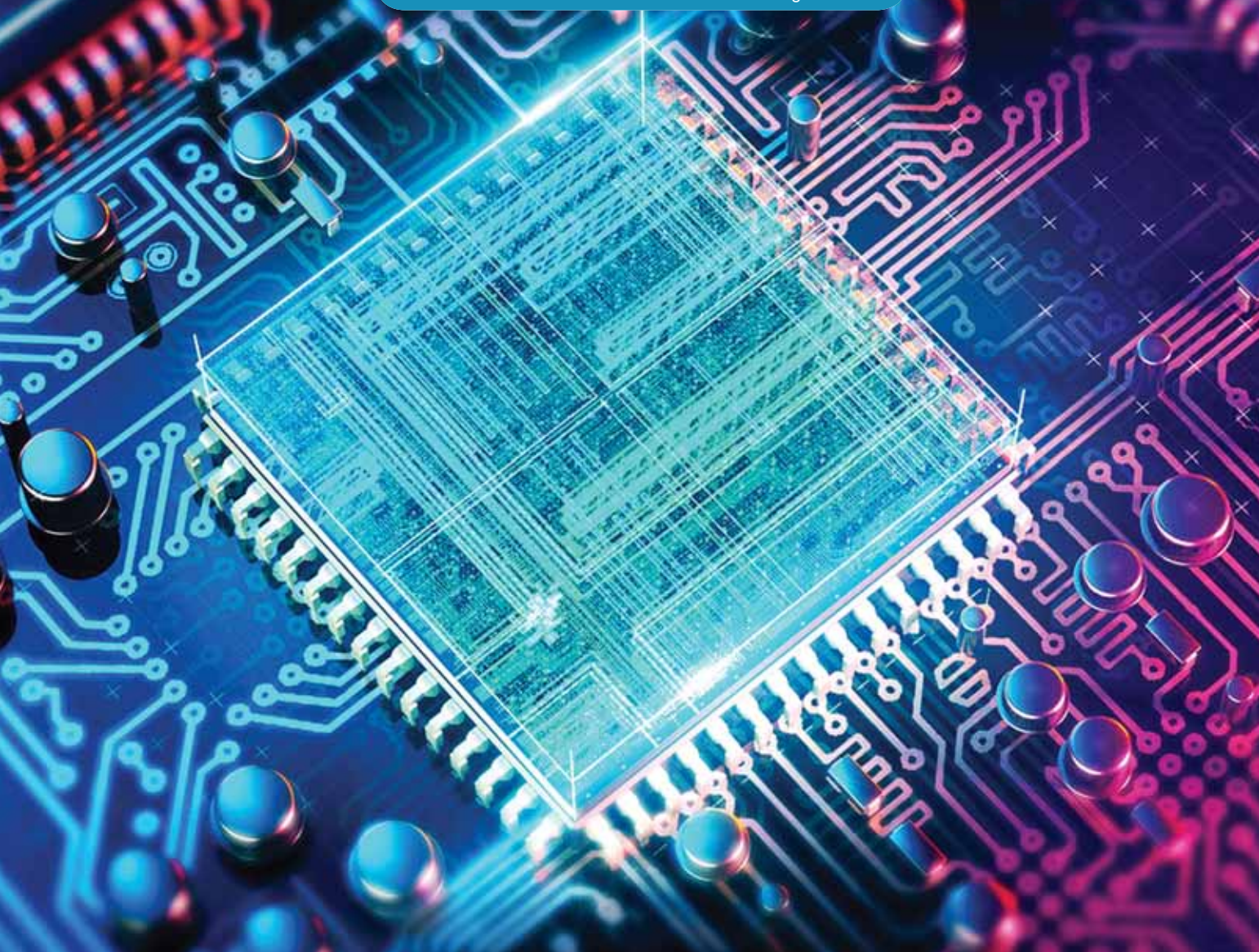


فیزیک

فصلنامه آموزشی، تحلیلی و اطلاع‌رسانی برای معلمان، دانشجو معلمان دانشگاه‌های وابسته و کارشناسان وزارت آموزش و پرورش

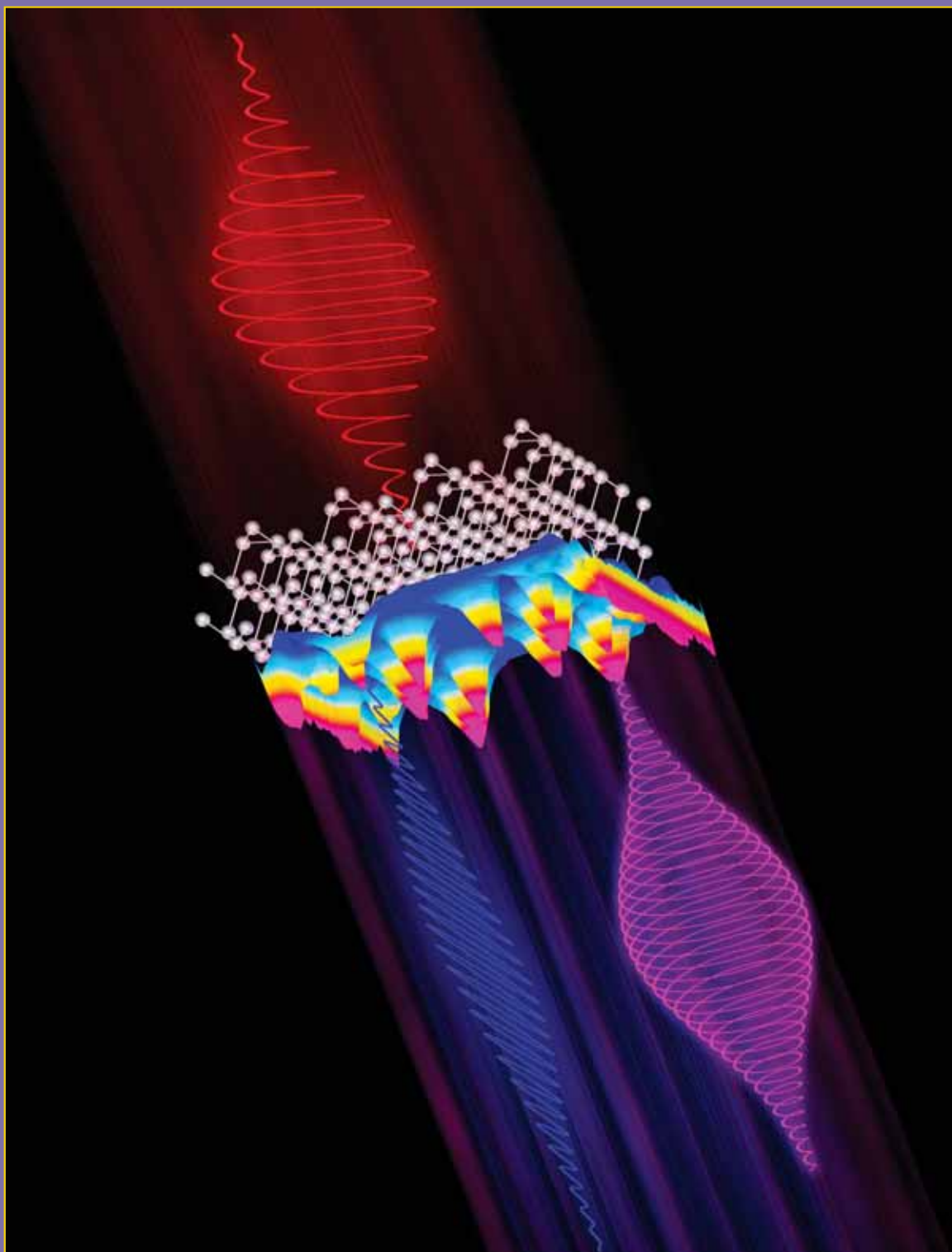
دوره سی و پنجم | شماره ۱ | پاییز ۱۳۹۸ | ۶۴ صفحه | ۳۶۰۰۰ ریال | پیامک: ۳۰۰۰۸۹۹۵

w w w . r o s h d m a g . i r



- گزارش فعالیت‌های انجمن نجوم ایران
- نگاهی به نمودهای فیزیک در هنر معماری
- پرسش و پاسخ‌های ابوریحان و ابن سینا





دانشمندان DESY و MPSD با استفاده از تقارن بلور و دینامیک الکترونی اوتو ثانیه، هماهنگ‌های مرتبه بالا با حالت‌های قطبش کنترل شده را تولید کرده‌اند.



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

مدیر مسئول: مسعود فیاضی
سر دبیر: دکتر منیژه رهبر
مدیر داخلی: احمد احمدی
هیئت تحریریه: احمد احمدی، روح الله خلیلی بروجنی،
دکتر حسن قلمی باویل علیایی، دکتر هانیه عالی نژاد،
دکتر سیده دایت سجادی، دکتر منیژه رهبر،
اسفندیار معتمدی
طراح گرافیک: نوید اندرودی
دبیر عکس: پرویز قراگوزلی
ویراستار: دکتر منیژه رهبر
نشانی مجله: تهران، ایران شهر شمالی، پلاک ۲۶۶
تلفن دفتر مجله: ۰۲۱-۸۸۳۰۵۸۶۲ (داخلی ۳۷۴)
نمابر مجله: ۰۲۱-۸۸۸۴۹۰۳۱۶
صندوق پستی مجله: ۱۸۵۷۵/۶۵۸۵
صندوق پستی امور مشترکین: ۱۵۸۷۵/۳۳۳۱
تلفن امور مشترکین: ۰۲۱-۸۸۸۶۷۳۰۸
وبگاه مجلات رشد: www.roshdmag.ir
پیام نگار مجله: Physics@roshdmag.ir
پیامک: ۳۰۰۰۸۹۹۵
چاپ و توزیع: شرکت افست
شمارگان: ۲۷۰۰ نسخه

سرمقاله: آموزش محور پیشرفت / دکتر منیژه رهبر / ۲

بررسی ساختاری آموزش فیزیک به روش پ.م.ت / عالیہ صداقت، طاهره رضایی ثانی، لیلا طلایی / ۳

نقش آزمایشگاه در رویکردهای نوین آموزش علوم تجربی / سمیرا بهرامی، سعید محمدی / ۷

نگاهی به نمودهای فیزیک در هنر معماری / محمد علیپورزاده / ۱۰

تجربه‌های ساده با تلفیق درس و آزمایش / مجید کوهستانیان، ناهید سراب قوچان، حمیده عزیزاده / ۱۵

نقش یادگیری همراه در آموزش فیزیک / محسن یداله نبی، پروین محمودیان علی آبادی / ۱۸

وقتی آسانسور شروع به سقوط کند چه رخ می‌دهد؟ / یاسمینا بالوکویچ، جوسیپ سلیسکو، آدریان

کوروناکروز، ترجمه احمد توحیدی / ۲۳

ساختار علی فضا زمان / مهدیار نوربالا / ۲۸

آموزش فیزیک و لزوم یک انقلاب واقعی در فرهنگ (گفت‌وگو با دکتر مهدی گلشنی) /

دکتر سیده دایت سجادی / ۳۲

تأثیر آزمایش‌های دم‌دستی در علاقه‌مند کردن دانش آموزان به درس فیزیک / الهه زارعی روتانی / ۴۲

مرزهای فیزیک / دکتر منیژه رهبر / ۴۶

آموزش علوم با رویکرد کاوشگری در کلاس چهارم دبستان و چالش‌های بومی سازی آن /

هانیه عالی نژاد، مریم چراغ‌خانی / ۵۰

پرسش و پاسخ‌های ابوریحان و ابن سینا / اسفندیار معتمدی / ۵۶

ساخت سیم پیچ هلمهولتز / حسن قلمی باویل علیایی / ۶۰

گزارش فعالیت‌های انجمن نجوم ایران / دکتر زهرا باقری / ۶۳

مجله رشد آموزش فیزیک،

نوشته‌ها و حاصل تحقیقات پژوهشگران و متخصصان تعلیم و تربیت،

به‌ویژه آموزگاران، دبیران و مدرسان راه در صورتی که در نشریات عمومی درج نشده و مرتبط

با موضوع مجله باشند، می‌پذیرد:

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



آموزش محور پیشرفت

کند که آن‌ها را خلاق، پرسشگر، منظم و مرتب، دارای روحیه تعامل و علاقه‌مند به مشارکت جمعی و همکاری، همین‌طور احترام به حقوق دیگران بار آورد تا بتوانند در آینده باعث پیشرفت جامعه شوند، نه افرادی که فقط در پی پیشبرد مقاصد و منافع شخصی خود هستند و برای رسیدن به این هدف از نادیده گرفتن و ضایع کردن حقوق دیگران پروایی ندارند.

مشکل دیگر نظام آموزشی ما متون درسی و بسته‌های آموزشی در اختیار شاگردان است. مطالب درسی به اندازه کافی شوق‌انگیز و جذاب نیستند تا شاگردان با خواندن آن‌ها به مطالعه و پژوهش بیشتر تشویق شوند. علاوه بر این در مدارس با جایگزین کردن جزوه به جای کتاب درسی، بیشتر اهداف آموزشی گم می‌شود. کتاب‌های کمک‌درسی گوناگون هم گرچه اغلب به لحاظ ظاهری شکل مناسبی دارند، اما از نظر محتوا کیفیت مناسبی ندارند و مجموعه‌ای از محفوظات برای تست‌زنی و موفقیت در امتحان و آزمون ورودی دانشگاه‌ها هستند. در کشورهای پیشرفته بسیاری از استادان و دانشمندان برجسته علاقه زیادی به ترویج علم و تألیف کتاب‌های علمی برای همگان دارند؛ بنابراین، در این کشورها تعداد زیادی کتاب به زبان ساده درباره مطالب علمی جدید وجود دارد که اطلاعاتی را در اختیار افراد علاقه‌مند قرار می‌دهد و مردم را با یافته‌های علمی جدید آشنا می‌سازد. اما در کشور ما دانشمندان کمتر به این کار می‌پردازند و ترجمه‌هایی هم که از این نوع کتاب‌ها وجود دارد اغلب به قلم افرادی است که اطلاع چندانی از موضوع ندارند و در نتیجه برای خوانندگان قابل‌درک نیست. نمونه بارز این مطلب در شانزدهمین جشنواره کتاب رشد مشاهده شد که در آن، در حوزه علوم پایه هیچ کتاب برگزیده و شایسته تقدیری وجود نداشت. این مطلب باید زنگ خطری برای مسئولان باشد تا به جای تبلیغ گسترده کتاب‌های شبه‌آموزشی به رفع کاستی‌های نظام آموزش و پرورش بپردازند. باید با بهره‌گیری از تجربه کشورهای موفق در این زمینه به تربیت افرادی پرداخت که بتوانند با توسعه همه‌جانبه روش‌های آموزشی مؤثر، کشور را از وابستگی به موادی رها سازند که به دیگران اجازه می‌دهد بتوانند ما را در شرایط اقتصادی نامناسب قرار دهند.

امروز تعدادی از کشورهایی که پیش از این جایگاه ممتازی در بین کشورهای در حال توسعه نداشتند موفق شده‌اند مقام برجسته‌ای در بین این کشورها کسب کنند. این کار با تأکید آن‌ها بر ارتقای کیفیت آموزش رخ داده است، زیرا به‌خوبی متوجه شده‌اند که توسعه کشور بدون بهره‌گیری از افرادی که برای بهره‌گیری از دانش خود و تعامل سازنده با افراد دیگر آموزش مناسب دیده باشند ممکن نیست.

آموزش و پرورش رکن اساسی توسعه و تعالی مادی و معنوی هر جامعه است. با این همه، کشور ما به‌رغم میراث فرهنگی درخشان و سهم بارز در تمدن بشری، با چالش‌های فراوان در سبک، کیفیت و کمیت بسته‌های آموزشی و نظام حاکم بر مدارس روبه‌روست و هنوز نتوانسته است به شکل و محتوای مناسبی دست پیدا کند.

ما هنوز به ساختار مناسب برای نظام آموزشی نرسیدیم. مدرسه‌های ما اغلب مطالب زیادی را در زمینه‌های گوناگون به شاگردان آموزش می‌دهند که از عمق زیادی برخوردار نیستند و دانش‌آموز نمی‌داند آنچه می‌آموزد چه ارتباطی با مواردی دارد که در زندگی روزمره با آن‌ها روبه‌رو می‌شود و چه کاری می‌تواند با آموخته‌های خود انجام دهد. عدم آمادگی کافی در برقراری ارتباط با جهان واقعی، مهم‌ترین تفاوت ما با کشورهای پیشرفته است. در این کشورها، به‌ویژه در دهه‌های اخیر، متون درسی در همه سطوح، ارتباطی تنگاتنگ با زندگی واقعی دارد و مسئله‌هایی در آن‌ها مطرح می‌شود که در زندگی افراد مستقیماً به کار می‌آید.

مشکل دیگر مدارس ما آن است که در کلاس‌های درس اغلب معلم نقش فعال را به‌عهده دارد و شاگردان کمتر در این کار مشارکت دارند. این موضوع انگیزه و شور و شوقی در شاگردان به‌وجود نمی‌آورد و آن‌ها اغلب مدرسه و کلاس درس را مکانی کسل‌کننده و آموزش را وظیفه‌ای شاق و دشوار می‌بینند که باید از روی اجبار و برای قبول شدن در امتحان و جلب رضایت والدین خود به آن تن دهند. در جهان امروز، پیشرفت اقتصادی هر کشور در گروی آموزش مؤثر افراد آن است. برای توسعه هر کشور لازم است نظام آموزشی کودکان را از همان مراحل اولیه آموزش، یعنی پیش‌دبستان و دبستان، طوری تربیت



بررسی ساختاری آموزش فیزیک به روش پ.م.ت (پیش‌بینی - مشاهده - توضیح)

عالیه صداقت، طاهره رضایی ثانی، لیلا طلایی

دبیران فیزیک و دانشجویان کارشناسی ارشد آموزش فیزیک، دانشگاه فرهنگیان مشهد

چکیده

هدف این مطالعه بررسی شیوه‌های آموزش فیزیک به روش پ.م.ت در کشورهای دیگر و آزمودن یک مهارت جدید در کلاس درس است. در این بررسی از روش مطالعات کتابخانه‌ای اسنادی استفاده شده است. پ.م.ت (پیش‌بینی - مشاهده - توضیح) روشی است که به‌طور گسترده در آموزش علوم استفاده می‌شود و کنجکاوی دانش‌آموزان را برمی‌انگیزد و با تولید درگیری‌های شناختی برای دانش‌آموز، او را به تفکر وادار می‌کند و روشی برای تدریس فعال است و یادگیری پایدار به‌وجود می‌آورد. این روش دانش‌آموزان را تشویق می‌کند تا به پدیده‌های علمی با رویکرد انتقادی بنگرند. آن‌ها در این روش با یک مسئله چالش‌برانگیز روبه‌رو می‌شوند، سپس پیش‌بینی می‌کنند که چه چیزی ممکن است اتفاق بیفتد. پس از آن مشاهده‌ها را ثبت و آن را با پیش‌بینی‌های خود مقایسه می‌کنند و پاسخ پرسش‌ها را با توجه به اطلاعات خود و تجربه‌های جدید دریافت می‌کنند؛ در نتیجه دانش‌آموزان یادگیری مباحث درسی، حقایق علمی و مهارت‌های حل مسئله را با روش و نگرش علمی فرا می‌گیرند.

کلیدواژه‌ها: آموزش فیزیک، یادگیری فعال، روش پ.م.ت

مقدمه:

با نگاهی بر رویکردهای حاکم بر نظام آموزشی کشورمان درمی‌یابیم که در این نظام، معلم محور آموزش است و در فرایند تدریس، هدف ما صرفاً انتقال دانش با استفاده از روش‌های سنتی است. وقتی دانش‌آموز فعال نباشد، یعنی در وضعیت کنش‌پذیر قرار داشته باشد، به صرف شنیدن سخن دیگران چیزی یاد نمی‌گیرد.

هیچ یک از روش‌های تدریس به خودی خود خوب یا بد نیستند، بلکه نحوه و شرایط استفاده از آن‌ها موجب قوت یا ضعفشان می‌شود. (حسن‌زاده و معتمدی تلاوکی، ۱۳۹۱).

وظیفه اصلی نظام آموزشی، باسواد کردن، تربیت و پروراندن همه‌جانبه فراگیران آن نظام برای ایفای نقش مناسب خود در جامعه است. تدریس تلاش دوجانبه است که از یک‌سو یاددهنده به یادگیرنده کمک می‌کند تا بیشتر و بهتر بیاموزند و از سوی دیگر یادگیرنده یاد می‌گیرد که چگونه خودش می‌تواند یاد بگیرد و چگونه خودش باید یاد بگیرد. این خود یادگیری را «یادگیری یادگیری» می‌گویند.

یک معلم تأثیرگذار باید گنجینه‌ای از الگوها و روش‌های تدریس مختلف داشته باشد تا هنگام ضرورت و بر حسب نوع درس و شرایط تدریس یک یا برخی از آن‌ها را به کار ببرد. (کومز، ۱۳۷۰)

هدف از این مطالعه بررسی شیوه‌های تدریس فیزیک در کشورهای دیگر است تا اشکال کار شیوه‌های معمولی در کلاس‌های درس ما که در مقاله‌های مورد بررسی از آن به شیوه‌های سنتی تدریس یاد شده است بیابیم و با آزمودن یک مهارت جدید در کلاس درس، اثربخشی این روش‌ها را بیازماییم.

مطالعات نشان می‌دهند که آموزش به روش پ.م.ت می‌تواند در آموزش علوم در مقاطع مختلف تحصیلی باعث موفقیت‌های چشمگیری شود.

آنچه در ادامه در این مقاله به آن خواهیم پرداخت بررسی روش پ.م.ت در آموزش علوم و در نهایت شیوه اجرای آن در آموزش فیزیک و بیان یک روش کاربردی در تدریس مدارهای الکتریکی در کتاب سال یازدهم براساس یک طرح درس اجرایی به شیوه پ.م.ت خواهد بود.



**بر خلاف
نظر اکثر
دانش آموزان
که فکر
می کنند
یاد گرفتن
فیزیک کار
دشواری
است، ماهیت
این درس به
صورتی است
که یادگیری
رضایت فراگیر
و شناخت
طبیعت
می شود**

فرضیه های پژوهش:

۱. پروژه آموزش به روش پ.م.ت اثربخشی بیشتری در درک مفاهیم و توانایی حل مسئله توسط دانش آموزان دارد.
۲. پروژه آموزش به روش پ.م.ت قابلیت اجرا در درس فیزیک دوره متوسطه دوم در مدارس ایران را دارد.

روش پژوهش:

در این پژوهش از روش مطالعات کتابخانه ای اسنادی در مورد شیوه پ.م.ت و مطالب تارنماهای معتبر مانند «انجمن معلمان فیزیک آمریکا»، مقالات دانشگاه واشنگتن و مجلات «رشد آموزش فیزیک» استفاده شده است.

پیشینه پژوهش:

با بررسی اجمالی در مقاله های ارائه شده در همایش های داخلی و جست و جو در وبگاه های سیویلیکا، ایران داک، علم نت و ... مقاله ای که به صورت ویژه به موضوع پ.م.ت پرداخته باشد مشاهده نشد، ولی از آنجایی که این روش را می توان جزء روش های فعال تدریس به حساب آورد مقاله هایی که به این موضوع پرداخته اند بررسی شدند. مقاله های بسیاری روش های فعال تدریس را بررسی کرده اند، اما این مطالعات بیشتر در ایران مربوط به مدارس ابتدایی و متوسطه اول هستند و در دوره متوسطه دوم و به ویژه درس فیزیک بسیار کم اند. به عنوان مثال در مقاله ای تحت عنوان مقایسه اثربخشی روش های تدریس فعال و سنتی بر میزان یادگیری دانش آموزان دوره ابتدایی درس ریاضی، عنوان شده است که به کارگیری روش های تدریس غیر فعال کم کم ذهن دانش آموزان را انباشته از مطالبی می کند که با نیاز فکری آن ها متناسب نیست؛ در نتیجه جریان یادگیری برای آن ها کسالت آور می شود. این مقاله نتیجه گرفته است که بررسی کاستی جوانه و همه سونگر روش های آموزشی از نظر دستاوردهای آموزشی یادگیرندگانی که از این روش ها بهره مند می شوند به آگاهی هایی می انجامد که می تواند به حل مشکلات آموزشی موجود کمک کند.

در مقاله ای دیگر با عنوان اثربخشی الگوی تدریس کاوشگری بر باورهای خودکارآمدی دانش آموزان در حل مسائل فیزیک آمده است: بسیاری از دانش آموزان معتقدند درس فیزیک یک موضوع انتزاعی است که یاد گرفتن آن ها مشکل است؛ لذا باور فراگیران به توانایی خود در زمینه حل مسائل فیزیک یک ضرورت است. در این میان استفاده از راهبردهای یاددهی - یادگیری فعال مورد تأکید بسیار است. این پژوهش با روش شبه آزمایشی و از نوع طرح پیش آزمون - پس آزمون با دو گروه کنترل و جامعه آماری صورت گرفته است و منابع نشان داده است که ارائه مدل کاوشگری عملکرد دانش آموزان در زمینه خودباوری باعث افزایش توانایی هایشان در خصوص حل مسائل فیزیک می شود.

مقاله دیگر نیز تحت عنوان «بررسی میزان به کارگیری

روش های تدریس فعال توسط معلمان فیزیک پایه اول متوسطه و عوامل مرتبط با آن در شهر کرج در سال تحصیلی ۱۳۸۹ - ۱۳۹۰» مورد بررسی قرار گرفت. شرکت کنندگان در این پژوهش کلیه دبیران فیزیک پایه اول متوسطه در شهر کرج هستند و ابزار مورد استفاده پرسشنامه محقق ساخته شامل ۴۹ پرسش است. نتایج نشان داد که ۵۸ درصد دبیران فیزیک پایه اول از روش های تدریس فعال استفاده می کنند.

آخرین مقاله ای که مورد بررسی قرار گرفت مقاله ای با عنوان «بررسی مشکلات به کارگیری روش های تدریس فعال توسط معلمان» است. در این مقاله مشکلات به کارگیری روش های فعال تدریس دوره ابتدایی مدرسه مهدیه کرمان مورد بررسی قرار گرفته است و نتایج نشان می دهد عدم آشنایی معلمان با دانش استفاده از روش های فعال، مسائل مربوط به دانش محتوا و دانش آموزان، مسائل مربوط به انتخاب اهداف آموزشی، حجم زیاد کتاب درسی و کمبود وقت و مسائل مربوط به تعامل دانش آموزان با یکدیگر از جمله مسائلی هستند که مانع از به کارگیری مناسب روش های فعال تدریس می شوند.

معرفی:

آموزش به روش پ.م.ت چیست و چه اهدافی را دنبال می کند؟

برخلاف نظر اکثر دانش آموزان که فکر می کنند یاد گرفتن فیزیک کار دشواری است، ماهیت این درس به صورتی است که یادگیری آن موجب رضایت فراگیر و شناخت طبیعت می شود؛ از همین رو در فرایند آموزش به دلیل ساختار محتوایی این درس، روش های فعال و توانایی معلمان در انتقال مفاهیم اساسی مورد تأکید بسیار است. لذا تلاش برای بهبود آموزش درس فیزیک توسط معلمان و توجه به این نکته که فراگیران به توانایی خود در زمینه حل مسائل فیزیک، ایمان داشته باشند یک ضرورت است.

زمانی که فراگیران خودشان درگیر فعالیتهای کلاسی و یادگیری شوند می توانند بدون مداخله مستقیم معلم بر موضوع های درس مسلط شوند. کمبرز و هاردی (۲۰۰۵) معتقدند که درگیری های کلاسی می تواند به افزایش باورهای خودکارآمدی فراگیران بینجامد؛ لذا توجه به روش های تدریس فعال جهت طراحی در برنامه های درسی امری ضروری بوده (کلار، ۱۹۸۵) که متأثر از اصول ایدئولوژی، آموزشی، انگیزشی (باتهلو، آدانی، ۲۰۰۱) و تجربه های معلم است (ولش، ۲۰۰۵) و مسلماً آگاهی معلمان از نظریه های یادگیری در نوع روش تدریس انتخابی آنان تأثیرگذار خواهد بود. (زاهوریک، ۱۹۸۷، اتان و کاترل، ۱۹۹۹).

در دو دهه گذشته شواهد فراوانی در روش های تدریس وجود دارد که نیاز معلمان علوم و دبیران فیزیک به چنین روشی در تدریس را برای بهبود آموزش و فهم بهتر مفاهیم علمی و

فیزیکی اثبات می‌کند؛ لذا برای کمک به معلمان برای بهبود فهم دانش‌آموزان باید بر روش‌هایی تأکید شود که اثربخشی آن‌ها ارزیابی شده است.

روش اجرای پ.م.ت در کلاس:

مدل یادگیری مبتنی بر کاوشگری پ.م.ت که شامل ۳ مرحله است به دانش‌آموزان کمک می‌کند مفاهیم علمی و همچنین علت هر پدیده علمی را به خوبی فرا گیرند. اگر بخواهیم یادگیری پایدارتری در دانش‌آموز ایجاد کنیم بهتر است این روش را به صورت یک چرخه ارائه کنیم تا با تکرار هر مرحله دانش‌آموزان فرصت داشته باشند اشکالات خود را اصلاح کنند.

مراحل روش پ.م.ت:

۱. پیش‌بینی کنید

ابتدا باید هدف درس برای ما کاملاً آشکار باشد. نحوه بیان پرسش اولیه در کلاس درس بسیار مهم است. پاسخ این پرسش می‌تواند اهداف آموزشی ما را تعیین کند. پس از ورود به کلاس درس در مورد موضوع مورد بحث با پرسشی که بتواند حس کنجکاوی دانش‌آموز را برانگیزد شروع می‌کنیم. دانش‌آموز باید با استفاده از تفکر علمی و پیش‌بینی، پاسخ خود را ارائه کند. در این مرحله که پیش‌بینی نام دارد از دانش‌آموز می‌خواهیم پیش‌بینی خود را از اتفاقی که خواهد افتاد بنویسد و درباره علت پیش‌بینی خود فکر کند.

۲. مشاهده کنید

در این مرحله چندین خط‌مشی برای کمک به دانش‌آموز ارائه می‌شود که می‌تواند شامل انجام آزمایش‌های مختلف در ارتباط با پرسش مطرح‌شده، نمایش فیلم، عکس و ... باشد. در این مرحله از دانش‌آموز می‌خواهیم با دقت مشاهده کند و آنچه را می‌بیند یادداشت کند.

۳. توضیح دهید

هنگامی که دانش‌آموزان پاسخ را پیدا کردند از آن‌ها می‌خواهیم درباره پاسخ خود توضیح دهند و دلایل کافی برای پاسخ خود ارائه دهند. می‌توانیم از آن‌ها بخواهیم پاسخ خود را بنویسند و در گروه‌های کوچک بحث کنند و نتایج نهایی را به کلاس ارائه کنند. معلم می‌تواند در این مرحله به عنوان یک راهنما در کنار دانش‌آموزان قرار بگیرد و با تأیید پاسخ‌های صحیح یا اصلاح پاسخ‌های نادرست دانش‌آموزان به آن‌ها در امر یادگیری کمک کند.

برای تعمیق یادگیری، معلم می‌تواند نمونه‌های متعددی از مفاهیم علمی مشابه را ارائه کند. دانش‌آموزان باید شباهت‌ها را درک و رابطه‌های بین علت و معلول را برای رسیدن به پاسخ مناسب کشف و پاسخ صحیح را پیدا کنند. در این مرحله دانش‌آموزان برای بار دوم به مرحله مشاهده و توضیح می‌روند و مراحل یادگیری برایشان تکرار می‌شود.

یک مثال ساده

سؤال: اگر شما کاسه‌ای را به صورت واژگون روی شمع روشن قرار دهید چه اتفاقی خواهد افتاد؟

پیش‌بینی: همه چیزهایی را که فکر می‌کنید مشاهده خواهید کرد بنویسید.

توضیح: دلایل خود را بنویسید. چرا فکر می‌کنید چنین اتفاقی می‌افتد؟

مشاهده: در حین آزمایش تمام حواس خود را به کار گیرید و آنچه را که اتفاق می‌افتد ببینید.

توضیح: بعد از اینکه آزمایش یا فعالیت انجام شد سعی کنید توضیح دهید چه اتفاقی افتاد و ایده‌های خود را درباره اینکه چرا این اتفاق افتاده است اضافه کنید یا تغییر دهید.

اجرای روش پ.م.ت در کلاس با موضوع مدارهای الکتریکی:

هدف: بررسی میزان درک و یادگیری دانش‌آموزان پایه یازدهم از اختلاف پتانسیل و جریان در مدارهای موازی به دانش‌آموزان کلاس به هم بستن مقاومت‌ها در حالت موازی و متوالی آموزش داده شده است و دانش‌آموزان روابط بین اختلاف پتانسیل، جریان و مقاومت معادل را در هر دو حالت فراگرفته‌اند.

برای شروع، پرسش چالش‌برانگیز را مطرح می‌کنیم:

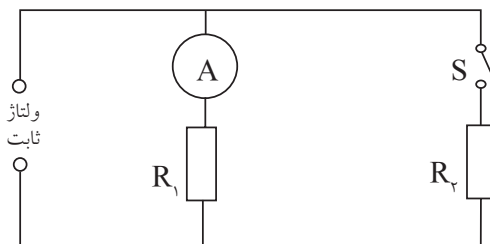
سؤال:

در مدار شکل زیر، با بستن کلید، عددی که آمپرسنج نشان می‌دهد چه تغییری می‌کند؟

الف. افزایش می‌یابد.

ب. کاهش می‌یابد.

ج. ثابت می‌ماند.



موارد مورد نیاز آزمایش:

دو عدد مقاومت

سیم رابط

منبع جریان مستقیم

آمپرسنج

عنوان: جریان و اختلاف پتانسیل در مدارهای موازی

شرح پرسش: مداری مطابق شکل زیر ببندید.

عدد آمپرسنج را در حالت اول بخوانید.

حال بیایید مقاومت دیگری را با بستن کلید S به مدار اضافه کنیم.

فکر می‌کنید عددی که آمپرسنج نشان می‌دهد چه تغییری می‌کند؟



در دو دهه گذشته شواهد فراوانی در روش‌های تدریس وجود دارد که نیاز معلمان علوم و دبیران فیزیک به روش پ.م.ت در تدریس را برای بهبود و فهم بهتر مفاهیم علمی و فیزیکی اثبات می‌کند

← منابع

۱. شاهسواری، معصومه، معلم فیزیک و آموزش، فصلنامه آموزشی رشد فیزیک، دوره بیست و هشتم، شماره ۱ پانز، ۱۳۹۱.
۲. جعفری‌ثانی، حسین، پاک‌مهر، حمیده، عقلی، علیرضا. (۱۳۹۰). اثربخشی الگوی تدریس کاوشگری بر باورهای خودکارآمدی دانش‌آموزان در حل مسائل درس فیزیک، فصلنامه روان‌شناسی تربیتی، شماره بیست و دوم، سال هفتم، زمستان ۱۳۹۰.

3. White, R. and Gunstone, R.: Probing understanding. UK, Palmer Press (1992).
4. Shipstone, D.M.: A study of children's understanding of electricity in simple d.c. circuits. European Journal of Science Education, 6, (1984), p. 185-198.
5. palmer, D. (1995). The poe in the primery school: An evaluation. research in science education, 25(3), 323-332.
6. Hipkins, R., & Kenneally, N. (2003). Using NEMP to the teaching of scientific skills, (pages 50-51).
7. Keamey, M.: Classroom use of multimedia supported Predict-Observe-Explain tasks in a social constructivist learning environment. Research in Science Education 34, (2004), p. 427-453.
8. Rosenthal, A. S. and Henderson, C.: Teaching about circuits at the introductory level: An emphasis on potential difference. American Journal of Physics 74(4), (2006), 9. 324-328.
9. Gauld, C. F.: The cognitive context of pupils' alternative frameworks. International Journal of

پیش‌بینی کنید:

آیا انتظار دارید عدد آمپرسنج تغییر کند؟

اگر جوابتان مثبت است، کاهش می‌یابد یا افزایش؟
برای پیش‌بینی خود دلیل بیاورید و آن را توضیح دهید.

مشاهده کنید:

کلید S را ببندید.

چه اتفاقی می‌افتد؟

آنچه را می‌بینید یادداشت کنید.

توضیح دهید:

سعی کنید توضیح دهید چه اتفاقی افتاده است؟

با استفاده از رابطه‌هایی که در مورد جریان و ولتاژ در مورد مدارهای موازی می‌دانید جواب را به‌دست آورید.

چگونه می‌توانید این را توضیح دهید؟

الف. دو مقاومت جریان بیشتری را از مولد دریافت می‌کنند.

ب. وقتی مقاومت دوم به مدار اضافه می‌شود جریان بین شاخه‌ها تقسیم می‌شود.

پ. اختلاف پتانسیل هر شاخه در مدارهای موازی با یکدیگر برابر است.

ج. مقاومت معادل بزرگ‌تر شده است؛ در نتیجه جریان کل کاهش می‌یابد.

د. مقاومت معادل کاهش یافته است؛ در نتیجه جریان کل افزایش می‌یابد.

این پرسش به‌عنوان یک طرح پژوهشی از ۶۱ نفر از دانش‌آموزانی که مدارهای موازی و متوالی به آن‌ها به‌طور کامل آموزش داده شده بود پرسیده شد و تنها ۷ دانش‌آموز پاسخ درست را پیش‌بینی کردند.

توضیح‌های دانش‌آموزان:

یافته‌های پژوهشی

اکثر دانش‌آموزان پیش‌بینی کردند که آمپرسنج عدد کوچک‌تری را نشان می‌دهد و دلیشان برای این پاسخ این بود که در مدارهای موازی جریان در شاخه‌ها تقسیم می‌شود و این نشان می‌دهد که آن‌ها این مفهوم را به‌خوبی یاد گرفته‌اند، اما این نکته مهم را که اختلاف پتانسیل در مدارهای موازی در همه شاخه‌ها یکسان است در نظر نگرفتند و بنابراین متوجه نشدند که جریان در هر دو حالت باید یکسان بماند.

در قسمت دوم هم که از دانش‌آموزان خواسته شد دلیل خود را توضیح دهند فقط ۶ درصد دلیل صحیح را انتخاب کردند.

عده دیگری از دانش‌آموزان پاسخ داده بودند که جریان کاهش می‌یابد اما دلیل آن را افزایش مقاومت کل و کاهش جریان می‌دانستند. به نظر می‌رسد این دسته از دانش‌آموزان

مدارهای سری و موازی را با هم اشتباه گرفته‌اند.

بعضی از دانش‌آموزان نیز به محل قرار گرفتن آمپرسنج با دقت نگاه نکردند و پس از بستن کلید جریانی که از آمپرسنج می‌گذرد را با جریان کل مدار اشتباه گرفتند.

بحث و تفسیر

همان‌طور که این مطالعه نشان داده است روش پ.م.ت به ما کمک می‌کند بفهمیم کدام آزمایش مناسب‌تر است؟ چه زمانی از آن استفاده شود؟ و با چه کسانی انجام شود؟ با پژوهش بیشتر در رابطه با موضوع می‌توان تمام این پرسش‌ها را پاسخ داد. این مطالعه نشان داده است که پ.م.ت می‌تواند به یادگیری دانش‌آموزان در مورد مدارهای الکتریکی کمک کند، اما این روش می‌تواند در مورد موضوع‌های دیگر مورد استفاده قرار بگیرد.

وظیفه این روش آن است که به دانش‌آموزان انگیزه دهد که در پی یک دلیل معتبر باشند تا به وسیله آن یک پیش‌بینی صحیح را از میان همه احتمالات پیدا کنند.

نتیجه‌گیری:

بهبودی کیفیت یادگیری در دبیرستان‌ها و آماده کردن نوجوانان در زمینه حل مسائل دروس مشکل مستلزم ارتقای کیفیت و روش‌های تدریس و باور به توانایی‌های فراگیران است. نتیجه‌های مطالعات متعدد، سودمندی روش‌های فعال تدریس از جمله روش پ.م.ت را در زمینه‌های گوناگون نشان داده است.

مدل پ.م.ت به دانش‌آموزان کمک می‌کند و با ارائه راه‌های تفکر، با استفاده از ابزار مختلف، تجزیه و تحلیل و ترکیب نظریه‌ها و نمونه‌ها، نقاط قوت و ضعف موضوع علم را درک کنند. سرانجام، در حین ساختن مفاهیم کامل علمی، دانش‌آموزان روش‌های حل مسئله را در حین فعالیت‌های یادگیری مبنی بر پرس‌وجو و روش‌های تصحیح‌باز خود را می‌گیرند. معلم نیز به عنوان یک پشتیبان و تسهیل‌کننده در کنار دانش‌آموزان چارچوب‌های اصلی را مشخص و اشتباه‌های آن‌ها را اصلاح می‌کند و درباره ایده‌های ابتکاری که به کار می‌برند نظر می‌دهد. هنگامی که دانش‌آموزان در فرایند یادگیری خود پیشرفت می‌کنند معلم پشتیبانی خود را کاهش می‌دهد تا دانش‌آموزان بتوانند خودشان فرایند یادگیری را مدیریت کنند.

با توجه به ساختار آموزشی به شیوه پ.م.ت می‌توان نتیجه گرفت که این روش می‌تواند راهکار مناسبی برای چالش‌هایی باشد که مدارس ما در یادگیری فیزیک دارند و قطعاً ایده‌های معلمان با توجه به ساختار اصلی این روش در آینده، باعث رشد و توسعه کشور عزیزمان ایران و ارتقای کیفی آموزش در بعد کلان آن خواهد شد.

نقش آزمایشگاه در رویکردهای نوین آموزش علوم تجربی

سمیرا بهرامی / استادیار فیزیک دانشگاه فرهنگیان تهران
سعید محمدی / دانشجوی دبیری فیزیک دانشگاه فرهنگیان تهران

چکیده

از اواخر قرن نوزدهم که مدرسه‌ها در کشورهای مختلف، تدریس علوم تجربی را به صورت نظام‌مند آغاز کردند، صاحب‌نظران همواره درباره نقش آزمایشگاه در یادگیری علوم تجربی اختلاف نظر داشته‌اند؛ عده‌ای نقشی محوری و متفاوت در آموزش علوم تجربی برای آزمایشگاه قائل‌اند و استفاده از فعالیت‌های آزمایشگاهی را در بهبود یادگیری علوم تجربی مؤثر می‌دانند، در حالی که عده دیگر چنین ضرورتی برای کارهای آزمایشگاهی قائل نیستند. این دو دیدگاه در حقیقت نماینده اختلاف‌نظری است که طرفداران رویکردهای سنتی و نوین آموزش دارند. در این نوشته سعی بر این است پس از تبیین دیدگاه سنت‌گرایان و طرفداران رویکردهای نوین آموزش به بررسی دلیل این اختلاف نظر در مورد فعالیت‌های آزمایشگاهی بپردازیم.

کلیدواژه‌ها: آزمایشگاه، رویکرد نوین، رویکرد سنتی، فعالیت‌های دستور کاری، فعالیت‌های مبتنی بر کاوش

مقدمه

نخستین بار در قرن هفدهم گالیله به منظور تأیید قانون‌های فیزیکی استفاده از آزمایش را پیشنهاد داد و برای نشان دادن درستی و نادرستی تعدادی از قانون‌های فیزیک، آزمایش‌هایی را هم انجام داد. از این زمان به بعد انجام فعالیت‌های آزمایشگاهی یکی از ویژگی‌های متمایز علوم تجربی شد. اما استفاده از فعالیت‌های آزمایشگاهی به عنوان بخشی جدایی‌ناپذیر از آموزش علوم تجربی در مدارس از قرن نوزدهم آغاز شد. رزن (۱۹۵۴) به نقل از گریفین (۱۸۹۲) می‌نویسد: «آزمایشگاه جایگاه خود را در مدرسه به دست آورده است؛ ورود آن به مدرسه موفقیت‌آمیز بوده است. آزمایشگاه طراحی شده است تا انقلابی در آموزش و پرورش ایجاد کند. دانش‌آموزان از آزمایشگاه‌های ما با توانایی مشاهده و عمل کردن بیرون خواهند رفت. «پس» از سال ۱۹۱۰، نهضت آموزشی به رهبری جان دیویی با شعار «یادگیری در عمل» تأثیر عمیقی بر ماهیت آموزش علوم داشت و اهمیت انجام فعالیت‌های آزمایشگاهی را پررنگ‌تر هم کرد. حتی کتاب‌های درسی و دستور کارهای آزمایشگاهی هم به پیروی از این نهضت متحول شدند. پس از سال ۱۹۶۰ و مطرح شدن نظریه پیازه در باب رشد مرحله‌ای، راهبردهای آموزشی علوم تجربی تحت تأثیر این نظریه قرار گرفت. در نتیجه به کارگیری این مدل، برنامه درسی معاصر شامل دست‌ورزی مواد در محیط آزمایشگاهی و مستلزم حضور فعال دانش‌آموزان می‌شد (به عنوان مثال: Lawson & Wollman, ۱۹۷۶). در همین زمان هرد (۱۹۶۹)، اهداف فعالیت‌های آزمایشگاهی را به صورت زیر خلاصه می‌کند.

برای درگیر کردن یادگیرنده در استفاده از فرایندها و راهبردهای منطقی، برای نشان دادن مفاهیم مربوط به نظریه‌ها و قانون‌های علمی، فراهم آوردن فرصت‌های تجربی برای کاوش درباره پرسش‌های مناسب درباره طبیعت، فراهم آوردن فرصت‌هایی برای شناخت نظم، تقارن، تنوع و مشترکات

مشاهده‌ها. به طور کلی، هدف از آزمایشگاه کمک به دانش آموز برای تحمیل نظم فکری بر داده‌هاست؛ مهارت‌های مورد نیاز در این راستا بیشتر فکری هستند تا دستی (ص ۱۱۱ - ۱۱۲).

تامیر (۱۹۷۲) حتی گاهی به جلوتر برمی‌دارد و معتقد است که در آموزش علوم، آزمایشگاه نه تنها یک شیوه آموزشی است بلکه روشی برای سنجش یادگیری نیز محسوب می‌شود. بنابراین باید ابزارهای ارزیابی حساس‌تر برای جمع‌آوری اطلاعات درباره آنچه دانش‌آموزان در آزمایشگاه انجام می‌دهند و توانایی‌های کاوشگری آن‌ها و مهارت‌های مرتبط دیگر ایجاد شود.

تا حدود سال‌های ۱۹۶۹ و ۱۹۷۰ کارشناسان آموزش همچنان فعالیت‌های آزمایشگاهی را بخشی جدایی‌ناپذیر از آموزش علوم تجربی می‌دانستند (۱۹۶۹، رامسی و هوو). در کمتر از یک دهه پس از آن، به دلیل آشکار نبودن تأثیر آشکار این گونه فعالیت‌های آزمایشگاهی، این دیدگاه کم‌کم به فراموشی سپرده شد.

