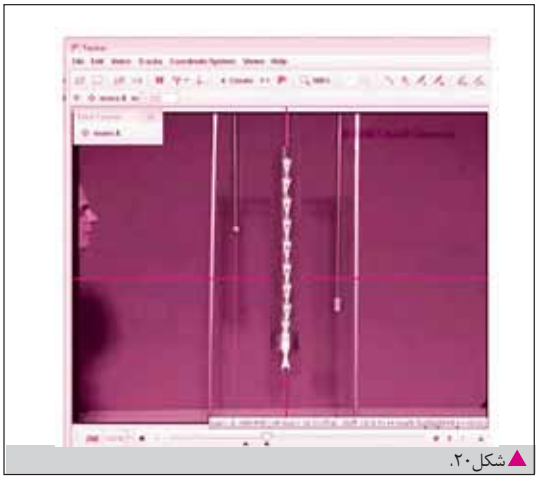
پرسش ۱) با استفاده از نرم‌افزار Tracker جهت سرعت و شتاب را در حرکت هماهنگ ساده، در دو حالت زیر با هم مقایسه کنید و دربارهٔ نتیجهٔ این مقایسه توضیح دهید.

الف) نوسانگر به مبدأ (وضع تعادل) نزدیک شود.

ب) نوسانگر از مبدأ دور شود. [۳، صفحه ۹۳]

پاسخ: با انتخاب -- از نوار ابزار بالای صفحه، این امکان وجود دارد که بردارهای شتاب (شکل ۱۹) و سرعت (شکل ۲۰) نوسانگر را در طول مسیر ببینیم.

شکل۱۹.


شکل ۲۰.

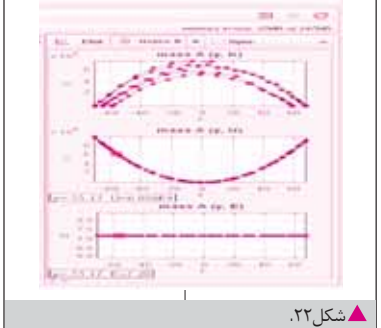
پرسش ۲) با استفاده از نرم‌افزار Tracker: الف) نمودار تغییرات Ue ، K و E را نسبت به مکان برای یک دوره نوسانگر ساده رسم کنید. [۳]

ب) مشخص کنید در چه مکانی انرژی پتانسیل و انرژی جنبشی نوسانگر صفر یا بیشینه است. [۳]

پاسخ: الف) در مرحلهٔ ٤-۹ می‌توانیم از فهرست کمیت‌های فیزیکی K (انرژی جنبشی) را برگزینیم و نمودار K-y را بررسی کنیم. در فهرست مذکور کمیت‌های Ue (انرژی پتانسیل کشسانی) و E (انرژی مکانیکی) وجود ندارد، برای تعریف این دو کمیت از قسمت انتهایی فهرست گزینه define را انتخاب می‌کنیم و پنجرهٔ Data Builder ظاهر می‌شود؛ در بالای این پنجره با کلیک بر روی گزینه Add ابتدا کمیت‌های مورد نیازمان (k ثابت فنر و A دامنه) را تعریف می‌کنیم و به آن‌ها مقدار می‌دهیم، سپس از قسمت پایینی پنجره که Data Function است، توابع E و Ue را تعریف می‌کنیم. (شکل ۲۱) با این کار می‌توانیم نمودارهای Ue-y و E-y را نیز در کنار نمودار K-y بیاوریم و آن‌ها را با یکدیگر مقایسه کنیم. (شکل ۲۲)

ب) با توجه به نمودارهای قسمت «الف» می‌توان نشان داد که انرژی پتانسیل جسم در وضعیت تعادل صفر و در دامنه‌ها بیشینه است؛ همچنین انرژی جنبشی جسم در وضع تعادل بیشینه و در دامنه‌ها صفر است.

شکل ۲۱.


شکل ۲۲.

۶. نتیجه‌گیری

در روش سنتی آموزش علوم اغلب بین جهان واقعی و جهان مصنوعی که در کلاس درس مطرح می‌شود هیچ ارتباطی برقرار نمی‌شود، و دانش‌آموزان از اینکه علم ماهیتی اساساً باز دارد و اندازه‌گیری‌های دانشمندان همواره تقریبی است، بی‌خبرند؛ و اتفاقاً این بخشی از همان چیزی است که تحصیل علم را خیلی جذاب می‌سازد [٤]. هر اندازه پیوند میان محتوای درس و زندگی واقعی بیشتر باشد کارآیی مغز افزایش خواهد یافت و فراگیران به پدیده‌های اطراف با دقت و تأمل بیشتری می‌نگرند و درس را به زندگی منتقل می‌کنند و این امر باعث افزایش خلاقیت آن‌ها می‌شود. [٥]

یک از مقوله‌هایی که به آموزشگران علوم در تحقق این اهداف کمک می‌کند به‌کار بردن وسایل کمک‌آموزشی، از جمله نرم‌افزارها، در امر تدریس است. یکی از این نرم‌افزارها که در سال‌های اخیر کاربرد زیادی در فیزیک پیدا کرده، نرم‌افزار Tracker است که به کمک آن می‌توانیم پدیده‌های فیزیکی را که در زندگی روزمره اتفاق می‌افتد تجزیه و تحلیل کرد.

استفاده از این نرم‌افزار مزایای متعددی دارد که از آن جمله می‌توان به هزینه اندک، تنوع گسترده، دقت بالا، سرعت در اجرا و مشاهدهٔ نتایج و همچنین نبود خطرات جانبی اشاره کرد. با استفاده از این نرم‌افزار طرح درس‌های مختلفی برای آموزش مفاهیم فیزیکی که در آن‌ها «حرکت» وجود دارد، طراحی و اجرا کرد.

۷. پیشنهادها

۷-۱. استفاده از این نرم‌افزار مانند دیگر نرم‌افزارهای فیزیکی، به تنهایی کارایی لازم را ندارد؛ مگر آن‌که در قالب طرح درسی متناسب با موضوع تدریس اجرا شود.

۷-۲. برای ایجاد انگیزه در دانش‌آموزان می‌توان آن‌ها را ترغیب کرد تا به کمک ابزارهایی مانند تلفن همراه، دوربین و... از اتفاقات پیرامونشان؛ که مرتبط با مفاهیم فیزیکی کتاب‌های درسی است؛ فیلم تهیه و توسط این نرم‌افزار آن‌ها را تجزیه و تحلیل کنند.

۷-۳. امروزه یکی از مهم‌ترین اهداف «آموزش» در مدارس ایجاد و پرورش «مهارت‌های فرایندی علم» است تا دانش‌آموز بتواند به کمک آن‌ها روش‌های حل مسئله و کشف ناشناخته‌ها را بیابد و در پیمودن «روش علمی» تواناتر شود. از جملهٔ این مهارت‌ها می‌توان به مهارت: مشاهده، اندازه‌گیری، گردآوری اطلاعات، تفسیر یافته‌ها، فرضیه‌سازی و پیش‌بینی اشاره کرد. [٦]

نرم‌افزار Tracker می‌تواند در ایجاد و تقویت این مهارت‌ها بسیار مؤثر باشد، به عنوان مثال معلم با نمایش فیلمی از یک پدیده فیزیکی از دانش‌آموزان بخواهد مشاهده‌های خود را از این فیلم بیان کنند. سپس با استفاده از جدول داده‌ها و نمودارهایی که این نرم‌افزار در اختیار آن‌ها قرار می‌دهد مهارت‌های اندازه‌گیری، تفسیر یافته‌ها، فرضیه‌سازی و پیش‌بینی را در خود تقویت کنند.

پی‌نوشت

1. Douglas Brown

منابع

۱. صفاریان؛ سعید، فلاح؛ وحید، میرحسینی؛ سید حمزه، مقایسهٔ تأثیر آموزش به کمک نرم‌افزارهای آموزشی و روش تدریس سنتی بر یادگیری درس ریاضی (۸۹).

