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

رشد آموزش فیزیک ۷۴

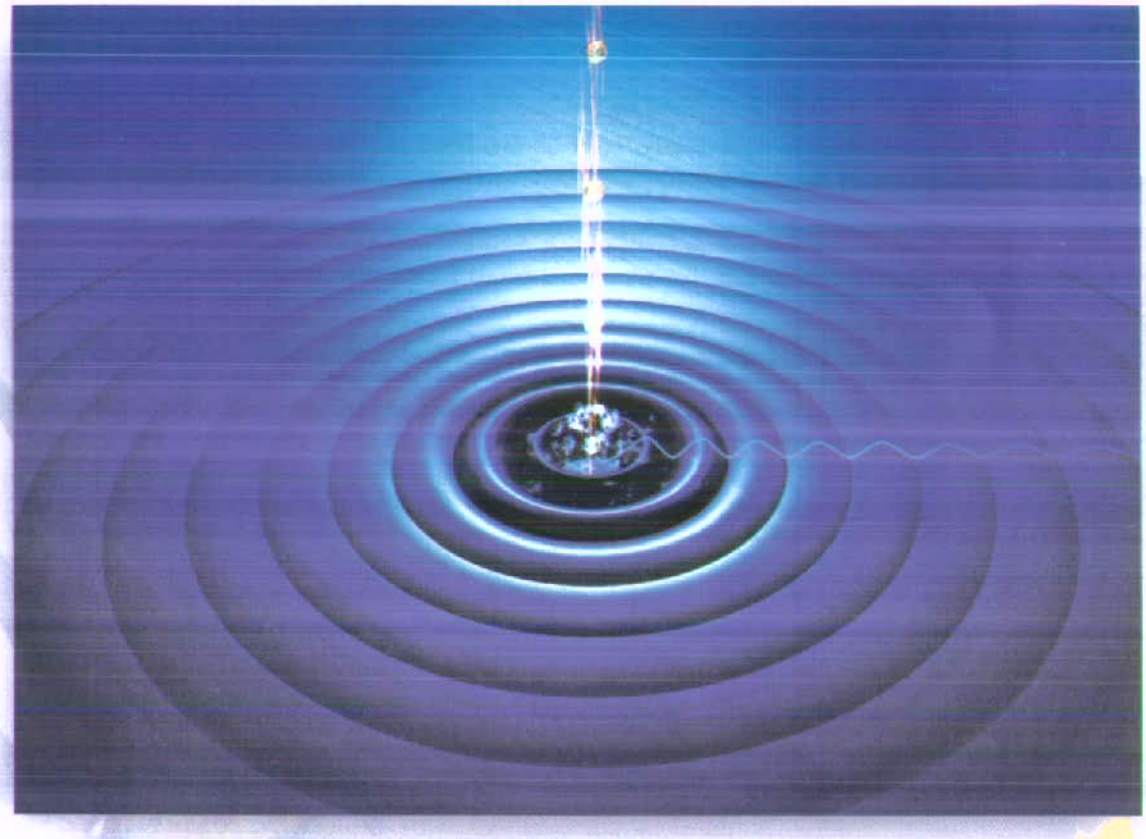
آموزشی، تحلیلی، اطلاع رسانی

دوره‌ی بیست و یکم، شماره‌ی ۳، بهار ۱۳۸۵، بها ۲۵۰۰ ریال

ISSN 1606 - 917X

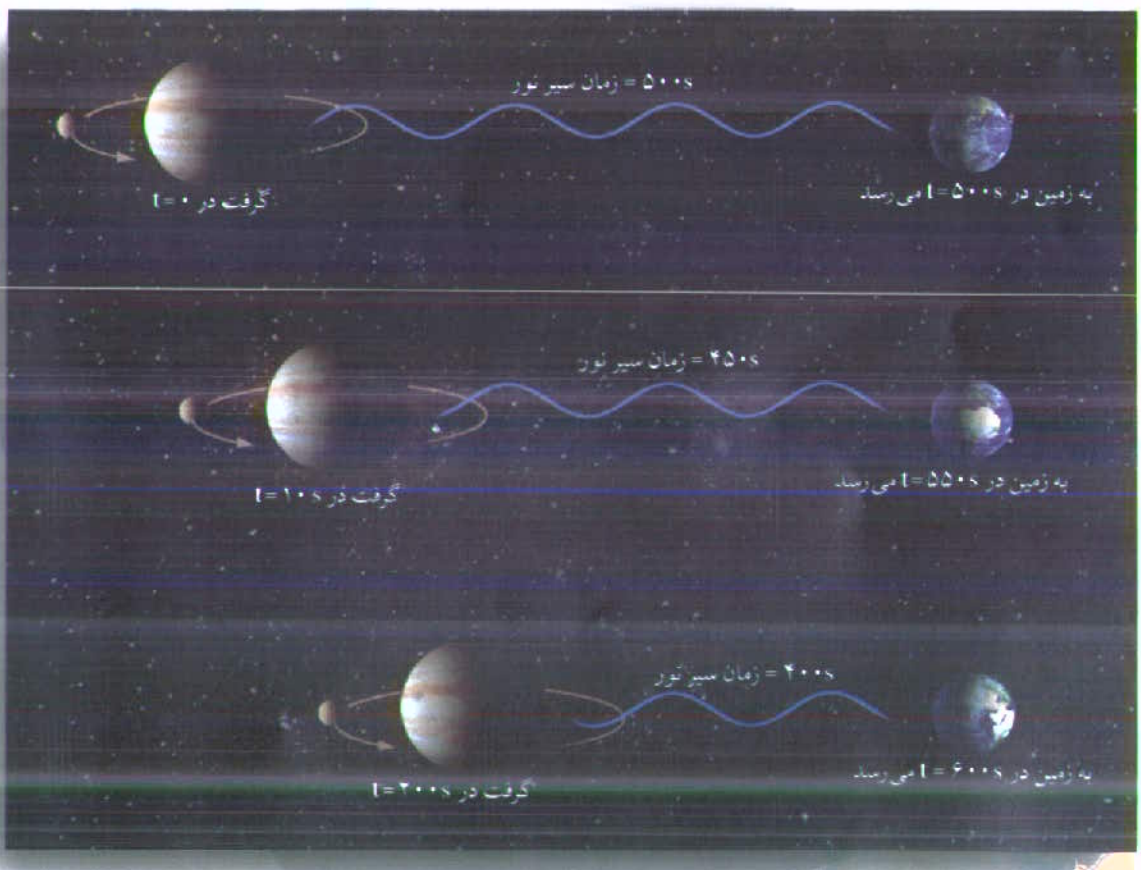
www.roshdmag.org

میکروسکوپی به کمک کاوه‌ی روبشی، تحولی در علم نانوفناوری ۱۱
دنیای پلاستیکی فردا ۲۲
هادرون‌ها و لپتون‌ها ۲۶
صاف بنشینید! فیزیک صحیح این است ۵۹



طول موج

طول موج هر موج فاصله ی بین دو قله یا دو دره ی متوالی است.



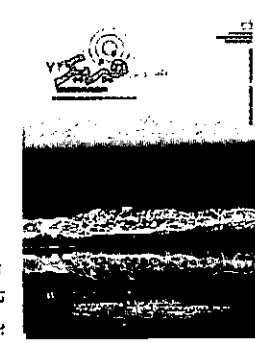
سرعت نور و زمان گرفت

زمان های نشان داده شده ی گرفت ماه های مشتری هم به زمان واقعی این گرفتن ها بستگی دارد و هم به زمان سیر نور از مشتری تا زمین

رشد آموزش فیزیک ۷۴
آموزشی، تحلیلی، اطلاع رسانی
ISSN : 1606-917X
www. roshdmag.org

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

دوره‌ی بیستم و یکم، شماره‌ی ۳، بهار ۱۳۸۵



تصویر روی جلد؛
تالاب چناخور ـ حوالی شهرستان
بروجن، فروردین ۱۳۸۴

سرمقاله: ارج نهادن به محیط‌زیست ○ سردبیر ۲
تجربه‌ای سه ساله برای بهبود آموزش فیزیک در ... ○ *آزیتا سیدفدایی* ۳
جایگاه آزمایشگاه در شیوه‌های نوین آموزش ○ *سیدمحمدرضا اکرمی‌زاده* ۷
میکروسکوپی به کمک کاوه‌ی روبشی، تحولی در... ○ *عباس شهریاری و علی‌اصغر جمالی* ۱۱
بایدها و نبایدهای جشنواره‌ی روش‌های ... ○ *سیف‌اله عباسی و حمیده عباسی* ۱۵
دو نظریه در مورد اتلاف انرژی در دستگاه‌های خازنی ○ *رونالد نیوبارگ* ۱۹
دنیای پلاستیکی فردا ○ *اوره ریل مک دونالد* ۲۲
هادرون‌ها و لپیتون‌ها ○ *جیم بریتهاویت* ۲۶
جایی در دوردست‌های تاریک، شبه‌سیاره‌های ... ○ *زهرا کلامی* ۳۴
شیشه به عنوان کاهش دهنده‌ی نور... ○ *علی راهبی* ۳۸
پرسش و پاسخ ○ *مریم عباسیان* ۴۰
محاسبه‌ی اندازه‌ی میدان مغناطیسی کره‌ی زمین به ... ○ *پیام بهرامی چگنی* ۴۲
ما و خوانندگان ○ ۴۶
شما چه فکر می‌کنید؟ صفحه‌ی بسیار بزرگ ... ○ *حسن قلمی‌باویل علیایی* ۴۷
آموزش خوب برای پژوهش خوب ○ *کنت کرین* ۴۸
آموزش رابطه‌ی $E=mc^2$: جرم ماده‌ی بدون جرم ○ *آرت هابسون* ۵۱
فیزیک بدون فرمول ○ *آزیتا سیّدفدایی* ۵۴
ارتباط‌های ویرانگر سبب اختلال در ساختار... ○ *کیت اس. تیبه* ۵۷
صاف بنشینید! فیزیک صحیح این است ○ *جیوزپه کولیچیا* ۵۹

مدیر مسؤول: علیرضا حاجیان‌زاده
سردبیر: دکتر منیژه رهبر
مدیر داخلی: احمد احمدی
ویراستار: لعیا عروجی
طراح گرافیک: پروانه هادی‌پور
هیات تحریریه: احمد احمدی، روح الله خلیلی‌بروجنی
منیژه رهبر، سیدجعفر مهرداد

شمارگان: ۱۰،۰۰۰ نسخه
چاپ: شرکت افست (سهامی عام)
تلفن امور مشترکین: ۸۸۸۳۹۱۸۶
تلفن دفتر مجله: ۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۱ داخلی: ۲۷۱
نشانی دفتر مجله: تهران، صندوق پستی ۱۵۸۷۵/۶۵۸۵

مجله رشد آموزش فیزیک، نوشته‌ها و حاصل تحقیقات پژوهشگران و متخصصان تعلیم و تربیت، ویژه 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 ضمیمه 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 ضمیمه 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 شماره صفحه‌ی مورد استفاده باشد.
مجله در رد، قبول، ویرایش و تلخیص مقاله‌های رسیده مختار است.
✓ آرای مندرج در مقاله‌ها، ضرورتاً مبین نظر دفتر انتشارات کمک آموزشی نیست و مسؤولیت پاسخگویی به پرسشهای خوانندگان، با خود نویسنده یا مترجم است.
✓ مجله از بازگرداندن مطالبی که برای چاپ مناسب تشخیص داده نمی‌شود، معذور است.

سر مقاله

ارج نهادن به محیط‌زیست

زیست‌گاه طبیعی ما کره‌ی زمین، از موقعیت ممتازی برخوردار است. قرار گرفتن آن در فاصله‌ی مناسب از خورشید، دمای مناسب برای ادامه‌ی حیات را تأمین کرده است. جاذبه‌ی کافی آن سبب شده است که جوّ مناسبی در اطراف آن شکل بگیرد، و زندگی‌بخش بودن اجزای تشکیل‌دهنده‌ی این جوّ، تداوم حیات بر روی آن را امکان‌پذیر ساخته است.

اما جوّ حیات‌بخش کره‌ی زمین آسیب‌پذیر نیز هست. ضخامت آن در حدود ۱۰۰ کیلومتر است که در مقایسه با شعاع زمین (۶۳۷۱ کیلومتر) پوسته‌ی بسیار نازکی را تشکیل می‌دهد. فعالیت‌های صنعتی بی‌رویه به این پوسته‌ی ظریف آسیب فراوانی وارد آورده که گرم شدن گلخانه‌ای یکی از آن‌هاست که تجلی آن را در توفان‌های سهمگین و فراوان چند سال اخیر مشاهده کرده‌ایم. از بین رفتن لایه‌ی اوزون آسیب دیگری است که حفاظت از حیات موجودات زنده در برابر پرتوهای زیان‌بار را به مخاطره انداخته است.

شاید ملموس‌ترین مثال برای ما آلودگی شدید هوای کلانشهر تهران باشد که همه شاهد بودیم در پایان پاییز سال گذشته علاوه بر تهدید سلامت شهروندان باعث تعطیلی بیشتر فعالیت‌های اجتماعی شد و زیان فراوانی به اقتصاد کشور وارد آورد. این موضوعی است که البته منحصر به کشور ما نیست و در همه‌جا کم‌وبیش وجود دارد. درواقع تداوم حیات بشر بر روی این کره در آینده به اقدام‌هایی جدی و اصولی بستگی دارد. از این‌رو در اغلب کشورهای پیشرفته مسأله‌های زیست‌محیطی و کوشش در جهت به حداقل رساندن آن‌ها اکنون یکی از مهم‌ترین دغدغه‌هاست و پژوهش‌های زیادی در این زمینه صورت می‌گیرد. مسأله‌های موجود در این زمینه بسیار جدی هستند و شناخت و حل آن‌ها چندان راحت نیست.

امروزه بیشترین مسائل زیست‌محیطی ارتباطی تنگاتنگ با فیزیک نیز دارند و داشتن زمینه‌ای قوی در این مورد هم در جهت شناخت و هم برای حل آن‌ها ضروری است. این در حالی است که تا چند سال پیش در آموزش‌های رسمی و درسی ما توجه چندانی به این مسأله‌ی حیاتی نمی‌شد. برای مثال، خود من به عنوان مسئول آموزش گروه فیزیک وقتی چند سال پیش واحد درسی «فیزیک محیط زیست» را به عنوان یکی از درس‌های اختیاری پیشنهاد کردم، دیدم که چگونه حتی برخی از همکاران خودم این درس را بی‌اهمیت و پیش‌پا افتاده تلقی می‌کردند. معلوم است که با این نگرش افراد تحصیل‌کرده، دیگر از عامه‌ی مردم چه انتظاری می‌توان داشت!

همین بی‌توجهی‌ها به مسائل زیست‌محیطی و جدی نگرفتن آن‌ها بحران زیست‌محیطی کنونی را به وجود آورده است که یافتن راه‌حلی برای قابل زیست‌ساختن شهر در آینده را دشوار ساخته است. بدون شک با تداوم این نگرش و طرز برخورد، حل مسائل زیست‌محیطی این شهر در آینده ناممکن خواهد شد.

سردبیر

تجربه‌ای سه ساله برای بهبود آموزش فیزیک

در پایه‌ی سوم متوسطه

اشاره

در کتابی خواندم: «آموختنِ لذت بردن از زمان حال، موهبتی بس عظیم است که اگر آدمی حداکثر استفاده را از آن ببرد، امروز را قسمتی از ابدیت می‌داند. خوشحالی را چون هنر یاعلم در وجود خود بارور کنید.» با خواندن این عبارت به نظرم آمد که می شود برای آموزش فیزیک، با توجه به این سخن، طرحی تهیه کرد.

آزیتا سید فدائی

تعریف و طرح مسأله

مشکل من این بود که در کلاس درس فیزیک باید به روشی کار می کردم که هم ضامن قبولی و موفقیت دانش‌آموزان در تحصیل و کنکور باشد، و هم رشد و اعتلای وجود، شخصیت، اعتماد به نفس و ارضای حس زیبایی جویی آن‌ها راتضمین کند تا کلاس درس فیزیک شیرین شود. هم بار علمی داشته باشد، هم مجالی باشد برای برقراری ارتباط انسانی بیش‌تر با دانش‌آموز تا خود را بیازمایند.

توضیح وضعیت موجود

خشک بودن کلاس‌های درس فیزیک، نبود تنوع در روش تدریس، تلفیق شدید درس فیزیک با رابطه های سنگین ریاضی و درک نکردن مفهوم واقعی آن، کمبود وقت برای تدریس مطالب، نبودن ارتباط بین معلم و دانش‌آموز، نبودن همکاری و فعالیت‌های گروهی میان دانش‌آموزان، تشویق نشدن دانش‌آموزان به شرکت در مباحث، احترام نگذاشتن به دانش‌آموزی که قادر به حل مسأله

نیست و حتی برخورد نامناسب با او، آگاه نبودن از این که افراد از نظر استعداد با یکدیگر متفاوتند، مثلاً یکی استعداد ریاضی و دیگری استعداد هنری و دیگری استعداد کارهای عملی دارد، و از این رو نداشتن آشنایی با راه‌های جدید یادگیری ـ چرا که این راه‌ها به تناسب استعداد هر کس، متفاوت هستند ـ سطحی بودن هدف آموزش، عادی شدن روش سنتی تدریس بین همکاران و دانش‌آموزان، محدود بودن میزان مطالعات و سواد دانش‌آموزان به جزوه‌ی معلم، همگی حاکی از وضعیت نامطلوبی بودند.

جزو افتخارات هر دبیر فیزیک (به‌رغم کمبود وقت)، کار در سطح بالاتر از کتاب، حل مسأله‌های سخت و دادن نکته‌های تستی و کنکوری بود که صرفاً برای عده‌ای از دانش‌آموزان زرنگ مفید بود و برسردرگمی بقیه می‌افزود و چهره‌های سرد آنان خبر از این مشکل می‌داد که: «ما راضی نیستیم! ما چیز دیگری از کلاس درس می‌خواهیم و آن رسیدن به مثبت‌اندیشی، پرهیز از درک ناتوانی‌های خود، تقویت حس اعتماد به نفس و... است. چرا که ما در آینده‌ای نه چندان دور قرار است، به عنوان شهروند، درخانواده‌ای به عنوان مدیر روابط انسانی ایفای نقش کنیم. خواهش می‌کنیم به ما کمک کنید!...»

با مطالعه‌ی بیش‌تر فهمیدم، این دغدغه‌ها جهانی شده‌اند. در گزارش اولین سمینار بین‌المللی ارتقای تفکر منطقی در فیزیک که از ۱۱ تا ۱۶ شهریورماه سال ۱۳۸۰ در ایتالیا برگزار شد، آمده است: «هم اکنون درارائه‌ی نظریه‌های فیزیکی از ریاضیات پیچیده استفاده‌ی گسترده‌ای می‌شود. هر چند ابزار ریاضی در کشف معادلات و رابطه‌های موجود بین پدیده‌ها بسیار توانمند است، ولی تضمینی وجود ندارد که دانش‌آموزان هم به این درک زیبا برسند.»

هدف‌های این همایش عبارت بودند از:

- همگانی کردن درک و فهم فیزیک با حفظ محتوای علمی آن؛
- پی‌ریزی برنامه‌ی درسی بر اساس برانگیختن حس کنجکاوی و تفکر منطقی که از آن بتوان به مدل‌های ریاضی رسید؛
- کاربرد فناوری‌های جدید و رایانه در آموزش فیزیک؛
- بررسی نقش معلمان در مدرسه به عنوان پژوهشگر؛
- ارائه‌ی نتیجه‌های پروژه‌های پژوهشی انجام شده در مدرسه‌ها و بررسی آن‌ها.

تغییر روش‌های آموزش فیزیک صرفاً یک مسأله آموزشی نیست، بلکه از نظر روان‌شناختی و اجتماعی نیز مفید است. بنابراین، با توجه به شرایط آموزشی کشورمان و محدودیت‌های موجود کوشیدم، تغییری در روش آموزش فیزیک ایجاد کنم که شرح آن در پی می‌آید.

ویژگی‌های راه‌حل پیشنهادی در سال اول

در سال اول، با مشورت چند کارشناس، تلفیقی از این روش‌ها را طراحی کردم: روش کنفرانس، دانش‌آموز معلمی، روش حل مسأله، سخنرانی توسط دانش‌آموز و بازگویی توسط معلم، پرسش و پاسخ ضمن تدریس و پس از پایان درس، شیوه‌ی بحثی تعریفی توسط دانش‌آموز، شیوه‌ی تهیه‌ی پوستر و بیان مفاهیم درس روی آن توسط دانش‌آموز، فعالیت گروهی و همکاری بین دانش‌آموزان.

در این روش تلفیقی، از گروهبندی دانش‌آموزان برای تدریس و حل مسأله و ساخت ابزارهای فیزیکی و انجام آزمایش‌های درس و مکمل درس استفاده می‌شود. در ابتدای سال، پس از تقسیم درس و تقسیم مسؤولیت‌ها در کلاس، دانش‌آموزان را با نظر دبیر در مورد ساخت ابزارهای مورد نیاز در درس آشنا می‌کنیم. در هر گروه پنج نفره، در نیم‌سال اول دو نفر و در نیم‌سال دوم سه نفر تدریس خواهند کرد. هدف‌های رفتاری دبیر باید کاملا شفاف مطرح شوند. دبیر در کلاس نقش راهنما را دارد که ضعف‌های دانش‌آموز را رفع می‌کند و نقش اصلی را در تفهیم درس به عهده دارد. دانش‌آموز بیش‌تر انجام فعالیت‌های ضمنی درس، مثل آماده کردن فضای آموزشی، تهیه‌ی وسیله‌های مورد نیاز در آزمایش‌ها، استفاده از وسیله‌های کمک آموزشی با بیان عنوان‌های اصلی درس، و زمینه‌سازی برای خود و دیگران را برعهده دارد و به صورت پیش مطالعه، زمینه‌ی فهم بهتر مطالب را برای خود و دیگران فراهم می‌کند.

تهیه‌ی پوسترهای آموزشی، رسم شکل‌های مورد نیاز درس، ساخت ابزارهای مورد نیاز و انجام کار پژوهشی در مورد درسی که گروه مسؤول تدریس آن است، از دیگر مسؤولیت‌های اعضای

گروه و از مزایای این طرح است. برای مثال، می‌دانیم که کتاب‌های فیزیک تازه تألیف، پس از بیان درس در هر قسمت، به حل مثال‌هایی برای جا افتادن بیش‌تر آن مطلب می‌پردازند. حل این مثال‌ها به عهده‌ی گروهی است که با هماهنگی‌های به عمل آمده از قبل، آماده‌ی تدریس هستند. پرواضح است که این روش در ایجاد اعتماد به نفس در دانش‌آموزان بسیار مفید است.

در «طرح دانش‌آموز معلمی»، نه این‌که تدریس کاملا به عهده‌ی دانش‌آموز باشد، بلکه بیش‌تر مقصود ما هدف‌مند کردن کلاس در هم‌راهی با دبیر است. مسلم است که تدریس دانش‌آموزان دارای نقطه ضعف‌های بسیاری است، از این‌رو، معلم به عنوان مکمل آموزش، نکته‌های ضروری و مطالب اضافه بر درس را بیان می‌کند، سپس بلافاصله، از یکی دیگر از دانش‌آموزان عضو گروه می‌خواهد که به تکرار درس بپردازد و رئوس مطالب تدریس شده را به طور خلاصه مطرح کند. بعد معلم با طرح یک پرسش شفاهی از سایر دانش‌آموزان، میزان درک و یادگیری کلاس را می‌سنجد و در صورت نیاز به تکرار مطلب می‌پردازد و در صورت نبود نیاز، پرسش‌های بعدی را مطرح می‌کند. به این ترتیب، کلاس از طریق پرسش و پاسخ ادامه می‌یابد و به تدریج معلم به کمک گروه کنفرانس‌دهنده، یافته‌های دانش‌آموزان را وسیع‌تر و عمیق‌تر می‌کند. در پایان نیز با طرح پرسش به صورت تستی که توسط گروه مسؤول تدریس شده است، از هر گروه آزمون می‌گیرد که مجری این آزمون نیز دانش‌آموزان مسؤول تدریس هستند.

بلافاصله با دادن برگه تصحیح شده و اصلاح جواب‌ها، معلم از دانش‌آموزان گروه می‌خواهد که قسمت‌های مشکل‌دار را دوباره توضیح دهند. سپس از گروه مجری طرح تشکر و آن‌ها را تشویق می‌کند و در صورتی که تلاش خود را در جهت یادگیری و ارائه‌ی درس به کار برده باشند، نمره‌ی کامل به آنان داده می‌شود.

نقطه ضعف‌های طرح در سال اول

- راکد شدن کلاس و صرفاً ارائه‌ی درس به صورت سمینار توسط دانش‌آموز؛
- مشکل دانش‌آموزان ضعیف در ارائه‌ی کنفرانس و در درک و فهم مستقیم از متن در کتاب؛
- ایرادگیری همکاران و گهگاه اولیای دانش‌آموزان، از این‌که چرا فیزیک به صورت سمینار ارائه می‌شود؛
- کمبود وسایل آزمایشگاهی کامل در ارتباط با مفاهیم فیزیک در مدرسه و محدود شدن کار.

راه‌حل‌های مکمل در سال دوم

- دخالت معلم در تدریس، به گونه‌ای که اگر دانش‌آموزی در ارائه‌ی درس مشکل داشت، همان‌جا پس از بیان جمله‌ی کتاب، معلم دخالت کند و مطالب مکمل درس و حتی نکته‌هایی را برای تست وکنکور بیان دارد.
- جمع‌بندی درس پس از تدریس را معلم انجام دهد.
- معلم، پس از تدریس و جمع‌بندی هر قسمت، با دادن وقت به دانش‌آموزان، درس همان روز را از آن‌ها بپرسد و به آن‌ها نمره بدهد.
- دانش‌آموزانی که در هر گروه، فعالیت بیش‌تری از لحاظ تفهیم مطلب درس به سایر دانش‌آموزان و یا کشیدن پوستر در ارائه‌ی درس نشان دادند، با دادن علامت مثبت به طور جداگانه تشویق شوند.
- مشخص کردن طرح کار سالانه و تقسیم‌بندی کل کتاب برای گروه‌های کنفرانس‌دهنده، تا هر گروه، وسایل مورد نیاز در تدریس را با مشورت معلم قبل از شروع کلاس آماده کند.
- شرکت همه‌ی دانش‌آموزان در ارائه‌ی کنفرانس الزامی است تا حتی یکبار هم که شده، فرصتی برای دانش‌آموز ضعیف فراهم شود تا با کسب تجربه‌ی موفق صحبت مقابل جمع، به تقویت اعتماد به نفس خود بپردازد.
- ارائه‌ی مطلب درس توسط گروه‌هایی که استعداد هنری دارند، به صورت نمایش انجام شود که بسیار مورد استقبال قرار خواهد گرفت.
- تشویق دانش‌آموزان با استعداد در زمینه‌ی هنری به برگزاری جشنواره‌ی تدریس در سطح مدرسه و بین کلاس‌های گوناگون که طی جشنی در یک روز، بهترین کلاس در ارائه تدریس، برای شرکت درجشنواره در سطح منطقه انتخاب می‌شود و سپس برای شرکت در سطح جشنواره‌ی استانی آماده می‌شوند.
- ضرورت نظارت کامل معلم بر فعالیت گروه‌ها و پرهیز از حاشیه‌نشینی هنگام ارائه‌ی درس.

● ارائه‌ی نکته‌های مکمل درس، نکته‌های تستی و حل مسائل اضافی، در حدی که وقت اجازه می‌دهد.

● دادن برنامه‌ی کار به کلاس که در صورت غیبت معلم، دانش‌آموزان به طور خودکار به انجام وظیفه بپردازند، و تکرار مطالب جلسه‌ی بعد با حضور معلم برای جا افتادن بهتر درس.

نقطه‌های مثبت طرح در سال دوم

● اختصاص یک قسمت روی تابلوی اعلانات برای مقاله‌های علمی فیزیک.

● انجام کار پژوهشی و ثبت نتایج آن روی دیسکت رایانه و شبیه‌سازی بعضی از آزمایش‌های فیزیک توسط دانش‌آموزان.

● ساخت فیلم آموزشی فیزیک توسط دانش‌آموزان.

● ساخت و طراحی نمایش برای تفهیم قانون‌های فیزیک.

● انجام مسابقه‌ی بهترین روش تدریس فیزیک برای دانش‌آموزان و انتخاب بهترین گروه مدرس از بین دانش‌آموزان.

● فیلم‌برداری از منتخب بهترین روش در مدرسه توسط دانش‌آموزان.

● آمارگیری از دانش‌آموزان در مورد روش تدریس مذکور و ریشه‌یابی موفق یا ناموفق بودن و این طرح.

● ارزشیابی واقعی از دانش‌آموز، نه صرفا تحویل یک سلسله محفوظات حتی به شکل ساخت وسایل ساده در ارتباط با درس.

● تلفیق هنر با علم فیزیک به صورت نمایش‌نامه، تهیه‌ی نشریه‌ی دیواری و جدول.

● استقبال دانش‌آموزان بسیار قوی و درس خوان از اجرای این طرح (حتی دانش‌آموزان المپیادی)

● به کارگیری همه‌ی دانش‌آموزان در این طرح. حتی دانش‌آموزان ضعیف نیز مجبور به هم‌طراز کردن خود با سایرین هستند و در صورت اشکال در تدریس، قبل از تدریس به کمک معلم آن‌ها را برطرف می‌کنند و چون مسؤولیت به عهده‌ی آن‌هاست، موظف به قرار گرفتن در جریان هستند.

در یک کلام، این روش در واقع فعال‌سازی دانش‌آموزان؛ چه در فراگیری درس و چه در فعالیت‌های اضافه بر درس.

ویژگی‌های راه‌حل مکمل در سال سوم

به رغم موفقیت کامل در اجرای طرح، اشکال‌هایی نیز وجود داشت؛ چرا که در صورت نبود نظارت کامل بر کلاس، طرح با شکست مواجه می‌شد. با توجه به نقطه‌های مثبت طرح، انگیزه‌ای تازه در فعال کردن دانش‌آموزان مستعد کلاس با به‌کارگیری روش‌هایی دیگر، در من ایجاد شد.

به کمک نرم‌افزار Ulead Cool توانستم، تعدادی از آزمایش‌های کتاب فیزیک ۳ را شبیه‌سازی کنم و این انگیزه‌ای شد تا از دانش‌آموزانم بخواهم، مفاهیم کتاب را با این روش در خود عمیق‌تر کنند. چون مدرسه‌ی دولتی امکان آموزش نرم‌افزاری را ندارد، از طریق عضوگیری در انجمن علمی فیزیک مدرسه، حدود ۲۰ نفر دانش‌آموز سال سوم را انتخاب کردم و طی یک جلسه، طرز کار با نرم‌افزار Ulead COOL را به آن‌ها آموزش دادم. در ابتدای سال از آن‌ها خواستم که مفاهیم کتاب را به تدریج با استفاده از این نرم‌افزار شبیه‌سازی کنند، تا به عنوان پروژه‌ی پژوهشی از آن‌ها قبول کنم و نمره‌ای جدا برای آن در نظر بگیرم. عده‌ای را نیز به کار با اینترنت و گردآوری و ترجمه‌ی مقاله‌های ابتدایی در فیزیک ترغیب کردم.

تصمیم برای آینده

۱. تأکید بیش‌تر بر مطالب کتاب، و خواندن مفاهیم کتاب و شبیه‌سازی آن‌ها با استفاده از نرم‌افزار Interactive Physics.

۲. آموزش تعداد بیش‌تری از دانش‌آموزان برای کار با نرم‌افزارهای فیزیکی.

۳. برنامه‌ریزی و جلب مشارکت مدیر دبیرستان در فعال‌تر کردن اتاق رایانه‌ی مدرسه.

۴. شناسایی دانش‌آموزان فعال در کار با رایانه و آشنا به نرم‌افزارهای آموزشی.

۵. شبیه‌سازی تست‌های کنکور با استفاده از رایانه، به گونه‌ای به صورت عملی قابل درک باشند.

۶. تشویق دانش‌آموزانی که در درس و فعالیت‌های هنری و رایانه‌ای کوشا هستند، از طریق تشکیل جدولی که ارزشیابی آن‌ها را راحت‌تر کند.

۷. تشکیل یک هسته‌ی مرکزی در هر کلاس تا سایر دانش‌آموزان قادر به رفع اشکال درسی از طریق آن باشند.

۸. ایجاد یک وبلاگ در آموزش درس فیزیک.

۹. طراحی لوح‌های فشرده فراگیری مفاهیم فیزیک به کمک دانش‌آموزان. و این ماجرا ادامه دارد ...

منابع:

۱. احمدی، احمد ـ خلیلی بروجنی، روح‌اله ـ گزارش اولین سمینار بین‌المللی ارتقاء تفکر منطقی در فیزیک ـ مجله رشد آموزش فیزیک ـ شماره ۶۰ ـ بهار ۱۳۸۱.

۲. قاسمی، پویا، راهنمای معلم پژوهنده، چاپ چهارم، نشر اشاره (۱۳۸۲).

۳. شیوه‌نامه‌ی طرح کلاس درس. سازمان آموزش و پرورش شهر تهران. معاونت آموزش و پرورش نظری و مهارتی. سال تحصیلی ۸۳ـ۱۳۸۲.

۴. بهترین معلم دنیا باشید. روزنامه‌ی جام جم. ۱۵ اردیبهشت ۱۳۸۳.

۵. طرح درس‌های منتخب جشنواره الگوی برتر روش تدریس فیزیک. سال ۸۰ـ۷۹ و ۸۱ـ۸۰.

۶. جمبالسکی، جرالد. فکرت را عوض کن، زندگی‌ات عوض می‌شود. ترجمه‌ی فریبا مقدم.

۷. کریگی، دین؛ آس، جسیر؛ و وایلر، آلا. رمز موفقیت.

جایگاه آزمایشگاه در شیوه‌های نوین آموزش

سیدمحمدرضا اکرمی زاده

اشاره

جهانی که در آن زندگی می کنیم، بس شگفت‌انگیز است؛ جهانی پر از رنگین کمان‌ها و موشک‌ها، پژواک‌ها و جرقه‌های الکتریکی، ذره‌های اتمی و سیاره‌ها، نیروها و نوسان‌های نامرئی که بی‌آگاهی ما از وجودشان، بر زندگی ما اثر می گذارند. پدیده‌های طبیعی مانند پدیده‌های بالا و اتفاقاتی که در هر ثانیه در اطراف ما روی می‌دهند، موضوع علم فیزیک هستند. و بهترین راه برای آموختن فیزیک، استفاده از آزمایش‌ها و آزمایشگاه است؛ جایی که می‌توان حقیقت‌ها را نه تنها از طریق خواندن، بلکه از طریق تجربه و آزمایش دریافت.

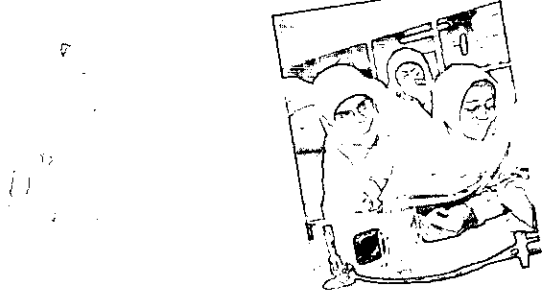
بی‌شک دانستن این موضوع که آزمایشگاه و فعالیت‌های آزمایشگاهی چه جایگاهی در آموزش دارند، میزان و تأثیر آن‌ها بر سایر درس‌ها، ضرورت و اهمیت استفاده از آزمایش را برای ما دوچندان خواهد کرد. مقاله‌ی حاضر به اختصار به بررسی این موضوع می‌پردازد.

چرا آزمایشگاه اهمیت دارد؟

برای پاسخ به این پرسش به بررسی دو دیدگاه می‌پردازیم: دیدگاه متخصصان تعلیم و تربیت و دیدگاه متخصصان علوم تجربی؛ اگرچه تفکیک این دو دیدگاه از یکدیگر کاملاً ممکن نیست.

دیدگاه متخصصان تعلیم و تربیت

علوم تجربی از جمله فیزیک را می‌توان براساس مشاهده‌ی عملی (انجام آزمایش) و تفکر انتزاعی (تجزیه و تحلیل ریاضی) آموزش داد. با این حال، نتیجه‌ی پژوهش‌های گوناگون در روند آموزش و ارتباط آن با رشد شناختی نشان می‌دهد که بسیاری از دانش‌آموزان دوره‌های دبیرستان، برای درک مفاهیم علمی، از مرحله‌ی مشاهده‌ی عملی خود استفاده می‌کنند. در پژوهشی علمی در سطح مدرسه‌های آمریکا نشان داده شد که عملکرد ۸۵ درصد دانش‌آموزان آمریکایی، به‌ویژه در آموزش علوم، در سطح تفکر انتزاعی نیست. [مک‌کینوس ورفر، ۱۹۷۱؛ چیاپتا، ۱۹۷۶، به نقل از: فتحی‌آذر، ۱۳۸۲: ۳۴۴]. همچنین در پژوهش دیگری دریافتند که عملکرد ۵۰ درصد از ۱۳۱ نفر دانشجویان سال‌های اول و دوم دانشگاه، در سطح تفکر انتزاعی نیست و فقط ۲۵ درصد در سطح تفکر انتزاعی و ۲۵ درصد دیگر



در سطح استدلال انتزاعی و واقعی است [لاسون، به نقل از : فتحی‌آذر، ۱۳۸۲]. چنین یافته‌ای با پژوهش‌های دیگری نیز تأیید شد؛ به گونه‌ای که ۷۱ درصد دانش‌آموزانی که به سطح تفکر انتزاعی از رشد هوشی **پیاژه** رسیده بودند، نتوانستند مفاهیم مربوط به حلال‌های شیمیایی را درک کنند و ۷۰ درصد از فراگیرانی که به سطح تفکر انتزاعی ارتقا یافته بودند، برای درک فیزیک مجبور شدند از سطح تفکر انتزاعی استفاده کنند [چیاپتا، ۱۹۷۴، به نقل از : فتحی‌آذر، ۱۳۸۲].