با این همه، صاحب‌نظران چهار دلیل عمده برای استفاده از آزمایشگاه در آموزش علوم مطرح می‌کنند: دلیل اول، مفاهیم پیچیده و مجردی هستند که در علوم تجربی مطرح می‌شود. خیلی از دانش‌آموزان ابتدایی و حتی دبیرستانی ممکن نیست بتوانند بدون کار عملی و دست‌ورزی‌های لازم به مفاهیم علوم تجربی دست یابند. دانش‌آموزان زمانی که با گردآوری واقعی داده‌ها و تجزیه و تحلیل پدیده‌های واقعی در انجام پژوهش مشارکت می‌کنند در درون آن‌ها حس احترام به علم و فرایند علمی شکل می‌گیرد که نگرش‌های مثبتی نسبت به علم در آن‌ها ایجاد شود. دلیل دیگر استفاده از فعالیت‌های آزمایشگاهی این است که مهارت‌های دانش‌آموزان آن است که حین فعالیت‌های آزمایشگاهی توسعه می‌یابد و سرانجام دلیل چهارم دانش‌آموزان از انجام فعالیت‌های آزمایشگاهی و کار عملی لذت می‌برند و همین باعث می‌شود که به علم علاقه‌مند شوند.

انواع فعالیت‌های آزمایشگاهی

آزمایشگاه مکانی برای مشاهده، امتحان، آزمایش دانش و اطلاعات علمی و محیطی منحصر به فرد برای آموزش و یادگیری علوم تجربی است. فعالیت‌های آزمایشگاهی یکی از ویژگی‌های ممتاز آموزش علوم تجربی نسبت به سایر رشته‌هاست. منظور از فعالیت‌های آزمایشگاهی، تجربه‌های یادگیری موقعیتی طراحی شده‌ای هستند که در آن، دانش‌آموزان به منظور مشاهده پدیده‌ها با مواد و وسایل درگیر می‌شوند. ساختار این تجربه‌ها ممکن است توسط معلم یا دستور کار آزمایشگاه طراحی شده باشند و علاوه بر فاز عملکردی شامل طراحی، برنامه‌ریزی، تجزیه و تحلیل و تفسیر و کاربرد هم باشند. این فعالیت‌ها معمولاً به صورت فردی یا در گروه‌های کوچک توسط دانش‌آموزان انجام می‌شوند.

بسیاری از کارشناسان آموزش علوم تجربی معتقدند که استفاده از آزمایشگاه مزایای زیادی برای یادگیری دارد اما با این حال منطقی نیست ادعا کنیم آزمایشگاه و فعالیت‌های آزمایشگاهی ابزاری برای دستیابی به تمامی اهداف

آموزش علوم است. بعضی از فعالیت‌های آزمایشگاهی به صورت قیاسی طراحی می‌شوند. در این نوع فعالیت‌ها، دانش‌آموزان به منظور بررسی و درک قانون‌ها یا رابطه‌هایی که در کلاس درس مطرح شده‌اند، اطلاعات را گردآوری می‌کنند. برخی دیگر از فعالیت‌های آزمایشگاهی ممکن است پیش از معرفی رسمی یک موضوع در کلاس درس مطرح شوند. در این نوع فعالیت‌ها، دانش‌آموز در جمع‌آوری اطلاعات مربوط به مواد یا پدیده‌ها، استنتاج و تعمیم این پدیده‌ها درگیر می‌شوند.

فعالیت‌های آزمایشگاهی ممکن است بر مبنای میزان راهنمایی‌هایی ارائه شده به دانش‌آموزان در حین انجام یک فعالیت، متفاوت باشند. بعضی از شیوه‌های آزمایشگاهی بسیار سازمان‌یافته‌اند و مانند این است که دانش‌آموزان حین انجام فعالیت، دستور کار «آشپزی» را دنبال می‌کنند، در حالی که دستور کارهای دیگر «باز» هستند و دانش‌آموزان را در برنامه‌ریزی و طراحی آزمایش دخیل می‌کنند. برخی از انواع فعالیت‌های آزمایشگاهی بر کار کردن با مواد تأکید دارند، در حالی که روش‌های دیگر بر مهارت‌های مشاهده، تفسیر داده‌ها یا کاربرد فرایندها برای حل مشکلات جدید تأکید می‌کنند.

پس از جنگ جهانی اول، از فعالیت‌های آزمایشگاهی بیشتر برای تأیید و نشان دادن مطالب گفته شده توسط معلم یا کتاب درسی استفاده می‌شد. در این زمان، فعالیت‌های آزمایشگاهی به شکل دستور کاری انجام می‌شدند. هدف از انجام آن‌ها تدارک تجربه‌های دست دومی در آموزش علوم تجربی بود که قبلاً توسط دانشمندان به صورت قانون‌های علمی تنظیم شده بودند. فلسفه این دسته از فعالیت‌های آزمایشگاهی این بود که چون دانش‌آموزان تجربه عملی چندانی ندارند، دستور کارهایی برای هدایت آن‌ها جهت انجام فعالیت‌های آزمایشگاهی تنظیم شود. دانش‌آموزان از این دستور کارها برای گردآوری و ضبط داده‌ها بدون داشتن درکی صحیح از اهداف، فرایندها و ارتباطات آن‌ها پیروی می‌کردند. معمولاً، دانش‌آموزان از طریق فهرستی از دستور کارهای گام‌به‌گام، تلاش می‌کنند تا نتایج مورد انتظار را به دست آورند و خود هم از چگونگی دریافت پاسخ درست شگفت‌زده می‌شوند.

آرون معتقد است که فعالیت‌های آزمایشگاهی دستور کاری، تجربه‌های آزمایشگاهی کنترل‌شده و هدایت‌کننده هستند، برای دانش‌آموزان خسته‌کننده هستند و توسعه مفهومی یا درک فیزیکی کمی ایجاد می‌کنند. از سوی دیگر، دانش‌آموزان باید در شرایط کاملاً آزاد مشاهده‌های خود را ثبت و پژوهش و تجزیه و تحلیل نهایی خود را انجام دهند. بسیاری دیگر از کارشناسان آموزش علوم تجربی هم معتقد بودند آزمایشگاه‌های دستور کاری مکانی برای توسعه مهارت‌هایی است که ارزش تحصیلی محدودی دارند. کاربرد بسیاری از ابزارهای این آزمایشگاه‌ها سخت، ظریف، غیرقابل اعتماد و پرهزینه است، فعالیت‌های مطرح شده در این دسته آزمایشگاه‌ها ارتباط مناسبی با مفاهیم فیزیکی ندارند، برای محاسبات مربوطه زمان زیادی صرف می‌شود و نتایجی که پس از تلاش و محاسبه‌های فراوان به دست می‌آیند، هیچ‌گونه اطلاعات جدیدی درباره طبیعت ارائه نمی‌دهند. حتی گاهی اوقات دیدگاه غلطی از روند علم را هم ارائه می‌دهند. این جهت‌گیری نسبت به فعالیت‌های آزمایشگاهی تا دهه ۱۹۶۰ (که برنامه درسی جدید علوم تجربی معرفی شد) همچنان ادامه داشت.

فعالیت‌های آزمایشگاهی مبتنی بر کاوش

همگام با تغییراتی که نهضت آموزشی پس از سال ۱۹۱۰ به رهبری جان دیویی در آموزش ایجاد کرد، بعضی از انواع فعالیت‌های آزمایشگاهی با پایان باز که دانش‌آموز را در یک وضعیت حل مسئله مشارکت می‌داد، مطرح شد. این دسته از فعالیت‌ها بهترین فرصت جهت رشد تفکر خلاق دانش‌آموزی را فراهم می‌آورد. با طرح مسئله‌ای که دانش‌آموزان روش حل آن را نمی‌دانند

یا قرار دادن دانش‌آموزان در موقعیتی که یک مشکل به وجود آمده است، دانش‌آموزان تشویق می‌شوند تا مهارت‌های عمومی و خلاقانه خود را به کار گیرند. در این دیدگاه، آزمایشگاه مکانی مهم برای دانش‌آموزان است تا از طریق روش‌های تجربی برای حل مسئله اقدام کنند و درک آن‌ها از مفاهیم افزایش یابد. به این قبیل فعالیت‌ها، فعالیت‌های آزمایشگاهی مبتنی بر کاوش گفته می‌شود.

راهبردهای یادگیری مبتنی بر کاوش اغلب شامل فعالیت‌های دست‌ورزی در محیط آزمایشگاهی و مستلزم دانش‌آموزان فعال است (به عنوان مثال، Lawson & Wollman, ۱۹۷۶). بنابراین در این رویکرد آزمایشگاه مکانی برای کسب مهارت‌های ذهنی و فکری است (اولسون، ۱۹۷۳، ص ۷۳). اندرسون (۱۹۷۳) محیط یادگیری را به عنوان مکانی برای برقراری ارتباط بین دانش‌آموزان، بین دانش‌آموزان و معلمان آن‌ها، بین دانش‌آموزان و موضوع درسی و شیوه یادگیری و در نهایت، پذیرش دانش‌آموزان از ویژگی‌های ساختاری کلاس تعریف کرده است. طبق نظر والبرگ (۱۹۶۹) میزان درک در محیط یادگیری به رفتارهای آموزشی و روان‌شناختی بستگی دارد؛ این میزان درک می‌تواند بین گروه‌های دانش‌آموزی با استفاده از راهبردهای آموزشی مختلف متفاوت باشد. پژوهش‌ها نشان دادند دانش‌آموزانی که در فعالیت‌های کاوشگری شرکت می‌کردند، محیط کلاس درس را رضایت‌بخش‌تر می‌دانستند و متغیرهای محیط یادگیری خاص تحت تأثیر انواع فعالیت‌های آزمایشگاهی بود که دانش‌آموزان با آن درگیر می‌شدند.

فعالیت‌های آزمایشگاهی مبتنی بر کاوش در سه سطح مطرح می‌شوند: در ساده‌ترین سطح، مشکلات از طریق دستور کار مطرح می‌شوند. در این دستور کارها، روش‌هایی را که دانش‌آموزان نمی‌دانند و می‌توانند با استفاده از آن‌ها روابط مربوطه را کشف کنند توضیح داده می‌شوند. به این نوع کاوش، کاوش هدایت‌شده هم گفته می‌شود.

در سطح دوم: مشکلات مطرح می‌شوند، اما ابزارها و پاسخ‌ها باز هستند. در سطح سوم: مشکل و پاسخ و روش، باز است یعنی دانش‌آموز با پدیده‌ای خام مواجه می‌شود.

به طور کلی با انجام فعالیت‌های آزمایشگاهی مبتنی بر کاوش می‌توان به مهارت‌هایی مانند کاوشگری، تحقیق، سازماندهی، ارتباطی و دست‌ورزی یافت و مفاهیم را با توجه به گردآوری داده‌ها، فرضیه‌سازی، مدل‌سازی، طبقه‌بندی نظام‌مند درک کرد. انجام این نوع فعالیت‌ها همچنین باعث توسعه و رشد توانایی‌های شناختی مانند تفکر نقاد، حل مسئله، کاربرد، تجزیه و تحلیل، ارزشیابی، تصمیم‌گیری و خلاقیت می‌شود و درک ماهیت علم (مشارکت علمی، شناخت دانشمندان و نحوه کار آن‌ها، وجود چندین روش علمی، ارتباط بین علم و فناوری در رشته‌های مختلف علمی) را میسر می‌سازد. نگرش‌هایی مانند کنجکاوی، علاقه، ریسک کردن، هدفمندی، دقت، استقامت، رضایت خاطر، مسئولیت‌پذیری، همکاری و مشارکت، اعتماد به دانش علمی، اعتماد به نفس و دوست داشتن علم هم در نتیجه انجام فعالیت‌های مبتنی بر کاوش در دانش‌آموزان ایجاد می‌شود. این اهداف در واقع همان اهداف کلی آموزش علوم تجربی هستند (به عنوان مثال، Pella, ۱۹۶۹, Bingam, ۱۹۶۱). بنابراین عجیب نیست که طرفداران این گونه فعالیت‌های آزمایشگاهی ابزار اصلی تدریس علوم تجربی را فعالیت‌های آزمایشگاهی بدانند.

نظریه پشتیبان روش تدریس مبتنی بر کاوش دیدگاه بر ساخت‌گرایی فرهنگی اجتماعی است. ویگوتسکی معتقد است که استدلال در کودکان در جریان مباحثه با افراد درونی می‌شود. در این راستا، کار مشارکتی می‌تواند در قالب مباحث گروهی آزمایشگاهی در مورد رویدادهای خاص علمی که به منظور ایجاد انگیزه و تبدیل نتایج به دانش است، مورد تأکید قرار گیرد (مثلاً

ویگوتسکی (۱۹۸۷) به دنبال تبدیل روابط اجتماعی به عملکردهای ذهنی است، چرا که میانجی‌گری و درونی‌سازی از جمله مراتب بالای تفکر است. انجام فعالیت‌های آزمایشگاهی به همراه تدریس مفاهیم علمی می‌تواند بهترین فرصت را برای دانش‌آموزان فراهم آورد که نه تنها به این اهداف (میانجی‌گری و درونی‌سازی) دست یابند، بلکه یادگیری خود را نیز بسنجند.

تحولات اخیر در علوم شناختی و آموزش، اهمیت تجربه‌های عملی و تجربه‌های پدیده‌شناختی مهم را در یادگیری مهارت‌ها و مفاهیم علمی تأیید می‌کند (به‌عنوان مثال ۱۹۸۳، McDermott et al.). یکی از راه‌هایی که آرونس (۱۹۸۳) برای افزایش یادگیری دانش‌آموزان مطرح می‌کند، فراهم کردن مواد و وسایل برای دانش‌آموزان جهت ایجاد مفاهیم از تجربیات ملموس است. یک آزمایشگاه علوم که به‌خوبی طراحی شده باشد می‌تواند انواع تجربه‌های لازم برای تصحیح بدمفهوم‌ها و توسعه بینش فیزیکی مفید را ارائه دهد. از دیدگاه برساخت‌گرایان، آزمایشگاه یکی از جاهایی است که دانش‌آموزان واقعاً می‌توانند خود را در فرایند علم قرار دهند. به این صورت که با فراهم آوردن درک فیزیکی دست‌اولی از پدیده‌های فیزیکی، نظریه‌های مورد نیاز برای درک دنیای فیزیکی را دریابند و با یافتن پاسخ پرسش‌های خود بیشتر در روند یادگیری درگیر شوند. در دیدگاه برساخت‌گرایان، هر یک از دانش‌آموزان به جای دریافت شناخت خود از یک منبع معتبر مانند معلم، کتاب درسی یا کتابچه آزمایشگاهی باید فعالانه و به‌صورت اجتماعی درک خود را در یک زمینه علمی نوسازی کنند. به دانش‌آموزان فرصت داده شود تا آنچه را که در حال یادگیری آن هستند تجربه کنند.

نقش معلم این است که واسطه انتقال دانش علمی به دانش‌آموزان شود و به آن‌ها کمک کند که ادعا کنند شخصاً دانش علمی را تولید و تأیید کرده‌اند (Driver et al, ۱۹۹۴).

به‌عنوان نمونه‌های برجسته، می‌توان به فیزیک مبتنی بر کاوش در دانشگاه واشنگتن (McDermott, ۱۹۹۶)، گفت‌وگوهای سقراطی همراه با آزمایش در دبیرستان و کالج (هک ۱۹۹۲، ۱۹۹۸) و پروژه فیزیک کارگاه در کالج دیکنسون (قانون ۱۹۹۱، ۱۹۹۷) اشاره کرد. ویژگی مشترک تمام این فعالیت‌های آزمایشی موفق فیزیک، همان‌طور که ردیش (۱۹۹۷) گزارش می‌کند، این است که آن‌ها بر یادگیری تمرکز دارند. آن‌ها دانش‌آموزان را متقاعد می‌کنند در فرایندی علمی مشارکت فعال داشته باشند که در جریان آن دنیای فیزیکی را کشف، داده‌ها را تجزیه و تحلیل از آن‌ها نتیجه‌گیری می‌کنند و سپس آن‌ها را تعمیم می‌دهند. درک علمی که آن‌ها نسبت به پدیده‌های تازه به دست می‌آورند بخشی از دنیای روزمره‌شان است.

نتیجه‌گیری

از قرن هفدهم که گالیله آزمایش‌هایی را برای نشان دادن درستی قانون‌های فیزیک انجام داد، توجه دانشمندان علوم تجربی را به استفاده از فعالیت‌های آزمایشگاهی معطوف کرد تا آنجا که آزمایشگاه به‌عنوان جزیی جدایی‌ناپذیر علوم تجربی مورد پذیرش قرار گرفت. با توجه به نقش انکارناپذیر آزمایشگاه در علوم طبیعی است که برای آموزش علوم تجربی نمی‌توان آزمایشگاه و انجام فعالیت‌های آزمایشگاهی را نادیده گرفت. از اواخر قرن نوزدهم که آزمایشگاه به صورت رسمی در برنامه درسی علوم تجربی قرار گرفت، بین کارشناسان آموزشی بر سر تدریس نظام‌مند آزمایشگاه همیشه اختلاف نظرهایی وجود داشته است. نظریه‌های جان دیویی (۱۹۱۰) و پیاز (۱۹۶۰) را می‌توان نقاط عطف کاربرد فعالیت‌های آزمایشگاهی در تدریس علوم

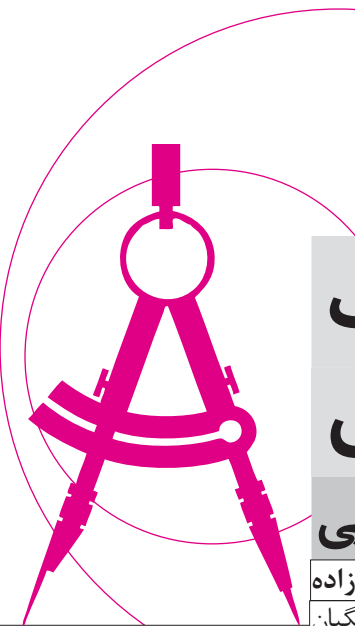
تجربی بر شمرد. تا قبل از سال ۱۹۱۰ فقط تعدادی فعالیت آزمایشگاهی با دستور کارهای مشخص برای دروس فیزیک، شیمی و زیست‌شناسی تنظیم شده بود که الزاماً ارتباطی با محتوای برنامه درسی علوم تجربی نداشت.

بعد از سال ۱۹۱۰، جنبش آموزشی پیشرو به رهبری جان دیویی تأثیر عمده‌ای روی آموزش علوم تجربی و نقش آزمایشگاه داشت. در فلسفه جان دیویی همان‌قدر که حل مسئله مهم بود کاربرد علوم تجربی در زندگی روزمره دانش‌آموزان نیز اهمیت داشت. او حامی رویکرد به آموزش علوم بود و معتقد بود نگرشی که دانش‌آموزان از طریق علوم تجربی به دست می‌آورند به اندازه دانش علمی دارای اهمیت است. ایده‌های او باعث رشد علم عملی با کاربردهای سودمند در زندگی شد. در این دوران کتاب‌های فیزیک پر شد از واکنش‌ها و موتورهای بخار و کتاب‌های شیمی ساخت محصولات روزمره‌ای چون جوهر را آموزش می‌دادند. آزمایشگاه محلی برای تأیید و نشان دادن مطالب گفته شده توسط معلم بود و خیلی از صاحب‌نظران معتقد بودند معلم با انجام نمایش‌های پرمعنا و کاربردی می‌تواند فرصت‌های متنوع بیشتری برای یادگیری اثربخش فراهم آورد. با معرفی برنامه درسی جدید پس از مطرح شدن نظریه رشد مرحله‌ای پیاز، فعالیت‌های آزمایشگاهی و پژوهش‌های انجام شده در آزمایشگاه علاوه بر اینکه برای تأیید محتوای درسی به کار می‌رفت بلکه خیلی وقت‌ها محتوای درسی از دل همین فعالیت‌ها در آزمایشگاه تولید می‌شد. در همین دوران بود که رویکردهای آموزشی مبتنی بر کاوش به‌صورت جدی در آموزش علوم تجربی مطرح شدند. شاید نقش آزمایشگاه در برنامه درسی جدید آموزش علوم تجربی را بتوان در اظهار نظر آرنولد جست‌وجو کرد. او معتقد است اگر آزمایشگاه مسئول به دوش کشیدن بار روش‌ها و روح علم و معلم و کتاب درسی مسئول انتقال محتوای موضوع درسی باشند در این صورت آزمایشگاه بسیار وقت‌گیر و ناکارآمد خواهد بود.

پس از معرفی رویکردهای آموزش مبتنی بر کاوش، فعالیت‌های آزمایشگاهی با استفاده از فعالیت‌های دست‌ورزی ساده به کلاس‌های درس علوم تجربی برده شد و محتوای علمی و فعالیت‌های آزمایشگاهی قابل تفکیک از هم نبودند یا آن‌طور که شولمن و تامیر (۱۹۷۳) اظهار می‌کنند: «برنامه درسی جدید بر فرایندهای علمی و توسعه مهارت‌های شناختی سطح بالا تأکید دارد، آزمایشگاه نقش مهمی را نه به‌عنوان مکانی برای مشاهده و تأیید، بلکه به‌عنوان هسته‌ای برای فرایند یادگیری علوم تجربی دارد».

منابع

1. Blosser, Patricia E. (1980). a Critical Review of the Role of the Laboratory in Science Teaching. Columbus, OH: ERIC Clearinghouse for Science for Science, Mathematics, and Environmental Education.
2. Boghai, Davar M. (April 1979). A Comparison of Laboratory and Discussion Sequences on Learning College Chemistry. Dissertation Abstracts, 39(10), 6045A.
3. Comber, L. C. & J.P. Keeves. (1978). Science Education in Nineteen Countries, International Studies in Evaluation I. New York: John Wiley & Sons, Inc.
4. Fay, Paul J. (August 1931). The History of Chemistry Teaching in American High Schools. Journal of Chemical Education, 8(8), 1533-1562.
5. Gage, N.L., et al. (1963). Handbook of Research on Teaching. Chicago: Rand McNally & Co.
6. Godomsk, Stephen F., Jr. (1971). Programmed Instruction, Computer - Assisted Performance Problems, Open Ended Experiments and Student Attitude and Problem Solving Ability in Physical Chemistry Laboratory. Dissertation Abstracts, 31(11), 5873A.
7. Grozier, Joseph E. Jr. (1969). The Role Of The Laboratory In Developing Positive Attitudes Toward Science In A College General Education Science Course For Nonscientists. Dissertation Abstracts, 31(11), 2394A.
8. Hofstein, A. & Vincent n. Lunetta (1982). The Role of the Laboratory in SCIENCE Teaching: Neglected Aspects of Research. Review of Educational Research, 52(2).
9. Lott, Gerald W. (1983). The Effect of Inquiry Teaching and Advance Organizers Upon Student Outcomes in Science Education. Journal of Research in Science Teaching, 20 (5), 437 - 451.
10. McDermott, ILLIAN ET AL. mARCH (1980). hELPING Minority Students Succeed in Science, II. Implementation of a Curriculum in Physics and Biology. Journal of College Science Teaching, 9, 201 - 205.
11. Mckinnon, Joe W. (April 1976). Encouraging Logical Thnling in Pre - Engineering Students. Education, 66(7), 740-744.
12. Moyer, Albert E. (February 1976). Edwin Hall and the Emergence of the Laboratory in Teaching Physics. The Physics Teacher, 14(2), 96 -103.
13. Pickering, Miles. (February 19, 1980). Aer Lab Courses a waste of Time? The Chronicle of Higher Education, p.80.
14. Rowe, Mary B., Ed. (1978). What Research Says to the Science Teacher, I, Washington, DC: Natinal Science Teachers Association.
15. Travers, Robert M. Ed. (1973). Second Handbook of Research on Teaching Chicago: Rand McNally & Co.
16. TRUMPER, R. (2003). "The Physics Laboratory - A Historical Overview and Future Perspectives", Science & Education, 12(7).
17. Wise, Kevin C. & Okey, Kames R. (1983). A Meta - Analysis of Various Science Teaching Strategies on Achievement. Journal of Research in Science Teaching, 20(5), 419 - 435.



نگاهی به نمودهای فیزیک در هنر معماری

با تأکید بر حوزه‌های انرژی، کارایی و زیبایی

محمد علیپورزاده

دانشجوی کارشناسی آموزش فیزیک، پردیس شهید رجایی شیراز، دانشگاه فرهنگیان

چکیده

استندهای این مقاله عمدتاً از طریق منابع کتابخانه‌ای و نوشتارهای پیشین قوت می‌گیرد و در تلاش است تا به هدف نهایی که به تصویر کشیدن ارتباط تنگاتنگ این دو عرصه دانش، یعنی فیزیک و معماری و روابط فیزیکی حاکم بر پدیده‌ها و الگوهای معماری است، دست یابد. با توجه به حوزه‌های مورد تأکید در این مطالعه، می‌توان استفاده از بازگیرها و ساخت سازه‌ها در حاشیه رودخانه‌ها در حوزه انرژی، استفاده از نور و موسیقی جهت نوردهی و زیبایی‌بخشی فضای سازه، ایجاد و ابداع روش‌های نوین همچون میراگرها برای افزایش استحکام بنا و ایجاد ارتباط میان طبیعت و معماری در راستای خلق ایده‌های نو را از مهم‌ترین دستاوردهای این پیوند میان‌رشته‌ای دانست.

کلیدواژه‌ها: فیزیک، زیبایی، معماری، سازه‌های فیزیکی

مقدمه

فیزیک به‌عنوان یکی از کهن‌ترین علوم طبیعی از یک سو، و معماری به‌عنوان دانش ساخت بناها از سوی دیگر، علاوه بر اشتراک‌های تاریخی، لازم و ملزوم یکدیگرند. به عبارت دیگر می‌توان معماری را زاینده و آمیزه‌ای از هنر و فیزیک دانست. شاید برخی اساس معماری را ریاضیات بدانند اما باید توجه داشت که بخش اعظم ویژگی‌ها و امکانات یک سازه به فضا و کمیت‌ها و ویژگی‌های فیزیکی آن وابسته است. در حقیقت آن مقدار از ریاضیات به کار رفته نیز، برای محاسبات فیزیکی در این امر مورد نیاز است و نه بیشتر. درواقع، ارتباط معماری با ریاضیات بیشتر مربوط به بعد هنری آن است؛ زیرا هنر، نوع خاصی از هندسه را در خود دارد. امروزه نیز در معماری معاصر، تحلیل‌های

فیزیک و معماری به‌عنوان دو دانش دیرین در تاریخ بشریت همواره خدمات متقابلی برای پیشرفت یکدیگر ارائه داده‌اند. معماری را از یک سو می‌توان اوج تبلور فیزیک در سازه‌ها دانست و از سوی دیگر می‌توان آن را بستری برای پیشرفت و شکوفایی فیزیک در عرصه‌های صنعتی و ساختمانی برشمرد. درواقع معماری را می‌توان نمود ظاهری دانش فیزیک در برخی حوزه‌ها دانست. ایرانیان نیز به‌عنوان یکی از سرمداران معماری اسلامی، در طول تاریخ ابتکارهای فیزیکی بسیاری در صنعت معماری داشته‌اند که این امر با بررسی معماری شهرهایی چون یزد، ابرکوه، شوش و شوشتر به روشنی قابل مشاهده است. در این مطالعه که به روش بنیادی-نظری و استدلال منطقی و عقلانی و در قالب توصیفی-تحلیلی انجام شده است، تلاش می‌شود تا بررسی مختصری درباره این تنیدگی میان‌رشته‌ای و مزایای استفاده از اصول و کارکردهای فیزیکی در سازه‌های ساختمانی صورت گیرد. اهمیت این موضوع در آن است که امروزه با پیشرفت‌های اصول فیزیکی و آزمایش‌های متعدد، روش‌های نوینی در صنعت معماری نوین به وجود آمده است که در تمام حوزه‌ها اعم از کارایی و بهره‌وری سازه، امکان حمل‌ونقل، استحکام و امنیت، ارتباط با محیط زیست، زیبایی و بهینه‌سازی انرژی مصرفی در سازه‌ها به روشنی قابل مشاهده است. متخصصان امر نیز معتقدند که در معماری نوین تحلیل ساختمانی از آن چنان اهمیتی برخوردار است که مطالعات و آزمایش‌های کنونی از بعد زیبایی‌شناختی به سمت بعد فیزیکی و ویژگی‌های رفتاری ساختمان رفته است.

روش‌ها

در این گفتار با روش بنیادی-نظری و استدلال منطقی و عقلانی در قالب توصیفی-تحلیلی تلاش شده است درباره این تنیدگی بین رشته‌ای و مزایای استفاده از اصول و کارکردهای فیزیکی در سازه‌های ساختمانی بررسی مختصری انجام شود. استنادهای این مقاله عمدتاً از طریق منابع کتابخانه‌ای و نوشتارهای پیشین قوت می‌گیرد و در تلاش است تا به هدف نهایی، که به تصویر کشیدن ارتباط تنگاتنگ این دو عرصه دانش یعنی فیزیک و معماری و روابط فیزیکی حاکم بر پدیده‌ها و الگوهای معماری است، دست یابد. لذا در این بین ابتدا به بررسی کاربردهای دانش فیزیک در بخش انرژی سازه‌ها و بهینه‌سازی آن پرداخته شده است و پس از آن به ترتیب افزایش کارایی و زیبایی در سازه‌ها مورد بحث قرار خواهد گرفت و در پایان به بالاترین نوع ارتباط یعنی معماری با الهام از طبیعت پرداخته شده است.

کاربردهای فیزیک در حوزه انرژی

یکی از مهم‌ترین مباحث قابل بحث در حوزه فیزیک ترمودینامیک، مبحث انرژی و چگونگی کنترل و بهینه‌سازی آن است. آن گونه که از بررسی اسناد و شواهد تاریخی برمی‌آید، به نظر می‌رسد اهمیت مفهوم انرژی و به‌ویژه استفاده از انرژی‌های طبیعی برای جلوگیری از اتلاف و اسراف در انرژی از ابتدای تشکیل تمدن‌های بشری مورد توجه انسان بوده است. این امر را به‌وضوح می‌توان از ایجاد تمدن‌های پایدار در حوزه رودخانه‌ها جهت استفاده از انرژی آب موجود در رودها دریافت. اگرچه بسیاری معتقدند سکونت در کنار رودخانه‌ها صرفاً به‌خاطر استفاده از آب برای کشاورزی بوده، به نظر می‌رسد کمتر بودن دما در حاشیه رودخانه‌ها و تبادل دمایی بهتر این مکان‌ها نیز دلیل اضافی بر این انتخاب بوده است. ظرفیت گرمایی و گرمای ویژه آب از سایر اجسام بیشتر است؛ به همین خاطر آب قابلیت ذخیره گرمای بیشتری نسبت به معدل ذخیره گرمای سایر اجسام دارد. در کل وجود منابع آب در اقلیم منطقه می‌تواند باعث اعتدال دما در شبانه‌روز شود. در داخل ساختمان به‌عنوان یک اقلیم کوچک نیز آب می‌تواند نوسان دما را کاهش دهد. یکی از دلایل عمده وجود حوض آب در حیاط اغلب ساختمان‌های سنتی و حاشیه کویری افزایش رطوبت و اعتدال بناست. تبخیر آب و کاهش خشکی هوا نیز از دیگر کاربردهای فیزیکی آب در بناهاست. [۲]

با پیشرفت دانش فیزیک در سده‌های اخیر، نقش آب در تولید انرژی با اختراع توربین‌ها و نیروگاه‌های برق آبی و سیکل ترکیبی افزایش یافته است و این امر نیز جایگاه فیزیک را در حوزه انرژی مستحکم‌تر می‌کند. علاوه بر آب؛ استفاده فیزیکی و شیمیایی از نور خورشید به منظور تولید انرژی نیز، امروزه به دلیل ارزان‌ی و

ساختمانی اهمیت بالایی یافته و بخشی از فاکتورهای معماری را از زیبایی به ویژگی‌های رفتاری و فیزیکی متمایل ساخته‌اند [۱۰]. استفاده از فیزیک در دانش ساخت سازه‌ها از قدمت فراوانی برخوردار است به گونه‌ای که در شهر یزد، به‌عنوان دومین شهر تاریخی جهان، می‌توان نمونه‌های بسیاری از این درهم‌تنیدگی را مشاهده کرد. استفاده از اصول فیزیکی در ایجاد آب انبارها، بادگیرها و ستون‌ها، تنها نمونه‌ای از این کاربرد در معماری کهن ایرانی است. معماران ایرانی، از زمان‌های بسیار دور، با استفاده از دانش‌هایی نظیر نورشناسی، رنگ‌شناسی و شناخت عدسی‌ها و آینه‌ها (که امروزه به مجموعه این دانش‌ها اپتیک و فوتونیک گفته می‌شود) و با بهره‌گیری از نور طبیعی خورشید، علاوه بر کاهش مصرف انرژی جهت روشنایی سازه‌ها و یا گرمایش، جلوه فوق‌العاده‌ای از آمیزش رنگ و نور به سازه‌ها القا کرده‌اند. اوج این نوع از کاربرد را به سادگی می‌توان در معماری‌هایی نظیر مسجد نصیرالملک یا ارگ کریم‌خان زند دید.

علاوه بر قدمت، طبیعت را می‌توان دومین عامل ارتباطی میان فیزیک و معماری عنوان کرد به گونه‌ای که فیزیک‌دان در تلاش است به شناختی جامع در حوزه قوانین طبیعت برسد و معمار می‌کوشد این قانون‌ها را برای استفاده بهتر از طبیعت به کار بندد. ریشه این گونه معماری را که از طبیعت گرفته شده است را می‌توان از زمان‌های بسیار دور و زمان فراغنه مصر، امپراتوری روم و حکومت یونان نیز ردیابی کرد. درواقع مهندسان عصر باستان با بهره‌گیری از طبیعت به ایجاد سازه‌ها همت گماشتند [۱]. به عبارت دیگر قوانین حاکم بر طبیعت که ما اکنون آن را با فیزیک می‌شناسیم و ساده‌ترین تعریف از این دانش بنیادی را شناخت قانون‌های حاکم بر طبیعت به منظور پیش‌بینی دقیق‌تر رویدادها می‌دانیم. معماران و فیزیک‌دانان هر دو می‌دانند که بهترین راه برای ایجاد یک سازه پایدار، استفاده و الهام از طبیعت است؛ زیرا ساختاری که در طبیعت و شرایط طبیعی بتواند از استحکام و پایداری خوبی برخوردار باشد، در شرایط ساختمانی نیز قابل کاربرد است. امروزه، سازگاری با طبیعت مؤلفه جدانشدنی معماری نوین است.

علاوه بر این موارد، معماران از دیرباز در تلاش‌اند با بهره‌گیری از قانون‌های فیزیک، مصرف انرژی در سازه‌ها را تا حد امکان کاهش دهند. ساخت سازه‌های سبک‌تر و مقاوم در برابر عوارض طبیعی نیز گوشه‌ای از همکاری عمیق فیزیک و معماری است. تمام این امور مؤید پیوند ناگسستنی میان فیزیک و معماری هستند. با عنایت به این موارد به خوبی می‌توان به اهمیت جایگاه فیزیک در معماری پی برد؛ جایگاهی که با پیشرفت روزافزون علم، در حال توسعه و تنیدگی بیشتر است. با خلق سازه‌های عظیم در راستای پیشرفت علم نظیر شتاب‌دهنده بزرگ هادرونی و یا آشکارساز امواج لیگو، این تنیدگی به اوج خود در جهان پیشرفته علم می‌رسد.



اگرچه بسیاری معتقدند سکونت در کنار رودخانه‌ها صرفاً به‌خاطر استفاده از آب برای کشاورزی بوده، به نظر می‌رسد کمتر بودن دما در حاشیه رودخانه‌ها و تبادل دمایی بهتر این مکان‌ها نیز دلیل اضافی بر این انتخاب بوده است



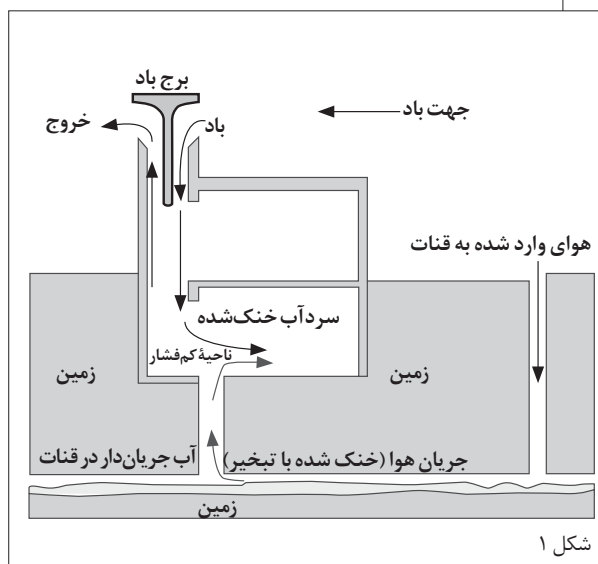
**با افزایش
میزان
خسارات
ناشی از
حوادث
طبیعی در
سال‌های
اخیر، ایجاد
فناوری‌های
نوین در
مقابله با
حوادث
طبیعی چون
زلزله به
شدت مورد
نیاز است**

دائمی بودن از جایگاه ارزشمندی برخوردار است.

یکی دیگر از کاربری‌های بی‌بدیل فیزیک در حوزه انرژی سازه‌ها، پنجره‌ها و درهای دوجداره است. در این فناوری که امروز در اغلب معماری‌های خانگی و صنعتی حضور پررنگی دارد، با استفاده از ویژگی‌های فیزیکی مواد نظیر ظرفیت یا ضریب انتقال گرمای ماده، می‌توان پنجره‌هایی را با کارایی بالاتر و اتلاف انرژی کمتر تولید کرد. بدون شک این پیشرفت‌ها در صنعت معماری بدون دانش فیزیک در حوزه انرژی قابل تصور نیست.

بادگیرها، اوج فیزیک در معماری

قبل از پیدایش برق و روش‌های جدید تهویه مطبوع و خنک‌سازی، قرن‌ها در مناطق کویری ایران از بادگیرها برای تأمین آسایش گرمایی در تابستان استفاده می‌شد. به‌نظر می‌رسد آغاز استفاده از این فناوری در ایران بوده باشد؛ زیرا قدیمی‌ترین بادگیرهای جهان امروزه در شهر یزد دیده می‌شوند. بادگیرها برج‌هایی هستند که هوای نسبتاً خنک‌تر و با گرد و غبار کمتر در ارتفاعات را به‌طور طبیعی به داخل ساختمان مسکونی یا داخل آبنبارهای عمومی هدایت می‌کنند (شکل ۱). در هدایت هوا به داخل ساختمان سعی می‌شده که هوا را از روی سطوح نمناک زیرزمینی عبور دهند و آن را تا اندازه‌ای خنک کنند. سازندگان بادگیرها در طراحی‌های خود از اصول ترمودینامیک، ایرودینامیک، انتقال گرما و آسایش گرمایی انسان استفاده کردند و شاهکار آفریدند [۳]. مواردی نظیر زاویه و ارتفاع قرارگیری این بادگیرها نیز با قاعده‌های فیزیکی و با توجه به مکان سازه تعیین می‌گردید.



شکل ۱

مکان‌یابی بناها

مکان و محل ساخت یک سازه از مهم‌ترین عوامل کارآمدی ساختمان است. انتخاب محل دقیق و مناسب برای ساخت یک

بنا با پارامترهای فیزیکی ارتباط تنگاتنگی دارد.

بیمارستان‌ها، سدها، تونل‌ها، برج‌ها و از همه بیشتر رصدها و دکل‌ها، محل فعلی خود را مرهون دانش فیزیک هستند. مراد از مکان‌یابی، انتخاب مناسب‌ترین مکان از دید عوامل فیزیکی (هواشناسی، نجومی، محلی و ژئوفیزیکی) است [۴]. قرارگیری دکل‌های مخابراتی در مکان مناسب به‌گونه‌ای که علاوه بر کاهش آسیب‌های زیستی آن، کارایی بالایی داشته باشد و گیرندگان بیشتری قادر به دریافت امواج ارسالی باشند از مواردی است که امروزه به‌شدت مورد توجه است.

ایمن‌سازی و استحکام

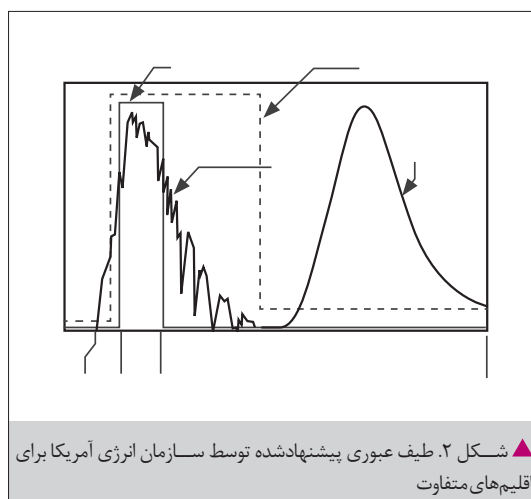
با افزایش میزان خسارات ناشی از حوادث طبیعی در سال‌های اخیر، ایجاد فناوری‌های نوین در مقابله با حوادث طبیعی چون زلزله به‌شدت مورد نیاز است. تقریباً می‌توان گفت کلیه روش‌ها و فنون مقابله با این حوادث از قانون‌ها و اصول فیزیک پیروی می‌کنند. استفاده از میراگرها در ساختمان‌های بلند یا ستون‌های میانی در نقش‌المان مرکز جرم تنها گوشه‌ای از وضوحی از حضور پررنگ پارامترها و اصول فیزیک در این‌گونه معماری‌هاست. میراگرهای انرژی در سازه، مستهلک‌کننده انرژی جانبی سازه هستند که با کارایی بالا، جهت طراحی سازه جدید و مقاوم‌سازی سازه‌های موجود کاربرد دارند. میراگرها، انرژی ورودی به سازه را ۳ تا ۵ برابر کمتر می‌کنند و جابه‌جایی را نیز ۲ تا ۳ برابر کاهش می‌دهند. به عبارتی دیگر، میراگرها به دلیل جذب انرژی ورودی به سازه، سبب کاهش نیروی اعضای سازه و تغییر شکل‌ها می‌شوند و توزیع نیرو در سازه را تغییر می‌دهند لذا می‌توان به‌عنوان یک گزینه مناسب از این روش جهت اصلاح توزیع نیروها استفاده کرد [۵].

نور در معماری

نور زیبایی می‌آفریند و زیبایی‌های دیگر را نیز می‌نماید و خود نیز زیبایی محض است. وجودش شرط ضروری زیبایی است که اگر در جای مناسب ظاهر شود هر زیبا را زیباتر می‌کند. زیبایی معماری بیش از هر چیز از نور مساعد مدد می‌گیرد [۱۱]. تاریخچه استفاده از نور در زیباسازی و افزایش کارایی ساختمان‌ها به سده سوم از هزاره چهارم پیش از میلاد باز می‌گردد. کشور ایران در منطقه‌ای واقع شده است که به لحاظ دریافت انرژی خورشیدی در بین نقاط جهان در بالاترین رده‌ها قرار دارد و میزان تابش در کشور ما بالاتر از میانگین جهانی است، به‌گونه‌ای که در ایران به‌طور متوسط بیش از ۲۸۰ روز آفتابی در سال گزارش شده که آمار بسیار قابل توجهی است [۷].

بدیهی است که هنر استفاده از نور جهت روشنایی و گرمابخشی و بهینه‌سازی این مصرف مرهون دانش فیزیک است؛ چرا که دانش اپتیک و مهارت استفاده از شیشه در بنا، با میزان انرژی

دریافتی از نور خورشید رابطه مستقیم دارد. تناسب اقلیم مورد نظر و محل ساخت بنا، با نوع شیشه مورد استفاده و زاویه تابش نور ارتباط تنگاتنگی دارد. سازمان انرژی آمریکا در نموداری اقلیم‌های گرم را به استفاده از شیشه‌های با انتقال طیف نور مرئی بالاتر و اقلیم‌های سرد را به استفاده از شیشه‌های با انتقال فروسرخ بالاتر تشویق می‌کند [۷]. (شکل ۲)



این کاربردهای نوری علاوه بر حوزه انرژی بر زیبایی معماری ایرانی نیز افزوده است، تا جایی که استفاده از نورپردازی طبیعی در بناها از اهمیت و جایگاه خاصی برخوردار است. تجلی این نورپردازی‌ها را می‌توان در مسجد نصیرالملک شیراز به‌وضوح یافت. این شیوه استفاده از رنگ و نور از زمان صفویه وارد معماری ایران شده و تا امروز نیز کاربردهای متفاوتی پیدا کرده است [۷]. نور علاوه بر ایجاد روشنایی، به ایجاد رنگ نیز می‌انجامد. بی‌تردید بدون رنگ، معماری و طراحی دکوراسیون داخلی و خارجی ممکن نیست. از دیرباز تا امروز، معماران با کمک رنگ‌های طبیعی و مصنوعی که همگی زاینده نوراند، به زیبایی سازه‌ها افزوده‌اند.

موسیقی در معماری

موسیقی را بی‌شک می‌توان اوج هنر دانست، همان‌طور که شوپنهاور-فیلسوف بزرگ آلمانی- آن را بالاترین هنر انسانی می‌داند [۸]. در خصوص ارتباط میان موسیقی و معماری همین بس که متخصصان امر، معماری را هنر سه‌بعدی و موسیقی را هنر تک‌بعدی در زمان می‌دانند و درواقع معماری تجلی سه‌بعدی خواسته هنرمند و موسیقی روح آن اراده است. اما پر واضح است که بین موسیقی و فیزیک هیچ مرزی نیست؛ بلکه موسیقی تماماً زاینده فیزیک است. تلاقی ضربه با تارها و کوبه‌ها را جز با قانون‌های فیزیک نمی‌توان شناخت. معماری

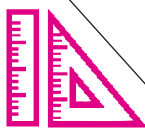
و موسیقی هر دو از ضرب‌آهنگ بهره می‌برند و این فیزیک است که نحوه پیوستگی و ایجاد این ضرب‌آهنگ‌ها را تبیین می‌کند. گاهی این ضرب‌آهنگ ساکن است و به صورت خطوط هندسی شامل سایه‌ها و چین‌ها در معماری ظاهر می‌شود و گاهی به حرکت درمی‌آید و موسیقی را می‌سازد، اما آنچه مهم است حضور پررنگ دانش فیزیک در هر دو حوزه است. البته در هر حال نباید از نقش هندسه در پیوند موسیقی و معماری نیز چشم پوشید؛ چرا که اصول هندسه نقش کلیدی در پیوند این دو ایفا می‌کند [۹]. امروزه اگرچه در ساخت بناهای مسکونی و اداری از موسیقی بهره چندانی برده نمی‌شود، اما در ساخت طراحی فضاهای تفریحی، آب‌نماها و سازه‌های موسیقایی از این هنر فیزیکی به‌خوبی می‌توان بهره برد و بر زیبایی کار افزود.

زیست فنی، کمال پیوند علم و طبیعت

همان‌گونه که در آغاز کلام گفته شد، انسان از نخستین روزهای حیات به دنبال الگوبرداری از طبیعت و رویدادهای طبیعی بوده و بسیاری از مهارت‌های زندگی و ابزارآلات مورد نیاز خود را با این الگوبرداری‌ها تولید کرده است. امروزه این پیوند میان طبیعت و صنعت به افق‌های دور دست‌تری دست یافته است و از بزرگ‌ترین سازه‌ها تا کوچک‌ترین واحدهای زیستی در طبیعت را شامل می‌شود. این الهام‌گیری دانش و صنعت از طبیعت را امروزه با نام «بیونیک» یا «زیست فنی» می‌شناسیم. به تعریف دقیق‌تر بیونیک عبارت است از کاربرد سامانه‌ها و روش‌های زیست‌شناختی موجود در طبیعت در سامانه‌های مهندسی و فناوری‌های جدید [۱].