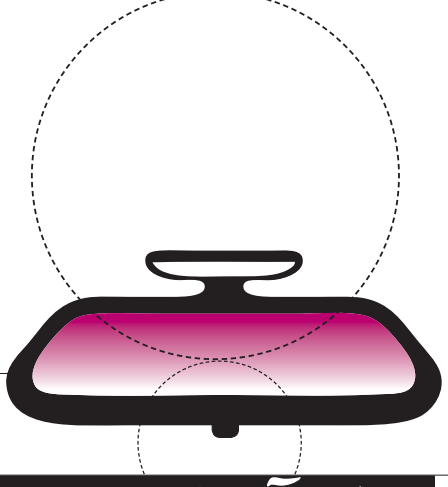
۲. سیدفدایی؛ آزیتا. استفاده از فناوری آموزشی در برنامه درسی علوم تجربی فصل‌نامه علمی ـ ترویجی. ترویج علم شماره ۲ (۹۱) (صفحه۵۱).

۳. احمدی؛ احمد، پورقاضی؛ اعظم، خلیلی بروجنی؛ روح‌الله، زال‌پور؛ ابوالقاسم، شیوایی؛ سیدمهدی، فراهانی؛ شیرین عزیزی؛ حسن محمودزاده؛ غلامعلی، فیزیک پیش‌دانشگاهی رشته ریاضی، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران (۹۲).

٤. ریگدن؛ جان، دانشنامه فیزیک جلد۱، انتشارات تحصیلات تکمیلی در علوم پایه و بنیاد دانشنامه بزرگ فارسی (۱۳۸۱) (ابوکاظمی؛ محمدابراهیم)(صفحهٔ ٤۰ و ٤۱).

٥. پرویزی؛ زهرا، خلیلی‌نیا؛ غلامرضا، پرویزی؛ علی‌اصغر، آموزش کاربرد فیزیک در زندگی، چهاردهمین کنفرانس آموزش فیزیک ایران (شهریور۹۲).

٦. احمدی؛ احمد، خلیلی بروجنی؛ روح‌الله، اسماعیلی؛ احترام، حیدری‌فر، اسماعیل، رسایی؛ علی‌اصغر، طلوع شمس؛ مهرناز، لقایی؛ شاهرخ، کتاب معلم راهنمای تدریس فیزیک ۱ و آزمایشگاه؛ شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران (۸٤) (صفحه ۳ و ٤).



نقش آینهٔ دید عقب اتومبیل در کم کردن نور

ویلیام لیتان
ترجمهٔ احمد توحیدی

اغلب دانش‌آموزان آگاه نیستند که کلید کوچک روی آینهٔ دید عقب اتومبیل برای کم کردن نور چراغ‌های جلوی اتومبیل‌هایی که از عقب می‌آیند به‌کار می‌رود. آن‌هایی که از این کلید اطلاع دارند معمولاً علاقه‌مندند بدانند طرز کار آن چگونه است. توضیح‌های اپتیکی دربارهٔ این موضوع را می‌توان در بعضی از کتاب‌های درسی فیزیک پیدا کرد. در این مقاله توضیح دیگری ارائه خواهد شد.

نخست، فرض کنید پرتو نوری که از عقب اتومبیل می‌آید در همان صفحه افقی باشد که پس از باز تابیده شدن از آینه، به چشمان راننده باز می‌گردد. این وضعیت در شکل.۱ (دید از بالا) نشان داده شده است و اعداد ۱ و ۵ دو پرتو را نشان می‌دهند.

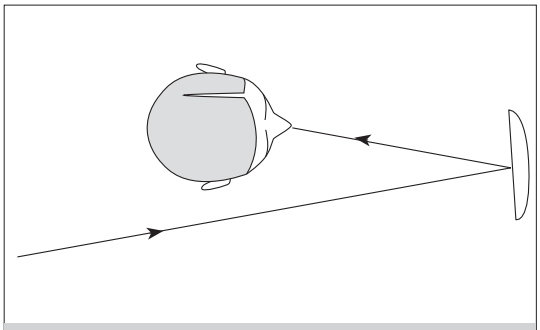
کلید درک چگونگی نقش کلید در کم کردن نور آن است که بدانید سطح شفاف جلوی آینه نسبت به سطح بازتابندهٔ عقبی آن زاویه دارد. سطح مقطع آینه در شکل -۲ در حالت بازتاب عمودی، پرتو فرودی ۱، و مسیر پرتوهای درخشان بازتابیده از سطح نقره‌اندود عقب آینه با ۳ و ٤ و ٥ نشان داده شده‌اند. پرتو ٦ بار دیگر از سطح جلو آینه بازتابیده می‌شود که بعداً در نظر گرفته می‌شود.

اکنون اگر آینه کج شود به‌طوری که سطح جلویی در همان صفحه‌ای قرار گیرد که پیش از این سطح بازتابندهٔ عقبی قرار داشت، در این حالت فقط پرتو کم‌نور می‌شود و به چشمان راننده باز می‌گردد (شکل ۳). پرتو درخشان بازتابیده از سطح عقبی آینه به بالای چشمان راننده منحرف خواهد شد. توجه کنید که بازتاب داخلی برای بار دوم از سطح شیشه جلوی آینه پرتوهای ٦، ۷ و ۸ نشان داده شده است. بعداً در مورد امتیاز این بازتاب بحث خواهیم کرد.

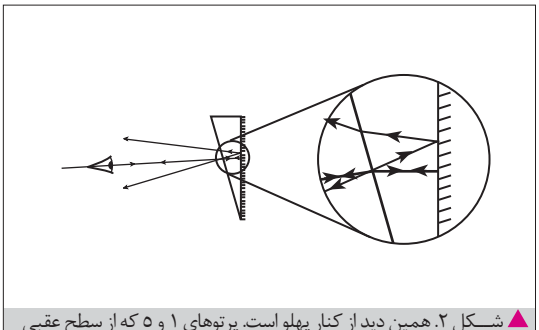
نمایش همهٔ این نکته‌ها را می‌توان به کمک یک نشانگر لیزری و یک آینهٔ دید عقب اتومبیل انجام داد که برای روشن کردن بیشتر نشانگرهای لیزری باید تکمه‌ای فشار داده شود. شاید این کار باعث شود که دست آزمایشگر در مسیر باریکهٔ نور قرار گیرد. برای جلوگیری از این موضوع می‌توان از یک گیرهٔ پوشه برای پایین نگه داشتن تکمهٔ نشانگر استفاده کرد.

وقتی این آزمایش در اتاق باریک انجام شود و پرتوهای نور بر روی پرده انداخته شوند، دست‌کم سه لکه روی پرده نمایان می‌شوند. در هر طرف لکهٔ درخشان یک لکهٔ کم نور قرار دارد. وقتی کلید روی آینه حرکت کند یکی از لکه‌های کم نور جایگزین لکه درخشان خواهد شد. اگر با دقت شکل‌ها را بررسی کنید، متوجه خواهید شد که پرتو نیز پس از بازتاب از سطح داخلی شیشه جلوی آینه باید بار دیگر به سطح بازتاب عقبی باز گردد (در شکل نشان داده نشده است) و در پایان لکه دیگری روی پرده به‌وجود خواهد آورد. در یک اتاق تاریک می‌توان این لکه اضافی (و شاید لکه‌های بیشتر) را دید.

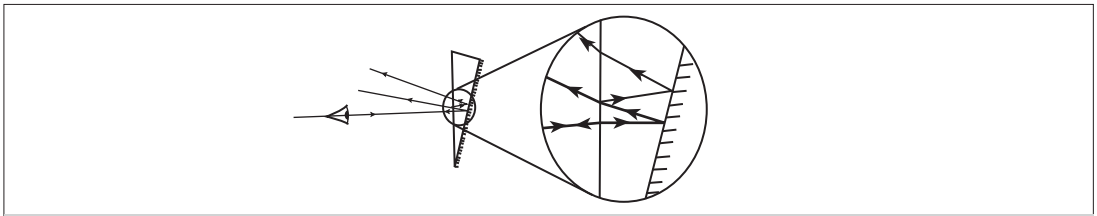
ویژگی طراحی جالب این نوع آینه، آن است که وقتی در روشنایی روز آینه را برای بهترین دید میزان کنید، فرقی نمی‌کند که کلید را در کدام محل قرار دهید. اگر کلید جلو یا عقب باشد، حرکت کلید در شب یکی از دو پرتو بازتابیده کم نور از سطح جلوی آینه (پرتو ۲ یا ۸) را به چشمان راننده خواهد آورد.