به این ترتیب مشخص می‌شود که بیش‌تر فراگیران دوره‌های دبیرستان و دانشگاه، به رغم رسیدن به مرحله‌ی تفکر انتزاعی، در درک مفاهیم انتزاعی با مشکل چشمگیری روبه‌رو هستند. پس باید شیوه‌های آموزشی به نحوی تغییر یابند که مفاهیم انتزاعی به مفاهیم واقعی و ساده‌تری تبدیل شوند و امکان یادگیری معنادار برای فراگیران به‌وجود آید. کار عملی به‌ویژه کار آزمایشگاهی و نیز نمایشی، می‌تواند به حل این مشکل کمک شایانی بکند.

براساس این دیدگاه، آزمایشگاه جایی است که در آن، انجام کارهای علمی امکان‌پذیر است و سبب افزایش توان پژوهشی دانش‌آموزان می‌شود. پس اگر آزمایشگاه نتواند جایی برای رشد فکری مهارت‌های حل مسأله‌ای و پژوهشی باشد، چندان ارزشی ندارد. در این دیدگاه ضرورت فعالیت‌های آزمایشگاهی عبارتند از :

۱. **ساخت گرایی[1] و یادگیری** : یادگیری بینش ساخت گرایی، اغلب فرایندی استنباطی دارد و به ساخت دانش ارتباط می‌یابد. فراگیران آنچه را باید یاد بگیرند، به طور مستقیم تجربه می‌کنند. فعالیت‌های آزمایشگاهی به عنوان شیوه‌ای که می‌تواند بر یادگیری فراگیران مؤثر باشد و در همان حال به فرایند ساخت دانش کمک کند، نقش مهمی دارد.

۲. **حل مسأله** : فرد باید با مسأله‌ای روبه‌رو شود. یکی از ویژگی‌های حل مسأله این است که معلم نمی‌تواند حل مسأله‌ای را به فراگیران تجویز کند، بلکه فقط امکانات را فراهم می‌سازد. پس خود فراگیران هستند که با مسأله برخورد می‌کنند و چنانچه حالت تجویزی داشته باشد، آزمایشگاه حالتی شبیه روش سخنرانی خواهد داشت.

۳. **یادگیری مشارکتی** : نتیجه‌ی پژوهش‌ها [جانسون و جانسون، ۱۹۸۵، به نقل از : فتحی‌آذر، ۱۳۸۲] نشان داده است، یادگیری مشارکتی اثربخش‌تر از یادگیری انفرادی و رقابتی است. این یادگیری سبب انگیزش بیش‌تر در فراگیران می‌شود و در آن‌ها نگرش مثبت نسبت به یادگیری و معلم ایجاد می‌کند.

۴. **کنش و واکنش فراگیران** : فعالیت‌های آزمایشگاهی و کارهای عملی، تجربه‌های یادگیری دسته اولی را برای یادگیرنده‌ها فراهم می‌کند. این روند فرصتی برای تفکر منطقی فراگیران فراهم می‌سازد؛ هرچند قلمروی روانی حرکتی، هدف اصلی کار آزمایشگاه است. چنین کنش و واکنش و فراهم‌سازی فرصت برای تفکر منطقی، با بحث و گفت‌وگو مقدور خواهد بود. یافته‌های بسیاری از پژوهش‌ها نشان می‌دهند، در بیش‌تر فعالیت‌های آزمایشگاهی، پیش از آزمایش و پس از آن، با فراگیران بحث منطقی نمی‌شود. بدین ترتیب مشخص می‌شود که برای رسیدن از فعالیت‌های آزمایشگاهی به مفهوم‌سازی، و یافتن اصول و قانون‌ها و بررسی آن‌ها، به بحث و گفت‌وگو نیاز مبرمی وجود دارد.

۵. **ارزیابی یادگیری از فعالیت‌های آزمایشگاهی** : در ارزیابی فعالیت‌های آزمایشگاهی باید پرسش‌های زیر را درنظر داشت :

الف) فراگیران چه چیزی را یاد گرفته‌اند و چگونه می‌توانند آن را در حل مسأله به کار برند؟

ب) دانش اندوخته شده در آزمایشگاه، چه قدر با دانش پیشین فراگیران ارتباط دارد؟

ج) چگونه می‌توان ارزیابی آزمایشگاه‌ها را به شیوه‌ای هماهنگ در سطح استانی و ملی انجام داد؟

به این ترتیب، چنانچه فعالیت آزمایشگاهی به درستی انجام شود، می‌توان به کمک آن پنج وظیفه‌ی مهم را به این شرح برای آن تعیین کرد :

۱. آموزش ماهیت علم و فناوری
۲. آموزش مهارت‌های حل مسأله‌ای
۳. آموزش مهارت‌های روانی ـ حرکتی
۴. آموزش مفاهیم و اصول
۵. رشد علاقه و نگرش‌های علمی

دیدگاه متخصصان علوم تجربی

فیزیک شاخه‌ای از **علوم تجربی** است و فراگیری **علوم تجربی** از جمله فیزیک، به دانش‌آموزان کمک می‌کند تا روش‌های شناخت دنیای اطراف خود را بهبود بخشند. برای این منظور آنان باید مفاهیمی را فرا گیرند که به آن‌ها کمک کند تا تجربه‌های خود

را به یکدیگر مرتبط سازند. آن‌ها باید روش‌های کسب اطلاعات، سازماندهی، کاربرد و آزمایش کردن را بیاموزند. این فعالیت‌ها توانایی آن‌ها را در درک دنیای اطراف تقویت می‌کند و آنان را برای تصمیم‌گیری‌های هوشمندانه و حل مسائل زندگی‌شان آماده می‌سازد.

آنچه مهم است، یادگیری شیوه‌ی کسب اطلاعات و به‌روز کردن و پردازش آن‌هاست و نه کسب اطلاعات به صورت یک بسته‌ی دانشی. به این دلیل فراگیری **علوم تجربی** دو جنبه‌ی مثبت دارد: هم فرایند است و هم فراورده.

فرایند علوم: این فرایند، روش یافتن اطلاعات، آزمایش نظریه‌ها و توضیح و تفسیر آن‌هاست. «وقتی قاشقی را به طور مایل در یک لیوان آب می‌گذاریم، چرا قاشق در سطح آب شکسته به نظر می‌رسد؟»

فراورده‌ی علوم: شامل آرا و اعتقادهایی است که می‌توانند در تجربه‌های آتی به کار گرفته شوند. به عبارت دیگر، آموزش علوم فقط زمانی فایده دارد که مرحله‌های صحیح و مناسب خود را طی کند، وگرنه هیچ تضمینی برای فراگیری علوم نیست.

چون این دو، یعنی فرایند و فراورده، شدیداً به هم وابسته‌اند، بسط و پرورش آن‌ها نیز باید همراه با هم تحقق پذیرد. این موضوع در انتخاب انواع فعالیت‌های آموزشی دانش‌آموزان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. مثلاً آموزش مفهوم «گرما باعث افزایش حجم مواد می‌شود» (یک فراورده‌ی علم)، باید از طریق مسیر مناسب و انجام فعالیت مناسب (فرایند علم) طی شود، تا آموزش واقع اتفاق افتد. در این‌جا به بیان دو نکته‌ی دیگر می‌پردازیم که بر اهمیت آموزش علوم تأکید دارند:

اول این‌که چون علوم تجربی جزئی از زندگی روزمره‌ی ماست، چه ما این علوم را آموزش دهیم چه ندهیم، فراگیران از طریق اعتقادها و نظریه‌هایی که درباره‌ی دنیای اطراف خود کسب کرده‌اند، این علوم را می‌آموزند. اگر این اعتقادها براساس مشاهده‌های اتفاقی و حادثه‌های تحقیق نشده و قبول شنیده‌ها باشند، احتمالاً غیرعلمی و گذرا هستند. این‌گونه تصورها در زندگی عوام زیادند. مثلاً بسیاری معتقدند: «جریان الکتریسیته زمانی که سیم‌ها تاب نخورده‌اند، بیش‌تر است.» و بسیاری تصورهای غلط دیگر که بر باور افراد در مورد تجربه‌هایشان اثر می‌گذارد.

دوم این‌که اگر این عقیده‌ها به حال خود رها شوند، تصورها و باورهایی را به‌وجود می‌آورند که بیش‌تر غیرعلمی هستند. مثلاً: «برای حرکت اجسام نیرو لازم است، حال آن‌که برای متوقف ساختن آن‌ها نیرویی لازم نیست.» چون اعتقادها را می‌شود آزمایش کرد، وظیفه‌ی ما این است که علاقه‌مندی به انجام آزمایش در دانش‌آموزان به وجود آوریم و مهارت کافی برای انجام آزمایش را به آن‌ها یاد بدهیم. آزمایش کردن نه‌تنها باعث اصلاح باورهای آن‌ها می‌شود، بلکه به آن‌ها می‌آموزد که در علوم تجربی نسبت به آنچه «حقیقت» نامیده می‌شود، شک کنند؛ مگر آن‌که صحت آن را از طریق آزمایش اثبات کنند. از این طریق به راحتی می‌توان فرایند «فرضیه‌سازی» را برای آنان توضیح داد. به این ترتیب آن‌ها درمی‌یابند که گاه اعتقادها و نظریه‌هایی وجود دارند که صحت آن‌ها از طریق آزمایش قابل اثبات نیست، ولی تا زمانی که در عمل رد نشوند و با آزمایش‌ها و تجربه‌ها سازگارند، مفیدند.

هرچه فراگیری این نوع آموزش سریع‌تر انجام پذیرد، بهتر است. زیرا اولاً، افراد می‌آموزند که فقط عقیده‌های صحیح قابل استنادند و می‌توان به آن‌ها تکیه کرد. ثانیاً، احتمال پذیرش نظریه‌های غیرمستدلی که با مفاهیم علمی ناسازگاری مستقیم دارند، کم می‌شود. از طرف دیگر، بررسی‌های متعدد نشان می‌دهند، هرچه مدت زمانی که فرد به عقیده غلطی باور دارد زیادتر باشد، امکان تغییر آن مشکل‌تر است.

انواع روش‌های آزمایشگاهی

معمولاً آزمایش‌های فیزیک با مشاهده و اندازه‌گیری همراهند. ولی بعضی از آزمایش‌ها را می‌توان فقط به منظور مشاهده‌ی دقیق انجام داد. این نوع آزمایش‌ها بیش‌تر بر جنبه‌ی نمایشی تأکید دارند و نیاز به اندازه‌گیری دقیق نیست. برای مثال، «زمانی که یک شانه‌ی پلاستیکی را که به موهای خود مالش داده‌ایم، به باریکه‌ی آب نزدیک می‌کنیم، مشاهده می‌شود که مسیر باریکه منحرف می‌شود.» دسته‌ای دیگر از آزمایش‌ها علاوه بر مشاهده، به اندازه‌گیری دقیق و کار با ابزار نیاز دارند؛ مثل این‌که: «چگونه می‌توان به کمک آزمایش، مرکز یک آینه‌ی کاو را تعیین کرد.»

سیمپسون واندرسون (۱۹۸۰) انواع روش‌های آزمایشگاهی را براساس جدول صفحه بعد تقسیم کرده‌اند [به نقل از: فتحی‌آذر، ۱۳۸۲].

نوع آزمایش	هدف اصلی	مثال	نقش معلم
۱. تلمیذی	فراگیران را قادر می سازد، موضوع‌های انتزاعی را به شکل واقعی تجربه کنند.	پس از آن که فراگیران، چگونگی تولید اکسیژن را به حالت نظری یاد گرفتند، به آن‌ها اجازه داده می شود، در آزمایشگاه چگونگی تولید آن را در عمل تجربه کنند.	معلم فرصت‌هایی را فراهم می سازد تا فراگیران شاهد پدیده‌هایی باشند که در کلاس مورد بحث قرار گرفته اند یا در کتاب درسی مطرح شده‌اند.
۲. توصیفی	فراگیران برای آگاهی از مواد و پدیده‌های جدید ترغیب می شوند.	به فراگیران کره‌های خاکی داده می شود و از آن‌ها خواسته می شود اعمال و رفتار این جانوران را توصیف کنند.	معلم فراگیران را برای سؤال و بررسی مواد و پدیده‌ای جدید در یک حالت آزاد ترغیب و تشویق می کند.
۳. استقرایی	فراگیران می توانند، واقعیت‌ها و حقایق را به حالت معنی دار سازمان دهند و به اصول و قانون‌ها برسند.	فراگیران با توجه به تأثیر جرم گلوله و طول نخ در آونگ خواهند توانست به قانون‌های آن پی ببرند.	معلم به جای ارائه‌ی جواب به سؤالات فراگیران، پرسش‌هایی را مطرح می کند. فراگیران به کشف رابطه‌ها یا مفاهیم مهم راهنمایی می شوند.
۴. قیاسی	فراگیران می توانند پدیده‌ها و حوادث را بر مبنای مفاهیم و اصول اساسی تبیین کنند.	به فراگیران مدارهای متفاوتی با شدت جریان و مقاومت متفاوت داده می شود و از آن‌ها خواسته می شود بر مبنای قانون اهم اختلاف پتانسیل الکتریکی را تبیین کنند.	معلم فراگیران را در به کار بردن اصول یاد گرفته شده در تبیین و پیش‌بینی، یاری توصیف پدیده‌ها ترغیب می کند.
۵. رشد مهارتی	فراگیران می توانند، بر مهارت‌های مورد نیاز فعالیت‌های آزمایشگاهی تسلط یابند.	فراگیران می توانند، سختی کانی‌ها و حجم، طول، و وزن پدیده‌ها را با دقت بسیار زیاد تعیین کنند.	فرصت‌هایی را برای تمرین عملی و فراهم سازی بازخورد و نیز کمک به فراگیران برای تسلط یابی بر مهارتی خاص فراهم می آورد.
۶. پژوهشی (روش علمی)	فراگیران به مهارت حل مسأله در جریان‌های علمی پی می برند.	به فراگیران چند ماهی کوچک، یک لیوان آب، مقداری یخ و نیز یک شمع داده می شود و از آن‌ها خواسته می شود چگونگی حرکت و واکنش ماهی نسبت به دما را پیش‌بینی کنند.	معلم توجه خاصی به چگونگی حل مسأله فراگیران می کند و در موارد خاصی، می تواند مستقیماً به آن‌ها کمک کند.

انواع روش های آزمایشگاهی (اقتباس از سیمپسون و اندرسون، ۱۹۸۰)

زیرنویس :

۱ . بنا بر تعریف ، ساخت گرایی یک فلسفه ی یادگیری است که به موجب آن ، انسان با بهره گیری از تجربه های قبلی شناخت خود را از جهان پیرامونش می سازد .

منابع :

۱ . فتحی آذر . روش ها و فنون تدریس . انتشارات دانشگاه تبریز . ۱۳۸۲ .

۲ . صفوی ، امان الله . روش ها ، فنون و الگوهای تدریس . انتشارات سمت . ۱۳۸۲ .

۳ . خورشیدی ، عباس . راهنمای علمی روش های نوین تدریس . انتشارات پسین . ۱۳۸۰ .

۴ . وزارت آموزش و پرورش . یادگیری گنج درون . انتشارات تزکیه . ۱۳۷۶ .

۵ . پورحسین ، رضا . آموزش و پرورش نو . مجله ی دانشمند . شماره۹ / ۱۳۷۹ .

۶ . دفتر برنامه ریزی و تألیف کتب درسی . راهنمای تدریس معلم (علوم تجربی) . ۱۳۸۱ .

میکروسکوپی به کمک کاوه‌ی روبشی، تحولی در علم نانوفناوری

عباس شهریاری و علی‌اصغر جمالی

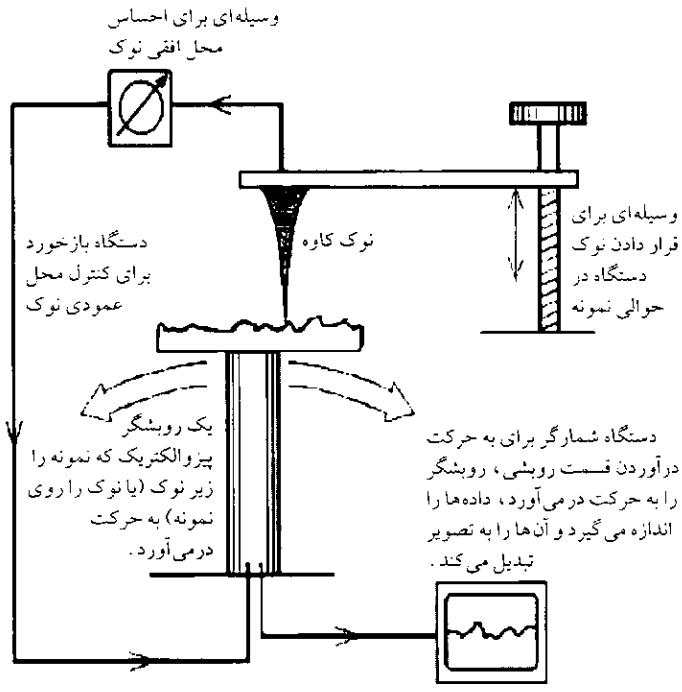
اشاره

نانوفناوری، علمی در حال پیشرفت سریع است. در این میان، نیاز به میکروسکوپ‌هایی که بتوانند تصویرهایی از سطوح در مقیاس اتمی به‌وجود آورند، ضروری به‌نظر می‌رسد. میکروسکوپ‌های تونل‌زنی روبشی (STM) تحولی در این علم ایجاد کرده‌اند و موجبات پیشرفت هرچه بیش‌تر آن را فراهم آورده‌اند. بنابراین، شناخت و مطالعه‌ی ساختار و کاربردهای این نسل جدید از میکروسکوپ‌ها و پیشرفت در زمینه‌ی فناوری ساخت آن‌ها می‌تواند، سکوی پرتاب نانوفناوری به آینده باشد. در این مقاله سعی شده است، نگاهی هرچند کوتاه به فناوری، روش، و کاربردهای SPM داشته باشیم.

سرآغاز

اولین میکروسکوپ نوری را در سال ۱۶۶۰ م رابرت هوک اختراع کرد. از آن پس، سال‌ها از این‌گونه از میکروسکوپ‌ها در پژوهش‌های علمی استفاده می‌شد. اساس این میکروسکوپ‌ها بر تمرکز نور روی نمونه و سپس عدسی‌های شیئی و چشمی بود. این روش که حد تفکیکی در حدود ۲۰۰nm داشت، در مورد نشان دادن اجسام بسیار کوچک‌تر دچار مشکل می‌شد.

در سال ۱۹۳۰، میکروسکوپ‌های الکترونی که از باریکه‌های الکترون به جای نور بهره می‌گرفتند، توسعه پیدا کردند و حد تفکیک را تا حدود ۴nm بهبود بخشیدند. به‌هرحال، این‌گونه میکروسکوپ‌ها نیز در مقیاس اتمی قابل استفاده نبودند، تا این‌که در سال ۱۹۸۲ اتفاقی مهم رخ داد. گرد بینیگ[1] و هاینریش روهر[2]، که در مؤسسه‌ی «IBM» سوئیس کار می‌کردند، میکروسکوپ تونل‌زنی روبشی[3] (STM) را اختراع کردند و به‌خاطر این اختراعشان، جایزه‌ی نوبل فیزیک را به خود اختصاص دادند. در این روش برخلاف روش‌های قبلی، از باریکه‌ی نور یا الکترون استفاده نمی‌شد، بلکه کاوه نوک تیز ظریفی در ابعاد اتمی، نقش اصلی را ایفا می‌کرد.



شکل ۱ . نمایی طرح‌وار از میکروسکوپ کاوش روبشی

۱ . میکروسکوپی به کمک کاوه‌ی روبشی[۴] (SPM) چیست؟

میکروسکوپی تونل‌زنی روبشی، اصطلاحی است جامع که دربرگیرنده‌ی برخی از فناوری‌های میکروسکوپی است. به‌واسطه‌ی آن دانشمندان می‌توانند، تصویرهای سه‌بعدی از مواد را در مقیاس اتمی به‌دست بیاورند.

در این روش، یک کاوه[۵] در مقیاس اتمی، سطح مواد را می‌روبد. تعامل کاوه و سطح ماده، یک تصویر توپوگرافی سه‌بعدی[۶] از سطح در مقیاس اتمی را ایجاد می‌کند (شکل ۱).

براساس نوع تعامل کاوه و سطح، SPM را به دو نوع متداول زیر تقسیم‌بندی می‌کنند. ۱. میکروسکوپی تونل‌زنی روبشی (STM) و ۲. میکروسکوپی نیروی اتمی[۷] (AFM).

۱ـ۱ . میکروسکوپی تونل‌زنی روبشی

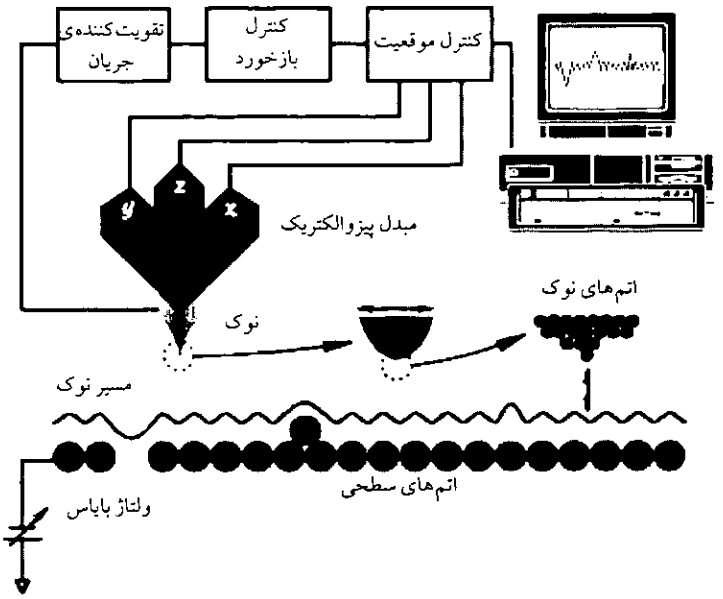
در این روش، یک ولتاژ (پتانسیل بایاس)[۸] بین نوک قلم و نمونه به‌کار گرفته می‌شود که تولید جریانی کوچک (جریان تونل‌زنی)[۹] در حدفاصل بین نوک قلم و نمونه می‌کند. این جریان قابل اندازه‌گیری است. در جریان تونل‌زدن، ارتعاش‌هایی که در حال عبور در بالای سطح موجدار اتمی هستند، ثبت می‌شوند. با تکرار این عمل، نقشه‌ای سه‌بعدی از سطح به‌دست می‌آید. به بیان ساده‌تر، قلم روی سطح بالا و پائین می‌رود که این بالا و پائین‌رفتن‌ها، موجب ارتعاش در جریان تونل‌زنی می‌شود و تصویرهای سه‌بعدی را تولید می‌کند (شکل ۲).

بینیگ و روهر به‌وسیله‌ی یک نوک تنگستن توانستند، تصویری اتمی از سطح پلاتین به دست بیاورند.

۱ـ۲ . میکروسکوپی نیروی اتمی

کاربرد STM محدود به گرفتن تصویرهایی در مقیاس اتمی از مواد بلورین مثل سلیسیم، طلا و گرافیت است. به عبارت دیگر، در این روش قدرت انتخاب مواد بسیار محدود است، زیرا جریان تونل‌زنی به مواد رسانا نیاز دارد تا بتواند اندازه‌گیری شود. یعنی STM نمی‌تواند از مواد عایق و نارسانا تصویری تولید کند. اما نیاز به داشتن تصویر از مواد عایق مانند پلیمرها و نمونه‌های زیستی، گرد بینیگ را بر آن داشت تا روش میکروسکوپی نیروی اتمی (AFM) را در سال ۱۹۸۶ پایه‌گذاری کند.

این روش بسیار شبیه روش STM است، به‌جز آن‌که به‌جای جریان تونل‌زنی، این تعامل بر اثر نیروهای واندروالس، بین



شکل ۲ . میکروسکوپ تونل‌زنی روبشی : در این روش، نوک کاوه سطح نمونه را می‌روبد . ولتاژ بایاس جریانی بین نوک و نمونه تولید می کند که قابل اندازه‌گیری است .

سطح و اتم‌های نوک سوند تولید می‌شود .

اساس AFM در به کار بردن یک قلم تیز هرمی شکل است که بر یک بازو[10] سوار شده است .

برهم‌کنش بین مولکولی در نزدیک‌ترین ارتباط بین نوک تیز قلم و سطح، موجب تغییر در حالت بازو و خمیدگی آن می‌شود . یک پرتو لیزری که بر بالای بازوی در حال روبش نمونه، متمرکز شده است، انحراف‌های بازو را ثبت می‌کند و باعث تشکیل تصویر در این روش می‌شود (شکل ۳) .

نوک‌های تیز متصل به بازو، عموماً از جنس سیلیسیم هستند که مشخصات دو نوع از آن‌ها در جدول ۱ آمده است .

۲ . پیشرفت‌های میکروسکوپی به کمک کاوه‌ی روبشی

STM و AFM سکوی پرتابی را برای بسیاری از روش‌های میکروسکوپی، که به طور کلی میکروسکوپ‌های کاوش روبشی (SPM) خوانده می‌شوند، ایجاد کرده‌اند . بسیاری از این روش‌ها، اطلاعات ویژه‌ای مانند اصطکاک، خاصیت مغناطیسی و خواص دمایی سطح‌های مورد مطالعه را به دست می‌دهند .

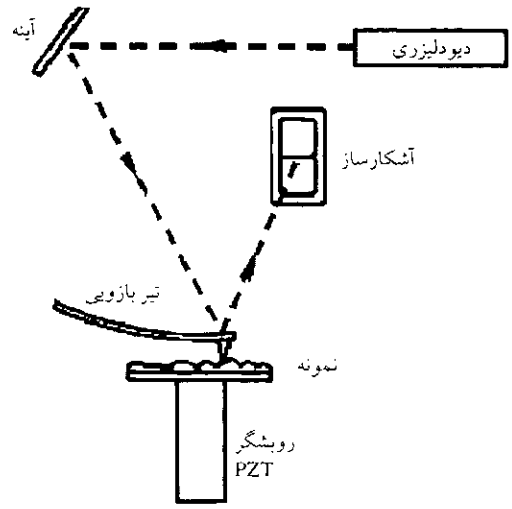
تشخیص شیمیایی نوع سطح، روبشی جدید است که اخیراً به‌وسیله‌ی میکروسکوپی به کمک نیروی اصطکاک[11] (FFM) انجام شده است . در این روش، حرکت افقی (درگیری دنده به دنده[12]) بازوی AFM، علاوه بر حرکت عمودی آن اندازه‌گیری می‌شود .

همچنین AFM می‌تواند تغییرهای حاصل از نوسان‌های کشسانی را اندازه‌گیری کند . این اندازه‌گیری هنگامی که نوک قلم به آرامی در تماس با نمونه قرار دارد، به‌واسطه ارتعاش‌های بازو انجام می‌گیرد . تغییرات دامنه‌ی ارتعاش‌ها، یعنی اندازه‌هایی که نوک قلم بر سطح نمونه فشار می‌آورد، ثبت می‌شود . این در حالی است که سطح‌های نرم عکس‌های بهتری را به‌وجود می‌آورند .

در میکروسکوپی به کمک نیروی شیمیایی[13] (CFM)، نوک قلم با یک لایه‌ی نازک شیمیایی پوشیده شده است که می‌تواند، با گروه‌های عاملی متفاوت قرار گرفته روی سطح نمونه، برهم‌کنش‌های گزینشی داشته باشد .

خواص	فنر ضعیف	فنر قوی
شعاع نوک nm	۵	۵
نیرو یا ثابت فنر (N/m)	۱/۱	۱/۶
ضخامت بازو (μm)	۰/۸	۰/۸
بسامد ارتعاش (KHz)	۱۴۰	۱۷۰

جدول ۱



شکل ۳. میکروسکوپ نیروی اتمی: در این روش حرکت‌های عمودی بازو (cantilever) به‌وسیله‌ی یک پرتو لیزری اندازه گیری می‌شود.

برای مثال، نوک‌های طلاپوش شده با تیول‌هایی که در انتها دارای گروه عامل (COOH) هستند و از این انتها به واسطه‌ی پیوند هیدروژنی با یک واکنشگر برهم‌کنش قوی ایجاد کرده‌اند، می‌توانند برهم‌کنش داشته باشند.

۳. SPM در مطالعات زیستی

DNA، مولکول دارای اطلاعات وراثتی، ابتدا به‌واسطه‌ی SPM مورد مطالعه قرار گرفت. درواقع، ساختار دو رشته‌ای DNA به وسیله‌ی عکس‌های گرفته‌شده توسط STM، برای اولین‌بار به‌طور واضح مشخص شد.

مطالعات SPM در مورد پروتئین‌ها که می‌توانند چین‌خوردگی پروتئین‌ها و برهم‌کنش‌های لیگاند-پروتئین، مانند اطلاعات مربوط به برهم‌کنش‌های بین آنزیم و سوبسترا را نشان دهند، رو به افزایش است. مطالعات ساختاری که در مورد ویروس نقص ایمنی انسان (HIV-1)- یعنی ترانس کریپتاز معکوس[14] که آنزیمی موجود در هسته‌ی ویروس HIV است و باعث می‌شود سلول میزبان را در مورد رونویسی به اشتباه بیندازد - انجام گرفته است می‌تواند دریچه‌ای جدید روی تولید داروهای ضد بیماری نقص ایمنی انسان یعنی ایدز (AIDS) بگشاید. مطالعاتی مشابه نیز به‌منظور تولید و توسعه‌ی داروهای ضدسرطان انجام پذیرفته است.

۴. کاربردهای آینده

در آینده نیز با پیشرفت فناوری SPM، کاربردهای آن بیش‌تر خواهد شد. از جمله می‌توان به ساخت cpu‌های رایانه، جابه‌جایی اتم‌ها در سطح، تعیین توالی‌های DNA، تغییر در خاصیت مغناطیسی مواد، ساخت مواد مقاوم در برابر فرسودگی، ساخت ربات‌های بسیار کوچک و... اشاره کرد. به‌هرحال، نانوفناوری و SPM، دو جزء جدایی‌ناپذیرند که با پیشرفت روش‌های SPM می‌توان به پیشرفت‌های چشمگیری در زمینه‌ی نانوفناوری دست یافت.

زیرنویس:

1. Gerd Binnig
2. Heinrich Roher
3. Scanning Tunnelling Microscopy
4. Scanning Probe Microscpoy
5. Probe
6. 3-D
7. Atomic Force Microscopy
8. Bias (ولتاژ بایاس: ولتاژ مستقیم در جریان لوله‌های اشعه‌ی کاتدی)
9. Tunnelling current
10. cantilever
11. Frictional Force Microscopy
12. side-to-side twisting
13. Chemical Force Microscopy
14. Reverse transcriptase

منابع:

1. R. Smith, James. An Overview to Scanning Probe Microscopy, J. Edu. Chem., 34(4) 107-111.
2. Scanning Probe Microscopy. Johan W. Cross: **www.webmaster.com**
۳. ویلسون، مایکل. نانوفناوری، علم پایه و نوظهور. ترجمه‌ی مهندس جعفر وطن‌خواه. نشر طرح. ۱۳۸۳.

بایدها و نبایدهای

جشنواره‌ی روش‌های تدریس فیزیک

سیف اله عباسی، حمیده عباسی

اشاره

مرحله‌ی کشوری جشنواره‌ی روش‌های تدریس «فیزیک ۲ و آزمایشگاه»، از تاریخ ۱۹ تا ۲۲ تیرماه ۱۳۸۴ در «کانون سهروردی زنجان» برگزار شد. شایسته است از مسؤولان تلاشگر «سازمان آموزش و پرورش استان زنجان»، به ویژه دست‌اندرکاران و مجریان و همه‌ی افرادی که به نوعی در این زمینه دخیل بودند، تقدیر و تشکر شود.

با وجود نکات مثبت و ارزشمند در کم و کیف اجرای جشنواره، مواردی نیز قابل تأمل هستند. علاوه بر حضور کمرنگ دبیران این رشته، دبیران غیر از رشته‌ی فیزیک هم حضور نداشتند. شاید افراد غیر این رشته، متوجه «چه می‌گوید» تدریس نباشند، ولی حداقل «چگونه می‌گوید» را خواهند دانست. چون «معلمی هم علم است، هم هنر» و همه‌ی معلمان در وجه «هنر معلمی» مشترک هستند.

فلسفه‌ی جشنواره‌های تدریس

بر هیچ‌کس پوشیده نیست که هر تولیدکننده‌ای، یا کارآفرینی، یا صاحب حرفه و فنی، هر از گاهی دستاوردها و یافته‌های خود را در نمایشگاهی یا جشنواره‌ای به معرض نمایش و قضاوت می‌گذارد، تا از یک سو مورد حمایت و از سوی دیگر مورد قضاوت و نقادی قرار گیرد، و نقاط برجسته و مثبت کارش تقویت و موارد منفی آن اصلاح شوند. به این ترتیب می‌تواند، از وضعیت موجود به وضعیت مطلوب برسد و رشد و تعالی مستمر داشته باشد. یکی از این حرفه‌ها، هنر تدریس است که معلمی از این بُعد، هم علم و هم هنر نامیده می‌شود. این حرفه احتیاج به هنرمندی و اطلاعات علمی دارد که کار بسیار سختی است؛ چرا که روش هنری و علمی را به هم می‌آمیزد. پس، این هنرمندی نیازمند قضاوت برای رفع عیب‌ها و ارائه نقاط قوت به سایرین است.

یافته‌های جدید، و الگوهای نو و خلاقانه، به منظور استفاده‌ی سایرین، در این جشنواره‌ها به معرض نمایش در می‌آیند. از سوی دیگر، حصار و دیوار کلاس برداشته می‌شود و تدریس صرفاً پشت درهای بسته و به حالت تحمیلی نخواهد بود، بلکه کانون هم‌اندیشی خواهد شد تا تجربه‌ها و یافته‌ها داد و ستد شوند. نتیجه‌ی آن، خارج شدن از روال سنتی، کشف اندیشه‌ها و خلاقیت‌ها در کلاس‌های عادی خواهد بود؛ پس فی‌النفسه این گونه جشنواره‌ها بسیار مفید و مثمر ثمر هستند؛ هر چند ممکن است در اجرا و یا استفاده مشکلاتی داشته باشند.

رویکرد جدید روش‌های فعال یاددهی ـ یادگیری، گرایش از «معلم محوری» به سمت «دانش‌آموز محوری» است. هرچند این روش‌ها با مقاومت زیاد معلمان روبه‌رو شده است، اما در اصل این گونه روش‌ها تسهیل کننده‌ی تدریسند، نه کار مضاعف. یعنی همان کار با همان مقدار درس، با روش دیگر و

راحت‌تر در کلاس صورت می‌گیرد. تجربه‌ی شخصی نشان می‌دهد، علت مقاومت، همگانی نشدن روش‌ها، ناآشنایی معلمان با این روش‌ها، ناسازگاری این روش با مسأله‌ی کنکور در کشور، سختی اولیه‌ی کار، هم‌سو نبودن اولیا به علت آگاهی نداشتن به مسأله و گاهی مخالفت مدیران و مسؤولان به دلیل بار مالی و کاری است که مانع استفاده از این روش‌ها در تدریس می‌شود.

جشنواره‌های تدریس، گام بلندی در جهت همه‌گیر ساختن و ارائه روش‌های نوین و فعال هستند. آنچه که تاکنون دیده شده است، با اختتامیه‌ی جشنواره، دستاوردها و یافته‌های آن نیز به ورطه‌ی فراموشی سپرده و پرونده در همان‌جا بسته می‌شود. و این بزرگ‌ترین ایراد این‌گونه جشنواره‌هاست. از عیب‌های دیگر، ساختگی پنداشتن تدریس‌ها (هرچند نگارنده معتقد است حداقل هشتاد درصد این روش‌ها قابلیت اجرایی در کلاس را دارند)، استقبال کم از شرکت در تدریس، دوری جستن افراد با سابقه، وجود رتبه‌بندی که آثار روانی منفی بر غیرمنتخبان دارد، پرداختن به اصل رقابت به جای رفاقت، و حضور کمرنگ همکاران بود؛ چرا که در طول دو روز اجرای تدریس‌ها، غیر از نیم روز اول، تعداد دبیران حاضر انگشت‌شمار بود، در حالی که برای همه‌ی دبیران این رشته، حداقل در استان، دعوت‌نامه فرستاده شده بود. یک نکته‌ی منفی از جنبه‌ی برنامه‌ریزی اجرایی این بود که طبق برنامه‌ی طراحی شده، مباحث قابل تدریس کتاب ۱۷۰ صفحه‌ای، در ۲۹ جلسه‌ی نیم ساعته، یعنی حدود ۱۵ ساعت باید تدریس می‌شد، تا بدین‌وسیله کل کتاب خاتمه می‌یافت که این خود عیب بزرگی بود؛ چرا که گلچین شدن مطالب، خلاصه شدن، کلی‌گویی یا گذرا بودن تدریس را در پی داشت.