زیست فنی درواقع دانشی است که مسائل فنی را از راه‌های زیستی حل می‌کند. در بیونیک، تحقیق فقط به یک رشته خاص علمی محدود نمی‌شود. اگرچه خود زیست فنی هنوز به‌عنوان یک علم نوپاست، فعالیت متخصصان این رشته را می‌توان در حوزه علوم کاربردی مطرح کرد که همچون رابطی پدیده‌های گوناگون را با الگوهای زنده مقایسه می‌کنند، به‌عبارتی دیگر برای هر پدیده، الگوی زنده‌ای می‌یابند [۱۰].

یکی از نخستین معماری‌شناسی‌های زیست فنی را به پاکستون، معمار انگلیسی تبار، نسبت می‌دهند که به مطالعه برگ‌های نیلوفر آبی در سال ۱۸۴۶ پرداخت [۱]. امروزه الهام‌گیری از سامانه و ساختار بدن جانوران زنده، الگوی بی‌ظیری برای پیشرفت معماری نوین شده است. پل شناور مالدیو که در سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۳ در جزیره مالدیو ساخته شد، با الهام‌گیری از نحوه نشستن پشه روی آب و با استفاده از ویژگی کشش سطحی آب طراحی و ساخته شد. استادیوم ورزش‌های آبی پکن، موزه هنر میلواکی و برج ترنینگ از دیگر شاهکارهای زیست فنی در صنعت معماری‌اند. این تنها نمونه از کاربرد این دانش در صنعت معماری است. (شکل ۳)



بی‌تردید بدون رنگ، معماری و طراحی دکوراسیون داخلی و خارجی ممکن نیست. از دیرباز تا امروز، معماران با کمک رنگ‌های طبیعی و مصنوعی که همگی زاینده نوراند، به زیبایی سازه‌ها افزوده‌اند

۱. طلوعی، هدیه؛ ۱۳۹۴، معماری بیونیک معماری همسان با طبیعت، مقاله ارائه شده در اولین کنفرانس بین‌المللی معماری، شهرسازی، عمران، هنر و محیط زیست؛ افق‌های آینده، نگاه به گذشته ICAUCAE ۲۰۱۶.

۲. ابیلان اصل، لیدا و امامی، سعید، ۱۳۹۳، تجلی انرژی‌های تجدیدپذیر در معماری، اولین کنفرانس بین‌المللی معماری، شهرسازی، عمران، هنر و محیط‌زیست؛ افق‌های آینده، نگاه به گذشته ICAUCAE ۲۰۱۶، ایران، تهران.

۳. بهادری‌نژاد، مهدی و علیرضا، دهقانی، ۱۳۸۷، بادگیر، شاهکار مهندسی ایران، نخستین همایش فناوری‌های بومی ایران، تهران، انجمن فناوری‌های بومی ایران، دانشگاه صنعتی شریف.

۴. توفیق، مریم و رحمانی، قصبه محمد، بررسی مکانیابی استقرار رصدخانه‌ها در ایران، مطالعه موردی رصدخانه مراغه؛ اولین کنفرانس بین‌المللی معماری، شهرسازی، عمران، هنر و محیط‌زیست؛ افق‌های آینده، نگاه به گذشته ICAUCAE ۲۰۱۶، ایران، تهران.

۵. میرزاگل تبار، مهدی، ۱۳۹۱، بررسی عملکرد روش‌های نوین مقاوم‌سازی در کنترل پاسخ لرزه‌ای سازه‌ها (جداسازی پایه و استفاده از انواع میراگرهای انرژی)، دومین کنفرانس ملی سازه، زلزله و ژئوتکنیک، بابل، مؤسسه آموزش عالی پردیسان.

۶. سیل سپور، عطیه و نقصان محمدی، محمدرضا و امیدواری، سمیه؛ جایگاه نور در زیبایی بصری معماری؛ اولین کنفرانس سالانه پژوهش‌های معماری؛ شهرسازی و مدیریت شهری، ۱۳۹۴، ایران، یزد.

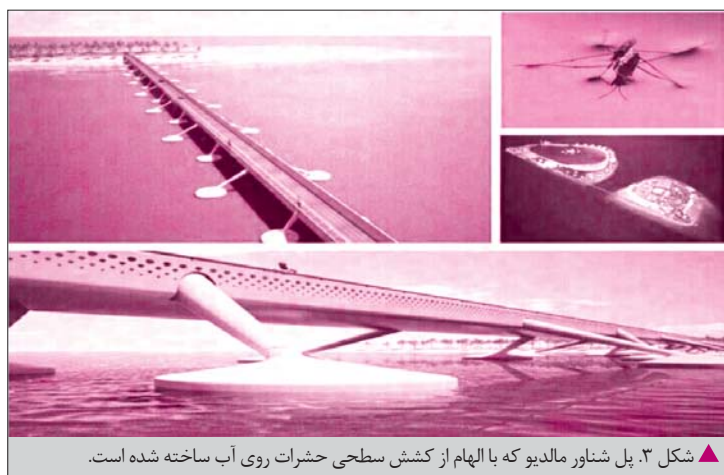
۷. قیابکللو، زهرا و حق‌شناس، محمد، ۱۳۸۷، بررسی تأثیر شیشه‌های رنگی بر میزان نور و انرژی عبوری در محدوده مرئی، نشریه علمی-پژوهشی علوم و فناوری رنگ/۲، ۱۳۸۷، صص ۲۱۳-۲۲۰.

۸. پناهی، امید؛ بررسی تأثیر موسیقی در معماری ایرانی؛ اولین کنفرانس بین‌المللی معماری، شهرسازی، عمران، هنر و محیط‌زیست؛ افق‌های آینده، نگاه به گذشته ICAUCAE ۲۰۱۶، ایران، تهران.

۹. برادران توکلی، داود و باوندیان، علیرضا و پورمضان، زهرا؛ بررسی پیوند مفهومی ادراکی موسیقی و معماری؛ اولین کنفرانس بین‌المللی معماری، شهرسازی، عمران، هنر و محیط‌زیست؛ افق‌های آینده، نگاه به گذشته ICAUCAE ۲۰۱۶، ایران، تهران.

۱۰. داورپناه، احسان و بهمنی چاهستانی، امیر و میرفتاح، علی اصغر و نوری‌نژاد، حامد؛ ۱۳۹۴، استفاده از دانش بیونیک در معماری پایدار، اولین همایش ملی اندیشه‌ها و فناوری‌های نو در معماری، تبریز، انجمن مهندسان معمار تبریز.

۱۱. م. عباسی، ز. نوشادی؛ بررسی مفهوم نور از جنبه زیبایی‌شناسی در معماری سنتی ایران. همایش ملی معماری و شهرسازی ایرانی-اسلامی؛ مؤسسه آموزش عالی خاوران، مشهد، ایران؛ ۱۳۹۱.



شکل ۳. پل شناور مالدیو که با الهام از کشش سطحی حشرات روی آب ساخته شده است.

معماری نوین؛ فراتر از دانش

امروزه با پیشرفت دانش و نیاز به طراحی‌های پیشرفته‌تر در معماری، این دانش پایه‌ای سایر علوم پیشرفت و خود را با آخرین نیازها سازگار کرده است. اگر نیک بنگریم در می‌یابیم که بزرگترین سازه‌های دست بشر امروز، که مدیون دانش معماری است، در خدمت دانش فیزیک مشغول فعالیت‌اند. از ایستگاه بین‌المللی فضایی تا شتاب‌دهنده بزرگ هادرونی (HLC) که شگفتی‌های معماری قرن اخیراند، همه و همه سازه‌هایی فیزیکی به‌شمار می‌آیند که در ابعادی فوق‌العاده و با ساختمانی عظیم در حال خدمت‌رسانی به علم فیزیک‌اند. این امر نیز تنیدگی معماری و فیزیک را از زاویه‌ای متفاوت نشان می‌دهد. این بار برخلاف دوره‌ها و مباحث گذشته که در آن‌ها فیزیک به ساخت و معماری سازه‌ها کمک می‌کرد، دست تلاشگر معماران به یاری فیزیک‌دانان آمده است تا بتوانند با طراحی بهینه‌تر، مراکز پژوهشی خارق‌العاده‌ای را ایجاد کنند. ایجاد رصدخانه قلب یخی در عمق دو کیلومتری زمین یا شناساگرهایی در قطب‌های زمین به منظور مطالعات جوی و کیهان‌شناسی، تنها بخشی از این همکاری علمی را نشان می‌دهند.

نتیجه‌گیری

همان‌گونه که گفته شد، از ابتدای شکل‌گیری دو دانش فیزیک و معماری، آن‌ها ارتباطی تنگاتنگ با هم داشته‌اند. شاید امروز به جرئت بتوان گفت که چنین پیشرفتی در دانش معماری بدون استفاده از قواعد و اصول فیزیک امکان‌پذیر نبود و به‌طور متقابل فیزیک هم بخش زیادی از فعالیت‌ها و دستاوردهای خود را مدیون دانش معماری است. درواقع معماری را می‌توان نمود ظاهری دانش فیزیک در برخی حوزه‌ها دانست. بهینه‌سازی انرژی و یافتن روش‌های بهتر برای مصرف آن در حوزه انرژی، استفاده از نور و موسیقی به‌عنوان دو پارامتر فیزیکی و هنری در حوزه زیبایی و طبیعت‌مداری با استفاده از دانش زیست فنی و پیوند سه ضلع فیزیک، معماری و طبیعت و از همه مهم‌تر بهره‌گیری از قانون‌های فیزیک برای افزایش کارآمدی و بهره‌وری سازه‌ها تنها گوشه‌ای از این خدمات متقابل میان این دو رشته است.

تجربه‌های ساده با تلفیق درس و آزمایش

مجید کوهستانیان، دبیر فیزیک منطقه پشت آب زایل
ناهد سراب قوچان، دبیر فیزیک شهرستان زایل
حمیده علیزاده، دبیر فیزیک منطقه زهک زایل

چکیده

هر فعالیت آموزشی براساس آزمایش می‌تواند یک انگیزه قوی و محرک توانمند برای علاقمندی دانش‌آموزان و دانش‌جویان به آن درس باشد. معلمان فیزیک اغلب علاقه‌مند هستند آزمایش‌های فیزیک را طراحی کنند و انجام دهند، اما به دلایلی از انجام آزمایش مناسب در کلاس خودداری می‌کنند یا تعداد آزمایش‌های انجام‌شده کافی و مناسب نیست. در این تحقیق نمونه‌های ساده‌ای از کار درسی را که تلفیقی بین بازی و آزمایش و یادگیری است ارائه کرده‌ایم تا در واقع نشان دهیم ما معلمان در محرومیت کامل هم با تمام وجودمان یادگیری را لذت‌بخش خواهیم ساخت.

کلیدواژه‌ها: انگیزه، فناوری، لذت یادگیری، مفاهیم فیزیک

مقدمه

آزمایش‌های فیزیک در دانشگاه و مدرسه نقش بسیار مهمی در ایجاد انگیزه یادگیری و درک بهتر مفاهیم علمی فیزیک دارند. نوآوری‌های جدید در آموزش فیزیک به تغییر روش و ابتکار در آموزش انجامیده است. این تحقیق موضوع آموزش فیزیک با تأکید بر اهمیت انجام آزمایش در کلاس جهت ایجاد انگیزه یادگیری را بررسی می‌کند و نشان می‌دهد که چگونه انجام آزمایش باعث افزایش علاقه‌مندی و توجه بیشتر دانش‌آموزان به مفاهیم فیزیکی می‌شود.

آزمایش‌های فیزیک علاوه بر آزمایشگاه و کلاس می‌تواند در زندگی روزمره، تفریحات و سرگرمی‌ها، پارک‌ها و در خانه همراه افراد خانواده هم انجام شود؛ همچنین برای افزایش انگیزه

می‌توان از آزمایش‌های مجازی و رایانه‌ای و مفاهیم فیزیکی ورزش استفاده کرد. در آموزش فیزیک انجام آزمایش یک ابزار بسیار مهم و ایجادکننده انگیزه است. هر فعالیت آموزشی براساس آزمایش می‌تواند یک انگیزه قوی و محرک توانمند برای دانش‌آموزان و دانش‌جویان باشد.

کارهای عملی

آزمایش‌های ساده منبع قوی انگیزش هستند؛ زیرا می‌توانند نیروهای شناختی لازم برای حل مسئله را فعال سازند؛ همچنین می‌توانند حواس ما را به جنبش وادارند و باعث تمرکز و قدرت بیشتر شوند. آزمایش‌های ساده در آموزش سودبخش هستند؛ زیرا نیاز به تجهیزات گران‌قیمت و پیچیده ندارند و دانش‌آموزان می‌توانند هم در کلاس و هم در خانه آن را اجرا کنند. از دیدگاه آموزشی بسیار مهم است که آزمایش‌های مدرسه‌ای مناسب انتخاب شود.

روش‌های زیر می‌توانند محرک‌های بسیار مناسبی جهت ایجاد انگیزه در دانش‌آموزان برای درک بهتر مفاهیم فیزیکی باشند:

(الف) انگیزش از طریق ادراک ناخودآگاه شخص با استفاده از آزمایش

(ب) انجام تکالیف حل مسائل علمی و پروژه‌های علمی
(ج) نمایش آزمایش‌های ساده و تفریحی و سرگرمی مانند اسباب بازی‌ها

(د) تماشای فیلم و نرم‌افزارهای رایانه‌ای
(ه) تجربه‌های طنز در فیزیک
آزمایش را می‌توان جزء مهمی از آموزش فیزیک دانست. این

شاید انتظار داشته باشیم که همه آزمایش‌های فیزیک تأثیر یکسانی در ایجاد انگیزه داشته باشند اما در واقع آزمایش‌های ساده‌بیشترین عامل ایجاد انگیزش در دانش‌آموزان هستند. این آزمایش‌ها را می‌توان با وسایل بسیار ساده و در همین جا مثلاً کلاس یا خانه انجام داد

پژوهش بر روی دانش‌آموزان دهم دبیرستان امام خمینی (ره) شهرستان نیمروز در مبحث فشار انجام شده است. شاید انتظار داشته باشیم که همه آزمایش‌های فیزیک تأثیر یکسانی در ایجاد انگیزه داشته باشند، اما در واقع آزمایش‌های ساده‌بیشترین عامل ایجاد انگیزش در دانش‌آموزان هستند. این آزمایش‌ها را می‌توان با وسایل بسیار ساده و در کلاس یا خانه انجام داد.

چند نمونه آزمایش ساده و تکرار

آزمایش ساده و جذاب و گیرا در فیزیک، آزمایش‌های ساده با پارادوکس‌ها و نکته‌های پرسش‌برانگیز، آزمایش‌های سرگرم‌کننده و موردپسند همگان مانند تردستی، آزمایش‌های ساده خانوادگی، آزمایش‌های مجازی رایانه‌ای و اینترنتی، آزمایش‌های خلاق و مهارتی بسیاری از آزمایش‌های اپتیک و پدیده‌های ستاره‌شناسی جالب و زیبا هستند و دانش‌آموزان به آن‌ها بسیار علاقه‌مندند. رنگین‌کمان، مشاهده‌های نجومی، تخلیه الکتریکی گازها، اشکال مختلف در آینه‌های موازی و متعامد، نمونه‌هایی از آن‌ها هستند. در اینجا یک آزمایش جالب را به‌عنوان نمونه معرفی می‌کنیم.

شرح آزمایش

دهانه یک لیوان پر از آب را با یک مقوا یا کارت می‌پوشانیم و با دست آن را محکم نگه می‌داریم، به‌طوری که هوا بین لیوان و بیرون مبادله نشود.

سپس آن را وارونه می‌کنیم و دست را به دقت برمی‌داریم، می‌بینیم، آب خارج نمی‌شود. فشار هوای اطراف که به مقوا وارد می‌شود، مانع خروج آب می‌شود. این آزمایش پرتکرارترین آزمایش از نظر ما دبیران است اما هر بار برای دانش‌آموزان جذابیتی خاص دارد که شور و شوق آن‌ها را در یادگیری افزایش می‌دهد.

بسیاری از اسباب‌بازی‌ها و دستگاه‌های سرگرم‌کننده دارای مفاهیم بسیار مهم فیزیکی هستند. می‌توان با استفاده از آن‌ها آزمایش‌های ساده را انجام داده و به شرح علمی آن‌ها پرداخت. برای نمونه می‌توان با وسایل بسیار ساده یک یویو ساخت و با استفاده از آن قانون‌های حرکت دورانی، پایداری انرژی و قانون هوک و پدیده کشسانی را شرح داد.

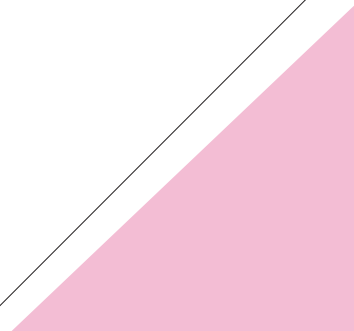
می‌توان آزمایش‌های فیزیک را به خانه منتقل کرد و همراه پدر، مادر، پدربزرگ و غیره انجام و مورد تحلیل و بررسی قرار داد.

به‌عنوان مثال: بررسی ساختار و عملکرد تلفن همراه یا بررسی خطرات احتمالی مانند حمل و نقل و آتش‌سوزی مواد سمی برای نمونه اندازه‌گیری مساحت کف پای افراد مختلف خانواده و ارتباط آن با وزن هر شخص و بررسی فشار وارده می‌تواند بسیار جذاب و آموزنده باشد، حتی دردهای پا و کمر را می‌توان بررسی کرد و با فشار مرتبط ساخت.

تجربه اول:

در اینجا به آزمایش موشک آبی، و تأثیر آن و مسابقه بین دانش‌آموزان می‌پردازیم.

روستای چرک یکی از روستاهای محروم در شهرستان نیمروز است که از نقاط مرزی سیستان محسوب می‌شود و در آن دانش‌آموزانی با استعداد بسیار بالا ولی با امکانات بسیار کم وجود دارند. من در سال دوم تدریس خودم افتخار درس دادن فیزیک و درس آزمایشگاه را در دبیرستان امام خمینی (ره) روستای چرک داشتم. با توجه به اینکه دانش‌آموزان این منطقه از نظر مالی در سطح مطلوبی نیستند، متأسفانه درس خواندن و تحصیل هدف اصلی آن‌ها نیست. این امر باعث شد با استفاده از آزمایش‌های جالب و البته کم‌هزینه درس فیزیک را شروع کنم. در ابتدا دانش‌آموزان با توجه به طرز فکرشان نسبت به فیزیک فقط تصور این را داشتند که کلی فرمول و رابطه سراغ آن‌ها می‌آید و بنابراین رغبت چندانی به این درس نداشتند. ولی با آزمایش‌های متعددی که انجام دادیم و درس فیزیک را ادامه دادیم تمام دانش‌آموزان به درس فیزیک علاقه‌مند شدند و حتی این درس به یکی از شیرین‌ترین درس‌های آن‌ها تبدیل شد، به‌طوری که اکثر نمره‌های فیزیک از درس‌های دیگر بیشتر شد و نسبت به اوایل سال تحصیلی پیشرفت قابل‌توجهی داشتند. آزمایش‌ها ادامه پیدا کرد تا به مبحث فشار در فصل سوم فیزیک دهم رسیدیم و از ذهنم گذشت که آزمایش موشک آبی را انجام دهم. ابتدا طرز ساخت یک موشک بسیار ساده را برای دانش‌آموزان توضیح دادم و چند نمونه فیلم از پرتاب موشک آبی را نمایش دادم که با استقبال خوبی روبرو شد. در جلسه بعدی از پس اتمام درس داخل محوطه دبیرستان آن‌ها را آزمایش کردیم که یک نمونه با موفقیت پرتاب شد و سه نمونه با مشکل روبرو شد که دلیل آن‌ها را توضیح دادم و با بحث با دانش‌آموزان با ایده‌های جالبی روبرو شدیم. به مرور آن‌ها موشک‌های ساده را به خوبی درست کردند به‌طوری که دانش‌آموزان دیگر علاقه خاصی پیدا کردند و به دنبال راه‌حل و خلاقیت‌هایی برای هر چه بهتر انجام دادن آزمایش پرتاب بودند؛ به همین دلیل ایده برگزاری مسابقه پرتاب موشک را با عوامل اجرایی دبیرستان در میان گذاشتم که خوشبختانه با استقبال خوبی آن را قبول کردند. این بار هر دو نفر از دانش‌آموزان یک گروه تشکیل داده بودند و با تحقیق و تمرین به دنبال ساخت بهترین نوع موشک بودند. شور و هیجان بسیار امیدوارکننده‌ای با توجه به مشکلات زیادی که دانش‌آموزان داشتند به وجود آمده بود و در دبیرستان فقط و فقط صحبت از فیزیک بود، به‌طوری که دانش‌آموزان رشته انسانی تقاضای یادگیری فیزیک به ویژه آزمایش‌های فیزیک را داشتند. برای خود من هم بسیار عجیب بود که کار من در یک منطقه بسیار محروم که وضعیت مالی خوبی ندارند



قاموس خانواده‌ها از هم دور بود که در شروع این کار، برای راضی کردن والدین زمان زیادی را از دست دادیم. اما پس از موافقت والدین جلساتی مناظره‌مانند در خارج از مدرسه مانند کتابخانه عمومی و یا پارک و یا حتی یک ساعت قبل از سانس سینما در سالن سینمایی شهر برگزار کردیم. به نوعی دنبال دریافت درس با نقشه‌های مفهومی متفاوت از طرف دانش‌آموزان بودم که به‌راستی موفقیت‌آمیز بود و در پایان سال گروه‌هایی که در این زمینه با آن‌ها کار کرده بودیم در زمینه درس و حتی زندگی خانوادگی به اعتراف خود والدین موفقیت چشم‌گیری داشتند.

نتیجه‌گیری

آزمایش‌های فیزیک در مدرسه و دانشگاه می‌تواند جهت افزایش انگیزه و تمرکز فراگیران بسیار مؤثر باشد. چندین راه و روش برای استفاده از آزمایش‌ها در کلاس وجود دارد. استفاده از آزمایش‌های ساده و جذاب، استفاده از آزمایش‌های پرسش‌برانگیز و متناقض‌نما، آزمایش‌های مرتبط با زندگی روزمره، آزمایش‌هایی که در خانه و با خانواده انجام می‌شود، آزمایش‌هایی ساده که می‌توان از ICT کمک گرفت و آزمایش‌های خلاق و مهارتی که می‌تواند جذاب باشد. نه تنها دانش نظری علم فیزیک اهمیت دارد بلکه مهارت‌های طراحی و انجام آزمایش نیز مهم است.

این قدر تأثیر داشته و علاقه زیادی به درس فیزیک ایجاد کرده است.

تجربه دوم:

اوضاع اقتصادی خانواده‌ها در روستاهای اطراف زهک مناسب نیست. برای تشویق دانش‌آموزان به درس، به دختران پروژه‌ای را معرفی کردم که در آن به ساختن کره‌گیر ساده با یک موتور کوچک می‌پرداختند و همچنین با ساخت دستگاه پشمک‌ساز نوعی دوغ تازه و پشمک دست‌ساز را در غرفه فروش مدرسه راه انداختیم. البته دانش‌آموزانم را تشویق کردم تا پژوهشی بر پایه عملکرد مشک‌های قدیم و انواع تبدیل‌های انرژی آن ارائه دهند. مهم‌ترین جنبه تفریحی این برنامه استفاده از دستاوردهای خود دانش‌آموزان بود. البته مدیون همکارانی هستم که با خرید انواع محصولات تولیدی از این دانش‌آموزان باعث شدند آن‌ها به نوعی انگیزه‌ای قوی برای متفاوت درس خواندن پیدا کنند.

تجربه سوم:

در دبیرستان نمونه شهرستان زابل با توجه به آزمون‌هایی که پی‌درپی از دانش‌آموزان گرفتم متوجه شدم برخی از دانش‌آموزان نمی‌توانند ارتباط کلامی و کاری برقرار کنند؛ بنابراین چند برنامه کلی در کلاس درس و خارج از کلاس گنجاندم. متأسفانه تفریح کردن و درس خواندن آن قدر در



نقش یادگیری همراه در آموزش فیزیک

محسن یداله نبی

دانشجو کارشناسی پیوسته فیزیک، دانشگاه

فرهنگیان اصفهان، پردیس شهید باهنر

پروین محمودیان علی آبادی، دبیر فیزیک

استان مرکزی، دبیرستان نمونه رویش اراک

عمل خود را به مرزهای محدود جغرافیایی منحصر نکنند، از قدرت خلاقیت برخوردار باشند و بتوانند عملاً بیشینه استفاده را از آن بکنند.

باید به معلمان آموخت که شیوه‌های مبتکرانه و خلاق در کاربرد فناوری اطلاعات نیز وجود دارد؛ مانند استفاده چند رسانه‌ای در تدریس یا به کارگیری اینترنت و جست‌وجو و پژوهش معلم و دانش‌آموز و امثال آن که تحول در آموزش و فراگیری را موجب می‌شود. با کمک فناوری اطلاعات می‌توان نابرابری‌ها در دسترسی آموزشی و کیفیت آن را کاهش داد و معلمان می‌توانند دانش و مهارت فیزیک دانش‌آموزان خود را ارتقا دهند.

پیشرفت‌های سریع علم و فناوری آموزشی در جهان امروز ایجاب می‌کند که معلمان در آموزش به دیگران نیز پیشرفت و نوآوری داشته باشند. بدون شک در آینده‌ای نه چندان دور شرایط دیگری پیش‌روست که چه بسا با آنچه بر ما می‌گذرد به کلی متفاوت خواهد بود. به این جهت به موقع نبودن برنامه آموزشی و بیگانگی نسبت به ضرورت‌های زندگی فردا، عقب‌ماندگی جامعه را به دنبال دارد. دبیران باید زندگی اجتماعات و طبقات گوناگون و مسائل آموزشی را با علم روز هماهنگ سازند و برای تقویت راه‌های انتقال به دانش‌آموزان به دنبال راهکارهای تازه باشند.

یکی از مهم‌ترین مباحث مورد توجه متخصصان آموزش، چگونگی استفاده از فناوری‌های نوین و جدید در آموزش است. اهمیت این مقوله از آن جهت است که گویی ساختار جهان به سمت مجازی شدن و اطلاعاتی شدن پیش می‌رود و نه تنها از نظر زمانی بلکه از نظر فضایی هم عصر ارتباطات و اطلاعات است. امروز به‌رغم تحول عظیمی که در آموزش

جهان در یک سیر پیشرونده به سوی مجازی شدن و اطلاعاتی شدن می‌رود. در همین راستا به کارگیری فناوری اطلاعات در فرایند آموزش فیزیک در مدارس نقطه آغازی برای آماده‌سازی دانش‌آموزان برای زیستن در فردایی مجازی و غیرقابل پیش‌بینی است. در این نوشتار نقش و اهمیت مهم‌ترین و تأثیرگذارترین فناوری روز، یعنی تبلت و گوشی‌های همراه، را در یادگیری همراه بیان کرده و ضمن توصیف وضع موجود، به ارائه راهکار برای توسعه آن پرداخته و تلاش کرده‌ایم به این پرسش پاسخ دهیم که چه راهکارهای مؤثری می‌توان برای استفاده از نرم‌افزارهای آموزشی در فرایند آموزش و یادگیری فیزیک به کار گرفت؟ آیا این فناوری‌ها که خود دست‌آورد علم فیزیک هستند می‌توانند در آموزش فیزیک مؤثر باشند؟

کلیدواژه‌ها: یادگیری همراه، آموزش فیزیک، فناوری اطلاعات، مجازی شدن

۱. مقدمه

توسعه روزافزون افزارهای مبتنی بر فناوری و سرعت فراوان سازگاری آن با نیازمندی‌های انسان، موجب شده است شکل جدیدی از محیط یادگیری و تعاملی خلاق، فعال و فراگیر به‌وجود آید. تجربه کشورهای جهان نشان می‌دهد که نوآوری آموزشی و ایجاد تحول در نظام آموزشی و پرورشی بدون همراهی و پذیرش معلمان میسر نیست. در واقع کانون هر تحول و اصلاحی را باید در جامعه معلمان جست. معلمان باید بدانند در چه شرایط متحول جهانی زندگی می‌کنند و فکر و

فیزیک در جهان به وجود آمده است هنوز در مدارس ایران از روش‌های سنتی استفاده می‌شود؛ روش‌هایی که معلم‌محور و دانش‌آموز‌گرایز است.

در این مقاله یکی از جدیدترین روش‌های درگیر کردن دانش‌آموزان با فیزیک مورد بررسی قرار گرفته و کاربرد یادگیری همراه در آموزش فیزیک مطالعه شده است و به مهم‌ترین و در دسترس‌ترین فناوری روز دنیا، یعنی تبلت و گوشی‌های همراه هوشمند و کاربرد آن در آموزش فیزیک، برای دبیران و دانش‌آموزان اشاره گردیده است.

۲. روش پژوهش

این مقاله جهت نیل به این هدف، با روش توصیفی و کیفی از خلال مطالعات کتابخانه‌ای و تجربه‌های شخصی، به معرفی سمت و سویی جهت افزایش کیفیت آموزش فیزیک می‌پردازد که در آن بر اهمیت نقش و جایگاه یادگیری همراه تأکید شده است. پژوهش حاضر از یک سو ضمن مراجعه به منابع مکتوب فناوری اطلاعات، روان‌شناسی پرورشی و آموزشی، با روش توصیفی، به بخشی از فرایند یادگیری همراه به معنای عام و نیز نقش گوشی‌های همراه هوشمند و تبلت در آموزش فیزیک توجه می‌کند و از سوی دیگر، براساس تجربه‌های شخصی نویسندگان در استفاده از کاربردهای یادگیری همراه در آموزش فیزیک اشاره می‌کند.

امید است که نتایج حاصل بتواند به بهبود کیفیت امر آموزش فیزیک در مدارس در ارتباط با دانش‌آموزان عصر مجازی بینجامد.

۳. توصیف وضع موجود و بررسی مشکل

در حال حاضر از عمومی‌ترین فناوری‌ها در مدارس کشور ما می‌توان به کارگاه‌های فناوری اطلاعات و کلاس‌های هوشمند اشاره کرد. در سال‌های اخیر همگام با تحولات جهانی، آموزش و پرورش ایران هم به راه‌اندازی کارگاه‌های فناوری اطلاعات و خرید تعدادی رایانه و راه‌اندازی کلاس‌های هوشمند اقدام کرده است. گرچه این کارها هزینه‌های زیادی را در برداشته و کار مفیدی هم بوده است، دبیران و دانش‌آموزان در خلال آموزش نمی‌توانند از آن استفاده کنند. دانش‌آموزان عمدتاً برای رفتن به کارگاه معلم را تحت فشار قرار می‌دهند، اما هنگام ورود به کارگاه نه معلم برنامه خاصی برای استفاده دارد و نه دانش‌آموزان؛ از این‌رو دانش‌آموزان عمدتاً سراغ بازی‌های رایانه‌ای می‌روند و صرفاً وقت کلاس تلف می‌شود. در استفاده از کلاس‌های هوشمند نیز به دلیل آشنایی کافی نداشتن دبیران با تخته‌های هوشمند و مهارت نداشتن در استفاده از آن، اکثر دبیران از به‌کارگیری کلاس هوشمند در آموزش صرف‌نظر می‌کنند و می‌توان گفت کلاس‌های هوشمند در بیشتر مدارس، به‌ویژه در شهرها، کنار گذاشته شده یا به ابزاری برای بازی و سرگرمی دانش‌آموزان تبدیل شده است.

البته در برخی مدارس دبیرانی هستند که با مهارت و آگاهی در امر آموزش و سایر علوم، از این دو فناوری موجود به خوبی استفاده می‌کنند.

می‌توان گفت که وضعیت کلی از آموزش در مدارس کشور، که شامل آموزش فیزیک نیز می‌شود، به این صورت است که دبیران فیزیک نیز به دلیل برخی مشکلات از قبیل تمام کردن کتاب، کنکور، برگزاری امتحانات و ... کمتر از کلاس‌های هوشمند استفاده می‌کنند. در کل می‌توان گفت که استفاده از فناوری اطلاعات به این شیوه در مدارس کشورمان تاکنون موفقیتی در خور توجه نداشته است؛ از این‌رو باید راه‌ها و شیوه‌های آموزشی دیگری را در این زمینه جست‌وجو کرد؛ چرا که تعامل با دانش‌آموزان و فراگیران امروزی نیازمند برخورداری از این نوع اطلاعات است و توانایی استفاده از آن‌ها را می‌طلبد.

۴. تعریف یادگیری همراه

در گذشته یادگیری همراه اغلب به کاربرد فناوری‌های سیار محدود بوده، اما امروزه ملاک تفکر در این زمینه تحرک یادگیرندگان است. یادگیری همراه یک شیوه آموزشی است که از وسایل قابل حمل و بی‌سیم ارتباطی و رایانه‌ای مثل گوشی‌های همراه هوشمند، رایانه‌های شخصی جیبی، رایانه‌های صفحه‌ای، همیار دیجیتالی شخصی، آی‌پدها و ... برای انتقال مفاهیم و حمایت‌های آموزشی استفاده می‌کند [۱].

پیشرفت‌هایی که در فناوری‌های ارتباطی گوشی‌های همراه انجام شده مثل شبکه‌های WiFi، نسل سوم و دسترسی جهانی قابل تنظیم امواج رادیویی WIMAX، دانش‌آموزان را قادر ساخته است بدون اینکه مجبور به حضور در یک کلاس درس باشند یا در یک زمان خاص پشت رایانه باشند، به موضوع‌های کلاسی دسترسی یابند. با اینکه عملکرد و قابلیت‌های وسایل قابل حمل با یکدیگر متفاوت است، این وسایل راه‌های مختلف ارتباط با استادان و همکلاس‌ها را امکان‌پذیر می‌سازد.

امروز وسایل اطلاعاتی چندرسانه‌ای ارزان‌قیمت، با قابلیت‌هایی همچون گرفتن و نمایش اطلاعات دیجیتالی، ذخیره کردن و دانلود اطلاعات در محیط یادگیری همراه، در هر جایی یافت می‌شوند. ظهور اینترنت نیز با انتشار مداوم اطلاعات، امکان دسترسی و کاربرد اطلاعات بلافاصله پس از قابل دسترس شدن داده‌ها را فراهم می‌کند.

به نظر می‌رسد که این تعریف کامل‌ترین تعریف برای یادگیری سیار باشد: یادگیری سیار، کسب هر نوع دانش، نگرش و مهارت با بهره‌گیری از فناوری‌های سیار در هر زمان و مکان است که باعث تغییر در رفتار خواهد شد [۲].

۵. جایگاه یادگیری همراه در نظام آموزش

در چند سال اخیر، پیشرفت‌های قابل توجهی در فناوری اطلاعات و ارتباطات به وجود آمده است. با افزایش استفاده از



در گذشته
یادگیری سیار
اغلب به کاربرد
فناوری‌های
سیار محدود
بوده، اما
امروزه ملاک
تفکر در این
زمینه تحرک
یادگیرندگان
است

نمی‌توان اثر آن را در آموزش غیررسمی نادیده گرفت. امروزه گوشی همراه یکی از وسایل شخصی اغلب جوانان تلقی می‌شود و حتی اگر دانش‌آموزان از رایانه و رایانه کیفی و دیگر وسایل کمتر استفاده کنند یا رایانه شخصی نداشته باشند اما اغلب یک دستگاه گوشی همراه هوشمند دارند. طراحی و به کارگیری برنامه‌های نرم‌افزاری کارآمد و کم‌حجم با قابلیت نصب در گوشی‌های همراه می‌تواند محتوای آموزشی فیزیکی را در هر زمان و مکان در اختیار فراگیران قرار دهد. در چنین شرایطی نقش فاصله‌ها در آموزش کمرنگ‌تر می‌شود و فرایند یادگیری و حتی ارزشیابی مستمر تداوم بیشتری خواهد یافت.

محبوب‌ترین وسیله و فناوری سیار برای یادگیری، گوشی همراه است. شاید مهم‌ترین دلیل این محبوبیت، قابلیت‌های متعدد این وسیله باشد؛ چرا که گوشی‌های همراه دارای قابلیت‌هایی چون سرویس پیام کوتاه، سرویس بلوتوث «Bluetooth»، فیلم‌برداری، مکان‌یابی، پیام چندرسانه‌ای، انواع و اقسام نرم‌افزارهای آموزشی، اینترنت، کتب الکترونیکی و غیره هستند [۴].

۷. مزایای استفاده از گوشی همراه در یادگیری

۷-۱- دسترسی به اطلاعات مورد نیاز در هر زمان و مکان

از مزایای استفاده از گوشی همراه در یادگیری، دسترسی به اطلاعات دقیق و به روز است؛ به‌طور مثال می‌توانیم از کتابخانه‌های آنلاین (online) موجود برای به دست آوردن اطلاعات مورد نیاز استفاده کنیم، یا از تارنماهای موجود که اطلاعات را در اختیار یادگیرنده قرار می‌دهند کمک گرفت.

۷-۲- کارایی آسان

در حالی که زمینه‌های گسترده‌ای درباره استفاده از گوشی‌های همراه وجود دارد، نحوه کار با آن هم بسیار ساده است؛ یعنی به راحتی هر چه تمام‌تر نحوه کار با آن فرا گرفته می‌شود. به‌طور مثال نرم‌افزارهای متناسب با سیستم عامل‌های موجود در بازار که برای آموزش درس‌های مختلف ابداع شده‌اند دارای محیطی بسیار ساده‌اند که فراگیر با ورود به فضای ابتدایی در این گونه نرم‌افزارها به سرعت یاد می‌گیرند که چگونه از آن استفاده کنند.

۷-۳- صرفه‌جویی در وقت

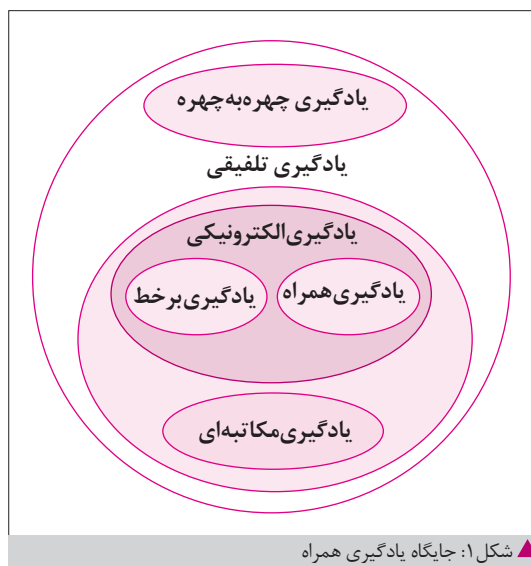
استفاده از فناوری در امر آموزش جدا از مزایای دیگر دارای یک شاخصه مهم است و آن هم صرفه‌جویی در وقت است. امروزه دیگر برای دسترسی به وسایل مورد نیاز لازم به حضور فیزیکی نیست و به راحتی با گوشی‌های همراه می‌توان تمام امور خود را انجام داد؛ یعنی با استفاده از تلفن همراه می‌توان به اطلاعات، منابع و فرایندهای مورد نیاز دسترسی پیدا کرد یا با معلم خود بدون نیاز به حضور فیزیکی ارتباط برقرار کرد. به

فناوری‌های مدرن ارتباطی، واژه‌های جدیدی به نام «یادگیری از راه دور»، «یادگیری الکترونیکی» و «یادگیری» همراه متولد شد. در این قسمت مقاله ابتدا این سه نظام را تعریف خواهیم کرد و سپس ارتباط آن‌ها را با استفاده از شکل ۱ نشان خواهیم داد.

یادگیری از دور فرایندی است که در محیط آموزش از دور به راه‌های مختلفی در جهت هدایت یادگیرنده صورت می‌گیرد. یادگیری الکترونیکی زیرمجموعه یادگیری از دور است. در واقع یادگیری الکترونیکی بهره‌گیری از فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطی مانند اینترنت و نظام‌های چندرسانه‌ای و فرارسانه‌ای برای بهبود کیفیت یادگیری از طریق تسهیل دسترسی به منابع و خدمات آموزشی و فراهم کردن ساز و کارهایی چون تعامل و مشارکت از راه دور است.

رویکرد یادگیری در هر زمان و مکانی که از ویژگی‌های یادگیری الکترونیکی است، با پیشرفت فناوری بی‌سیم و یادگیری همراه تا حد زیادی به واقعیت پیوسته است. فناوری‌های سیار می‌تواند یادگیری را مؤثرتر از زمانی سازد که ما از محیط‌های یادگیری الکترونیکی استفاده می‌کنیم.

شکل ۱ برای نشان دادن جایگاه یادگیری همراه در حوزه یادگیری از راه دور و یادگیری الکترونیکی پیشنهاد شده است [۳].



۶. گوشی‌های همراه وسیله‌ای کاربردی برای آموزش

ورود گوشی همراه به زندگی، تسهیلات زیادی را در عصر ارتباطات ایجاد کرده است. اگرچه تأثیر و نقش فناوری اطلاعات و فناوری ارتباطات و اطلاعات در افزایش میزان یادگیری دانش‌آموزان تا اندازه‌ای شناخته شده، اما به نقش گوشی‌های همراه در آموزش کمتر پرداخته شده است. متخصصان آموزشی و والدین در مورد تأثیر گوشی همراه نظرهای متفاوتی دارند، اما

در حالی که زمینه‌های گسترده‌ای درباره استفاده از تلفن همراه وجود دارد، نحوه کار با آن هم بسیار ساده است؛ یعنی به راحتی هر چه تمام‌تر نحوه کار با آن فرا گرفته می‌شود

روشنی معلوم می‌شود که این‌گونه یادگیری تأثیر فوق‌العاده‌ای در میزان صرفه‌جویی در وقت خواهد داشت. فناوری آموزشی روشی است که امروز در سراسر جهان همه به آن اعتقاد دارند و از آن بهره می‌گیرند؛ زیرا به یادگیری فعال و پویا می‌انجامد و کارایی آن از روش آموزش سنتی بسیار بالاتر است. بدون شک در یادگیری به روش سنتی تنها دو فرایند انتقال و دریافت اطلاعات صورت می‌گیرد، در حالی که جریان آموزش از طریق گوشی همراه چنین نیست؛ چون فرد یادگیرنده در این مدل یادگیری به صورت فعال بر روی اطلاعات به‌دست‌آمده شروع به پردازش می‌کند.

۸. معایب استفاده از گوشی‌های همراه در یادگیری

۸-۱- اعتیاد پیدا کردن به گوشی همراه

اعتیاد به گوشی همراه یک آسیب اجتماعی بسیار بزرگ است که متأسفانه جوامع مختلف درگیر آن شده‌اند. در کنار برنامه‌های آموزشی وجود برنامه‌های متفرقه تأثیر زیادی در ایجاد این‌گونه آسیب گذاشته‌اند، به‌طوری که ما حتی نمی‌توانیم برای ساعت‌ها یا دقایقی از گوشی همراه خود دور بمانیم. راهکارهای متفاوتی برای رفع این مشکل وجود دارد، به‌طور مثال اینکه خود را وابسته به گوشی همراه خود ندانیم و در مواقع غیرضروری سعی کنیم از آن فاصله بگیریم.

۸-۲- عدم امنیت کافی و سرقت اطلاعات

مشکلی که امروزه در اخبار و رسانه‌ها شاهد آن هستیم به سرقت رفتن اطلاعات شرکت‌ها و گروه‌های تجاری خاص است. البته این مشکل با وجود چند راه‌حل ساده قابل حل است، ولی با این حال کافی نیست.

۸-۳- وجود امواج الکترومغناطیسی

طبق نظریه‌های پزشکی مختلف وجود این‌گونه امواج برای بدن انسان مضر هستند و ممکن است تأثیرات مخربی بر روی بدن انسان از خود به جای بگذارند. این امواج در هنگام یادگیری از طریق گوشی همراه منتشر می‌شوند، که این به دلیل وجود ارتباطات بی‌سیم است.

در کنار این مطالبی که گفته شد می‌توان این نکته را فهمید که امروزه هر موضوع جدید که وارد بخش عظیمی از نظام یک کشور می‌شود تأثیرهای خوب و بد خود را خواهد گذاشت، پس باید با برنامه‌ریزی بسیار دقیق کمک کرد که مشکلات به‌وجودآمده کمتر شوند. در زمینه گوشی همراه نیز به همین گونه است؛ یعنی بعد از بسترسازی مناسب، نحوه کار و استفاده از آن باید به گونه‌ای باشد که کمترین آسیب و بالاترین کارایی را نه تنها در آموزش فیزیک بلکه در سایر دروس داشته باشد و این امر نیازمند یک برنامه‌ریزی بسیار دقیق است.

۹. استمرار در آموزش و توسعه فرایند یادگیری

یکی از معروف‌ترین تعریف‌ها از یادگیری، تعریفی است که کیمبل پیشنهاد کرده است؛ یادگیری فرایندی است که در آن، تغییر نسبتاً پایدار در توان رفتاری در نتیجه تمرین تقویت‌شده رخ می‌دهد. این تعریف را با دقت بیشتری بررسی می‌کنیم؛ نخست اینکه یادگیری همواره باید قابل انتقال به رفتار مشاهده‌پذیر باشد. یادگیرنده قادر به انجام کاری خواهد شد که پیش از یادگیری نمی‌توانست آن را انجام دهد. دوم اینکه این تغییر رفتاری نسبتاً پایدار است؛ یعنی نه موقتی و نه ثابت است. سوم، تغییر در رفتار الزاماً نباید بلافاصله بعد از تجربه یادگیری رخ دهد. چهارم، تغییر در رفتار از تجربه یا تمرین ناشی می‌شود و پنجم، اینکه، تجربه یا تمرین باید تقویت شود [۵].

از این نکته‌ها می‌توان دریافت که استمرار و خلاقیت و ایجاد جذابیت در این فرایند اثربخشی آن را بیشتر و نتیجه را بهتر می‌کند. پس مداومت در انجام امر یادگیری و وسعت بخشیدن به ارتباط بین یاددهنده - یادگیرنده نتیجه فرایند یادگیری فیزیک را بهتر می‌کند که این دو امر را از طریق یادگیری همراه می‌توان محقق کرد.

با توجه به رشد روزافزون فناوری و در دسترس بودن گوشی همراه برای اکثر افراد جامعه از جمله دانش‌آموزان و معلمان می‌توان آن را به عنوان وسیله یادگیری همراه انتخاب کرد و از این راه رابطه بین معلم و دانش‌آموزان را گسترش داد. در این صورت خارج از وقت و مکان کلاس فرایند یادگیری ادامه می‌یابد و معلم و دانش‌آموز همواره یکدیگر را در دسترس می‌یابند. امروزه گوشی‌های هوشمند به فراوانی یافت می‌شود و یکی از امکانات این گوشی‌ها نرم‌افزارهای پیام‌رسانی است که برای این گوشی‌ها طراحی شده و امکان ارسال و دریافت محتوای الکترونیکی و چندرسانه‌ای را در اختیار مخاطبان قرار می‌دهد و راه مناسبی برای توسعه ارتباط معلم و دانش‌آموزان است.

