بسم الله الرحمن الرحیم

رشد آموزش فیزیک

۱۱۴

فصل‌نامهٔ آموزشی، تحلیلی و اطلاع‌رسانی

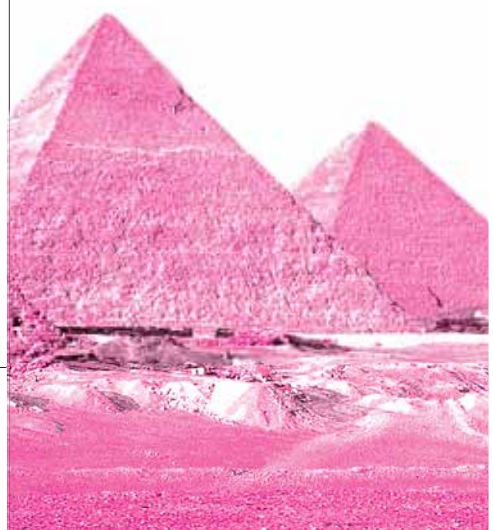
دورهٔ سی و یکم، شمارهٔ ۳، بهار ۱۳۹۵

یادداشت سردبیر / ضرورت بازنگری مداوم در نظام آموزشی / ۲
تعبیر دینامیکی ازمحیط یادگیری / جهانگیر ریاضی / ۳
کاهش وزن در فضا؛ علل و چگونگی اندازه‌گیری آن / ترجمهٔ مرجان روح نواز/ ۶
جایزهٔ نوبل فیزیک برای قطعهٔ گمشدهٔ پازل جرم نوترینو / ترجمهٔ منیژه رهبر / ۸
بررسی خطرآفرینی خیابان‌های شهر رودهن در زمان یخزدگی / حسن سرپرست، غلامحسین رستگارنسب، مهرداد آقایاری سامیان، احسان فاطمی پور / ۱۰
روش‌های آموزشی فعال و افزایش خلاقیت دانش‌آموزان / پیام بهرامی چگنی/ ۱۴
قطر نقطه کور چشم و شعاع کره‌زمین با خط‌کش / حمید رضا نوری / ۱۹
شناسایی و رفع موانع یادگیری درس فیزیک دانش‌آموزان پایه سوم تجربی / فاطمه صفی‌اقدم / ۲۲
کاربردهای فناوری هسته‌ای / راحله زادفتح‌الله/ ۲۶
آزمون‌های فیزیک برای ارتقای آموزش مشارکتی / کارل‌ای وایمن، ترجمهٔ مرضیه موسوی، مرضیه احمدی/ ۳۰
نقدی بر مقالهٔ کژفهمی‌های دانش‌آموزان دربارهٔ سقوط آزاد / مریم صابری / ۳۲
طراحی آموزش براساس مهارت‌های علمی در آموزش زلزله / آزیتا سید فدایی / ۳۴
یک آزمایش ساده و جالب / فاطمه دانیال/ ۴۱
مرزهای فیزیک / منیژه رهبر/ ۴۲
برنامه‌ریزی بر پایهٔ شواهد / سید حجت‌الحق حسینی / ۴۶
نیروی ضد محرکه و قانون لنز /حسن اتحاد مهرآباد/ ۴۹
همه با فیزیک زندگی می‌کنند! / فاطمه ابراهیمی‌بادی/ ۵۰
از سایهٔ برگ درختان تا چگالی خورشید: مسیر شگفت‌انگیز / جیمز مالمان، ترجمهٔ مرجان روح‌نواز/ ۵۴
ناوبری لختی: پلی بین سینماتیک و حسابان / فیلیپ اف. سدلر، ترجمهٔ رضوانه طالبی‌پور/ ۵۶
بلورهای مایع / صمد جعفری باراز / ۵۸
جایگاه فیزیک در تمدن مصر / فرحناز کیانی/ ۶۰
آنچه می‌بینید، نمی‌یابید / ترجمهٔ احمد توحیدی/ ۶۳