▲ شکل ۱. دید از بالا برای نور دریافتی راننده از عقب اتومبیل. پرتو ۱ نور ورودی و پرتو ۵ نور بازتابیده‌ای است که به چشمان راننده می‌رسد.



▲ شکل ۲. همین دید از کنار پهلو است. پرتوهای ۱ و ۵ که از سطح عقبی می‌آیند در بالای یکدیگر قرار گرفته‌اند اما، وقتی از بالا دیده شوند زاویه‌های مختلفی دارند.



▲ شکل ۳. اکنون کج شدن آینه، باعث می‌شود بازتاب کم نور (پرتو ۲) که از سطح جلوی آینه می‌آید به چشمان راننده وارد شود. بازتاب درخشان (پرتو ۵) و دیگر بازتاب‌ها از چشمان راننده منحرف خواهند شد.

مرجع
1.Rearview Mirror Dimming Function Williamlayton.
2.The Physics Teacher Vol.49, DECEMBER 2011

امسال قلب فیزیک در تبریز تپید!

گزارش هجدهمین کنفرانس آموزش فیزیک ایران و هشتمین کنفرانس فیزیک و آزمایشگاه

سلیمان رسولی (دبیر کمیته علمی) و **داود حسن‌پور** (مسئول دبیرخانه کمیته علمی)

مقدمه

امسال کنفرانس سالانه آموزش فیزیک ایران که توسط اتحادیه انجمن‌های علمی آموزشی معلمان فیزیک ایران (عامفا) برگزار می‌شود در تاریخ ۱۴-۱۶ شهریورماه در استان آذربایجان شرقی (تبریز، دانشگاه فنی‌وحرفه‌ای- دانشکده تبریز) برگزار شد. این بار مردم مهمان‌نواز **تبریز پایتخت گردشگری کشورهای اسلامی در سال ۲۰۱۸** با جاذبه‌های فرهنگی، هنری و گردشگری استان از شرکت‌کنندگان و دبیران فیزیک سراسر کشور پذیرایی کردند. اتحادیه عامفا با مشارکت دانشگاه فنی‌وحرفه‌ای- دانشکده تبریز، اداره کل آموزش‌وپرورش استان آذربایجان شرقی، دانشگاه فرهنگیان، انجمن علمی آموزشی معلمان فیزیک استان آذربایجان شرقی مهم‌ترین رویداد سالیانه دبیران فیزیک کشور را رقم زد.

گام نخست

در اولین گام، شورای اجرایی اتحادیه عامفا دکتر سلیمان رسولی را به‌عنوان دبیر کمیته علمی و دکتر داود حسن‌پور را به‌عنوان مسئول دبیرخانه انتخاب و ضمن تکمیل کمیته علمی، کارگروه داوری نیز تشکیل شد. برای عمل به شعارمحوری اتحادیه «انجمن‌ها، خردِ جمعی افراد، اتحادیه، خرد جمعی انجمن‌ها» از رؤسای انجمن‌ها درخواست شد همکاران توانمند، مجرب و با سابقهٔ استان مطبوع خود را معرفی کنند. سپس برای اطلاع‌رسانی کنفرانس، علاوه بر ارسال ایمیل و پیامک‌های انبوه از وبگاه و کانال اتحادیه، فراخوان کنفرانس در سایت‌های معتبر و علمی منتشر شد.

تشکیل جلسه اول و اهم مصوبات کمیته علمی

با دعوت از اعضای کمیته علمی، اولین جلسه کمیتهٔ علمی روز پنج‌شنبه ۱۳۹۶/۱/۲۴ در محل دانشگاه فرهنگیان برگزار شد. ابتدا سرفصل‌های مورد نیاز و بروشور کنفرانس تدوین شد. سپس محورهای کنفرانس براساس محورهای قبلی کنفرانس تغییر یا تثبیت شدند. بعد از بحث و تبادل‌نظر بین اعضا موضوع کنفرانس: «آموزش فیزیک، فناوری و صنعت» انتخاب و عمده فعالیت‌های کنفرانس در راستای این شعار برنامه‌ریزی شدند. در ادامه سخنرانی‌های عمومی در محورهای: روش‌های آموزشی، نقش انجمن‌ها در اعتلای آموزش، فیزیک و صنعت، آخرین یافته‌ها با محوریت کتاب درسی، و نشست‌های تخصصی و عمومی مدنظر شامل: کتاب‌های جدیدالتألیف، آموزش علوم با رویکرد کاوشگری، کارآفرینی و صنعت/ صنایع کارآفرین مصوب شدند. همچنین برنامه‌ها و فعالیت‌های متنوع و تأثیرگذار در ضمن برگزاری کنفرانس پیشنهاد شد. این فعالیت‌ها شامل ارائه مقالات سخنرانی و پوستر، سخنرانی‌های عمومی، بازدید از کارخانجات، نشست‌ها و میزگردها، برگزاری کارگاه‌ها، غرفه‌های آزمایشگاهی استانی، شوی فیزیکی، رصد نجومی و ... بودند.

اخذ نمایه ISC

اقدامات برای اخذ نمایه ISC در اسرع وقت صورت پذیرفته و مجوز لازم پس از مکاتبات رسمی و تأمین شرایط لازمه صادر شد. صفحه ویژه کنفرانس در نشانی (http:// conf. isc. gov. ir/ physice ۹۶) قابل دسترس است. موضوع‌های لازم برای پوستر کنفرانس نیز بر مبنای استانداردهای ISC پیشنهاد و تأیید شدند. نمونه مقاله و بروشور هم طراحی و مطالب مربوط به کنفرانس در وبگاه اتحادیه عامفا www.uipteachers. ir و کانال اتحادیه uipts @ بارگذاری و منتشر شدند.

تشکیل کارگروه‌های وابسته به کمیتهٔ علمی

کار گروه‌های تخصصی وابسته به کمیتهٔ علمی براساس نیازهای کنفرانس به شرح زیر تشکیل شد:

کارگروه داوری مقالات: دکتر داود حسن‌پور

کارگروه آموزش و صنعت و غرفه‌ها: دکتر جواد سقای سعیدی

کارگروه داوری و نظارت بر کارگاه‌ها: ناصر سلیمانی

کارگروه ارزیابی و نظارت: کبری محمدی

کارگروه بزرگداشت مقام معلم: آقای محمد سبزی (با هماهنگی استاد اسفندیار معتمدی)

اهم مصوبات کمیته علمی

بیش از ۲۳۰ عنوان مقاله به سامانه دبیرخانه کمیته علمی واصل گردید که از بین آن‌ها ۳۳ عنوان به‌صورت سخنرانی و ٤٨ عنوان به‌صورت پوستر پذیرش شدند.

چکیده مقالات پذیرش شده نهایی در دبیرخانه کمیته علمی جهت چاپ کتاب چکیده مقالات، ویرایش و آماده شدند.

درکارگروه کارگاه: ۳۲ عنوان کارگاه دریافت شد. هر کارگاه دست کم برای ۳ نفر از اعضای کمیته علمی جهت داوری ارجاع گردید و جمع‌بندی توسط مسئول محترم کارگروه مربوطه انجام شده و ۱۳ عنوان کارگاه جهت برگزاری پذیرش شدند.

در کارگروه ارزیابی هم علاوه بر بازبینی و بازنگری در فرم‌های مربوطه با هماهنگی با مسئول محترم دبیرخانه دائمی کنفرانس‌ها در اتحادیه عامفا، اصلاحات و تأیید فرم‌های ارزیابی جهت تکثیر صورت گرفت.

در کارگروه بزرگداشت مقام معلم نیز فراخوان معرفی استادان فرهیخته فیزیک در استان توسط مسئول کارگروه منتشر شد و کتاب چکیده زندگی‌نامه پیشکسوتان فیزیک همراه با چکیده مقالات چاپ شد.

همچنین ضمن هماهنگی با استادان مستقر در آشکارساز ATLAS برای اولین بار برنامه بازدید مجازی زنده با «مرکز تحقیقات هسته‌ای اروپا» مصوب شده بود، لذا روز قبل از افتتاحیه در محل دانشگاه فنی‌وحرفه‌ای- دانشکده تبریز ارتباط آزمایشی توسط دکتر سلیمان رسولی با آنجا برقرار شد. تلاش‌های مهندس ایوب نیکبخت در زمینه تهیه امکانات قابل تقدیر است.