۱۰. استفاده از برنامه پیام‌رسان

چند سالی است که گوشی‌های همراه هوشمند در کشورمان فراگیر شده‌اند. به دنبال این فراگیری استفاده از فضای مجازی و نرم‌افزارهای پیام‌رسان نیز به سرعت رواج یافته است، به گونه‌ای که امروزه کمتر کسی در کشورمان پیدا می‌شود که از این نرم‌افزارها استفاده نکند. استفاده از این نرم‌افزارها در جهت آموزش، به عنوان راهکار پیشنهاد می‌شود.

پیام‌رسان‌ها یک سرویس چندسکویی مبتنی بر رایانش ابری است. کاربران می‌توانند پیام‌ها، تصاویر، ویدیوها و اسناد را تبادل کنند. این پیام‌رسان‌ها رسماً برای تمامی نسخه‌های گوشی همراه و هوشمند در دسترس است. امروزه رواج و همه‌گیری این پیام‌رسان در ایران بر کسی پوشیده نیست و از طرفی شاهد حضور پیام‌رسان‌های داخلی نیز در این میان هستیم. پیشنهاد

پیام‌رسان‌ها
یک سرویس
چند سکویی
مبتنی بر
رایانش ابری
است. کاربران
می‌توانند
پیام‌ها، تصاویر،
ویدیوها و
اسناد را تبادل
کنند. این
پیام‌رسان‌ها
رسماً برای
تمامی
نسخه‌های
گوشی همراه
و هوشمند در
دسترس است

منابع

۱. Brown, T.H "Towards a model for m-learning in Africa". International Journal on Elearning, ۲۰۰۷, ۱۷, pp. ۳۱۵-۲۹۹. Retrieved January ۲۰۰۷, ۱۷, from proquest database.
۲. Jones Rochelle, physical ergonomic and mental work load favtors of mobile learning affecting performance of adult distance Learners: student perspective. Dissertation Submitted University of Central Florida, ۲۰۰۹.

۳. بروور، ای دیلیو و دوژ؛ «به سوی یادگیری بر خط الکترونیکی»؛ ترجمه فریده مشایخ و عباس بازرگان، تهران: انتشارات آگاه، ۱۳۸۲.
۴. صیامی، توحید؛ «فناوری اطلاعات و ارتباطات و ارتقای یادگیری دانش‌آموزان؛ مجله رشد تکنولوژی آموزشی؛ شماره ۶؛ صفحه ۳۰.
۵. هر گنهان، بی‌آر و السون؛ «مقدمه‌ای بر نظریه‌های یادگیری»؛ ترجمه دکتر علی اکبر سیف، تهران: نشر دوران، ۱۳۸۴.

این گروه استفاده از برخی امکانات این پیام‌رسان‌ها در آموزش است.

یکی از پراستفاده‌ترین ویژگی‌های این پیام‌رسان‌ها کانال و از جمله امکانات جدیدی است که به پیام‌رسان‌ها اضافه شده است. کانال مسیر یک طرفه‌ای است که فقط مدیر آن (ادمین) می‌تواند در آن پست‌های دلخواه را برای اعضای کانال منتشر کند و سایر اعضا امکان اضافه کردن پست در آن را ندارند. از کانال می‌توان برای پیام‌رسانی به تعداد نامحدودی از کاربران استفاده کرد. این کانال‌ها می‌توانند به صورت عمومی باشند و همه کاربران بتوانند در آن عضو شوند یا خصوصی باشند و امکان عضویت برای همه میسر نباشد.

از کانال‌ها می‌توان برای ارائه مطالب آموزشی استفاده کرد. معلم می‌تواند از طریق کانال با دانش‌آموزان یا حتی والدین آن‌ها ارتباط برقرار کند. این امکان به معلم این فرصت را می‌دهد تا در مواقعی که کلاس تشکیل نمی‌شود نیز آموزش خود را ادامه دهد و مطالبی را در جهت آموزش یا بهبود آن به دانش‌آموزان یا والدین آن‌ها ارائه کند.

از دیگر ویژگی مهم این پیام‌رسان گیف یا تصاویر متحرکی هستند با حجم کم، که در نظر کاربران از جذابیت و محبوبیت بالایی برخوردارند. از این تصاویر متحرک می‌توان در جهت ارائه مطالب آموزشی فیزیکی و آزمایشگاه استفاده کرد.

۱۱. ارائه راهکار عملی

در ادامه چند راه برای بهتر اجرا شدن این پیشنهاد برای چند گروه از معلمان ارائه می‌شود.

۱۱-۱- دبیران علوم تجربی در دوره‌های متوسطه

این دسته از دبیران می‌توانند از طریق کانال با دانش‌آموزان خود در ارتباط باشند. دبیران از این طریق می‌توانند خلاصه درس هر روز را در اختیار دانش‌آموزان خود قرار دهند یا حتی در روزهایی از هفته که کلاس در مدرسه برگزار نمی‌شود از این طریق به دانش‌آموزان خود نمونه پرسش‌ها را ارائه دهند. دبیران در صورتی که فیلمی از تدریس خود داشته باشند یا فیلمی کمک آموزشی در اختیار داشته باشند که به مرور یا تفهیم بهتر یک مبحث به دانش‌آموزان کمک کند می‌توانند آن را از طریق کانال به اشتراک بگذارند. در این میان معلمان با ذوق و خلاق می‌توانند قسمت‌های مهم درس را مشخص کنند و آن‌ها را به صورت خلاصه و عکس‌نوشته در بیاورند و با عکس‌نوشته‌ها گیف‌هایی تولید کنند که باعث جلب توجه بیشتر دانش‌آموزان خود به درس شوند.

۱۱-۲- دبیران فیزیک و آزمایشگاه

این دسته از دبیران علاوه بر مطالبی که برای معلمان علوم تجربی گفته شد می‌توانند از طریق کانال فیلم‌ها و گیف‌هایی

از مطالب جذاب و جالب درس فیزیک مثل خطوط میدان مغناطیسی یا آزمایش‌های فیزیکی به دانش‌آموزان ارائه دهند. آن‌ها برای درس آزمایشگاه خود نیز می‌توانند دستور کار آزمایش‌ها را به صورت تصویری (فیلم یا گیف) در اختیار دانش‌آموزان قرار دهند که این کار فهم اهداف آزمایش و چگونگی انجام آن را برای دانش‌آموزان تسهیل می‌کند.

۱۱-۳- برنامه جامع و مشترک

به منظور توسعه و فراگیر شدن یادگیری همراه در سطح کشور و در دسترس قرار گرفتن آن برای تمامی دبیران و دانش‌آموزان، معاونت برنامه‌ریزی درسی وزارت آموزش و پرورش می‌تواند با تشکیل یک گروه مرکب از دبیران و مهندسان رایانه و برنامه‌نویسی در زمینه آموزش کتاب‌های درسی یک نرم‌افزار گوشی همراه متناسب با هر پایه و با محیطی جذاب طراحی و در کنار کتاب درسی معرفی کند. از مزایای این طرح این است که هزینه زیادی ندارد و می‌توان هزینه آن را از فروش نرم‌افزار در سراسر کشور جبران کرد؛ همچنین علاوه بر استفاده در مدارس، دبیران و دانش‌آموزان می‌توانند در محیط‌های دیگر از آن استفاده کنند.

۱۲. نتیجه‌گیری

هر فناوری جدید دارای نقاط ضعف و قوت است که آگاهی داشتن از آن‌ها می‌تواند در استفاده و به کارگیری صحیح آن فناوری نقشی اساسی داشته باشد. با توجه به گسترش روزافزون استفاده از گوشی همراه و سایر وسایل و تجهیزات سیار، ضروری به نظر می‌رسد که از فرصت گسترش این تجهیزات برای تحقق اهداف آموزشی و تربیتی و اعتلای روند کسب و گسترش دانش برای تمام اقشار جامعه استفاده کرد و در عین حال نباید از معایب و تهدیدهای آن غافل ماند؛ برای مثال با توجه به گسترش تعداد دستگاه‌های گوشی همراه و رایانه‌های قابل حمل در بین مردم، از آن‌ها می‌توان به عنوان ابزاری برای یادگیری استفاده کرد و طراحان و برنامه‌ریزان آموزشی به‌ویژه در این زمینه با تولید محتوای الکترونیکی و جذاب، در سطح شهر به آموزش شهروندان و در نظام آموزشی به آموزش دانش‌آموزان بپردازند.

در این مقاله نمونه‌هایی از راه‌ها و روش‌هایی که در زمینه آموزش همراه موفق بوده‌اند آورده شد و همچنین پیشنهادهایی برای استفاده بهتر و مؤثرتر از آموزش همراه ارائه گردید تا به کمک آن بتوان امر آموزش فیزیک را برای معلمان و مربیان سهولت بخشید. نویسندگان این مطلب ادعایی مبنی بر اینکه این راه‌ها (استفاده از نرم‌افزارهای پیام‌رسان) بهترین راه برای استفاده از آموزش همراه در امر آموزش فیزیک هستند، ندارند، بلکه بر این باورند که استفاده از این روش‌ها امکان تولید محتوای جذاب‌تر و برقراری ارتباط ساده‌تر را به آموزش‌دهنده و معلم می‌دهد.



روی ترازوی فنری در داخل آسانسور: وقتی آسانسور شروع به سقوط کند چه رخ می دهد؟

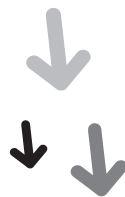
یاسمینا بالو کویچ^۱، جوسیپ سلیسکو^۲، آدریان کورونا کروز^۳
ترجمه احمد توحیدی

وزن و بی وزنی چیست؟

جر و بحث های کنونی درباره بی وزنی ناشی از اختلاف نظر نویسندگان کتاب های درسی درباره تعریف «علمی» از مفهوم وزن «گرانشی» یا وزن «عملیاتی» است. آن هایی که به تعریف فرض می کنند که جسم در سقوط آزاد، هنوز وزن دارد، اما شاید بی وزن به نظر برسند؛ چون نمی توانند نیروی تماسی به آن هایی که اصطلاح «وزن» را عملیاتی (نیروی تماسی با یک ترازوی فنری» تعریف می کنند بر «بی وزنی واقعی» تأکید دارند؛ زیرا در سقوط آزاد همه اجسام در تماس با یکدیگر (در این مورد، شخص و ترازوی فنری) وقتی در حال سکون یا حرکت یکنواخت باشند بر اثر میدان گرانشی زمین تغییر شکلی پیدا نخواهند کرد.

نویسندگان کتاب های درسی در چگونگی مطرح کردن مفهوم بی وزنی واقعی یا ظاهری توافق بیشتری دارند. معمولاً از یک «آزمایش فکری» استفاده می شود که در آن شخصی در یک آسانسور یا استفاده از ترازوی فنری خود را اندازه می گیرد. وقتی آسانسور در حال سکون باشد یا با سرعت ثابت حرکت کند، ترازو «وزن واقعی» ($W_{\text{واقعی}}$) را برابر نیروی گرانشی وارد بر شخص نشان می دهد. حرکت های شتابدار مختلف آسانسور در

معمولاً نویسندگان کتاب های درسی فیزیک مفهوم بی وزنی (ظاهری یا واقعی) را با یک «آزمایش فکری» مطرح می کنند که در آن شخصی در یک آسانسور خود را وزن می کند. وقتی آسانسور سقوط آزاد کند، باید ترازوی فنری که شخص روی آن ایستاده است وزن او را صفر نشان دهد. جر و بحث حل نشده ای درباره چگونگی این «خواندن صفر» در گرفته است. بعضی از شکل های کتاب ها، که اولین آن ها، کتابی از پرلمان در هشتاد سال پیش بود، نشان می دهد که هنوز شخص مدام با ترازو در تماس است؛ یعنی: «وزن صفر» پیامد این «واقعیت» است که شخص و ترازو گرچه در زمان سقوط در تماس اند، اما یکدیگر را فشار نمی دهند. شکل ها در کتاب های دیگر، از جمله آن هایی که ناسا تهیه کرده است، نشان می دهند که شخص و ترازو رو به بالا پرتاب شده اند و جداگانه در هوا شناورند. ما آزمایش های اولیه بسیار ساده و مشابهی را با استفاده از یک «جعبه افتان» متصل به یک دوربین ویدیوی خانگی انجام دادیم. نتایج حاصل نشان می دهند در آسانسوری که سقوط آزاد می کند، ترازوی واقعی به ندرت شخص را به بالا پرتاب می کند.



راستای قائم به «وزن‌های ظاهری» ($W_{\text{ظاهری}}$) متفاوت می‌انجامد. وقتی که آسانسور شتاب رو به بالا دارد، واقعی $W > W_{\text{ظاهری}}$ ، وقتی که آسانسور شتاب رو به پایین دارد واقعی $W < W_{\text{ظاهری}}$ است. اگر کابل آسانسور پاره شود شخص شوربخت درمی‌یابد که وزن ظاهریش صفر است.

برای نویسندگان کتاب‌های درسی احتمالاً استفاده از معادله قانون دوم نیوتون در چارچوب مرجعی که ناظر روی زمین قرار دارد، جذاب‌تر از احساس عجیبی است که بسیاری از شاگردان درباره معنای شرایط از دیدگاه عقل سلیم دارند. اگرچه نویسندگان کتاب‌های درسی مختلف درباره خواندن صفر ترازوی فنری در سقوط آزاد توافق دارند، اما در مورد شرایط شخص داخل آسانسور در حال سقوط آزاد اتفاق نظر ندارند. پیش از آنکه به بیان شکل‌هایی بپردازیم که خلاف این تفسیر را نشان می‌دهند مشاهده چشم‌انداز تاریخی و جهانی آن آموزنده است.

پرلمان و بی‌وزنی اجسام در سقوط آزاد

یاکوف ایسیدروویچ پرلمان^۴، (شکل ۱) پرکارترین نویسنده روسی کتاب‌های فیزیک، نجوم و ریاضی برای همگان بود. کتاب‌هایش به بسیاری از زبان‌ها ترجمه شد و میلیون‌ها نسخه از آن‌ها در سراسر جهان به فروش رسید.

پرلمان مجذوب بی‌وزنی اجسام در سقوط آزاد بود. در اواخر قرن نوزدهم، برای نویسندگان روسی کتاب‌های درسی «نیروی گرانی» با «فشار» وارد از جسم به تکیه‌گاه تفاوتی مفهومی داشت. آن‌ها «فشار» را «وزن» می‌نامیدند. پرلمان در این محیط اصطلاح‌شناختی پدیده‌های شگفت‌انگیز بی‌وزنی را واقعی در نظر گرفت و در سه کتاب فیزیک جذاب (۱۹۱۳/۱۲۹۲)، سفرهای میان‌سیاره‌ای (۱۹۱۵/۱۲۹۴) و آیا فیزیک می‌دانید؟ (۱۹۳۴/۱۳۱۳) خوانندگان را در سرگرمی‌هایش شریک کرد.

یک خواننده دقیق با مقایسه چاپ‌های مختلف این کتاب‌ها درمی‌یابد که پرلمان به یاد گرفتن بیشتر نمایش‌های تجربی بی‌وزنی در سقوط آزاد بسیار علاقه‌مند بود. انتخاب نمایش‌های کمی شگفت‌انگیز است. در کتاب سفرهای میان‌سیاره‌ای تغییرهای گوناگونی را در بخش «بی‌وزنی جسم» در حال سقوط» می‌بینیم که سرانجام توصیف چند نمایش بی‌وزنی با ابزارهای سقوط آزاد در اختیار می‌گذارد. این نمایش‌ها که برای استفاده در کلاس طراحی شده بودند در سال (۱۹۳۸/۱۳۱۷) توسط پروفیسور نیکلای الکسیویچ لیوبیمو^۵ از دانشگاه دولتی مسکو انجام شد.

در کتاب آیا فیزیک می‌دانید؟ پرلمان برداشتی مفهومی از بی‌وزنی در جهان متفاوت «آزمایش‌های فکری» را مطرح کرد. یعنی، پرسشی دو قسمتی (شماره ۵۳) که به رویداد داخل یک آسانسور در حال سقوط مربوط است (شکل ۲).

پرسش ۵۳ به این صورت است: «شما روی یک ترازوی فنری در اتاقک آسانسوری ایستاده‌اید (شکل ۲). ناگهان، کابل آسانسور پاره می‌شود و اتاقک با سرعت جسم در سقوط آزاد فرو می‌افتد. الف. ترازوی فنری در طی سقوط چه عددی را نشان می‌دهد؟ ب. آیا در مدت سقوط آب از دهانه یک تنگ وارونه به بیرون جریان پیدا می‌کند؟

جواب‌های پرلمان به این صورت بودند: الف. «ترازوی فنری عدد صفر را نشان می‌دهد، بدن شما فنر ترازو را نمی‌فشارد.

ب. آب از تنگ وارونه به بیرون جریان پیدا نمی‌کند». شایان توجه است که نه ترازو و نه کف اتاقک آسانسور شخص را به بالا پرتاب نمی‌کنند.

پس از گذشت هشتاد سال، چه سرنوشتی در انتظار ایده پرلمان درباره جزئیات ظریف این «آزمایش فکری» است؟ آیا این ایده پذیرش عام یافته است یا ایده‌های رقیب در «بازار آموزشی» مطرح شده است؟

کتابچه‌های آموزشی ناسا درباره شرایط شخص در آسانسور در حال سقوط

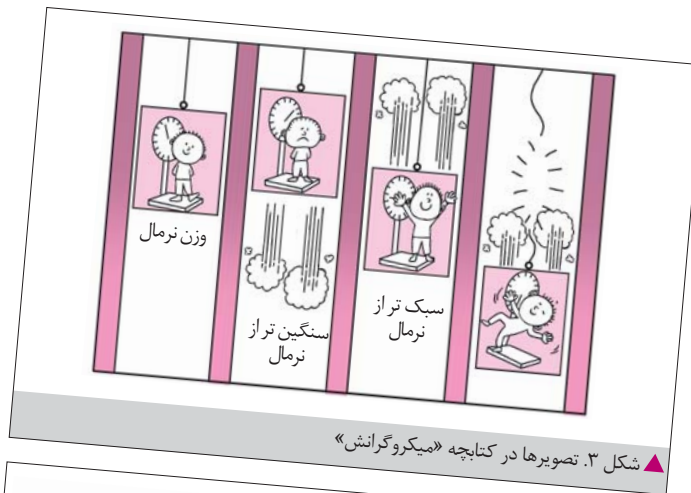
همه می‌دانند که ناسا به افکار عمومی درباره خود بسیار اهمیت می‌دهد و همیشه به کار روی ارتقای جنبه آموزشی پژوهش‌های ریزگرانی خود مشغول است. درواقع، مربیان ناسا چند نمایش بی‌وزنی در حال سقوط را به‌ویژه برای اجرا در کلاس طراحی کرده‌اند. پیشنهادهای آموزشی به معلمان نشان می‌دهند که ناسا علاقه‌مند است دانش‌آموزان پدیده‌های بی‌وزنی را فعالانه بیاموزند (برای مثال، شاگردان باید بتوانند نتیجه آزمایش را پیش از انجام آن پیش‌بینی کنند).

طبق آنچه گفته شد، طبیعی است بینیم ناسا درباره وضعیت شخص در آسانسور وقتی سقوط آزاد را شروع می‌کند چه می‌گوید. طرح‌های هنرمندانه‌ای در انتشارات ناسا نشان می‌دهند که وضعیت شخص در آسانسور در حال سقوط (شکل‌های ۳ و ۴) با نظر پرلمان کاملاً فرق دارند. طبق این ایده، شخص و ترازو باید هنگام شروع به سقوط آسانسور رو به بالا پرتاب شوند.

با وجود این در سازمان ناسا هم عده‌ای موافق رویکرد پرلمان هستند؛ مثلاً یادداشت کوتاه هشداردهنده‌ای در «ریزگرانی: گرفتار ریاضیات می‌شوید» حاکی از آن است که: «این شکل گمراه‌کننده است. شخص و ترازو هم‌زمان شناور نمی‌شوند. شخص برای شناور شدن باید بالا ببرد».

تصویرهای کتاب‌های درسی فیزیک درباره شخصی که در آسانسور سقوط آزاد می‌کند

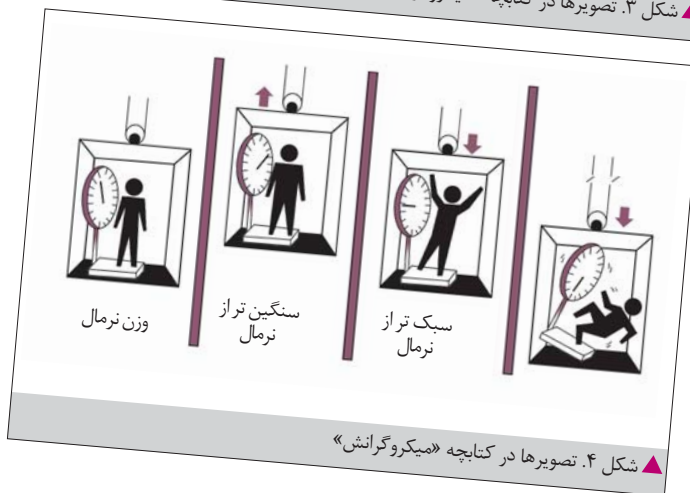
تصویرهای کتاب‌های درسی فیزیک نشان می‌دهند که



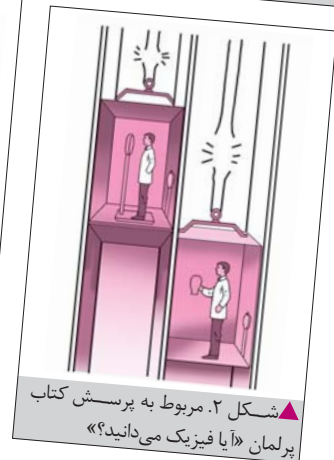
▲ شکل ۳. تصویرها در کتابچه «میکروگرانش»



▲ شکل ۱. یاکو ایسیدروویچ پرلمان
(۱۹۴۲ - ۱۸۸۲) / (۱۳۲۱ - ۱۲۶۱)



▲ شکل ۴. تصویرها در کتابچه «میکروگرانش»



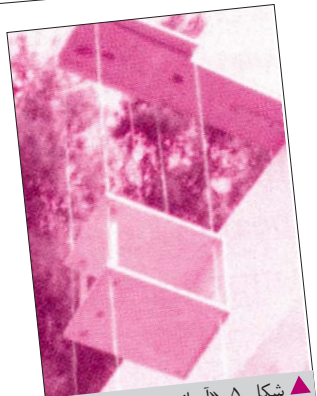
▲ شکل ۲. مربوط به پرسش کتاب
پرلمان «آیا فیزیک می‌دانید؟»

نویسندگان درباره وضعیت شخص هنگامی که آسانسور شروع به سقوط می‌کند اختلاف نظر دارند. بعضی از تصویرها تکرار هنرمندانه تصویرهای ناسا درباره این ایده است که شخص و ترازو باید به بالا پرتاب شوند. دیگر کتابها تصویرهایی شبیه چیزی را دارند که تا جایی که می‌دانیم، برای نخستین بار در کتاب پرلمان ظاهر شده است (شکل ۲). نویسندگان این کتابهای درسی فکر می‌کنند احتمال اینکه شخص پس از سقوط هنوز روی ترازو ایستاده باشد بیشتر است. حتی می‌توان یک کتاب درسی را یافت که تصاویر آن برخلاف شکل دوم کتاب پرلمان، زنی باشد که روی ترازو، کف آسانسور ایستاده است و وقتی که آسانسور شروع به سقوط آزاد می‌کند به بالا پرتاب شده است.

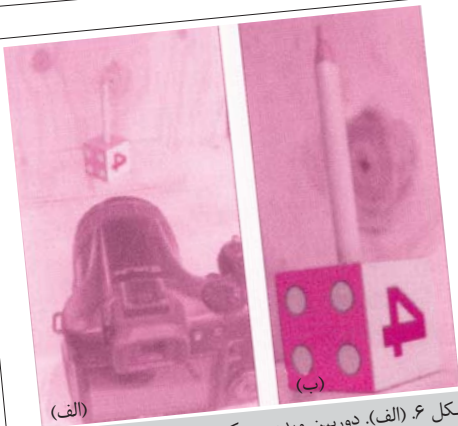
آنها از این موضوع در کارهای توصیفی در رویکردهای آموزش فعال بی‌وزنی استفاده می‌کنند؛ برای مثال، آنها می‌گویند آب از یک بطری در حال سقوط آزاد با یک سوراخ به خارج جریان پیدا نمی‌کند؛ زیرا آب از سوراخ به طرف بالا حرکت می‌کند. اگرچه نحوه بیان‌های دقیق متنوع‌اند، اما اساس استدلالشان این است: آزمایش با آسانسور در حال سقوط نشان می‌دهد که در سقوط

نویسندگان درباره وضعیت شخص هنگامی که آسانسور شروع به سقوط می‌کند اختلاف نظر دارند. بعضی از تصویرها تکرار هنرمندانه تصویرهای ناسا درباره این ایده است که شخص و ترازو باید به بالا پرتاب شوند. دیگر کتابها تصویرهایی شبیه چیزی را دارند که تا جایی که می‌دانیم، برای نخستین بار در کتاب پرلمان ظاهر شده است (شکل ۲). نویسندگان این کتابهای درسی فکر می‌کنند احتمال اینکه شخص پس از سقوط هنوز روی ترازو ایستاده باشد بیشتر است. حتی می‌توان یک کتاب درسی را یافت که تصاویر آن برخلاف شکل دوم کتاب پرلمان، زنی باشد که روی ترازو، کف آسانسور ایستاده است و وقتی که آسانسور شروع به سقوط آزاد می‌کند به بالا پرتاب شده است.

آیا این اختلاف نظر در مورد یک پرسش نه‌چندان مهم به دیدگاه‌های شخصی چند نویسنده کتابهای درسی مربوط است؟ پاسخ ما به دو دلیل منفی است: نخست، محتوای کتابهای درسی چاپ‌شده نه فقط بازتاب دیدگاه‌های



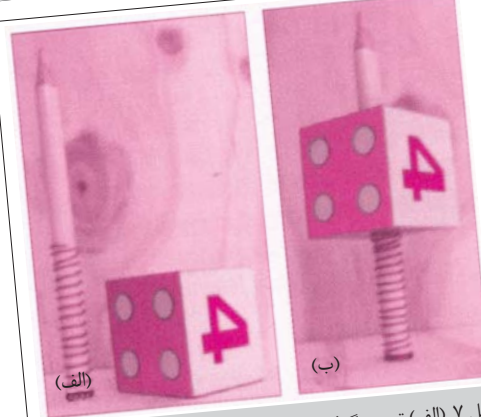
▲ شکل ۵. «آسانسور ساده سازی شده». گوی فلزی سنگین و فنر، در قسمت‌های پایین‌تر فنرها در عکس نشان داده نشده است.



▲ شکل ۶. (الف). دوربین ویدئو و مکعب. (ب) تصویر گرفته شده به وسیله دوربین از مکان اولیه مکعب وقتی که مکعب در حال سکون است. جعبه در سقوط آزاد است. محل جعبه تغییر نمی‌کند.



▲ شکل ۸. حرکت‌های عمودی مکعب و فنر داخل جعبه در حال سقوط. دوربین تصویر ۳۰۰ قاب را در هر ثانیه می‌گیرد. چون دهمین قاب از این سری‌های متوالی را انتخاب کرده‌ایم، فاصله زمانی بین تصویرهای متوالی $\frac{1}{10}$ ثانیه است.



▲ شکل ۷. (الف) تصویر گرفته شده به وسیله دوربین از فنر بدون مکعب روی آن. (ب) تصویر گرفته شده به وسیله دوربین از فنر با مکعب روی آن.

آزاد همه اجسام داخل آسانسور رو به بالا حرکت می‌کنند.

مشکل چگونه حل می‌شود؟

اگر بحث و گفت‌وگو درباره نتیجه یک آزمایش واقعی باشد، فیزیک‌دان‌ها معمولاً سعی می‌کنند آزمایش‌های بهتری را طراحی و اجرا کنند؛ چون جر و بحث بالا به یک «آزمایش فکری» مربوط می‌شود، سازنده است که از ارنست ماخ، کسی که برای اولین بار این عبارت «آزمایش فکری» را وضع کرد نکته‌هایی را بیاموزیم. او با در نظر گرفتن شرایط فرضی با پیامدهای نامطمئن، آنچه در زیر می‌آید را بیان کرد:

«نتیجه یک آزمایش فکری، و این موضوع که از نظر ذهنی شرایط مختلف می‌توانند به حدی تعیین کننده و قطعی به نظر برسند که نویسنده‌ای به درستی یا نادرستی احساس کند توانایی آن را دارد که آزمون‌های بیشتر با یک آزمایش فیزیکی را کنار بگذارد. به هر حال، هر چه نتیجه آزمایش نامطمئن‌تر باشد، آزمایش‌های فکری توانمندتر، پژوهشگر را وادار می‌دارد تا

به‌عنوان یک پیگیری طبیعی آزمایش فیزیکی را برای تکمیل و تعیین نتیجه دنبال کند».

چون امکان استفاده از آسانسوری که در برخورد با زمین مقاوم باشد و شخص شجاعی را که مایل به قبول خطر درگیر شدن در آزمایشی مشابه شکل‌های مورد بحث باشد، نداشتیم مجبور شدیم در پی رویکرد متفاوتی باشیم. بنابراین ناچار به در نظر گرفتن نکته‌های زیر شدیم:

- بادکنک بادشده‌ای که با وزن یک کیلوگرم روی آن تغییر شکل یافته است، در سقوط آزاد وزنه را رو به بالا پرتاب می‌کند.
- بسیار محتمل است که یک سطح سخت (سفت) با یک تغییر شکل ناچیز بتواند در حال سکون جسمی که روی آن سقوط آزاد می‌کند را به بالا پرتاب کند.
- یک ترازوی واقعی نه بادکنک بادشده است نه یک سطح سخت.

ابتدا به فکر افتادیم که آزمایش را با یک ترازوی واقعی انجام دهیم. ترازوی انتخاب‌شده بایستی این ویژگی را داشت که

سرانجام در سقوط آزاد «به بالا بجهد». بنابراین باید خیلی محکم بود تا در آزمایش آسیب نبیند. چون چنین ترازویی را پیدا نکردیم. بنابراین تصمیم گرفتیم شرایط را تا حد امکان ساده کنیم.

ساده‌سازی‌های اساسی پاسخ‌های نویدبخشی به دست داد

«آسانسور ساده‌سازی شده»

نقش «آسانسور در سقوط آزاد» را یک جعبه چوبی دست‌ساز و باز اجرا کرد (شکل ۵). ابعاد آن $۲۵\text{cm} \times ۴۰\text{cm} \times ۳۵\text{cm}$ بود. جعبه از ارتفاع $۲/۶\text{m}$ فرو افتاد و سقوط آن با چهار ریسمان تنظیم شد. گوی سنگینی که به انتهای هر یک از ریسمان‌ها متصل شده بود کمک کرد حرکت جعبه تقریباً نزدیک به سقوط آزاد باشد. برای اینکه سرعت جسم کاهش یابد و از برخورد خردکننده آن با زمین جلوگیری کند هر ریسمان پیش از اتصال به گوی، از فنری قوی عبور می‌کرد.

«شخص ساده‌سازی شده» روی یک کف سخت

جسم انتخابی برای «ساده‌سازی» شخص یک مکعب چوبی (جرم ۱۸g و هر ضلع $۳/۴\text{cm}$) بود. یک مداد رنگی (به طول ۱۴cm) به کف جعبه افتان متصل شده بود تا «راهنمای» حرکت‌های عمودی نهایی مکعب در سقوط آزاد باشد. قطر سوراخ روی مکعب (۸mm) بزرگ‌تر از قطر مداد (۷mm) بود، بنابراین هیچ نیروی اصطکاکی بین مکعب و مداد به وجود نمی‌آورد. یک دوربین ویدیو به کف جعبه متصل شده بود تا شاهد رفتار مکعب در سقوط آزاد باشد [شکل ۶ (الف)]. تصویر مکان اولیه مکعب در زمان ساکن بودن جعبه، که دوربین گرفته است، در شکل ۶ (ب) دیده می‌شود.

ضبط‌های ویدیویی گوناگون که دوربین متصل به جعبه در حال سقوط گرفته است، نشان می‌دهند که مکعب وقتی جعبه در سقوط آزاد است حرکت نمی‌کند. به عبارت دیگر، مکعب چه جعبه بی‌حرکت باشد یا در حال سقوط آزاد، روی کف جعبه ساکن می‌ماند. پس احتمال بسیار دارد شخصی که روی کف سخت یک آسانسور ایستاده است در سقوط آزاد به بالا پرتاب نشود. همین نتیجه‌گیری برای ترازوهای واقعی معتبر است؛ زیرا فنر داخلی آن‌ها در فرایند اندازه‌گیری وزن بسیار کم تغییر شکل می‌دهند (ترازو مشابه یک کف سخت عمل می‌کند).

«شخص ساده‌سازی شده» روی «ترازوی ساده‌سازی شده»

برای یک ترازوی بسیار ساده‌سازی شده از یک فنر کشسان (به طول ۵cm) استفاده کردیم. می‌دانستیم این طرح (بسیار ساده) برای یک ترازو، دشوار می‌تواند شبیه یک ترازوی واقعی عادی رفتار کند. فنر بین مکعب و کف جعبه قرار داده شد. مداد،

در سقوط آزاد، حرکت عمودی پایانی «شخص ساده‌سازی شده» و «آسانسور ساده‌سازی شده» را هدایت می‌کرد. تصویرهای اولیه دوربین از ترازو (فنر) بدون یا همراه با شخص (مکعب) که روی آن نصب شده است به ترتیب در شکل ۷ (الف) و (ب) دیده می‌شوند. همان‌طور که انتظار داشتیم جعبه چوبی آشکارا فنر را تغییر شکل داد. رفتار مکعب در سقوط آزاد خیلی تفاوت داشت. مکعب با سرعت ثابت به بالا پرتاب شد (نسبت به چارچوبی که در سقوط آزاد همراه آن بود). فنر هم رو به بالا پرتاب شد و در واقع به‌طور فیزیکی از کف جعبه جدا شد (شکل ۸).

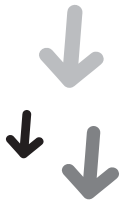
چرا رفتار مکعب روی کف سخت و روی فنر فشرده متفاوت است؟

وقتی جعبه ساکن باشد، نیروی گرانشی رو به پایین وارد بر مکعب با نیروی کشسانی رو به بالای فنر متوازن می‌شود. این نیروها را کف تغییر شکل یافته جعبه یا فنر فشرده اعمال می‌کنند. با وجود این، به علت سطح‌های تغییر شکل متفاوت (که برای کف و نامشهود برای فنر کاملاً مشهود است)، انرژی‌های پتانسیل مربوط به تغییر شکل‌ها کاملاً متفاوت‌اند. انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره‌شده مشهود در فنر فشرده بسیار بزرگ‌تر از تغییر شکل فوق‌العاده کم کف سخت جعبه است.

وقتی در سقوط آزاد، مکعب بی‌وزن می‌شود (در دستگاه مرجع متصل به جعبه)، انرژی پتانسیل کشسانی به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود. اگر انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره‌شده عملاً صفر باشد، چنان‌که برای کف سخت روی می‌دهد، برای مکعب هیچ انرژی جنبشی باقی نمی‌ماند. به بیان دیگر، مکعب بدون حرکت روی کف باقی می‌ماند. برعکس، برای فنر فشرده، انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره‌شده صفر نیست؛ بنابراین، مکعب در سقوط آزاد انرژی جنبشی به دست می‌آورد و به بالا حرکت می‌کند.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان می‌دهند که اصولاً باید شخص و ترازوی داخل آسانسور در سقوط به بالا پرتاب شوند. با وجود این چنین حادثه‌ای باید فقط در مورد ترازوهایی روی دهنده که بتوان درست و حسابی آن را به‌صورت فنری ساده با جرم کم مدل‌سازی کرد. اما فکر می‌کنیم احتمال وجود چنین فنرهایی در جهان بسیار کم است. بنابراین، شخص و ترازو می‌توانند فقط در جهان موهومی «آزمایش‌های فکری» به بالا پرتاب شوند. در چنین جهانی داخل یک آسانسور در سقوط آزاد فضایی محدود بدون میدان گرانشی است (اصل هم‌ارزی اینشتین)، یعنی اجسام پرتاب‌شده نمی‌توانند حرکت لخت رو به بالایشان را «به اختیار» متوقف کنند و در وسط آسانسور شناور بمانند. در نتیجه، شخص و ترازو به ناچار به سقف آسانسور برخورد می‌کنند و به پایین باز می‌گردند.



A Person Stands on a Balance in an Elevator: What Happens When The Elevator Starts to Fall?

← پی‌نوشت‌ها

1. Jasmina Balukovic
2. Josip Slisko
3. Adrian Corona Cruz
4. Yakov Isidrovich Perelman
5. Nikolay Alekseevich Lyubimov
6. Ernest Mach

← مرجع

THE PHYSICS TEACHER, VOL. 56, MARCH 2018.

ساختار علی فضازمان

مهديار نوربالا، دانشگاه تهران، دانشکده فیزیک

چکیده

«فضازمان» یکی از بنیادی ترین مفاهیم سراسر فیزیک است و در نظریه نسبیت خاص و عام اینشتین مورد مطالعه قرار می گیرد. متأسفانه پیچیدگی های ریاضیاتی باعث کنار گذاشتن آموزش این مباحث در دوران دبیرستان می شود. با این حال برخی از این مفاهیم بدون این پیچیدگی ها قابل بیان هستند. در این مقاله به معرفی «ساختار علی فضازمان» می پردازیم و مثال هایی از سیاه چاله ها و کیهان را به عنوان کاربردی برای درک بهتر این پدیده ها ارائه می کنیم.

کلیدواژه ها: فضازمان، نسبیت عام، نسبیت خاص، جهانخط

۱. مقدمه

نظریه نسبیت عام اینشتین درباره ویژگی های فضازمان سخن می گوید؛ مثلاً مدعی خمیدگی فضازمان در حضور جرم است. بنابراین شناخت مفهوم فضازمان و ویژگی های آن برای فهم این نظریه ضروری است. اما توصیف خمیدگی نیاز به معرفی مفاهیم ریاضی نسبتاً پیچیده ای دارد. در عوض من در این مقاله سعی می کنم خواننده را (که وانمود می کنم دانش آموزی است با دانش معمول دبیرستانی، اما علاقه مند و دقیق) با یک ویژگی ساده تر فضازمان، یعنی ساختار علی آن، آشنا کنم، بدون اینکه درباره خمیدگی آن صحبت کنم. خواهیم دید که بسیاری از مفاهیم اساسی نسبیت عام با فهم ساختار علی قابل درک می شوند.

۲. یک مثال ساده: فضازمان تخت

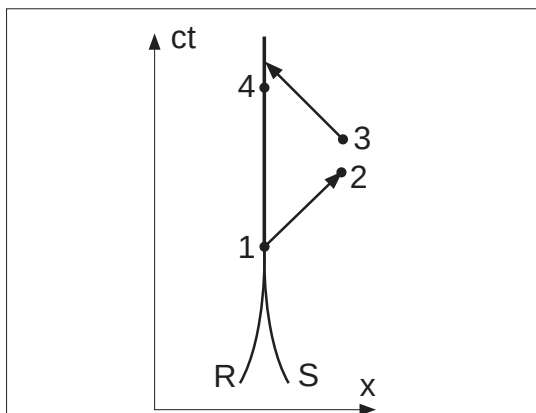
به مجموعه همه رویدادهایی که ممکن است در جهان رخ دهند فضازمان گفته می شود. هر رویداد با مکانش (x) و زمانش

(t) معین می شود. بنابراین از یک محور افقی (مکان) و یک محور عمودی (زمان) استفاده می شود. (در دنیای واقعی باید از ۳ محور مکانی استفاده کرد، ولی ما برای سادگی ترسیم ها فضای یک بعدی را در نظر می گیریم.) به دلیلی که به زودی روشن می شود، مرسوم است محور عمودی به جای t مقدار ct را نشان دهد، که C سرعت نور است. شکل ۱ یک فضازمان ساده را به همراه چند رویداد شاهنامه نمایش می دهد.

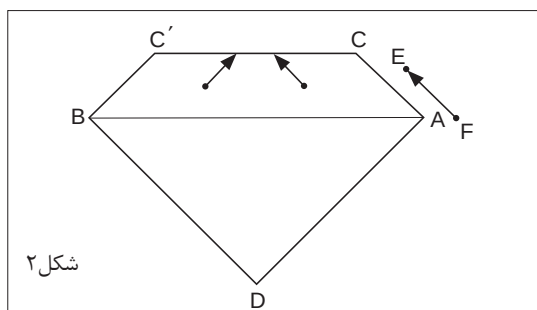
هر موجود/جسم/ذره با گذر زمان رویدادهای متعددی را تجربه می کند. مجموعه همه این رویدادها را که یک خم در فضازمان می سازند، جهانخط آن موجود/جسم/ذره می نامند. مثلاً در شکل ۱ بخشی از جهانخط رستم و سهراب رسم شده است. سعی کنید خود را متقاعد کنید که اگر ذره ای با سرعت نور حرکت کند جهانخط آن خطی اریب است با زاویه ۴۵ درجه با محورها. مثلاً در روایت شکل ۱ از داسستان، پیک رستم با سرعتی نزدیک به نور به دنبال نوشدارو رفته اما سرانجام تعلل کیکاووس موجب مرگ سهراب شده است.

اگر بخواهیم همه رویدادهای عالم را در فضازمان شکل ۱ نشان دهیم، به کاغذی با ابعاد بی نهایت نیاز داریم. حالا می خواهیم راهی نشان دهیم که با فشردن کردن شکل بتوانیم آن را در یک تکه متناهی کاغذ جای دهیم، بدون اینکه رویدادی را حذف کنیم. طبعاً شکل جدید فاصله های مکانی و زمانی بین رویدادها را به درستی نمایش نخواهد داد، پس احتمالاً هر ویژگی هندسی فضازمان، از جمله خمیدگی آن را، اشتباه نشان می دهد. اما همان طور که قبلاً گفتم خمیدگی برایمان مهم نیست، در عوض خود را به دو قاعده زیر ملزم می کنیم:

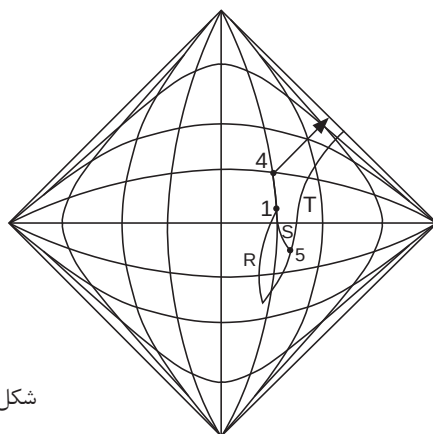
- قاعده ۱: نمودار جدید کراندار باشد، یعنی به تمامی در یک قطعه متناهی از صفحه کاغذ جا شود.
- قاعده ۲: در نمودار جدید جهانخط ذراتی که با سرعت نور حرکت می کنند باید همچنان خطوط اریب با زاویه ۴۵ درجه باشند.



▲ شکل ۱: چند رویداد داسستان رستم و سهراب در شاهنامه: ۱. زخمی شدن سهراب، ۲. رسیدن پیک به کیکاووس، ۳. فرستادن نوشدارو، ۴. مرگ سهراب. R و S به ترتیب جهانخط رستم و سهراب را نشان می دهند.



شکل ۲



شکل ۳

▲ ۲. در اینجا از این ویژگی نمودار پرنور استفاده کرده‌ایم که فاصله‌های زمانی و مکانی درون آن متناهی، و در نزدیک مرزهای ناتکین آن نامتناهی هستند. این پیام مستقیم فشرده‌سازی فضا زمان روی تکه‌ای متناهی کاغذ است.
۳: نمودار پرنور فضا زمان تخت. خط‌های ثابت t و ثابت x
شکل ۱ در این جابه‌ترتیب معادل خم‌های افقی و عمودی هستند. جهانخط تهمینه با T نشان داده شده.

دو فضا زمان یکسانی را نمایش می‌دهند (که فضا زمان تخت نام دارد)، یکی با محورهای معمولی ct و x ، یکی با نمودار پرنور. به یاد داشته باشید که نمودار پرنور را از فشرده ساختن نمودار اولیه فضا زمان به دست آوردیم. بنابراین به رغم ظاهر متناهی‌شان، نقاط A و B معرف مکان مثبت و منفی بی‌نهایت، و نقاط C و D معرف زمان بی‌نهایت در آینده و گذشته هستند. مثلاً تمام رویدادهایی را که در زمان آینده دور اتفاق افتاده‌اند در همسایگی C نشانده‌ایم. در واقع می‌توان نشان داد که جهانخط همه ذراتی (به جز نور) که بدون شتاب حرکت می‌کنند از D آغاز و به C ختم می‌شود. جهانخط ذرات شتابدار ممکن است به C ختم بشود یا نشود. مثلاً در روایتی از شاهنامه که در شکل ۳ به تصویر کشیده شده است، تهمینه با چنان شتابی از سهراب جدا شده بوده که هرگز از مرگ فرزندش آگاه نمی‌شد. این را می‌توان از شکل ۳ به سادگی فهمید، زیرا جهانخط پیام مرگ سهراب (سیگنال رادیویی‌ای که با سرعت نور به سوی تلفن همراه تهمینه ارسال شده بوده) هیچ‌گاه جهانخط تهمینه را قطع نکرده است.

در شکل ۲ مراحل ساخت نمودار جدید نشان داده شده است. اجازه دهید توضیح دهیم. ابتدا محور x در شکل ۱ را در نظر بگیرید. این محور مجموعه همه رویدادهایی است که در زمان $t=0$ رخ داده‌اند. از آنجا که می‌خواهیم نمودار جدید کراندار باشد (قاعده ۱)، همه این رویدادها را با یک پاره‌خط افقی، AB ، نمایش می‌دهیم. دقت کنید که فاصله‌ها روی AB با فاصله‌های واقعی یکی نیستند؛ در واقع A در مکان $+\infty$ روی داده و B در مکان $-\infty$. حالا جهانخط نوری که از A به سمت چپ حرکت می‌کند را با AC نشان می‌دهیم. بنابر قاعده ۲ شیب AC باید 45° درجه باشد و بنابر قاعده ۱، AC نباید تا بی‌نهایت امتداد یابد، پس روی نمودار جدید C یک نقطه در فاصله متناهی از A است. اکنون نشان می‌دهیم AC بخشی از مرز نمودار جدید است، یعنی هیچ رویدادی خارج آن وجود ندارد. اگر رویدادی مثل E خارج از این مرز واقع شده باشد، آنگاه حتماً پرتوی نوری وجود دارد که از راست تابیده شده و به E می‌رسد (مثل FE)؛ اما وجود F با بی‌نهایت بودن C در تناقض است. به طور مشابه پرتوی نوری که از B به سمت راست تابیده می‌شود مرز دیگری از نمودار را می‌سازد که نقطه انتهایی‌اش C' است. حال نشان می‌دهیم $C'=C$ اگر این‌طور نباشد، نمودار باید مرز دیگری در بالا داشته باشد که C را به C' وصل کند. در آن صورت دو رویداد مثل G و H وجود دارند که پرتوهای نور گسیل‌شده از آن‌ها هرگز همدیگر را قطع نخواهند کرد. این چیزی است که برای هیچ دو رویدادی در نمودار شکل ۱ رخ نمی‌دهد؛ بنابراین به تناقض رسیده‌ایم و ادعای ما مبنی بر $C'=C$ ثابت می‌شود.