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

مدیرمسئول: محمد ناصری
سردبیر: دکتر منیژه رهبر
مدیر داخلی: احمد احمدی
هیئت تحریریه: احمد احمدی، روح الله خلیلی بروجنی، دکترسید حجت‌الحق حسینی، دکتر آزیتا سیدفدایی، دکتر منیژه رهبر، اسفندیار معتمدی
طراح گرافیک: نوید اندرودی
ویراستار: دکتر منیژه رهبر
www.roshdmag.ir
Physics@roshdmag.ir
پیامک: ۳۰۰۰۸۹۹۵۰۲
roshdmag :
نشانی مجله: تهران صندوق پستی: ۱۵۸۷۵-۶۵۸۵
دفتر مجله: (داخلی ۲۷۱) ۹-۸۸۸۳۱۱۶۱-۰۲۱
پیام‌گیر نشریات رشد: ۰۲۱-۸۸۳۰۱۴۸۲
مدیر مسئول: ۱۰۲
دفتر مجله: ۱۱۳
امور مشترکین: ۱۱۴
چاپ: شرکت افست (سهامی عام)
شمارگان: ۴۸۰۰ نسخه

تصویر روی جلد:
رصدخانهٔ نوترینوی سوپر کامیوکانده در زیر کوه کامیوکا در حوالی شهر هیدا در ژاپن



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

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

ضرورت بازنگری مداوم در نظام آموزشی

در جهانی زندگی می‌کنیم که به سرعت تغییر می‌کند و روند تحولات علمی در آن به اندازه‌ای بدیع است که دنبال کردن آن کار آسانی نیست. یافته‌های علمی جدید ما را به اعماق اتم و امکانات گستردهٔ موجود در آن رهنمون شده‌اند و اگر در جریان آخرین اخبار علمی قرار داشته باشید متوجه شده‌اید که اکنون بیشتر پژوهش‌ها در مقیاس نانو صورت می‌گیرند و ابعاد قطعات مورد استفاده در ابزارهای مختلف به سطح اتمی و مولکولی فروکاسته شده‌اند.

وقتی فیزیک‌دان معروف ریچارد فانیمن در سخنرانی سال ۱۹۵۹ خود در گردهمایی انجمن فیزیک امریکا در کالتک اظهار داشت که «فضای زیادی در پائین دست وجود دارد»، به ظرفیت‌های شگفت‌انگیز موجود در کوچک مقیاس اشاره داشت. او امکان ساخت رایانه‌های بسیار کوچک و توانمند با استفاده از مدارهای بسیار ریز مولکولی را مطرح و پیش‌بینی کرد که روزی می‌توان تمام اطلاعات موجود در کتاب‌هایی که در سراسر تاریخ نوشته شده‌اند را روی مکعبی به ضلع ۰/۱۲۵ میلی‌متر قرار داد که به زحمت با چشم غیرمسلح قابل مشاهده است.

در آن زمان کمتر کسی فکر می‌کرد که این پیش‌بینی فانیمن تا این اندازه زود تحقق یابد. اکنون تلفن‌های همراهی که در اختیار همگان قرار دارد امکاناتی بسیار بیشتر از دستگاه‌هایی را در اختیار استفاده کنندگان قرار می‌دهند که فضایی بسیار بزرگ را اشغال می‌کردند. به این ترتیب امکان دستیابی به آخرین یافته‌های علمی در اختیار همگان قرار دارد.