از آن‌جایی که بنده علاقه‌مند به نقد و بررسی تدریس‌ها بودم، با دقت تمام ضمن مشاهده‌ی تدریس‌ها، آن‌ها را مورد کنکاش قرار داده‌ام و نقاط قوت و ضعف آن‌ها را با عنوان بایدها و نبایدها تعیین کرده‌ام که به صورت خلاصه تشریح می‌کنم. هدف فقط نقدی‌است سازنده نه خرده‌گیری.

لازم به توضیح است، این مطالب می‌توانند به عنوان طراحی آموزشی و یک مقیاس مناسب در زمینه‌ی تدریس برای همکاران گرامی، به ویژه دبیرانی که جدیداً گام در عرصه‌ی تعلیم و تربیت نهاده‌اند، مثمر ثمر واقع بود.

الف) بایدها و نکات مثبت مشاهده شده در جشنواره

۱. ورود با اقتدار معلم به کلاس و سلام و احوالپرسی گرم توأم با چهره‌ای گشاده و بشاش.

۲. بیان مناسبت روز در آغاز جلسه که باعث رشد و بلوغ اجتماعی فراگیر می‌شود.

۳. دقت در وضعیت جسمانی و روانی شاگردان که حاکی از اهمیت آن‌ها از دیدگاه معلم است.

۴. بررسی تکالیف و عملکرد فراگیران به صورت فردی یا گروهی.

۵. اجرای سنجش آغازین، به منظور اندازه‌گیری رفتار ورودی و دانش‌های پیش‌نیاز و تعیین نقطه‌ی شروع تدریس که برخی به صورت کتبی و برخی به صورت شفاهی انجام می‌گرفتند.

۶. گروه‌بندی، آرایش گروه‌ها، نامگذاری گروه‌ها متناسب با موضوع درس، به منظور مشارکت و اجرای فعالیت‌های گروهی.

۷. مروری بر درس قبلی به روش‌های متعدد، از جمله بحث کلاسی، پرسش و پاسخ، حل تمرین و...

۸. بیان موضوع درس در آغاز تدریس.

۹. بیان هدف‌های درس و انتظارات از دانش‌آموزان که محدوده و چارچوب یادگیری را مشخص می‌کند.

۱۰. معمولاً چنین وانمود می‌شد که دانش‌آموزان قبلاً درس جدید را مرور کرده‌اند. در غیر این صورت، دادن فرصت کوتاه مطالعه‌ی کتاب به منظور آشنایی با عنوان‌های درس در آغاز جلسه و یا نگاه یک دقیقه‌ای به صفحات درس مورد نظر نیز بسیار مفید خواهد بود.

۱۱. استفاده از تجهیزات و فناوری آموزشی و کمک‌آموزشی.

۱۲. ایجاد فرصت تفکر و حل مسأله.

۱۳. اجرای گروهی آزمایش‌ها توسط فراگیران و خروج از حالت نمایشی بودن آزمایش‌ها.

۱۴. ایجاد انگیزه در دانش‌آموزان به روش‌های گوناگون.

۱۵. سنت‌شکنی در امر تدریس و استفاده از روشهای نوین یاددهی ـ یادگیری و شاگرد محور شدن فرایند تدریس.

۱۶. به‌کارگیری دانش‌آموزان در تمام مراحل اجرای تدریس، به ویژه دعوت آن‌ها پای تخته.

۱۷. تشویق از راه‌های گوناگون، از قبیل کلامی، مادی، نمره‌ای، و سایر تقویت‌کننده‌ها.

۱۸. تشویق سؤال کنندگان برای ایجاد انگیزه، حتی در صورت غلط بودن سؤال، تشریح کامل سؤالات مطرح شده و ایجاد فرصت ارائه‌ی پاسخ توسط خود فراگیران.

۱۹. ارائه‌ی راهنمایی‌های مناسب برای حل مسائلی که دانش‌آموزان را ضمن هدایت به تفکر وا می‌داشت.

۲۰. وجود خلاقیت و نوآوری در آزمایش‌ها و روش‌های تدریس.

۲۱ . استفاده از کتاب درسی به عنوان اصلی‌ترین منبع تدریس و یادگیری .

۲۲ . پرداختن به فعالیت‌های کتاب در سر کلاس ، به منظور تعمیق یادگیری و فعال شدن فراگیران .

۲۳ . رسیدگی و توجه به افرادی که به دلایل گوناگون ، از فعالیت گروهی سرباز می‌زدند و با گروه هم‌گام نبودند .

۲۴ . داشتن نگاه مساوی و همه‌گیر به دانش‌آموزان .

۲۵ . تحرک و جابه‌جایی معلم در کلاس ، چرا که ساکن بودن وی ، بی‌نشاطی و بی‌حوصلگی فراگیران را باعث خواهد شد .

۲۶ . پرسش حین تدریس (ارزشیابی تکوینی) که باعث جلب توجه مستمر دانش‌آموزان به درس خواهد شد .

۲۷ . ملموس ، واضح و قابل فهم بودن آزمایش‌هایی که به صورت خلاقانه طراحی شده بودند .

۲۸ . تغییر تن صدا و نایکنواختی صدا که جلب توجه و رویا پرشی شاگردان را به دنبال داشت .

۲۹ . وجود لحنی توأم با عطوفت و نیز تبسم در چهره‌ی معلم ، چرا که در این صورت دانش‌آموزان احساس دوستی و مودت می‌کنند و این امر از نظر روانی تأثیر مثبتی بر فرایند یادگیری دارد .

۳۰ . اصلاح نمره‌ی منفی توسط معلم ، در صورت جبران پاسخ‌های اشتباه یا انجام فعالیت شایسته از سوی شاگردان . این کار موجب افزایش روحیه‌ی آن‌ها می‌شد .

۳۱ . به نتیجه رسیدن فراگیران در کشف مفاهیم و حل مسائل .

۳۲ . یادداشت‌برداری توسط دانش‌آموزان که موجب استمرار توجه به درس می‌شد .

۳۳ . عمومیت یافتن کاربرد رایانه و فناوری اطلاعات (IT) در کلاس‌های تدریس .

۳۴ . استفاده از چراغ‌های کوچک لیزری به عنوان مکان‌نما ، پای تخته .

۳۵ . به اسم صداکردن فراگیران که موجب احساس دوستی از سوی شاگردان می‌شد .

۳۶ . مأیوس نکردن دانش‌آموزان ، در صورت ناتوانی در پاسخگویی به سؤال‌ها و حل تمرین‌ها .

۳۷ . اختصاص نمره به عملکرد دانش‌آموزان از راه‌های متعدد .

۳۸ . رعایت وقت جلسه و هم‌گام بودن با طرح درس روزانه .

۳۹ . استفاده از حرکات دست ، و ایما و اشاره در حین تدریس .

۴۰ . بیان شرح زندگی دانشمندان علم فیزیک ، به منظور آشنایی دانش‌آموزان و متنوع کردن کلاس .

۴۱ . استفاده از فیلم‌های آموزشی مناسب .

۴۲ . کاربردی کردن موضوع درس و تناسب آن با مسائل روزمره‌ی زندگی .

۴۳ . استفاده از روش تدریس ایفای نقش که به گردآوری اطلاعات و رشد اجتماعی و هم‌دلی کمک می‌کند . نقش معلم در این‌جا که همان تسهیل ، هدایت و نظارت است ، به منصه‌ی ظهور می‌رسد .

۴۴ . استفاده از روپوش سفید در تدریس علوم پایه ، به ویژه علوم آزمایشگاهی که از لحاظ بهداشت بسیار مناسب است .

۴۵ . وجود شور و نشاط در حین تدریس که باعث انگیزش و توجه دانش‌آموزان به درس می‌شود .

۴۶ . رعایت توالی و تسلسل مطالب درسی .

۴۷ . رعایت نکات بهداشتی و ایمنی در آزمایش‌ها .

۴۸ . بحث و تبادل اندیشه بین اعضای یک گروه و بین گروه‌ها .

۴۹ . استفاده از ارزشیابی مستمر و پایانی ، به منظور بهبود و هدایت یادگیری ، رفع مشکلات و نواقص ، نمره دادن و قضاوت درباره‌ی اثربخشی کار معلم .

۵۰ . ارائه‌ی انواع تکالیف فردی ، گروهی و عمومی متناسب با توان یادگیری فراگیران که باعث استمرار و تعمیق مفاهیم آموزشی می‌شد .

۵۱ . معرفی منابع از قبیل کتاب ، مجله و سایت‌های اینترنتی ، به منظور بهره‌مندی بیش‌تر علاقه‌مندان از مطالب درسی .

۵۲ . ختم جلسه با جملات امیدبخش ، مناسب و شادی‌آفرین که رفع خستگی می‌کرد . رفتار دانش‌آموزان نیز خسته‌کننده نبودن کلاس را نشان می‌داد .

ب) نبایدها و نکات منفی مشاهده شده در جشنواره

لازم به توضیح است ، رعایت نکردن هر یک از موارد ذکر شده می‌تواند ، به عنوان نکته‌ی منفی در تدریس تلقی شود و بهتر است ، این موارد در جریان تدریس مدنظر قرار گیرند .

۱ . در هیچ‌یک از روش‌های تدریس ، نوع روش تدریس به‌کار گرفته شده ، مشخص و بیان نشد .

۲ . ذکر نوع فعالیت در مراحل تدریس ، از جمله ارزشیابی‌ها به صورت لفظی ، چندان ضروری به نظر نمی‌رسد . مثل بیان این جمله که : «می‌خواهم ارزشیابی آغازین را انجام دهم .»

۳ . به دلیل نهادینه نشدن کار گروهی ، حتی در خارج از مدرسه ، آنچه فراگیران انجام می‌دادند «کار در گروه بود ، نه کار

گروهی. » یعنی فقط غالب گروه حفظ می‌شود و هر کس کار خودش را انجام می‌داد.

۴. نمرات به صورت گروهی کم‌تر لحاظ می‌شد. حتی در حالت منفی نیز بهتر است نمره‌ی گروهی در نظر گرفته شود؛ چرا که نوعی خودکنترلی گروهی را به بار می‌آورد و باعث ارتقای جبری افراد کم فعال می‌شود. به منظور جلوگیری از تضییع حق افراد قوی گروه توصیه می‌شود، نمرات فردی نیز برای تک‌تک افراد لحاظ گردد.

۵. در اکثر تدریس‌ها، وسایل روی میز آماده و مهیا بود و متصدی آزمایشگاه نیز حضور نداشت و معلم بعداً وارد کلاس می‌شد. این مغایر با عرف موجود در مدرسه‌هاست؛ چرا که با فرض منضبط بودن فراگیران، ممکن است وسایل یا مواد، حساس یا شیمیایی باشند. بنابراین در این گونه موارد توصیه می‌شود، یک نفر به صورت نمادین قبل از حضور معلم به عنوان متصدی آزمایشگاه در کلاس حضور داشته باشد.

۶. استفاده از اصطلاحات غیرفارسی، کلمات دشوار و بالا بودن سطح تدریس باعث می‌شود، اکثر دانش‌آموزان در فهم مطالب دچار مشکل شوند. زبان ساده و گویا بهترین زبان آموزش است.

۷. صحبت سریع و گاه بسیار بلند و یا بسیار آرام و یکنواخت، ضمن آزار دهنده بودن، فرصت تعقیب بیانات معلم را از سوی دانش‌آموز، می‌گیرد.

۸. چینش گروه‌ها گاهی مانع از اشراف بصری فراگیران به تخته می‌شد.

۹. در بعضی موارد، معلم متکلم وحده بود که مغایر با روش‌های نوین تدریس است.

۱۰. سکوت ممتد و مستمر فراگیران، خستگی و دلزدگی از کلاس را به بار می‌آورد.

۱۱. حرکات خشک، لحن خشن و همراه با تحکم، باعث سردی روابط معلم ـ شاگرد می‌شد.

۱۲. تنوع جایزه، به موقع نبودن و سنخیت نداشتن نوع جایزه با سن و سال فراگیران، از عیب‌های تشویق بود.

۱۳. در برخی تدریس‌ها، نقاط ضعف و قوت فراگیران به آن‌ها گوشزد نمی‌شد.

۱۴. دانش‌آموزی که به سؤال معلم پاسخ می‌داد، به لحاظ اشراف بصری سایرین و مشخص بودن وی باید می‌ایستاد و صحبت می‌کرد که این امر کم‌تر مشاهده شد.

۱۵. توجه عملی یا بصری به یک نفر یا یک گروه، از نکات منفی برخی تدریس‌ها محسوب می‌شد.

۱۶. فاصله‌ی تخته با فراگیران کم‌تر مد نظر بود.

۱۷. در نظر نگرفتن سطح توانایی یادگیری فراگیران و تفاوت‌های فردی، از عیب‌های برخی تدریس‌ها بود.

۱۸. راهنمایی و هدایت فراگیران در حل مسائل و کشف مفاهیم، گاهی تا جایی پیش می‌رفت که فرد به راحتی به پاسخ می‌رسید و این کار قدرت تفکر و لذت اکتشاف را از او می‌گرفت.

۱۹. قبل و حین پخش فیلم آموزشی، توضیح ارتباط فیلم با درس کم‌تر بیان می‌شد.

۲۰. بی‌تفاوت بودن به نظر شاگرد و پرهیز از تأئید یا تکذیب نظر وی، بی‌انگیزه شدن شاگرد را به بار می‌آورد.

۲۱. تضعیف یک درس برای مهم جلوه دادن درس یا رشته‌ی مورد تدریس.

۲۲. احضار گروه یا فرد برای حل تمرین و پاسخگویی به درس، نباید از روش خاصی مانند ترتیب نشستن یا ردیف قرار گرفتن در فهرست کلاس تبعیت می‌کرد.

۲۳. بهتر بود هر از چند گاهی یا با تغییر مطلب درسی، استراحت کوتاهی داده می‌شد. البته این کار نباید به صورت رها کردن دانش‌آموزان به حال خود باشد، بلکه می‌تواند تعریف خاطره، لطیفه، بیان نکات اخلاقی یا علمی باشد یا حتی، در جهت راحتی جسمانی، دانش‌آموزان از جای خود بلند می‌شدند و یا نگاهی به اطراف و بیرون، روحیه‌ای عوض می‌کردند؛ به ویژه انجام این کار از حرکات زائد فراگیران در طول جلسه به خاطر خستگی جسمانی جلوگیری می‌کند.

۲۴. به گردن آویختن نام گروه‌ها گاهی به بزرگی نصف صفحه‌ی A4 یا زدن کارت گروه به سینه در طول آموزش، برای فراگیر دست و پاگیر بود.

۲۵. استفاده نکردن از برخی پوسترها، تصویرها و یا وسایلی که به کلاس آورده شده بودند.

۲۶. تناسب نداشتن یا نمایش‌ها با موضوع مورد بحث.

۲۷. نسبت دادن عنوان‌های منفی به دانش‌آموزان.

در پایان لازم به ذکر است، از آن‌جایی که تدریس‌ها تقریباً با روش‌های علمی مطابقت داشتند، موارد مهم و طرح‌های کلی ارائه شده می‌توانند مورد استفاده‌ی علاقه‌مندان به هنر تدریس واقع شوند. امیدواریم در آینده شاهد هرچه بهتر شدن تدریس در کلاس‌ها و جشنواره‌ها باشیم. ان‌شاءالله.

منابع برای تطبیق و تحقیق :

۱. سیف، علی‌اکبر. روان‌شناسی پرورشی. آگاه. تهران. ۱۳۸۳.

۲. سیف، علی‌اکبر. اندازه‌گیری و ارزشیابی آموزشی. دوران. تهران. ۱۳۸۱.

۳. شعبانی، حسن. مهارت‌های آموزشی و پرورشی. سمت. تهران. ۱۳۸۰.

۴. بروس جویس و همکاران. الگوهای تدریس ۲۰۰۰. ترجمه‌ی محمدرضا بهرنگی. کمال تربیت. تهران. ۱۳۸۳.

۵. فیزیک ۲ و آزمایشگاه دوره‌ی متوسطه (رشته‌های علوم تجربی ـ ریاضی و فیزیک).

دو نظریه در مورد

اتلاف انرژی در دستگاه‌های خازنی

رونالد نیوبارگ
مترجم: نسیم صبا

اشاره

در این مقاله، اتلاف انرژی در اثر حرکت بار، در دو دستگاه خازنی، مورد بررسی و آزمایش قرار می‌گیرد. در دستگاه اول، بار از خازنی باردار ـ از طریق یک مقاومت ـ به خازنی بدون بار منتقل می‌شود و در دستگاه دوم، یک باتری، خازنی را که از ابتدا بدون بار بوده است، از طریق یک مقاومت باردار می‌کند. تجزیه و تحلیل این دو وضعیت به دو نظریه‌ی عمومی شگفت‌انگیز منجر می‌شود. در مورد اول، مقدار انرژی تلف شده در مقاومت، فقط به نسبت ظرفیت دو خازن بستگی دارد. مقدار بار اولیه و اندازه‌ی مقاومت، هیچ نقشی در این موضوع ندارند. در دستگاه دوم، نیمی از انرژی تأمین شده توسط باتری، تلف، و نیمی دیگر در خازن ذخیره می‌شود. در اینجا نیز اندازه‌ی نیروی محرکه‌ی الکتریکی باتری و مقاومت نقشی ندارند.

سرآغاز

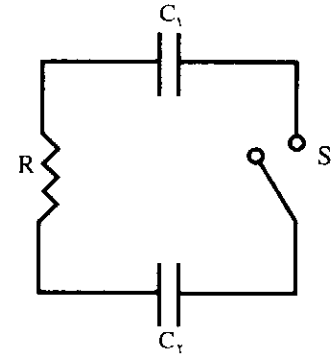
می‌خواهیم دو نمونه اتلاف انرژی را در دستگاه‌های خازنی بررسی و آزمایش کنیم. در دستگاه اول، خازن C_1 با بار Q، به خازن C_2 که از ابتدا بدون بار است، از طریق مقاومت R وصل شده است. همان‌طور که می‌دانیم، وقتی دستگاه به تعادل می‌رسد، کسری از انرژی اولیه، به صورت انرژی گرمایی، هدر می‌رود. یک باتری با نیروی محرکه‌ی الکتریکی ε، از طریق مقاومت R، خازنی را باردار می‌کند. وقتی خازن باردار شود، کسری از انرژی تأمین شده توسط باتری به صورت گرمای اهمی هدر می‌رود.

محاسبه‌ی کسر انرژی‌های تلف‌شده، به دو نظریه‌ی نسبتاً عمومی شگفت‌انگیز منجر می‌شود. برای مسأله‌ی دو خازنی، کسر انرژی تلف‌شده، فقط به نسبت ظرفیت دو خازن، یعنی C_2 / C_1، بستگی دارد. اندازه‌ی مقاومت و بار کل، تأثیری ندارد. در باردار کردن یک خازن با باتری، نتیجه حتی شگفت‌انگیزتر است. نیمی از انرژی تأمین شده توسط باتری، به صورت انرژی پتانسیل الکتریکی در خازن ذخیره می‌شود و نیم دیگر آن، به صورت گرمای اهمی هدر می‌رود. این نتیجه، صرف‌نظر از این که مقدار ε، C و R چه باشد، می‌تواند درست باشد.

مسأله‌ی دو خازن

شکل ۱ آرایشی از خازن‌ها را نشان می‌دهد. بار اصلی و پتانسیل اولیه‌ی خازن C_1 به ترتیب برابر Q و V_0 است. خازن

C_2 از ابتدا بار ندارد و از طریق مقاومت R به خازن C_1 وصل است. در لحظه‌ی $t = 0$، کلید S بسته شده است. تا هنگامی که دستگاه به وضعیت پایدار برسد و پتانسیل‌های نهایی دو خازن برابر شوند، بار از خازن C_1 به خازن C_2 جریان می‌یابد.



شکل ۱. خازن‌های C_1 و C_2، از طریق مقاومت R و کلید S به هم وصل شده‌اند. وقتی کلید S باز است، C_1 دارای بار Q و C_2 بدون بار است. در لحظه‌ی $t = 0$ کلید S بسته می‌شود و تا زمانی که پتانسیل خازن‌ها برابر شود، جریان بار ادامه می‌یابد.

رابطه‌ی بین ظرفیت C_2 و C_1 را به صورت زیر در نظر بگیرید:

$$C_2 = \frac{C_1}{n} \quad (n \geq 0) \qquad (1)$$

مطابق این رابطه، مقدار C_2 در حالت‌های حدی به ازای $n = \infty$ برابر صفر و به ازای $n = 0$ برابر بی‌نهایت می‌شود. از آن‌جا که بارکل Q پایسته است و پتانسیل‌های نهایی V_{1F} و V_{2F} برابرند، به‌راحتی می‌توانیم بار نهایی دو خازن را در وضعیت تعادل به‌دست آوریم:

$$Q_{1F} = \frac{Qn}{n+1} \qquad Q_{2F} = \frac{Q}{n+1} \qquad (2)$$

توجه کنید که $Q_{1F} + Q_{2F} = Q$ و Q_{2F} مقدار باری است که از خازن اول به خازن دوم جریان می‌یابد.

مقدار باری را که در هر لحظه از C_1 به C_2 می‌رود، q بگیرید. از آن‌جا که بار کل پایسته است، بار و ولتاژ خازن‌ها در هر لحظه برابر است با:

$$Q_1 = Q - q \qquad Q_2 = q \qquad (3)$$

$$V_1 = \frac{Q-q}{C_1} \qquad V_2 = \frac{q}{C_2} \qquad (4)$$

با استفاده از قاعده‌ی حلقه‌ی کیرشهف داریم:

$$V_1 = IR - V_2 = 0 \qquad (5)$$

که در آن، I جریان و برابر با $I = \frac{dq}{dt}$ است.

با جاگذاری مقادیر ولتاژ از رابطه‌ی (۴)، داریم:

$$\frac{dq}{dt} + \frac{q}{R}\left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}\right) = \frac{Q}{RC_1} \qquad (6)$$

ظرفیت معادل مدار، یعنی C_E، از رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید:

$$\frac{1}{C_E} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \qquad (7)$$

به این ترتیب، معادله‌ی دیفرانسیل بار از مرتبه‌ی اول به صورت زیر است:

$$\frac{dq}{dt} + \frac{q}{RC_E} = \frac{Q}{RC_1} \qquad (8)$$

با حل این معادله مقدار $q(t)$ به دست می‌آید:

$$q(t) = K\exp(-t/RC_E) + QC_E/C_1 \qquad (9)$$

ثابت K به کمک شرایط اولیه ($q = 0$ در لحظه‌ی $t = 0$) به‌دست می‌آید. در این صورت، مقدار آن برابر $-QC_E/C_1$ است. درنتیجه، رابطه‌ی (۹) را می‌توانیم به صورت زیر بنویسیم:

$$q(t) = Q(C_E/C_1)\left[1 - \exp(-t/RC_E)\right] \qquad (10)$$

با مشتق‌گیری از معادله‌ی ۱۰، جریان I به صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$I(t) = (Q/RC_1)\exp(-t/RC_E) \qquad (11)$$

انرژی اولیه‌ی دستگاه، یعنی U_0، برابر است با:

$$U_0 = \frac{Q^2}{2C_1} \qquad (12)$$

توان تلف‌شده در مقاومت برابر RI^2 است که انتگرال آن از $t = 0$ تا $t = \infty$ مقدار انرژی تلف‌شده را به صورت زیر دست می‌دهد:

$$U_D = Q^2C_E/2C_1^2 \qquad (13)$$

با استفاده از تعریفی که از n داشتیم، می‌توان C_E را به صورت $\frac{C_1}{n+1}$ نوشت. به این ترتیب، انرژی تلف‌شده برابر است با:

$$U_D = \frac{Q^2}{2C_1(n+1)} = \frac{U_0}{n+1} \qquad (14)$$

کسر انرژی تلف‌شده برابر است با:

$$\frac{U_D}{U_0} = \frac{1}{n+1} \qquad (15)$$

از مقایسه‌ی این معادله با معادله‌ی (۲)، کسر باری که از خازن اول به خازن دوم می‌رود برابر است با:

$$\frac{Q_{2F}}{Q} = \frac{1}{n+1} \qquad (16)$$

این کسر فقط به نسبت ظرفیت خازن‌ها بستگی دارد و از مقدار Q و R مستقل است. چنین نتیجه‌ای به سختی قابل پیش‌بینی بود.

باردار کردن خازن

شکل ۲ ، خازن بدون باری را نشان می‌دهد که از طریق مقاومت R ، به یک باتری با نیروی محرکه‌ی الکتریکی ε وصل شده است . با بستن کلید S در لحظه‌ی $t = 0$ ، بار جریان می‌یابد و همان‌طور که می‌دانیم ، بار نهایی Q روی خازن ، هنگامی که به حالت پایا می‌رسد ، برابر است با :

$$Q = C\varepsilon \qquad (۱۷)$$

بار q روی خازن با زمان تغییر می‌کند و برابر است با :

$$q(t) = Q[1 - \exp(-t/RC)] \qquad (۱۸)$$

جریان اولیه‌ی I_0 برابر است با :

$$I_0 = \varepsilon / R \qquad (۱۹)$$

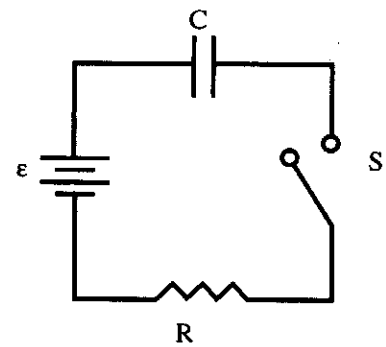
جریان لحظه‌ای ، تابعی از زمان و به صورت زیر است :

$$I(t) = (\varepsilon / R)\exp(-t/RC) \qquad (۲۰)$$

توان دریافتی از باتری برابر است با :

$$P_B = \varepsilon I \qquad (۲۱)$$

با انتگرال‌گیری از معادله‌ی ۲۱ از لحظه‌ی $t = 0$ تا $t = \infty$ ، انرژی کل تأمین شده از باتری ، یعنی U_B ، به‌دست می‌آید :



شکل ۲ . خازن C از طریق کلید S و مقاومت R به یک باتری با نیروی محرکه‌ی الکتریکی ε وصل شده است . خازن از ابتدا بدون بار است . با بستن کلید S در لحظه‌ی $t = 0$ ، بار الکتریکی تا زمانی که اختلاف پتانسیل دو سر خازن برابر ε شود ، جریان می‌یابد .

$$U_B = \int_0^\infty \varepsilon I dt$$

$$= \int_0^\infty (\varepsilon^2 / R)\exp(-t/RC)dt$$

$$= C\varepsilon^2 \qquad (۲۲)$$

توان اهمی P_D تلف شده در مقاومت برابر است با :

$$P_D = I^2 R \qquad (۲۳)$$

انتگرال این رابطه از لحظه‌ی $t = 0$ تا $t = \infty$ ، انرژی تلف‌شده‌ی U_D را به دست می‌دهد :

$$U_D = \int_0^\infty I^2 R dt$$

$$= \int_0^\infty (\varepsilon^2 / R^2)\exp(-2t/RC)dt$$

$$= C\varepsilon^2 / 2 \qquad (۲۴)$$

سرانجام ، انرژی الکتریکی نهایی ذخیره شده در خازن U_C برابر است با :

$$U_C = C\varepsilon^2 / 2 \qquad (۲۵)$$

بحث

نتیجه‌های به‌دست آمده تا اندازه‌ای جالب توجه هستند . پیش‌بینی اولیه (حداقل برای خود من) این بود که مقدار مقاومت در کسر انرژی تلف‌شده نقش دارد . اما در مسأله‌ی دو خازن ، مشخص شد که این مقدار ، فقط به‌نسبت ظرفیت دو خازن بستگی دارد . در باردار کردن دستگاه تک‌خازن ، نیمی از انرژی تأمین‌شده از باتری ، در خازن ذخیره و نیم دیگر آن در مقاومت تلف می‌شود . این مقدار ، صرف‌نظر از مقدار C و ε و R ، می‌تواند درست باشد . این نتیجه نشان می‌دهد که برای کامل‌شدن فرایند مذکور (به لحاظ نظری) ، زمان نامحدودی مورد نیاز است . درنتیجه ، انتگرال توان از صفر تا بینهایت گرفته می‌شود . به عنوان یک نتیجه ، اندازه‌ی مقاومت در جواب نهایی ظاهر نمی‌شود . البته اگر فرایند ، پیش از کامل شدن متوقف می‌شد ، نتیجه‌ی به‌دست آمده به مقدار مقاومت بستگی می‌داشت .

این واقعیت که باردار کردن یک دستگاه تک‌خازنی ، همواره به اتلاف ۵۰ درصد از انرژی منجر می‌شود ، ناشی از آن است که توان دریافتی از باتری ، نسبت مستقیم با جریان دارد (رابطه‌ی ۲۱) ، درحالی‌که توان تلف‌شده در مقاومت ، تابعی از مجذور جریان است (رابطه‌ی ۲۳) . از آن‌جا که جریان در رابطه‌ی (۲۱) از درجه‌ی اول و در رابطه‌ی (۲۳) از درجه‌ی دوم است ، و علاوه بر این ، جریان به‌طور غایی به زمان بستگی دارد ، نتیجه‌ی انتگرال رابطه‌ی (۲۳) الزاماً نصف نتیجه‌ی انتگرال رابطه‌ی (۲۱) است .

قدردانی

از **جوزف پیدل و وولف گانگ روکنر** ، از مرکز علوم «دانشگاه هاروارد» برای تبادل نظرها ، توصیه‌ها و پیشنهادهای مفیدشان تشکر می‌کنم .

منبع

Physics Education, July 2005.

پلاستیک‌ی فردا

دنیای

اوره‌ریل مک دونالد
مترجم: منیژه رهبر

چکیده

پلاستیک‌ها علاوه بر این که ماده‌ای ارزان برای بسته‌بندی هستند، می‌توانند موادی برای دنیای فردا نیز مؤثر باشند. آن‌ها می‌توانند، الکتریسیته را هدایت کنند و این موضوع، امکانات زیادی را در زمینه ی فناوری پیشرفته در خانه و تولید انرژی در اختیار ما می‌گذارد. در این مقاله، درباره ی این امکانات و نیز چگونگی بازیافت و حتی رشد پلاستیک بحث خواهیم کرد.

فلزها رسانای الکتریکی هستند. پلاستیک‌ها نارسانایند. غلط است!

سال‌هاست به ما آموخته‌اند، پلاستیک‌ها الکتریسیته را هدایت نمی‌کنند. زیرا از پلاستیک به عنوان عایق دور سیم‌ها در کابل‌های معمولی استفاده می‌کنیم. اما خیلی قبل، یعنی در سال‌های ۱۹۷۰، **آلن جی. هیگر**[1]، **آلن جی. مک دیارمید**[2] و **هایدکی شیراکاوا**[3] کشف کردند، می‌توان پلاستیک را از نظر الکتریکی رسانا ساخت. آن‌ها برای این کار جایزه‌ی نوبل شیمی سال ۲۰۰۰ را گرفتند.

پلاستیک‌ها «بَسپارند»؛ یعنی مولکول‌هایی دارند که ساختار خود را به طور منظم در زنجیره‌های طویل تکرار می‌کنند. برای اینکه بَسپاری از نظر الکتریکی رسانا باشد، باید از یک فلز «تقلید کند»؛ یعنی الکترون‌های آن بتوانند آزادانه حرکت کنند و به اتم‌ها مقید نباشند. یک راه برای این که بَسپار به این حالت برسد، آن است که از پیوندهای یک‌درمیان تک و دوگانه، موسوم به پیوندهای دوگانه‌ی هم‌نوع، بین اتم‌های کربن تشکیل شده باشد. همین طور باید «آلاییده» باشد؛ یعنی الکترون‌ها یا از آن کنده شده باشند (بر اثر اکسایش) و یا به آن اضافه شده باشند (بر اثر احیا). این «حفره‌ها» یا الکترون‌های اضافی می‌توانند، در امتداد مولکول‌ها حرکت کنند؛ به طوری که بَسپار به لحاظ الکتریکی رسانا می‌شود.

داستان بَسپارهای رساننده

داستان از سال‌های ۱۹۷۰ آغاز می‌شود. **شیراکاوا**، بَسپار شدن استیلن (یک گرد سیاه) را مطالعه می‌کرد. پژوهشگر به صورت تصادفی، کاتالیزگر را یک‌هزارم بیش‌تر از معمول به آن افزود و لایه‌ای نقره‌ای شکل در سطح مایع موجود در ظرف تشکیل شد. پرسش بدیهی این بود: «اگر پلاستیک شبیه فلز به نظر برسد، آیا می‌تواند مانند فلز الکتریسیته را نیز هدایت کند؟»

لایه‌ی نقره‌ای رسانا نبود، اما جرح و تعدیل‌های بیش‌تر، به واکنش لایه‌ی بَسپار با بخار یُد انجامید. واکنش اکسایش سبب کنده شدن الکترون‌ها شد و رسانندگی ده‌میلیون بار افزایش یافت. همین بود که به اعطای جایزه‌ی نوبل انجامید.

متأسفانه، پلی‌استیلن برای استفاده‌ی عملی مناسب نیست، زیرا رسانندگی آن در تماس با هوا به سرعت فرو می‌افتد. این موضوع به توسعه‌ی بَسپارهای هم‌نوع پایدارتر، مانند پلی‌پیرول، پلی‌آنیلین، و پلی‌تیوفن انجامید. اکنون می‌توانیم ترانزیستورهای معمولی، ترانزیستورهای اثرمیدان، دیودهای نوری و دیودهای نورگسیل را از پلاستیک بسازیم.

با ترکیب قابلیت قالب‌گیری و وزن کم پلاستیک‌ها با رسانندگی فلزات، می‌توان منتظر گستره‌ی وسیعی از تحولات تجارتی بود. اطلاعات بیش‌تر در این مورد را در این سایت بیابید:
www.nobelprize.org/chemistry/laurates/2000/chemadv.pdf

این برای ما به چه معناست؟

تلویزیون‌های با صفحه‌ی تخت مدتی است که در دسترس عمومی قرار دارند. این «صفحه‌های پلاسمایی» مبتنی بر لامپ‌های کوچک نور گسیل هستند (مانند لامپ‌های فلوئورسان بسیار کوچک) که درست پشت صفحه قرار دارند و با گسیل نور، تصویرها را تشکیل می‌دهند. می‌دانیم که روشنایی این صفحه‌ها از تلویزیون‌های معمولی کم‌تر است، نمی‌توان از زوایه‌های مایل به آن‌ها نگریست، و مدت زیادی دوام نمی‌آورند. شاید برای سرمایه‌گذاری چندان خوب نباشند.

نسل بعدی تلویزیون‌های با صفحه‌ی تخت برمبنای پلاستیک‌های رساننده‌ی الکترو نورتاب ساخته می‌شوند؛ یعنی پلاستیک‌هایی که با اعمال ولتاژ به آن‌ها تابان می‌شوند. این اثر ابتدا در سال ۱۹۹۰ گزارش شد. فرمول‌های گوناگون باعث گسیل رنگ‌های متفاوت می‌شوند. ضخامت این صفحه‌ها فقط ۳ mm است، در نتیجه سبک‌وزن و قابل انعطافند. می‌توانیم منتظر تلویزیون‌هایی باشیم که می‌توان آن‌ها را هنگام حمل و نقل لوله کرد و سپس به دیوار آویخت. و البته نیازی نیست که تلویزیون را نزدیک دستگاه DVD یا در قفسه‌های مخصوص گذاشت و آن را با کابل به سایر دستگاه‌ها متصل کرد؛ زیرا دستگاه‌های متفاوت با ریز موج با هم ارتباط برقرار می‌کنند.

همین فناوری پلاستیک الکترو نورتاب، در صفحه‌ی نمایش تلفن‌های همراه به کار خواهد رفت و می‌توان نوارهای ویدیویی را روی ساعت مچی تماشا کرد. برای اطلاعات بیش‌تر رجوع کنید به سایت:

www. cdtltd.co.uk/technology/36.asp

تغییرات دیگر ناشی از بَسپارهای رسانا در زندگی ما

در مقیاس وسیع‌تر، پنجره‌های هوشمند از پلاستیک‌هایی ساخته می‌شوند که عبور نور از آن‌ها، با اعمال ولتاژ تغییر می‌کند. این موضوع نیاز به استفاده از پرده و کرکره را از بین می‌برد. همین‌طور می‌توان پنجره‌ها را طوری قرار داد که در زمستان نور را به داخل اتاق بتابانند و در تابستان مانع از این کار شوند.

فرایند تولید نورتابی را می‌توان «معکوس هم کرد». جذب نور، بارهای مثبت و منفی تولید می‌کند و الکترودها آن‌ها را جذب می‌کنند و جریان الکتریکی به وجود می‌آورند. این اساس سلول‌های خورشیدی را تشکیل می‌دهد.

سلول‌های خورشیدی پلاستیکی را می‌توان روی سطح‌های بزرگ پهن کرد تا الکتریسیته‌ای را تولید کنند که دوست محیط زیست است. همین‌طور بَسپارها وارد باتری‌های قابل شارژ می‌شوند تا نیاز به استفاده از فلزهای سنگین آلاینده را از بین ببرند.