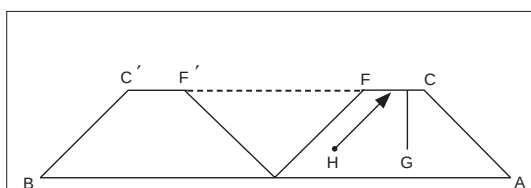
دو مرز دیگر هم، یکی DA و DB ، از پرتوهایی که از گذشته به A و B می‌رسند تشکیل می‌شوند. سعی کنید خود را قانع کنید که چهارضلعی $ACBD$ تنها شکلی است که قواعد ۱ و ۲ را برآورده می‌کند. مثلاً به این پرسش‌ها فکر کنید:
۱. در شکل ۱ از هر رویداد می‌توان پرتوهایی به راست و چپ ارسال کرد، اما در شکل ۲ نمی‌توان پرتویی از A به راست تاباند؛ آیا بعضی رویدادها را حذف کرده‌ایم؟ [راهنمایی: هیچ رویدادی با مکانی برابر با ∞ نداریم؛ اصلاً عدد نیست. نتیجه مهم: مرزها جزء فضا زمان نیستند.]

۲. اگر به جای خط افقی AB از یک منحنی شبیه ~ استفاده می‌کردیم شکل نهایی باز هم لوزی می‌بود؟
نمودار جدید **نمودار پرنور**^۱ مربوط به فضا زمان شکل ۱ خوانده می‌شود. می‌گوییم نمودار پرنور **ساختار علی** فضا زمان را نشان می‌دهد، زیرا رابطه‌های علت و معلولی محدود به سرعت نور هستند و ارتباط میان جهانخط‌های نور دقیقاً همان ویژگی از فضا زمان است که طبق قاعده ۲ در نمودار پرنور حفظ می‌شود. دقت کنید که شکل ۱ و ۳ هر

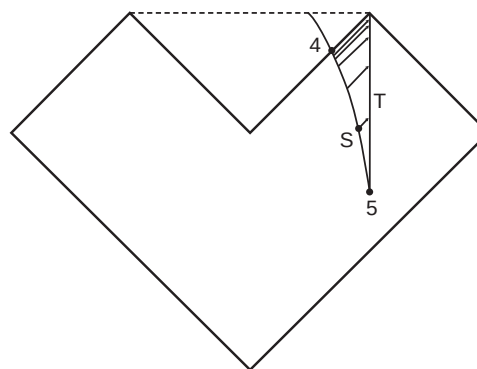
نظر من ازلی نیست، بلکه از رمبش (فروپاشی) یک ستاره به وجود آمده است؛ بنابراین افق آن در زمانی مشخص شکل گرفته است. این زمان را همان $t=0$ در نظر می‌گیریم که متناظر با پاره خط AB است. به عبارت دیگر بر روی AB دقیقاً یک نقطه چون E وجود دارد که ذره موجود در آن به دام افتاده و امکان فرار از تکینگی را ندارد (E را دقیقاً وسط AB گرفته‌ام چون انتخاب فاصله‌ها در نمودار پنروز کاملاً دلخواه است). ناحیه به دام‌افتاده با پرتوهای نور راست‌رو و چپ‌روی گسیل از E (به ترتیب EF و EF') محصور می‌شود، زیرا این‌ها دورترین جاهایی را مشخص می‌کنند که ذره به دام افتاده می‌تواند برود. از آنجا که افتادن در تکینگی آینده اجتناب‌ناپذیر ذره است، موقعیت تکینگی در نمودار پنروز باید با خط FF' مشخص شود (برای تمایز با سایر مرزهای نمودار، تکینگی را با خط چین نشان می‌دهیم)^۲. EF و EF' هم جهانخط افق را نشان می‌دهند.

اکنون نشان می‌دهیم $F=C$ و $F'=C'$ اگر این‌گونه نباشد، جهانخطی مانند G در شکل ۴ وجود دارد که ذره‌ای را توصیف می‌کند که هیچ‌گاه از رویدادی چون H خبردار نمی‌شود، در حالی که G و H هر دو بیرون افق هستند و انتظار داریم ناظرهای بیرون افق بالاخره روزی از همه رویدادهای بیرون افق خبردار شوند. این تناقض نشان می‌دهد $F=C$ و $F'=C'$ بدین ترتیب نیمه بالایی نمودار پنروز مطابق شکل به دست می‌آید. جالب است که تمام رویدادهای بیرون سیاهچاله که در آینده دور دست رخ می‌دهند در همسایگی فقط یک نقطه (C برای سمت راست سیاهچاله، و C' برای سمت چپ آن) گنجانده شده‌اند، اما مرکز سیاهچاله با بی‌نهایت نقطه روی پاره خط FF' مشخص می‌شود. به دست آوردن نیمه پایینی نمودار سراسر است و آن را به خواننده واگذار می‌کنم.

نتیجه نهایی در شکل ۵ نمایش داده شده است. شکل ۵ همچنین یک روایت دیگر از شاهنامه را در حضور سیاهچاله نشان می‌دهد. در این روایت تهمینه و سهراب خارج از افق از هم جدا می‌شوند؛ تهمینه به دور دست‌ها سفر می‌کند و سهراب در جست‌وجوی رستم رهسپار سیاهچاله می‌شود. از قضا رویداد مرگ سهراب دقیقاً روی افق رخ می‌دهد. همه وقایع بین ملاقات رستم و سهراب و مرگ سهراب از نظر خود آن دو در زمانی متناهی روی می‌دهند. اما تهمینه چه می‌بیند؟ به نمودار نگاه کنید و به سیگنال‌های رادیویی تصاویر زنده‌ای که سهراب برای مادرش ارسال می‌کرده دقت کنید. تهمینه این سیگنال‌ها را در زمانی نامتناهی دریافت می‌کند.^۳ به عبارت دیگر تهمینه حتی اگر بی‌نهایت سال عمر کند، هرگز از مرگ سهراب باخبر نخواهد شد؛ مانند یک داستان با پایان باز، همیشه منتظر خواهد ماند شاید روزی ببیند که نوشدارو به سهراب رسیده؛ و در یک رنج بی‌پایان صحنه بی‌نهایت آهسته آخرین لحظات عمر فرزندش را تا ابد به تماشا می‌نشیند.



شکل ۴



شکل ۵

۳. سیاهچاله

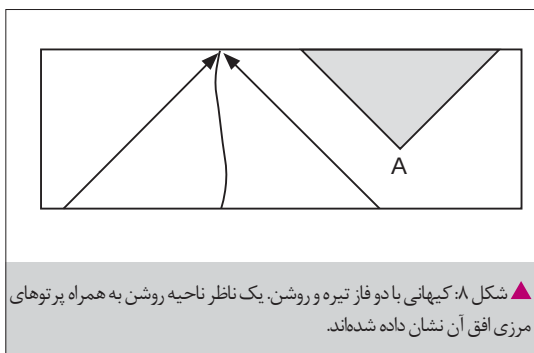
تا اینجا دربارهٔ فضا زمانی بسیار ساده صحبت کرده‌ایم. اما فضا زمان‌های پیچیده‌تری هم وجود دارند. مثلاً اگر رویدادهای داستان شاهنامه در کنار یک سیاهچاله اتفاق می‌افتادند، باید آن‌ها را در نموداری متفاوت از اشکال ۱ تا ۳ می‌نشانیدیم. اگر از معادله‌های اینشتین استفاده کنیم می‌توانیم فضا زمان مربوط به سیاهچاله را، با همه ویژگی‌های هندسی و علی‌اش، به دست آوریم. اما این کار مستلزم ریاضیات پیچیده‌ای است که از حوصله این مقاله خارج است. با این همه، اگر این دو ویژگی فضا زمان سیاهچاله‌ها را بدون اثبات بپذیریم می‌توانیم ساختار علی آن را به دست بیاوریم:

۱. در مرکز سیاهچاله جایی به نام **تکینگی** وجود دارد که در آن خمیدگی فضا زمان بی‌کران است و اگر ذره‌ای به آنجا برسد زمان برایش تمام می‌شود.

۲. ناحیه‌ای در اطراف تکینگی وجود دارد که هیچ چیز نمی‌تواند از آن خارج شود. مرز این ناحیه **افق** نام دارد.

شکل ۴ مراحل ساخت نمودار پنروز برای سیاهچاله را نشان می‌دهد. خطوط AB، AC، BC' با همان استدلال‌های قبل رسم می‌شوند. اما استدلالی که منجر به $C'=C$ می‌شد متکی بر ویژگی‌های نمودار شکل ۱ بود و حالا که فضا زمان جدیدی داریم دیگر معتبر نیست. پس فعلاً فرضی در این باره نمی‌کنیم. بگذارید کمی دقیق‌تر نگاه کنیم. سیاهچاله مورد

فرق دارد. در نتیجه ساختار اتم‌ها، و در پی آن شیمی، در ناحیه تیره و روشن متفاوت هستند. از نظر کسی که در یکی از این نواحی زندگی می‌کند، دیگری در دنیایی با قوانینی کاملاً متفاوت به سر می‌برد. جالب‌تر آنکه کسی که در ناحیه روشن زندگی می‌کند به کلی از وجود دنیای تیره بی‌خبر است. این مدلی شگفت‌انگیز از جهان است؛ شگفت‌انگیزتر اینکه ممکن است همین مدل توصیفگر عالم واقعی باشد که ما در آن زندگی می‌کنیم.



۵. نتیجه‌گیری

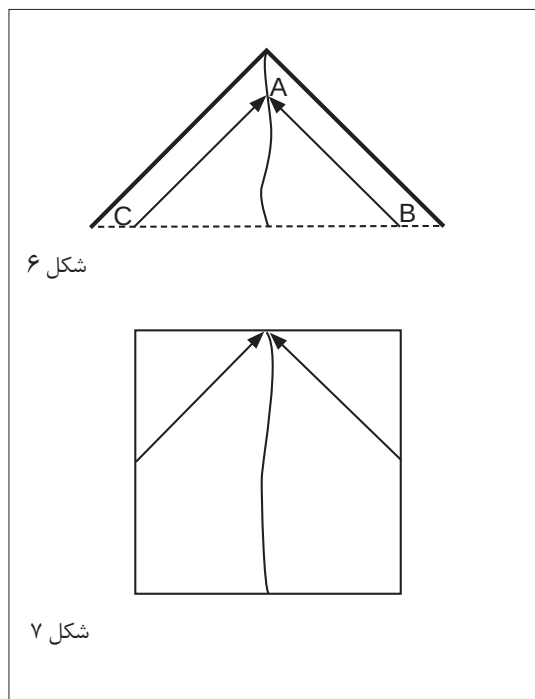
من سعی کردم نشان دهم می‌توان ساختار علی فضا زمان را به زبانی قابل فهم برای دانش‌آموزان بیان کرد. ملاحظه شد که این ابزار به ما در شناخت نحوه حرکت نور، و در پی آن پدیده‌های علی، کمک شایانی می‌کند و با برخی مثال‌های مشهور و پیامدهای آن آشنا شدیم. با این همه نباید انتظار داشت دانش‌آموز علاقه‌مند و دقیق بدون ابهام و پرسش بماند. طبعاً تأمل بیشتر به روشن شدن خیلی از نکته‌ها کمک خواهد کرد، اما باید به دانش‌آموزان گوشزد کرد که آموختن دقیق این مباحث نیاز به مطالعه منابع جدی‌تر خواهد داشت. بنابراین می‌توان امیدوار بود ارائه این گونه مطالب نقطه شروعی باشد برای ایجاد انگیزه و اشتیاق در علاقه‌مندان و راهنمایی آن‌ها به مطالعات پیشرفته‌تر.

پی‌نوشت‌ها

۱. Penrose diagram

۲. خواننده‌ای که عمیقاً متوجه مطلب شده باشد خواهد دریافت که می‌توان FF' را خمیده یا ارب کشید، به شرطی که زاویه‌اش با محور افقی بیش از 45° درجه نشود. در واقع در نمودار پرنور تنها چیزی که اصالت دارد کمتر، بیشتر، یا مساوی 45° درجه بودن شیب خطوط است نه مقدار دقیق شیب‌ها.

۳. در این جا از این ویژگی نمودار پرنور استفاده کرده‌ایم که فاصله‌های زمانی و مکانی درون آن متناهی، و در نزدیک مرزهای ناتکین آن نامتناهی هستند. این پیامد مستقیم فشردگی فضا زمان روی تکه‌ای کاغذ متناهی است.



۴. کیهان

در این بخش پایانی ساختار علی سه مدل کیهان‌شناسی را مرور می‌کنیم. متأسفانه در این فرصت نمی‌توانم توضیح بدهم که چرا این نمودارها به این صورت هستند؛ بنابراین از خواننده می‌خواهم آن‌ها را پذیرفته و فقط به پیامدهایشان بپردازد. شکل ۶ نمودار پرنور عالم منبسط شونده‌ای را که از تکینگی مهبانگ پدید آمده نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌کنید یک ناظر نوعی، مثل آنکه جهانخط آن در شکل رسم شده، در یک زمان مشخص مثل A ، فقط بعضی از رویدادها را می‌بیند (آن‌هایی که بین دو پرتوی BA و CA قرار دارند). اما با گذشت زمان بالاخره ناظر از همه رویدادهای عالم خبردار می‌شود.

شکل ۷ عالمی را نشان می‌دهد که انبساط شتابدار دارد و از مهبانگ آغاز نشده. باز هم ناظر در یک زمان مشخص فقط بعضی رویدادها را می‌بیند. اما تفاوت عمده، که به علت شتابدار بودن انبساط رخ داده، این است که بعضی رویدادها را هیچ‌گاه نخواهد دید. (این ویژگی به وجود یا عدم وجود مهبانگ ارتباطی ندارد؛ اگر دوست دارید مرز پایینی را خط‌چینی کنید تا تکینگی مهبانگ داشته باشید).

سرانجام شکل ۸ را داریم که در آن بخشی از عالم (ناحیه تیره) دستخوش یک گذار فاز شده است. این گذار از رویداد A شروع شده و ناحیه‌ای را که مرزهایش با سرعت نور بزرگ شده‌اند تغییر داده است، به‌طوری که بعضی پارامترهای فیزیک ذرات (مثلاً جرم پروتون) در ناحیه تیره با ناحیه روشن



آموزش فیزیک و لزوم يك انقلاب واقعی در فرهنگ

تنظیم‌کننده: دکتر سیدهدایت سجادی

اشاره

دکتر مهدی گلشنی، فیزیک‌دان، نظریه‌پرداز و چهره شناخته شده عرصه علم، دین، و فلسفه، استاد ممتاز فیزیک، بنیان‌گذار و رئیس پیشین گروه فلسفه علم دانشگاه صنعتی شریف، رئیس پیشین پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی، عضو پیوسته فرهنگستان علوم، عضو شورای عالی انقلاب فرهنگی، و بسیاری از مسئولیت‌ها، خدمات و نشان‌های علمی و فرهنگی را در سطح داخلی و بین‌المللی در کارنامه خود دارند. متن زیر گفت‌وگوی ایشان با هیئت تحریریه مجله رشد آموزش فیزیک و برخی دیگر از مهمانان در دفتر مجله است.

دکتر رهبر: با سلام و تشکر فراوان خدمت جناب آقای دکتر گلشنی که استاد همه ما هستند و ما در مصاحبه‌های قبلی از رهنمودهای ایشان خیلی بهره بردیم. خواهشمندیم در این گفت‌وگو نیز دبیران، دانش‌آموزان و کلیه فرهنگیان را از رهنمودهای خودتان بهره‌مند کنید. آقای دکتر، به‌طور کلی وضعیت کلی آموزش در ایران را چگونه ارزیابی می‌کنید؟

گلشنی: راستش را بخواهید من الان از وضعیت فعلی آموزش در ایران راضی نیستم؛ برای اینکه اصلاً در محیط ما تفکر تغییر کرده است. وقتی که دوران کودکی خود را به یاد می‌آورم در دوران دبستان و دبیرستان یک مورد به یاد ندارم که از آن ناراضی بوده باشم. دبیران کاملاً تمام‌وقت بودند، علاقه‌مند بودند، تربیت دانشجو و احترام متقابل بین استاد و دانشجو مطرح بود. آموزش و پرورش و دانشگاه‌ها آینده‌سازان ایران هستند، ولی اغلب متوجه اهمیت آن نیستند. بسیاری نه برای دانشگاه‌ها شأن لازم را قائل هستند و نه برای آموزش و پرورش. بخشی از مشکل آموزش و پرورش و دانشگاه‌ها مربوط به این قضیه است. بنابراین یک مطلب که به آموزش در ایران لطمه زده است مسئله تأمین معیشت معلمان و استادان است. تفکر هم تغییر کرده است. اصلاً افراد برای چی درس می‌خوانند؟ این خیلی مهم است. پوانکاره سخن خیلی زیبایی دارد. او می‌گوید من به آن چیزهایی علاقه‌مندم که سود مادی ندارند؛ یعنی او علم را به خاطر بُعد مادی آن دنبال نمی‌کرد. این چیزی بود که حاکم بود، هم در جهان اسلام، و هم در جهان غرب. آن‌ها علم را به خاطر علم می‌خواستند. علم را نور می‌دانستند. البته ابعاد دیگر آن، از جمله معیشت هم حتماً باید باشد. ولی اصل کسب علم به

خاطر فهمیدن بود. الان خود فهمیدن خیلی مطرح نیست، نه در سطح مدارس و نه در سطح دانشگاه‌ها. در دانشگاه‌ها دانشجویان ما ابزاری بار می‌آیند؛ یک محاسبه بکنید، یک مقاله بیرون بیاید، یک درجه بالاتر بروید. به هیچ وجه این بینش در آن دوره مطرح نبود. سرکارخانم دکتر رهبر به یاد دارند که در دانشگاه تهران چه خبر بود. اصلاً این حرف‌ها مطرح نبود. فقط فهمیدن قضایا مطرح بود. الان وضع تغییر کرده است. بنده برای سخنرانی به یکی از مدارس تیزهوشان رفته بودم. بعد از اینکه سخنرانی‌ام تمام شد به دبیرانی که آنجا ایستاده بودند گفتم از این دانش‌آموزان پرسید که چرا درس می‌خوانند؟ آن‌ها خندیدند ولی چیزی نگفتند، چون در آنجا چند تا دانش‌آموز ایستاده بودند. بعد که به اتاق ناهارخوری رفتیم و تنها بودیم، دبیران گفتند چه می‌گویید، این‌ها فقط یک سؤال می‌پرسند، اینکه کدام دانشگاه را در تهران وارد شویم که زودتر بتوانیم در یک دانشگاه خارجی پذیرش بگیریم. دانشگاه هم همین‌طور شده است. خود ذات علم مطرح نیست. من به شدت این موضوع را می‌بینم.

تعلیم و تربیت واقعاً یک رکن مهم است. هم استاد و هم آنکه دانش را فرا می‌گیرد باید هر دو رعایت احترام همدیگر را بکنند. قصدشان فهمیدن باشد. ما خیلی از عمق دور شده‌ایم. در غرب هم یک مقداری این بود، اما حالا فرق کرده و من این فرق را در بیست - سی سال اخیر می‌بینم. بنده در دهه ۶۰ میلادی حدود نه سال در آمریکا بودم، در برکلی از ۱۹۶۱ تا ۱۹۷۰. برای محاسبات و این جور چیزها، خیلی جو بود ولی بحث‌های بنیادی و بحث‌های عمیق و این چیزها مطرح نبود. الان وضعیت تغییر کرده است اما این تغییر اصلاً در محیط ما منعکس نشده است که علم به خاطر ذات علم دنبال شود. این مهم است. زمانی اینشتین می‌گفت من فقط نمی‌خواهم بدانم که طیف این عنصر یا آن عنصر چیست، می‌خواهم بدانم که جهان چگونه ساخته شده است، الان این سخن را از دانشمندان برجسته‌ای که بالای خط فیزیک هستند، می‌شنوید که می‌خواهند جهان را بفهمند. اما در محیط ما این دید از بین رفته است. در دانشگاه‌های ما عمق دیگر مطرح نیست. بنده در این دو - سه سال اخیر در سی - چهل دانشگاه برای سخنرانی رفته‌ام، و این را واقعاً مشاهده کرده‌ام. دلخوری کسانی که دلسوز هستند هم این بوده است. یک تغییر اساسی باید در فرهنگ ما ایجاد شود.

چیزی که یک کشور را نجات می‌دهد فرهنگ است. دیگر

کمتر دانش‌آموز و دانشجویی احساس هویت ایرانی - اسلامی می‌کند؛ این احساس خیلی ضعیف شده است. در یک برنامه تلویزیونی با عده‌ای مصاحبه می‌کردند. از آن‌ها پرسیدند شعر «سعدیا مرد نکونام نمیرد هرگز» از کیست؟ هیچ‌کدام جواب ندادند. از یک عده پرسیدند که همسایه شرقی ایران کدام کشورها هستند؟ فقط یک نفر از افغانستان نام برد. من یادم هست که در کودکی بعضی پیرزن‌های مستخدم را می‌دیدم که حتی یک خط نمی‌توانستند بنویسند، اما هرچه می‌گفتم با یک شعر حکمت‌آمیز جواب می‌دادند. الان دیگر این فرهنگ حاکم نیست. من واقعاً فکر می‌کنم یک انقلاب خیلی خیلی اساسی فرهنگی لازم است، نه به آن معنایی که شعارش را می‌دهند، بلکه به معنای عمیق کلمه. چرا یک انگلیسی یا یک چینی این‌قدر به کشور خودش علاقه دارد. برای آنکه از اول، این‌گونه آن‌ها را بار می‌آورند.

بنده رفته بودم چین، وقتی کنفرانس تمام شد گفتم می‌خواهم دو روز بمانم پکن را ببینم (با خرج خودم). چینی‌ها گفتند کجا را دلت می‌خواهد ببینی ما هم کمک کنیم. گفتم انستیتوی فیزیک را. مرا به انستیتوی فیزیک بردند. معاون انستیتو من را پذیرفت. من چند تا چیز دیدم که هنوز بعد از بیست سال به خاطر اثرگذاری آن‌ها هنوز یادم نرفته است؛ یکی اینکه به معاون انستیتو گفتند که یک عده از آمریکا آمده‌اند، گفت آن‌ها را ببرید، بعداً می‌آیم. این خودباختگی را که در برخی از مسئولان ما نسبت به غرب دیده می‌شود، اصلاً من آنجا ندیدم. او مرا برد و آزمایشگاهی را به من نشان داد که در آن یک چینی پای یک میکروسکوپ الکترونی نشسته بود. او به من گفت این میکروسکوپ الکترونی را فرانسوی‌ها به ما هدیه دادند. فرانسوی‌ها هیچ‌وقت نمی‌آیند به ایرانی‌ها هدیه بدهند؛ ولی برای چینی‌ها این کار را کرده بودند. بعداً وقتی می‌خواستیم ببایم، آن معاون گفت این دفتر یادداشت را ببینید و جمله‌ای بنویسید و امضا کنید. دفتر را نوشتم و امضا کردم. اما وقتی آن دفتر را ورق زدم، دیدم امضای تی دی لی (T. D. Lee) هست، امضای سی ان یانگ (C. N. Yang) هست. این‌ها چینی‌های مقیم آمریکا هستند که اصلاً در آمریکا بزرگ شده‌اند و کار علمی‌شان در آنجا صورت گرفته است. پرسیدم این‌ها اینجا چکار می‌کنند؟ گفت: این‌ها در سال دو سه ماه اینجا می‌آیند و کمک تحقیقاتی می‌کنند. بعد در آن کنفرانس که بودم، رئیس آکادمی علوم پزشکی چین را با ویلچر از تخت بیمارستان آوردند که برای آکادمی

علوم جهان سوم سخنرانی کند. او در سخنرانی اش گفت ۹۰ درصد دانشجویان ما که به خارج می‌روند برمی‌گردند. این‌ها را از همان اول با هویت ملی تربیت کرده‌اند.

یک دانشجوی ژاپنی را در اواخر قرن نوزدهم به اروپا فرستادند که ادامه تحصیلات عالی‌ه بکند. او به استاد فیزیک خود در ژاپن نوشت: این اروپایی‌های مطمئن چیزی ندارند که ما نداشته باشیم. ما هم در بیست سال می‌توانیم به آن برسیم. بیا بید تاریخ فیزیک را با هم مرور کنیم که در آن سال‌هایی که ژاپنی‌ها با آمریکا و اروپا قطع رابطه داشتند، چند تا اختراع مهم کردند. دو سه سال بعد از جنگ جهانی دوم، فاینمن و شوئینگر همراه با یک ژاپنی جایزه نوبل فیزیک را در کوانتوم الکتروینامیک، با هم بردند. آن‌ها به خودشان وابسته بودند و سخت کار می‌کردند. بنابراین به نظرم مهم‌ترین عاملی که هم فیزیک را درست می‌کند، و هم چیزهای دیگر را فرهنگ است.

فرهنگ کنونی حاکم بر محیط ما، فرهنگ اصلی نیست. آن چیزی که تمدن اسلامی را به وجود آورد خودباوری بود. ما هم می‌توانیم این کار را بکنیم، ولی الان فرهنگ خودباوری دیگر حاکم نیست. امروزه دانشجوی نخبه ما کار در خور لیاقتش انجام نمی‌دهد. برای اینکه ما او را تحویل نمی‌گیریم. اینجا ما یک سال (سال ۶۹)، کنگره‌ای داشتیم با عنوان «فلسفه علم و روش‌شناسی علوم تجربی». یک دانش‌آموز مقاله داده بود. ما معمولاً به اسم‌ها کد می‌دادیم و اسم را نمی‌گذاشتیم روی مقاله باشد، برای اینکه داوری آن واقعاً بی‌طرفانه باشد. مقاله این دانش‌آموز پذیرفته شد. اما وقتی اسم‌ها رو شد، گفتند نه، چون بقیه سخنرانان استادند و این دانش‌آموز است؛ او مقاله نباید عرضه بکند و نکرد. دو سال بعد، عده‌ای از اکسفورد آمدند، این دانش‌آموز در IPM سمیناری ارائه داد، اکسفوردی‌ها مستقیماً از کلاس دبیرستان او را به دانشگاه اکسفورد بردند. می‌خواهم بگویم که ما واقعاً خودمان را تحویل نمی‌گیریم و نخبگانمان هدر می‌روند.

هنر ما این است که دانش‌آموز خوب را تربیت کنیم و تحویل غرب بدهیم. وقتی هم بنده در شورای عالی انقلاب فرهنگی گفتم که اگر قرار است ما همه خوب‌ها را تحویل دهیم در آینده وضعیت‌مان چی می‌شود؟ یکی از اعضای شورا فرمودند: این‌ها می‌روند و برمی‌گردند و علم غرب را به ما منتقل می‌کنند. گفتم بنده الان در جیم اسم ۱۲۰ نفر را دارم که در عرض ۵ سال از دانشکده فیزیک صنعتی شریف رفته‌اند، بیا بید به من بگوید که چند تا از این‌ها برگشته‌اند. آموزش و پرورش در آینده ایران تأثیر دارد، دانشگاه در آینده ایران تأثیر دارد ولی به آن‌ها حداقل توجه می‌شود. یعنی در حد ضرورت به دانشگاه‌ها بودجه داده نمی‌شود یا ناقص داده

می‌شود. در مورد آموزش و پرورش هم خودتان بهتر می‌دانید. بنابراین به نظرم باید یک روشنگری صورت گیرد، اما متأسفانه قشر فهمیده جامعه ما ساکت هستند؛ یعنی مقدار زیادی آن‌هایی که احساس کشور دوستی می‌کنند و علاقه به کشور دارند ساکت‌اند. آن‌ها باید از این حالت انفعال بیرون آیند و منعکس کنند که اولویت ما در این کشور آموزش و پرورش و دانشگاه است، خودکفایی و خوداتکایی است. این‌هاست که کشور را نجات می‌دهد. به نظر من، آموزش و پرورش در این زمینه نقش اول را ایفا می‌کند. این‌ها را آن قدر باید گفت که اثرگذار باشد، بنابراین فکر می‌کنم آن‌هایی که احساس تعهد به ایران می‌کنند، باید واقعاً ناهنجاری‌ها را منعکس کنند و البته تأثیر خواهد داشت. اگر این کار را نکنند و این وضع باقی بماند نه آموزش و پرورش می‌ماند نه دانشگاه. علم باید اثر بگذارد.

یک وقت یکی از این آقایان، که مدتی هم معاون وزیر بود، آمار داده بود که امسال نسبت به پارسال، ۴۰ درصد مقالات ما بیشتر شده است. من به جناب دکتر فاضل، که در شورای عالی انقلاب فرهنگی پهلوی من نشسته بودند، گفتم فلانی چنین حرفی را می‌زند. ایشان گفتند: ۴۰ درصد خیلی زیاد است. باید اثر آن را در جامعه ببینیم. ولی وقتی ما بالاترین تعداد مقالات را در شیمی داریم ولی بیشترین واردات را هم در محصولات شیمیایی داریم معنی‌اش این است که ما درست کار نکرده‌ایم. علم باید اثر بگذارد، اما در جامعه ما در دهه‌های اخیر، مخصوصاً در سال‌های اخیر، علم دانشگاهی ما اثرگذار نبوده است. مثلاً از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۲ تعداد مقالات ما ۵ برابر شد. بنده سؤال این است که آیا واردات ما در این مدت یک پنجم کم شد، یا صادرات ما یک پنجم زیاد شد. این است که واقعاً اهل علم نباید ساکت باشند.

آینده کشور خیلی مهم است. حس خوداتکایی و خودباوری در جوانان خیلی مهم است، ولی الان خیلی ضعیف است. من واقعاً احساس می‌کنم که حتماً باید یک تغییر اساسی در نگرش نسبت به وضعیت فرهنگی کشور رخ دهد. بارها در شورای عالی انقلاب فرهنگی گفتم که بیا بید وضعیت فرهنگی و علمی دانشگاه‌ها، آموزش و پرورش، و جامعه را رصد کنند و ببینند که آیا این گزارش‌ها و آمارهایی که داده می‌شود واقعاً درست هستند یا نه. ما حالا اکثر چیزها را وارد می‌کنیم، حتی چیزهایی را که قبلاً خودمان تولید می‌کردیم. این درست نیست. واقعاً برای آموزش و پرورش و دانشگاه‌ها تغییر نگرش لازم است.

سجادی: برای اینکه مقداری به آموزش فیزیک بپردازیم، از جنابعالی سؤال می‌کنم که به عنوان یک متخصص فیزیک، ویژگی‌های مطلوب آموزش علوم

به‌طور عام، و آموزش فیزیک به‌طور خاص را در چه می‌دانید؟

گلشنی: ببینید یک وقتی در دانشگاه دو، سه نفری با هم نشسته بودیم، من و جناب دکتر فیروز پرتوی و جناب دکتر ارفع‌ی و با هم می‌گفتیم که کتاب‌های آموزش‌وپرورش را نمی‌پسندیم، و دلیل آن را هم گفتیم. یک عده محفوظات یاد می‌دهند، مثلاً این قدر فلو (شار) از این سطح رد می‌شود و هکذا. باید اثر کتاب‌های درسی این باشد که اگر کسی ادامه تحصیل نداد و در جایی مشغول کار شد، حداقل‌هایی لازم از علم را بفهمد. من این را با جناب دکتر اکرمی، وزیر آموزش‌وپرورش آن زمان (سال ۱۳۶۷) مطرح کردم. فرمودند بروید مدارس انگلیس را ببینید. من و یکی از دوستان رفتیم و چند تا از مدارس انگلیس را به ما نشان دادند. خیلی مدارس شیک‌ی بود. یک سوئیچ را که می‌زدید، دستگاه کار می‌کرد. گفتیم بیشتر چه کسانی به این‌گونه مدارس می‌آیند؟ گفتند بیشتر بچه‌های عرب و ایران و ... می‌آیند. معلوم شد این تجملات برای اینان است. من گفتم نه، ما می‌خواهیم یکی از مدارسی را که مخصوص خود انگلیسی‌هاست ببینیم. ترتیبی دادند و ما دبیرستان وست‌مینستر را دیدیم که پهلوی پارلمان انگلیس بود. آن یکی فرق خیلی اساسی با مدرسی که قبلاً دیده بودیم داشت. در آزمایشگاه آن که رفتیم گفتند این پیل (باتری) را می‌بینید ما به دانش‌آموز می‌گوییم اول این باتری را خودت بساز و بعد این باتری را به کار ببر. آن وقت انگلیسی‌ها غالباً در المپیادها نفر اول، یا دوم، یا سوم داشتند. بعد رفتیم و کتاب‌ها را آوردند. دیدم در این کتاب‌ها خیلی روی مفاهیم کار کرده‌اند. مثلاً معنی انرژی چیست؟ جرم چیست؟ نیرو چیست؟ برای اینکه دانش‌آموز احساسی از آن‌ها داشته باشد. برگشتیم به ایران و گفتیم فعلاً یکی دو تا از این کتاب‌ها را که ما آورده‌ایم ترجمه کنید، به‌صورت موقت، ولی ضمناً بنشینند کتاب تألیف کنند. در این سفر جناب دکتر خواجه‌پور هم با من بودند. به آموزش‌وپرورش رفتیم، آن موقع آقای دکتر حداد عادل معاون آن وزارتخانه بودند، گفتند بیايند و بنشینند و این کارها را بکنند. اما چون ماهانه مبلغ خیلی کمی برای این کار معین شد، قضیه ترجمه و تألیف منتفی شد.

نکته دیگری که من به آن توجه کردم، این بود که در همان سال‌ها به من گفتند بروید ببینید که آیا ما در المپیاد شرکت کنیم یا نه؟ من با برخی دیگر به وین رفتیم. المپیاد فیزیک آن سال در اتریش بود. من توجه کردم که اکثر برندگان سال‌های قبل، از مجارستان بودند. از این‌رو گفتیم تحقیق کنیم که در مجارستان چه می‌گذرد.

دکتر مهدی گلشنی



اتفاقاً مجارستان چند تا برنده جایزه نوبل در فیزیک هم داشته است. متوجه شدیم که دانش‌آموزان این‌ها در دوره دبیرستان با هم بحث‌های علمی می‌کنند، همان‌طوری که طلاب در حوزه‌های علمیّه ما بحث می‌کنند. آن‌ها نیز بین کلاس‌ها یا بعد از آن‌ها همین کارها را می‌کنند. در خاطرات اینشتین هم آمده است که در دوره دبیرستان، کتاب‌های کانت و دیگران را با هم کلاس‌هایش بحث می‌کردند. یعنی واقعاً عمق مطالب مطرح بوده است. من احساس می‌کنم کمتر درس خواندن اشکالی ندارد، عمیق درس خواندن مهم است. باید روی فهم مطالب و نقد مطالب کار شود.

گاهی دانشمندان بنام انتقادهایی به علم زمان خودشان کرده‌اند ولی در آن موقع کسی بدان توجه نکرده است، اما بعد ثابت شده که انتقاداتشان درست بوده است. مثلاً وقتی نظریه کوانتومی مطرح شد، غالب افراد آن را کورکورانه دنبال کردند. اینشتین سفت و سخت جلوی آن‌ها ایستاد و جنگید. اما در سال ۱۹۷۶ گل‌من، که یک فرد تراز اول در فیزیک بود، گفت: بور برای پنجاه سال ما را شست‌وشوی مغزی داد؛ یعنی ما فقط تبعیت کردیم (به عبارت دیگر مطابق با مُد رفتار کردیم). اینکه دانش‌آموز با مُد بار نیاید، و انتقادی بار بیاید این‌ها واقعاً خیلی مهم است. این‌هاست که نابغه به وجود می‌آورد. ابوریحان کتابی نوشته بود. یکی از شاگردانش می‌گوید به شیخ‌مان گفتم که چرا در این کتاب مثال نزدیدی. ابوریحان پاسخ داد: خوانندگان این کتاب

پوانکاره
سخن خیلی
زیبایی دارد. او
می‌گوید من به
آن چیزهایی
علاقه‌مندم
که سود مادی
ندارند؛ یعنی او
علم را به خاطر
بُعد مادی آن
دنبال نمی‌کرد

دو دسته بیشتر نیستند: یا نمی‌فهمند که من وقت خودم را برای آن‌ها هدر نمی‌دهم، یا چیز فهم‌اند، که می‌خواهم خودشان بروند و مثال و نمونه برای آن پیدا کنند. آن‌ها از این نظر واقعاً الگو بودند. تصویری که من از امثال ابوریحان و ابن‌هیثم و ... در محیط خودمان می‌بینم اصلاً تصویر درستی نیست. آن‌ها بسیار انتقادی عمل می‌کردند، نه اینکه فقط بخواهند انتقاد کنند. آن‌ها یک جا تأیید می‌کردند و یک جای دیگر به همان شخص انتقاد می‌کردند. خواجه نصیر صریحاً در جایی می‌گوید من منظورم دفاع از ابن‌سینا نیست، می‌بینم که حرف‌هایی که شهرستانی در رد ابن‌سینا زده است بهره‌ای از حقیقت ندارند. لذا منظورم دفاع از حق است. به نظر من چیزی که وضعیت ما را تغییر می‌دهد نقد سالم است که باید در مدارس و دانشگاه‌های ما راه بیفتد.

الان در محیط ما این نقد سالم مطرح نیست. این مناظره‌ها را نگاه کنید، گاهی واقعاً نفرت‌آمیز است، زیرا به همدیگر تهمت می‌زنند. این می‌گوید آن یکی بی‌سواد است و دیگری می‌گوید این بی‌سواد است. بنده فیلم مناظره دو فیلسوف تراز اول غرب، یکی ملحد و دیگری خدا‌باور را دیدم. آن‌ها با قرعه شروع کردند و توهینی هم در کار نبود. این شنونده است که تصمیم می‌گیرد حرف حق با کدام یک است.

در محیط ما باید آموزش و پرورش بیش از آنکه کمیت برایش مطرح باشد کیفیت مطرح باشد. علوم پایه هم واقعاً منشأ علوم است. ریشه تمام مهندسی‌ها در علوم پایه است. در کشور ما کور کورانه دنبال مهندسی بوده‌اند. به قول یکی از دوستان، که همین اخیراً مقاله‌ای نوشته بود، ما بیشترین تعداد مهندس را با توجه به جمعیت‌مان در دنیا داریم، و بدون توجه به جمعیت در دنیا سوم هستیم. اما در آمریکا این‌طوری نیست. در آمریکا مهندسی، انتخاب ششم است. ما اصلاً از روی تفکر عمل نمی‌کنیم. ما با فرهنگستان علوم رفته بودیم مجارستان و مهمان فرهنگستان آنجا بودیم. پنج، شش نفر از ایران و پنج شش نفر از آن‌ها، با هم صحبت می‌کردیم. من پرسیدم الان بیشترین تعداد داوطلب‌های شما برای کدام یک از رشته‌های دانشگاهی است؟ گفتند حقوق. گفتم چرا حقوق؟ گفتند ما تازه از روسیه جدا شده‌ایم (بعد از آنکه در سال ۹۰ شوروی دچار فروپاشی شده بود) و می‌خواهیم برای خودمان قانون بنویسیم. الان حقوق شلوغ‌ترین رشته است. برخی از رشته‌های مهندسی ما حتی پر نمی‌شوند. در مملکت ما کار روی حساب و کتاب نیست. در رسانه‌ها هم نمی‌آیند روشنگری کنند که علوم اهمیت دارد.

یکی از هم‌کلاس‌های دوره دانشگاهی‌ام رفته بود آمریکا، و

مهمان دامادش بود. می‌گفت: به خیابان که رفتیم دامادم با یک پیرزن آمریکائی سلام و علیک کرد و بعد من را معرفی کرد که پدر همسر ایشان هستم. آن خانم پیرزن آمریکایی گفت رشته‌اش چیست؟ وقتی دامادم گفت فیزیک، آن پیرزن گفت: خدای من شما یک فیزیک‌دان هستید. منظورم این است که این پیرزن آمریکایی می‌دانست که فیزیک مهم است. در جامعه ما این چنین تصویری نیست.

مرحوم پروفیسور عبدالسلام در سفری که سال ۶۷ به ایران آمده بودند، مکرراً تکرار می‌کردند: علم امروز، فناوری فرداست. آن وقتی که ترانزیستور اختراع شد، آن به‌عنوان وسیله‌ای برای رادیو اختراع نشد، بلکه نتیجه یک تحقیقات محض بود. آن وقت که NMR (رزونانس مغناطیسی هسته‌ای) کشف شد اصلاً NMR ارتباطی با پزشکی نداشت. حالا مهم‌ترین کاربرد آن در پزشکی است. می‌خواهم بگویم که گفتن این‌ها اهمیت دارد. باید از آموزش و پرورش و از دانشگاه کسانی به صداوسیما بروند و روشنگری کنند.

در آن اوایل که فرهنگستان راه افتاده بود از صداوسیما آمدند و ترتیبی دادند که یک سری برنامه پیاده کنند. در آن زمان، من رئیس گروه علوم پایه بودم. ما گفتیم در یک برنامه تلویزیونی نقش لیزر در جامعه، و اثرات آن روی جامعه گفته شود، در یک برنامه دیگر راجع به فیزیک اتمی سخن بگویند و غیره. به محض اینکه رئیس شبکه دو عوض شد تمام این برنامه به هم خورد. ولی لازم است کسانی بروند و در رسانه‌ها و صداوسیما روشنگری کنند. چون خانواده‌ها واقعاً روی مُد عمل می‌کنند. بسیاری از دانشجویان نخبه مهندسی بارها به من رجوع کرده‌اند و گفته‌اند: ما واقعاً علاقه به مهندسی نداشتیم به زور پدر و مادر و تحت جو ایجادشده اینجا آمده‌ایم. بعضی از آن‌ها وقتی که به فوق‌لیسانس می‌رسند به فیزیک تغییر رشته می‌دهند. اگر روشنگری شود، وضعیت در جامعه خیلی فرق می‌کند. علوم پایه نقش خیلی مهمی دارد.

در جهان اسلام، توجه عمده عالمان به علوم پایه بوده است، نه اینکه از چیزهای دیگر بی‌خبر باشند. ابن‌هیثم روی نور کار کرد، کار درجه اول برای زمان خودش؛ اما این را برای فهم عالم مهم می‌دانست. این خیلی مهم است که آدم‌های درجه اول علم، نمی‌گویم همه آن‌ها، بلکه آدم‌هایی که سرنخ‌اند و در فیزیک اهمیت دارند، تأکید می‌کنند که فیزیک را برای فهم عالم دنبال می‌کنند. البته باید جنبه‌های دیگر زندگی شخص، که معیشت است، هم تأمین شود. اما بزرگان علم در درجه اول می‌خواهند ببینند که در عالم چه خبر است. اما این اندیشه در محیط ما حاکم نیست.

می خواهیم
بگوییم که ما
واقعا خودمان
را تحویل
نمی گیریم و
نخبگانمان هدر
می روند. هنر
ما این است
که دانش آموز
خوب را تربیت
کنیم و تحویل
غرب بدهیم

و می توانند سبب اعتلای فکری جامعه شوند، و می توانند نیازهای مادی و معنوی جامعه را برطرف کنند. الان دانشگاه‌های ما این را انجام نمی‌دهند.

شما بروید و این کتاب‌هایی را که پرفروش بودند، در آمار نمایشگاه کتاب امسال ببینید. بعضی از این‌ها به درد هیچ چیز نمی‌خورد. نمی‌گوییم فقط دین، بلکه به درد دنیا هم نمی‌خورد. این به خاطر آن است که اصلاً فرهنگ مناسب حاکم نیست؛ این مطرح نیست که اساساً چه چیزی برای جامعه ما، برای دانش آموز ما اولویت دارد. به یاد دارید آن وقتی که ما کوچک بودیم (رو به آقای معتمدی) این مجموعه‌ای که از غرب می‌آمد، با عنوان «چه می‌دانم» کتاب‌های کوچکی بودند که هر کدام راجع به یک موضوعی بود. این‌ها خیلی چیزهای خوبی بود. الان اصلاً کتاب در این وادی‌ها یا ترجمه‌هایی در این زمینه‌ها، در کشور ما اولویت ندارد. دانشمند تراز اول فیزیک، فیزیک را به زبان خیلی ساده و خوب می‌نویسد و می‌خواهد عمق مطالب را بفهماند، اما ما این کتاب را ترجمه نمی‌کنیم، که اصلاً اهمیت فیزیک روشن شود. در مقابل چیزهای بازاری را برمی‌دارند ترجمه می‌کنند. به نظر من آموزش و پرورش خیلی خیلی مهم است. نه اینکه اینجا آمده‌ام این حرف را می‌زنم، همه‌جا گفته‌ام که نسل جوان ما می‌تواند خیلی اثرگذار باشد. نسل جوان ما الان در فکر رفع نیازهای کشور نیست؛ به فکر اینکه بتواند نقشی مهم و مفید در آینده کشور داشته باشد نیست.