این تحولات لزوم بازنگری مداوم در شیوه‌های آموزشی را ایجاب می‌کند. اکنون دیگر نظام سنتی مبتنی بر حفظ کردن مواد درسی کارآیی خود را از دست داده است و باید روش برخورد با این اطلاعات گسترده و استخراج مواد موردنیاز از این گنجینهٔ وسیع را به شاگردان آموخت. به‌عنوان مثال، در گزارشی که اخیراً دربارهٔ تغییر نظام آموزشی در فنلاند، که یکی از پیشرفته‌ترین نظام‌های آموزشی در جهان را دارد، منتشر شده است می‌بینیم که در آن دیگر کلاس با مواد درسی خاص وجود نخواهد داشت. بلکه «پدیدهٔ یادگیری» جای آن را می‌گیرد. در این نظام شاگردان به جای اینکه مواد درسی را جداگانه یاد بگیرند خودشان در آموزش نقشی فعال خواهند داشت و در برنامه‌ریزی آموزشی مشارکت می‌کنند.

طراحان این برنامه باور دارند که نظام سنتی با مواد درسی جدا از هم کودکان را برای زندگی آینده آماده نمی‌سازد. این شاگردان به تفکر چند وجهی نیاز دارند تا بتوانند به مسائل از زاویه‌های مختلف بنگرند و از ابزارهای گوناگون برای حل آن‌ها استفاده کنند. در این نظام دانش‌آموزان موضوع مورد علاقهٔ خود را انتخاب و همراه با معلمان خود برای یادگرفتن آن برنامه‌ریزی می‌کنند.

با این همه، بدیهی است که هرگونه برنامه‌ریزی جدید در صورتی موفقیت‌آمیز خواهد بود که در آن به فرهنگ و امکانات موجود در جامعه و حفظ کرامت انسانی و محیط اطراف توجه کافی مبذول شده باشد. تأکید بر جنبهٔ اخلاقی استفاده از امکانات جدید ضروری است. هر ابزار ساخت دست بشر را می‌توان در جهت رفاه و آسایش یا نابودی و ویرانی به کار گرفت. مسئولیت مهم مربیان آن است که همراه با رشد علمی، پیشرفت اخلاقی شاگردان را نیز مدنظر داشته باشند تا آن‌ها بتوانند با به کارگیری صحیح امکانات گسترده‌ای که در اختیارشان قرار دارد در جهت ایجاد جامعه‌ای قانونمند و سعادتمند گام بردارند؛ جامعه‌ای که در آن هر شهروند به سایر افراد و محیطی که در آن زندگی می‌کند توجه کافی دارد و در جهت حفظ و حراست از حقوق سایر افراد و محیطی که در آن زندگی می‌کند تلاش کافی به عمل می‌آورد.

تعبیر دینامیکی از محیط یادگیری

جهانگیر ریاضی

مقدمه

در تعبیر دینامیکی، محیط یادگیری مفهومی بسیار فراتر از جغرافیا و مکان است و تمامی قلمروهای تعامل انسان با پدیده‌ها و رویدادهای جهان خارج را در برمی‌گیرد. اندیشهٔ پویا انتظار ندارد اجزای محیط یادگیری کیفی از قبل فراهم شده باشند، بلکه تلاش می‌کند با حضوری فعال، شرایط شکل‌گیری این محیط را به‌وجود آورد. از این منظر اصل اساسی در تبدیل یک فضا به محیط یادگیری کیفی، مدیریت شیوه‌های درست ورود به تعامل با رویداد و دست‌کاری مناسب در آرایهٔ متغیرهای تشکیل‌دهندهٔ آن است.

برخلاف تفکر ایستا، اندیشهٔ پویا تحت هیچ شرایطی فضایی با اجزای ثابت و ایستا را محیط مناسبی برای یادگیری نمی‌داند. بلکه محیط یادگیری را فضایی از تعامل می‌داند که بتواند برای ذهن جست‌وجوگر پرسش‌هایی جدید و قلمروهایی تجربه‌نشده از تعامل را فراهم کند.

پرسش‌هایی اساسی که فرایند پاسخ‌گویی به آنان می‌تواند نگرش انسان را به رویدادها و پدیده‌ها دستخوش دگرگونی کیفی کند و او را در سطحی بالاتر از نگرش به متغیرهای جهان خارج قرار دهد.