یک «دماغه»ی الکترونیکی وجود دارد که در آن، ویژگی‌های رسانندگی بَسپار، از مواد فرار تأثیر می‌پذیرد، و این خاصیت در زمینه‌های گوناگون، از عطرسازی تا آشکارسازی مواد غیرمجاز، کاربرد دارد؛ یعنی آنچه که فعلاً نیاز به یک سگ بوینده دارد و احساس چشایی نیز فراموش نشده است. بَسپارهایی تولید شده‌اند که خواص الکتروشیمیایی آن‌ها بر اثر چسبیدن به مواد شیرین یا شور تغییر می‌کند؛ گرچه درباره‌ی کاربردشان اطمینان چندانی وجود ندارد. برای کاربردهای بیش‌تر رجوع کنید به سایت:

www.memagazine.org/backissues/april48/features/plastics/plastics.html

بسپارهایی تولید شده‌اند که بر اثر اعمال میدان الکتریکی تغییر شکل می‌دهند. این می‌تواند راه را برای ماهیچه‌های مصنوعی در دست و پاهای مصنوعی هموار سازد که به تکانه‌های عصبی در بافت باقیمانده، پاسخ دهند.

پلاستیک‌های روی مواد غذایی

مدارهای یکپارچه‌ی الکترونیکی روی چیزهایی چاپ خواهند شد که از فناوری مربوط به چاپ با فوران مرکب استفاده می‌کنند. بارکُدهای روی بسته‌بندی‌ها دیگر تکنیکی مربوط به گذشته خواهند شد؛ همین‌طور بازرسی‌های خروجی در فروشگاه‌های بزرگ. به جای آن‌ها، مدارهای الکترونیکی روی هر کالا را، وسیله‌ای بازرسی می‌کند که هنگام عبورتان از یک گذرگاه سرپوشیده به شما می‌گوید، چه‌قدر خرید کرده‌اید و از حساب شما در بانک کم شده است. شرکت IBM در حال توسعه‌ی این روش است. بنابراین هرکسی که تصمیم شغلی در صندوق فروشگاه‌های بزرگ پیدا کند، باید در این مورد بازنگری کند!

همین مدارها وارد رایانه‌ی داخل یخچال شما می‌شوند. درواقع، طرح‌هایی برای ساخت یخچالی وجود دارند که روی در آن، یک صفحه‌ی نمایش نصب شده است؛ به طوری که می‌توان آن را برای اتصال به اینترنت یا به عنوان تلویزیون به کار برد. در واقع اگر تصمیم بگیرید که سبزی‌های خود را آن‌لاین بخرید، رایانه‌ی یخچال می‌تواند فهرست مواد مورد نیاز را با توجه به محتویات یخچال تهیه کند و آن را برای تحویل به مغازه بفرستد. همین رایانه می‌تواند شبکه را برای دستور غذاهای ممکن با محتویات موجود در یخچال، جست‌وجو کند ـ با در نظر گرفتن این که باید کالری خود را از کربوهیدرات‌ها بگیرید ـ و پیشنهاد کند برای شام چه می‌توانید بخورید. قابلیت تغییر رنگ بسته‌بندی غذا با نزدیک شدن به موعد «انقضای تاریخ مصرف»، شما را آگاه می‌سازد که باید مواد را به سرعت مصرف کنید یا دور بریزید.

همین فناوری مدارهای پلاستیکی را در برچسب لباس‌ها چاپ می‌کند، و به ماشین لباس‌شویی این امکان را می‌دهد که مناسب‌ترین چرخه‌ی شستن را برگزیند؛ به طوری که دیگر مسأله‌ی «رنگ‌رفتگی» به وجود نمی‌آید.

پلاستیک‌ها به محیط‌زیست کمک می‌کنند

محیط‌زیست نیز از فایده‌های بَسپارها برخوردار می‌شود. سلول‌های سوخت هیدروژن، در آینده‌ای نه‌چندان دور، توان اتومبیل‌ها را بدون نگرانی از آلودگی و ضرورت استفاده از منابع نفت، که دارای حساسیت سیاسی است، تأمین خواهند کرد. سلول‌های سوخت هیدروژنی به کمک بَسپاری به نام «نافیون»[1] کار می‌کنند. این بَسپار به عنوان الکترولیت جامد یا غشاء تبادل پروتون، بین آند و کاتد ساندویچ شده است. هیدروژن را وارد یک طرف آن می‌کنند و اکسیژن (از هوا) وارد طرف دیگر می‌شود. پروتون‌های هیدروژن از بَسپار عبور می‌کنند، اما الکترون‌ها نمی‌توانند از آن بگذرند، بلکه در عوض از سیمی عبور می‌کنند که دو طرف را به هم متصل کرده است، بدین ترتیب، توان لازم برای هر مدار خارجی موجود بر سر راهشان را تأمین می‌کنند. این مانند کار باتری است، به جز این که دو ماده‌ی شیمیایی لازم به صورت مداوم وارد غشاء می‌شوند و درنتیجه، سلول سوخت هرگز خالی نمی‌شود. هیدروژن و اکسیژن در برخورد با یکدیگر آب تولید می‌کنند که تنها محصول پسماند این فرایند است. به کسانی که نگران وجود مقدار زیادی آب روی جاده هستند، باید خاطرنشان ساخت که مقدار آب بسیار اندک است و به سرعت تبخیر می‌شود. هیدروژن لازم را می‌توان از الکترولیز آب، احتمالاً از طریق انرژی خورشیدی یا نیروی باد به دست آورد. سپس می‌توان هیدروژن را در استوانه‌هایی از هیدریدهای فلزی یا نانورشته‌های کربنی ذخیره کرد، که البته تا رسیدن به این مرحله باید پژوهش‌هایی را انجام داد.

هر کسی که درباره‌ی احتمال به وقوع پیوستن این موضوع تردید دارد، باید به خاطر داشته باشد که هم‌اکنون در لوس‌آنجلس ورود به مرکز شهر منحصر به اتومبیل‌های بدون آلودگی است و همین‌طور ایستگاه‌های تأمین هیدروژن در کالیفرنیا، لاس‌وگاس، مونیخ، و ریکیاویک در ایسلند، مشغول کارند! این ایستگاه‌ها را کنسرسیوم‌های نفتی اداره می‌کنند. اگر آن‌ها فکر نمی‌کردند که این کار گامی به جلوست، پولشان را در این راه سرمایه‌گذاری نمی‌کردند.

برای اطلاعات بیش‌تر درباره‌ی سلول‌های سوخت نگاه کنید به:

www.science.howstuffwork.com/fuel-cell3.htm

برای بسته‌های سلول سوخت و ۳۰ آزمایش با اجزای گوناگون آن نگاه کنید به:

www. heliocentris.com/products/genius.html

پلاستیک در جهان سوم

اگر آنچه گفته شد به نظر شما فقط در جهت مصرف‌گرایی و راحت‌طلبی است، باید بگوییم که پلاستیک‌ها به افراد محتاج در جهان نیز کمک بسیار کرده‌اند. قربانیان فاجعه‌های طبیعی به سرپناه‌های پیش‌ساخته نیاز دارند. نوعی پلی‌استیرن (بسپاری که برای لیوان‌های نوشابه به کار می‌رود) ساخته شده است که دارای استحکام کافی برای ساختمان‌سازی است. نه تنها قیمت آن برای همه‌ی افراد مناسب است، بلکه از نظر حفظ انرژی کارایی بالایی

دارد (از پلی‌استیرن برای گرم نگه داشتن اجسام داغ و خنک نگه داشتن اجسام سرد استفاده می‌شود) و در برابر زلزله مقاوم است! ایده‌ی اصلی عبارت است از: پوشاندن پوسته‌ی پایه‌ی پلی‌استیرنی با تور سیمی و سپس استفاده از یک لایه‌ی نازک بتون.

برای داستان خانه‌های پلی‌استیرنی نگاه کنید به:

www.news.bbc.co.uk/1/hi/technology/3528716.stm

چگونگی بازیافت پلاستیک

البته، پلاستیک‌ها معمولاً از محصولات نفت به دست می‌آیند و می‌دانیم که منابع نفت به سرعت تحلیل می‌روند. هم‌اکنون نیز فشار برای بازیافت محصولات پلاستیکی وجود دارد، اما جداسازی بسپارهای متفاوت از یکدیگر بسیار وقت‌گیر است و در حال حاضر، به لحاظ مالی جذابیتی ندارد. با این همه، با قانونگذاری روی خط لوله‌ها، برای اطمینان از این موضوع که بخش بزرگ‌تری از مواد پلاستیکی قابل بازیافت باشند، شرکت‌هایی مانند «فورد»، بودجه‌ی زیادی را صرف پژوهش‌هایی می‌کنند که امکان جداسازی بسپارها را به همان سهولت جداسازی قوطی‌های آلومینیمی و فولادی به کمک آهنربا فراهم سازد.

پژوهشگران دانشگاه ساوتمپتون نیز ایده‌ای را مطرح کرده‌اند که در آن، با استفاده از تریبولوژی می‌توان بسپارهای گوناگون را از هم تمیز داد (نگاه کنید به شکل ۱). این روش مبتنی بر تولید بار الکتریکی بر اثر اصطکاک دو ماده است (مانند اصطکاک بادکنک‌ها با پلیور). این که بر اثر مالش بار مثبت تولید شود یا منفی، به جنس ماده‌ای بستگی دارد که جسم با آن در تماس است. از این موضوع می‌توان برای تشخیص بسپارهای گوناگون مورد بازیافت استفاده کرد.

برای اطلاعات بیش‌تر رجوع کنید به:

www.soton.ac.uk/~wolfson/applications/appsplasidentand-recycle.shtml

چگونه می‌توان پلاستیک را رشد داد

بهتر است وسیله‌ای برای تولید بسپارها از منابع فراوان‌تر یافت. این کار اکنون امکانپذیر است. PHB (یا پلی‌هیدروکسیل بوتیرت)، پلاستیکی کاملاً زیست تجزیه‌پذیر است. اما بهتر از آن هم وجود دارد:

با گرفتن دو ژن از یک باکتری که PHB را به وجود می‌آورد، و قرار دادن آن‌ها در کلروپلاست برگ یک یافته‌ی تره‌تیزک، این

شکل ۱. تریبوپن ابزار پلاستیکی ساده‌ای برای شناسایی مواد است.

یافته‌ی تره‌تیزک اصلاح شده بر اثر فوتوسنتز، به جای بَسپار متداول نشاسته، PHB تولید خواهد کرد. در آینده ممکن است شاهد رشد پلاستیک در مزرعه‌ها باشیم.

اطلاعات بیش‌تر را می‌توان در این سایت یافت:

www. firstscience.com/site/articles/skyes.asp

عصر پلاستیک

در پایان، پلاستیک ممکن است ماده‌ی سرراستی برای کاربردهای فناوری‌های عادی، مانند بسته‌بندی و اسباب‌بازی به نظر برسد، اما این بسیار با واقعیت فاصله دارد. در عرض یک نسل، ممکن است شاهد اجسام اندکی باشیم که وابسته به بَسپارها نباشند. یک فعالیت جالب، تهیه فهرست اشیایی است که در حال حاضر از فلز، سرامیک یا مواد دیگر ساخته می‌شوند. با درج ویژگی‌های لازم برای هریک از آن‌ها می‌توان بررسی کرد که آیا یک بَسپار می‌تواند این وظیفه را به طور مؤثر انجام دهد یا خیر. شاید همان‌طور که از عصر مس وارد عصر برنز شدیم، اکنون نیز در حال گذر از عصر کنونی فولاد و فلزهای سنگین (چون اورانیم) به عصر بَسپار باشیم.

زیرنویس

1. Alan J. Heeger
2. Alan G. MacDiarmid
3. Hideki Shirakawa
4. Nafion

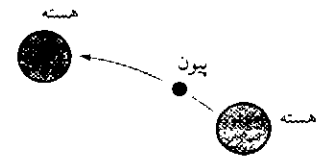
منبع

Physice Education, September 2005, pp 446-449.

هادرون‌ها و لپتون‌ها

جیم بریتهاوپت
مترجم: محمدرضا خوش‌بین خوش‌نظر

داستان فیزیک ذرات همانند داستانی است که به پیدایش جدول تناوبی عناصر و توصیف‌های آن در قرن نوزدهم میلادی انجامید. در مورد جدول تناوبی، دانشمندان، ویژگی‌های عناصر را اندازه‌گیری کردند و با استفاده از این اندازه‌گیری‌ها، عناصر را در طرح‌هایی که جدول تناوبی نامیده شده، دسته‌بندی کردند. درنتیجه، عناصر جدیدی براساس فضای خالی موجود در جدول پیش‌بینی شدند که بعداً کشف شدند. سرانجام، جدول تناوبی، عناصر را براساس الکترون‌های موجود در پوسته‌های اتم توصیف کرد. اکنون دانشمندان با استفاده از تجهیزات پیچیده و به صورت گروهی کار می‌کنند، و چون کاوش درون اتم به مقیاس‌های کوچک‌تر و کوچک‌تری رسیده است، به انرژی‌های بزرگ‌تر و بزرگ‌تری نیازمندیم. گروه‌های متعددی در سرتاسر جهان در این کاوش‌ها سهیم بوده‌اند و توصیف همه‌ی این کارها در چند صفحه عملاً غیرممکن است. در این جا برای درک کار آن‌ها به شرح یک رشته از این چالش‌های عظیم می‌پردازیم.



شکل ۱. توضیح نیروی هسته‌ای

یک **نیروی هسته‌ای قوی**، مسؤول نگهداری نوکلئون‌ها در کنار هم، در داخل هسته‌هاست. در سال ۱۹۳۵، **هیدکی یوکاوا**[1] نظریه‌ای برای توصیف این نیرو ارائه کرد. او گفت، منشأ این نیرو، ذراتی است که او آن‌ها را «پیون» نامید. پیون‌ها همان‌طور که شکل ۱ نشان می‌دهد، بین نوکلئون‌ها مبادله می‌شوند. او از اصل عدم قطعیت برای برآورد جرم پیون استفاده کرد. محاسبه‌های او جرمی در حدود $0/15u(=140MeV)$ را برای پیون پیش‌بینی کرد. از ردّ پرتوهای کیهانی روی صفحه‌های عکاسی، برای «شکار»[2] پیون‌ها استفاده شد.

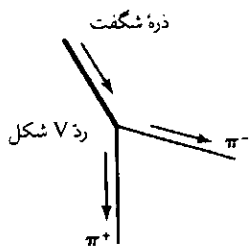
شکل ۲. ایجاد و نابودی مزون π

در سال ۱۹۴۷، شخصی به نام **سیسل پاول**[3]، چند صفحه‌ی عکاسی را بالای کوه‌های «پیرنه»[4] قرار دارد، چرا که معتقد بود جو مانع از رسیدن پیون‌های پرتو کیهانی به سطح دریا می‌شود. وقتی که فیلم‌ها ظاهر شدند، ردهای حاصل از پیون‌ها مشاهده شدند. با استفاده از این رد، جرم ذره در حدود ۱۴۰MeV تعیین شد. اکنون به پیون‌ها، مزون π (یا مزون پی) می‌گویند. «مزون» نامی است که برای هر ذره با جرم بین الکترون و پروتون به کار می‌رود. بررسی‌های بیش‌تری نشان دادند، مزون‌های π برحسب بارشان به سه نوع π^+، π^- و π^0 تقسیم می‌شوند. اندازه‌ی بار مزون‌های π^+ و π^- برابر با بار یک الکترون، و علامت بار آن‌ها مخالف هم است. مزون π^0 بدون بار است. (شکل ۲)

ذرات شگفت، در سال ۱۹۴۷، هنگامی که ردّ مزون‌های π با تفصیل بیش‌تری مطالعه شد، کشف شدند. دانشمندان توانستند، ردّ مزون π را از ردّ پروتون تمیز دهند و دریافتند که پیون‌ها اغلب ردهای V شکلی از خود به جای می‌گذارند. شکل ۳ نمونه‌ای از این ردها را نشان می‌دهد.

مزون‌های π با پروتون‌ها یا نوترون‌ها به‌شدت برهم‌کنش می‌کنند. از برخورد یک مزون π^- با یک پروتون، جفت ذرات شگفتی حاصل می‌شود که به ردهای V شکل وامی‌پاشند. به این ذرات تولیدشده از آن‌رو «شگفت» می‌گویند که معمولاً به صورت جفت تولید می‌شوند و نیز معمولاً به مزون‌های π، پروتون‌ها و یا نوترون‌ها وامی‌پاشند.[۵] گاهی ذرات شگفت بدون بار هستند و از خود ردّی برجای نمی‌گذارند؛ ولی به ذرات باردار وامی‌پاشند و بدین‌ترتیب، همان‌گونه که شکل ۴ نشان می‌دهد، به وجود آن‌ها براساس واپاشی‌شان به ردهای V شکل، پی می‌برند.

اندازه‌گیری‌هایی روی این ذرات شگفت به عمل آمد و آن‌ها را مزون‌های K و ذرات Λ (لاندا) نامیدند. به زودی دانشمندان با استفاده از شتابدهنده‌های ذرات که در آن‌ها پروتون‌های پرانرژی به هسته‌ها برخورد می‌کردند، به وجود ذرات شگفت، بیش از آنچه که از پرتوهای کیهانی حاصل شد، پی بردند. مشخصه‌ی مزون‌های K، واپاشی به دو پیون است که خود به «موئون»[۶]ها و «نوترینوهای موئونی»[۷] وامی‌پاشند. سایر ذرات شگفت در دسته‌ای موسوم به «هیپرون»[۸]ها قرار می‌گیرند که معمولاً در محصولات واپاشی آن‌ها، پروتون‌ها ظاهر می‌شوند.



شکل ۳. ذرات شگفت

از آن‌جا که ذرات شگفت به جفت‌هایی تبدیل می‌شدند، دانشمندان خاصیت جدیدی موسوم به **شگفتی**[۹] را برای توصیف آن‌ها به کار بردند. با در نظر گرفتن شگفتی برابر با ۱+ برای مزون K^+، شگفتی سایر ذرات با استفاده از واکنش‌های مشاهده شده، به دست آمد. برای مثال واکنش زیر را در نظر بگیرید:

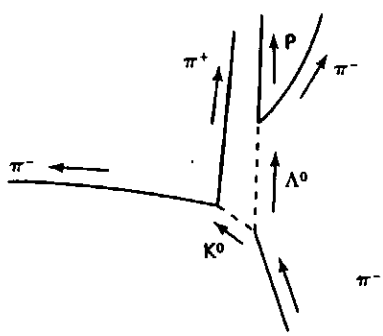
$$\pi^\circ + n \rightarrow K^+ + \Sigma^-$$

ذره‌ی سیگما منفی — مزون K مثبت — نوترون — مزون π خنثا

مزون π و نوترون هیچ‌کدام ذرات شگفت نیستند و از این‌رو شگفتی آن‌ها برابر با صفر است. با فرض آن‌که شگفتی در چنین واکنشی پایسته بماند، شگفتی ذره‌ی سیگما باید برابر با ۱- باشد. به عبارت دیگر:

(۱- + ۱+) مجموع شگفتی نهایی = (۰) مجموع شگفتی اولیه

شگفتی فقط در برهم‌کنش‌های قوی هسته‌ای پایسته می‌ماند و در برهم‌کنش‌های ضعیف هسته‌ای، شگفتی پایسته نمی‌ماند. بنابراین، واپاشی ذرات شگفت به ذرات غیرشگفت، فقط از طریق برهم‌کنش‌های ضعیف هسته‌ای میسر است.



شکل ۴. ذرات شگفت «پنهان»

ایده‌ی «شگفتی» برای تشکیل طرح‌هایی از مشاهده‌ها سودمند است، ولی به‌راستی «شگفتی» چیست؟ شگفتی خاصیتی مشابه بار الکترونی در یک تراز اتمی است. در قرن نوزدهم، دانشمندان بر اهمیت عدد اتمی واقف نبودند و تنها آن را راهی برای جدول‌بندی عناصر می‌دانستند. ولی امروزه می‌دانیم که عدد اتمی برابر با تعداد پروتون‌های داخل هسته‌هاست.[۱۰] مانند بار الکتریکی، شگفتیِ پاد ذره‌ی یک ذره‌ی شگفت، دارای علامت مخالف آن ذره است.

هادرون[۱۱]**ها ذراتی هستند که تحت تأثیر نیروهای قوی هسته‌ای قرار می‌گیرند.**

تمام هادرون‌ها، به‌جز پروتون، به ذرات دیگر وامی‌پاشند. تا سال ۱۹۶۰، تعداد هادرون‌ها بیش از ۲۰ عدد بود. هادرون‌های سنگین‌تر از پروتون، «باریون»، و هادرون‌های سبک‌تر از پروتون، «مزون» نامیده می‌شوند.

هنگامی که باریون‌ها و پاد باریون‌ها برهم‌کنش و یا واپاشی می‌کنند، تعداد کلّ باریون‌ها و پاد باریون‌ها ثابت می‌ماند، مگر آن‌که آن‌ها به یکدیگر تبدیل شوند. با در نظر گرفتن **عدد باریونی** ۱ برای هر باریون، ۱- برای هر پاد باریون و ۰ برای هر ذره‌ی دیگر، عدد باریونی کل در هر واکنشی تغییر نمی‌کند. به عبارت دیگر، **عدد باریونی کل، پایسته است**. این قاعده، روش پیش‌بینی وقوع و یا وقوع نیافتن یک برهم‌کنش است. برای مثال، واکنش زیر، از آن‌رو که عدد باریونی کل در آن پایسته نیست، به‌وقوع نمی‌پیوندد.

$$p + p \not\rightarrow p + p + n$$

تمام باریون‌ها به جز پروتون، ناپایدار هستند و معمولاً در محصولات نهایی واپاشی آن‌ها، یک پروتون حضور دارد.

نام	نماد	e/بار	شگفتی	u/جرم	نیم عمر
پروتون	p	۱	۰	۱	(پایدار) ∞
نوترون	n	۰	۰	۱	۱۵mins
مزون π	$\pi^{\pm}$	±۱	۰	$\frac{1}{7}$	10^{-8}s
	π^{0}	۰	۰	$\frac{1}{7}$	10^{-16}s
مزون K	$K^{\pm}$	±۱	±۱	$\frac{1}{2}$	10^{-8}s
	K^{0}	۰	+۱	$\frac{1}{2}$	10^{-8}s
	$\overline{K^{0}}$	۰	-۱	$\frac{1}{2}$	10^{-8}s
سیگما	$\Sigma^{\pm}$	±۱	-۱	۱/۲	10^{-10}s
	Σ^{0}	۰	-۱	۱/۲	10^{-20}s
لاندا	Λ^{0}	۰	-۱	۱/۱	10^{-10}s
ایکسی	Ξ^{0}	۰	-۲	۱/۳	10^{-10}s
	Ξ^{-}	-۱	-۲	۱/۳	10^{-10}s
دلتا	Δ^{++}	+۲	۰	۱/۳۳	10^{-23}s
	Δ^{+}	+۱	۰	۱/۳۳	10^{-23}s
	Δ^{0}	۰	۰	۱/۳۳	10^{-23}s
	Δ^{-}	-۱	۰	۱/۳۳	10^{-23}s
سیگما ستاره	$\Sigma^{\pm 0}$	±۱	-۱	۱/۴۹	10^{-23}s
	Σ^{*0}	۰	-۱	۱/۴۹	10^{-23}s
ایکسی ستاره	Ξ^{*0}	۰	-۲	۱/۶۴	10^{-23}s
	Ξ^{-*}	-۱	-۲	۱/۶۴	10^{-23}s

جدول۱

لپتون[12]**ها ذراتی هستند که تحت تأثیر نیروهای قوی هسته‌ای قرار نمی‌گیرند.**

الکترون‌ها، پوزیترون‌ها، موئون‌ها، نوترینوها و پادنوترینوها، مثال‌هایی از لپتون‌ها هستند. لپتون‌ها از طریق نیروهای هسته‌ای ضعیف با هادرون‌ها برهم‌کنش می‌کنند. مزون‌ها در غایت به لپتون‌ها و فوتون‌ها وامی‌پاشند. محصولات واپاشی باریون‌های ناپایدار، شامل لپتون‌ها و پروتون‌هاست. در این‌جا، تعدادی از واکنش‌های مشاهده شده که شامل لپتون‌ها و پروتون‌هاست آورده شده‌اند:

- $p \rightarrow n + \beta^{+} + \upsilon_e$
- $n \rightarrow p + \beta + \overline{\upsilon}_e$
- $p + \overline{\upsilon}_e \rightarrow n + \beta^{+}$

توجه کنید که نماد υ برای نوترینو و نماد $\overline{\upsilon}$ برای پاد نوترینو به کار رفته است. این واکنش‌ها ما را به ایده‌ای که به آن **پایستگی عدد لپتونی کل** می‌گویند، رهنمون می‌سازند. به عبارت دیگر، **عدد لپتونی** که به هر لپتون داده می‌شود، در یک برهم‌کنش، پایسته می‌ماند. با در نظر گرفتن ۱+ برای عدد لپتونیِ الکترون و نوترینو و ۱- برای عدد لپتونی پوزیترون و پاد نوترینو، واکنش‌های بالا مجاز هستند. به همین ترتیب، واکنش زیر از آن‌رو که پایستگی عدد لپتونی کل را نقض می‌کند، مجاز نیست.

$$p + e^{-} \not\rightarrow n + \overline{\upsilon}_e$$

کوارک‌ها[13]

جدول هادرون‌های شناخته‌شده تا سال ۱۹۶۰ به قرار جدول۱ است.

آیا می‌توانید برای آن‌ها طرح‌هایی را تشکیل دهید؟ باریون‌ها بسته به نیم عمرشان به دو دسته تقسیم می‌شوند. هشت‌تای آن‌ها را که در دسته‌ی با نیم عمر طولانی قرار می‌گیرند، می‌توان در یک «هشت‌تایی»[14] نشان داده شده در شکل ۵ قرار داد. مکان هر عضو از این هشت‌تایی، طبق بار و شگفتی آن رسم شده است.

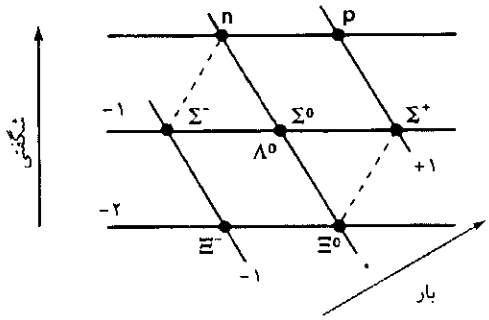
به این ترتیب می‌توان نقشی شبیه شکل ۶، برای گروه باریون‌های با نیم‌عمر کوتاه ترتیب داد. وقتی که در سال ۱۹۶۰، برای اولین‌بار این مثلث بزرگ رسم شد، به نظر می‌رسید که هنوز کامل نیست. برای کامل شدن آن باید ذره‌ای با بار ۱-

و شگفتی ۳- وجود می‌داشت. دانشمندان آن ذره را **امگا منفی** (Ω^-) نامیدند و بدین ترتیب، رقابتی برای کشف آزمایشگاهی Ω^- و تأئید وجود آن درگرفت؛ درست مانند دانشمندان قرن نوزدهم که عناصر جدید را براساس جدول تناوبی عناصر پیش‌بینی می‌کردند جرمی که برای این ذره پیش‌بینی کردند ۱/۷۹u (معادل ۱۶۸۰MeV) بود. این پیش‌بینی براساس دنباله‌ای از مقادیر جرم‌ها ۱/۳۳، ۱/۴۹، ۱/۶۴ و... صورت پذیرفت. درنهایت، Ω^- در سال ۱۹۶۳ از برخورد ذرات K^- با پروتون‌ها و ثبت آن بر صفحه‌های عکاسی، کشف شد.

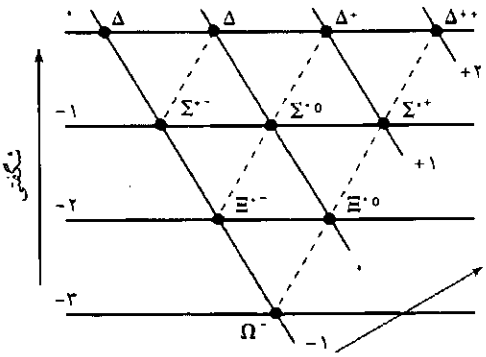
مدل کوارکی برای توصیف این طرح‌ها معرفی شد. **موری گلمان**[15] **و جورج زوئیگ**[16] جداگانه دریافتند که این طرح‌ها را می‌توان با ترکیب سه ذره‌ی بنیادی که آن‌ها را کوارک نامیدند، ساخت. این سه کوارک که فرض شده بود، دارای خواص متفاوتی هستند، به نام‌های «بالا»[17] و «پائین»[18] و «شگفت»[19] نامیده شدند. در ادامه خواهیم دید که چگونه مدل کوارکی، طرح شکل‌های ۷ و ۸ و طرح‌های مشابهی را برای مزون‌ها توضیح می‌دهد.

هر باریون از سه کوارک یا پاد کوارک ساخته شده است. برای مثال، یک پروتون از دو کوارک u (بالا) و یک کوارک d (پائین) درست شده است که بار پروتون را به درستی می‌دهد: $u+u+d=(\frac{2}{3}+\frac{2}{3}-\frac{1}{3})e=+1e$. و یک نوترون از یک کوارک u (بالا) و دو کوارک d (پائین) درست شده است که بار نوترون را به درستی، صفر به دست می‌دهد. طرح شکل‌های ۵ و ۶ را، همان‌گونه که در شکل‌های ۷ و ۸ نمایش داده شده است، می‌توان از ترکیب‌های متفاوت سه کوارک به دست آورد. (شکل ۹)

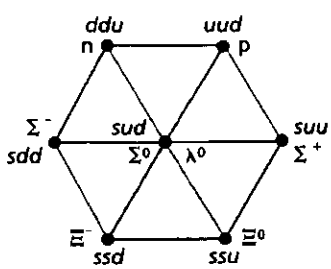
البته ما در این‌جا به این موضوع که چرا، هم ترکیب‌های کوتاه- عمر و هم بلند- عمر می‌توانند برای یک آرایش کوارکی ممکن باشند، نپرداخته‌ایم. برای مثال، ترکیب sdd می‌تواند، هم کوتاه- عمر و هم بلند- عمر باشد.[20] توضیح این مطلب در این مقال نمی‌گنجد. فقط می‌گوییم که این موضوع را نیز می‌توان با کمک مدل کوارکی توضیح داد.



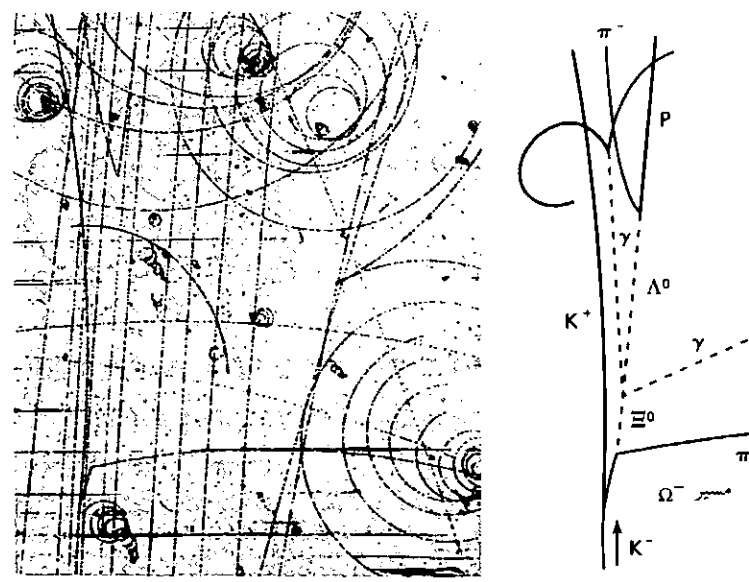
شکل ۵. باریون‌های با نیم عمر طولانی



شکل ۶. باریون‌های با نیم عمر کوتاه



شکل ۸. نقش [کوارکی] باریون‌های با نیم عمر طولانی



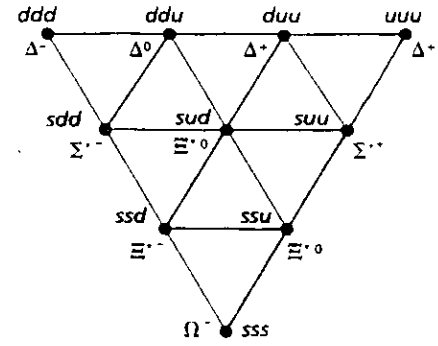
شکل ۷. کشف Ω^-

هر مزون از یک کوارک و یک پادکوارک ساخته شده است. برای مثال، مزون π^+ از یک کوارک u (بالا) و یک کوارک d (پادپائین) درست شده است. و یک مزون K^-، از یک کوارک s (شگفت) و یک کوارک $\bar{u}$ (پاد بالا) ساخته شده است. در نقش‌بندی شکل ۱۰، ترکیب کوارکی مزون‌های با طول عمر بالا رسم شده است.

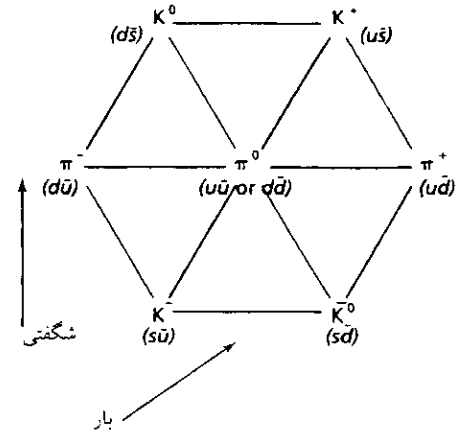
دلیل وجود کوارک‌ها به طور غیرمستقیم و با استفاده از شتابدهنده‌های ذرات به‌دست می‌آید. هنگامی که الکترون‌های پرانرژی ($\approx$ ۲۰GeV) به سمت پروتون‌ها شلیک شدند، در مواردی پراکندگی‌هایی با زوایای بسیار بزرگ مشاهده گردید که دانشمندان را بر آن داشت تا پروتون‌ها را ساخته شده از ذراتی نقطه گون بپندارند. اندازه‌گیری‌ها نیز، در توافق کامل با مدل کوارکی بودند.

امروزه دانشمندان بر این باورند که بیش از سه **طعم**[۲۱] کوارکی وجود دارد و در واقع، تعداد کوارک‌ها برابر شش عدد است. مشابه شش لپتون شناخته شده، شش کوارک وجود دارد، که همان‌گونه که در شکل ۱۱ نشان داده شده است، سه نسل را تشکیل می‌دهند. نتیجه‌های آزمایشگاهی وجود پنج عضو از این خانواده‌ی کوارکی را تأئید کرده است. آزمایشگرانِ آزمایشگاه فرمی[۲۲] در شیکاگو، با استفاده از برخورددهنده‌ی تواترون[۲۳]، از برخورد پروتون ـ پادپروتون با انرژی ۱۸۰۰GeV، به شواهدی بر وجود کوارک ششم (کوارک سر[۲۴]) دست یافته‌اند.

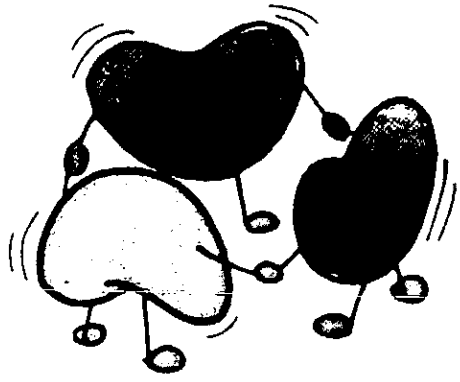
امروزه بر این باورند که همه‌ی مواد، از کوارک‌ها و یا لپتون‌ها ساخته شده‌اند. پادماده نیز از پادکوارک‌ها و پادلپتون‌ها ساخته شده است. با این حال، ساختارهای کوارکی، دوتایی و یا سه‌تایی هستند.[۲۵] هر کوارک می‌تواند طعم خود را با گسیل یک لپتون تغییر دهد.



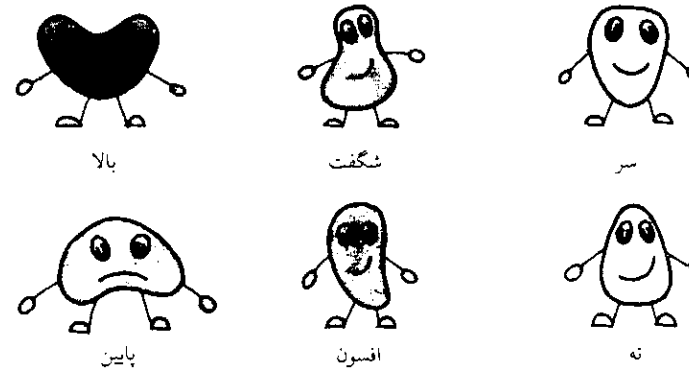
شکل ۹ . نقش [کوارکی] باریون‌های با نیم عمر کوتاه



شکل ۱۰ . ساختار کوارکی مزون‌ها



شکل ۱۱ (ب) ساختن یک پروتون (uud)



شکل ۱۱ (الف) خانواده‌ی کوارکی؛

افزایش جرم	بار $= +\frac{2}{3}e$	بار $= -\frac{1}{3}e$
	بالا	پایین
	افسون	شگفت
	سر	ته

شکل ۱۱ (ج) کوارک‌ها به ترتیب بار و جرم

قاعده‌های پایستگی

وقتی که دو ذره با یکدیگر برهم‌کنش می‌کنند و یا یک ذره وامی‌پاشد، قاعده‌های پایستگی، محصولات محتمل آن برهم‌کنش و یا واپاشی را تعیین می‌کنند. جدا از پایستگی انرژی و پایستگی تکانه که باید در همه‌ی واکنش‌ها برقرار بمانند، پایستگی بار، پایستگی باریون‌ها، پایستگی لپتون‌ها و پایستگی شگفتی نیز باید برقرار باشد. این قاعده‌های پایستگی صرفاً با شمارش اعداد در دو سوی یک واکنش یا واپاشی، به‌سادگی قابل بررسی هستند.