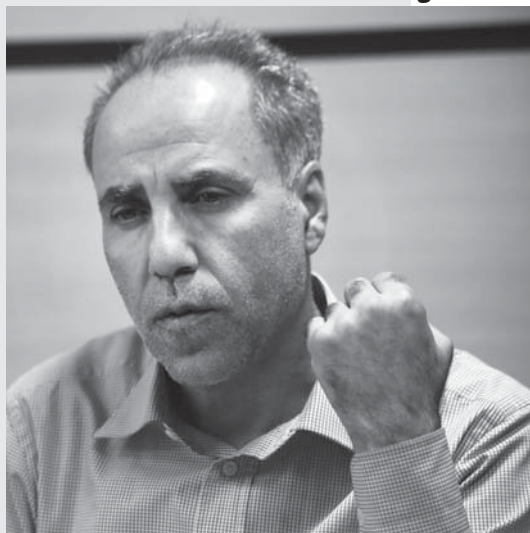
احمدی: در برنامه درسی ملی و سند تحول روی پنج عنصر تعقل، ایمان، علم، عمل و اخلاق، تأکید خاصی شده است. چگونه می‌توان در آموزش علوم بیش‌تر به آن‌ها توجه کرد؛ یعنی مثلاً آموزش علوم منجر به پرورش تعقل بشود، یا با آن به ایمان قوی‌تری برسیم، و به همان صورت در مورد علم و عمل و اخلاق؟

گلشنی: اگر بخواهیم این‌ها را به زور تزیق کنیم، اثر نمی‌گذارد ولی اگر عالمانه باشد اثر می‌گذارد. شما می‌خواهید نقش اخلاق را نشان دهید. آیا علم بدون اخلاق می‌شود یا نه؟ معمولاً فقط تقلب را مطرح می‌کنند، ولی ارزش‌ها فقط تقلب کردن یا نکردن نیست. دانشمند می‌خواهد یک نظریه را انتخاب کند، این نظریه را بر چه اساسی انتخاب می‌کند؟ ملاک و معیار دانشمند در انتخاب یک نظریه چیست؟ اگر از هاینبرگ پرسید، پاسخ می‌دهد آن نظریه را انتخاب می‌کنم که ساده‌تر است. می‌گویید معنی سادگی چیست؟

اگر اهمیت علوم پایه گفته شود، اثرگذار است. حرف‌های ابن‌هیثم در خطراتش هست. ابن‌عصیه نقل کرده است که چرا اصلاً ابن‌هیثم دنبال این حرف‌ها رفت، چرا رفت دنبال نور یا غیره. اگر حرف‌های بزرگان فیزیک، مثلاً کپلر، نیوتون، و... گفته شود که چرا این علوم را دنبال کردند، واقعاً خیلی اثر دارد. باید یک شناساندن عالمانه‌ای از علوم پایه هم در خلال متون بیاید و هم از طریق رسانه‌ها. اصلاً برداشتی که این بزرگان از فیزیک داشتند این بود که کار فیزیک را عبادت می‌دانستند، البته از راه خودش، از راه آزمایش، نظریه‌پردازی و غیره. من می‌توانم برای شما جمله صریح آن‌ها را بیاورم، عین جمله کپلر، ابوریحان، البتانی، و عین جمله جرج الیس را، که یکی از بزرگ‌ترین کیهان‌شناسان زمان ماست. از فرانسیس کالینز سرنخ پروژه ژنوم انسانی، نقل قول می‌کنم که می‌گوید این کارش عبادت خداوند است و بهترین عبادت را این می‌داند که به مطالعه جهان بپردازد و آن را بفهمد. می‌خواهم بگویم ما راه‌های مختلفی داریم که اهمیت علوم پایه را توضیح دهیم.

علوم پایه در آینده علم و فناوری کشور خیلی نقش دارد. اگر چه ما چیزهایی داشتیم مثل ماشین بخار و ... که از مهندسی شروع شد و بعد علم مربوط به آن تکمیل شد، اما سرنخ خیلی از چیزها اول در علوم پایه بوده است. وقتی که رادرفورد انرژی هسته‌ای را کشف کرد، صریحاً گفت که ما هیچ‌وقت از این استفاده نخواهیم کرد. ولی سال‌ها قبل از این سخن رادرفورد، یک سناتور انگلیسی در یکی از این روزنامه‌های انگلیسی در مقاله‌ای نوشت: ما از انرژی هسته‌ای استفاده می‌کنیم اما امیدوارم وقتی استفاده کنیم که به اندازه کافی رشد فکری داشته باشیم که از آن استفاده مثبت کنیم. اصلاً گاهی فکر نمی‌کردند که بعضی از یافته‌های علمی ممکن است منجر به چیزی بشود. ولی علوم پایه همیشه حاصلخیز بوده است و به نظر من نقش آن خیلی مهم است.

چیزی که می‌تواند کمک کند به اینکه به علوم پایه اهمیت داده شود افزودن یک دز مناسب از علوم انسانی به آن است که فرهنگ‌زا باشد؛ یعنی اهمیت قائل شدن برای کشور، برای جامعه، برای نوآوری در علم، برای خودکفایی جامعه. الان فردی که انتخاب رشته می‌کند کورکورانه انتخاب رشته می‌کند. انگیزه‌ای ندارد. چه کسی به او انگیزه داده است؛ تلویزیون، خانواده؟ کجا به او انگیزه داده شده است؟ به نظر من اگر بخواهند مهم‌ترین پروژه را در کشور اجرا کنند باید تمام وقت‌شان را روی آموزش و پرورش و دانشگاه‌ها بگذارند. محصول این‌ها نیازهای جامعه را برطرف می‌کنند،



دیراک گفتند فلان پیش‌بینی که کرده‌اید در آزمایش اشتباه درآمده است. گفت آزمایشگر اشتباه کرده است. وقتی رفتند و واریسی کردند، دیدند که در آزمایش اشتباه رخ داده است. می‌خواهم بگویم در علم هم ایمان وارد می‌شود. از طرف دیگر ممکن ادعا شود که در دین بدون اثبات مطالب را قبول می‌کنید، اما در علم با اثبات می‌پذیرید. اما شما می‌توانید روشنگری کنید که اثبات در علم آن‌طور که فکر می‌کنید به این سادگی نیست. در منطق ریاضی قضیه گودل را داریم که امر اثبات در ریاضیات و فیزیک را مشکل می‌کند. یعنی واقعاً آن فرق‌هایی که بین این‌طرف و آن‌طرف قائل‌اند وجود ندارد. این مرزی که می‌کشند و می‌گویند این علم است و این دین، این‌گونه نیست.

آن‌هایی در جهان اسلام علم داشتند، کار علمی‌شان را یک وظیفه دینی می‌دانستند، مثل نماز و روزه، اما با ابزار خودش. ببینید جورج سارتون در آن کتاب تاریخ علم‌اش، که به فارسی هم ترجمه شده است، می‌گوید اگر می‌خواهید علت رشد تمدن اسلامی را بفهمید، باید به نقش محوری قرآن توجه کنید، که تأکید بر مطالعه طبیعت داشت. این سخن جورج سارتون است. بعضی دیگر از غربی‌ها هم این را گفته‌اند. بنابراین ما پیام‌های دین را هم درست نگرفته‌ایم که منتقل کنیم. دین از ما می‌خواهد که برویم و از راه‌های خودش طبیعت را مطالعه کنیم.

البته بعضی مطالب روشنگرانه باید در کتاب‌ها مطرح شود. مثلاً اینکه در علوم، هر علمی را در نظر بگیرید، تعدادی اصول بر آن حاکم است. مثلاً بر هندسه اقلیدسی پنج اصل حاکم است. اصل پنجم می‌گوید که اگر یک خط داشته باشید، از یک نقطه به موازات آن خط فقط یک خط می‌توانید بکشید. بر سر این اصل خیلی دعوا بوده است. خواجه نصیر ادعا کرد که این اصل پنجم از چهار تا اصل دیگر مستقل نیست. بنابراین در علوم تعدادی اصول حاکم است. علت اختلاف بین اینشتین و بور بر سر نظریه کوانتومی هم اختلاف بر سر اصول مورد قبول آن‌ها بود. اینشتین به علیت اعتقاد داشت، اما آن‌ها به شانس اعتقاد داشتند، اگرچه از نظر تجربی هیچ فرق نمی‌کرد. هر دو تا نظریه تمام تجارب را توضیح می‌داد. بنابراین شما باید براساس ملاحظات دیگر یکی را انتخاب کنید. اگر دانش‌آموز از اول با این‌ها آشنا شود، (در سطوح آخر دوره دبیرستان)، به این راحتی گول نمی‌خورد و منصفانه قضاوت می‌کند.

خیلی حرف‌ها را اینشتین زد که شصت، هفتاد سال بعد فیلسوفان علم ثابت کردند؛ مثلاً وقتی او در اوایل دهه ۱۹۳۰ در آکسفورد سخنرانی کرد، یکی از حرف‌های خیلی زیبایی که زد این بود که گفت: ببینید که فیزیک‌دانان چه می‌گویند،

معنای سادگی هم می‌تواند خیلی متفاوت باشد. معروف است که بحثی بین اینشتین و پلانک بوده، که آیا حرکت یکنواخت ساده‌تر است یا حرکت شتابدار؟ البته صحت و سقم آن را نمی‌دانم. یکی می‌گوید حرکت یکنواخت ساده‌تر است، دیگری می‌گوید حرکت شتابدار ساده‌تر است، برای اینکه اگر قانون حرکت شتابدار را داشته باشید می‌توانید قانون حرکت یکنواخت را پیدا کنید، اما عکس آن را نمی‌توانید انجام دهید. برای هایزنبرگ سادگی، به مفهوم حداقل مفروضات به کاررفته در نظریه بود. برای دیراک زیبایی ریاضی نظریه مهم بود. خود دیراک جایزه نوبل در فیزیک را به خاطر نظریه کوانتومی برد ولی به محض اینکه دید در نظریه میدان‌های کوانتومی بی‌نهایت‌ها ظاهر می‌شود، گفت: «این ریاضیات زشتی است» و دیگر از آن حمایت نکرد. شما می‌گویید ارزش‌ها، اما ارزش‌ها فقط تقلب نیست، سادگی هست، جامعیت هست، و غیره. می‌توانید بگویید این‌ها ارزش‌هایی است که یک نظریه را ثمربخش‌تر می‌کند، ماندگارتر می‌کند، یا غیره.

اما در مورد مسئله ایمان. معمولاً یک مثالی که می‌زنند، این است که می‌گویند فرق علوم با مثلاً مسئله خداآوری این است که در خداآوری شما به خدا ایمان دارید، اما در علم دیگر مسئله ایمان مطرح نیست. اما این‌گونه نیست. از نظر اینشتین در علوم هم شما با ایمان قبول می‌کنید که می‌توانید طبیعت را بفهمید. با ایمان مثل گالیله قبول می‌کنید که می‌توان طبیعت را با زبان ریاضی بیان کرد. هم اینشتین و هم پلانک می‌گویند این ایده که ما می‌توانیم طبیعت را بفهمیم از ادیان گرفته شده است. پلانک صاف و صریح این را می‌گوید. بنابراین در علم هم ایمان هست. خانم دیراک نقل می‌کند که زیبایی ریاضی یک نظریه برای شوهرش مسئله‌ای ایمانی بود؛ یعنی اگر احساس می‌کرد زشت است قبول نمی‌کرد. به

وقتی ما بالاترین
تعداد مقالات را
در شیمی داریم
ولی بیشترین
واردات را هم
در محصولات
شیمیایی داریم
معنی اش این
است که ما
درست کار
نکرده ایم. علم
باید اثر بگذارد،
اما در جامعه
ما در دهه های
اخیر، مخصوصاً
در سال های
اخیر، علم
دانشگاهی ما
اثرگذار نبوده
است

دکتر سیدهدایت سجادی



نفر از مهندسی بودند و فقط دو نفر از علوم پایه یا علوم انسانی بودند. چون ما امتحان کلی می گرفتیم مهم نبود که از چه رشته ای می آیند. الان هم که از طریق کنکور می آیند، غالب آن ها از شاخه های مهندسی هستند. اگر نقش علوم پایه برای خانواده ها و برای دانش آموزان تیزهوش روشن شود، قضیه فرق می کند.

سجادی: آقای دکتر، یک نکته ای را می خواستم عرض کنم، ما اگر بیاییم در حوزه اهداف آموزش علوم، تمایزی میان اهداف دانشی، مهارتی و نگرشی قائل شویم، در حوزه علم دینی، علمی که به تعبیر قرآنی منجر به خشیت شود، بیشتر در مقام نگرش تحقق پیدا می کند ولی مشکلی که گاهی از حیث اداری و سازمانی وجود دارد این است که می خواهند آن را در سطح دانش تحقق ببخشند.

گلشنی: من وارد کردن علم دینی در دبیرستان را، با آنکه خودم در این زمینه کتاب دارم، مستقیماً صلاح نمی دانم. اما علم دینی را به طور غیرمستقیم می توان وارد کرد. مثلاً وقتی شما می خواهید اصول را انتخاب کنید آیا می آید اصل علیت را قبول می کنید یا اصل شانس را. به طور اتوماتیک این اصول است که اثر می گذارد در اینکه نگرش شما دینی باشد یا دینی نباشد. من موافق ورود مستقیم به این حوزه ها نیستم. اگر مستقیم وارد

ببینید چکار می کنند. در عمل گاهی فیزیک دانان برخلاف آن چیزی که می گویند عمل می کنند. من فیلمی را دیدم که هاینبرگ در تریست ایتالیا سخنرانی می کرد. هاینبرگ قبلاً گفته بود که ما فقط به کمیت های مشاهده پذیر اکتفا می کنیم. دیراک بعد از هاینبرگ سخنرانی کرد و گفت اگر هاینبرگ به حرف خودش وفادار می بود، نظریه کوانتومی این قدر پیشرفت نکرده بود؛ یعنی خود هاینبرگ هم در عمل این اصل را کنار گذاشته بود. می خواهم بگویم در عمل، برخی نکات هست که خوب است از طریق تاریخ علم، آن هم به صورت هر ده صفحه یک ورق، در کتاب های درسی گنجانده شود. اندر زهایی که بزرگان علم داده اند خیلی می تواند مؤثر باشد. مثلاً فاینمن، که همه او را قبول دارند، و بدون تردید از سرآمدان علم قرن بیستم است، در آخر عمرش صاف و صریح گفت: قطعی حالا در علم، قطعی آینده نخواهد بود. بنابراین با احتیاط باید برخورد کرد. می خواهم بگویم اگر این نصایح باشد دانش آموزان بردبارتر، با اندیشه تر، و عمیق تر بار می آیند. به نظر من اشاره به این نکات مهم خیلی اهمیت دارد و در درازمدت اثر می گذارد.

دانش آموزان نکات جزئی را فراموش می کنند. قبلاً ما که در دبیرستان بودیم یک دوره هیئت بود. چه کسی دبیرستان را ادامه دهد یا ادامه ندهد به دلایل دینی و غیردینی با نجوم سروکار دارد. یعنی حداقل اطلاعاتی را در این زمینه لازم دارد. باید به آن چیزهایی که دانش آموزان برای زندگی لازم دارند، اولویت داده شود، و آن چیزهایی که برای دانشگاه و مقاطع بالاتر است در سال های آخر روی آن تأکید شود. یک عده اطلاعات کلی هست که لازم است همه بدانند و این در محیط ما فراهم نیست. به نظر من باید مطالعه عمیقی صورت گیرد بر روی چیزهایی که لازم است آموزش داده شود و بعد سراغ اجرای آن بروند. الان تمام کارهایی که انجام می شود، و انتخاب هایی که انجام می شود کورکورانه است. از این رو هر چه برنامه ها را عوض کنند و کتاب را عوض کنند اثرگذار نیست.

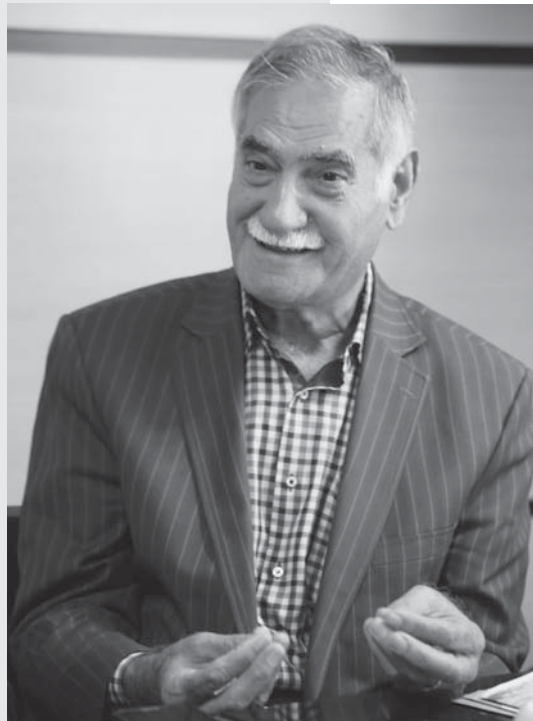
پدر و مادری پسرشان وارد برق شریف شده بود، و با ما هم فامیل بودند. این پسر اصرار داشت که به فیزیک تغییر رشته دهد اما پدر و مادرش اصرار داشتند که در برق بماند. گفتم فرزندان را نزد من بفرستید. او آمد و با او بحث کردم. دیدم این دانشجو نخبه است و به درد فیزیک می خورد. زنگ زدم و به والدین او گفتم: آزادش بگذارید. این را دارید هدر می دهید. محیط ما الان این طور است. جالب این است که وقتی ما دوره فلسفه علم را در دانشگاه شریف راه انداختیم، ده نفر را با امتحان آزاد در هر سال می پذیرفتیم. اول هم این رشته جزء کنکور نبود. باور تان می شود که از این ۱۰ نفر ۸

گلشنی: بله و ما در این موارد با بزرگان موحد غربی اختلاف عمده‌ای نداریم.

معتمدی: جناب دکتر گلشنی عزیز، خیلی خوش آمدید به این مجمع علمی. شما الحمدلله از یک خانواده با فرهنگی در اصفهان مشغول فعالیت شدید، بعد هم به مدرسه‌ای رفتید که آن مدرسه مدیرش حسین عریضی بود، معاونش ابراهیم هورفر بود، معلمانش امثال شفیعی بودند، معلم ارمنی، الله‌وردیان را می‌پذیرفتیم. یعنی کسی را که اندیشه دیگری یا دین دیگری هم داشته باشد، می‌پذیرفتیم. بعد در دوره دانشگاه، استاد خمسوی و استاد جناب معلم شما بودند، این‌ها در فرهنگ ما ریشه عمیق داشتند. یعنی همان فرهنگی که شما می‌خواستید، این‌ها مجسمه آن بودند (دکتر گلشنی: واقعاً همین‌طور) ولی متأسفانه جلوتر که می‌آییم، دچار یک مقدار ناراحتی و ناامیدی می‌شویم، ولی بعضی وقت‌ها هم چیزهای خوشحال‌کننده‌ای را می‌بینم. من اصفهان رفتم دیدم بعضی از همین جوانان شهرداری را تشویق کرده‌اند که شهر علم را در اصفهان دایر کنند. یا در جلسه یکی از نخبگان که داشت از ایران خارج می‌شد متوجه شدم خیلی از این‌ها هم راحت از کشور خارج نمی‌شوند، بلکه با چشم‌گریان می‌روند. یک مقدار معضلات اساسی در فرهنگ داریم. شما خوشبختانه صدایتان را که رسا هست در برخی جاها می‌توانید رساتر بیان کنید و با سخنرانی‌هایتان اثربخش باشید.

گلشنی: این البته مؤثر است. من آمدم و راجع به دوازده دانشگاه کشور، از نظر وضعیت فرهنگی، به شورای عالی انقلاب فرهنگی گزارشی دادم. خوشبختانه شورا هر عیبی که دارد، این حسن را دارد که صورت جلسات بعدی را که می‌فرستند سخنان ما مقداری در آن‌ها منعکس شده است؛ به نظر من فعالیت‌های دسته‌جمعی، نه یک نفره، خیلی مؤثرتر است. می‌خواهم بگویم یک دست صدا ندارد، ولی اگر با هم باشند، اثر دارد. تنها چیزی که در این سال‌های اخیر مایه امید من بوده، این است که برخی از جوان‌های مصمم و پا به کار را می‌بینم که هم از نظر علمی نخبه‌اند و هم از نظر فرهنگی و دست هم بر نمی‌دارند. نمونه‌اش یکی از همین دانشجویان نخبه در دانشگاه صنعتی شریف است که یک سال و نیم است به خاطر رساله‌اش در دانشگاه صبر کرده است که دانشگاه به حرفش گوش بدهد. می‌خواهم بگویم که واقعاً اثر دارد.

در محیط ما خیلی منفعلانه با امور برخورد شده است. ولی حیف این محیط است! این محیط ما چیزهایی دارد که



شما خوشبختانه صدایتان را که رسا هست در برخی جاها می‌توانید رساتر بیان کنید و با سخنرانی‌هایتان اثربخش باشید

این حوزه‌ها بشوند همه گروه‌ها وارد می‌شوند که چرا نظر ما نیامده است. چون در ایران همه مدعی‌اند که صاحب‌نظرند و همه مدعی‌اند که در مورد علم دینی نظریه دارند. اینجا تازه اختلافات راه می‌افتد. به نظر من ریشه مشترک بین خیلی از آن‌ها را به نحو ظریف می‌توانند بیاورند. در مورد علوم طبیعت یک عده اصول مشترک بین یهودیت، مسیحیت، و اسلام وجود دارد. بنده در سال ۱۹۹۸ در برکلی سخنرانی داشتم قرار بود یک یهودی فیزیک‌دان متخصص پدیده‌های بحرانی (critical phenomena) به عنوان منتقد سخن بگوید. او عضو انجمن سلطنتی انگلیس هم بود. وقتی که سخنرانی من، که در آن نظر اسلام را راجع به علم می‌گفتم، تمام شد، او گفت که هیچ اختلاف نظری با من ندارد. در دانشگاه کمبریج هم در سال ۲۰۰۹ یک سخنرانی داشتم. آقای پروفیسور پوکینگهورن، که فیزیک‌دان معروفی است و در آنجا حاضر بود، گفت ما مشترکات خیلی زیادی داریم. بنابراین در این چیزهایی که به علم مربوط می‌شود خوشبختانه ما اختلاف‌نظر نداریم. ما این قدر چیزهای مشترک با دانشمندان غربی موحد داریم که اصلاً با هم مشکلی نداریم. اگر مسائل به صورت خیلی عام مطرح شود اثر می‌گذارد، بدون اینکه به اختلاف نظر این گروه یا آن گروه منجر شود.

سجادی: یعنی باید یک نگرش صحیح در باب علم ترویج شود؟



در محیط ما باید
آموزش و پرورش
بیش از آنکه
کمیت برایش
مطرح باشد
کیفیت مطرح
باشد. علوم پایه
هم واقعاً منشأ
علوم است.
ریشه تمام
مهندسی‌ها
در علوم پایه
است. در کشور
ما کورکورانه
دنبال مهندسی
بوده‌اند

پیشنهادم این است که نامه مستدلی با تعداد زیادی امضا تهیه کنید و برای من بفرستید. من آن را به عنوان قبل از دستور در شورا می‌خوانم و درخواست می‌کنم جزء دستور قرار بگیرد. باید کار متخصصانه‌ای در این زمینه صورت گیرد. معمولاً کمیته‌هایی که می‌نشینند و در این موارد تصمیم می‌گیرند، بعضی وقت‌ها بیشتر مشتمل بر افرادی هستند که شرایط لازم را ندارند. ایراد اساسی من به خیلی از برنامه‌ها این است. اگر لازم شود من حاضرم خودم آن را به صورت یک مقاله در اطلاعات منتشر کنم. به نظر من این‌ها می‌تواند مؤثر واقع شود. با توجه به همه جهات اولویت‌ها باید رعایت شود. شخصی که فارغ‌التحصیل می‌شود و دیگر ادامه تحصیل نمی‌دهد باید حداقل‌های ضروری زندگی را یاد گرفته باشد. با توجه به اینکه محتویات فیزیک دبیرستان، در دانشگاه هم تدریس می‌شود، باید موارد واقعاً مهم در دبیرستان بیاید. به متون غربی هم نگاه کنید آن‌ها هم به چیزهای اولویت‌دار می‌پردازند. باید توجه کنید اگر شخصی تحصیل را ادامه نداد چه چیزهایی لازم است یاد بگیرد و کسی که می‌خواهد در دانشگاه ادامه تحصیل دهد چه چیزهایی را لازم دارد.

رهبر: از اینکه دعوت ما را پذیرفتید بسیار
سپاس گزارم.

هیچ‌کدام از کشورهای اطراف ما ندارند. من ده، دوازده کشور اروپایی را به تفصیل دیده‌ام. خیلی از کشورهای خاورمیانه را هم دیده‌ام. هیچ کشوری امکانات ما را ندارد. ببینید آیا ترکیه نفت ما را دارد؟ نه، ندارد. خیلی چیزهایی که ما داریم آن‌ها ندارند، ولی آن‌ها خیلی جلو افتاده‌اند. من ترکیه حالا را مقایسه می‌کنم با ترکیه سال ۱۹۹۷ که رفته بودیم؛ یعنی حدود بیست سال پیش. آن از زمین تا آسمان فرق کرده است. برای اینکه آن‌ها فعال بوده‌اند. روند کنونی ما، روندی عادی نیست. باید روشنگری کرد. با مقاله‌نویسی با بیانیه‌نویسی و غیره. من یک جایی مطرح کردم که چرا شما به مواد تراربخته اعتراض نمی‌کنید. یک مرجع رسمی آمد و بیانیه داد. اعتراض‌های موجه می‌تواند خیلی مؤثر باشد. اگر خاطرتان باشد در سندج اعتراض دبیران این بود که ارزیابی دبیران براساس تعداد قبولی‌های کلاس است. من آن روز برمی‌گشتم، به آن‌ها گفتم فردا جناب فانی، وزیر آموزش و پرورش، اینجا هستند. پانصد امضا جمع کنید و اعتراض کنید. اثر دارد. معنی ندارد که براساس تعداد قبولی‌های یک کلاس، یک استاد ارزیابی شود. من اثرش را در دانشگاه هم دیده‌ام. این‌گونه ارزیابی‌ها به دانشگاه هم سرایت کرده است. ارزیابی دانشجو خیلی اثر دارد و دانشجو هم برخلاف قبل، به نمره دادن استاد نگاه می‌کند. ولی باید اعتراض کرد. هیچ راهی نیست واقعاً. هیچ‌وقت قطع امید نباید کرد. بعضی وقت‌ها یک جرعه آمده و به کلی جریان را عوض کرده است. ولی روند فعلی تربیت دانشجو و رفتاری که با آموزش و پرورش‌ها و دانشگاه‌ها می‌شود و عدم تأمین نیازهای اولیه آن‌ها، خسارت غیرقابل جبرانی بر ما وارد می‌کند.

خلیلی: اگر اجازه بدهید به بحث آموزش علوم برگردیم، که البته شما در تبیین اهمیت علوم پایه خیلی صحبت‌های خوبی داشتید. ما چند معضل جدی در آموزش و پرورش داریم. یکی از این معضلات بر می‌گردد به تنوع بیش از حد دروس. میانگین تعداد دروس در دنیا هفت عنوان است، اما این تعداد در ایران دست‌کم به ۱۳ عنوان می‌رسد. وقتی تنوع دروس را زیاد می‌کنید، مجال برای پرداختن به دروس پراهمیت که درواقع بایستی هسته مرکزی برنامه درسی را تشکیل بدهند، نمی‌ماند. از طرف دیگر، زمان آموزش و ساعت حضور دانش‌آموزان ما در مدرسه هم کم است. معضل دوم همین است. یعنی هم تنوع دروس زیاد و هم زمان آموزش کم است و این‌ها دو معضل جدی هستند.

گلشنی: با توجه به اینکه این موضوع خیلی مهمی است،



تأثیر آزمایش‌های دم دستی در علاقه‌مند کردن دانش‌آموزان به درس فیزیک

الهه زارعی روتانی

کارشناس ارشد مهندسی برق، دبیر فیزیک

مقدمه

آموختن فیزیک به تمرکز، تمرین، دقت و سازگاری با محیط پیرامون و درک ذهنی بالا برای شناخت آن نیاز دارد. بسیاری از دانش‌آموزان به این درس علاقه‌ای ندارند و آن را درسی خشک و سخت می‌پندارند. با بررسی پژوهش‌های انجام‌شده در کشور، مشخص شده است که در بیشتر مدارس، از بین اهداف دانشی، مهارتی و نگرشی، توجه زیادی به هدف‌های دانشی و انتقال مفاهیم نظری می‌شود و اهداف مهارتی و نگرشی مورد بی‌مهری قرار می‌گیرند (بدریان و اصفاء، ۱۳۸۷، ص ۲۳). همچنین به رغم اینکه بیشتر معلمان فیزیک به اهمیت استفاده از فعالیت‌های عملی در آموزش اثربخش فیزیک واقف و معتقدند که در آموزش این علم مشاهده‌محور باید آزمایشگاه نقش محوری ایفا کند، اما به نظر می‌رسد که انجام آزمایش در مدارس با مشکلات خاصی مواجه است (صفری، ۱۳۸۵). در این اقدام پژوهی سعی بر این است تا با انجام فعالیت‌های ساده آزمایشگاهی علاقه دانش‌آموزان را به این درس افزایش دهیم و کلاس جذاب داشته باشیم.

توصیف وضع موجود

من دبیر فیزیک دبیرستان ادب در روستای گوربند شهرستان میناب هستم. در اولین سال تدریس خود در یکی دو ماه اول، متوجه بی‌علاقگی و بی‌انگیزگی دانش‌آموزان به درس فیزیک شدم و پس از مشورت با همکاران دیگر فهمیدم که این، یک امر طبیعی است و دانش‌آموزان به این درس علاقه‌ای نشان نمی‌دهند. درس آزمایشگاه علوم تجربی، در اغلب مدارس به دبیر شیمی داده می‌شود و لذا ایشان نیز به سبب مهارت

چکیده

چندین دهه است که اهمیت استفاده از آزمایش و آزمایشگاه در آموزش فیزیک در بین متخصصان آموزش فیزیک و دبیران این رشته مطرح شده است. همگان بر این باورند که فیزیک علمی تجربی است و پیشرفت این دانش در دنیای کنونی ما نه تنها براساس محاسبات بر روی کاغذ (فیزیک نظری) بلکه در آزمایشگاه‌هایی اتفاق می‌افتد که در آن پدیده‌های نو فیزیکی مورد تجربه و تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند. برای درک مفاهیم اساسی فیزیک به آموزش از راه مشاهده و لمس طبیعت نیاز است و این جز با یاددهی از راه تجربه یا همان انجام آزمایش ممکن نیست؛ همچنین پرداختن صرف به مباحث نظری فیزیک بدون انجام آزمایش باعث خشک بودن کلاس درس می‌شود و انگیزه دانش‌آموزان را کاهش می‌دهد. اما عوامل زیادی از جمله کوتاه بودن زمان تدریس، بی‌توجهی به مهارت دانش‌آموزان در انجام آزمایش در ارزشیابی، تجربه و مهارت معلم و کمبود امکانات آزمایشگاهی مانع از ترکیب مباحث نظری درس فیزیک و آزمایش‌های مربوط به آن در کلاس درس می‌شود. در این اقدام پژوهی پس از نظرخواهی از دانش‌آموزان و مشورت با همکاران فیزیک، راهکارهای افزایش علاقه‌مندی دانش‌آموزان به درس فیزیک و تثبیت یادگیری این درس ارائه شده است.

کلیدواژه‌ها: فراگیری فیزیک، فعالیت‌های آزمایشگاهی، فعالیت‌های دم دستی، فعالیت‌های گروهی

نمونه‌ای از اجراها در کلاس درس

۱. آزمایش چگالی

در پایه دهم، هنگام تدریس مبحث چگالی، از دانش‌آموزان خواستیم که دو عدد پرتقال و دو عدد تخم مرغ و یک بطری نوشابه و مقداری نمک را به کلاس بیاورند. از دانش‌آموزان خواستیم بطری را نصف و هر دو قسمت را پر از آب کنند. یکی از پرتقال‌ها را پوست بکنند ولی پرتقال دیگر را با پوست در آب بیندازند و مشاهده‌های خود را بنویسند و از آن نتیجه‌گیری کنند. سپس از آن‌ها خواستیم که با دو عدد تخم مرغ آزمایشی طرح کنند که یکی از تخم‌مرغ‌ها روی آب قرار گیرد و دیگری در آب فرو رود. (شکل ۱)



▲ شکل ۱: آزمایش چگالی

۲. آزمایش فشار

برای مبحث فشار در پایه دهم از دانش‌آموزان خواستیم وسایلی از قبیل یونولیت، سوزن ته‌گرد و بادکنک تهیه کنند و روی یونولیت سوزن ته‌گرد را به فاصله‌های موازی و با تراکم زیاد قرار دهند. سپس بادکنک را به سوزن‌ها فشار دهند. آن‌ها با کمال تعجب و شگفتی مشاهده کردند که بادکنک نترکید و با بحث گروهی و از روی فرمول فشار به دلیل این پدیده پی بردند (شکل ۲). سپس از دانش‌آموزان خواستیم که کاربرد این پدیده را در زندگی روزمره به صورت تحقیق به کلاس ارائه دهند.



▲ شکل ۲: آزمایش فشار

۳. آزمایش دگرچسبی و همچسبی

برای آموزش مفهوم دگرچسبی و همچسبی در پایه دهم، یک شیشه، شمع و مقداری روغن تهیه کردیم. از دانش‌آموزان خواسته شد یک بار آب را روی سطح شیشه تمیز و بار دیگر سطح شیشه را به وسیله شمع دودانلود و با به روغن آغشته کنند و بعد روی آن آب بپاشند. نتایج به‌دست‌آمده دانش‌آموزان را

بیشتر خود در درس شیمی، آزمایش‌های مربوط به شیمی را برای دانش‌آموزان انجام می‌دهد و آزمایش‌های فیزیک مورد بی‌توجهی قرار می‌گیرد. از طرفی در این مدرسه که در روستای کوچکی واقع است آزمایشگاه مجهز وجود ندارد. لذا تصمیم گرفتیم روشی اتخاذ کنیم که با ایجاد انگیزه قوی در بین دانش‌آموزان، شور و شوق بیشتری در کلاس به‌وجود آوریم.

گردآوری اطلاعات (شواهد)

برای اینکه اطلاعات بیشتری از عوامل بی‌انگیزه بودن دانش‌آموزان به این درس به دست آوریم، با دانش‌آموزان خود هم به صورت شفاهی (گفت‌وگو) و هم به صورت پرسشنامه‌ای که در اختیار آن‌ها قرار دادم مشورت کردم. (جدول ۱)

جدول ۱: پرسشنامه شماره ۱

کم	متوسط	زیاد	تأثیر عوامل زیر در انگیزه و علاقه به فراگیری مفاهیم فیزیک
			۱. استفاده از وسایل آزمایشگاهی و انجام آزمایش
			۲. حل مثال و تمرین بیشتر
			۳. آگاهی دانش‌آموزان از کاربردهای مفاهیم فیزیک در زندگی روزمره
			۴. استفاده از روش‌های مختلف تدریس
			۵. استفاده از کلیپ‌های آموزشی

تجزیه و تحلیل داده‌ها

پس از بررسی پاسخ‌های دانش‌آموزان به پرسشنامه و صحبت‌هایی که با آن‌ها داشتیم، اطلاعات حاصل از این فعالیت را مورد تجزیه و تحلیل قرار دادم و به این نتیجه رسیدم که از دیدگاه دانش‌آموزان انجام فعالیت‌های آزمایشگاهی در کلاس درس و آگاهی آن‌ان از کاربردهای مفاهیم فیزیک در زندگی روزمره بیش از هر عامل دیگر در انگیزه و علاقه آن‌ها تأثیر می‌گذارد. دانش‌آموزان معتقد بودند که اگر همه مباحث درس با آزمایش تدریس شود یادگیری آن‌ها بیشتر می‌شود و علاقه و شور و اشتیاق بیشتری پیدا می‌کنند. در نتیجه تصمیم گرفتیم برای ماه آینده تدریس روی این عامل بیشتر توجه کنیم.

راه‌حل پیشنهادی

از آنجایی که در مدرسه آزمایشگاه مجهزی وجود نداشت تصمیم گرفتیم با وسایل ساده و در دسترس که هزینه زیادی نیاز نداشت و دانش‌آموزان می‌توانستند آن‌ها را تهیه کنند، آزمایش‌هایی در کلاس درس انجام دهیم. بنابراین دانش‌آموزان را گروه‌بندی کردم و از آن‌ها خواستیم که در هر جلسه به صورت گروهی بنشینند و علاوه بر حل مثال و تمرین به صورت گروهی، آزمایش‌های مربوطه را با هم انجام دهند که این کار شور و اشتیاق بیشتری به کلاس درس می‌داد.



▲ شکل ۵: آزمایش خطوط میدان مغناطیسی در اطراف آهنربا

۶. ساخت موتور الکتریکی

در مبحث نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان در پایه یازدهم که اساس ساخت موتورهای الکتریکی است، وسایلی از قبیل آهنربای نئودیمیم، سیم مسی، میخ، باتری و سنجاق تهیه کردیم. سپس نحوه ساخت سه نوع موتور الکتریکی را به دانش‌آموزان آموزش دادم و آن‌ها در گروه‌های خود با شور و اشتیاق این موتورها را ساختند. (شکل ۶)



▲ شکل ۶: آموزش ساخت سه نوع موتور الکتریکی

۷. ساخت آهنربای الکتریکی

آهنرباهای الکتریکی در زندگی روزمره کاربرد فراوانی دارند. از این رو از دانش‌آموزان خواستم برای ساخت این آهنربا، مقداری سیم مسی، میخ، باتری و سوزن ته‌گرد تهیه کنند و در گروه با همکاری همدیگر نزدیک به هزار دور سیم را به دور میخ بپیچند. با اتصال دو سر سیم به باتری و نزدیک کردن میخ به سوزن‌ها، با شگفتی متوجه شدند که میخ، سوزن‌ها را جمع می‌کند. (شکل ۷)



▲ شکل ۷: آموزش ساخت آهنربای الکتریکی

بر سر ذوق آورد و فهمیدند چرا آب روی ظرف‌های چرب قطره قطره می‌شود و برای شستن آن از آب گرم و مایع ظرفشویی استفاده می‌کنیم. (شکل ۳)



▲ شکل ۳: آزمایش همچسبی و دگرچسبی

۴. بستن مدار الکتریکی روی برد و اندازه‌گیری ولتاژ، جریان و مقاومت معادل

در پایه یازدهم برای آشنایی دانش‌آموزان با مقاومت، بستن مدارات الکتریکی و کار با ابزار مولتی‌متر و اندازه‌گیری ولتاژ، جریان و مقاومت معادل مدار، از آن‌ها خواستم تعدادی مقاومت، برد پود و سیم تهیه کنند. دانش‌آموزان از نزدیک، مقاومت‌های ترکیبی را مشاهده کردند. ابتدا با استفاده از رنگ‌های روی هر مقاومت، مقدار مقاومت الکتریکی آن را به دست آوردند و سپس کار با ابزار مولتی‌متر را یاد گرفتند و این بار با قسمت اهم‌سنج مولتی‌متر، مقدار مقاومت الکتریکی هر مقاومت را اندازه گرفتند و با مقدار قبلی مقایسه کردند. نحوه بستن مقاومت‌ها به صورت موازی و متوالی روی برد را که ابزاری برای بستن مدارهای الکتریکی روی آن است، به دانش‌آموزان آموزش دادم و بعد از آن مقدار مقاومت معادل به وسیله مولتی‌متر اندازه‌گیری شد و دانش‌آموزان به صورت عملی نیز متوجه شدند که مقاومت معادل در مقاومت‌های متوالی، بیشتر و در مقاومت‌های موازی، کمتر از هر یک از مقاومت‌ها می‌شود. در نهایت با وصل یک منبع تغذیه به مدار، مقادیر ولتاژ و جریان مقاومت‌ها با قسمت ولت‌سنج و آمپر سنج مولتی‌متر، اندازه‌گیری شد. (شکل ۴)



▲ شکل ۴: بستن مدار و اندازه‌گیری ولتاژ، جریان و مقاومت معادل

۵. آزمایش خطوط میدان مغناطیسی اطراف آهنربا

برای آزمایش خطوط میدان مغناطیسی، وسایل ساده‌ای از قبیل آهنربا، کاغذ A۴ و براده آهن توسط دانش‌آموزان تهیه شد.



▲ شکل ۱۰: استفاده از کلیپ آموزشی برای جذاب کردن کلاس درس

گردآوری اطلاعات (شواهد ۲)

برای اینکه برایم دقیقاً مشخص شود که راهکار اجرایی تا چه حد در ایجاد انگیزه و علاقه برای فراگیری مفاهیم فیزیک در دانش آموزانم مؤثر بوده است در آخر سال تحصیلی از راه پرسش شفاهی و پرسشنامه‌ای که در اختیار دانش آموزان قرار دادم به گردآوری اطلاعات پرداختم (جدول ۲). شواهد جمع‌آوری شده رضایت‌مندی دانش آموزان را نشان می‌داد. در پرسش شفاهی دانش آموزان می‌گفتند که اگر همیشه درس به صورت آزمایش تدریس می‌شد، بهتر یاد می‌گرفتیم. کمترین تأثیر فعالیت‌های آزمایشگاهی این است که دانش آموزان متوجه می‌شوند که مباحثی که در کلاس درس فرا می‌گیرند، در زندگی روزمره آن‌ها چه نقشی دارد. استفاده از کلیپ‌های جذاب آموزشی نیز در مفاهیم فیزیک، تأثیر بسزایی بر انگیزه و یادگیری آنان گذاشت.

جدول ۲: پرسشنامه شماره ۲

میزان رضایتمندی دانش آموزان از کلاس درس	زیاد	کم	متوسط
قبل از آبان ماه			
بعد از آبان ماه			

نتیجه‌گیری

آموزش علوم و به ویژه فیزیک، سنگ بنای پیشرفت‌های علمی و فنی جامعه تلقی می‌شود و در کشور ما باید در این زمینه گام‌های بلندی برداشته شود. فیزیک باید به گونه‌ای آموزش داده شود که علاوه بر اینکه شاگردان را با اصول و مفاهیم علم فیزیک آشنا می‌کند و آن‌ها را برای زندگی در جهان رو به رشد و فناوری‌های امروز آماده می‌کند، شوق یاد گرفتن را نیز در آن‌ها افزایش دهد و شاگردان را به یادگیرندگان مادام‌العمر تبدیل کند. اگر آموزش علوم تاکنون روح خلاقیت را در وجود اکثر تحصیل کرده‌های ما ندمیده است، باید علت آن را بی‌برنامگی و عدم استفاده از آزمایش و مشارکت دادن دانش آموزان دانست. آگاهی از امکانات و به کارگیری مواد و ابزار و اطلاع از چگونگی کاربرد آن‌ها، معلمان را آماده می‌سازد تا دانش آموزان کنجکاو و علاقه‌مند را در ساختن وسایل و انجام آزمایش‌های کتاب یاری کنند.

منابع

۱. بدریان، عابد و اصفاء، آرزو (۱۳۸۷)، «بررسی میزان اثربخشی آزمایشگاه‌های فیزیک»، مجله رشد آموزش فیزیک، دوره ۲۴، ش ۱، صص ۲۶-۲۲.
۲. صفری، پروا (۱۳۸۵)، «آموزش علوم تجربی و ضرورت نوآوری در همگرایی با فعالیت‌های آزمایشگاهی»، اولین همایش ملی نوآوری‌های آموزشی، تهران

۸. ساخت قطار مغناطیسی

یکی دیگر از آزمایش‌های جذاب برای دانش آموزان ساخت قطار مغناطیسی بود. با همکاری گروه‌ها، سیم بدون روکش، باتری آلکالین و دو آهنربای نئودیمیم تهیه کردیم. دانش آموزان در گروه‌ها سیم را به دور لوله‌ای پیچاندند و به شکل سیملوله درست کردند. سپس قطب‌های همنام آهنربا را در طرف باتری قرار دادند. با عبور باتری از سیملوله با کمال تعجب مشاهده کردند که باتری از یک سر سیملوله به سر دیگر آن حرکت می‌کند. (شکل ۸)



▲ شکل ۸: آموزش ساخت قطار مغناطیسی

۹. ساخت مولد الکتریکی

در مبحث القای الکترومغناطیسی پایه یازدهم، دانش آموزان اساس کار مولدهای جریان برق را یاد گرفتند و در کلاس درس با همکاری در گروه‌هایشان، یک مولد جریان برق ساختند. به این ترتیب که سیم مسی را به دور یک سرنگ پیچیدیم و به دو سر سیم ال ای دی وصل کردیم. در داخل سرنگ آهنربای نئودیمیم قرار دادیم. با تکان دادن سریع آهنربا در سرنگ، ال ای دی روشن شد. (شکل ۹)



▲ شکل ۹: آموزش ساخت مولد جریان برق

در کلاس درس فیزیک که مباحث برای دانش آموزان خشک و دیر فهم است، انجام آزمایش‌های کوچک با وسایل ساده، انگیزه و شوق یادگیری را در دانش آموزان افزایش می‌دهد.

۱۰. کلیپ آموزشی مولد واندوگراف

کلیپ‌های آموزشی، هم می‌تواند شور و شوق بیشتری به دانش آموزان برای یادگیری دهد و هم گاهی مواقع مشکل کمبود وسایل آزمایشگاهی را تا حدودی جبران کند. (شکل



گرچه نظریه تورمی بسیار موفق بوده، بحث‌های زیادی در این مورد طی سال‌ها وجود داشته است.

برخی از دانشمندان نظریه‌های بسیار متفاوتی را برای توجیه نتایج تجربی یکسان با نظریه تورمی به وجود آورده‌اند. در برخی از این نظریه‌ها، عالم آغازین به جای انبساط، منقبض می‌شده است، در نتیجه مهبانگ بخشی از یک جهش بزرگ بوده است. بعضی پژوهشگران - از جمله اوی لوب^۲، فرانک بی. برد^۳ استاد بخش علوم و اخترشناسی هاروارد - نگرانی‌هایی را درباره این نظریه مطرح و گفته‌اند که این انعطاف‌پذیری ظاهراً بی‌پایان آزمون آن را ناممکن می‌سازد.

لوب می‌گوید: «وضعیت کنونی تورم را می‌توان این‌طور بیان کرد که انعطاف‌پذیری ایده بطلان تجربی آن را ناممکن می‌سازد» و «هر نتیجه‌ای که افراد با اندازه‌گیری به دست آورند را می‌توان با استفاده از مدل‌هایی از تورم توصیف کرد». بنابراین، آزمایش‌ها فقط می‌توانند جزئیاتی را در چارچوب مدل تورمی تثبیت کنند، اما قادر به آزمون اعتبار خود چارچوب نیستند. با این همه، ابطال‌پذیری باید ویژگی هر نظریه علمی باشد. در اینجاست که شینگنگ چن^۴ وارد صحنه می‌شود.

چن دانشیار اخترشناسی و همکارانش طی سال‌ها ایده استفاده از چیزی موسوم به «ساعت استاندارد آغازین» را به‌عنوان کاوند عالم آغازین بسط داده‌اند. او همراه با لوب و ژونگ زی شیانیه^۵، یک پژوهشگر پسادکتری در بخش فیزیک پس از آگاهی از یک بحث در مورد اینکه آیا نظریه تورمی اصلاً پیش‌بینی انجام می‌دهد در سال ۲۰۱۷، این ایده را در مورد نظریه‌های غیر تورمی به کار برد. در مقاله‌ای که در فیزیکیال ریویو لترز^۶ به پیشنهاد سردبیر چاپ شد، این گروه روشی را برای اثبات بطلان تجربی نظریه تورمی مطرح کردند.

در تلاش جهت یافتن ویژگی‌هایی که می‌تواند تورم را از دیگر نظریه‌ها جدا کند، گروه شروع به شناسایی مشخصات نظریه‌های مختلف مانند تاریخچه تحول اندازه عالم آغازین کرد. شیانیه می‌گوید: «مثلاً در برخی نظریه‌ها اندازه عالم به‌صورت نمایی رشد می‌کند، و در برخی نظریه‌ها اندازه آن به‌طور آرام یا بسیار سریع منقبض می‌شود.

مشاهده‌پذیرهای معمولی پیشنهاد شده این مشکل را دارند که به کمک آن‌ها نمی‌توان نظریه‌های مختلف را از هم تمیز داد، زیرا مستقیماً به این ویژگی مربوط نیستند. بنابراین می‌خواستیم مشاهده‌پذیرهایی را بیابیم که بتوان آن‌ها را به ویژگی‌های تعیین‌کننده ربط داد».

سیگنال‌های تولید شده توسط ساعت استاندارد آغازین را می‌توان برای این منظور به کار برد.