کلیدواژه‌ها: محیط یادگیری، اندیشهٔ پویا، تعامل، تعبیر دینامیکی

نگرش دینامیکی به مفهوم «محیط یادگیری»

برداشت و تلقی سنتی از محیط یادگیری ما را به سمت جغرافیایی مشخص به‌نام مدرسه و یا دانشگاه هدایت می‌کند. تعبیری که با توجه به مجموعهٔ تحولات و رویدادهای جهان امروز، ما را از اندیشهٔ پویا در مورد فرایند یادگیری دور می‌کند. در تعبیر دینامیکی، محیط یادگیری گستره‌ای به وسعت تمامی تعاملات انسان با متغیرهای جهان خارج است. گستره‌ای که هیچ‌گونه محدوده و مرزی آن را از پیش مشخص نمی‌کند. از منظر اندیشهٔ پویا، محیط یادگیری پیش از آنکه جغرافیا یا مکان مشخصی باشد، کیفیت ارتباط و تعاملی است که انسان با متغیرهای جهان خارج برقرار می‌کند. هر قدر این ارتباط از کیفیت بالاتری برخوردار باشد، فضای تعامل می‌تواند آموزنده‌تر بوده و محیط یادگیری فعال‌تری را ایجاد کند.

به بیان دیگر این ساختمان مدرسه و کلاس درس نیست که یادگیری را امکان‌پذیر می‌کند، بلکه مناسبات مدیریت شدهٔ انسان‌ها و متغیرهاست که می‌تواند هر پدیده یا رویدادی را به فرصتی برای یادگیری تبدیل کند. بنابراین تعبیر دینامیکی ازمفهوم یادگیری به ما می‌آموزد که محیط یادگیری را باید به وجود آورد، نه اینکه منتظر ایجادش بود.

در واقع باید بپذیریم که میهمان محیط یادگیری نیستیم. نباید انتظار داشته باشیم دیگران به‌عنوان میزبان، این محیط را برای استفاده و مصرف ما فراهم کرده باشند. توجه داشته باشیم که فضای تعامل انسان با پدیده یا رویداد هنگامی به محیط یادگیری کیفی تبدیل می‌گردد که با اندیشهٔ مولد به تعامل وارد شده باشیم. در شرایطی که اندیشه و رفتار ما مبتنی بر مصرف و استفاده از دستاوردهای دیگران باشد فضایی برای یادگیری ایجاد نخواهد شد. مصرف‌کنندگان غیرفعال هیچ‌گاه در فکر یادگیری مفاهیم نخواهند بود چون خود نقشی در تولید آنچه مصرف می‌کنند نداشته‌اند! آنان هر آنچه از اندیشه، هنر، دانش و... توسط دیگران تولید شده را مصرف می‌کنند بدون آنکه تلاش کنند رابطهٔ کیفی با این تولیدات ایجاد کنند و از آنان بیاموزند. از طرف دیگر کثرت تعاملات انسان با گستره‌ای از متغییرهای جهان خارج باعث می‌شود امکان ایجاد محیط‌های یادگیری متعددی فراهم گردد. به بیان دیگر وسعتی از اطلاعات از مسیرهای مختلف دریافت می‌شود که عدم مدیریت صحیح در سازماندهی آن‌ها باعث می‌شود نتوان تمام این قلمروها را به فرصت‌های مفید یادگیری تبدیل کرد.

از این منظر نیاز است ماتریس اولویت‌ها و نیازهای یادگیری را با

نگاهی کیفی‌تر مدیریت و سازماندهی کرد. یعنی بهتر است براساس ماتریس اولویت‌های یادگیری، بین گستره‌ای از قلمروهای تعامل انسان با محیط‌ها و متغیرهای گوناگون، آنانی را انتخاب کرد که می‌توانند فضایی کیفی‌تر برای یادگیری ایجاد کنند. به یاد داشته باشیم یکی از مشکلات اساسی نسل امروز در رابطه با یادگیری، عدم مدیریت درست برای ساماندهی گستره‌ای از اطلاعات دریافتی از مسیرهای مختلف است.