پایستگی بار: بار کل پیش از یک واکنش، برابر با بار کل پس از آن واکنش است.

پایستگی باریون‌ها: عدد باریونی کل، پیش از یک واکنش برابر با عدد باریونی کل پس از آن واکنش است. (توجه کنید که هر باریون از سه کوارک ساخته شده و عدد باریونی ۱+ را داراست. و یک پادباریون، ترکیبی از سه پادکوارک است و عدد باریونی ۱- را دارد. بنابراین عدد باریونی هر کوارک $+\frac{۱}{۳}$ و عدد باریونی هر پادکوارک $-\frac{۱}{۳}$ است.)

پایستگی لپتون‌ها: عدد لپتونی کل، پیش از یک واکنش برابر با عدد لپتونی کل پس از آن واکنش است. (توجه شود که عدد لپتونی یک لپتون برابر ۱+ و عدد لپتونی که پادلپتون برابر ۱- است.)

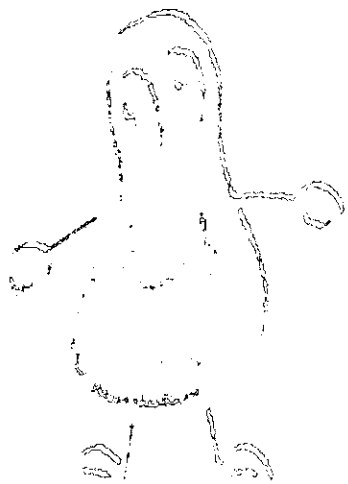
پایستگی شگفتی: شگفتی کل، پیش از یک واکنش یا واپاشی برابر شگفتی کل پس از آن واکنش یا واپاشی است؛ در صورتی که آن واکنش بر اثر برهم‌کنش‌های قوی رخ داده باشد.

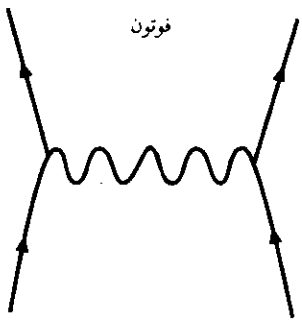
پیش به سوی وحدت نیروها

تا همین اواخر، دانشمندان به چهار نیروی بنیادی مجزا در طبیعت باور داشتند: نیروی گرانش، نیروی الکترومغناطیسی، نیروی هسته‌ای قوی و نیروی هسته‌ای ضعیف. در قرن نوزدهم، **جیمز کلارک ماکسول** ثابت کرد، نیروهای مغناطیسی و الکتریکی نیروهای یکسانی هستند. آزمایش‌های ذره‌ای جدید نیز ثابت کرده‌اند که نیروهای الکترومغناطیسی و هسته‌ای ضعیف یک نوع واحد از نیرو هستند که تحت عنوان نیروی «الکترو ضعیف»[۲۶] نامیده می‌شوند.

نیروهای الکترومغناطیسی مسؤول دفع یا جذب ذرات باردار از همدیگرند. **ریچارد فاینمن**[۲۷]، به خاطر آن‌که ثابت کرد انرژی میدان الکترومغناطیسی اطراف هر ذره‌ی باردار کوانتیده است و به هنگام برهم‌کنش ذرات باردار، آن‌ها **فوتون‌های مجازی**[۲۸] مبادله می‌کنند، برنده‌ی جایزه‌ی نوبل شد. عبارت «مجازی» از آن‌رو به کار رفته است که این مبادله قابل مشاهده نیست. این فرایند را می‌توان با **نمودار فاینمن**[۲۹] در شکل ۱۲ نشان داد. در این نمودار، دو الکترون که به هم نزدیک می‌شوند، همدیگر را پس می‌زنند.

نیروی هسته‌ای قوی که نوترون‌ها و پروتون‌ها را در هسته در کنار یکدیگر نگه می‌دارد، اثر باقیمانده[۳۱] از نیروهای بی‌نهایت قوی است که کوارک‌ها را نیز در پروتون‌ها و نوترون‌ها در کنار هم نگه می‌دارد. وقتی که مدل کوارکی پیشنهاد شد، دانشمندان بر این باور بودند که قاعده‌های مکانیک کوانتومی، همان‌گونه که تعداد الکترون‌های مجاز در هر پوسته‌ی اتمی را محدود می‌کنند، مانع از وجود باریون‌های ساخته شده از کوارک‌های یکسان می‌شوند، تا این‌که در آزمایش‌های ذره‌ای، به‌وجود





شکل ۱۲. نمودار فاینمن برای نمایش پراکندگی e^-e^-

ریچارد فاینمن یک فیزیکدان نظری درخشان بود که در سال ۱۹۶۵ به خاطر نظریه‌اش تحت عنوان الکترودینامیک کوانتومی (QED) مفتخر به اخذ جایزه‌ی نوبل فیزیک شد. او روح به چالش کشیدن ایده‌های پذیرفته شده را در دانشجویانش می‌دمید. خواندن کتاب خاطرات او تحت عنوان «حتماً شوخی می‌کنید آقای فاینمن»[۳۰] از واجبات است!

باریون‌هایی با سه کوارک با طعم یکسان پی بردند.

مدل کوارکی، با ابداع یک ویژگی فیزیکی که سه کوارک با طعم یکسان در باریون را از هم متمایز می‌ساخت، نجات یافت. برای این ویژگی از عبارت **رنگ** استفاده شد و به هریک از سه کوارک بار رنگی متفاوتی نسبت داده شد: قرمز، آبی و سبز. باریون به طور کلی بار رنگی ندارد، زیرا رنگ‌ها در باریون همدیگر را خنثا می‌کنند![۳۲] همین طور مزون هم، بار رنگی ندارد، چرا که از یک کوارک با یک بار رنگی معین (مثلاً قرمز) و یک پادکوارک با بار رنگی متضاد آن (مثلاً پادقرمز) ساخته شده است.

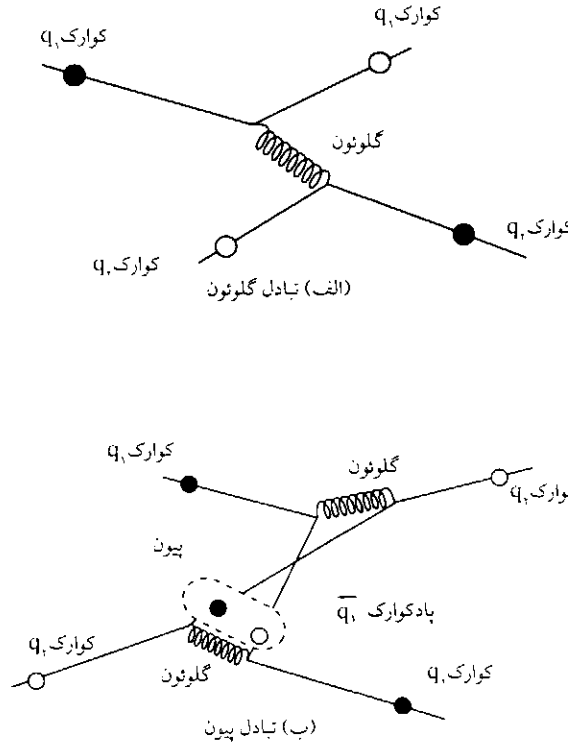
چرا کوارک‌ها به صورت دوتایی یا سه‌تایی تشکیل می‌شوند؟ قانون بارهای کوارکی بیان می‌دارد که رنگ و پادرنگ و نیز رنگ‌های متفاوت همدیگر را جذب می‌کنند؛ ولی رنگ‌های یکسان یکدیگر را دفع می‌کنند. بنابراین، هر باریون شامل سه کوارک قرمز، آبی و سبز، و هر مزون شامل یک رنگ و پادرنگ آن است.

گمان می‌رود که کوارک‌ها با مبادله‌ی ذراتی به نام **گلوئون**[۳۳] بر یکدیگر نیرو وارد می‌کنند. بر اثر این فرایند، رنگ دو کوارک درگیر مبادله می‌شود. در سال ۱۹۷۹، با استفاده از برخوردهای پرانرژی الکترون، برای نخستین بار به شواهدی آزمایشگاهی برای گلوئون‌ها و بارهای رنگی دست یافتند. شکل ۱۳ (الف)، نمودار فاینمن برای مبادله‌ی گلوئون‌ها بین کوارک‌ها در باریون‌ها را نشان می‌دهد. نیروی بین کوارک‌ها بر اثر مبادله‌ی گلوئونی، **نیروی رنگ**[۳۴] نامیده شده است. وقتی که دو باریون برهم‌کنش می‌کنند، چه رخ می‌دهد؟ یکی از کوارک‌ها یک گلوئون گسیل می‌کند که به نوبه‌ی خود، یک جفت کوارک ـ پادکوارک مطابق شکل ۱۳ (ب) می‌آفریند. نخستین کوارک و پادکوارک تشکیل یک مزون π می‌دهند و باریون دیگر را در جایی که پادکوارک، یک کوارک را به منظور تشکیل یک گلوئون دیگر نابود می‌کند، قطع می‌کند. نیروی قوی هسته‌ای، بقایای نیروی رنگ با یک ذره‌ی تبادلی به نام مزون π است.

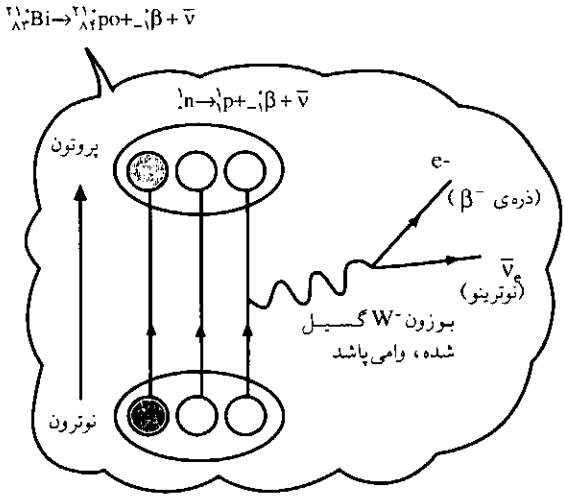
نیروی هسته‌ای ضعیف، مسؤول فرایندهایی از قبیل واپاشی بتاست. برای مثال، یک ذره‌ی β^- در نتیجه‌ی تبدیل یک نوترون به یک پروتون، گسیل می‌شود. چون آرایش کوارکی نوترون udd و آرایش کوارکی پروتون uud است، دلیل گسیل β^-، تبدیل ناگهانی یک کوارک پائین به یک کوارک بالا و به عبارت دیگر، تغییر طعم کوارکی است.

نظریه‌ی نیروی هسته‌ای ضعیف در اواخر دهه‌ی ۶۰ میلادی با بسط مدل قدیمی‌تر **استیون گلاشو**[۳۵]، توسط **استیون واینبرگ**[۳۶] و **عبدالسلام**[۳۷] مطرح شد. بر اساس این نظریه، وقتی که یک نوترون به یک پروتون تبدیل می‌شود، ذره‌ی بارداری به نام بوزون W گسیل می‌شود که خود به یک ذره‌ی β^- و یک پادنوترینوی الکترون وامی‌پاشد. همچنین، براساس این نظریه، یک لپتون می‌تواند، با یک باریون توسط تبادل یک بوزون W، برهم‌کنش کند. بنابراین بوزون W، ذره‌ی تبادلی نیروی ضعیف است. فوتون، دو بوزون W (W^- و W^+) و بوزون Z، حامل‌های برهم‌کنش‌های الکترو ـ ضعیف و مسؤول پراکندگی غیرالکترومغناطیسی لپتون‌ها هستند.

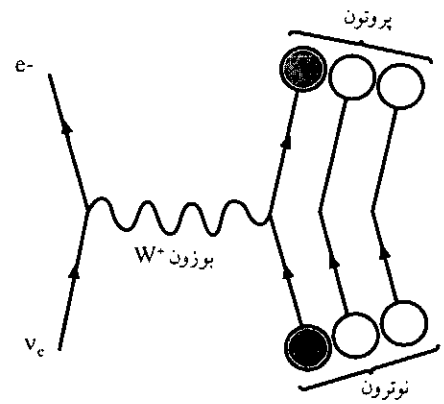
شاهد تجربی برای وجود بوزون‌های W نخستین بار در شتابدهنده‌ی SPS سرن در سال ۱۹۸۲ به دست آمد. گلاشو، واینبرگ و سلام برای نظریه‌ی بوزون‌های W در سال ۱۹۷۹ برنده‌ی جایزه‌ی نوبل فیزیک شدند.



شکل ۱۳. گلوئون‌ها و بار



(الف) واپاشی β^-



(ب) پراکندگی نوترینو- نوترون

شکل ۱۴ . بوزون W

در آغاز [آفرینش]

دانشمندان بر این باورند که پروتون پایدار نیست و نیم عمر آن را بیش از $۱۰^{۳۲}$ سال تخمین زده‌اند . این نظریه براساس تلاش‌هایی است که برای وحدت برهم‌کنش‌های الکترو-ضعیف و قوی صورت گرفته است . آن‌ها بر این باورند که این دو، در $۱۰^{-۵}$ s پس از مهبانگ[۳۸]، در عالم آغازین از هم جدا شده‌اند . در لحظه‌های اولیه‌ی عالم[۳۹]، یعنی $۱۰^{-۳۵}$ s پس از مهبانگ، جهان از کوارک‌ها، لپتون‌ها و بوزون‌ها در فضایی که اندازه‌ی آن از یک میلی‌متر تجاوز نمی‌کرد، ساخته شد . امروزه عالم به بیش از ۱۲۰۰۰ میلیون سال نوری انبساط یافته است و غالباً از کوارک‌های بالا و کوارک‌های پائین، فوتون‌ها، الکترون‌ها و نوترینوها تشکیل یافته است . چه کسی به این ذرات نظم بخشیده است؟

پرسش‌های زیادی برای پاسخ گفتن باقی مانده‌اند . شاید هیچ‌گاه پاسخ برخی از آن‌ها را نیابیم و شاید یافتن بعضی از پاسخ‌ها، به طرح پرسش‌های بیش‌تری بینجامد . امیدوارم شما از این نگاه اجمالی به کرانه‌های دنیای فیزیک امروز لذت برده باشید .

زیرنویس

1. Hideki Yukawa
2. hunt
3. Cecil Powl

۴ . سلسله جبالی بین فرانسه و اسپانیا (مترجم) .

۵ . البته در اکثر کتاب‌های ذرات بنیادی، دلیل این نامگذاری به این موضوع برمی‌گردد که زمان ایجاد این ذرات مشخص کننده برهم‌کنش قوی ($۱۰^{-۲۳}$s) و زمان واپاشی آن‌ها مشخص کننده برهم‌کنش‌های ضعیف ($۱۰^{-۱۰}$s) است . (مترجم) .

6. muon
7. muon neutrino
8. hyperon
9. strangeness

۱۰ . منظور این است که هرچند شگفتی ظاهراً عددی است که در برهم‌کنش‌های قوی پایسته می‌ماند، ولی مشابه عدد اتمی می‌تواند بیانگر ویژگی عمیق‌تری از هسته باشد (مترجم) .

11. hadron
12. lepton
13. quark
14. octet

۱۴ . به این هشت‌تایی، اصطلاحاً راه «هشتگانه‌ی گلمان» نیز می‌گویند (مترجم) .

15. Murray Gell-Mann
16. George Zweig
17. UP
18. down
19. strange

۲۰ . اگر به شکل‌های ۸ و ۹ رجوع کنید درمی‌یابید که sdd هم می‌تواند آرایش کوارکی ذره‌ی بلند- عمر Σ^- و هم ذره‌ی کوتاه- عمر Σ^{*-} باشد (مترجم) .

21. flavour
22. Fermi lab
23. tevatron collider
24. top

۲۵ . منظور آن است که هیچ ذره‌ای ساخته شده از بر فرض چهار، پنج و... کوارک وجود ندارد . ساختارهای دوتایی مربوط به مزونی و سه تایی مربوط به باریونی است (مترجم) .

26. electroweak
27. Richard Feynman
28. virtual photon
29. Feynman diagram
30. surely you're joking Mr. Feynman
31. residual effect

۳۲ . منظور آن است که چون قرمز، آبی و سبز رنگ‌های اصلی در اپتیک هستند، از تلفیق آن‌ها به مقدار مساوی، سفید حاصل می‌شود که به بی‌رنگی تعبیر می‌شود! (مترجم) .

33. gluon
34. colour force
35. Stephen Glashow
36. Stephen Weinberg
37. Abdus Salam
38. Big Bang
39. very early universe

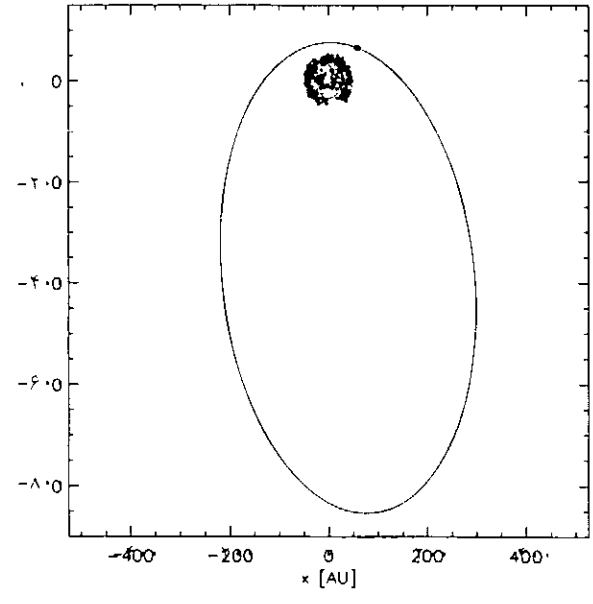
منبع

Breithaupt, Jim. New understanding physics for advanced level. Nelson Thornes Ltd. 2000. p-p: 650-658.

جایی در دوردست‌های تاریک

شبه‌سیاره‌های منظومه‌ی شمسی در گردشند

ترجمه و گردآوری:
زهرا کلامی



شکل ۱ . تصویر و مدار حرکت سدنا به دور خورشید

جرم بزرگ و مرموزی در دورترین نقطه‌ی منظومه‌ی شمسی، در فاصله‌ی ۱۰ بیلیون کیلومتری از زمین، کشف شده است. این جرم تازه یافته شده که «سدنا» نامیده می‌شود، در دورترین فاصله از خورشید که سه برابر فاصله‌ی خورشید از پلوتون است، به دور آن می‌چرخد. فاصله‌ی زمین تا خورشید فقط ۱۵۰ میلیون کیلومتر است که آن را یک واحد نجومی (Au) می‌نامند. حال، فاصله‌ی سدنا از خورشید ۹۰ Au است. مدار آن به دور خورشید، بیضی کشیده‌ای است (شکل ۱)، و احتمالاً ۱۰۵۰۰ سال طول می‌کشد تا این شبه‌سیاره[1] یک‌بار دور خورشید بچرخد.

شکل ۲ . سدنا جسم بزرگ کمربند کویپر که فراتر از پلوتون قرار گرفته است . یک قمر فرضی نزدیک آن وجود دارد . خورشید به صورت نقطه‌ای کوچک در فاصله‌ی ۱۳ بیلیون کیلومتری آن قرار دارد .

سدنا قرمز و بسیار درخشان است . گمان می‌رود که این شبه‌سیاره ، پس از مریخ سرخ‌ترین جسم در منظومه‌ی شمسی باشد . دمای سطح آن ۴۰۰ - درجه‌ی فارنهایت است . گاهی از این سردتر هم می‌شود ، زیرا طی گردش طولانی خود به دور خورشید ، فقط برای مدت کوتاهی به آن نزدیک می‌شود .

چون سرعت گردش سدنا به دور خورشید کندتر از مقداری است که انتظار می‌رود ، منجمان فکر می‌کنند ، می‌تواند قمری طبیعی هم داشته باشد که به دور آن در حرکت است . اما از این موضوع مطمئن نیستند . وقتی منجمان با تلسکوپ «هابل» به سدنا نگاه کردند ، قمری ندیدند ؛ گرچه ممکن است در آن زمان این قمر پشت سدنا قرار گرفته باشد .

اندازه‌ی سدنا چه قدر است؟ توده‌ی صخره‌ای و یخی سدنا ، بزرگ‌ترین جسمی است که پس از کشف پلوتون در سال ۱۹۳۰ م یافته شده است و به دور خورشید می‌چرخد .

منجمان ، با استفاده از تلسکوپ فضایی هابل توانستند ، حد بالای اندازه‌ی این شبه‌سیاره را محاسبه کنند . به نظر می‌رسد اندازه‌ی آن در حدود سه‌چهارم قطر پلوتون باشد ؛ یعنی قطر آن ۱۶۰۰ کیلومتر است (شکل ۲) .

گرچه سدنا از پلوتون کوچک‌تر است ، اما حجم آن از کل شبه سیاره‌های منظومه‌ی شمسی بیش‌تر است . از طرف دیگر ، جرم سدنا احتمالاً فقط یک‌صدم جرم کمربند سیارکی است ؛ زیرا به جای صخره از یخ تشکیل شده است .

جدول ۱ . مقایسه‌ی اندازه : در سال‌های اخیر ، منجمان چند جسم بزرگ را فراتر از نپتون یافته‌اند . در این‌جا ابعاد تقریبی برخی از این اجسام آمده است .

نام جسم	سال اکتشاف	قطر بر حسب کیلومتر
سدنا	۲۰۰۴	۱۶۰۰
DW ۲۰۰۴	۲۰۰۴	۱۶۰۰
کواوار[۳]	۲۰۰۲	۱۲۰۰
ایکسیون[۴]	۲۰۰۱	۱۰۶۰
وارنوا[۵]	۲۰۰۰	۹۰۰
پلوتون	۱۹۳۰	۱۵۱۵۰

جدول ۲ . سیارات منظومه‌ی شمسی : اندازه و فاصله‌ی آن‌ها

نام سیاره	قطر (کیلومتر)	فاصله از خورشید (کیلومتر)
عطارد	۴۸۸۰	$۵۷/۹ \times ۱۰^{۶}$
زهره	۱۲۱۰۰	۱۰۸×۱۰^{۶}
زمین	۱۲۸۰۰	۱۵۰×۱۰^{۶}
مریخ	۶۷۹۰	۲۲۸×۱۰^{۶}
مشتری	۱۴۳۰۰۰	۷۷۸×۱۰^{۶}
زحل	۱۲۰۰۰۰	۱۴۳۰×۱۰^{۶}
اورانوس	۵۱۸۰۰	۲۸۷۰×۱۰^{۶}
نپتون	۴۹۵۰۰	۴۵۰۰×۱۰^{۶}
پلوتون	۲۳۰۰	۵۹۰۰×۱۰^{۶}

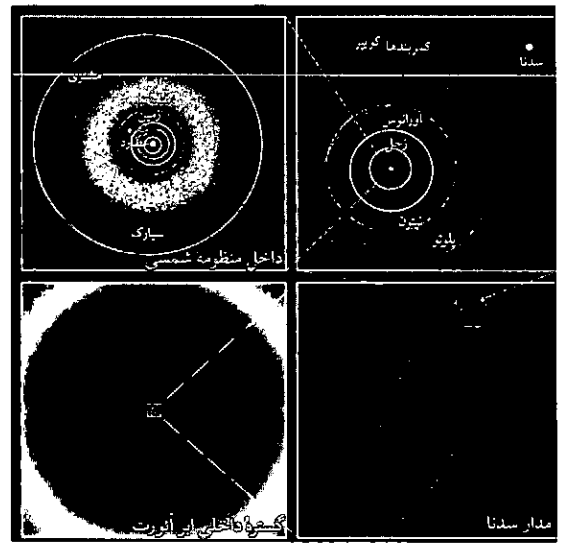
یابندگان

مایکل براون[۱]، از منجمان «انستیتوی فناوری کالیفرنیا»، رهبر گروهی بود که سدنا را در ۱۴ نوامبر ۲۰۰۳ کشف کردند و رسماً آن را ۲۰۰۳ VB۱۲ نامیدند. گروهی متشکل از انستیتوی فناوری کالیفرنیا، رصدخانه‌ی «پیل» و رصدخانه‌ی «جمینی» در هاوایی، از تلسکوپ ۴۸ اینچی «ساموئل اوسچین»[۶] در رصدخانه‌ی «مونت پالومار»[۷] در کالیفرنیا استفاده کردند. سپس از تلسکوپ فضایی «اسپیتزر»[۸] و رصدخانه‌ی «تناگرا»[۹] در آریزونا برای تأئید وجود سدنا و اندازه‌گیری ابعادش استفاده شد (شکل ۴).

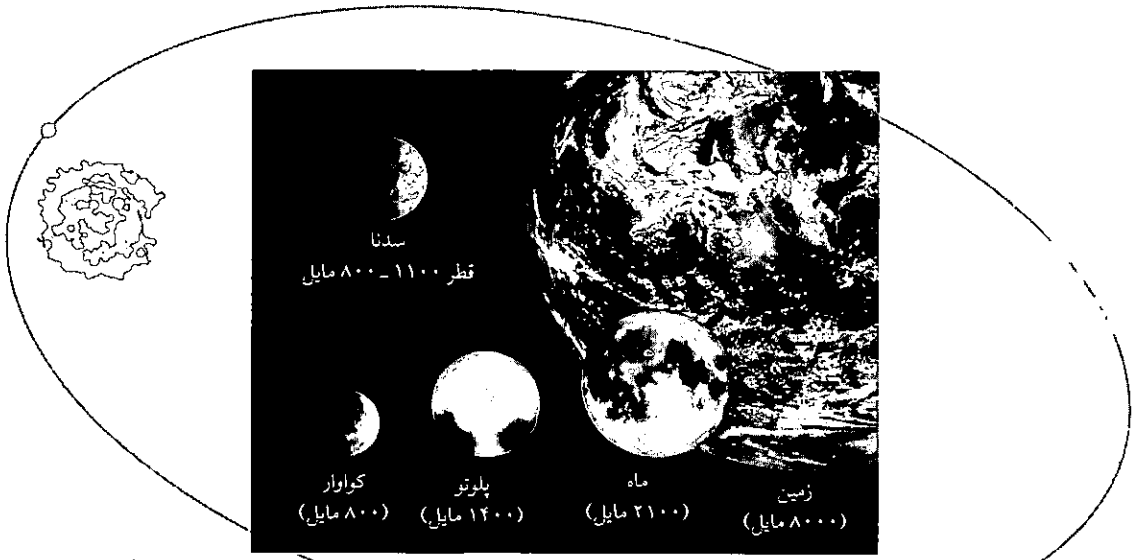
براون این جسم را به نام الهه‌ی افسانه‌ای دریا در فرهنگ اسکیموها، سدنا نامید. آورده‌اند که پدرش این الهه را در آب‌های بسیار سرد قطبی انداخت. این نامگذاری مناسب به‌نظر می‌رسد، زیرا سدنا ممکن است سردترین جسم در منظومه‌ی شمسی باشد.

اسکیموها مردمان بومی هستند که در شمال کانادا، «کبک شمالی» و «لابرادور» زندگی می‌کنند و غذای خود را از ماهیگیری و شکار حیوانات به‌دست می‌آورند. نام رسمی سدنا ۲۰۰۳ VB۱۶ است.

سدنا دورترین جسم از خورشید در منظومه‌ی شمسی است که تاکنون یافته شده. فاصله‌ی آن به اندازه‌ای زیاد است که ساعت‌ها طول می‌کشد تا نور خورشید به آن برسد. کشف این نوع اجسام و اندازه‌گیری این اجسام متعلق به «کمربند کویپر»[۱۰]، شناخت تازه‌ای از منشأ و دینامیک سیارات، و جمعیت اسرارآمیز اجسامی به‌دست می‌دهد که در مرزهای منظومه‌ی شمسی سکونت دارند.



شکل ۳ . می‌توان اندازه‌ی سدنا را با استفاده از یک تلسکوپ گرمایی اندازه گرفت که گرمای گسیل‌شده از سطح آن را اندازه می‌گیرد.



شکل ۴ . خورشید در میان انبوهی از اجسام در منظومه‌ی شمسی . می‌توانید سدنا را در فاصله ۹۰ Au (۹۰ یکای نجومی و برابر فاصله‌ی زمین تا خورشید، یعنی در حدود ۱۳۵۰۰ میلیون کیلومتر است) ببینید .

کمربند کوپیر

خورشید ستاره‌ای است که چند سیاره‌ی بزرگ و تعدادی اجسام کوچک‌تر مانند شبه‌سیاره‌ها، دنباله‌دارها، و سیارک‌ها به دور آن می‌گردند . خورشید و اجسام تحت کنترل آن را «منظومه‌ی شمسی» می‌نامند .

به مدت چند دهه، فقط نُه جسم بزرگ عطارد، زهره، زمین، مریخ، مشتری، زحل، اورانوس، نپتون، پلوتون را جزو این منظومه به‌حساب می‌آوردند . اما در سال‌های اخیر بعضی منجمان، سیاره نامیدن پلوتون را زیر سؤال برده‌اند . آن‌ها می‌گویند که فقط هشت سیاره وجود دارند و پلوتون را در ردیف شبه‌سیاره‌های کمربند کوپیر، مانند سدنا، کواوار و ۲۰۰۴DW می‌گذارند .

پلوتون، سدنا، کواوار و ۲۰۰۴DW در کمربند کوپیر قرار دارند . این کمربند، میدان یخی تکه‌پاره‌های اجسام دنباله‌دار مانندی است که تا حتی یک بیلیون مایل یا بیش‌تر، فراتر از مدار نپتون گسترش یافته است .

روی‌هم‌رفته، کمربند کوپیر حلقه‌ای مداری به دور خورشید است . درواقع، ناحیه‌ای کم‌نور و قدیمی به دور از خورشید است که تکه‌های کوچک و سخت صخره و یخ در آن قرار دارند . این کمربند تا اندازه‌ای شبیه تکه‌پاره‌های صخره‌ای موجود در کمربند سیارکی است که بین مریخ و مشتری قرار دارد . با این همه، کمربند کوپیر حاوی ماده‌ای بیش از مجموع همه‌ی سیارک‌هاست .

منجمان بر این باورند که اجسام بسیار بیش‌تری در کمربند کوپیر وجود دارند و ممکن است، در چند سال آینده موجودات بزرگ‌تری در دوردست‌های سرد و تاریک منظومه‌ی شمسی کشف شوند . تلسکوپ‌های فضایی هابل و اسپیتزر، ابزارهای ارزشمندی برای رصدهایی هستند که به محاسبه‌ی اندازه‌ها انجامیده‌اند .

ابر اُئورت

شبه‌سیاره‌های بزرگ مانند سدنا و کواوار، همین‌طور دنباله‌دارها و اجسام کوچک‌تر، ممکن است بخشی از ماده‌ای باشند که منجمان آن را «ابر اُئورت»[11] می‌نامند . این ابر احتمالاً در روزهای اولیه‌ی تشکیل منظومه‌ی شمسی، بر اثر گرانی ستاره‌ای غیر متعارف در نزدیکی خورشید، به‌وجود آمده است . امکان دارد که خورشید در میان خوشه‌ای از ستارگان متولد شده باشد . به این معنی که ممکن است، ستارگانی بسیاری در آغاز بدان نزدیک بوده‌اند . زمان تقریبی تولد خورشید ۴/۶ بیلیون سال قبل است . ابر اُئورت ممکن است از خورشید تا نیمی از فاصله‌ی ما تا نزدیک‌ترین ستاره امتداد داشته باشد . بعضی از اوقات، ستارگانی که از کنار این ابر می‌گذرند، دنباله‌دارهایی را به نواحی منظومه‌ی شمسی در نزدیکی زمین هُل می‌دهند .

زیرنویس :

۱ . شبه‌سیاره‌ها یا سیاره‌های کوچک، توده‌هایی از ماده در فضا هستند . آن‌ها از تکه‌پاره‌هایی تشکیل شده‌اند که شکل نامنظم دارند و معمولاً صخره‌ای هستند .

2. Michael Brown
3. Quaoar
4. Ixion
5. Varnua
6. Samuel Oschin
7. Mount Palomar
8. Spitzer
9. Tenagra
10. Kuiper Belt
11. Oort Cloud

منابع :

http://www.gps.caltech.edu/~mbrown/senda

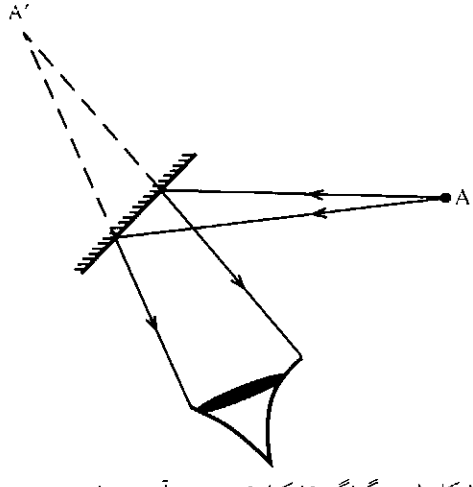
شیشه به عنوان
کاهش‌دهنده‌ی نور
در آینه‌ی بالای سر

علی راهبی

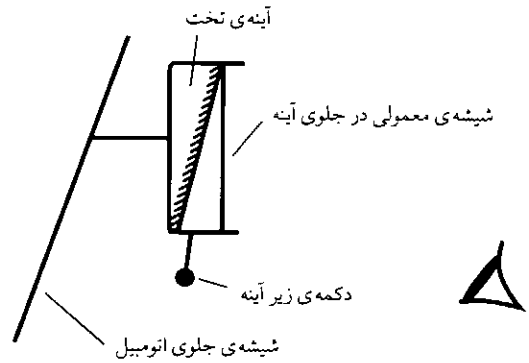
چکیده

یکی از عواملی که رانندگی را در شب خسته‌کننده می‌کند، نور چراغ‌های جلوی اتومبیل‌هایی است که در پشت سر با نور بالا حرکت می‌کنند. این نورها پس از بازتاب از آینه‌ی بالای سر راننده، چشم او را آزار می‌دهند. برای غلبه بر این مشکل، در آینه‌های بالای سر راننده سازوکاری تعبیه شده است که با استفاده از یک شیشه و با شرایط خاصی در جلوی یک آینه‌ی تخت جاسازی شده است، و نور آزاردهنده‌ی چراغ‌های اتومبیل‌های عقبی را تا حد قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌دهد. در این مقاله به شرح سازوکار این آینه‌ها می‌پردازیم.

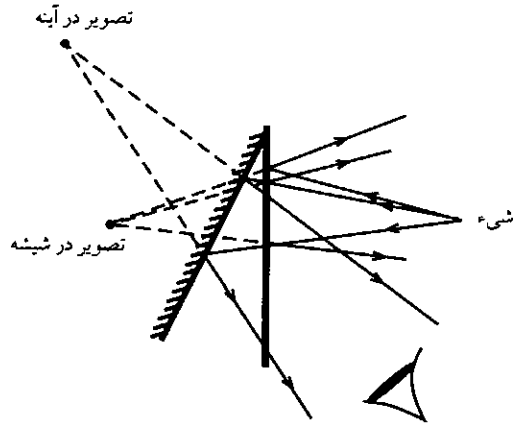
شکل ۱، نحوه‌ی تشکیل تصویر را در آینه‌ی تخت نشان می‌دهد که برای توضیح سازوکار این آینه‌ها لازم است.



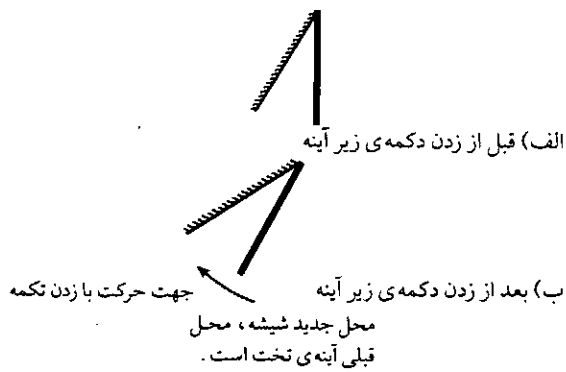
شکل ۱. چگونگی تشکیل تصویر در آینه‌ی تخت



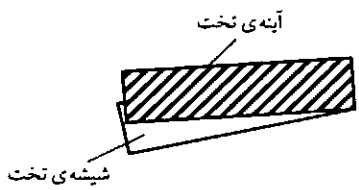
شکل ۲ . برشی از پهلو ، مربوط به آینه‌ی بالای سر راننده در داخل اتومبیل



شکل ۳ . چشم ، تصویر تشکیل شده در آینه را می‌بیند .



شکل ۴



شکل ۵ . در آینه‌های قدیمی‌تر ، زاویه‌ی بین آینه و شیشه در یک گوشه قرار داده می‌شد .