چن می‌گوید: این ساعت هر نوع ذره بنیادی با جرم زیاد در عالم آغازین پرنانرژی است. این ذرات باید در هر نظریه وجود داشته باشند، و آن‌ها درست مثل آونگ یک ساعت با بسامد منظم نوسان می‌کنند.

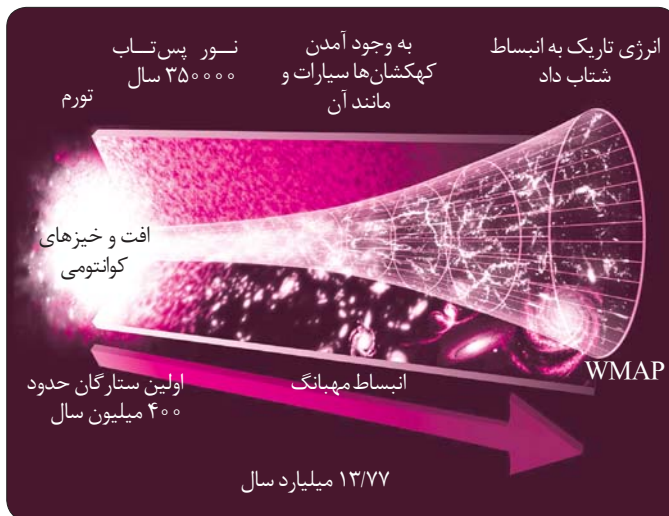
مرزهای فیزیک

تازه‌ترین اخبار پژوهشی

دکتر منیژه رهبر

پیش از مهبانگ

پیترو روتل^۱



بررسی خلاصه پیشنهادهای جدید برای کاوش عالم آغازین

اغلب افراد علاقه‌مند به نجوم و کیهان با «مهبانگ» آشنا هستند؛ این فکر که عالم به‌طور باورنکردنی داغ و چگال به چیزی تبدیل شد که امروز می‌شناسیم. اما درباره آنچه پیش از آن وجود داشت چه می‌دانیم؟

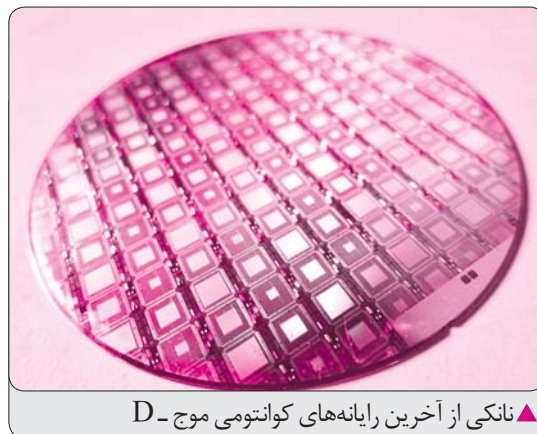
در پی حل معماهایی که در شرایط اولیه مهبانگ وجود داشت، دانشمندان نظریه‌هایی را برای توصیف عالم آغازین مطرح کرده‌اند که موفق‌ترین آن‌ها - موسوم به تورم کیهانی - بیان می‌کند چگونه اندازه عالم در کسر کوتاهی از یک ثانیه درست پیش از مهبانگ به سرعت زیاد شد.

عالم آغازین کاملاً یکنواخت نبود. افت و خیزهای کوانتومی بذره‌های ساختار بزرگ مقیاس عالم کنونی و کلید اطلاعاتی شدند که فیزیکدانان امروز می‌توانند در مورد آنچه پیش از مهبانگ رخ داد به آن تکیه کنند. نظریه‌ای که چن مطرح می‌کند آن است که تیک‌های ساعت استاندارد سیگنال‌هایی را تولید کرد که در ساختار این افت و خیزها نقش بسته است و چون ساعت‌های استاندارد در عالم‌های آغازین مختلف طرح‌های سیگنال متفاوت داشته‌اند، می‌توانند تعیین کنند که کدامیک از نظریه‌های مربوط به عالم آغازین از همه درست‌تر است.

چن می‌گوید: «اگر همه اطلاعاتی که تاکنون درباره آنچه پیش از مهبانگ رخ داده است را حلقه‌های فیلم در نظر بگیریم، ساعت استاندارد به ما می‌گوید چطور باید آن را به کار بیندازیم. بدون این ساعت نمی‌توانیم بدانیم فیلم را باید جلو ببریم یا عقب، کند حرکت دهیم یا تند - درست مثل اینکه نمی‌دانیم عالم آغازین منبسط می‌شده است یا منقبض، و این کار با چه سرعتی انجام می‌گرفته است. مسئله این است. ساعت استاندارد تعیین می‌کند که هریک از این فریم‌ها مربوط به چه زمانی

رایانه کوانتومی چیست؟

جیمز مک دونالد^۱ پژوهشگران مدعی آن هستند که زمان را در یک رایانه کوانتومی به عقب برگردانده‌اند، اما بیشتر ما هنوز در پی شناخت مفهوم این جمله هستیم.



▲ نانکی از آخرین رایانه‌های کوانتومی موج - D

دهه‌هاست که چیزهایی را درباره توان بالقوه باور نکردنی رایانه‌های کوانتومی می‌شنویم. اکنون، پژوهشگران مدعی آن هستند که در یک ماشین کوانتومی زمان را به عقب برگردانده‌اند. این وسیله‌ها، که اکنون فقط به صورت نمونه اولیه وجود دارند، توان بالقوه این را دارند که بسیار سریع‌تر از رایانه‌های فعلی باشند. اما یک رایانه کوانتومی چیست؟

پیش از مهبانگ است و فیلم درباره چیست». این گروه محاسبه کرده است که چگونه باید به این سیگنال‌های ساعت استاندارد در نظریه‌های غیرتورمی نگریست و چطور باید آن‌ها را در رصدهای اخیر فیزیکی جست‌وجو کرد. شبانیو می‌گوید: «اگر طرحی از سیگنال‌های نشانگر عالم منقبض شونده یافته شود، کل نظریه تورمی، بدون توجه به مدل‌هایی که بر مبنای آن ساخته شده است، باطل می‌شود».

موفقیت این ایده وابسته به آزمایش است. به گفته چن، «آشکارسازی این سیگنال‌ها کاری بسیار ظریف است. پیشنهاد ما این است که باید نوعی میدان‌های عظیم وجود داشته باشند که این نقش‌ها را تولید کنند و ما طرح آن‌ها را محاسبه کرده‌ایم، اما بزرگی آن‌ها و دامنه این سیگنال‌ها را نمی‌دانیم. شاید آن‌ها بسیار ضعیف و آشکاری‌سازی‌شان بسیار دشوار باشد، پس باید آن‌ها را در بسیاری از مکان‌های مختلف جست‌وجو کنیم. یکی از این مکان‌ها تابش زمینه کیهانی است. توزیع کهکشان‌ها شق دیگر است. ما قبلاً این جست‌وجو را شروع کرده‌ایم و نامزدهای جالبی هم وجود دارند، ولی به اطلاعات بیشتری نیاز داریم».

پی‌نوشت‌ها

1. Peter Reuell
2. Avi Loeb
3. Frank B. Baird
4. Xingang Chen
5. Zhong-Zhi Xianyu
6. Physical Review Letters

منبع

The Harvard Gazette

رایانه کوانتومی به جای ریزتراشه‌ها و مدارها، متکی بر اصول مکانیک کوانتومی است. به‌ویژه، متکی به درهم‌تنیدگی کوانتومی، یا توانایی تأثیرگذاری یک ذره زیراتمی بر ذرات زیراتمی متفاوت در فاصله دور است. این تأثیرگذاری درواقع آنی است و در نتیجه توانایی افزایش سرعت محاسبه را دارد، درواقع، رایانه کوانتومی تمام نتایج ممکن یک محاسبه را بلافاصله حساب می‌کند.

رابرت اف. سرویس^۲ در مجله ساینس می‌نویسد که رایانه‌های کوانتومی درست مثل رایانه‌های معمولی، اطلاعات را به صورت ۰ها و ۱های معروف به بیت‌ها ذخیره می‌کنند. اما، یکی از اصول مکانیک کوانتومی آن است که ذرات زیراتمی هم‌زمان در تمام شرایط، یا حالت‌ها، وجود دارند. ذره فقط وقتی در یک حالت مستقر می‌شود که مشاهده شود. چون ذرات منتقل‌کننده اطلاعات هم‌زمان در چند حالت هستند، بیت‌های کوانتومی (کوبیت‌ها) می‌توانند هم‌زمان تا حدودی ۰ و ۱ تا حدودی ۱ باشند. این بیت‌های دورگه عجیب می‌توانند اصولاً هر مقدار درصدی از مقادیر بین ۰ و ۱ را در هر زمان اختیار کنند. درواقع، یک رایانه کوانتومی تمام نتایج ممکن محاسبه را بلافاصله حساب می‌کند. با دارا بودن این توان، رایانه کوانتومی برای محاسبه هر چیز به تعداد بسیار زیادی بیت نیاز ندارد.

اما هنوز چند مشکل وجود دارد. یکی از آن‌ها شکننده بودن حالت‌های چندگانه و درهم‌تنیدگی بین آن‌هاست، به طوری

پی‌نوشت‌ها

1. James Mas Donald
2. Robert F. Service
3. Charles Q. Choi

منبع

<http://daily.jstor.org/what-is-a-quantum-computer/>

کرده‌اند. اما، به‌رغم سال‌ها امتحان کردن، هنوز هیچ‌کس یک رایانه کوانتومی نساخته است که در آن کویت‌ها بیش از یک یا دو ثانیه دوام بیاورند. بستن کویت‌ها به هم یا متصل کردن آن‌ها به یک رایانه متعارف که بتواند اطلاعات را به خروجی قابل استفاده تبدیل کند هم دشوار بوده است.

اما به‌رغم چالش‌های مهندسی، برخی افراد اطمینان دارند که یک رایانه کوانتومی عملی در واقع محقق خواهد شد. با توجه به هزینه و انرژی زیاد مورد نیاز، روی میز قرار گرفتن رایانه‌های کوانتومی در آینده نزدیک نامحتمل است.

که کویت‌ها می‌توانند در یک فرایند موسوم به واهمدوسی در هم شکسته شوند. برای مقابله با واهمدوسی، کویت‌های اضافی به‌عنوان پشتیبان ضروری هستند.

به گفته چارلز. کیو. چو^۲، فیزیک محاسبه کوانتومی به خوبی شناخته شده است. مسئله ساخت ماشینی است که بتواند نه تنها کویت‌ها بلکه چندین کویت متصل به هم توسط مدارهای موسوم به دریچه‌های منطقی کوانتومی را کنترل کند. مهندسان رهیافت‌های گوناگون استفاده از لیزرها، ذرات یونیده به‌دام‌افتاده در میدان‌های مغناطیسی، و ابررساناها را امتحان

اولین تصویر از یک سیاهچاله

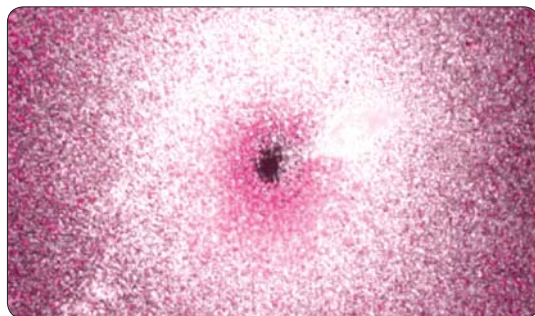
این یک هیولای واقعی و قهرمان سنگین‌وزن سیاهچاله‌های موجود در عالم است.

پالاب گوش^۱



به گفته پروفیسور هانیو فالکه «هنوز باید بفهمیم این نور چگونه تولید شده است». تصویر یک «حلقه آتش» بسیار درخشان را نشان می‌دهد که حلقه تاریک دایره‌ای را احاطه کرده است. هاله درخشان را گاز بسیار گرمی تولید کرده است که در حفره فرو می‌افتد. این نور درخشان‌تر از مجموع نور میلیاردها ستاره موجود در کهکشان است. به این دلیل توانسته‌ایم آن را در این فاصله دور از زمین مشاهده کنیم.

لبه دایره تاریک در مرکز نقطه‌ای است که در آن گاز وارد حفره می‌شود و جسمی است که چنان کشش گرانشی شدیدی دارد که حتی نور نمی‌تواند از آن بگریزد.



اخترشناسان اولین تصویر را از سیاهچاله‌ای گرفته‌اند که در یک کهکشان دوردست قرار دارد.

عرض این سیاهچاله ۴۰۰ میلیارد کیلومتر - یعنی سه میلیون برابر اندازه زمین - است و دانشمندان آن را «یک هیولا» توصیف کرده‌اند.

فاصله این سیاهچاله از زمین ۵۰۰ میلیون تریلیون کیلومتر است و شبکه‌ای متشکل از هشت تلسکوپ در سراسر جهان از آن عکس‌برداری کرده است.

جزئیات این کار در مجله استروفیزیکال جورنال لترز^۳ چاپ شده است. این تصویر را تلسکوپ افق رویداد^۴ (EHT)، شبکه‌ای متشکل از هشت تلسکوپ رادیویی متصل به یکدیگر گرفته است.

پروفیسور هانیو فالکه^۵، از دانشگاه رادبود^۶ در هلند، که این آزمایش را پیشنهاد کرد گفت: «این سیاهچاله در کهکشان موسوم به MAV قرار دارد و آنچه مشاهده می‌کنیم بزرگ‌تر از کل منظومه شمسی است».

«جرم این سیاهچاله ۶/۵ میلیارد برابر خورشید و یکی از سنگین‌ترین سیاهچاله‌هایی است که گمان می‌کنیم وجود دارد.

پی‌نوشت‌ها

1. Pallab Ghosh
2. Astrophysical Journal Letters
3. Event Horizon Telescope
4. Heino Falcke
5. Radboud
6. Ziri Younesi

منبع

www.bbc.co.uk/news/science

پی‌نوشت‌ها

1. Oliver Mücke
2. Jenny Witt
3. German Electron Synchrotron DESY
4. Max Planck Institute for Structure and Dynamics of Matter
5. Nature Communications

منبع

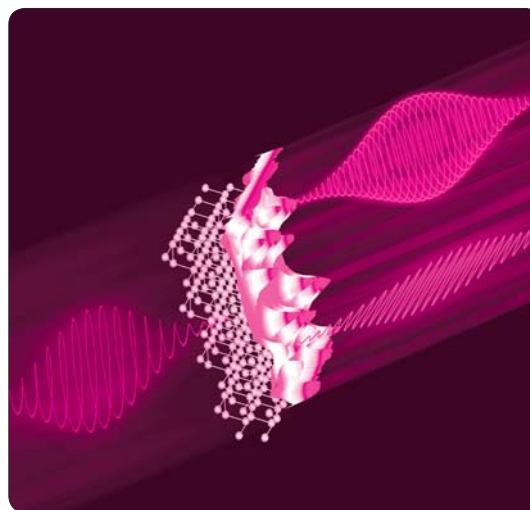
Max Planck Institute for the Structure and Dynamics of Matter

اما در اختیار داشتن اولین تصویر به پژوهشگران امکان می‌دهد که چیزهای بیشتری را دربارهٔ این اجسام اسرارآمیز یاد بگیرند. آن‌ها علاقه‌مند به جست‌وجوی مواردی هستند که باعث می‌شود سیاهچاله با آنچه در فیزیک از آن انتظار داریم تفاوت داشته باشد. هیچ‌کس واقعاً نمی‌داند حلقه درخشان اطراف سیاهچاله چطور به وجود آمده است. هیجان‌انگیزتر از آن، پرسش مربوط به سرنوشت یک جسم پس از فرو افتادن در سیاهچاله است.

به گفتهٔ دکتر زیری یونسی^۲ از «یونیورسیتی کالج» لندن و یکی از اعضای گروه EHT «گرچه سیاهچاله‌ها اجسام نسبتاً ساده‌ای هستند، اما پرسش‌های پیچیده‌ای را دربارهٔ سرشت فضا و زمان، و سرانجام موجودیت خود ما مطرح می‌کنند. شگفت این‌که تصویر مشاهده‌شده بسیار شبیه چیزی است که از محاسبه‌های نظری به دست می‌آید. تاکنون به نظر می‌رسد که اینشتین همواره حق داشته است».

دست‌آموز کردن پیچ‌نوری

اولیور موکه^۱، جنی ویت^۲



اتوئانیه یک میلیاردیم میلیاردیم ثانیه است و در بسیاری از حوزه‌های علم، از جمله فیزیک، شیمی و زیست‌شناسی به کار می‌رود. این پدیده میدان قوی بسیاری از فوتون‌های کم‌انرژی یک تپ لیزری شدید را به فوتون با انرژی بیشتر تبدیل می‌کند. در حالی که فرایند HHG در گازهای اتمی و مولکولی کاملاً شناخته نشده است، اما در مورد سازوکار تبدیل بسامد در مواد جامد هنوز جر و بحث‌های زیادی وجود دارد.

دانشمندان با استفاده از آزمایش‌های HHG و شبیه‌سازی‌های نظری پیشرفته اکنون توانسته‌اند شناخت عمیق‌تری از الکترونیک و دینامیک ساختاری در مقیاس‌های کوتاه‌تر از یک نوسان میدان نور به دست آورند. این کار در مجله نیچر کامیونیکیشنز^۵ چاپ شده است.

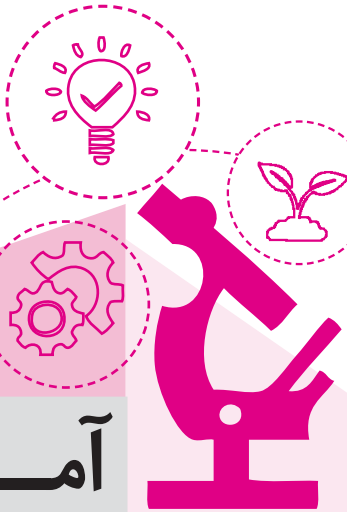
میدان‌های هماهنگ گسیل شده می‌توانند به‌طور خطی نوسان کنند، یا به‌طور بیضوی یا دایره‌ای در جهت ساعتگرد یا پادساعتگرد (درست مثل یک پیچ‌نوری) بچرخند. دانشمندان اکنون نشان داده‌اند که چگونه هماهنگ‌های حالت‌های قطبش و دستگردی آن‌ها اطلاعات با ارزشی در مورد ساختار بلور و دینامیک بسیار سریع میدان‌های قوی در اختیار می‌گذارد، و چگونه می‌توان این هماهنگ‌های حالت‌های قطبش را کنترل کرد.

به علاوه، چون این هماهنگ‌ها در یک دورهٔ میدان محرک فرودی به وجود می‌آیند، این روش دارای توان تفکیک زمانی کوچک‌تر از چیزی است که بتوان با چشم غیرمسلح دید. این کار مواد سیلیسیم و کوارتز را برای به وجود آوردن روش‌های اسپکتروسکوپی جدید بررسی می‌کند. اما روشی چندمنظوره است و انتظار می‌رود کاربردهای مهمی در بررسی‌های آتی مواد کوانتومی جدید مانند مواد همبسته قوی، عایق‌های توپولوژیک و مواد مغناطیسی داشته باشد.

وقتی یک میدان لیزری قوی (موج‌طرف‌چپ) با جامد بلورین (سفید) برهم‌کنش کند، میدان‌های هماهنگی مرتبهٔ بالاتر (در طرف راست) گسیل می‌شوند که حالت قطبش آن‌ها (خطی، بیضوی یا دایره‌ای) را تقارن بلور تعیین می‌کند و می‌توان آن‌ها را با دینامیک میدان قوی کنترل کرد. طرح رنگی شکل بیضوی بودن هماهنگ نهم سیلیسیم را نشان می‌دهد.

دانشمندان DESY^۳ و MPSD^۴ هماهنگ‌های مرتبهٔ بالاتر جامدات را با کنترل حالت‌های قطبش و با استفاده از تقارن بلور و دینامیک الکترونیک اتوئانیه (10^{-18} s) به دست آورده‌اند. این روش می‌تواند کاربردهای جالب توجهی در الکترونیک پتاهرتز (10^{15} Hz) یا بررسی‌های اسپکتروسکوپی مواد کوانتومی جدید داشته باشد.

فرایند تولید غیرخطی هماهنگ‌های مرتبهٔ بالا در گازها (HHG) یکی از پایه‌های علوم اتوئانیه را تشکیل می‌دهد. یک



آموزش علوم با رویکرد کاوشگری در کلاس چهارم دبستان و چالش‌های بومی‌سازی آن

هانیه عالی‌نژاد، مریم چراغ‌خانی

مقدمه

می‌شود و با توانا کردن آن‌ها به پیشبرد پژوهش‌های خودشان، به یادگیری فعال در آن‌ها می‌انجامد. چون نشانه گرفتن انگیزه و علایق بچه‌ها بر عملکرد آن‌ها تأثیر مثبت دارد. کاوشگری به‌عنوان یک رویکرد تأثیرگذار برای یادگیری مفاهیم و طبیعت واقعی علم شناخته می‌شود (۵). در واقع برای اینکه به کودکی کمک کنیم تا مسئله‌ای را حل کند، آن مسئله برای او معنی‌ای پیدا کند و تا حد ممکن در ایجاد و توسعه آن نقش داشته باشد. به‌طور خلاصه باید مسئله خود کودک شود تا او متمایل به حل آن شود (۶).

اما پیاده‌سازی و اجرای این روش در کلاس درس، به دو گام اساسی نیاز دارد: آموزش این روش، مهارت‌ها و نگرش‌های لازم به آموزگاران و تهیه منابع و طراحی یک طرح درس درست و کارآمد پیش از اجرا. برای تحقق گام اول، برگزاری کارگاه‌های آموزشی - عملی و ترتیب دادن دوره‌های مطالعاتی و نشست‌های هم‌فکری می‌توانند راه‌گشا باشند. شاید به‌نظر برسد گام دوم چندان ضروری نیست و برای این کار می‌توان از منابع مطالعاتی و طرح‌درس‌های از پیش تدوین‌شده توسط گروه‌های دیگری که پیش از این روی تدریس به روش کاوشگری فعالیت داشته‌اند و تجربه‌های خود را در قالب کتاب، مقاله، لوح فشرده یا... به چاپ رسانده‌اند استفاده کرد که در واقع هم‌زمان کمکی نیز به تحقق گام اول باشد. اما واقعیت این

کاوشگری فرایند کسب اطلاعات با پژوهش و بررسی توسط کسی است که علاقه‌مند به پدیده نهفته در یک پرسش است (۱). کاوشگری را می‌توان به این شکل تعریف کرد: «فرایند تشخیص مسئله، نقد آزمایش‌ها، تشخیص جایگزین‌ها، طراحی پژوهش‌ها، بررسی حدس و گمان‌ها، جست‌وجوی اطلاعات، مدل‌سازی، گفت‌وگو با همسالان و پروردن استدلال‌های منسجم» (۲). از نظر هیانگ (۳) کاوشگری بررسی یک مسئله، یافتن حقیقت یا دانش که خود نیازمند تفکر، مشاهده، پرسشگری، انجام آزمایش و نتیجه‌گیری است و به تفکر خلاق و استفاده از شهود نیاز دارد. در روش تدریس کاوشگری سه حوزه کاوش، کشف و تجربه وجود دارد. کاوشگری فرایند شناخت علم از طریق انجام آزمایش‌های علمی است. همچنین افراد از طریق آزمون و خطاها و جست‌وجوی اطلاعات می‌توانند کم‌کم مدل‌ها و ارتباطات را ببینند که این به فرایند کشف می‌انجامد. کشف برای به‌دست آوردن دانش، مفاهیم و تعمیم آن‌هاست. اگر کاوشگری و کشف هم‌زمان اتفاق بیفتند تا فرایند توسعه مهارت‌های علمی محقق شود، در واقع تجربه حاصل شده است. آکسلا قابلیت‌های روش کاوشگری در علوم را شامل تصمیم‌گیری، تفکر انتقادی، انعطاف‌پذیری، بردباری و استقلال می‌داند (۴).

آموزش بر مبنای کاوشگری می‌تواند روشی پراگیزه برای یادگیری علوم باشد زیرا روی علایق خود بچه‌ها متمرکز

است که این کار نمی‌تواند به نتایجی مشابه آنچه طراحان اصلی طرح درس به دست آورده‌اند بینجامد و در واقع طرح درس‌ها باید بومی‌سازی شوند. زیرا مخاطبان اصلی این روش، کودکان هستند و کودکان برای شناخت دنیای اطرافشان از احساسات و تجربه‌های قبلی خود استفاده می‌کنند. براساس چیزهایی که دیده‌اند و تجربه کرده‌اند فرضیه می‌سازند و استدلال می‌کنند. همچنین از زبان و مهارت‌های زبان‌شناختی با توجه به تفاوت‌های اجتماعی و فرهنگی‌شان استفاده‌های متفاوتی دارند. بنابراین فرهنگ، رسوم، عادات و ویژگی‌های هر فرهنگ و قومی می‌تواند روی مخاطبان این روش یعنی کودکان تأثیر خیلی زیادی داشته باشد. بنابراین شاید برخی مراحل کار یا بعضی از جزئیات اجرای کار در فرهنگی بسیار موفق و مؤثر پیش برود در حالی که با آداب مخصوص فرهنگی دیگر یا روی مخاطبان مربوط به ملیتی دیگر اصلاً پاسخگو نباشد. یا حتی امکان دارد برخی مراحل کار با اعتقادات و نظام معیار مربوط به فرهنگ کشوری سازگار نباشد. به همین دلیل به نظر می‌رسد بومی‌سازی مدل کاوشگری برای اجرای موفق این رویکرد در کلاس‌های درس یا به‌طور کلی در امر آموزش، بسیار لازم و ضروری باشد. به همین دلیل بر آن شدیم با اجرای یکی از طرح درس‌های از پیش نوشته‌شده مربوط به مدل کاوشگری، چالش‌ها و مسائل مخصوص به اجرای آن در کشور ایران را بیابیم و برای بومی‌سازی آن کارهای لازم را انجام دهیم.

کلیدواژه‌ها: آموزش علوم، کاوشگری، بومی‌سازی

یادگیری به روش کاوشگری:

آموزش به روش کاوشگری بر چند اصل استوار است:

کنجکاوی: اگر کنجکاوی نبود علمی وجود نداشت. کنجکاوی یک ویژگی مغز بشر به بهترین شکل است. ما جهان هستی را با تمام احساسمان و نه فقط دیدن درک و از آن پرسش می‌کنیم. در واقع احساسات ما ابزارهای اندازه‌گیری ما هستند.

مشاهده: دیدن با مشاهده کردن فرق دارد. ما چیزهای زیادی می‌بینیم ولی خیلی کم مشاهده می‌کنیم. تفاوت آن‌ها توانایی ما برای توجه کردن است. اغلب بزرگسالان به دنیا متفاوت نگاه می‌کنند. آن‌ها چیزهای زیادی دیده‌اند و فکر می‌کنند باید جای دیگری بروند تا ببینند. مشاهده کنجکاوانه آن است که شخص به جای فقط دیدن سطحی چیزها، آن‌ها را واقعاً مشاهده کند و چیزهایی که قبلاً ندیده است را ببیند و این چیزها ابزارهای دانش هستند.

تخیل: وقتی بچه‌ها پدیده‌ای را مشاهده می‌کنند، تخیل آن‌ها برانگیخته می‌شود. مثلاً با مشاهده خسوف شاید فکر کنند که

اژدها ماه را خورد! اما تخیل علمی بچه‌ها در کلاس درس باید از مسیر مشخصی بگذرد. بچه‌ها امتیازی عالی برای داشتن تخیل فعال دارند ولی با خطر ناتوانی در کنترل آن روبه‌رو هستند. این وظیفه آموزش دهنده است که این دو را به هم مرتبط و پایه‌های رویکرد علمی را بنا کند.

طبیعت: ممکن است فکر کنیم که معلومات علمی مجموعه‌ای قابل‌تحسین و تأمل است که کتابخانه‌ها و پایگاه داده‌های اینترنتی را پر کرده و ارتباط بین معلم و دانش آموز فقط از راه انتقال دانش موجود در کتاب‌هاست. ولی علم در واقع چنین نیست. علم یعنی پرسیدن و پرسش‌ها در کتاب‌ها نیستند، بلکه فقط پاسخ‌ها هستند. اما باز یگر بسیار مهمی در این میان وجود دارد: طبیعت، یعنی جهان، پدیده‌ها و اشیای اطراف ما که نمی‌توانیم ارتباط آن را با علم نادیده بگیریم و نقش آن را به جمله‌ای در کتاب‌ها تقلیل دهیم. در واقع معلم، دانش آموز و طبیعت، سه سر مثلث سه‌گانه تعلیم هستند. به همین دلیل است که بدون کمک طبیعت، تجربه کردن و آزمایش کردن، دانشی کوتاه‌فکرانه حاصل می‌شود که خیلی زود تأثیر خود را از دست می‌دهد.

حقیقت: در واقع تولید علم، اجازه دادن به تولد حقیقت است. وقتی چیزی را می‌بینیم، مشاهده یا آزمایش می‌کنیم، اهداف شکل عینی پیدا می‌کنند. در مثال خسوف، اینکه اژدها ماه را می‌خورد تلاشی برای توصیف واقعیت است ولی دوامی نخواهد داشت. برخلاف آن، سایه زمین پایدار است بنابراین برای خلق حقیقت گامی به جلو برمی‌داریم. اما ساختن چنین حقیقتی برعکس کنجکاوی، تخیل و مشاهده که از ویژگی‌های فردی هستند، یک کار گروهی است. تبادل نظر، یافتن یک فکر مشترک، مقابله با اختلاف‌نظرها از مراحل ساخت حقیقت هستند. استدلال کردن یک جاده شلوغ، پیچیده و پر از سختی در راه حقیقت است.

زبان: باید در نظر داشته باشیم که دانش‌آموزان به خاطر تفاوت‌های اجتماعی و فرهنگی، استفاده‌های متفاوتی از زبان دارند. اگر نخواهیم این تفاوت‌ها به تفاوت‌های بزرگ‌تری بینجامند، نباید با چیزهایی شروع کنیم که به زندگی و تجربه‌های شخصی آن‌ها مربوط می‌شود زیرا آن‌ها یکسان نیستند و بازتاب‌های متفاوتی خواهند داشت. بنابراین باید بچه‌ها را تشویق کنیم با توجه به چیزی که در کلاس می‌بینند و انجام می‌دهند، روی زبان‌شان کار کنند. یکی از دروسی که بسیار خوب زمینه این کار را در کلاس فراهم می‌کند، درس علوم است.

مراحل آموزش به روش کاوشگری:

یک واحد آموزشی به روش کاوشگری شامل بحث و گفت‌وگو، مناظره، همکاری، تأمل، به اشتراک‌گذاری و ثبت دانش است.

اگر کنجکاوی نبود، علمی وجود نداشت. کنجکاوی یک ویژگی مغز بشر به بهترین شکل است. ما جهان هستی را با تمام احساسمان و نه فقط دیدن درک و از آن پرسش می‌کنیم

چارچوب کلی برای چنین واحد آموزشی دارای بخش‌های زیر است (۷):

مشغول کردن:

چه چیزی را می‌توانم امتحان کنم؟ از چه چیزی متعجب می‌شوم؟ چه چیزی می‌دانم؟ چه چیزی جالب است؟

طراحی و هدایت پژوهش علمی:

طراحی: پرسش یا مسئله من چیست؟ چه چیزی را می‌خواهم بدانم؟ چطور آن را خواهم فهمید؟
اجرا: چه چیزی مشاهده می‌کنم؟ آیا از ابزارهای درست استفاده می‌کنم؟ چه جزئیاتی را باید ثبت کنم؟
سازمان‌دهی و تحلیل داده‌ها: اطلاعات را چگونه سازمان‌دهی می‌کنم؟ چه طرح‌هایی را می‌بینم؟ چه ارتباط‌هایی ممکن است وجود داشته باشد؟ این ارتباط چه معنی‌ای می‌تواند داشته باشد؟

نتیجه‌گیری آزمایشی: چه ادعاهایی می‌توانم داشته باشم؟ چه شواهدی دارم؟ چه چیزهای دیگری را لازم است بدانم؟
تنظیم پرسش‌های جدید: هنوز چه پرسش‌هایی دارم؟ چه پرسش‌های جدیدی دارم؟ چطور می‌توانم پاسخ آن‌ها را پیدا کنم؟

نتیجه‌گیری نهایی:

از تمام پژوهش‌هایی که انجام دادم چه چیزی می‌دانم؟ چه مدارکی برای دفاع از ایده‌هایمان داریم؟

برقراری ارتباط با سایر مخاطبان:

چه چیزی می‌خواهم به بقیه بگویم؟ چطور به آن‌ها خواهم گفتم؟ چه چیزی حتماً باید در صحبت من باشد؟

یک واحد آموزشی ممکن است تا قبل از رسیدن به مرحله نتیجه‌گیری نهایی، مراحل پژوهش متعددی را طی کند. یک جلسه یا ساعت درسی هرگز نمی‌تواند شامل تمام مراحل چارچوب ذکر شده در بالا باشد و فقط شاید به ندرت بتواند همه بخش‌های مرحله طراحی و هدایت پژوهش علمی را پوشش دهد.

تصمیم گرفتیم نمونه‌ای از یک واحد آموزشی مربوط به روش کاوشگری را در سال تحصیلی ۹۶-۹۷ در ساعت کلاس تفکر و پژوهش که کلاس «کاوش» نام‌گذاری شده است، برای دانش‌آموزان پایه چهارم دبستان در مجتمع آموزشی بانو امین (رها)، منطقه ۳ آموزشی شهر تهران اجرا و آزمایش کنیم تا چالش‌ها و مسائل مخصوص به اجرای آن در ایران و با فرهنگ ایرانی-اسلامی را بیابیم و برای بومی‌سازی آن، یعنی نزدیک کردن آن به ویژگی‌های دانش‌آموزان ایرانی و منطبق کردن اهداف آن با

نظام معیارهای دینی کشورمان اقدامات لازم را انجام دهیم.

مراحل و نتایج کار:

اولین گام برای اجرای طرح درس کاوشگری، گروه‌بندی بچه‌ها بود. بنابراین در ابتدای کار، از دانش‌آموزان خواسته شد فهرستی از ویژگی‌های مثبت و منفی خود تهیه کنند و با نصب این فهرست در کلاس و تماشای فهرست دوستانشان، برای خود گروهی را برگزینند که از نظر ویژگی‌ها مکمل هم باشند. در نتیجه این فعالیت، آن‌ها به پنج گروه سه تا چهار نفره تقسیم شدند. در پایان این فعالیت دو نفر از بچه‌ها نتوانستند تصمیم بگیرند که در چه گروهی قرار بگیرند. به عبارت بهتر گروهی نبود که حاضر باشد این دو نفر را بپذیرد. با کمی صحبت و تشویق، این دو نفر هم در گروه‌بندی کلاس قرار گرفتند. با هدف پیاده‌سازی طرح کاوشگری در یک چالش علمی-فناورانه، مسئله زیر را برای این واحد آموزشی در نظر گرفتیم که قبلاً در کشورها و فرهنگ‌های دیگر بارها مورد آزمایش قرار گرفته است و طرح درس و جزئیات کار موجود است (۸):
با وسیله‌های موجود یک ماشین بسازید که:
- صاف حرکت کند.

- تا حد ممکن بیشترین مسافت را طی کند.
- به اندازه پنج بار آزمایش کردن، دوام و استحکام داشته باشد.
ماشین‌های شما، از بالای یک سطح شیب‌دار شروع به حرکت خواهند کرد.

دو کاربرگ طراحی و در اختیار بچه‌ها قرار داده شد. کاربرگ اول با عنوان مسابقه ماشین شامل تمام مراحل و دستورالعمل بخش‌ها و جلسه‌های مختلف کار بود تا با توجه به اینکه قرار بود این واحد آموزشی تعداد جلسه‌های زیادی را داشته باشد، دانش‌آموزان مراحل کار را فراموش نکنند و همه قسمت‌های کار برای آن‌ها روشن و شفاف باشد.

کاربرگ دوم، حکم دفتر کار بچه‌ها را داشت و شامل:

۱. مسئله‌ای که می‌خواهم آن را حل کنم
 ۲. پیشنهاد من
 ۳. پیشنهاد گروه من
 ۴. طرح اول مورد آزمایش؛ چه چیزی کار کرد؟ چه چیزی کار نکرد؟
 ۵. طرح دوم مورد آزمایش؛ چه چیزی کار کرد؟ چه چیزی کار نکرد؟
 ۶. طرح سوم مورد آزمایش؛ چه چیزی کار کرد؟ چه چیزی کار نکرد؟
 ۷. چیزهایی که یاد گرفتم
 ۸. پرسش‌های جدید من
- بود و بچه‌ها بعد از طی کردن هر مرحله نتایج کار را در بخش مربوطه در این کاربرگ ثبت می‌کردند.



جلسه چهارم (طرح دوم آزمایش): هر گروه فهرستی از وسایل موردنیاز برای ساخت طرح دوم خود یا برای اصلاح طرح قبلی تهیه و شروع به ساخت و آزمایش طرح دوم کرد. سپس طرح خود را با استفاده از یک سطح شیبدار بزرگ، در راهرو آزمایش کرد. پس از آن اعضای هر گروه کاربرگ و پوستر خود را درباره طرح دوم کامل و مشکلات و نکته‌های مثبت آن را پیدا کردند.



جلسه پنجم (طرح سوم آزمایش): هر گروه فهرستی از وسایل موردنیاز برای ساخت طرح سوم خود یا برای اصلاح طرح قبلی تهیه و شروع به ساخت و آزمایش طرح سوم کرد. سپس طرح خود را با استفاده از یک سطح شیبدار بزرگ، در

به هر گروه یک برگه سفید A3 داده شد تا مراحل مختلف کار خود را به تدریج روی این برگه به صورت پوستر یادداشت و ترسیم کنند تا به وقت خودش برای ارائه به کلاس آماده باشد. اجرای این طرح درس در ۸ جلسه ۹۰ دقیقه‌ای صورت گرفت:

جلسه اول (طرح مسئله): کاربرگ‌ها به دانش‌آموزان داده و کاربرگ اول و صورت مسئله در کاربرگ دوم خوانده شد. هر دانش‌آموز آموزش پیشنهاد اولیه خود را در مورد مسئله در بخش موردنظر کشید. دانش‌آموزان در گروه‌ها در مورد راه‌حل‌های خود بحث کردند و یک راه را برگزیدند. هر گروه طرح برگزیده خود را در پوستری کشید.

جلسه دوم (طرح اولیه آزمایش): هر گروه فهرستی از وسایل موردنیاز خود برای انجام آزمایش تهیه کرد. در گوشه‌ای از کلاس، انواع وسایل بازیافتی مرتبط یا غیرمرتبط که می‌توانست در طرح‌های مختلف، مورد استفاده گروه‌ها قرار بگیرد، روی میزی چیده شده بود. گروه‌ها شروع به ساخت و آزمایش طرح اولیه خود کردند.



جلسه سوم (تکمیل و آزمایش طرح اول): گروه‌ها طرح نیمه‌کاره جلسه قبل خود را تکمیل کردند و آن را با استفاده از یک سطح شیبدار بزرگ، در راهرو آزمایش کردند. هر گروه کاربرگ و پوستر خود درباره طرح اول را کامل و مشکلات و نکته‌های مثبت آن را پیدا کرد.



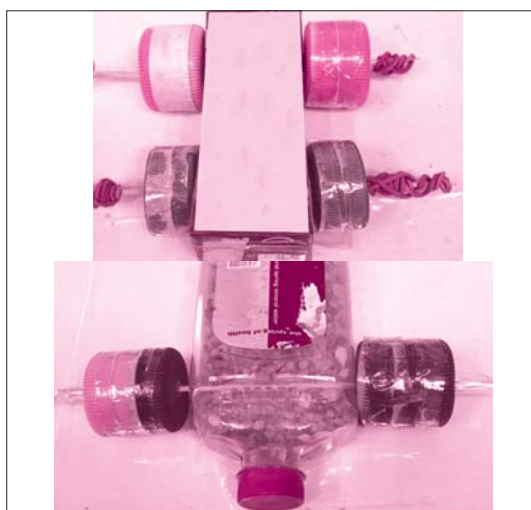


طبق تجربه‌ای
که از این
کار پژوهشی
روی بچه‌ها
پیدا کردیم،
به این نتیجه
رسیدیم که
کارهای گروهی
و مهارت‌های
ارتباطی،
زبانی، کلامی
و نوشتاری و
همچنین بسیاری
از مهارت‌های
دست‌ورزی که
شامل شناخت
مواد و وسایل
هم می‌شود، باید
به‌طور ویژه و
طراحی‌شده‌ای
از سنین
پایین‌تر، یعنی
پیش‌دبستانی
و دبستان ۱
در کلاس‌های
مختلف با کودکان
تمرین شود

راهر و آزمایش نمود. پس از آن اعضای هر گروه کاربرگ و پوستر خود را درباره طرح سوم کامل و مشکلات و نکته‌های مثبت آن را پیدا کردند.



جلسه ششم (مسابقه ماشین‌ها): در حیات مدرسه، مسابقه‌ای بین دست‌سازه‌های ساخته‌شده صورت گرفت. عملکرد دست‌سازه‌ها از نظر رعایت شرایط ذکرشده در صورت‌مسئله مورد اندازه‌گیری قرار گرفت و دست‌سازه برتر انتخاب شد. گروه‌ها پوستر نهایی خود را تکمیل کردند و سپس در کلاس به‌نوبت، به ارائه پوستر خود به بقیه افراد کلاس پرداختند و بقیه افراد آن‌ها را نقد کردند.



جلسه هفتم (ارائه نهایی و نقد و بررسی طرح‌ها): سایر گروه‌ها به نوبت، به ارائه پوستر خود برای دیگر افراد کلاس پرداختند و بقیه افراد آن‌ها را نقد کردند.

جلسه هشتم (ثبت دانش): هر دانش‌آموز در بخش مخصوص در کاربرگ خود، آنچه از این پروژه کسب کرد و پرسش‌های جدیدی را که برایش پیش آمده بود یادداشت کرد. سپس هر گروه در مورد جمله‌ها و گزاره‌های علمی با هم مشورت کردند و یک یا چند گزاره صحیح نوشتند. سرانجام، همه کلاس با هم به تبادل جمله‌ها و گزاره‌های علمی و پرسش‌های جدیدشان پرداختند.

اما در طی این جلسه‌ها مواردی دیده و تجربه شد که روی نتیجه و اثربخشی کار تأثیر مستقیم داشتند. به همین دلیل لازم بود که این موارد مورد بررسی دقیق قرار بگیرند و اقدامات مقتضی در مورد آن‌ها انجام شود و پس از اجرای مجدد طرح درس در کلاسی دیگر، روند بهبود کار مورد رصد و تحلیل قرار بگیرد. موارد و مسائلی از جمله:

– عملکرد بچه‌ها در کار گروهی بسیار ضعیف و عمدتاً ناموفق بود. بچه‌های حاضر در یک گروه خود را بیشتر رقیب یکدیگر می‌دیدند تا دوست و همکار. به همین دلیل تنش‌ها، بحث و جدل‌ها، شکایت‌ها، قهر و آشتی‌ها بسیار زیاد بود و این مسئله عموماً مانع پیشرفت کار یا اجرای مفید و صحیح آن می‌شد.
– دانش‌آموزان در بخش‌های مختلف مهارت‌های زبان‌شناختی از جمله توانایی ترسیم ایده‌های خود، توانایی بیان نظرهای خود به هم‌گروهی‌ها، توانایی نوشتن گزاره‌های واضح و درست، توانایی ترسیم شکل آزمایش‌های انجام‌شده روی کاربرگ یا پوستر و توانایی ارائه شفاهی کار خود به کل کلاس و دفاع از ایده‌های خود دچار مشکلات و کمبودهای قابل توجهی بودند.

– کلمه «ماشین» که در صورت مسئله به‌عنوان کلمه vehicle در نظر گرفته شده بود برای بچه‌ها گمراه‌کننده بود و حواس آن‌ها را به سمت اتومبیل می‌برد. بنابراین در طراحی‌های خود به مسائل غیرضروری و کم‌اهمیت همچون در ماشین و صندلی راننده نیز توجه می‌کردند که آن‌ها را از مسیر اصلی کاوشگری دور می‌کرد و در روز مسابقه از آنجا که گروه برنده به هیچ‌کدام از این موارد توجهی نکرده بود و فقط شرایط اصلی صورت مسئله را مدنظر قرار داده بود مورد اعتراض دیگر گروه‌ها قرار گرفت. به همین علت در اجرای مجدد این طرح درس برای کلاس دوم، در عنوان مسئله کلمه «ماشین» با «وسیله متحرک» جایگزین شد.

– با توجه به سرشت روش کاوشگری که به بچه‌ها فرصت داده می‌شود هر نوع ایده و طرح و الگویی که به ذهنشان

1. Strategies of Teaching Science Using an Inquiry - Based Science Education (IBSE) by Novic Chemistry Teachers. Nurshamsida Md Shamsudin, Nabilah Abdullah, Nurlatifah Yaamat. 2013. 6th International Conference on University Learning and Teaching. pp. 583-592.
2. Linn, M. C., Davis, E. A., & Bell, P. Inquiry and technology. Internet Environments for Science Education. s.l.:Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2004, pp. 3-28.
3. Hiang, P. S. Pedagogy of Science. s.l.:Kuala Lumpur: Percetakan Sentosa (K.L) Sdn.Bhd, 2005.
4. Taking IBSE into Secodary School. Aksela, M.J. A. 2010. IAP-International Conference.
5. Inquiry-based science education: towards a pedagogical framework for primary school teachers. Martina S. J. van Uum, Roald P. Verhoeff & Marieke Peeters. 3,2016, International Journal of Science Education, Vol. 38,pp. 450-469.
6. Saltiel, Edith. Inquiry-Based Science Education: Applying it in the Classroom Methodological Guide. s.l.: Pollen Europe.
7. Karen Worth, Mauricio Duque, Edith Saltiel. Designing and Implementing Inquiry-Based Science Units for Primary Education. s.l.: La main à la pâte, 2009.
8. Goubé, Anne. First national workshop of IBSE in Iran. Isfahan: s.n., 2017.

در خلال این فعالیت بچه‌ها مهارت نوشتن و گفت‌وگو را نیز تمرین می‌کردند. به این ترتیب و با انجام این فعالیت‌ها بچه‌ها به اهمیت همکاری و تصمیم‌گیری پی می‌بردند. در هر جلسه به بحث و گفت‌وگو در مورد آداب کار گروهی هم پرداخته می‌شد که کمک بیشتری به بچه‌ها برای حل مشکلاتشان می‌کرد.

در تمام پروژه‌های تک‌جلسه‌ای و فعالیت‌های گروهی، سعی می‌شد بچه‌ها با اهمیت استفاده درست از مواد در دسترس و اسراف نکردن آشنا شوند و شناخت مناسبی از برخی مواد پرمصرف مثل چسب و پلاستیک و ... پیدا کنند.

همچنین سرعت تشکیل دادن گروه در هر جلسه یا شروع هر فعالیت جدید نسبت به بار قبل کاهش می‌یافت، طوری که پس از چند جلسه، این مدت زمان از ۱۵ دقیقه به حدود ۲ دقیقه کاهش پیدا کرد.