افتتاحیه کنفرانس

مراسم افتتاحیه از صبح روز سه‌شنبه در محل تالار معلم تبریز با تلاوت آیاتی از کلام‌الله مجید و سرود ملی آغاز گردید. سپس مدیر کل محترم آموزش‌وپرورش استان آذربایجان شرقی دکتر پاشایی ضمن خیرمقدم خدمت شرکت‌کنندگان، به اهمیت برگزاری کنفرانس پرداختند. با اجرای گروه تواشیح محفل افتتاحیه نورانی شد. در ادامه دکتر غلامرضا کیانی رئیس دانشگاه فنی‌وحرفه‌ای- دانشکده تبریز کلیات برنامه کنفرانس را معرفی کرد. کلیپ معرفی استان آذربایجان شرقی به‌ویژه تبریز، اتحادیه عامفا و انجمن فیزیک استان آذربایجان شرقی آذین‌بخش ادامه برنامه‌ها بود. سپس عملکرد اتحادیه توسط ریاست محترم اتحادیه عامفا استاد مسعود شیبانی اصل به سمع شرکت‌کنندگان رسید. در ادامه دبیر کمیته علمی دکتر سلیمان رسولی گزارش کمیته را ارائه دادند. ایشان با یادآوری شعار کنفرانس، «آموزش فیزیک، فناوری و صنعت» ابراز خرسندی کردند که دقیقاً اعضای کمیته علمی چندین ماه قبل از انتخابات ریاست‌جمهوری، روی شعاری به توافق رسیدند که هم جزو برنامه‌های رئیس‌جمهور محترم بود و هم در اولویت‌های اصلی وزیر منتخب ایشان برای سکانداری تعلیم‌وتربیت قرار داشت.

سپس موسیقی آذری به‌صورت زنده اجرا شد. در ادامه اولین سخنرانی علمی توسط مدیرکل محترم پژوهشی دانشگاه فنی‌وحرفه‌ای و مدیر ارتباط دانشگاه فنی‌وحرفه‌ای و آموزش‌وپرورش جناب آقای دکتر معراج رجایی تحت عنوان فیزیک و فناوری ارائه شد. ایشان آخرین یافته‌ها در زمینه فناوری‌های مربوط به سلول‌های خورشیدی و نیز پیشرفت‌های اخیر را به اطلاع شرکت‌کنندگان رساندند.

پس از شنیدن موسیقی، دکتر عبدالرسول عمادی رئیس سنجش آموزش‌وپرورش، در باب تاریخ و فلسفه علم سخنرانی خود تحت عنوان «علوم چه می‌گویند؟ بحثی در فلسفه فیزیک» را با این جمله مشهور از اینشتین آغاز کرد که «فیزیک‌دانی که فیزیک می‌داند ولی فلسفه و تاریخ علم را نمی‌داند، مثل کسی است که هزاران درخت را دیده ولی جنگل را ندیده است.» پس از سخنرانی ایشان، از معلمان فرهیخته و پیشکسوت استان آذربایجان شرقی تجلیل به عمل آمد. گفتنی است برای این مهم علاوه بر مسئولان، از استاد مسعود شیبانی اصل، استاد اسفندیار معتمدی و استاد عبدالحسین بصیره نیز دعوت به عمل آمد. در ادامه تندیس دکتر محمود حسابی رونمایی شد. پایان بخش برنامه‌های افتتاحیه تجلیل از دارندگان رتبه‌های تک‌رقمی کنکور ۱۳۹٦ استان آذربایجان شرقی بود که رتبه‌های۱ رشته ریاضی، ۲ رشته تجربی را هم شامل می‌شد.

برنامه‌های علمی کنفرانس

برنامه‌های علمی کنفرانس شامل ارائه مقاله، بازدید از پوسترها و غرفه‌های آزمایشگاهی برنامه‌ریزی بود. اسامی برخی غرفه‌ها و پژوهشگران فعال در این زمینه عبارت بودند از :۱. آقای رضا خاکسار از خوزستان ۲. خانم بدرالملوک وندایی از خراسان رضوی ۳. آقای مختاری از استان فارس ٤. خانم معصومه شهسواری از زنجان ۵. آقای الفت از دانشگاه

فرهنگیـــان اصفهان ٦. خانـــم عصمتی از تهـــران. همزمان کارگاه‌های تأیید شـــده توســـط کمیته علمی در سالن‌هایی ارائه شـــدند. کارگاه آقای سیروان مردوخی با استقبال پرشور شرکت‌کنندگان مواجه و در چند مرحله و روزهای بعدی تکرار شد. گفتنی است در کنفرانس هجدهم محل مناسبی با ابعاد ایده‌آل برای ارائه پوســـترها به‌صورت میزهای نقشه‌کشی در نظر گرفته شده بود. از قبل محل نصب هر پوستر با برچسب ویژه آن حاوی کد، عنوان و مؤلفان پوستر مشخص شده بود و بنابر آن شد که از روز اول تا روز آخر پوسترها نصب شوند و در دو وقت از قبل تعیین شـــده نویسندگان آن در محل مربوطه حضور یافته و به سؤالات بازدیدکنندگان پاسخ دهند.

علاوه بر غرفه‌های آزمایشگاهی استانی، چندین غرفه دیگر نیز برای ارائه محصولات آموزشی و کمک آموزشی برپا شده بودند.

یکـــی از فعالیت‌های جنبـــی کنفرانس بازدیـــد مجازی از آشکارســـاز ATLAS در مرکز پژوهش‌های هسته‌ای اروپا بود. شـــرکت‌کنندگان کنفرانس این امـــکان را یافتند که از طریـــق دوربین‌های نصب شـــده در اتاق کنترل آشکارســـاز ATLAS مستقیماً محیط کار آنجا را ببینند و شانس این را داشته باشند که به‌طور مستقیم با یکی از دانشمندانی که در این بزرگ‌ترین، مجهزترین و دقیق‌ترین آشکارساز جهان کار می‌کنـــد، ارتباط پیدا کنند. این کار - با توجه به نبود حداقل امکانات و تجهیزات - واقعاً مشـــکل بـــود ولی با موفقیت به اتمام رسید و فیلم کامل آن توسط این مرکز پژوهشی معتبر و بین‌المللی ضبط شـــد و اکنون به نام هجدهمین کنفرانس آموزش فیزیک ایران از پیوند زیر در وبگاه رســـمی آنجا قابل دسترس است:

http:// atlasvirtualvisit. web. cern. ch/ content/ 18th-iranian- conference- physics education

دیگر فعالیت جنبی کنفرانس نقد و بررســـی کتاب درســـی فیزیک ۲ پایه یازدهم مقطع متوســـطه توسط روح‌الله خلیلی بروجنی بود و اســـتاد فرهنگ کریمی مســـئولیت جمع‌بندی موارد را برعهده داشتند در این نشست صمیمی روح‌الله خلیلی بروجنـــی به نمایندگی از شـــورای تألیف کتاب‌های درســـی، جزئیات این کتاب درسی را به اطلاع شرکت‌کنندگان رساند و سیاست‌های دفتر تألیف را با شرکت‌کنندگان در میان گذاشت.

برگزاری کارگاه و شوی فیزیکی

علاوه بر بازدید شرکت‌کنندگان از غرفه‌های آزمایشگاهی، ســـری دوم از کارگاه‌های پذیرفته شده به‌صورت موازی ارائه شـــدند. همچنین مقرر شد کارگاه‌هایی که متقاضی برگزاری دارنـــد و تعـــداد آن‌ها به حـــد نصاب برســـد، در طول مدت کنفرانس مجدداً برگزار شدند.

پس از صرف شام در محل خوابگاه‌های دانشگاه فرهنگیان پردیـــس فاطمه‌الزهرا، برنامه جذاب و مهیج شـــوی فیزیکی شـــرکت فن‌آمـــوز (http:// fanamouz. ir) توســـط آقای حازم فریپور در ســـالن شهید آوینی اجرا و با استقبال پرشور شرکت‌کنندگان مواجه شد.