در این نوع آینه‌ها ، از یک آینه‌ی تخت و یک شیشه استفاده شده که در جلوی آن با زاویه‌ی خاصی قرار داده شده است . همچنین ، دکمه‌ای به منظور تعویض جای آینه و شیشه‌ی جلوی آن ، زیر آینه تعبیه شده است (شکل ۲) .

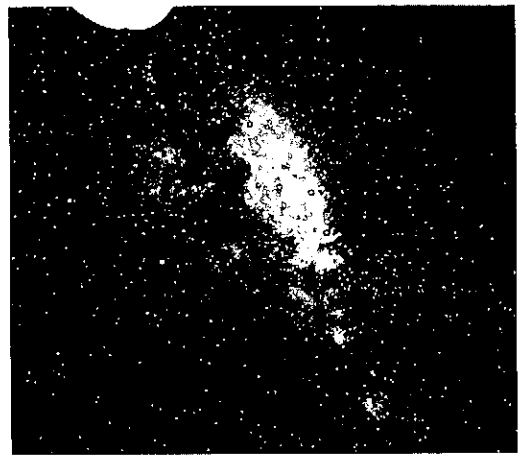
ابتدا راننده آینه‌ی بالای سرش را طوری تنظیم می‌کند که تصویر اجسام را از طریق آینه‌ی تخت واقع در پشت شیشه جلوی آینه ، مشاهده کند . در این حالت ، قسمت اعظم نور از شیشه‌ی جلوی آینه عبور می‌کند و تصویر جسم که در شیشه تشکیل می‌شود ، در محل دید شخص نیست .

می‌دانیم که نور هنگام عبور از شیشه فقط کمی جابه‌جا می‌شود .

دکمه‌ی زیر آینه طوری طراحی شده است که با فشردن آن به سمت پائین ، قسمت پائین مجموعه‌ی آینه به عقب می‌رود و شیشه‌ی جلوی آینه ، درست در محل قبلی آینه‌ی تخت قرار می‌گیرد و آینه‌ی تخت پشت آن نیز کمی عقب‌تر می‌رود .

در این حالت تصویر تشکیل شده در شیشه‌ی جلوی آینه‌ی تخت به چشم راننده می‌رسد ، ولی چون قسمت اعظم نور از شیشه عبور کرده ، شدت نور رسیده به چشم راننده ، به مقدار بسیار زیادی کاهش یافته است . درنتیجه ، چشم راننده هنگام رانندگی در شب کم‌تر دچار خستگی ناشی از رسیدن نور با شدت زیاد به چشم می‌شود .

لازم به تذکر است که در برخی از آینه‌های مدل‌های قدیمی‌تر ، جابه‌جایی آینه به صورت افقی انجام می‌گرفت ؛ به طوری که دکمه‌ی زیر آینه ، آینه را در راستای افقی جابه‌جا می‌کرد . به هرحال در این حالت نیز با زدن دکمه ، جای شیشه و آینه تغییر می‌کرد .



پرسش و پاسخ

کریستین لوت ویلر
مترجم: مریم عباسیان

اشاره

این دو سؤال و پاسخ آن‌ها از مجله‌ی «Scientific American» ترجمه شده است.

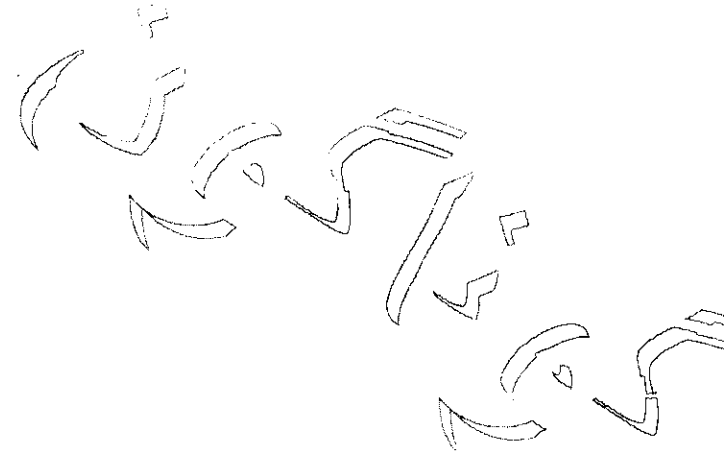
۱ ـ ستارگان معمولاً چه‌قدر عمر می‌کنند؟

جان گراهام، منجم مؤسسه‌ی کارنگی در واشنگتن پاسخ می‌دهد:

طول عمر ستاره، به سرعت مصرف سوخت هسته‌ای در آن بستگی دارد. برای مثال، خورشید که از بسیاری جهات ستاره‌ای متوسط است، پنج بیلیون سال است که نورافشانی می‌کند و ذخیره‌ی سوخت آن برای پنج بیلیون سال دیگر نیز کافی است. نورافشانی بیش‌تر ستارگان درنتیجه‌ی هم‌جوشی هسته‌ای و تبدیل هیدروژن به هلیم است. این فرایند در هسته‌های داغ و چگال آن‌ها صورت می‌گیرد که دمایی حدود ۲۰ میلیون درجه دارد. آهنگ تولید انرژی ستاره، به دما و فشارهای گرانشی پوسته‌های خارجی آن بسیار حساس است. این پارامترها در ستاره‌های سنگین‌تر، بزرگ‌تر هستند و آهنگ تولید انرژی و درنتیجه درخشندگی ستاره، با توان سوم جرم ستاره نسبت مستقیم دارد.

پس ستاره‌های سنگین‌تر سوخت خود را بسیار سریع‌تر از آن‌هایی که جرم نسبتاً کم‌تری دارند، مصرف می‌کنند و به همین نسبت روشن‌ترند. بعضی ستاره‌ها هیدروژن موجود خود را ظرف چند میلیون سال تمام می‌کنند. از طرف دیگر، ستاره‌های با کم‌ترین جرم، در مصرف سوخت خود به اندازه‌ای خسیس هستند که می‌توانند عمری بیش از خود عالم، یعنی در حدود ۱۵ بیلیون سال داشته باشند. اما چون خروجی انرژی آن‌ها خیلی کم است، بسیار کم‌نورند.

وقتی شب‌ها به آسمان نگاه می‌کنیم، ستارگانی را می‌بینیم که جرم و درخشندگی آن‌ها ذاتاً بیش‌تر از خورشید است. اغلب ستارگان با عمری طولانی‌تر از عمر خورشید، روشنایی کم‌تری از آن دارند و بدون کمک تلسکوپ قابل مشاهده نیستند. در پایان عمر یک ستاره، هنگامی که تقریباً همه‌ی اندوخته‌ی هیدروژن



آن مصرف شود، ستاره ورم می‌کند و پرنور می‌شود.

بسیاری از ستارگانی که با چشم غیرمسلح قابل مشاهده‌اند، در این مرحله از چرخه‌ی زندگی‌شان هستند. زیرا این هنگام توجه بیش‌تری را به خود جلب می‌کنند. سن آن‌ها به طور میانگین حدود چندین میلیون سال است و به تدریج به پایان کار خود نزدیک می‌شوند. برعکس، ستاره‌ای سنگین چون «بط الجوزای سرخ»، در صورت فلکی جبار، با سرعت بسیار بیش‌تری به پایان عمر خود نزدیک می‌شود. این ستاره با چنان ولخرجی سوخت خود را مصرف می‌کند که نمی‌تواند سنی بیش از ۱۰ میلیون سال داشته باشد. انتظار می‌رود ظرف یک میلیون سال آینده، احتمالاً حتی قبل از این که مانند یک ابر نواختر منفجر شود، کاملاً فروبریزد.

اکنون ستارگانی از توده‌های چگال غبار و گاز متولد می‌شوند، اما چنان در اعماق ماده‌ی مولد خود قرار گرفته‌اند که در نور مرئی قابل مشاهده نیستند. به هر حال، غباری که ستاره را دربرگرفته است، برای پرتوهای فروسرخ، شفاف است و دانشمندان به کمک ابزارهای آشکارسازی جدید، به راحتی می‌توانند محلشان را مشخص و آن‌ها را مطالعه کنند. با این کار، امیدواریم مطالب بیش‌تری درباره‌ی چگونگی تشکیل سیستم‌های سیاره‌ای، مانند سیستم سیاره‌ای خودمان، به دست بیاوریم.

۲ ـ وقتی نمی‌توانیم الکترون‌ها و پروتون‌ها یا ذره‌های کوچک‌تر مثل کوارک‌ها را ببینیم، چه‌طور می‌توانیم مطمئن باشیم که اصلاً وجود دارند؟

استیون روکرافت و جان سوین، استادان فیزیک دانشگاه «نورث وسترن» بوستون با هم این پاسخ را ارائه کرده‌اند.

در این‌جا مفهوم اساسی این است که منظور ما از «دیدن» چیست. معمولاً وقتی می‌گوییم چیزی را می‌بینیم، منظورمان آشکارسازی ذره‌های نور یا همان فوتون‌ها، با چشمانمان است. این فوتون‌ها از چشمه‌ی نوری مثل لامپ یا خورشید، به جسم می‌خورند و از آن بازمی‌تابند.

این ایده که با مشاهده‌ی ذره‌هایی که از اجسام پراکنده می‌شوند، می‌توانیم آن‌ها را «ببینیم»، در آزمایش‌های فیزیک ذرات که ذرات کوچک مانند الکترون‌ها، پروتون‌ها و کوارک‌ها (اجزای تشکیل‌دهنده‌ی پروتون‌ها) را مطالعه می‌کنند، متداول است.

برای به دست آوردن تصویری کلاسیک از انجام این فرایند می‌توانید تصور کنید که در اتاق بزرگ و تاریکی هستید و جسمی را در اختیار دارید که نمی‌دانید چه شکلی است. اگر سبدی پر از توپ‌های تنیس داشته باشید، با پرتاب کردن توپ‌ها به طرف آن می‌توانید تصویری از جسم بسازید. فیزیکدان‌ها به جای توپ‌های تنیس از ذرات کوچک، مانند الکترون‌های بسیار پرانرژی استفاده می‌کنند. با یادآوری فرمول معروف **آلبرت اینشتین**، می‌بینیم که انرژی بسیار زیادی را می‌توان با اندکی جرم مبادله کرد.

بنابراین، وقتی انرژی‌های بسیار زیادی را برای مشاهده اعماق ذره به کار می‌برید، پدیده‌ی جدیدی نیز رخ می‌دهد: ما نه‌تنها می‌توانیم آنچه را که در آن‌جاست، ببینیم، بلکه می‌توانیم ماده‌ای را نیز از ذرات جدید بسازیم. این روش راه دیگری را برای مطالعه‌ی ساختار جهان، در ژرف‌ترین سطح آن، در اختیارمان می‌گذارد.

منبع:

http://www.sciam.com/

محاسبه‌ی اندازه‌ی میدان مغناطیسی کره‌ی زمین

به کمک یک روش آزمایشگاهی

پیام بهرامی چگنی

سرآغاز

پیشرفت دستگاه‌های اندازه‌گیری میدان مغناطیسی از زمان **گاوس** تا امروز، بیش‌تر مرهون پیشرفت فیزیک در قرن گذشته است. اندازه‌ی شدت میدان مغناطیسی کره‌ی زمین در سطح آن حدود نیم گاوس است. این مقدار در مقایسه با میدان‌های مغناطیسی ناشی از منابع مصنوعی در صنایع چندان بزرگ نیست، ولی برای مقاصد ژئوفیزیکی لازم است که این میدان با دقت یک در هزار و حتی گاهی با دقت یک درصد هزار اندازه‌گیری شود. میدان مغناطیسی، در برخی موارد، مانند اندازه‌گیری‌های گرانشی، بهتر است به طور مطلق سنجیده شود و سپس با اندازه‌گیری نسبی، مقدار این شدت میدان را در باقی سطح زمین به دست آورد.

باید دانست، نخستین بار **سر ویلیام گیلبرت** عنوان کرد که زمین آهنربای بزرگی است که قطب و استوای مغناطیسی دارد. در آن زمان تصور می‌شد که میدان مغناطیسی زمین ناشی از آهنربای بزرگ درون آن است. می‌دانیم، بخش درونی زمین به طور عمده از نیکل و آهن مذاب تشکیل شده که دمای آن دست کم حدود ۲۲۰۰ درجه‌ی سلسیوس است و می‌تواند آزادانه از طریق هم‌رفت حرکت کند. در نتیجه، این فرضیه که بخش درونی زمین به طور دائم مغناطیسی شده باشد، بعید است. از سوی دیگر، میدان مغناطیسی زمین کاملاً مانا نیست. قطب شمال مغناطیسی اکنون در شمال کانادا قرار دارد، ولی در طول سال‌ها دیده شده است که این قطب به آهستگی حرکت می‌کند. علاوه بر این، خاصیت مغناطیسی مشاهده شده در صخره‌های آهن‌دار در پوسته‌ی زمین نشان می‌دهد که گاهی جهت میدان مغناطیسی زمین به طور کامل وارون شده است. زمین و حداقل سه سیاره از چهار سیاره‌ی منظومه‌ی غول‌پیکر شمسی، دارای میدان مغناطیسی هستند. برای این‌که سیاره بتواند میدان مغناطیسی داشته باشد، لازم است دارای مرکز رسانای الکتریسیته باشد و به سرعت بچرخد؛ به طوری که مایع در آن‌ها به چرخش درآید. کره‌ی ماه و کره‌ی مریخ مرکز مایع ندارند، بنابراین فاقد میدان مغناطیسی هستند.

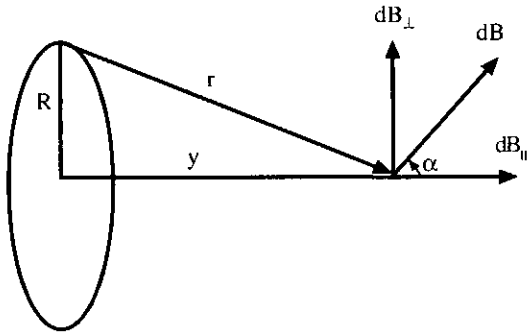
همه‌ی شواهد این باور را تائید می‌کنند که میدان مغناطیسی زمین به جای این‌که از آهنربایی دائمی سرچشمه گرفته باشد، می‌تواند از جریان‌های الکتریکی که به دور هسته‌ی نیکل ـ آهنی این سیاره می‌چرخند، به وجود آمده باشد. جریان الکتریکی در داخل زمین می‌تواند درست به گونه‌ی جریانی که در یک پیچه جریان می‌یابد، میدان مغناطیسی ایجاد کند. اگر به دلیلی جهت این جریان الکتریکی تغییر کند، جهت میدان مغناطیسی نیز وارون خواهد شد.

اندازه‌گیری میدان مغناطیسی

یکی از روش‌های اندازه‌گیری میدان مغناطیسی زمین، اندازه‌گیری برایند میدان زمین با میدان حاصل از یک سیم‌پیچ حامل جریان است. در این مقاله، با کمک یک روش ساده‌ی

تجربی و استفاده از یک قطب‌نما و یک سیم‌پیچ، اندازه‌ی میدان مغناطیسی زمین به دست آمده است. هرگاه از حلقه‌ای شامل N دور سیم، جریان I عبور کند، میدان مغناطیسی در فاصله‌ی y از مرکز حلقه شکل ۱، با کمک قانون بیوساوار به دست می‌آید:

$$B = \int dB_{//} = \int dB\cos\alpha = \frac{\mu_0 iR}{4\pi r^3}\int dl \Rightarrow B = \frac{\mu_0 iR^2}{2r^3}$$



شکل ۱

اندازه‌ی شدت میدان مغناطیسی حلقه برابر است با:

$$H = \frac{B}{\mu_0} = \frac{IR^2}{2(R^2+y^2)^{3/2}} \qquad (1)$$

اگر N حلقه داشته باشیم، رابطه‌ی (۱) به صورت زیر درمی‌آید:

$$H = \frac{NIR^2}{2(R^2+y^2)^{3/2}} \qquad (2)$$

در دستگاه گاوسی، رابطه‌ی (۲) به صورت زیر درمی‌آید:

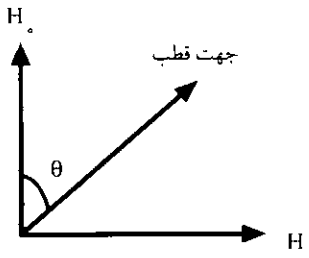
$$H = \frac{2\pi IR^2N}{(R^2+y^2)^{3/2}} \qquad (3)$$

در این سیستم R و y بر حسب سانتی‌متر، I بر حسب آمپر و H بر حسب گاوس است. جهت H با کمک قانون دست راست به دست می‌آید. یعنی اگر جریان در جهت انگشت شست دست راست باشد، جهت میدان در امتداد بسته شدن چهار انگشت دست راست خواهد بود. از آن‌جا که میدان مغناطیسی زمین در هر نقطه، به دو مؤلفه‌ی افقی و قائم قابل تجزیه است، عقربه‌ی مغناطیسی تحت تأثیر مؤلفه‌ی افقی منحرف می‌شود. حال اگر از سیم‌پیچ جریان عبور کند، عقربه‌ی مغناطیسی تحت تأثیر دو میدان که هر دو افقی هستند، قرار می‌گیرد. بدیهی است که در این حالت، عقربه در امتداد برایند این دو میدان قرار می‌گیرد.

اگر عقربه‌ی مغناطیسی را طوری قرار دهیم که جهت میدان مغناطیسی زمین عمود بر میدان حاصل از سیم‌پیچ آن باشد، آن‌گاه طبق شکل ۲ می‌توان نوشت:

$$\tan\theta = \frac{H}{H_0} \qquad (4)$$

با اندازه‌گیری θ و معلوم بودن مقدار H می‌توان H_0 را از رابطه‌ی ۴ به دست آورد. چون میدان H را با عبور جریان از



شکل ۲

سیم‌پیچ تولید می‌کنیم، از رابطه‌های ۳ و ۴ داریم:

$$H = H_0\tan\theta \Rightarrow \frac{2\pi NIR^2}{(R^2+y^2)^{3/2}} = H_0\tan\theta \qquad (5)$$

$$\Rightarrow I = \frac{(R^2+y^2)^{3/2}}{2\pi NIR^2}H_0\tan\theta$$

که می‌توان رابطه‌ی ۵ را به صورت زیر نوشت:

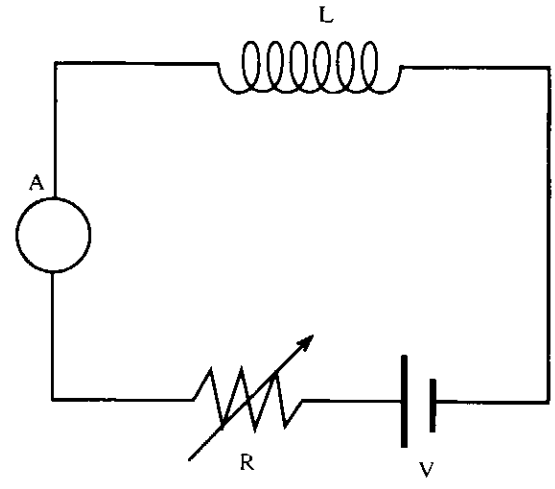
$$I = m\tan\theta \qquad (6)$$

حال می‌توان نمودار I را بر حسب tgθ رسم کرد. شیب خط حاصل یعنی m را اندازه گرفت و H_0 (شدت میدان مغناطیسی زمین) را به دست آورد:

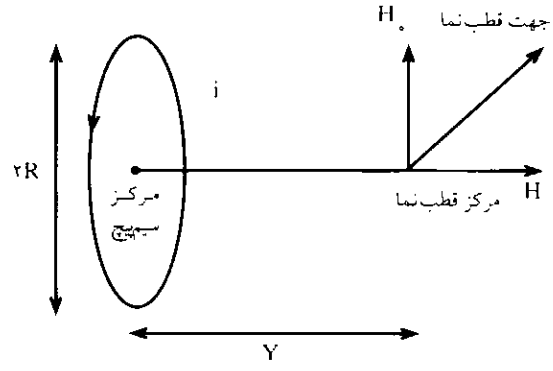
$$H_0 = \frac{2\pi NR^2m}{(R^2+y^2)^{3/2}} \qquad (7)$$

نحوه‌ی انجام آزمایش

ابتدا قطب‌نما را روی میز آن‌قدر جابه‌جا کنید که قطب شمال تقریباً در راستای شمال ـ جنوب جغرافیایی قرار گیرد. (برای این کار می‌توان آزمایش را روی زمین انجام داد تا از اثرات احتمالی میدان‌های میز آهنی بر قطب‌نما جلوگیری شود). سپس سیم‌پیچ را آن‌قدر حرکت دهید تا محور عمود بر سیم‌پیچ، بر قطب‌نما عمود باشد. شکل‌های ۳ و ۴ مدار آزمایش و نحوه‌ی قرار گرفتن میدان‌ها را نشان می‌دهند.



شکل ۳



شکل ۴

در حالتی که جریان صفر است، باید جهت قطب‌نما در همان راستای شمال و جنوب باقی بماند. حال دامنه‌ی آمپرمتر را روی ۱۰ آمپر قرار دهید و با تغییر درجه‌ی منبع تغذیه و رئوستا، جریان‌های متفاوت را برقرار سازید و میزان انحراف عقربه را بخوانید و در جدول ۱ یادداشت کنید. برای اندازه‌گیری دقیق‌تر در هر مرحله، به جریان‌های قبلی جریان ۰/۱ آمپر اضافه کنید. پس از این که برای هشت جریان اندازه‌گیری شده زاویه‌ی θ را خواندید، برای کاهش خطای آزمایش، دوباره همان جریان‌ها را به وجود آورید و میزان انحراف را اندازه بگیرید (این کار را دوبار انجام دهید). سپس از θ ها میانگین بگیرید و نمودار I را بر حسب tgθ رسم کنید و شیب آن را اندازه بگیرید.

نتیجه‌های تجربی به دست آمده در آزمایشگاه

قطر داخلی سیم پیچ برابر ۴/۵ سانتی‌متر و قطر خارجی آن ۶/۵ سانتی‌متر است. بنابراین برای به دست آوردن قطر سیم‌پیچ، میانگین دو عدد را به دست می‌آوریم:

$$\text{قطر} = \frac{۶/۵+۴/۵}{۲} = \frac{۱۱}{۲} = ۵/۵ \Rightarrow R = ۲/۷۵\text{cm}$$

با توجه به شکل ۳، فاصله‌ی مرکز حلقه تا قطب‌نما را درآزمایشی که برقرار شد، ۱۰/۴ سانتی‌متر گرفتیم و N هم

I	۱۰۴	۹۳	۵۰	۳۷	۳۵	۲۷/۲	۱۲	۱۶/۵	۱۰/۳
θ	۷۰	۶۰	۵۰	۴۰	۴۰	۳۰	۱۵	۲۰	۱۰
tgθ	۲/۷۵	۱/۷۳	۱/۱۹	۰/۸۴	۰/۸۴	۰/۵۸	۰/۲۷	۰/۳۶	۰/۱۸

جدول ۱

برابر ۱۰۰۰ دور است. مقادیر به دست آمده را در جدول (۱) ثبت کرده‌ایم که در آن I بر حسب میلی‌آمپر است. حال اگر نمودار I بر حسب θ را رسم کنیم، شیب آن معرف m است. از طرف دیگر، برای به دست آوردن H_0 باید شیب خط یعنی همین m را داشته باشیم:

$$m = \frac{۱/۱۹ - ۰/۸۴}{۵۰ - ۳۵} = \frac{۰/۳۵}{۱۵} = ۰/۰۲۳$$

و به این ترتیب میدان مغناطیسی محل مورد آزمایش در سیستم گاوسی به دست می‌آید:

$$H_0 = \frac{۲\pi NR^۲ m}{(R^۲ + y^۲)^{۳/۲}} = \frac{۲\pi(۱۰۰۰)(۲/۷۵)^۲(۰/۰۲۳)}{\{(۲/۷۵)^۲ + (۱۰/۴)^۲\}^{۳/۲}} = ۰/۸۷$$

نور شمالگان (شفق قطبی)

در نیم‌کره‌ی شمالی، شب هنگام، در آسمان پرده‌ای نورانی دیده می‌شود. ضخامت این پرده‌ی خمیده که می‌تواند به ارتفاع چند صد کیلومتر و به طول چندین هزار کیلومتر برسد، بیش از یک کیلومتر نیست. این پدیده را می‌توان چنین توجیه کرد که ذره‌های باردار موجود در پرتوهای کیهانی که توسط میدان مغناطیسی زمین در کمربند وان آلن به دام افتاده‌اند، در قطب‌ها وارد جو زمین می‌شوند. نور شمالگان، در اثر برخورد این ذره‌ها با اتم‌ها و مولکول‌های موجود در لایه‌ی بالایی جو زمین، به وجود می‌آید. به عبارت دیگر، میدان مغناطیسی زمین ذرات بارداری را که به زمین می‌رسند، منحرف می‌کند و همچون سد محافظی زمین را از برخورد این ذرات محفوظ نگه می‌دارند. کاوشگر I، ماهواره‌ی آمریکایی، در سال ۱۹۵۸ میلادی مناطق وان آلن را کشف کرد و از آن‌ها عکس‌برداری کرد.

اثر میدان مغناطیسی بر حیات

میدان مغناطیسی زمین به شیوه‌های گوناگون بر حیات روی زمین اثر می‌گذارد. سالیان دراز است که دریانوردان و کاشفان از عقربه‌ی مغناطیسی در دریانوردی استفاده می‌کنند. به تازگی کشف شده است که برخی از پرندگان کوچنده در سر خود جهت‌یاب‌های مغناطیسی دارند که با کمک آن‌ها و میدان مغناطیسی زمین، راه خود را می‌یابند.

منابع:

۱. ماری، ویلیام. ژئوفیزیک کاربردی. حسین زمردیان. انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۶۸.

۲. هالیدی، دیوید و رزنیک، رابرت ـ فیزیک جلد سوم ـ نعمت‌اله گلستانیان. مرکز نشر دانشگاهی ۱۳۶۶.

۳. ریتز، جان. مبانی نظری الکترومغناطیس ـ جلال صمیمی و ابوالقاسم جمشیدی. مرکز نشر دانشگاهی ۱۳۶۸.

دفتر انتشارات کمک آموزشی

آشنایی با مجله های رشد

مجله های رشد توسط دفتر انتشارات کمک آموزشی سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی وابسته به وزارت آموزش و پرورش، با این عناوین تهیه و منتشر می‌شوند:

مجله های دانش‌آموزی (به صورت ماهنامه ـ ۹ شماره در هر سال تحصیلی ـ منتشر می‌شوند):

- **رشد کودک** (برای دانش‌آموزان آمادگی و پایه‌ی اول دوره‌ی ابتدایی)
- **رشد نوآموز** (برای دانش‌آموزان پایه‌های دوم و سوم دوره‌ی ابتدایی)
- **رشد دانش‌آموز** (برای دانش‌آموزان پایه‌های چهارم و پنجم دوره‌ی ابتدایی).
- **رشد نوجوان** (برای دانش‌آموزان دوره‌ی راهنمایی تحصیلی).
- **رشد جوان** (برای دانش‌آموزان دوره‌ی متوسطه).

مجله های عمومی (به صورت ماهنامه ـ ۹ شماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شوند):

- **رشد مدیریت مدرسه، رشد معلم، رشد آموزش ابتدایی، رشد آموزش راهنمایی تحصیلی، رشد تکنولوژی آموزشی، رشد مدرسه فردا**

مجله های تخصصی (به صورت فصلنامه و ۳ شماره در سال منتشر می‌شوند):

- **رشد برهان راهنمایی (مجله‌ی ریاضی، برای دانش‌آموزان دوره‌ی راهنمایی تحصیلی)، رشد برهان متوسطه (مجله‌ی ریاضی، برای دانش‌آموزان دوره‌ی متوسطه)، رشد آموزش معارف اسلامی، رشد آموزش جغرافیا رشد آموزش تاریخ، رشد آموزش زبان و ادب فارسی، رشد آموزش زبان رشد آموزش زیست شناسی، رشد آموزش تربیت بدنی، رشد آموزش فیزیک رشد آموزش شیمی، رشد آموزش ریاضی، رشدآموزش هنر، رشد آموزش قرآن رشد آموزش علوم اجتماعی، رشد آموزش زمین‌شناسی، رشد آموزش فنی و حرفه‌ای، رشد مشاور مدرسه.**

مجله های رشد عمومی و تخصصی برای معلمان، آموزگاران، مدیران و کادر اجرایی مدارس
دانشجویان مراکز تربیت معلم و رشته های دبیری دانشگاه ها و کارشناسان تعلیم و تربیت تهیه و منتشر می‌شوند.

- **نشانی: تهران، خیابان ایرانشهرشمالی، ساختمان شماره۴ آموزش و پرورش، پلاک ۲۶۸، دفتر انتشارات کمک آموزشی.**
- **تلفن و نمابر: ۸۸۳۰۱۴۷۸**

ما و خوانندگان

✔ جناب آقای اسدالله ذکری از دبیران فعّال و علاقه‌مند دبیرستان‌های اصفهان باسابقه خدمت آموزشی بیش از نیم قرن به مناسبت سال جهانی فیزیک در نامه‌ای تحت عنوان «سال جهانی فیزیک ۱۳۸۴» اظهار امیدواری کرده‌اند که در این سال مانند گذشته درِ آزمایشگاه‌های فیزیک اغلب بسته و یا نیمه‌باز نباشد و با فعال کردن آزمایشگاه‌ها، آموزش فیزیک از روش حفظی و ایستا به روش تجربی و پویا تبدیل شود.

برگ اشتراک مجله های رشد

شرایط

۱ـ واریز مبلغ ۲۰/۰۰۰ ریال به ازای هر عنوان مجله درخواستی، به صورت علی‌الحساب به حساب شمارهٔ ۳۹۶۶۲۰۰۰ بانک تجارت شعبه سه راه آزمایش (سرخه حصار) کد ۳۹۵ در وجه شرکت افست.

۲ـ ارسال اصل رسید بانکی به همراه برگ تکمیل شده اشتراک.

- **نام مجله :** .....
- **نام و نام خانوادگی:** .....
- **تاریخ تولد:** .....
- **میزان تحصیلات:** .....
- **تلفن:** .....
- **نشانی کامل پستی:**

استان: ..... شهرستان: .....

خیابان: .....

.....

پلاک: ..... کدپستی: .....

- **مبلغ واریز شده:** .....
- **شماره و تاریخ رسید بانکی:** .....

امضا:

نشانی: تهران ـ صندوق پستی مشترکین ۱۶۵۹۵/۱۱۱

نشانی اینترنتی: www.roshdmag.org

پست الکترونیک: Email:info@roshdmag.org

امور مشترکین: ۷۷۳۳۶۶۵۶ـ۷۷۳۳۵۱۱۰

پیام گیر مجلات رشد: ۸۸۳۰۱۴۸۲ ـ ۸۸۸۳۹۲۳۲

یادآوری:

- هزینه برگشت مجله در صورت خوانا و کامل نبودن نشانی، بر عهده مشترک است.
- مبنای شروع اشتراک مجله از زمان وصول برگ اشتراک است.
- برای هر عنوان مجله برگ اشتراک جداگانه تکمیل و ارسال کنید (تصویر برگ اشتراک نیز مورد قبول است).

حسن قلمی باویل علیایی

روی زمین
صفحه‌ی بسیار بزرگ بر

فرض کنید صفحه ی مسطح و بسیار بزرگی بر روی زمین قرار داده شده است. از محل تماس صفحه با زمین، جعبه ای به جرم m را با سرعتی کمتر از سرعت فرار از سطح زمین (۱۱/۲km/s) در راستای افق به جلو هل داده و سپس رها می کنیم. اگر از اصطکاک بین جعبه و سطح و نیز مقاومت هوا چشم پوشی کنیم، جعبه چگونه حرکت خواهد کرد؟ آیا جعبه بنابه قانون اول نیوتون، با سرعت ثابت به حرکت خود ادامه می دهد و یا به دلیل کاهش نیروی وزن سرعت آن افزایش می یابد و یا به سبب نیروی کشش وزن ،سرعت آن کاهش می یابد و یا شروع به نوسان بر روی صفحه می کند؟

آموزش خوب برای پژوهش خوب

در مقابل تخیه سیاه ـ ریچارد فاینمن برنده جایزه نوبل، تأکید بسیاری بر اهمیت تدریس داشت.

کنت گرین*
مترجم: صمد غلامی

اشاره

اغلب گفته می‌شود که بهترین پژوهشگران، بهترین معلمان هستند. اما کنت کربن بر خلاف این فکر می‌کند؛ اگر فرهنگستان‌ها مهارت آموزشی خود را بهبود بخشند، از این بهبود پژوهش، آن‌ها نیز بهره‌مند می‌شود.

تا جایی که به خاطر دارم، مهم‌ترین دانشگاه‌های پژوهشی در ایالات متحده این شعار را تکرار می‌کنند که: «پژوهش خوب برای تدریس خوب». وقتی در مورد نیاز سرمایه‌گذاری در پژوهش، و تأمین نیروی انسانی و تجهیزات بحث می‌شود، در مقابل کسانی مطرح می‌کنند، نقش مهم و صحیح دانشگاه این است که دانشجوی کارشناسی تربیت کند. هیأت مدیره‌های مؤسسه‌ها غالباً می‌گویند که بهترین پژوهشگران مؤسسه می‌توانند بهترین معلمان نیز باشند. آن‌ها می‌گویند، که پژوهشگران در لبه‌ی پیش برنده‌ی رشته‌ها، بهتر می‌توانند بینش و چالش‌ها را با دانشجویان خود در میان بگذارند. در این که از پژوهش، همه‌ی دانشجویان دوره‌ی کارشناسی بهره‌مند می‌شوند، شکی نیست. در واقع، در جایگاه قبلی خود به عنوان رئیس بخش، معمولاً همین استدلال را برای والدین دانشجویان داوطلبی می‌کردم که قصد داشتند، فرزندانشان را به دانشگاهی پژوهشی، به جای کالج علوم‌انسانی بفرستند که فقط به آموزش دوره‌ی کارشناسی می‌پرداخت.

عجیب است که این شعار آن‌قدر تکرار می‌شود؛ به خصوص این که دلیل قانع‌کننده‌ای بر درست بودن آن وجود ندارد. از تجربه‌های خود به عنوان دانشجوی دوره‌ی کارشناسی و کارشناسی ارشد به خاطر دارم، درس‌هایی را که پژوهشگران بزرگ می‌دادند، می‌توانستند همان اندازه مزخرف باشند که الهام‌بخش. در واقع، هیچ ارتباطی میان کیفیت تدریس و

صلاحیت‌های پژوهشی مدرس نیافتم.

اغلب مؤسسه‌ها، «کتاب‌های درسی» و برنامه‌هایی را عرضه می‌کنند که فرصت‌های کمی را در اختیار مدرسان قرار می‌دهد تا آموزش خود را با پژوهش پیشرفته ارتقا بخشند. در واقع، پژوهش به چشم دانشجوی دوره‌ی کارشناسی نمی‌آید و نامرئی است.

این نکته در گزارش ۱۹۹۸ «کمیسیون بویر» درباره‌ی دانشجویان دوره‌ی کارشناسی در دانشگاه‌های پژوهشی ایالات متحده، مورد تأکید قرار گرفته بود. گزارش این کمیسیون که توسط «بنیاد کارنگی برای پیشرفت آموزشی» تهیه شده بود، بیان می‌کند که دانشگاه‌های پژوهشی «اغلب از عهده‌ی آموزش دانشجویان دوره‌ی کارشناسی خود به خوبی برنمی‌آیند و این کار ادامه دارد. در بسیاری از دانشگاه‌ها، انتظار نمی‌رود بین استادان پژوهشگر و دانشجویان دوره‌ی کارشناسی روابط متقابل وجود داشته باشد و هر دو گروه بین محققان و مدرسان تمایز قائل می‌شوند؛ گویی بین تجربه‌های آن‌ها در دو زمینه رابطه‌ای ناگسستنی وجود ندارد.»

چرا کار دانشگاهی همه‌ی امتیاز را می‌گیرد؟

این طرز فکر در همه‌ی مؤسسه‌های آموزش عالی حکمفرماست؛ حتی در دانشگاه‌های پژوهشی که اغلب استادان باید تنها یک درس را در هر نیم‌سال تدریس کنند، گزارش شده است که آن‌ها نیمی از وقتشان را صرف تدریس و فعالیت‌های مربوط به تدریس، از قبیل راهنمایی دانشجویان، سازماندهی درس، تصحیح اوراق، آماده‌سازی درسی و آزمایشگاه می‌کنند. به رغم این کوشش‌ها، دستاوردهای پژوهشی معمولاً مهم‌ترین عواملی هستند که هنگام ارتقای افراد دانشگاهی در نظر گرفته می‌شدند. این جایگاه نسبی گروه‌های دانشگاهی در دانشگاه‌های پژوهشی، بیش‌تر بر اساس توانایی کارکنان در جذب بودجه‌های پژوهشی خارجی است تا موفقیت در آموزش دانشجویان دوره‌ی کارشناسی. این گرایش حتی زبان مورد استفاده‌ی ما را در تشریح کارهایمان آلوده می‌سازد و اغلب از تدریس به عنوان «بار» و از پژوهش به عنوان «موقعیت» سخن به میان می‌آوریم.