پس از اجرای مجدد فعالیت کاوشگری با موضوع ساخت ماشین برای این کلاس، مشاهده شد که:

- میزان اختلاف و درگیری‌های بچه‌ها در کار گروهی به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای کاهش پیدا کرد.

- بچه‌ها به دقت مواد مصرفی برای ساخت ماشین را انتخاب می‌کردند و خودشان در صورت مشاهده اسراف یا استفاده غلط از مواد، به یکدیگر تذکر می‌دادند.

- بچه‌ها بهتر تشخیص می‌دادند که برای اتصال مواد مختلف به یکدیگر باید از چه وسیله یا چه نوع چسبی استفاده کنند.

- مهارت‌های رسم و نوشتن آن‌ها کمی بهتر شده بود ولی هنوز ضعف‌های زیادی مشاهده می‌شد.

- مهارت‌های تقسیم کار و به اشتراک‌گذاری ایده‌ها در گروه، به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای افزایش پیدا کرده بود.

طبق تجربه‌ای که از این کار پژوهشی روی بچه‌های کلاس چهارم پیدا کردیم، به این نتیجه رسیدیم که کارهای گروهی و مهارت‌های ارتباطی، زبانی، کلامی و نوشتاری و همچنین بسیاری از مهارت‌های دست‌ورزی که شامل شناخت مواد و وسایل هم می‌شود، باید به‌طور ویژه و طراحی‌شده‌ای از سنین پایین‌تر، یعنی پیش‌دبستانی و دبستان ۱ در کلاس‌های مختلف با کودکان تمرین شود. در غیر این صورت بسیاری از طرح درس‌های آماده کاوشگری، پروژه‌محور، مسئله‌محور، پدیده‌محور و... در کشور ما و در کلاس‌های درس ما قابل‌استفاده نخواهد بود و یا نتیجه مطلوب حاصل نخواهد شد. بنابراین تغییر طراحی‌های آموزشی در مقاطع پیش‌دبستانی و دبستان ۱ با هدف بهبود این مهارت‌ها بسیار لازم و ضروری به‌نظر می‌رسد. با این تغییرات و داشتن طراحی‌های بومی مخصوص کشور، می‌توان شاهد بالندگی کودکان در دنیای علم و آموزش بود ان‌شاءالله.

متبادر می‌شود، مورد آزمایش قرار دهند، انواع و اقسام وسایلی که ممکن است موردنیاز آن‌ها واقع شود در تعداد کافی روی میزی در گوشه‌ای از کلاس قرار داده شده بود ولی متأسفانه مشاهده می‌شد که بچه‌ها اسراف زیادی در استفاده از وسایل مختلف داشتند و عملاً بسیاری از این وسایل بدون وجود دلیل یا طرحی منطقی، تخریب و غیرقابل‌استفاده می‌شد.

- بچه‌ها نسبت به استفاده از برخی مواد خاص هیچ تجربه قبلی نداشتند و این باعث می‌شد برای اجرای برخی قسمت‌های آزمایش از موادی استفاده کنند که کار را برایشان سخت‌تر و غیرقابل‌اعتمادتر می‌کرد. مثلاً به نظر می‌رسید بچه‌ها هیچ آشنایی با چسب مایع ندارند و حاضر بودند حتی برای به هم متصل کردن وسایل بزرگ و سنگین از مقادیر زیادی چسب نواری استفاده کنند که هم نتیجه کار بسیار بی‌کیفیت و بد ظاهر می‌شد و هم اینکه میزان استفاده از چسب نواری بسیار بالا می‌رفت.

- آداب کلاس از نظر رعایت سکوت و گوش دادن به حرف‌های بقیه و آرام صحبت کردن و رعایت احترام متقابل خیلی مراعات نمی‌شد و در کلاس با وجود تلاش‌های زیاد معلم و دستیارش، همه‌همه و سروصدای زیادی حاکم بود که اجرای صحیح کار را با مشکل روبه‌رو می‌کرد.

- بچه‌ها هنگام صحبت کردن با یکدیگر در گروه‌های کاری، آداب گفت‌وگوی درست و بدون تنش در مورد موضوع کاری را رعایت نمی‌کردند.

به همین دلیل، به جهت بررسی راه‌حل‌های مقابله با مشکلات بالا، گام‌ها و فعالیت‌هایی طراحی و برای کلاس دیگری، قبل از انجام فعالیت ساخت ماشین، اجرا شدند تا نتیجه کار با اجرای قبلی مورد مقایسه قرار گیرد. در ابتدا چند پروژه کوتاه تک‌جلسه‌ای مانند بادکنک کبابی و ساخت سازه با بشقاب یک‌بارمصرف برای بچه‌ها تعریف شد تا بچه‌ها طعم کار گروهی را بچشند و با فرهنگ کار گروهی آشنا شوند. هر بار بچه‌ها خودشان گروه را تشکیل می‌دادند. سپس فعالیت‌هایی طراحی شد که اعضای یک تیم را درگیر تقسیم و تکمیل کار یکدیگر می‌کرد. به‌عنوان مثال در فعالیت پازل خلاق، اعضای هر گروه یک موضوع را برای ترسیم طرحی روی کاغذ انتخاب می‌کردند و سپس کاغذ را به چند بخش تقسیم می‌کردند و هر شخص مسئول طراحی یک بخش از کاغذ می‌شد. سرانجام تکه‌های مختلف کاغذ باید مثل یک پازل یکدیگر را تکمیل می‌کردند. در این فعالیت، افزایش مهارت ترسیم ایده‌ها روی کاغذ هم مدنظر بود. در فعالیت دیگری تحت‌عنوان حامیان طبیعت، قرار بود کل کلاس گزارشی را در رابطه با این موضوع ارائه دهد و هر گروه مأموریت ویژه‌ای برای تکمیل این گزارش داشتند.



پرسش و پاسخ‌های ابوریحان و ابن سینا

اسفندیار معتمدی
عضو هیئت تحریریه مجله رشد آموزش فیزیک

مقدمه

مباحثه و پرسش و پاسخ دو روش یادگیری و عمق بخشیدن به دریافت‌ها و راهی برای پدیدار کردن دانش فرد و گسترش علم در جامعه است. امروز با پیشرفت فناوری اطلاع‌رسانی روش‌های دیگری نیز به کار برده می‌شود. در فرهنگ و تمدن اسلامی بحث و شرح و نقد و پرسش و پاسخ سابقه‌ای بیش از هزار سال دارد. نمونه آن پرسش‌های ابوریحان و پاسخ‌های ابن سیناست که در این مقاله به شرح مختصر آن‌ها می‌پردازیم:

کلیدواژه‌ها: ابوریحان، ابن سینا، پرسش و پاسخ

ابوریحان محمد بن احمد بیرونی خوارزمی (۴۴۰-۳۶۲ هـ - ق) نابغه بزرگ ریاضی‌دان، منجم، معدن‌شناس، گیاه‌شناس، جغرافی‌دان، زبان‌دان، مورخ و ادیب برجسته ایرانی است که مطابق روایاتی ۱۰۳، نیز ۱۵۲ و حتی ۱۸۰ کتاب و رساله تألیف کرد.

ابن سینا، ابوعلی حسین پسر عبدالله (۴۲۸-۳۷۰ هـ - ق) فیلسوف، پزشک، ریاضی‌دان و ستاره‌شناس ایرانی است. جورج سارتون، پژوهشگر و مورخ بزرگ تاریخ علم، بیرونی و ابن سینا را این‌گونه مقایسه می‌کند:

این دو تن که به طریقی یکدیگر را می‌شناختند، با هم تفاوت بسیار داشتند. بیرونی صاحب روحی پرتکاپو و نقاد بود و ابن سینا روحی ترکیبی داشت. بیرونی بیشتر کاشف بود و از این لحاظ به آرمان علمی جدید نزدیک‌تر می‌شد. ابن سینا ذاتاً یک سازمان‌دهنده، جامع‌العلوم و فیلسوف محسوب می‌شد. بیرونی از آن رو با دفاع علمی سازگار است که نسبتاً عاری از تعصب و دارای کنجکاوی و شهامت فکری بود. مثلاً او نخستین مسلمانانی بود که در فلسفه هند پژوهش کرد و بین دو اقلیم بشری یعنی ایران و هند واسطه شد.

ابن سینا هوشمندی کمتری نداشت ولی ذهنش بدان بازی نبود، چون به طبقه‌بندی منظم موضوع‌ها و به درک آن‌ها توجه چندانی نداشت، کنجکاوی او ناشی از تمایل به ترکیب موضوع‌های مختلف بود. تعالیم او تجلی اوج فلسفه اسلامی یعنی سنت ارسطویی است که بر اثر تعالیم نوافلاطونی شدیداً تعدیل شده‌اند. او دانشمند خلاق بود که بینشی دایره‌المعارفی داشت.

این دو متفکر و دانشمند ایرانی بنا بر نوشته نظامی عروضی در کتاب چهارمقاله مدتی با هم و جمعی دیگر جلسات بحث و گفت‌وگو داشتند. بین ابوریحان و ابن سینا پرسش و پاسخ‌هایی مطرح شده که در کتاب **آثار الباقیه** از تألیفات بیرونی به آن اشاره شده است. این پرسش و پاسخ شامل دو بخش زیر است که آن‌ها را برای ابن سینا فرستاده است:

۱. ایرادهایی که ابوریحان بر کتاب **السماء و العالم** ارسطو گرفته و شامل ده پرسش است.
 ۲. اشکال‌هایی که از مسائل علمی و فلسفی برای خودش پیش آمده و شامل هشت پرسش است.
- در این مقاله از هشت پرسش چهار مورد آن را بررسی می‌کنیم.

پرسش ۱. هرگاه ظرف شیشه‌ای کروی را از آب خالص پر کنیم و آن را مقابل نور خورشید قرار دهیم، اجسام طرف دیگر را می‌سوزاند. اگر آب را از شیشه بیرون بریزیم و هوا در جای آن قرار گیرد، نمی‌تواند اجسام را بسوزاند. چرا ظرف شیشه‌ای با آب اجسام را می‌سوزاند و بی‌آب نمی‌سوزاند؟

پرسش ۲. گروهی می‌گویند آب و خاک رو به پائین و هوا و آتش، رو به بالا حرکت می‌کنند و گروهی دیگر بر این باورند که همه آن‌ها رو به پائین سقوط می‌کنند و هر کدام که سنگین‌تر باشند زودتر و هر چه سبک‌تر باشند دیرتر به پائین می‌رسند،

کدام یک از این دو درست و مطابق واقع است؟

پرسش ۳. چگونه اجسام را می‌بینیم و وجود آن‌ها را درک می‌کنیم؟

چگونگی دیدن اجسام درون آب را بیان کنید (چرا ما آنچه را که زیر آب است می‌بینیم؟). با توجه به آنکه آب از اجسام صاف و صیقل است و بنابراین باید شعاع و پرتو بینایی از سطح آب بازتابیده شود و در آب نفوذ نکند و چیزهایی که در زیر آب هستند دیده نشود.

پرسش ۴. چرا یک چهارم کره زمین که در نیم کره شمالی قرار دارد، آباد است و یک چهارم دیگر که در همان نیم کره و دو چهارم در نیم کره جنوبی آباد نیست، در صورتی که شرایط آن‌ها یکسان است؟

پاسخ پرسش‌ها

ابن سینا پس از دریافت پرسش‌ها هر یک را به‌طور مجزا پاسخ می‌دهد. اما ابوریحان پس از گرفتن پاسخ‌ها به اعتراض می‌پردازد. در این بخش به چهار مورد از پاسخ‌های ابن سینا و اعتراض‌های ابوریحان می‌پردازیم.

پاسخ ابن سینا به پرسش اول. درباره ظرف شیشه‌ای کروی پر از آب و خالی از آب

زیرا آب متراکم صیقلی و دارای رنگ جزئی است و هرچه که این خاصیت را داشته باشد، پرتوها از آن بازتابیده می‌شود. بنابراین پرتوهای نور از شیشه کروی پر از آب بازتابیده و متراکم می‌شوند و اجسام را می‌سوزانند، اما هوا به دلیل شفافیت و رقیق بودن، دارای پرتوهای بازتابش که سبب سوزاندن شود، نخواهد شد.

اعتراض ابوریحان

وقتی از بازتابش سخن می‌گوییم، لازم بود تصویری رسم می‌کردی و آن را شرح می‌دادی وگرنه این پاسخ به غیر از تکرار و تأیید فایده دیگری ندارد.

توضیح

ظرف شیشه‌ای پر از آب، مانند یک عدسی همگرا عمل می‌کند و پرتوهای موازی خورشید که به آن می‌تابد پس از دو بار شکست از یک نقطه به نام کانون می‌گذرد. اگر جسمی در این نقطه قرار گیرد، بر اثر تمرکز پرتوهای گرمایی، دمایش بالا می‌رود و اگر دما به نقطه اشتعال جسم برسد، می‌سوزد.



ظرف شیشه‌ای خالی از آب نمی‌تواند پرتوها را متمرکز کند. ذره‌بین یک عدسی همگرا است که از قرن‌ها پیش توسط مصری‌ها، یونانی‌ها و بعد مسلمانان شناخته شد و به کار رفت. در ۱۷۶۳ م برای نخستین بار در انگلیس از یخ عدسی ساختند و با آن فتیله آتش‌زنه را روشن کردند. برای ساختن عدسی از یخ، جامی را به شکل نیم کره تهیه و پر از آب می‌کردند و آن را در برف می‌گذاشتند تا آب به صورت یخ درآید. وقتی این عدسی را مقابل خورشید بگیرند نور خورشید را در کانون خود جمع می‌کند و دمای آن نقطه را بالا می‌برد. اگر جسمی در آن نقطه قرار گیرد ممکن است به دمای اشتعال برسد و بسوزد اما ظرف خالی از هوا نمی‌تواند پرتوهای نور را متمرکز کند.

پاسخ پرسش دوم از ابن سینا درباره حرکت آب، آتش و ...

گفته دوم درست نیست؛ زیرا اگر آتش به طرف مرکز حرکت می‌کرد، دو صورت داشت: یا به مرکز می‌رسید یا نمی‌رسید. صورت اول که رسیدن به مرکز است، غیرممکن است؛ زیرا که جز حرکت قسری (اجباری) کسی ندیده است که آتش از اطراف، با حرکت طبیعی به مرکز رسیده باشد.

صورت دوم که نرسیدن جسم (آتش) به مرکز باشد، دلیلی بر نظر ماست؛ زیرا نمی‌توان پذیرفت که عنصری حرکت طبیعی داشته باشد و هیچ‌گاه به نقطه مورد نظر نرسد. اکنون ما آن گروه را مخاطب قرار می‌دهیم و می‌گوییم شما که تصور می‌کنید تمام چیزها به جانب مرکز حرکت می‌کنند درباره آتشی که بالا



ظرف شیشه‌ای پر از آب، مانند یک عدسی همگرا عمل می‌کند و پرتوهای موازی خورشید که به آن می‌تابد پس از دو بار شکست از یک نقطه به نام کانون می‌گذرد



**اندیشمندان
پیشینیان بر
این باور بودند
که هر چه در
جهان وجود
دارد از چهار
عنصر اولیه
به وجود آمده
است. این
چهار عنصر
عبارت‌اند از:
آتش، هوا،
آب و خاک**

می‌رود چه نظری دارید؟ آیا بالا رفتن آن از روی طبیعت است یا به واسطه نیروی خارج از آن است؟

روشن است که با صراحت به نادرست بودن نظر خود اعتراض نمی‌کنند و دیدگاه اول را که رسیدن آتش به مرکز را غیرممکن می‌دانند، نمی‌پذیرند، و ما نیز صورت دوم را نمی‌پذیریم و می‌گوییم با توجه به آنچه به آن یادآور شدیم، اگر حرکت آتش رو به بالا از روی قسر [اجباری] باشد، تا سر دیگری باید که از خود بالطبع متساعد بوده، آتش را قسراً [اجباراً] بالا ببرد؛ و این گفته مطابق گفته ایشان نادرست و غیرممکن است، چه عقیده ایشان آن است که هیچ عنصری از عناصر چهارگانه، بالطبع خود رو به بالا حرکت نمی‌کند و ما می‌گوییم که آن قاسر، جرم فلک و اجزای فلک نیز نمی‌تواند باشد زیرا آتش در خط مستقیم است و فلک حرکت مستقیم ندارد. بنابراین به‌ناچار قبول می‌کنیم جرمی که بالا می‌رود، تحت اثر خود خواهد بود.

اعتراض ابوریحان

این نظر که حرکت شیء به جانب مکانی، مستلزم رسیدن به این مکان باشد، درست به نظر نمی‌رسد، زیرا سنگ، مطابق میل خود، به سوی مرکز متحرک است و هرگز به مرکز نمی‌رسد. آن گروه که می‌گویند همه عناصر میل به مرکز دارند ولی آنکه سنگین‌تر است از دیگران جلو می‌افتد، بر این باورند که حرکت آتش به سوی بالا، مانع حرکت آب در ظرفی دو دهانه است؛ اگر در یک دهانه، سنگ در آن ریزیم، از دهانه دیگر، آب به سوی بالا برآید. در اینجا پاسخ قاسر و یا غیرقاسری نیست که طبعاً رو به بالا حرکت کند و آب را با خود بالا ببرد. موضوع رفتن آتش، مانند بالا رفتن آب است و اگر انصاف دهی، خود گفته مرا بازگو می‌کنی و می‌بینی که غیر از مسابقه عناصر به مرکز، خبر دیگری نیست.

توضیح

اندیشمندان پیشین بر این باور بودند که هر چه در جهان وجود دارد از چهار عنصر اولیه به وجود آمده است. این چهار عنصر عبارت‌اند از: آتش، هوا، آب و خاک.

ترتیب قرار گرفتن این عناصر از پائین به بالا به ترتیب تراکم و سنگینی آن‌هاست. خاک که منظور همان جسم جامد است متراکم و سنگین است و در پائین قرار دارد. آب که منظور همان مایع است در بالای خاک و بالاتر از آن هوا و بالاتر از همه آتش قرار دارد.

جای هر یک از این عناصر مشخص است و اگر عنصری در جای خود نباشد به‌طور طبیعی به سوی جای خود حرکت می‌کند و پس از رسیدن به جا و مکان طبیعی خود، به تعادل می‌رسد.

در اینجا پرسش دوم ابوریحان متوجه همین نظریه است

که «آب و خاک رو به پایین و هوا و آتش رو به بالا حرکت می‌کند.» این نظریه مورد قبول ابن‌سینا هم هست ولیکن نظر گروه دیگر را که همه آن‌ها رو به پایین سقوط می‌کنند و هر کدام سنگین‌تر باشند زودتر و هر چه سنگین‌تر باشند دیر به پایین می‌رسند» را ابن‌سینا مردود می‌داند.

از نظر علم فیزیک: در حرکت سقوطی اجسام، اگر جسم تحت تأثیر نیروی جاذبه قرار گیرد سقوط می‌کند. وزن جسم در سرعت سقوط اثر ندارد.

آزمایش‌های انجام‌شده نشان می‌دهد که مثلاً اگر پرگاه و چکش از ارتفاع یکسان رها شوند اگر در شرایط خلاء باشند با سرعت برابر سقوط می‌کنند. البته در هوا چنین نیست زیرا مقاومت هوا مانع از سقوط آزاد آن‌ها خواهد شد.

در موضوع سقوط همه مواد رو به پائین در شرایط سقوط آزاد برای مواد جامد و مایع صدق می‌کند اما در مورد گازها جنبش مولکولی می‌تواند ذره‌های گازها را از یکدیگر دور کند و حتی آن‌ها را از کره زمین خارج کند

پاسخ ابن‌سینا به پرسش سوم درباره چگونه مشاهده اجسام در میسر آب

این پرسش در صورتی است که طبق نظر ارسطو دیدن جسم را به خارج شدن نور از چشم بدانیم. بنابراین لازم است که بدانیم:

۱. چه می‌شود که چشم اجسام را می‌بیند و آن‌ها را درک می‌کند؟

۲. چه می‌شود که اجسام در زیر آب دیده می‌شوند؟
واضح است که به دلیل صیقلی بودن آب باید شعاع نور از سطح آن بازتابیده شود، و نباید چیزهای زیر آب دیده شوند. در صورتی که آنچه زیر آب است، به خوبی و روشنی دیده می‌شود. البته این نظر افلاطون است نه ارسطو. اگر چه در مقام تحقیق تفاوتی ندارند. زیرا افلاطون این نظر را برای درک و فهم عموم مردم گفته است و شیخ ابونصر فارابی در کتاب خود، برای این دو حکیم بزرگوار این را ثابت کرده است.
از نظر ارسطو موضوع دیدن آن است که:

هوای شفاف و ساده، رنگ‌های دیدنی‌ها را به خود می‌گیرد و چون سطح هوا با چشم در تماس است، رطوبت عدسی چشم با رنگ هوایی که در آن در تماس است، می‌آمیزد و تحت تأثیر قرار می‌گیرد و همین رطوبت است که عامل دیدن چشم می‌شود و هر تأثیر و رنگی که در این رطوبت به وجود آمده است، چشم آن را تشخیص می‌دهد و همین تشخیص را بینایی گویند.

این موضوع را ارسطو در کتاب حس بیان کرده است و شرحی که دانشمندان بر آن نوشته‌اند، براساس همان نظر ارسطو است. اکنون که ما عامل دیدن را به این صورت شرح دادیم، هر گونه

شکی بر طرف می‌شود، زیرا که آب‌وهوا، ماده شفاف هستند و رنگ‌ها را به چشم بیننده منتقل می‌کنند و سبب دیدن اجسام می‌شوند.

اعتراض ابوریحان

این پاسخ، عمل دیدن را روشن نمی‌کند. در حقیقت نظر ارسطو درباره دیدن تعریف شده است، نه شرحی را که مورد انتظار بود. باید توجه کرد که در بعضی امور، نمی‌توان به یک نظر بسنده کرد. بلکه لازم است به نظرات گوناگون مراجعه کرد تا موضوع موردنظر، کاملاً شناخته شود. در ضمن، از این نظر ارسطو برمی‌آید که ناظر نمی‌تواند بین جسم کوچک و بزرگ، دور و نزدیک را تشخیص دهد و در صوت نیز صدای الاغ را که از فاصله دور می‌رسد با صدایی که از فاصله نزدیک می‌رسد تشخیص نمی‌دهد.

اگر جسم شفاف، تحت تأثیر رنگ قرار گیرد، وقتی که جسم سیاهی را در نزدیکی بلوری قرار می‌دهیم، از هر طرف که به بلور نگاه کنیم باید آن را سیاه ببینیم، در صورتی که چنین نیست. در پایان می‌گوییم که پرسش من از چگونگی ادراک چیزها در زیر آب نبود، بلکه پرسش آن بود که چگونه زیر آب را با نفوذ نور چشم در آب و اشیای بالای آب را با بازتابش نور، هم‌زمان تشخیص می‌دهیم.

توضیح

بعضی از دانشمندان گذشته تصور می‌کردند که نور از چشم خارج می‌شود و در مسیر خود به اجسام برخورد می‌کند و سبب دیدن آن‌ها می‌شود. در صورتی که این نظر کاملاً مردود است. نظر دیگر آن بود که آب ماده صیقلی است و نور پس از برخورد با سطح آب بازتابیده می‌شود و در آب فرو نمی‌رود. پس چگونه است که اجسام در زیر آب دیده می‌شوند.

پاسخ این پرسش در این زمان آن است:

برای دیدن اجسام لازم است:

۱. منبع نور وجود داشته باشد و پرتوهایی از آن به جسم برسد.

۲. این پرتوها از آن جسم بازتابیده شوند و یا بگذرند و به چشم برسند.

۳. چشم سالم در مسیر این پرتوهای بازتابش شده یا عبور کرده قرار گیرد و تصویری از آن جسم بر پرده شبکیه تشکیل شود.

۴. بخش مربوط به بینایی و تشخیص اجسام در مغز سالم باشد و وجود جسم را تشخیص دهد. و دلیل دیدن اجسام در زیر آب آن است که پرتوهای نور پس از برخورد بر سطح آب دو بخش می‌شود، بخشی بازتابیده می‌شود و بخشی با تغییر مسیر وارد آب می‌شود و پس از برخورد با جسم درون آب

بخشی از آن باز می‌گردد و بخشی دیگر جذب می‌شود. پرتوهای بازتابیده شده پس از عبور از سطح آب دوباره شکسته می‌شوند تا سرانجام به چشم برسد و سبب دیدن جسم درون آب شود.

پاسخ ابن سینا به پرسش درباره چرایی آباد بودن و نبودن بخش‌هایی از کره زمین

عواملی که از آبادانی باشد، عبارت‌اند از گرما و سرمای زیاد و سطح دریا. اما عامل گرمای زیاد پرتو خورشید است که در وضع قائم به زمین بتابد و تراکم آن‌ها زیاد باشد. عامل سرمای زیاد، تابش خورشید با زاویه منفرجه و زیاد بودن زمانی است که خورشید بر آن نتابد. تا این اندازه جواب مربوط به موردی بود که موضوع آن علم طبیعی باشد و بیشتر برعهده دانشمندان هندسه و ریاضی است و مهارت آن دانشمند فرزانه در این علم شریف در چنین مقام، مانع از پاسخ و بحث طولانی است. اگر از علم ریاضی آگاه نبودی، مسائل مربوط به هندسه در این موضوع می‌نوشتیم.

اعتراض ابوریحان

این گفته که گرما مربوط به مدت شدت تابش خورشید است، خطایی آشکار است که از حکیمی چون تو سزاوار نیست. زیرا اگر در همان قطبی که خورشید مدت درازی روز است، مدت دراز دیگری شب است و علت آباد نبودن، مربوط به سرماست و نه گرما. تنها در جایی از زمین که روز و شب برابر است، نواحی استوا است و اما اینکه عامل گرما و سرما، زاویه قائمه و منفرجه است موضوعی است که بدون رسم تصویر و شکل نمی‌توان باور کرد.

توضیح:

نکته مهم آن است که بخش عمده خشکی‌های زمین در نیم کره شمالی قرار دارد و نیم کره جنوبی را بیشتر آب فرا گرفته است. از سوی دیگر شرط آبادانی یک نقطه وجود دمای مناسب، آب و بخار آب، هوای سالم و خاک حاصلخیز است. اما دمای هر نقطه از خشکی‌های زمین به مدت زمان تابش خورشید، زاویه تابش نور، پستی و بلندی‌ها و جنس خاک بستگی دارد. در تابستان که تابش خورشید به خط عمود نزدیک‌تر و طول روز بیشتر است، زمین و هوا گرم‌تر خواهد بود. برعکس در زمستان، طول روزها کوتاه‌تر است و پرتوهای خورشید به‌طور مایل به زمین می‌تابد؛ در نتیجه زمین و هوا سرد است.

اصولاً انرژی تابشی خورشید در تمام فصل‌های سال و ساعت‌های روز برای تمام مناطق زمین ثابت است ولی گرمای دریافتی واحد سطح از زمین در نقاط مختلف و در روزهای مختلف سال متفاوت است.



عواملی که از آبادانی باشد، عبارت‌اند از گرما و سرمای زیاد و سطح دریا. اما عامل گرمای زیاد پرتو خورشید است که در وضع قائم به زمین بتابد و تراکم آن‌ها زیاد باشد

ساخت سیم پیچ هلمهولتز

حسن قلمی باویل علیایی

عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

مقدمه

ساخت وسیله‌های آزمایشگاهی به شاگردان کمک می‌کند شناخت بهتری از آنچه می‌آموزند به دست آورند. در این مقاله چگونگی ساخت سیم پیچ هلمهولتز بیان شده است.

کلیدواژه‌ها: میدان مغناطیسی یکنواخت، سیم پیچ هلمهولتز، پیچه

محاسبه میدان مغناطیسی در سیم پیچ هلمهولتز

میدان مغناطیسی محوری یک سیم پیچ دایره‌ای حامل جریان I با N دور سیم و شعاع a در نقطه‌ای روی محور آن و به فاصله z از مرکز سیم پیچ برابر است با:

$$B(z) = \frac{\mu_0 NI}{2} \frac{R^2}{(R^2 + z^2)^{3/2}}$$

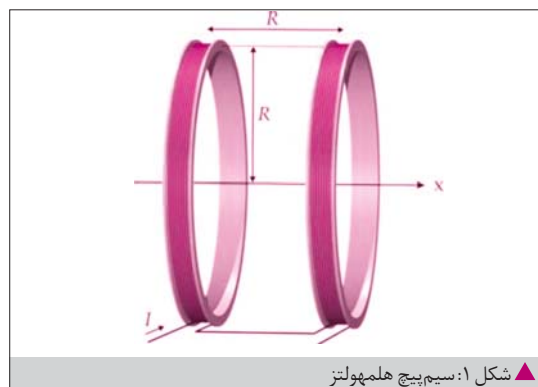
اندازه میدان مغناطیسی تولیدشده توسط پیچه‌های هلمهولتز به شعاع دایره‌ها، تعداد دور سیم پیچ‌ها، فاصله دو سیم پیچ و جریان عبور کرده از پیچه‌ها بستگی دارد. فاصله بین دو صفحه پیچه‌ها طوری انتخاب می‌شود که مشتق دوم B در نقطه‌ای واقع بر محور پیچه‌ها به فاصله مساوی از هر یک از آن‌ها صفر شود.

حال اگر دو سیم پیچ مشابه را در فاصله معینی از یکدیگر قرار دهیم به گونه‌ای که صفحات آن‌ها موازی باشند (شکل ۲) و مبدأ دستگاه مختصات را بین دو سیم پیچ انتخاب کنیم و فاصله دو سیم پیچ را a بنامیم میدان مغناطیسی برابر است با:

$$B(z) = \frac{\mu_0 NI}{2R} \left[\frac{1}{\left(1 + \left(\frac{z - \frac{a}{2}}{R}\right)^2\right)^{3/2}} + \frac{1}{\left(1 + \left(\frac{z + \frac{a}{2}}{R}\right)^2\right)^{3/2}} \right]$$

هنگامی که $z=0$ باشد برای $a < R$ چگالی شار مغناطیسی بیشینه و برای $a > R$ چگالی شار مغناطیسی کمینه است. برای حالتی که $a=R$ باشد میدان یکنواخت است، به عبارتی

برای تولید میدان مغناطیسی یکنواخت از سیم پیچ هلمهولتز استفاده می‌شود. یک پیچه هلمهولتز دایره‌ای از دو سیم پیچ دایره‌ای شکل با شعاع و تعداد دور سیم پیچ یکسان تشکیل می‌شود. (شکل ۱) این دو سیم پیچ به صورت هم‌محور قرار گرفته و جریان یکسان I از هر دو سیم پیچ عبور داده می‌شود. برآیند میدان مغناطیسی این دو سیم پیچ در حوالی نقطه میانی آن‌ها به صورت یک میدان مغناطیسی تقریباً یکنواخت و موازی با محور این سیم پیچ‌ها خواهد بود. سیم پیچ‌ها را به شکل مربعی نیز می‌توان ساخت. پیچه هلمهولتز می‌تواند به صورت یک محوره، دو محوره یا سه محوره ساخته شود و در دو یا سه راستای متعامد میدان مغناطیسی یکنواخت تولید نماید. می‌توان ثابت کرد که در پیچه هلمهولتز دایره‌ای برای داشتن بیشترین میزان یکنواختی لازم است فاصله دو پیچه برابر شعاع پیچه‌ها باشد.



در ناحیه $\langle \frac{R}{2} \rangle \langle \frac{-R}{2} \rangle$ میدان مغناطیسی یکنواخت خواهیم داشت.

برای نقطه میانی ($z=0$) واقع بر محورهای بین سیم‌پیچ‌ها برای $a=R$ نتیجه می‌شود.

$$B_z = \frac{\mu_0 NI}{a} \left(\frac{5}{4} \right)^{-3/2}$$

سازوکار سیم‌پیچ هلمهولتز

شکل ۳ طرح سیم‌پیچ هلمهولتز را نشان می‌دهد.

در اینجا فاصله بین دو سیم‌پیچ از هم به اندازه شعاع هر سیم‌پیچ است. جریان الکتریکی سیم‌پیچ یکسان است. فاصله بین دو سیم‌پیچ به اندازه شعاع آنهاست، تا میدان مغناطیسی یکنواخت در ناحیه مرکزی بین سیم‌پیچ‌ها ایجاد شود.

مادام که جریان از سیم‌پیچ عبور کند، میدان مغناطیسی به وجود می‌آید. میدان تولیدشده تقریباً در قسمت مرکز یکسان و یکنواخت است. تا زمانی که فاصله بین سیم‌پیچ‌ها در مجموعه سیم‌پیچ هلمهولتز به اندازه قطر سیم‌پیچ باشد، این حالت برقرار است. با وجود اینکه میدان مغناطیسی در محور سیم‌پیچ با فاصله گرفتن از یک سیم‌پیچ کاهش می‌یابد، مجموع میدان‌های ایجادشده از دو سیم‌پیچ در ناحیه بین آن دو ثابت خواهد بود.

از این پیچ‌ها برای تولید میدان مغناطیسی یکنواخت در ناحیه کوچکی از فضا استفاده می‌شود. با داشتن a ، N ، I و B استفاده از رابطه بالا می‌توان B را به دست آورد.

طرز ساخت سیم‌پیچ هلمهولتز

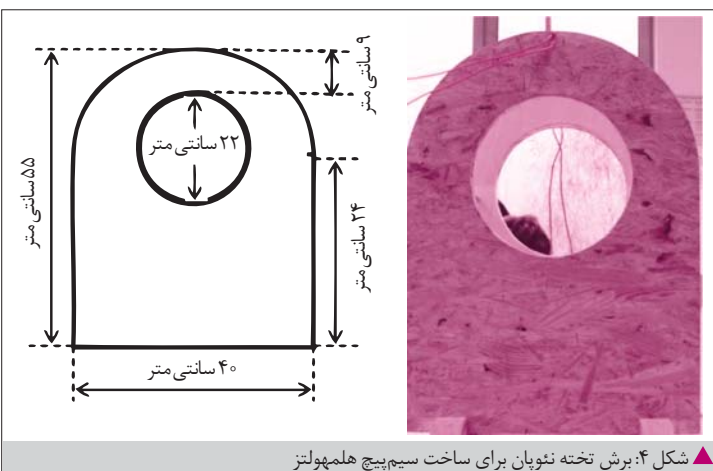
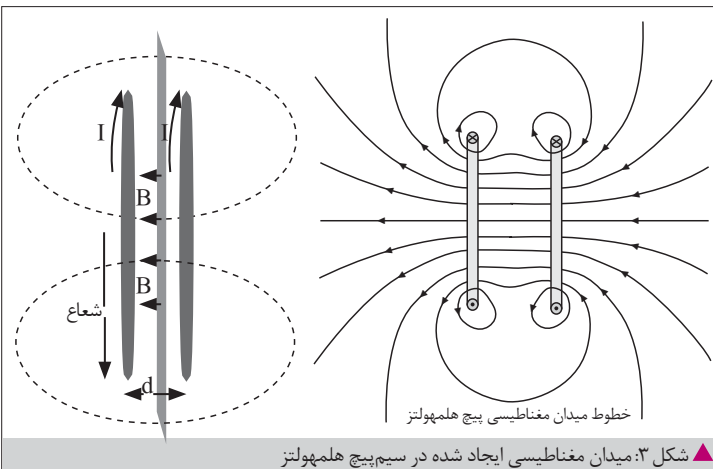
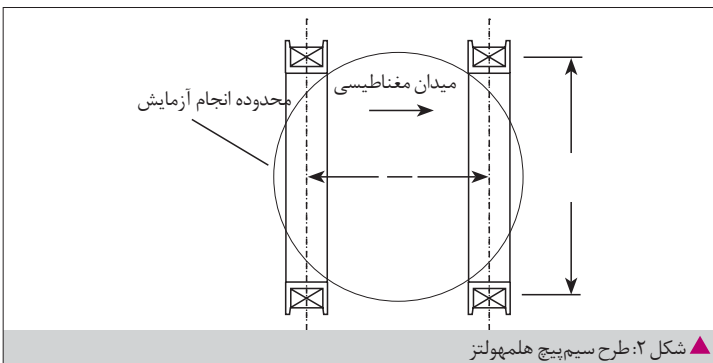
برای ساخت این سیم‌پیچ به صورت زیر عمل می‌کنیم: یک تخته نئوپان به ضخامت ۱/۱ سانتی‌متر انتخاب می‌کنیم و از آن دایره‌ای به ابعاد مشخص شده در شکل زیر را بیرون می‌آوریم. (شکل ۴)

منحنی دایره‌ای بالای نئوپان دارای شعاع ۲۰ سانتی‌متر است. قسمت دایره‌ای بعدی که به این تخته متصل می‌شود، باید دارای ضخامت ۱ سانتی‌متر از جنس فوم باشد. با کاتر حلقه‌ای به شعاع خارجی ۱۸/۵ سانتی‌متر برش می‌زنیم. عرض این حلقه ۷/۵ سانتی‌متر است.

مرحله بعد برش حلقه‌ای از جنس تخته چندلای به ضخامت ۰/۴ سانتی‌متر با شعاع خارجی ۲۰ سانتی‌متر و عرض آن ۹ سانتی‌متر است.

قسمت بالایی حلقه، یک مستطیل کوچک به ابعاد ۳×۲ سانتی‌متر برش می‌زنیم.

هر سه این مواد (نئوپان، فوم و تخته چندلای) دارای یک



سوراخ دایره‌ای به قطر ۲۲ سانتی‌متر هستند. روی اولین صفحه نئوپان، فوم را وصل و تخته چندلا را به آن متصل می‌کنیم. برای این منظور از چسب نجاری استفاده می‌کنیم. سرانجام یک حلقه روکش‌شده با تخته به دست می‌آید که بین آن حلقه فوم قرار گرفته است. در فاصله بین این دو حلقه چوبی شیار به وجود می‌آید که درون این شیار دقیقاً ۲۰ دور سیم پیچیده می‌شود. قطر سیم استفاده‌شده همراه با عایق ۲/۳ سانتی‌متر است و با این قطر تقریباً ۶۰ متر سیم نیاز دارد. شکل زیر محصول را پس از وصل کردن فوم و تخته چندلا نشان می‌دهد.

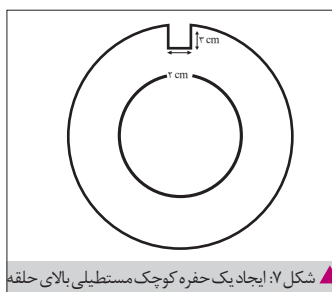
در ساخت این سیم‌پیچ هیچ قسمت آهنی نباید استفاده کرد. بالای حفره مستطیل‌شکلی که روی حلقه برش زدیم، یک زائده چوبی به‌عنوان نگهدارنده سیم قرار می‌دهیم. پس از اینکه ۲۰ دور سیم را دور دیسک پیچیدیم، سیم را بالای زائده چوبی گیر می‌اندازیم و دو طرف سیم را به هم متصل می‌کنیم و می‌بندیم. یک تخته چوب به‌عنوان پایه برای این دستگاه تعبیه می‌شود که به طول ۳۵ سانتی‌متر، عرض ۴ سانتی‌متر، و ارتفاع ۵ سانتی‌متر است.

در مرکز این سیم‌پیچ هلمهولتز (یعنی میان این دو دیسک متقارن) یک صفحه چوبی (به کمک ۴ تا نگهدارنده) قرار می‌دهیم و می‌توانیم روی آن تخته قطب‌نما قرار دهیم و نیز زاویه‌سنج را روی آن می‌چسبانیم. از روی آن‌ها می‌توانیم چرخش سوزن مغناطیسی در میدان مغناطیسی همگن ایجادشده درون سیم‌پیچ را بخوانیم. این میدان با تغییر جریان درون سیم‌پیچ ایجاد می‌شود.

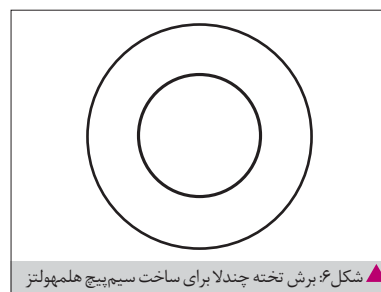
هر سیم‌پیچ دو تا اتصال دارد؛ یک سر هر اتصال در سیم‌پیچ به آمپرسنج متصل می‌شود. اتصال دوم در سیم‌پیچ اول به مقاومت ۳۰ اهم وصل می‌شود و در سیم‌پیچ دوم به منبع ولتاژ متصل می‌گردد. از منبع ولتاژ یک سیم دیگر به مقاومت وصل می‌کنیم و به این ترتیب مدار الکتریکی بسته می‌شود. وقتی جریان الکتریکی در سیم‌پیچ هلمهولتز برقرار می‌شود (آن را از روی حرکت قطب‌نمای واقع روی تخته چوبی میان دو سیم‌پیچ می‌فهمیم)، مشاهده می‌کنیم که میدان مغناطیسی نسبتاً همگن است. و چنانچه سیم‌ها را اشتباه متصل کنیم، میدان غیرهمگن به دست خواهد آمد. عقربه قطب‌نما باید صحیح و سالم انتخاب شود تا جهت درست را نشان دهد.

منابع

1. Tine Golež, prof., Škofijska gimnazija Ljubljana, Slovenia. Instructions to make Helmholtz coil
2. <http://en.wikipedia.org/wiki/Helmholtz-coil> (21. 10. 2013)
۳. فیزیک هالیدی، الکتریسیته و مغناطیس



شکل ۷: ایجاد یک حفره کوچک مستطیلی بالای حلقه



شکل ۶: برش تخته چندلا برای ساخت سیم‌پیچ هلمهولتز



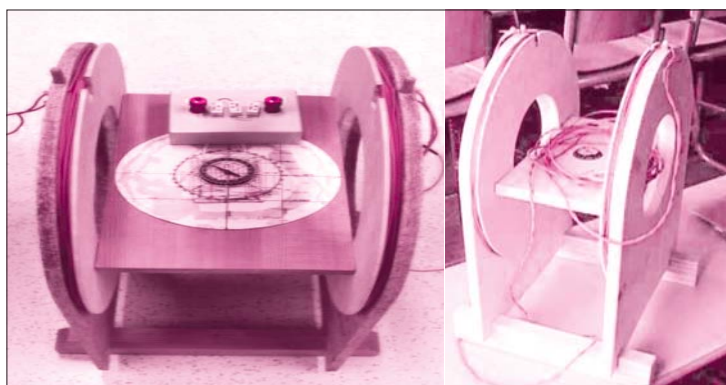
شکل ۹: ایجاد یک زائده چوبی بالای حفره مستطیلی



شکل ۸: اتصال هر سه صفحه حلقه‌ای برش زده شده



شکل ۱۰: تعبیه یک تخته چوب به‌عنوان پایه برای دستگاه



شکل ۱۱: قراردادن قطب‌نما و آمپرسنج



دکتر زهرا باقری



علم نجوم از دیرباز مورد توجه بسیاری از افراد جامعه بوده است. کنجکاوی دانشمندان این رشته بسیاری از اسرار عالم را برای ما روشن کرده است. انجمن نجوم ایران مدتی است که در جهت دانش افزایی دانشجویان رشته فیزیک و علاقه‌مندان به این رشته فعالیت‌های گوناگونی را ترتیب داده است، این فعالیت‌ها شامل برگزاری همایش‌های سالانه و نیز مدرسه‌هایی برای دانشجویان است.

چهارمین مدرسه زمستانی نجوم ایران در تاریخ ۸ و ۹ بهمن‌ماه سال گذشته (۱۳۹۷) در شهر زاهدان برگزار شد. مراسم افتتاحیه این مدرسه روز دوشنبه ۸ بهمن در سالن همایش مجتمع فناوری و نوآوری دانشگاه سیستان و بلوچستان برگزار شد. در روز اول این مدرسه دکتر حسین حقی، از دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایه زنجان، در سخنرانی تحت عنوان «غبار ماده تاریک بر چشم اخترشناسان» زوایای تاریک این ماده را مورد بحث و بررسی قرار داد، سپس دکتر سعید دوست‌محمدی، از دانشگاه شهید باهنر کرمان، کار مدرسه را با تدریس ترکیبات جرمی و سرچشمه پرتوهای کیهانی در انرژی‌های بالا ادامه داد.



سخنرانان روز دوم مدرسه دکتر سعدالله نصیر قیداری، از دانشگاه شهید بهشتی، دکتر معین مصلح، از دانشگاه شیراز، و دکتر اکرم حسنی زنوزی، از دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایه زنجان، بودند که به ترتیب درباره «فیزیک تاج خورشید»، «پژوهش با تلسکوپ‌های کوچک» و «خصوصیات آماری کهکشان‌ها و تحول دینامیکی سیستم‌های ستاره‌ای چگال» سخنرانی کردند. در پایان این مدرسه بازدید از آسمان‌نمای دیجیتال بادی ترتیب داده شده بود که با استقبال شرکت‌کنندگان روبه‌رو شد. سپس دوازدهمین همایش سالانه ملی نجوم و اخترفیزیک در تاریخ ۱۰ و ۱۱ بهمن‌ماه در همین دانشگاه برگزار شد. در جریان این همایش دکتر علیرضا آقایی گزارش فعالیت سالانه این انجمن را ارائه و از فعالیت‌های ارزشمند دکتر جمشید قنبری، استاد پیشکسوت و فرزانه جامعه نجوم ایران، تجلیل کرد.



موضوع‌های مورد بحث در این همایش شامل اخترفیزیک، پرتوکیهانی، فیزیک خورشید و کیهان‌شناسی بود که ضمن آن سخنرانانی از دانشگاه سیستان و بلوچستان، دانشگاه شیراز، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشگاه زنجان، دانشگاه مشهد، مؤسسه مطالعات پیشرفته دانشگاه کاشان، دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایه زنجان، مؤسسه بین‌المللی علوم فضایی پکن، مؤسسه تحقیقات فضایی آکادمی علوم روسیه و دانشگاه آلاباما، مرکز تحقیقات نجوم و اخترفیزیک مراغه و دانشگاه پیام نور تهران کارهای خود را ارائه کردند.

در روز پایانی این همایش دکتر حجت کرمانی و مهندس جواد ابراهیم‌زاده، از دانشگاه تبریز، به معرفی رصدخانه خواجه نصیرالدین طوسی در شهر تبریز پرداختند و از شرکت‌کنندگان خواستند در کنفرانس سالانه فیزیک ایران که امسال (۱۳۹۸) در شهریورماه در دانشگاه تبریز برگزار می‌شود، شرکت کنند. آن‌ها اظهار داشتند: در زمان برگزاری کنفرانس برنامه‌های ویژه‌ای در رصدخانه خواجه نصیرالدین طوسی برای شرکت‌کنندگان ترتیب داده خواهد شد.

آموزش فیزیک و لزوم يك انقلاب واقعي در فرهنگ





شهید مجید شهریاری
استاد فیزیک هسته‌ای
دانشگاه شهید بهشتی



شهید مسعود علی محمدی
استاد فیزیک دانشگاه تهران



شهید مصطفی احمدی روشن
فارغ التحصیل مهندسی شیمی
دانشگاه صنعتی شریف و
معاون بازرگانی سایت نطنز



شهید داریوش رضایی نژاد
دانشجوی دکترای مهندسی
هسته‌ای دانشگاه
خواجه نصیرالدین طوسی