بازدید از کارخانجات مهر اصل، تبریزگردی و رصد نجومی

روز دوم کنفرانس با برنامه‌ای کاملاً متفاوت و در راســـتای شـــعار کنفرانس آغاز گردیـــد. شـــرکت‌کنندگان کنفرانس مهمـــان یکی از برجســـته‌ترین کارآفرینان تبریـــز بودند. در ســـالن آمفی‌تئاتر کارخانه، برنامه‌های علمی با ریاست دکتر جواد ســـقای سعیدی معاون پژوهشی دانشگاه فنی‌وحرفه‌ای تبریز آغاز شد. ابتدا کارآفرین برگزیده کشوری و مدیر عامل محترم کارخانجات مهر اصل جناب آقای مهندس ســـیدرضا مقیمی اصل ضمن خیرمقدم به شـــرکت‌کنندگان کنفرانس، مختصری از فعالیت‌هـــای صنعتی و تولیدی خـــود را برای حاضرین برشمردند. سپس دکتر غلامرضا کیانی در خصوص اهمیت صنعت، فناوری و کارآفرینی ســـخنرانی نموده و در ادامه ســـخنرانی عمومی دکتر اصغر عسگری استاد دانشگاه تبریز با عنوان «نقش فیزیک در فناوری نانو» ارائه شد.

در ادامه شرکت‌کنندگان در چند گروه برای بازدید از خطوط تولید کارخانجات مهر اصل سازماندهی شدند. این مجموعه کارخانجات تمامی طراحی‌های مورد نیاز به‌ویژه برای صنایع تبرید و تجهیزات سرمایشـــی و گرمایشی محصولاتش برای داخل و خارج از کشـــور را بومی‌سازی کرده و به مرحله تولید انبوه رسانیده است. این قسمت از کنفرانس بسیار مورد توجه شرکت‌کنندگان قرار گرفت.

از دیگـــر برنامه‌های جذاب در طول مدت برگزاری کنفرانس که بـــا نظم و ترتیب خاص و ظرفیـــت معین انجام می‌گرفت اتوبوس‌هـــای تبریزگـــردی بودنـــد که آثار تاریخـــی و اماکن گردشگری و توریستی شهر تبریز را به شرکت‌کنندگان معرفی می‌کردند. بعضی از شـــرکت‌کنندگان، به اماکن دیگری چون کندوان، جلفا و ... نیز رفته و از آنجا نیز دیدن کردند.

گـــروه رصد نجومی نیز دو روز متوالی در محوطه خوابگاه که آلودگی نوری کمتری داشـــت، به‌طور مستمر فعالیت داشتند. به‌ویژه عکاسی از زحل و حلقه‌های دور آن برای شرکت‌کنندگان بسیار جالب توجه بود. البته در یکی از زمان‌های اختصاصی که هوا ابری بود، اندکی زودتر برنامه را خاتمه دادند.

سخنرانی‌های علمی استادان برجسته ایران

آخرین روز کنفرانس با حضور دو نفر از اســـتادان برجسته ایران محفل علمی کنفرانس بیش از پیش پربار شـــد. اولین برنامه روز پنجشـــنبه ١٦ شهریور ٩٦ سخنرانی دکتر مهدی گلشـــنی، استاد فلسفه علم دانشـــگاه صنعتی شریف و عضو شـــورای عالی انقلاب فرهنگی بود که با استقبال گسترده‌ای

از سوی شرکت‌کنندگان مواجه شد. ایشان در این سخنرانی بـه «تحولات مهم فیزیـک در دهه‌های اخیـر» پرداخته و آخرین یافته‌ها و مشـکلات پیش‌روی فیزیک‌دانان را مطرح کردند. ایشـان ضمن اشـاره به آخرین تحولات در دهه‌های اخیر به معضلات فراروی فیزیک‌دانان اشاره نمودند. جذابیت ارائه مطالب توسـط ایشـان به حدی بود که با استقبال گرم شـرکت‌کنندگان مواجه شـد. از دیگر سو پیشنهاد داده شد که طوماری توسط معلمان شرکت‌کننده در کنفرانس جهت افزایش تعداد سـاعات درسـی فیزیک تهیه و امضا شود تا ایشان شـخصاً به شورای عالی انقلاب فرهنگی تحویل دهند و پیگیری کنند.

پس از سـخنرانی عمومی ارائه مقالات همزمان با پوسترها در سـه سالن موازی ادامه یافت آخرین برنامه در نوبت صبح روز آخر کنفرانس به سخنرانی دکتر حسن عشایری با عنوان «افسانه علوم اعصاب» اختصاص یافت. ایشان ضمن اشاره به پیشـرفت‌های فناورانه‌ای که علوم به‌ویژه فیزیک جدید برای شناسایی ساختار مغز به انسان می‌دهد، محدودیت‌های این مـورد و نیز پیچیدگی‌هایی را که مغز انسـان دارد و این امر موجب عدم شـناخت دقیق بشر- ولو با تجهیزات پیشرفته- می‌شود تشریح کردند.

اختتامیه کنفرانس

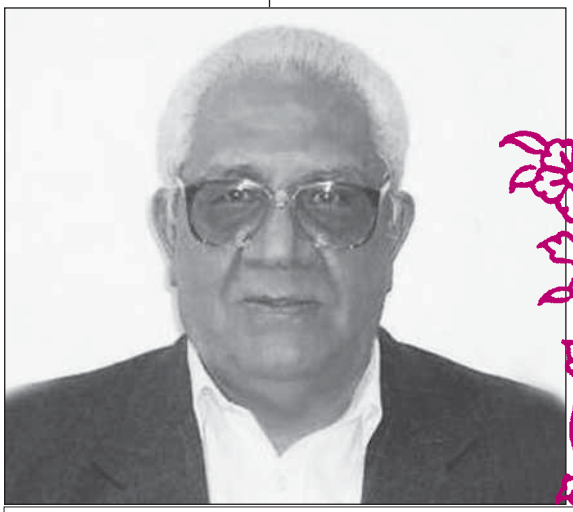
پایان‌بخش برنامه‌های رسمی کنفرانس مراسم اختتامیه بود کـه در آن آقای دکتر رحیم بدری سـخنرانی علمی خود را در زمینه آموزش و تعلیم‌وتربیت برای شـرکت‌کنندگان ارائه دادند. سـپس گزارش کارگروه داوری مقالات توسط مسئول دبیرخانه کمیته علمی آقای دکتر داود حسـن‌پور به اطلاع شـرکت‌کنندگان رسـیده و مراحل داوری همراه با نتایج به تفکیک اسـتان و... به روشنی ارائه شد. در ادامه گزارش دبیر کمیته اجرایی توسط رئیس انجمن استان آذربایجان شرقی اسـتاد ادریس خلیل‌زاده به اطلاع شـرکت‌کنندگان رسیده و از زحمـات عوامل اجرایی و مسـئولان برگزاری که یاریگر کنفرانس بودند، تقدیر به عمل آمد.

سـپس معاون محترم پژوهشی دانشـگاه فنی‌وحرفه‌ای- دانشـکده تبریز آقای دکتر جواد سقای سـعیدی در مورد ضرورت اعتلای آموزش فیزیک در مدارس ایران سـخنرانی کردنـد و با گریزی به وضعیت و موقعیت‌هایی که در آن قرار داریم و آنچه در آموزه‌های دینی به ما توصیه شده و در تاریخ اسلام آمده است، اشـاره و ابراز امیدواری کردند، بتوانیم در راسـتای ارتقای آموزش علوم و فناوری گام برداریم. سپس گزارش ارزیابی کنفرانس و تقدیر از مقالات برتر توسط مسئول کارگروه ارزیابی خانم کبری محمدی ارائه شده، ارزیابی‌ها از وضعیت ارائه مقالات، سخنرانی‌ها، فوق‌برنامه‌ها، نشست‌ها و ... با آمار و نمودارهای مربوطه به اطلاع شـرکت‌کنندگان رسید و پوسـتر برتر نیز معرفی شد. گفتنی است از تمام برنامه‌ها و فعالیت‌های علمی، آموزشی و حتی فوق برنامه ارزیابی به عمل آمد و در بسیاری از برنامه‌ها- به‌ویژه در بخش سخنرانی‌ها و مقالات- کنفرانس در سطح عالی ارزیابی شده بود.

متعاقب آن در مورد گزارش کارگاه‌ها و غرفه‌ها با مسئولیت آقای ناصر سـلیمانی و آقای ناصر اصغری نیز سـرکار خانم مرضیه عصمتی توضیحاتی ارائه دادند.