شواهد بیش‌تری را برای نیاز به ارتقای تدریس علوم به دانشجویان دوره‌ی کارشناسی، می‌توان در مطالعه‌ی جامع **الین سی‌مور و نانسی هیدیت** از دانشگاه کلرادو در بولدر یافت. آن‌ها بررسی کردند که چرا دانشجویان دوره‌ی کارشناسی علوم تغییر رشته می‌دهند. ۹۰ درصد دانشجویانی که رشته‌ی خود را عوض کرده‌اند، می‌گویند تدریس ضعیف استادان علت اصلی تغییر رشته‌ی آن‌هاست. حتی ۷۵ درصد آن‌هایی که تغییر رشته نداده بودند، از تدریس ضعیف دوره‌های علوم شکایت می‌کردند. طبق این مطالعه، همه‌ی دانشجویان بر این باور بودند که هیأت علمی علاقه‌ای به تدریس ندارند و برای تدریس به عنوان یک فعالیت حرفه‌ای، ارزش قائل نیستند. بنابراین، انگیزه‌ای برای فراگیری تدریس مؤثرتر و بهتر ندارند. در ادامه‌ی گزارش آمده است که دانشجویان، «توجه مداوم هیأت علمی را به امر پژوهش، دلیل اصلی عدم توجه جدی به تدریس در دوره‌ی کارشناسی ذکر کرده‌اند.»

خوشبختانه، این وضعیت در حال تغییر است. دانشگاه‌های پژوهشی به طور فزاینده‌ای هنگام استخدام افراد در پی یافتن دلیلی برای توانایی بالقوه‌ی تدریس هستند و دستاوردهای آموزشی را هنگام ارتقا مورد توجه قرار می‌دهند. البته هنوز، به ندرت شنیده می‌شود که پژوهشگری برجسته و جوان موقعیت خود را به خاطر تدریس ضعیف از دست داده باشد، در حالی که عرصه‌ی دانشگاهی پر از اجساد رو به زوال کسانی است که دوران آزمایشی آن‌ها با نمره‌های ارزیابی بالای دانشجویی مشخص می‌شود، اما نتوانسته‌اند بودجه‌ی پژوهشی کافی جذب کنند.

بسیاری از همکاران ما، کار آموزشی خود را در رقابت با مدرسان دوره‌ی کارشناسی یا کارشناسی ارشد خود آغاز می‌کنند. ما همان طور درس می‌دهیم که آموزش دیده‌ایم، در حالی که این روش در کلاس‌های کارشناسی ارشد برای دانشجویان دکترا و یا حتی دانشجویان سال‌های بالای دوره‌ی کارشناسی می‌تواند قابل قبول باشد (گرچه که من حتی در این سطوح هم این رهیافت را توصیه نمی‌کنم) اما در کلاس‌های فیزیک که برای دانشجویان رشته‌های دیگر یا آنچه که به برنامه‌ی آموزشی کلی دانشگاه مربوط می‌شود، مهلک است.

من نیز مانند اغلب پژوهشگران، اگر به مفاهیم روش‌های سال‌های ۱۹۶۰ تا ۱۹۷۰ تکیه‌ی فراوان داشته باشم، در پژوهش‌هایم موفق نخواهم بود. بنابراین، چرا باید وقتی به تدریس می‌رسیم کم‌تر متوقع باشیم؟ من در رشته‌ی خودم پژوهشگری مولدم، زیرا هم روی طرح‌های مشترک با همکاران متخصص کار می‌کنم، هم هر سال در چند گردهمایی در حوزه و زمینه‌ی تخصصی‌ام شرکت می‌کنم. هر دوی این فعالیت‌ها زمان لازم برای ارتقای مهارت‌هایم را به نحو چشمگیری کاهش می‌دهند. موفقیت در تدریس هم می‌تواند با فعالیت‌های مشابه به دست آید، با این حال تعداد کمی از مؤسسه‌های آموزشی استادان خود را به این کار تشویق می‌کنند.

آشنا شدن با تدریس

کمیسیون بویر تنها مرجعی نیست که تأکید دارد، پژوهش و تدریس باید در دانشگاه‌ها بیش‌تر در هم تنیده شوند؛ به ویژه هنگامی که ارزشگذاری فعالیت‌های حرفه‌ای افراد دانشگاهی پیش می‌آید. در طرحی به راهنمایی **رابرت دایموند**، از دانشگاه سیراکوز

نیویورک، از نمایندگان رشته‌های گوناگون دانشگاهی خواسته شد، در مورد سیستم پاداش‌دهی و استانداردهای قضاوت در مورد دستاوردهای علمی استادان در رشته‌ی مورد نظرشان بازنگری کنند. مجامع علمی و حرفه‌ای، توصیه‌های بسیاری در مورد اهمیت دادن و تقدیر بیش‌تر از تدریس داشته‌اند. با حرکت به طرف آرمان شهر دانشگاهی که در آن، به تدریس و پژوهش اهمیت مساوی می‌دهند، استدلال می‌کنم که دانشگاه‌ها باید این شعار را اختیار کنند: «تدریس خوب باعث پژوهش خوب می‌شود.»

مانند پژوهش خوب، تدریس خوب هم به صفات شخصی خاصی نیاز دارد که می‌توانند، در فرایند مشاوره‌ی موفقیت‌آمیز گسترش یابند. بیش‌تر دانشگاه‌های پژوهشی سابقه‌ای عالی در آماده‌سازی مؤثر دانشجویان تحصیلات تکمیلی برای حرفه‌های پژوهشی دارند، اما سابقه‌ی کمک به آن‌ها در به دست آوردن مهارت‌های تدریس، به این اندازه نیست. همه‌ی دانشجویان تحصیلات تکمیلی (حتی افرادی که تازه استخدام شده‌اند)، از نیاز به انتخاب مشاور پژوهشی خوب آگاه هستند. بنابراین، چرا ما به دنبال یک مشاور خوب در مورد تدریس موفق و نحوه‌ی آن نباشیم؟

تدریس باید با اطلاع از دستاوردهای جاری روش‌های آموزش و نتیجه‌های تثبیت شده پژوهش در آموزش فیزیک ارتقا پیدا کند. کشف و به کار بردن این دستاوردها زمان زیادی لازم دارد و کار بسیار مشکل و وقت‌گیری است که زمان لازم برای پژوهش را کم می‌کند (یا حتی از بین می‌برد). بنابراین، من مانند کارهای پژوهشی‌ام، سعی می‌کنم کارهای دیگران را مطالعه و از تجربه‌های آن‌ها در تدریسم استفاده کنم. با انجام این کار می‌توانم معلم مؤثر و موفقی باشم، بدون این‌که زمان قابل ملاحظه‌ای را صرف این کار کنم. بدین ترتیب، برای کارهای دیگرم هم وقت خواهم داشت.

این سعی و تلاش، قدمی فراتر از آشنایی مختصر با مجله‌های آموزش فیزیک، یا شرکت سالی یک بار گردهمایی آموزش فیزیک است. با این همه، بسیاری از گروه‌ها ممکن است به این منابع اطلاعاتی دسترسی نداشته باشند و بسیاری از افراد تازه استخدام شده نیز تشویق نمی‌شوند که برای بهبود کیفیت کار خود به جست‌وجوی این اطلاعات بپردازند. برای مثال، در ایالات متحده تنها ۱۰ تا ۲۰ درصد اعضای هیأت علمی دانشگاه‌های پژوهشی، عضو «انجمن آمریکایی معلمان فیزیک هستند.»

برای جبران این وضعیت، انجمن در طول چهار سال گذشته، کارگاه سالانه‌ای را پیشنهاد کرده است تا به اعضایی که تازه استخدام شده‌اند، کمک کند، از تحقیقات دانشگاهی برای بهبود وضعیت تدریس خود کمک بگیرند. این برنامه که توسط «بنیاد ملی علوم» پشتیبانی می‌شود، حدود ۲۵۰ عضو هیأت علمی تازه استخدام شده را با روش‌ها و ایده‌های جدید آموزش فیزیک آشنا می‌سازد که در زمینه‌های گوناگون، مؤثر به نظر می‌رسند. تأکید بر مؤثر بودن و دسترسی سریع به تحولات در تدریس فیزیک است. میزگردها و همایش‌های گوناگون نشان می‌دهد که این کارهای کارگاهی تأثیر مثبتی بر روش‌های تدریس می‌گذارند.

طرح‌ها و برنامه‌های مشابهی برای ارتقای کیفی تدریس در کشورهای دیگر آغاز شده است. برای مثال، در سال گذشته در انگلستان «انستیتوی آموختن و تدریس» گشایش یافت تا وضعیت تدریس را در سطوح عالی آموزشی بهبود بخشد، از نوآوری‌ها حمایت کند و تجربه و مهارت استادان را اجر نهد. این مؤسسه رویدادهای کارگاهی را برای مؤسسات دیگر ساماندهی و برنامه‌ریزی می‌کند و فرصت‌هایی را فراهم می‌سازد تا آخرین اطلاعات مربوط به یادگیری و تدریس در دسترس همه قرار گیرد.

زمان بیش‌تر برای پژوهش

در کار پژوهشی‌ام، یاد گرفته‌ام که کارهای مهم را از کارهای پیش‌پا افتاده تشخیص دهم و مجموعه‌ی کوچکی از پژوهشگران را شناسایی کنم که کارشان قابل اعتماد و قابل تکرار است. در تدریس هم یاد گرفته‌ام که همین تفاوت را قائل شوم. در این فرایند، من به خصوص آن دسته از نوآوری‌هایی را پذیرفتم که دستاوردهای اثبات شده داشتند و بیش‌ترین نتیجه را در کم‌ترین زمان می‌دادند. در نتیجه، در کلاس‌های درس فیزیک مقدماتی، دارای بهترین ارزیابی دانشجویان از کارم هستم. در عین حال، همزمان شاهد آن هستم که سطح دستاوردهای دانشجویان روز به روز افزایش می‌یابد. همچنین، آماده‌سازی و سازماندهی لازم برای بهبود روش تدریسم باعث شده است که وقت بیش‌تری برای انجام کارهای پژوهشی داشته باشم.

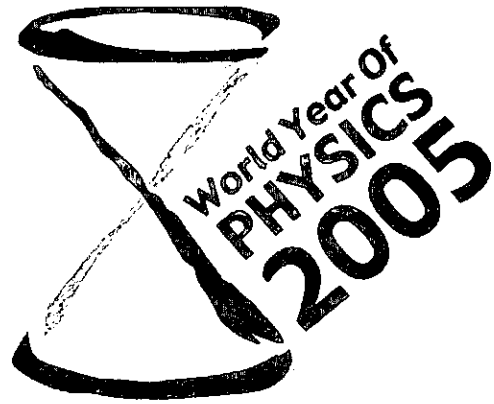
بنابراین، به جای این‌که پژوهش سازنده بهانه‌ای برای تدریس قلابی باشد، باید دانشگاه‌ها را تشویق کرد تأثیر تدریس را از یاد نبرند؛ به خصوص در کلاس‌های دوره‌ی کارشناسی. تدریس خوب خودش پژوهش خوب را آسان می‌سازد و بهبود می‌بخشد.

زیرنویس:

* کنت کرین، استاد فیزیک دانشکده‌ی ایالتی اورگان است. او که تخصصش طیف‌نمایی هسته‌ای است، مؤلف کتاب فیزیک، با همکاری دی‌هالیدی و آر. رزنیک، و نویسنده‌ی کتاب «فیزیک جدید و آشنایی با فیزیک هسته‌ای» است.

منبع:

Physics World, January 2000



آموزش رابطه‌ی $E=mc^2$ جرمِ ماده ی بدونِ جرم

آرت هابسون
مترجم: احمد توحیدی

به نظر اینشتین، رابطه‌ی جرم ـ انرژی مهم‌ترین نتیجه‌ی نظریه‌ی نسبیت خاص است. اکثر مدرسان، متقاضی گنجاندن مطالب بیش‌تری از فیزیک «جدید» (مربوط به بعد از ۱۹۰۰)، در درس‌های مقدماتی هستند. اگرچه اغلب ما رابطه‌ی $E = mc^2$ را یک رابطه‌ی آسان عددی برای حل مسأله‌های فیزیک هسته‌ای درنظر می‌گیریم، اما بحث درباره‌ی این که معنی معادله‌ی بالا چیست، اهمیت بیش‌تری دارد. این معادله، چه چیزی را در مورد سرشت انرژی و ماده بیان می‌کند؟ آیا جرم ساکن صرفاً از انرژی میدان‌های نیرو به وجود می‌آید؟ به نظر می‌رسد که هنوز پاسخی برای این پرسش به دست نیامده است که مورد قبول همه باشد. اما، دست‌کم برای ۹۰ درصد از جرم ماده‌ی معمولی، پاسخ مثبت است.

مفهوم رابطه‌ی $E = mc^2$

رابطه‌ی جرم ـ انرژی، بیش از یک فرمول است. زیرا مانند همه‌ی معادله‌های فیزیکی، ایده‌ای را نشان می‌دهد و در این مورد، به‌ویژه محتوای مفهومی آن، اهمیت بسیار دارد.

توضیح مفهومی این رابطه را با مثال‌های روزمره شروع می‌کنیم. توپی را پرتاب کنید، حلقه‌ای لاستیکی را بکشید و کتاب فیزیکی را بلند کنید. در هر مورد، جرم «سیستم» افزایش می‌یابد (وقتی کتاب را بلند می‌کنیم «سیستم» کتاب و زمین است). اما افزایش انرژی تنها چند ژول است. بنابراین افزایش جرم برابر با چند ژول تقسیم بر C^2 می‌شود که عددی بسیار کوچک و امکان مشاهده‌ی آن بسیار مشکل یا غیرممکن است. با وجود این، با توجه به نظریه‌ی جرم ـ انرژی، جرم هر سیستم افزایش می‌یابد و این شگفت‌انگیز است.

وقتی ظرف سوپ را گرم می‌کنید، به آن در حدود 10^5 ژول انرژی می‌دهید و جرم آن را در حدود یک بیلیونیم گرم زیاد می‌کنیم. این تعجب‌آور است، اما هنوز هم قابل تشخیص نیست. این مثال‌های ساده نشان می‌دهند که چرا ما در زندگی روزمره، در هنگام تغییر انرژی، متوجه تغییر جرم نمی‌شویم. مثال‌ها باید این بدفهمی متداول را از بین ببرند که رابطه‌ی $E = mc^2$ فقط در فرایندهای هسته‌ای به کار می‌رود.

به عنوان یک مثال روشنگر روزمره، از یک جفت آهنربا و

چند «آزمون مفهومی دوجانبه» استفاده می‌کنیم. نخست دو آهنربا را به هم بچسبانید. سپس آن‌ها را از هم جدا کنید و به صورت ساکن در دست‌های خود نگه دارید. اکنون این پرسش را مطرح کنید که: «آیا انرژی سیستم آهنربا افزایش یافته، کاهش یافته و یا تغییر نکرده است و چگونه به این موضوع پی می‌برید؟». انرژی سیستم افزایش یافته است، زیرا برای جدا کردن آهنرباها کار انجام داده‌اید. و حالا بپرسید: «انرژی اضافی کجا ذخیره شده است؟» در فضای (که می‌تواند خلأ باشد) بین دو آهنربا، یعنی در میدان مغناطیسی. بار دیگر بپرسید: «آیا جرم سیستم آهنربا افزایش یافته، کاهش یافته یا تغییر نکرده است؟» جرم افزایش یافته است چون انرژی افزایش یافته و مقدار آن برابر با $m = \frac{E}{c^2}$ است. پرسش آخر این که: «در کجا جرم افزایش یافته است؟» در میدان، زیرا جایی است که انرژی وجود دارد! میدان‌ها، حتی میدان‌های موجود در فضای تهی، دارای جرم هستند. این موضوع شگفت‌انگیز است. در پایان می‌توانید به عنوان جمله‌ی معترضه، اضافه کنید: این آزمایش واقعیت فیزیکی میدان‌های الکترومغناطیسی را نیز نمایش می‌دهد.

فرمول بالا را می‌توان در واکنش‌های هسته‌ای آزمود، زیرا در این نوع فرایندها، تغییر انرژی بسیار بزرگ است. برای مثال، اگر اورانیم شکافته شود و انرژی گرمایی آن منتقل شود، کاهش ناچیز جرم در حدود ۰٫۱ درصد و به آسانی قابل آشکارسازی است. همین طور، هنگامی که دو هسته دوتریم برای تولید هلیم جوش می‌خورند، کاهش جرم در حدود ۰٫۶ درصد است.

اما مفهوم $E = mc^2$ با مثال آهنرباها به روشنی منتقل می‌شود: **هر سیستم دارای انرژی جرم دارد.** به علاوه، **هر سیستم دارای جرم انرژی نیز دارد.** گزاره‌ی اخیر به بهترین شکل در پدیده‌ی نابودی ماده ـ پادماده نمایان می‌شود. برای مثال، هنگامی که یک الکترون و یک پوزیترون، هر یک به جرم M نابود می‌شوند، دو ذره ناپدید می‌گردند. پرسش: آیا می‌شود به جای آنها چیزی ظاهر نشود؟ اگر $E = mc^2$ باشد، پس با توجه به پایستگی انرژی باید شکلی از انرژی در این فرایند ظاهر شود. در واقع، انرژی به صورت تابش نمایان می‌شود. اندازه‌گیری‌ها نشان می‌دهند که مقدار انرژی تابشی برابر با $2Mc^2$ (به اضافه‌ی انرژی جنبشی اولیه‌ی ذرات) است. حتی اگر ذرات در حالت سکون باشند، به اندازه‌ی $2Mc^2$ ژول کار «ذخیره شده» در زوج الکترون ـ پوزیترون وجود دارد.

این مثال‌ها را می‌توان برای کنار گذاشتن بدفهمی متداول دیگری نیز به کار برد. گاهی در این آزمایش‌ها گفته می‌شود که: «جرم به انرژی تبدیل شده است.» اما جرم هرگز به انرژی، و انرژی هرگز به جرم تبدیل نمی‌شود. زیرا انرژی (و همین طور جرم) را نمی‌توان خلق یا نابود کرد. در فرایند نابودی زوج، مقدار جرم و انرژی ذرات قبل و پس از نابودی دقیقاً یکسان است. اما درست است که بگوییم، **ماده** (که دارای جرم سکون است)، به تابش (که جرم سکون ندارد) تبدیل شده است.

جرم ماده‌ی بدون جرم

جان ویلر عبارت «جرم ماده‌ی بدون جرم» را عنوان کرد تا امکان حذف واژه‌ی جرم را از بنیان‌های فیزیک فراهم کند. جرم ذرات بنیادی بر این اساس کاملاً برحسب میدان‌ها بیان می‌شود. در اوایل سده‌ی بیستم، **هندریک لورنتس** و همکارانش، رویای توضیح جرم الکترون را به طور کامل برحسب میدان الکترومغناطیسی‌اش در سر داشتند. اما نظریه‌ی کلاسیک لورنتس را نظریه‌ی کوانتومی کنار گذاشت. امروزه، هنوز نمی‌دانیم چه چیزی جرم الکترون را به وجود می‌آورد، اما تقریباً رویای لورنتس را در بستری هیجان‌انگیزتر به کار برده‌ایم: جرم پروتون و نوترون‌ها (نوکلئون‌ها) که تقریباً تمام ماده‌ی معمولی را تشکیل می‌دهند، ناشی از میدان‌های «رنگی» کوارک‌های

سازنده‌ی آن‌هاست.

اگر نگاه کوتاهی به جدول مدل استاندارد ذرات بنیادی بیندازید، متوجه چیز عجیبی خواهید شد. جرم کوارک‌های بالا و پائین به ترتیب $\frac{3MeV}{c^2}$ و $\frac{6MeV}{c^2}$ ذکر شده است (شاید لازم باشد درباره‌ی این یکای جرم با شاگردان خود بحث کنید)، اما جرمِ پروتون که از دو کوارک بالا و یک کوارک پائین تشکیل شده، برابر با $938\frac{MeV}{c^2}$ است. این جمع درست از کار درنمی‌آید. اختلاف که تقریباً ۹۹ درصد جرم پروتون است، ناشی از میدان‌های نیروی کوارک‌هاست. همین طور، جرم نوترون از مجموع سه کوارک سازنده‌ی آن بسیار بزرگ‌تر است (یک کوارک بالا و دو کوارک پائین). بنابراین می‌توان به سرعت نتیجه گرفت که ۹۹ درصد از جرم یک نوکلئون ناشی از این میدان‌هاست؛ درست مانند بخشی از جرم دو آهنربای جدا از هم که ناشی از میدان مغناطیسی آن‌هاست. اما این تصور بسیار ساده‌انگارانه است، زیرا نمی‌توانیم فرض کنیم که این ۹۹ درصد جرم، واقعاً مستقل از جرمِ باقیمانده کوارک‌هاست. اگر بخشی از انرژی موجود در میدان به جرم کوارک‌ها بستگی داشته باشد، این امکان وجود دارد که بخش قابل ملاحظه‌ای از جرم نوکلئون، ناشی از جرم کوارک‌ها باشد.

جرم بسیار کم کوارک‌های نوکلئونی، بررسی مدل نوکلئونی دیگری را مطرح می‌کند که در آن، جرم همه‌ی کوارک‌های سازنده باید برابر با صفر باشد. چون جرمِ سکون گلوئون‌ها (اجزای دیگر نوکلئون‌ها علاوه بر کوارک‌ها) صفر است، پس این یک مدل «میدان محض» است. هنگامی که این مدل برای محاسبه‌ی جرم نوکلئون‌ها به کار می‌رود، نتیجه‌های حاصل دقتی در حدود ۱۰ درصد دارد. البته جرم از فرمول $m=\frac{E}{c^2}$ محاسبه می‌شود، در این رابطه، E انرژی میدان‌ها و انرژی حرکتی کوارک‌ها و گلوئون‌های بدون جرم است. چون بیش از ۹۹ درصد از جرم ماده‌ی معمولی ناشی از نوکلئون‌هاست، با توجه به این مدل، دست‌کم ۹۰ درصد از جرم ماده‌ی معمولی «جرمِ بدونِ جرم» است.

۱۰ درصد باقیمانده باید به همین ترتیب به‌دست آید. مدل استاندارد فیزیک ذرات، وجود میدانی به نام «میدان هیگز» را در سراسر عالَم پیش‌بینی می‌کند. اگر برای میدان هیگز، «بوزون هیگز» ـ کوانتوم میدان هیگز ـ در چند سال آینده کشف شود، شاهد سرراستی برای میدان هیگز خواهد بود. اگر این بوزون تأئید شود، میدان هیگز، جرمِ ذرات بنیادی (مثلاً، جرم کوارک‌ها و الکترون‌ها) را برحسب برهم‌کنش میان ذرات و میدان هیگز توضیح می‌دهد. بنابراین، در آن زمان می‌توان توضیحی برای کل جرمِ ماده‌ی معمولی برحسب میدان‌ها به‌دست آورد.

از این‌رو فیزیک جدید، دست‌کم در مورد ماده‌ی معمولی، در آستانه‌ی تأئید دیدگاه «جرمِ بدونِ جرم» با طول عمر یک قرن قرار می‌گیرد. با توجه به این دیدگاه، ذرات مادی تنها میدان‌های نیرو در فضا هستند که می‌توان آن‌ها را «چشم‌انداز میدان واقعیت» نیز به حساب آورد. این دیدگاه با اصول نظریه‌های میدانِ کوانتومی نسبیتی که شالوده‌ی فیزیک معاصر هستند، سازگاری دارد. مثلاً **استیون واینبرگ**، نظریه‌پرداز پیشرو میدان کوانتومی و برنده‌ی جایزه نوبل فیزیک در این‌باره اظهار می‌دارد:

بر پایه‌ی نظریه‌های فیزیکی که طی دهه‌ی ۱۹۲۰، تکامل یافتند، گمان می‌رود که برای هر نوع از ذرات بنیادی نوعی میدان وجود دارد. موجودات عالَم را می‌توان مجموعه‌ای از میدان‌های الکترونی، پروتونی و الکترومغناطیسی پنداشت، و ذرات تا حد یک پدیده‌ی ثانوی تقلیل می‌یابند. تاکنون اساس این دیدگاه پابرجا باقی‌مانده است و بنیان اصلی نظریه‌ی میدان کوانتومی را تشکیل می‌دهد: **اساس واقعیت مجموعه‌ای از میدان‌هاست** که تحت تأثیر قانون‌های نسبیت خاص و مکانیک کوانتومی قرار گرفته‌اند. پدیده‌های دیگر به عنوان دستاورد دینامیک کوانتومی همین میدان‌ها هستند.

در این دیدگاه، «هیچ موجودی وجود ندارد» (به نقل از گرترود اشتاین شاعر)؛ به طور کلی هیچ «چیز». الکترون‌ها و دیگر ذرات مادی تنها میدان‌های نیرو در گاف «تهی» هستند که مانند فاصله‌ی میان دوقطب آهنرباها به نظر می‌رسند. در این دیدگاه، هر «موجود» چیزی جز حرکت و برهم‌کنش نیست. این حرکت‌ها و برهم‌کنش‌ها خودشان بنیادی هستند، نه ذرات مادی که همواره تصور کرده‌ایم که حرکت و برهم‌کنش ناشی از آن‌هاست. در فرهنگی که با سنت مکانیک نیوتونی آمیخته است، به نظر می‌رسد که این دیدگاه باید آگاهی سترگی را درباره‌ی سرشت واقعیت فیزیکی آشکار کند. بد نیست که دانش‌آموزان ما با این دیدگاه آشنا شوند.

منبع:

The physics Teacher, Vol. 43, February 2005.

فیزیک، بدون فرمول

آزیتا سیّد فدایی

اشاره

فیزیک بدون فرمول، نه به این معنی است که نسبت به رابطه‌های حاکم بر جهان بی‌اعتنا شویم و حاصل تراوش‌های ذهن نابغه‌ها و دانشمندان را نادیده بگیریم، بلکه به معنای آن است که این فرمول‌ها را بی‌جهت به زندگی عامه‌ی مردم که نیازی به دانستن آن‌ها ندارند، وارد نکنیم.

چالشی که پیش رو داریم، طراحی یک دوره‌ی آموزشی مفید و جالب برای افرادی با مهارت‌های متفاوت و زمینه‌های علمی گوناگون و با اندیشه‌های مختلف شغلی است. ما باید، به جای گفت‌وگو درباره‌ی اطلاعات پراکنده در قالب فرمول‌های فیزیکی، با تمرکز بر اندیشه‌هایی که فیزیک را به بهترین وجه به عنوان یک علم مشخص می‌کنند، یاری دهنده‌ی بینش افراد نسبت به فیزیک باشیم؛ تا آن‌ها فیزیک را به صورتی واقعی، و در قالب فعالیتی انسانی، برای درک عالم لحاظ کنند، یعنی این علم را با راه کارهایی بشر دوستانه و مرتبط با علاقه‌های انسان‌ها عرضه کنیم.

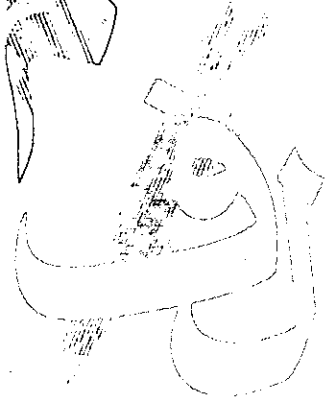
سرآغاز

وقتی مخاطبان ما در آموزش فیزیک، دانش‌آموزان تیزهوش یا افرادی علاقه‌مند به یادگیری فرمول‌های فیزیکی هستند، مشکلی در کار نیست و ما قادر به تصمیم‌گیری برای آموزش فیزیک به گونه‌ای هستیم که بهترین نتیجه را بدهد. اما در موقعیت‌هایی دیگر، سروکار داشتن با فرمول‌های تخصصی فیزیک ما را وادار به توقف و تردید در کارمان می‌کند و باید بهترین راه را انتخاب کنیم. ما همه فیزیک را با فرمول یاد گرفته‌ایم و فکر می‌کنیم که بهترین راه همین است. بسیاری از دانش‌آموزان فرمول‌ها را بعد از زمان کوتاهی فراموش می‌کنند. برای داشتن خاطره‌ای خوب از فیزیک باید مروری بر روش‌هایی داشته باشیم که ایجاد علاقه می‌کنند و از روش‌هایی استفاده کنیم که بهترین و بیش‌ترین تأثیر را در یادگیری ایجاد کنند.

بحث

سال ۲۰۰۵ میلادی (سال ۱۳۸۴ هجری شمسی)، سال جهانی فیزیک اعلام شده است، به همین دلیل، برای این که درک همگانی مناسبی از وجوه و ویژگی‌های علم ایجاد شود و علم باوری در میان مردم گسترش یابد، هدف از فعالیت‌های سال جهانی فیزیک در ایران «ارتقای ذهن علمی مردم و اعتماد آنان به علم» تعیین شده است.

باور به علم را می‌توان از سطح مقدماتی شروع کرد و آن ایجاد انگیزه برای **کنجکاوی در طبیعت** است؛ به این معنی که کنجکاوی، چنین باوری را می‌آفریند. بنابراین، مضمون سال



جهانی فیزیک درایران «فیزیک، نماد کنجکاوی بشر در طبیعت پیرامون» انتخاب شده است. به عبارت دیگر، فیزیک نمادی در خدمت تبلیغ تمام رشته های علوم خواهد بود.

برای داشتن درک بهتری نسبت به ارتباط بین کمیت ها و کشف آن ها در جهان هستی، می توان از روش های متفاوتی استفاده کرد؛ خصوصاً وقتی که هدف، برانگیختنِ ادراک علمی در عامه ی مردم باشد، به گونه ای که حتی از نسلی به نسل دیگر قابلیت انتقال داشته باشد. برای مثال، دقت پیشینیان به افلاک و رشدِ علمِ نجوم، یکی از ثمرات چنین ادراکی است. باید به علاقه ی انسان ها دقت کرد و از این طریق، یادگیری علم را به لذتی غیرقابل تصور تبدیل کرد. باید به این حقیقت بدیهی روان شناختی توجه داشت که علاقه به موضوع، سبب افزایش دقت و سهولت درک مطلب می شود و در نتیجه، به فراگیری آگاهانه کمک می کند.

وقتی می خواهیم بین علم و عامه ی مردم ارتباط برقرار کنیم، باید ساده ترین مطلب معلوم برای همه را مقدمه قرار دهیم و به کمک استدلال های ساده و مثال های مناسب، به نتیجه برسیم. این روش مخاطب را وامی دارد تا درباره ی مطالب تازه بیندیشد و به تفکر دقیق و آموزش عمیق نزدیک شود. وقتی مخاطبانِ ما عامّه ی مردم هستند، با استفاده از علاقه های آن ها می توان وارد عمل شد و آن ها را برای برداشتن نخستین گام ها در درک علم راهنمایی کرد و به آن ها آموخت که به طور مستقل پیش بروند. طبیعی است که دراین روش، از آموزش فرمول ها به روالی که معمول است، نمی توان استفاده کرد. مشکل فراموش کردن فرمول های تخصصی فیزیک و کاربردی نبودن آن ها برای عامه، برای همه ی ما قابل درک است. با پیشرفت علم و رشد روزافزون رشته های تخصصی در تمامی شاخه ها، به ویژه علم فیزیک، بر شمار فرمول های تخصصی در هر رشته افزوده می شود. در مسیر آموزش، اولین گام، ایجاد رابطه ی منطقی با کمیت های موجود در جهان هستی از طریق ادراک صحیح آن هاست. به هیچ وجه نباید اجازه دهیم که فرمول های پر رنگ و لعاب فیزیک مانع درک جهان شوند. به عبارت دیگر، تمرکز روی پدیده های فیزیکی، آغازی برای رسیدن به دیدگاهی علمی است. انگیزه ی قوی برای شروع چنین تفکر و تمرکزی، نزدیک تر شدن به قانون هایی است که به کنترل جهان اطرافمان می انجامند.

ضرورت وجود فرمول ها در علوم، ایجاد ارتباط بین کمیت های مشهود جهان و خلاصه کردن این ارتباط است. ولی ما اصل را فدای فرع کرده ایم و فقط فرمول ها را یاد می گیریم و به مفاهیم، چندان بها نمی دهیم. حتی در سیستم های آموزشی ما، روی فرمول ها مانور داده می شود، مسأله و تست طراحی و حل می شود و حتی ارزشیابی و گروهبندی دانش آموزان از این طریق صورت می گیرد.

البته، منظور ما در این مقاله، نفی فرمول های فیزیکی نیست، بلکه می خواهیم به این وسیله تنشی در سیستم آموزشی و در کل جامعه و نگرشی نوین نسبت به آموزش فیک ایجاد شود تا به فراگیران علم فیزیک (خصوصاً دانش آموزان) فقط فرصت دیدن بدهیم و بعد با دیدن امکان تجزیه و تحلیل به آنان، امکان برخورد با پدیده های فیزیکی را برایشان فراهم کنیم. انتظار نداشته باشید که همه ی فراگیران باتجزیه و تحلیل پدیده ها به فرمول ها و رابطه های بین کمیت ها برسند، زیرا اگر این راه آسان و راحت بود، به طوری که می توانستیم در عرض یک جلسه تدریس، به قانون دوم نیوتون برسیم، در این صورت معنی تلاش نابغه ای مثل نیوتون و ادراک عالم هستی چه می شد؟

اگر بنا بود که درهر جلسه ی آموزش فیزیک، یک قانون علمی را فرضیه سازی و سپس فرمول سازی کنیم و به خورد فراگیر دهیم، در این صورت معنای نبوغ در درک عالم کجا رفت؟ در این جا پرسش مهمی مطرح می شود: آیا باید علوم پیشینیان را نادیده بگیریم و از نو به اکتشاف علمی بپردازیم؟ که البته این هم حرفی عبث و بیهوده است.

پس ناچار باید فراگیران را طبقه بندی کنیم. آن هایی که از مشاهده و درگیر شدن با پدیده های عالم راضی و خشنود هستند و در این درک خود قادر به فرضیه سازی و درک می شوند، باید در این سطح بمانند و اگر در بین آن ها افرادی هستند که قادر به هضم و تجزیه و تحلیل پدیده ها و درک روابط حاکم بر آن ها هستند، در این سطح کار کنند. علاوه بر این تقسیم بندی که لایه های متفاوتی را دربرمی گیرد، از علاقه های افراد نیز باید کمک بگیریم، وگرنه در تلاشمان ناموفق خواهیم ماند.

نتیجه گیری

در این مرحله کار کمی سخت می شود و برنامه ریزی وسیعی در سطح بین المللی لازم است. اگر به علم فیزیک بدون فرمول بنگریم، آن را همه گیرتر و شیرین تر کرده ایم.

پیشنهاد

برای رسیدن به چنین دیدگاهی، می توان با استفاده از روش های زیر، حس زیبای ادراک جهان و تقویت اعتماد به نفس را در افراد ایجاد کرد:

۱. تمرکز روی پدیده های فیزیکی در جهان و شناسایی آن ها.

۲. تفکر درباره ی چگونگی رخداد آن پدیده ها و یافتن تعداد بیش تری از آن ها در طبیعت.

۳. تحقیق درباره ی پدیده های فیزیکی از دیدگاه سایر علوم و همچنین تحقیق درباره ی علوم دیگر از افق نگرش فیزیکی.

۴. تشریح رابطه ی بین روان شناسی و علم فیزیک.

۵. ابداع روش هایی برای آن که با استفاده از علاقه ی افراد بتوان آن ها را به درک علمی نائل کرد؛ استفاده از نمایش، تئاتر، خواندن شعر و به طور کلی هنر، در ادراک مفاهیم فیزیکی.

۶. استفاده از رایانه و نرم افزارهایی که به خلق شبیه سازی پدیده های فیزیکی کمک می کنند و در نهایت به پرورش قدرت تخیل و نوآوری در افراد می انجامند.

۷. برگزاری مسابقه ها و آزمون هایی که در آن ها به نحوی از روش های بالا استفاده شود.

بنابراین ماست که با توجه به هدف های سال جهانی فیزیک، فرصت را مغتنم بشماریم و به طور منطقه ای در کشورمان، وارد عمل شویم و متفکران، مدرسان و پژوهشگران آموزش فیزیک، راهکارهای موجود در این زمینه را مورد بررسی قرار دهند.

تعدادی از این راهکارها عبارتند از:

۱. توجه به هدف از آموزش علم فیزیک که در بیانیه ی سال جهانی فیزیک ذکر شده است و تعمیق این هدف.

۲. دقت در تغییر نگرش در روش های آموزش فیزیک درایران.

۳. دقت در تغییر نگرش در آزمون های فیزیک.

۴. دقت در نقش آموزش فیزیک در نحوه ی پرورش روح خلاق نسل جوان.

۵. استفاده از علاقه های عموم مردم، خصوصاً نسل جوان، به آموزش فیزیک.

۶. دخالت دادن دبیران فعال و آشنا ساختن آن ها با هدف های آموزش فیزیک.

برای مثال، با توجه به علاقه ی روزافزون نسل جوان و دانش آموز و حتی عامه ی مردم به استفاده از رایانه، به جاست از این علاقه استفاده کنیم و خود را برای توانا شدن در استفاده از این ابزار مهیا سازیم. با استفاده از فضای مجازی رایانه، این فرصت را به دانش آموز بدهیم که یافته های خود را ازجهان اطراف به صورت مجازی خلق کنند و آن ها را به صورت پویانمایی (انیمیشن) درآورد. با این روش، بدون بیان روابط خشک و فرمولی، او را به درک علمی از دنیای اطراف نزدیک کرده ایم و لذت آموزش از طریق آزمون و خطا در یک فضای مجازی را به او داده ایم. چون این یافته ها حاصل تجربه ی شخصی خود هستند، دیگر به راحتی از ذهنش دور نمی شوند. با به کارگیری این روش ساده، حداقل «اجازه ی تحلیل قانون های فیزیک را به آن ها بدهیم».