جشنواره فیزیک

گـزارش جشـنواره فیزیـک ۹۵ و تجلیـل از برگزیدگان جشنواره در محورهای اعلام شده نیز در دستور کار اختتامیه کنفرانس قرار گرفت. گزارش جشـنواره توسط خانم فرزانه بهزادپور و مسئول روابط عمومی شورای اجرایی به نمایندگی از انجمن علمی آموزشـی معلمان فیزیک کرمان ارائه شد و استاد محمدحسـن بیاتانی دبیر محترم جشـنواره فیزیک اجرای مراسـم تجلیل را مدیریت کردند. از کلیه برگزیدگان جشـنواره با اهدای لـوح و تقدیر تجلیل بـه عمل آمد و به رتبه‌های اول تندیس نیز اهدا شد. همچنین تندیسی توسط دکتر سلیمان رسولی از سوی انجمن استان آذربایجان غربی (مجری جشـنواره ملی ۹۴) به انجمن استان کرمان (مجری جشـنواره ملی ۹۵) اهدا و از سـوی آنان نیز به آقای احسان توحیدی رئیس انجمن اسـتان بوشهر (مجری جشنواره ملی ۹۶) اهدا شد. تجلیل از برگزارکنندگان هجدهمین کنفرانس پایان‌بخش برنامه‌های اختتامیه کنفرانس بود.



به‌هیچ باغ نبود آن درخت مانندش

یادی از زنده‌یاد دکتر نعمت‌الله گلستانیان (۱۳۹۶ ـ ۱۳۱۳)

اسفندیار معتمدی

به هیچ باغ نبود آن درخت مانندش
که تندباد اجل بی‌دریغ برکندش

او نمونه مردان خودساخته، پرتلاش، انسان‌دوست، دلسوز، یادگیرنده مادام‌العمر بود. سراسر عمرش در آموختن و یاد دادن گذشت. دقیق، رفیق، صدیق و استادی کم‌نظیر بود. او در طول زندگی اثربخش خود همواره در جهت تعالی خود و جامعه کوشید و الگوی برجسته‌ای برای جوانان کشور بود. در ساعات آخر عمر بر تخت بیمارستان به دوستش دکتر محمود بهار گفت: قول می‌دهم کار ناتمام مشترکمان را پس از مرخص شدن از بیمارستان ۱۰ روزه تحویل دهم. اما اجل مهلتش نداد تا به وعده خود عمل کند. دکتر گلستانیان در مهرماه ۱۳۱۳ در شهر کرمان به دنیا آمد. در شش سالگی برای فراگیری قرآن کریم و کتاب حافظ به مکتب‌خانه سپرده شد. تحصیلات ابتدایی را در زادگاهش گذراند (۱۳۲۸) و برای گذراندن زندگی و کمک به خانواده در تعطیلات تابستان به انواع کارها دست زد.

دکتر گلستانیان در آبان سال ۱۳۳۲ به استخدام وزارت فرهنگ (آموزش‌وپرورش فعلی) درآمد و با ابلاغ آموزگاری پیمانی در دبستان بَدر[1] فین بندرعباس مشغول کار شد و به تدریج احساس کرد که برای دستیابی به یک زندگی معنوی بهترین راه وارد شدن به حرفهٔ معلمی است، زیرا تنها معلم است که در سراسر عمر در حین تعلیم دادن، همیشه متعلم هم خواهد بود.

دکتر گلستانیان در پایان نخستین سال اول آموزگاری به‌طور داوطلب سال اول دانشسرای مقدماتی را گذراند و بدون شرکت در کلاس با استفاده از معلم در سال ۱۳۳٤ به اخذ مدرک دیپلم دانشسرای مقدماتی نائل شد. در مهرماه ۱۳۳٤ به شهرستان میناب منتقل شد و به تدریس دروس فیزیک، شیمی، هندسه، عربی و زبان انگلیسی در دبیرستان سه کلاسهٔ حافظ این شهرستان پرداخت. همزمان برای خودسازی خویش به خوش‌نویسی، ورزش و موسیقی و مطالعه مشغول شد و برای تعلیم بهتر دانش‌آموزان آموزش فیزیک و شیمی را با آزمایش همراه کرد. وسایل کار را با کمک مدیر مدرسه و دانش‌آموزان تهیه و علم را با عمل توأم کرد. وی می‌گوید: «اما توفیق در اجرای آزمایش‌های اولیه برایم امیدبخش بود و به تقویت اعتمادبه‌نفس من کمک شایانی کرد. به نظر من کسب توفیق نسبی در این آزمایش‌ها دلیل‌های بسیاری داشت که مهم‌ترین آن‌ها را می‌توان چنین برشمرد:

۱. اعتقاد به آموزش درس‌هایی مانند فیزیک و شیمی همراه با آزمایش‌های کیفی و کمی با هر شرایطی

۲. اعتقاد به اینکه آزمایش مهم‌تر از آزمایشگاه است.

۳. وجود انگیزه و علاقه برای بالا بردن کیفیت آموزشی درس‌های علوم تجربی.

٤. شیوه‌های تدوین و تألیف کتاب‌های فیزیک و شیمی در آن روزگار توسط استادانی چون رهنما، نوروزیان و رضا قلی‌زاده (رنر)، حاج سیدجوادی، رفیع‌زاده، بروجیم، اردلان، دکتر امین و دکتر صفری».

استاد دکتر گلستانیان در سال ۱۳۳۸ در امتحانات متفرقهٔ سال ششم ریاضی در کرمان شرکت کرد و با پشتکار بی‌نظیری که به خرج داد دیپلم کامل متوسطه را گرفت و همان سال بدون شرکت در کلاس کنکور در آزمون مهندسی نساجی پلی‌تکنیک (دانشگاه صنعتی امیرکبیر فعلی) و در هر دو دورهٔ روزانه و شبانهٔ دانشسرای عالی قبول شد. با توجه به آنکه می‌خواست شغل معلمی خود را حفظ کند رشتهٔ فیزیک شبانه را برگزید. صبح‌ها در دبیرستان‌های تهران (ذوقی، خرد و سحاب) به تدریس و

عصرها در دانشسرای عالی به تحصیل مشغول شد.

دکتر گلستانیان دربارهٔ اینکه چرا به **رشتهٔ فیزیک** علاقه‌مند شد، چنین می‌گوید: «به گمانم فیزیک در عین حال که به نیازها و پرسش‌های ذهنی انسان پاسخ می‌دهد، دانشی مبتنی بر تجربه است. به بیان دیگر، هم تشنگان جویندهٔ مفاهیم ذهنی و هم تشنگان جویندهٔ چیستی‌های مشاهدات عینی را سیراب می‌کند. فیزیک دانش مطالعهٔ خود انسان و طبیعت و دنیای پیرامون انسان با تمام جنبه‌های عینی و ذهنی آن است».

دکتر گلستانیان همواره قدرشناس استادان خود بوده است. از دکتر کمال‌الدین جناب، دکتر جعفر امین، دکتر ابراهیم صفری و دکتر محسن علوی‌نژاد به نیکی یاد می‌کند. در مورد دکتر جناب می‌گوید: «دانشجویان شیوهٔ کار و تدریس و رفتار مشفقانهٔ توأم با قاطعیت او را خیلی می‌پسندیدند و آرزو داشتند روزی بتوانند در حرفهٔ معلمی خود روش او را الگو و سرمشق قرار دهند». او استادان خود را می‌ستاید و آنان را الگوی کار خود می‌داند. او می‌گوید: «در حین تحصیل در دانشسرای عالی، جایگاه والای اجتماعی، استقلال نسبی در شغل و شخصیت و متانت استادان مرا مجذوب کرده بود و آرزو داشتم روزی بتوانم به چنین موقعیتی دست یابم. لازمهٔ این کار گذراندن دورهٔ دکتری بود که با دست‌تنگی و عدم امکانات مالی مناسب برای من مقدور نبود... مرحوم دکتر امین بیش از همه در راهنمایی و امیدوار کردن من مؤثر بود. او می‌گفت: اگر کوشش کنی، خوب درس بخوانی و شاگرد اول بشوی می‌توانی با استفاده از بورس شاگرد اولی، یا بورس‌های اعطایی دولت فرانسه، یا کشورهای دیگر به تحصیل ادامه دهی. این نوید برایم بسیار شادی‌بخش بود و من با جدیت تمام دورهٔ لیسانس را پشت سر گذاشتم و به یاری خدا در خرداد ۱۳۴۲ با احراز رتبهٔ اول و کسب مدال درجه اول علمی از شورای عالی فرهنگ موفق به دریافت لیسانس فیزیک از دانشسرای عالی تهران شدم».

«پس از گذراندن لیسانس فیزیک چون شاگرد اول شده بودم، قرار بود به دانشسرای عالی منتقل شوم، اما با منحل شدن دانشسرای عالی در آبان سال ۱۳۴۳ به شهرستان آبادان منتقل شدم و تا مهر ۱۳۴۵ در دبیرستان‌های رازی و امیرکبیر آبادان مشغول تدریس بودم.

در فروردین ۱۳۴۵ موفق به ازدواج با همسری مهربان و بافرهنگ، اهل آبادان، شدم که ثمرهٔ این وصلت دو پسر به نام‌های **کامیار** و **رامین** (استاد کنونی فیزیک دانشگاه اکسفورد انگلیس) است.

در مهر ۱۳۴۵ به دانشگاه تربیت‌معلم، که با برنامه جدیدی به نام سازمان تربیت‌معلم و تحقیقات تربیتی شروع به کار کرده بود، منتقل شدم و تا زمان بازنشستگی عضو هیئت علمی این دانشگاه بودم».

دکتر گلستانیان در سال ۱۳۴۸ برای گذراندن دورهٔ دکتری الکترونیک به کشور فرانسه عزیمت کرد و در دورهٔ کارشناسی ارشد الکترونیک دانشگاه پاریس پذیرفته شد. او بعد از گذراندن کارشناسی ارشد دورهٔ دکتری خود را آغاز کرد و سرانجام، در آبان سال ۱۳۵۱ از پایان‌نامه دکتری خود دفاع کرد و با درجهٔ «بسیار افتخارآمیز» موفق به دریافت عنوان دکتری در رشتهٔ الکترونیک شد. او سپس، به ایران بازگشت و در گروه فیزیک دانشسرای عالی تهران، یعنی، همان‌جا که پیش از رفتن به فرانسه به‌عنوان مربی کار می‌کرد، به‌عنوان استادیار دوباره با جدیتی بی‌نظیر به تدریس و تألیف و ترجمه و تحقیق پرداخت. او به خاطر علاقه‌ای که به کارهای علمی داشت در تمام مدت خدمت در گروه آموزشی فیزیک دانشگاه تربیت‌معلم، علاوه بر تدریس، همیشه در آزمایشگاه الکترونیک حضور داشت و به راهنمایی دانشجویان می‌پرداخت. دکتر گلستانیان در اسفند ۱۳۵۵ به مرتبه دانشیاری ارتقا یافت و از مهر ۱۳۵۴ تا اسفند ۱۳۵۷، ابتدا مدیریت امور دانشجویی و سپس معاونت دانشجویی دانشگاه تربیت‌معلم را به عهده داشت.

«سرانجام، در تاریخ ۱۱ مرداد سال ۱۳۷۹، در زمان ریاست دکتر سیدکاظم اکرمی، پس از ۴۷ سال خدمت رسمی معلمی (۱۳ سال خدمت در وزارت آموزش‌وپرورش و ۳۴ سال خدمت در دانشگاه تربیت‌معلم) حکم بازنشستگی خود را دریافت کردم».

دکتر گلستانیان انسانی وارسته، استادی آگاه، مترجمی دقیق و مؤلفی پر کار بود. او در بسیاری از انجمن‌ها عضویت داشت و سال‌ها با مرکز نشر دانشگاهی، بنیاد دانشنامهٔ بزرگ فارسی (به ریاست مرحوم احمد بیرشک) و فرهنگستان‌های علوم و زبان و ادب فارسی، همکاری داشت. در سال ۱۳۸۱ عنوان پژوهشگر نمونهٔ دانشگاه تربیت‌معلم را کسب کرد. از ایشان در مجله‌های خارجی ۳ مقاله، در مجله‌های داخلی ۱۰ مقاله و در کنفرانس‌های داخلی ۵ مقالهٔ تحقیقی منتشر شد و راهنمایی و مشاورت بیش از ۱۲ پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد و دکتری را به عهده داشت. او در حدود ۳۰ عنوان کتاب در زمینه‌های فیزیک، الکترونیک و فرهنگ‌واژه‌ها و اصطلاحات، به تنهایی و یا به کمک همکاران خود ترجمه و تألیف کرد. از جمله کارهای ارزشمند او می‌توان ترجمهٔ چهار جلد کتاب مبانی فیزیک هالیدی ـ رزنیک (ویرایش ششم، ۲۰۰۱) با همکاری دکتر محمود بهار و تألیف کتاب کمک‌آموزشی دورهٔ فیزیک، فیزیک (۱)، و ۸ جلد کتاب فیزیک رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای با همکاری دکتر محمود بهار، اصغر لطفی و اسفندیار معتمدی را نام برد.

دکتر گلستانیان تا آخر عمر به کارهای پژوهشی و تألیف و ترجمهٔ خود مشغول بود. با توجه به همکاری‌های ارزنده دکتر گلستانیان در دوره‌های کارآموزی دبیران، ایشان در چهاردهمین کنفرانس آموزش فیزیک از سوی اتحادیه معلمان فیزیک مورد تقدیر قرار گرفت و نماینده معلمان بر دست‌های او بوسه زد و چون به دلیل بیماری نتوانست در کنفرانس دوستان حضور یابد دبیران فیزیک که شاگردان استاد بودند از گوشه و کنار ایران آمدند و در تهران مجلس بزرگداشت استاد را در خانه ایشان و بار دیگر در فرهنگسرای منطقه ۲ تهران برگزار کردند و وفاداری خود را تا آخرین لحظات زندگی وی نشان دادند.

پی‌نوشت

۱. میرزا احمدخان بَدِر (نصیرالدوله) وزیر معارف در سال ۱۲۹۸ بود. او پایه‌گذار مدارس دولتی، دارالمعلمین، دارالمعلمات و شورای آموزش‌وپرورش و بسیاری کارهای دیگر بود.

Roshd
فیزیک
119
Physics Education Journal

IN THE NAME OF ALLAH

Definition of Literacy in the modern World / 2
Comparing modern and traditional methods of teaching/ E. Haydari, M. Madouli Behbahani / 3
London's Science museum/ H. Ghalami Baville oliaei / 9
Study and Comparison of Final exam questions of Physics 3 in 1394 and 1395 / A. Kiani, Z. Rafieh / 12
Nano indentation - a method of understanding the modern world/F. Solaymani et al /19
Beliefs and disputations in Physics (Part2) / Milton Rotman / 21
I am in favour of teaching science in Persian / N. Dadar / 26
Smart board and its application in Physics education /M. H. Faragi et al / 34
Physics Frontrier / M. Rahbar / 38
Rearview mirror diminishing function / W. Layton / 44
Is it really worth running in the rain / S. Rejaei / 45
Teaching harmonic oscillator with Tracker Sofeware / Z. Zamani, A. Seid Faddaei /54
The 18th Conference on Physics education / S. Rasouli, D. HassanPour /59
The Obitury of Dr. N. Golestanian / 63

Ministry of Education
Orginaization of Research & Educational Planning
Teaching-Aids Publications Office

Managing Editor: Mohammad Naseri
Editor-in-Chief: Manijeh Rahbar
Executive Director: Ahmad Ahmadi
Graphic Designer: Navid Andarodi
Editorial Board: Ahmad Ahmadi, Rouhollah Khalili, Azita Seid Fadai, Esfandyar Motamedi, Manijeh Rahbar, seyyed Hedayat sajadi
www.roshdmag.ir
Physics@roshdmag.ir
ISSN: 1606-917x
SMS: 3000899502
P.O. Box: 15875/6585
Department of Physcis, Tehran-Iran
Physics Education Journal
Vol.33- No.119- 2017

اقتصاد مقاومتی؛ تولید و اشتغال

رشد آموزش فیزیک

نحوهٔ اشتراک:
پس از واریز مبلغ اشتراک به شماره حساب ۳۹۶۶۲۰۰۰ بانک تجارت، شعبهٔ سه‌راه آزمایش کد ۳۹۵ در وجه شرکت افست، به دو روش زیر، مشترک مجله شوید:
۱. مراجعه به وبگاه مجلات رشد به نشانی: www.roshdmag.ir و تکمیل برگهٔ اشتراک به همراه ثبت مشخصات فیش واریزی؛
۲. ارسال اصل فیش بانکی به همراه برگ تکمیل شدهٔ اشتراک با پست سفارشی یا از طریق دورنگار به شمارهٔ ۸۸۳۱۰۴۶۹ لطفاً کپی فیش را نزد خود نگه دارید.