این روش در سال تحصیلی ۸۳ـ۸۲ با حدود ۱۰ دانش آموز در یک مدرسه ی دولتی آغاز شد و با توجه به نتیجه ی چشمگیر آن، در سال تحصیلی ۸۴ ـ۸۳ در یکی از مناطق شهر تهران با حدود بیست و شش مدرسه (از هر مدرسه به طور متوسط دو دبیر فیزیک) ادامه یافت. در این زمینه تلاش های زیادی شده است که بیان آن ها در این مقاله نمی گنجد و در فرصتی دیگر باید به آن ها پرداخت. در این جا فقط به ذکر این نکته بسنده می کنیم که با توجه به بیانات دبیران و دانش آموزان شرکت کننده در این طرح، زمینه ی لازم برای عمیق تر شدن مفاهیم فیزیک در ارتباط با فناوری روز، از طریق این طرح برای آنان فراهم شده است.

منابع:

۱. اینشتین، آلبرت. حاصل عمر. ناصر موفقیان. شرکت انتشارات علمی و فرهنگی. چاپ سوم.

۲. هولتون، جرالد جیمز. طرح فیزیک هاروارد. ج ۱. احمد خواجه نصیر طوسی. مؤسسه ی فرهنگی فاطمی.

۳. پرلمان، یاکوب ایسیدورویچ. فیزیک برای سرگرمی. احسان قوام زاده. انتشارات نیلوفر.

۴. سال جهانی فیزیک ـ ایران. جزوه ی مربوط به انجمن فیزیک ایران.

ارتباط‌های ویرانگر

سبب اختلال در ساختار آموختن می‌شوند

کیت اس. تیبر[1]
مترجم: منیژه رهبر

علم بر تعریف‌های دقیق واژه‌های مورد استفاده‌ی خود تأکید دارد. اما وقتی این واژه‌ها مثل «تنفس»، «حیوان» یا «کار» بسیار متداول باشند، شکی نیست، هرقدر که معلم یا کتاب درسی تصریح کند، شبکه‌ی کاملی از ایده‌های روزمره به سرعت به آن‌ها تحمیل می‌شود.

جی. سولومون[۱]

آموختن فرایندی سرراست نیست. عامل‌های زیادی در این فرایند دخیل هستند به طوری که نمی‌توانیم انتظار داشته باشیم که همه‌ی آن‌ها به موقع پیش‌بینی شوند و برایشان برنامه‌ریزی شود. اخیراً شاهد فعالیت معلم کارآموزی بودم (او را مایک می‌نامم) که به گروهی از دانش‌آموزان دوره‌ی "GCSE" فیزیک درس می‌داد. او به تدریس موضوع علوم زمین مشغول بود و به نظر می‌رسید که به موضوع درس تسلط کامل دارد.

بدون شک، مایک صلاحیت لازم را داشت و درباره‌ی موضوع درس هم مطمئن به نظر می‌رسید. همین طور، درباره‌ی چگونگی تدریس موضوع برای سهولت آموزش مؤثر، فکر کرده بود. مایک موضوع را به قطعه‌های معقول یا «کوانتوم‌های آموزش» تقسیم کرده بود تا دانش‌آموزان مجبور نباشند در یک جلسه با مواد درسی زیادی دست و پنجه نرم کنند. بدیهی است که برای آهنگ پذیرش اصطلاحات و ایده‌های جدید، حدی وجود دارد. پس می‌توان انتظار داشت که این مواد در حافظه باقی بمانند.

با شناخت این که دانش‌آموزان احتمالاً درس جلسه‌ی قبل را به خوبی به یاد ندارند، مایک می‌دانست که باید آنچه را که قبلاً آموخته‌اند یادآوری کند. او درس را با پرسش‌هایی آغاز کرد که به عنوان مرور سریع درس قبلی عمل می‌کردند. این، هم نکته‌هایی را که از نظر مایک کلیدی بودند برجسته می‌کرد، و هم به آن‌ها استحکام می‌بخشید. وقتی آموخته‌های جدید در حافظه رمزگذاری می‌شوند، در ابتدا بقایشان تا حدی شکننده است؛ زیرا با آموخته‌های دیگر کاملاً یکپارچه نشده‌اند و دستیابی به آن‌ها به سرعت، می‌تواند دشوار شود. وقتی حافظه را مرور می‌کنیم، خود عمل راه‌اندازی فراخوانی، به تقویت مسیر لازم برای دستیابی به حافظه کمک می‌کند. اگر آموخته‌های جدید به طور مرتب تقویت شوند، ظرف چند ماه به اندازه‌ای تثبیت می‌شوند که سرانجام کاملاً مستحکم می‌گردند.

معرفی اطلاعات جدید

در جلسه‌ی قبل، تدریس مایک درباره‌ی مرزهای ویرانگر صفحه بود که در آن‌ها، پوسته‌ی زمین در منطقه‌های بستر ذوب می‌شود، و مرزهای سازنده که در آن‌ها، پوسته‌ی جدید بر اثر دور شدن صفحه‌ها از هم، و با گسترش بستر دریا تشکیل می‌شود. در بخشی از درس که ناظر آن بودم، قرار بود مایک گروه جدیدی از مرز صفحه را که مرز صفحه‌ی پایستار بود، تدریس کند.

زمان تدریس اندکی پس از سونامی مخرب آسیایی بود که در آن، افراد زیادی به صورت غم‌انگیزی جان خود را از دست داده بودند. مایک به خوبی می‌دانست، بسیاری از موادی که در کلاس‌های فیزیک بررسی می‌شدند، برای بسیاری از دانش‌آموزان، مجرد و یا حتی نامربوط هستند؛ موجوداتی چون صفحه‌های زمین‌ساختی، الکترون‌ها، میدان‌ها و پرتوهای نور که آنتولوژی فیزیک را تشکیل می‌دهند. فیزیکدانان و معلمان فیزیک به اندازه‌ای درباره‌ی این مفاهیم فکر می‌کنند که به نظرشان، همان‌قدر واقعی هستند که دیگر اشیای تشکیل دهنده‌ی جهان از دید مردم عادی. برای دانش‌آموزان، هر یک از این مفاهیم نماینده‌ی ایده‌ی عجیب دیگری است که فیزیک را دشوار می‌سازد؛ یعنی آنچه که به برداشت شخصی آن‌ها از چگونگی رفتار جهان ارتباطی ندارد.

مایک مفهوم صفحه‌ی پایستار را مطرح کرد که در آن، پوسته نه به وجود می‌آید و نه از بین می‌رود، بلکه صفحه‌ها به یکدیگر ساییده می‌شوند؛ مانند گسل «سنت آندریاس». او سونامی اخیر را یادآور شد و به دانش‌آموزان گفت، چگونه دانشمندان گمان می‌کنند این سونامی بر اثر جابه‌جایی در امتداد مرز صفحه‌ی پایستار به وجود آمده است.

به رغم تفکر و دقتی که مایک در آماده‌سازی درسی به عمل آورده بود، این پیشنهاد که سونامی نتیجه‌ی فعالیت مرز صفحه‌ی پایستار بوده است، باعث واکنش شدید بعضی از دانش‌آموزان کلاس شد. آن‌ها به شدت استدلال می‌کردند که نوع مرز مسؤول سونامی باید مرز صفحه‌ی **ویرانگر** باشد.

مسیر بیش‌ترین مقاومت

تشکیل معلومات، آموختن ایده‌ها و مفاهیم، کاری است که همه‌ی ما آن را بدون هیچ کوششی انجام می‌دهیم. روی دیگر این فرایند خودکار آن است که آموختن در مسیری با کم‌ترین مقاومت صورت می‌گیرد و نه در مسیری که مدرس علوم می‌کوشد آن را تسهیل کند. دانش‌آموزان مایک کاملاً راضی بودند که بپذیرند مرزهای صفحه به نام سازنده، ویرانگر، و پایستار وجود دارند، و به نظر می‌رسید که این ارتباط را بر حسب آنچه در موارد گوناگون در پوسته‌ی زمین رخ می‌داد، پذیرفته بودند. با این همه، وقتی ارتباط آن‌ها با فاجعه‌ای به شدت ویرانگر مطرح می‌شد؛ ارتباطی خود به خود و بسیار شدید بین پیامد ویرانگر (از نظر انسانی، اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی)، و نوع مرز صفحه‌ی ویرانگر برقرار می‌شد. دانش‌آموزان در پاسخ به کوشش مایک در جهت توجیه طبقه‌بندی علمی، کاملاً برافروخته و پر سر و صدا بودند.

به خوبی می‌دانیم که برچسب‌های مورد استفاده در علوم، وقتی از کلمه‌هایی تشکیل شده باشند که دانش‌آموزان معنایی را برای آن‌ها در نظر دارند و انتظار داریم که بار معنایی جدیدی را بر آن‌ها بیفزاییم، اغلب مسأله‌ساز می‌شوند [۲]. معنی‌های روزمره و علمی واژه باید از هم جدا شوند، حتی اگر معنی فنی، از واژه‌ی شناخته شده‌تری گرفته شده باشد. به نظر می‌رسد که بعضی از دانش‌آموزان می‌توانند، مرزهایی را بین این معنی‌های متفاوت یک واژه به وجود آورند و می‌دانند که چه موقع معنی علمی را استنباط کنند. دیگر دانش‌آموزان، اجتناب از به خاطر آوردن ارتباط‌هایی را که کم‌تر مطرح می‌شوند، دشوار می‌یابند.

آموختن شکننده

در درس مایک، واژه‌ها معنی متداول خود را حفظ می‌کنند، اما با توجه به جنبه‌ی خاص پدیده‌ها ـ به وجود آمدن یا از بین رفتن پوسته. مثال مایک در مورد سونامی آسیایی، کوششی قابل قبول برای مطرح کردن فیزیک برای دانش‌آموزان بود. متأسفانه، شدت ارتباط کنونی بین سونامی و ویرانی، مرز میان معنی فنی و کلی «ویرانگر» را در ذهن دانش‌آموزان در هم شکسته، و کوشش مایک در جهت نمایش انواع مرزهای صفحه را بی‌حاصل کرده بود. معنی جدید و خاص این واژه‌های فنی هنوز برای این دانش‌آموزان، آموختن شکننده و فاقد مرزهای مستحکم ارتباط‌های قبلی بود. شاید پس از یک دوره تقویت، این آموزش جدید مستحکم‌تر شود [۳]، و معنی جدید کم‌تر در معرض تفسیر روزمره قرار گیرد.

و اغلب، پیچیدگی آموزش و یادگیری باعث می‌شود که آنچه به دقت طراحی شده است، غلط از کار درآید. البته، همین پیچیدگی است که آموزش فیزیک را تا این حد چالش‌برانگیز، و به انجام رساندن موفق آن را، بسیار رضایت‌بخش می‌سازد.

ترجمه از:

Physics Education, 40(5), September 2005/pp403-404.

زیرنویس:

1. Keith S. Taber

منابع:

1. Solomon J. (1987). Social influences on Construction of Pupils understanding of Science. *Stud. Sci Educ.* **14** 63-82.

2. Walts DH and Gilbert J. (1983). Enigmas in School Science: Students' Conceptions for Scientifically associated Words. **Res.** *Sci. Technol. Educ.* 1(2) 161-171.

3. Taber K S2004 Learning quanto: barriers to Stimulating transitions in Student understanding of orbital ideas *Sci Educ* **89**(1) 94-116

صاف بنشینید!
فیزیک صحیح این است

جیوزپه کولیچیا[1]
مترجم: رجب قاسمی‌زاده

چکیده

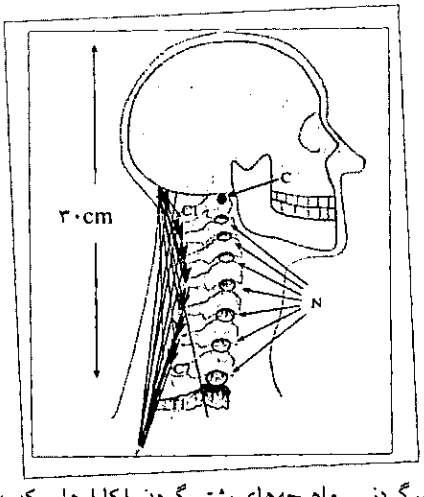
مدل ساده‌ای ارائه شده است که نیروها و گشتاورهای مؤثر در ساکن نگه داشتن حالت بدن را در مهره‌های پشت گردنی نشان می‌دهد. مدل مزبور، برآورد بارهای روی دیسک‌های گردنی را در حالت‌های متفاوت، براساس بیومکانیک امکان‌پذیر می‌سازد. بنابراین، زمینه‌ای زیست‌شناختی برای آموزش استاتیک فراهم می‌آورد.

عوامل مخاطره‌آمیز در بروز آسیب‌ها و دردهای ناحیه‌ی گردن، در حالت‌هایی با کشیدگی طولانی مدت مهره‌های گردنی و کاهش حالت ارتجاعی آن‌ها اتفاق می‌افتد. چرا که حالت پائین بودن سر، با افزایش فعالیت عضله‌های پشت گردن و افزایش بار متراکم روی مهره‌ها همراه است.

مفاهیم نیرو و گشتاور و رابطه‌ی بین آن‌ها در برقراری تعادل استاتیکی حالت‌های گردنی، اساس کار در فهم موضوع هستند. ما نیروها و گشتاورها را که در یک مدل ساده‌ی گردن اعمال می‌شوند بررسی می‌کنیم تا دانش‌آموزانی که زمینه‌ی ریاضی یا فیزیکی از موضوع ندارند بتوانند، با یادگیری و به‌هم پیوند دادن مفاهیم مکانیکی مربوطه و با درپیش گرفتن احتیاط‌های ساده، از دردهای گردن جلوگیری کنند یا آن‌ها را به حداقل برسانند.

مهره‌های گردن

ستون فقرات در ناحیه‌ی گردن دارای هفت مهره است. بالاترین مهره (C)، کاسه‌ی سر را نگه می‌دارد و پائین‌ترین مهره (C_7) بالای مهره‌ی حلق (T_1) قرار دارد. مهره‌ها با دیسک‌های بین‌مهره‌ای از یکدیگر جدا شده‌اند (شکل ۱). این دیسک‌ها به



شکل ۱. مدل سر و مهره‌های گردنی. ماهیچه‌های پشتی گردن با کابل‌هایی که به مهره‌ها چسبیده‌اند، نشان داده شده‌اند. پیکان‌ها فقط جهت‌های نیروی کل لازم را نشان می‌دهند.

شکل قرص‌های لوزی مانند سفت از غضروف ریشه‌دار، یک هسته‌ی N در مرکز مایع سفت دارند. کار اصلی دیسک‌ها، فراهم آوردن درجه‌های متفاوت آزادی برای چرخش و تحمل کردن بارهایی است که از قطعه‌های بالایی منتقل می‌شوند؛ مثل ضربه‌گیر عمل کردن، توزیع نیروها، و حذف تماس‌های بین‌استخوانی.

صفحه‌ی قوسی شکل مهره‌های گردنی (از جلو به عقب)، خمیدگی کوژ متمایل به جلویی دارد (انحنای زیاد ستون فقرات به سمت جلو). در حالت عادی ایستادن، انحنای ستون فقرات به سمت جلو، قوسی دایره‌ای در حدود ۳۴° دارد، به طوری که C_1 بر T_1 عمود است. پایداری مکانیکی مهره‌های گردن، از دیسک‌های بین مهره‌ای و رباط‌ها (۲۰ درصد) و ماهیچه‌های گردن (۸۰ درصد) حاصل می‌شود.

ماهیچه‌های گردن بالغ بر ۲۰ جفت هستند که کنترل دینامیکی و استاتیکی سر و گردن را به‌عهده دارند؛ هرچند که ظاهراً بدون فایده در جهت‌های گوناگون عمل می‌کنند. ماهیچه‌هایی که وظیفه‌های مشابهی دارند، با تغییراتی در بازوی گشتاور روی محدوده‌های گوناگون حرکت، در جهت تضمین بهینه‌سازی وظیفه‌های خود عمل می‌کنند. علاوه بر این، ماهیچه‌ها در حین فعالیت و زمانی که از حالت طبیعی کشیده می‌شوند، نیرویی کنش‌پذیر تولید می‌کنند.

سیستم ماهیچه‌های گردن، با کالبدشناسی پیچیده‌ای توصیف می‌شود. به هرحال برای هدف‌های آموزشی، در مورد مردی با قد ۱٫۷۸ متر و جرم ۸۰ کیلوگرم می‌توان فرض کرد، نیروهای ماهیچه‌ای کش‌آورنده، براساس علم کالبدشناسی، از پشت مهره و با فاصله‌ای حدود ۴ سانتی‌متر از مرکز دیسک سرچشمه می‌گیرند؛ جرم سر و گردن حدود ۶ کیلوگرم (۸ درصد جرم بدن) و طول سر و گردن حدود ۳۰ سانتی‌متر است که با مرکز جرم C در فاصله‌ی ۱۴ سانتی‌متری از بالای سر و ۱۶ سانتی‌متری (۵۳ درصد) از C_7 قرار گرفته است.

بار روی پائین‌ترین مهره‌ی گردن

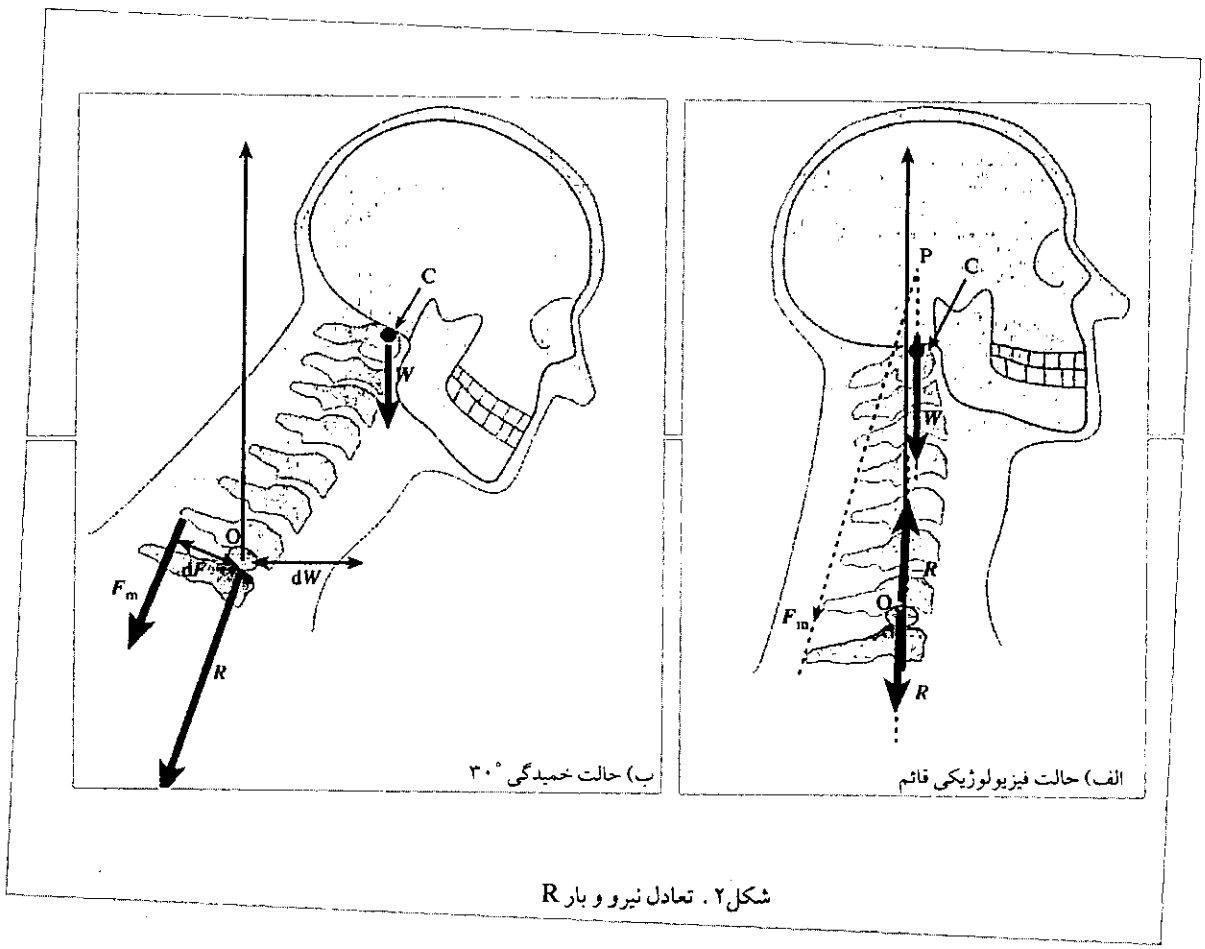
بیش‌ترین نیروهایی که به مهره‌های گردن وارد می‌شوند، عبارتند از: وزن سر و گردن، کشیدگی در ماهیچه‌ها، کشیدگی در رباط‌ها و نیروهای واکنش. در شرایط ایستا، باید برایند همه‌ی مؤلفه‌های نیروها و گشتاور نیروها برابر صفر باشد ($\sum F_i = 0$. $\sum F_i \times d_i = 0$). همین طور گشتاور ایجاد شده در هر بند بین مهره‌ای، ناشی از وزن سر و نواحی بالای گردن، باید با گشتاورهای داخلی ایجاد شده توسط کشیدگی در عضلات و رباط‌ها در تعادل باشد.

دانش‌آموزان برای براورد بارروی پائین‌ترین دیسک گردن ($C_7 - T_1$) می‌توانند بردارهای نیرویی را ترسیم کنند که با توجه به شکل ۲ که با پرتوی X گرفته شده است، مهم هستند.

مرکز دیسک به عنوان تکیه‌گاه و نقطه‌ی مفصل نیروهای درحال تعادل در نظر گرفته می‌شود. ماهیچه‌هایی که از سر یا مهره‌های گردن ناشی می‌شوند و به بالای مهره‌ی C_7 وصل می‌شوند، درنظر گرفته نشده‌اند، چرا که آن‌ها فقط مسؤولیت حفظ تعادل قسمت‌های بالای C_7 را بر عهده دارند. اثر کلی ماهیچه (همه‌ی ماهیچه‌های کش آمده) که نیرو را به زیر مهره‌ی C_7 منتقل می‌کند، با بردار نیروی F_m نمایش داده شده است. به دلیل این که کار ماهیچه‌ها خنثا کردن اثرهای برشی روی مهره است، آن قسمت از گشتاور خنثا کننده که توسط نیروهای کنش‌پذیر (رباط‌ها) به‌وجود می‌آید، نادیده گرفته شده است (این فقط در حالت خمیدگی زیاد چشمگیر است).

در حالت فیزیولوژیکی قائم (شکل ۲ـ الف)، وزن سر و گردن (W) به مرکز جرم آن‌ها (C) اثر می‌کند که نزدیک به محور عمودی در مبدأ مفصل قرار دارد. با درنظر گرفتن این که برای حالت تعادل، باید خط نیروهای W، F_m و نیروی واکنش R– در نقطه‌ی P یکدیگر را قطع کنند، دانش‌آموزان تقریباً به سادگی می‌توانند ابتدا نیروی F_m و سپس با ترسیم نمودار، نیروی برایند R (بار) را محاسبه کنند. ابهام به‌وجود آمده در گذاشتن جهت F_m در پشت مهره، با توجه به وضعیت مهره‌های گردنی در حالت قائم، از بین می‌رود و به هیچ‌وجه شرایط تعادل را که مقدار کوچکی به نیروی F_m برای نگه داشتن تعادل استاتیک تحمیل کرده است، تغییر نمی‌دهد. بنابراین، بار حاصل: R، جمع W و F_m مؤثر روی دیسک تکیه‌گاه $C_7 - T_1$، در واقع وزن سر و گردن است (۶۰ نیوتون).

افزایش خمیدگی مهره‌های گردن، فاصله‌ی افقی dw و مرکز



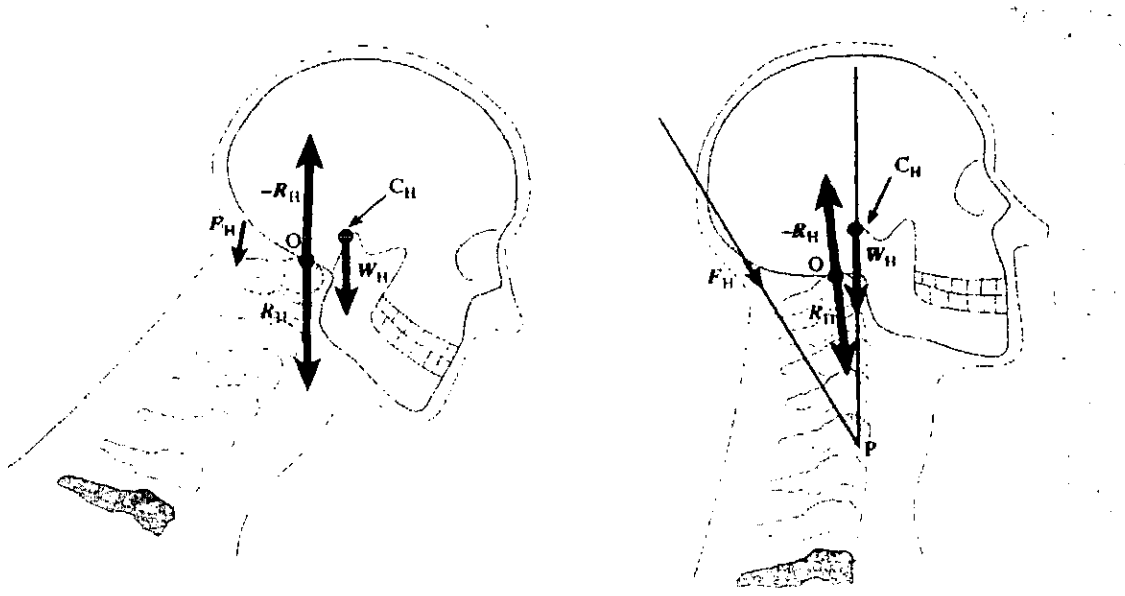
شکل۲ . تعادل نیرو و بار R

جرم C سر و گردن را از مبدأ پیوند افزایش می‌دهد و به طور مرتب به گشتاور لازم از نیروی عضلانی F_m برای نگه داشتن حالت تعادل ایستایی می‌افزاید (شکل ۲ـ ب). به ازای W = ۶۰N ، dF = ۴cm و dW = ۸cm ، نیروی لازم برای حفظ تعادل برابر F_m = ۱۲۰N است. مقدار بار برایند (R = W + F_m) حدود ۱۷۰N است. طبق نوشته‌ها، خمیدگی به طرف جلو، بار متراکم‌کننده را تا چندین برابر وزن سر و گردن افزایش می‌دهد.

بار روی بالاترین مهره

مدل کلی عملکرد ماهیچه می‌تواند، به براورد بار روی هر مهره کمک کند، به شرطی که فقط جرم بالایی آن درنظر گرفته شود. برای مثال، اکنون بار روی مبدأ مفصل را در مهره‌ی C_1 درنظر می‌گیریم (شکل۳).

جرم سر در حدود 5kg (۶درصد جرم بدن) است که با مرکز جرم C_H، در داخل جمجمه قرار دارد. از دیدگاه فیزیولوژی، جهت نیروی ماهیچه‌ای F_H وارد شده به پشت جمجمه، شیب رو به جلو دارد (شکل ۳ـ الف). با درنظر گرفتن فاصله‌های افقی W_H و F_H از مبدأ مفصل، باید اندازه‌ی نیروی F_H در حدود ۱۵N باشد، تا گشتاورها در تعادل باشند. بار برایند R_H در نقطه‌ی (مفصل) O با توجه به جمع نموداری وزن سر W_H و نیروی F_H، حدود ۷۰N است. در نقطه‌ی P، همه‌ی نیروهای وارد شده، از جمله نیروی واکنش $-R_H$، برای فقط تعادل سیستم



الف) حالت فیزیولوژیکی ب) در حالت خمیدگی

شکل ۳. نیروها و بار R_H با تعادل سر

باهم برخورد می‌کنند.

افزایش ۳۰° در خمیدگی، فاصله‌ی وزن W_H را از مبدأ مفصل افزایش می‌دهد و در واقع دو برابر می‌کند (شکل ۳ـب). در این حالت نیروی لازم برای حفظ تعادل، حدود ۳۰N و بار برایند، حدود ۸۰N خواهد بود.

مدل مکانیکی

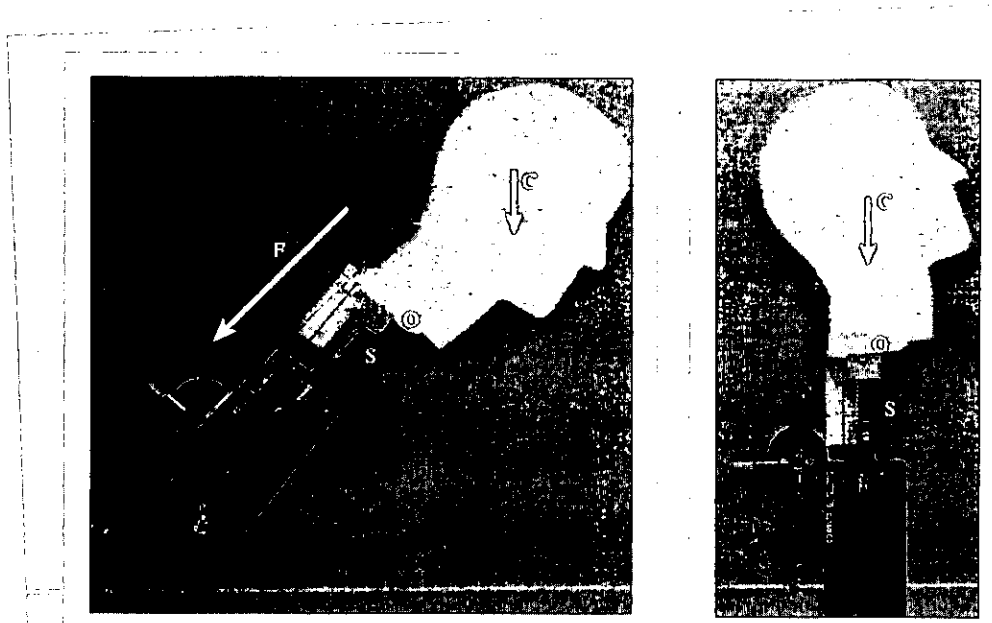
برای نشان دادن این که بار متراکم روی پائین‌ترین مهره‌ی گردن با خمیدگی جلو افزایش می‌یابد، می‌توان از مدل دوبعدی سر و گردن که از تخته‌ی چوبی بریده شده است (شکل ۴)، استفاده کرد. در پائین آن تکیه‌گاه O قرار دارد که مدل می‌تواند روی آن بچرخد. مدل توسط فنر S نگه داشته می‌شود.

مدل در حالت عمودی (شکل ۴ـالف) با مرکز جرم C نزدیک به خط عمودی که از تکیه‌گاه می‌گذرد، برای تعادل به نیرو نیازی ندارد. بنابراین فقط وزن W فنر S را می‌فشارد. در حالت خمیدگی (شکل ۴ـب)، باید نیروی F برای ایجاد تعادل در برابر گشتاور نیروی وزن فراهم شود. پیداست که برایند نیروهای W و F وارد به تکیه‌گاه، باعث افزایش فشردگی فنر می‌شود.

حالت نشستن

بیش‌تر افراد، زمان زیادی از وقت خود را در حالت نشسته سپری می‌کنند. نشستن به حالت خمیده، مثلاً برای نگاه کردن به یک تصویر، باعث افزایش خمیدگی پائین‌ترین مهره‌ی گردن می‌شود و عامل مهمی در ایجاد درد گردن به حساب می‌آید. علاوه بر این، این حالت ایستای طولانی که بسیاری از بچه‌ها و بزرگ‌ترها در حین رشد اختیار می‌کنند، می‌تواند باعث بدشکلی ستون فقرات شود. شکل ۵ـالف، حالت صحیح نشستن را نشان می‌دهد. در حالی که شکل ۵ـب، حالتی نامناسب را نشان می‌دهد که سر به طرف پائین قرار گرفته و دارای بیش‌ترین گشتاور خمیدگی است.

اگر مجبور به انتخاب طولانی‌مدت یک وضعیت فیزیولوژیکی مهره‌های گردن باشیم، باید پرده در وضعیتی قرار داده شود که محور دید یا به صورت افقی باشد، یا خمیدگی اندکی به طرف پائین داشته باشد؛ در صورتی که عامل‌های دیگر در



الف) حالت قائم ب) حالت خمیدگی

شکل۴ . تعادل نشان داده شده در یک مدل چوبی

محیط کاری، باعث کاهش این انتخاب نشوند. البته حالت قائم سر مطمئن‌تر است، اما نباید فراموش کنیم که حرکت گردن برای حفظ تعادل مفید است و این‌که فعالیت‌های کاری باید شرایط مناسبی را برای حرکت‌های سر فراهم کنند. همین‌طور، مدیران و معلمان باید بیش‌تر به مفاهیم سازمانی و ساختاری عملی کاهش بارروی مهره یا تغییرات بیش‌تر حالت مهره بیندیشند.

الف) حالت صحیح نشستن ب) حالت غیرصحیح که سر متمایل به جلوست

شکل۵

منبع :

Physics Education, July 2005.

زیرنویس :

۱ـ جوزپه کولیچیا به مدت ۲۰ سال در دوره‌ی متوسطه مشغول به تدریس بوده است. او مدرک دکترای خود را در رشته‌ی آموزش فیزیک در سال ۲۰۰۲ از دانشگاه مونیخ دریافت کرد. پژوهش‌های مورد علاقه‌ی او در زمینه‌ی آموزش علوم دوره‌های راهنمایی و متوسطه است.

IN THE NAME OF GOD

Roosheh

74

Physics Education Journal

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

P.O. Box: 15875/6585
Department of Physics, Tehran-Iran

Vol.21 - No.74 - 2006
ISSN : 1606 - 917X

Managing Editor : Alireza Hajianzadeh
Editor-in-Chief : Manijeh Rahbar
Executive Director : Ahmad Ahmadi
Graphic Designer : Parvaneh Hadipour
Editors : Ahmad Ahmadi,
Jafar Mehrdad,Rouhollah Khalili,Manijeh Rahbar,

To appreciate the natural environment ◆ *by Editor* 2

A three years experience for improvment of physics teaching ◆ *by A. seyed Fadai* 3

Position of Laboratory in the new teaching methods ◆ *by M. Akramizadeh* 7

Scanning tunneling microscopy, a development in nanotechnology ◆ *by A. shahriari and A Jamali* 11

The musts and must nots in festivals of physics teaching methods ◆ *by S. Abbasi and H. Abbasi* 15

Two theorems on dissipative energy losses in capacitor systems ◆ *by R. Newbarg* 19

Tomorrow's plastic world ◆ *by Averil Macdonald* 22

Hadrons and Leptons ◆ *by J. Breithhanpt* 26

Some where in the distant dark planetoids of solar system are in revolution ◆ *by Z. Kamali* 34

Glass for attenvation of light◆ *by A. Rahebi* 38

Questiion and answer ◆ *by A. Tate and willard mo* 40

Calculation of Earth's magnetic field magnitude ◆ *by p. Bahrami Chegini* 42

About the reaeders ◆ 46

What do you think? ◆ *by H. Ghalami Bauil* 47

Good teaching for good research ◆ *by K. Krane* 48

Teaching E=Mc': Mass without mass ◆ *by A. Hobson* 51

Physics without formula ◆ *by A. seyed fadai* 54

Destructive associations disrupt the learning construction zone ◆ *by K. S. Taber* 57

Sit up straight! It's good physics◆ *by Giuseppe colicchia* 59

فاصله‌ها بر روی کره

کوتاه‌ترین فاصله‌ی بین دو نقطه بر روی کره
روی دایره‌ی عظیمه‌ای قرار دارد که
نظیر خط راست روی نقشه‌ی مسطح نیست.

مجموعه کتاب‌های «شرح حال مفاخر»
زیرنظر دفتر انتشارات کمک‌آموزشی (کتاب رشد)

چهره‌های درخشان

فرزانگان

هدف از تهیهٔ این مجموعه که زندگی‌نامهٔ مشاهیر و شخصیت‌های سده‌های پیشین و معاصر را شامل می‌شود، آشنا کردن نسل نوجوان و جوان با زندگی پرفروغ چهره‌های درخشان است؛ چهره‌هایی که هر یک در روزگاری، عطر و بوی خاصی را در جهان هستی پراکنده‌اند و در پربار کردن فرهنگ و تمدن اسلام و ایران نقشی بسزا داشته‌اند.

امید است که این مجموعه، همچون قطره‌های باران، روح تشنهٔ نسل نوجوان و جوان امروز را سیراب کند و با بهره‌گیری از شعلهٔ شمع وجود این بزرگان، آنان را به دنیای امید و روشنی رهنمون گردد.

علاقه‌مندان می‌توانند این کتاب‌ها را از فروشگاه‌های انتشارات مدرسه تهیه نمایند.

نشانی: تهران، خیابان سپهبد قرنی، پل کریمخان زند، کوچه‌ی شهید محمود حقیقت طلب، شماره‌ی ۳۶.

○ تلفن: ۹-۸۸۸۰۰۳۲۴-۰۲۱

○ دورنویس: ۸۸۹۰۳۸۰۹-۰۲۱

karim

چلچراغ