◆ عنوان مجلات درخواستی:
◆ نام و نام خانوادگی:
◆ تاریخ تولد: ◆ میزان تحصیلات:
◆ تلفن:
◆ نشانی کامل پستی:
استان: شهرستان:
خیابان:
پلاک: شمارهٔ پستی:
شمارهٔ فیش بانکی:
مبلغ پرداختی:
◆ اگر قبلاً مشترک مجله رشد بوده‌اید، شمارهٔ اشتراک خود را بنویسید:
امضا:

◆ نشانی: تهران، صندوق پستی امور مشترکین: ۳۳۳۱-۱۵۸۷۵
◆ تلفن باررگانی: ۸۸۸۱۶۳۰۸-۰۲۱
◆ Email: Eshterak@roshdmag.ir

◆ هزینهٔ اشتراک سالانه مجلات عمومی رشد (هشت شماره): ۳۵۰/۰۰۰ ریال
◆ هزینهٔ اشتراک سالانه مجلات تخصصی رشد (سه شماره): ۲۰۰/۰۰۰ ریال

با مجله‌های رشد آشنا شوید

مجله‌های دانش‌آموزی
به صورت ماهنامه و به شماره در سال تحصیلی منتشر می‌شود:

رشد کودک — برای دانش‌آموزان پیش‌دبستانی و پایهٔ اول دورهٔ آموزش ابتدایی
رشد نوآموز — برای دانش‌آموزان پایه‌های دوم و سوم دورهٔ آموزش ابتدایی
رشد دانش‌آموز — برای دانش‌آموزان پایه‌های چهارم، پنجم و ششم دورهٔ آموزش ابتدایی

مجله‌های دانش‌آموزی
به‌صورت ماهنامه و هشت شماره در سال تحصیلی منتشر می‌شود:

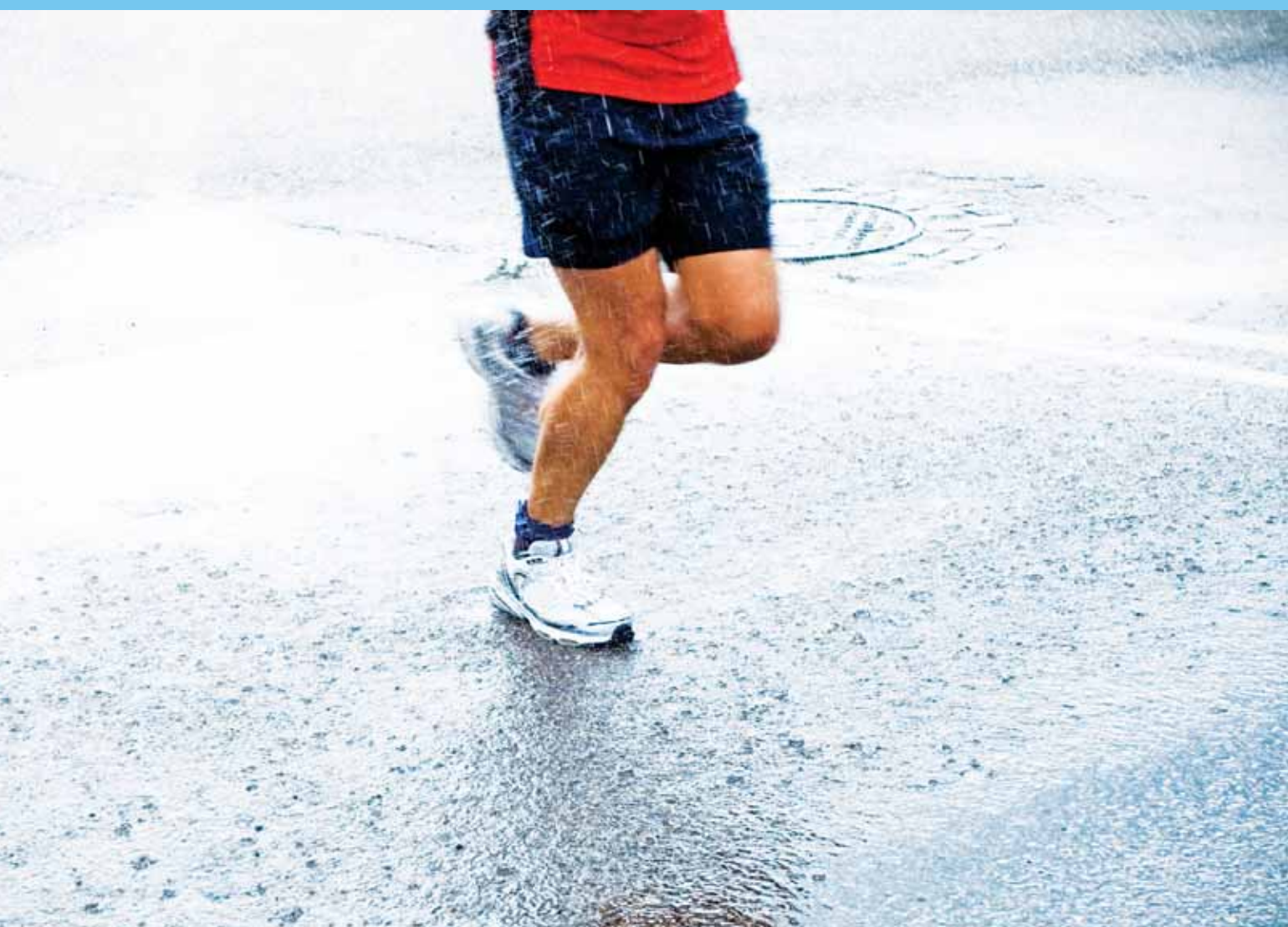
رشد جوانه — برای دانش‌آموزان دورهٔ آموزش متوسطه اول
رشد برهان — برای دانش‌آموزان دورهٔ آموزش متوسطه دوم
رشد قاب — برای دانش‌آموزان دورهٔ آموزش متوسطه دوم

مجله‌های بزرگسال عمومی
(به صورت ماهنامه و هشت شماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شود):
◆ رشد آموزش ابتدایی ◆ رشد تکنولوژی آموزشی
◆ رشد مدرسه فردا ◆ رشد معلم

مجله‌های بزرگسال تخصصی:
به صورت فصلنامه و سه شماره در سال تحصیلی منتشر می‌شود.
◆ رشد آموزش قرآن و معارف اسلامی ◆ رشد آموزش زبان و ادب فارسی
◆ رشد آموزش هنر ◆ رشد آموزش مشاور مدرسه ◆ رشد آموزش تربیت‌بدنی
◆ رشد آموزش علوم اجتماعی ◆ رشد آموزش تاریخ ◆ رشد آموزش جغرافیا
◆ رشد آموزش زبان‌های خارجی ◆ رشد آموزش ریاضی ◆ رشد آموزش فیزیک
◆ رشد آموزش شیمی ◆ رشد آموزش زیست‌شناسی ◆ رشد مدیریت مدرسه
◆ رشد آموزش فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش ◆ رشد آموزش پیش‌دبستانی

مجله‌های رشد عمومی و تخصصی، برای معلمان، مدیران، مربیان، مشاوران و کارکنان اجرایی مدارس، دانش‌جویان دانشگاه فرهنگیان و کارشناسان گروه‌های آموزشی و.... تهیه و منتشر می‌شود.

◆ نشانی: تهران، خیابان ایرانشهر شمالی، ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش‌وپرورش، پلاک ۲۶۶.
◆ تلفن و نمابر: ۸۸۳۰۱۴۷۸ - ۰۲۱
◆ وبگاه: www.roshdmag.ir



آیا باید در باران دوید؟

صفحهٔ ۴۵

۱۴ بهمن،
روز فناوری فضایی