تعبیر دینامیکی از مفهوم «ارتباط»

یکی از عناصر بسیار اساسی در ایجاد یک محیط یادگیری، بسترهای مناسب برای شکل‌گیری رابطه‌ای کیفی بین اجزای این محیط است. آهنگ سریع وقوع رویدادها و تحولات در جهان خارج و شکل‌گیری مناسباتی متفاوت در فضای مجاز باعث شده است که مفهوم «ارتباط» دستخوش چالش‌هایی جدید و تجربه نشده گردد. عدم درک صحیح از تغییر حاصل از تلقی انسان‌ها از مفهوم ارتباط باعث بروز ناهمفازی در مدیریت رابطه با دیگران خواهد شد. به بیان دیگر باید توجه داشت که تلقی و برداشت نسل امروز از مفهوم ارتباط و میزان پایداری یا ناپایداری آن، هر روز شکل جدیدی به خود می‌گیرد.

ویژگی بسیار مهم شرایطی که هر روز تحت اثر وقوع رویدادها و تحولات جدید باشد این است که عمر پایداری آرایه‌های اجزای تشکیل‌دهنده « مدیریت تغییر» در آنان کوتاه و ناپایدار است. در چنین شرایطی نمی‌توان به دنبال هویت‌هایی پایدار و با ثبات بود. هویت‌هایی که تحت اثر اولویت‌هایی ناپایدار قرار گرفته باشند، در پاسخ به شرایط متغیر عموماً دچار رفتاری ناپایدار و غیرقابل پیش‌بینی می‌شوند. بنابراین مفهوم ارتباط از درون این شرایط ناپایدار که دستخوش وقوع رویدادهای گوناگون است شکل خواهد گرفت. از این نظر تفکر سنتی و ایستا در مورد مفهوم ارتباط نمی‌تواند زمینه‌های شکل‌گیری محیطی کیفی از تعامل را برای یادگیری فراهم سازد. توجه شود که منظور از شناخت ماهیت متغیر اولویت‌های تشکیل دهندهٔ هویت‌ها و رابطه‌ها، دنباله روی از این تغییرات نیست!

چرا که وابسته شدن به این تغییرات بدون داشتن توانایی مدیریت آن باعث می‌شود ناپایداری اولویت‌ها و هویت‌ها به قلمرو مدیریت و طراحی فرایند تغییرات منتقل شود. و مدیریتی که خود از اندیشه و راهبرد پایداری برخوردار نباشد، منشأ ترویج ناپایداری خواهد گردید. آنچه در مدیریت و حفظ پایداری یک رابطه مهم است، شناخت مسیرهایی است که عناصر ناپایداری را در مجموعه‌ی اولویت‌ها تقویت می‌کند به بیان دیگر باید بتوان در مسیر شکل‌گیری این ناپایداری‌ها، ، دامنه‌ی اثر آنان را محدودتر کرد.

موازنهٔ بین توانایی «مدیریت تغییرات» و ورود مستمر ناپایداری به محیط تعامل، مفهومی دینامیکی است که براساس توانمندی‌های کیفی در مدیریت، سمت و سوی این موازنه تغییر می‌کند. گاه می‌توانیم توانمند بر کنترل ناپایداری‌ها تأثیر بگذاریم و رابطه را به سمت پایداری بیشتر هدایت کنیم. و گاه آهنگ وقوع رویدادها آنقدر سریع است که از توانمندی‌های مدیریتی ما پیشی می‌گیرد و ما را در عقب آن قرار می‌دهد. در چنین شرایطی لازم است میزان هوشیاری خود را در مواجه شدن با وقوع رویدادهای جدید اثرگذار بر فضای تعامل، افزایش داد.

تعبیر دینامیکی از «جاذبه‌های محیط یادگیری»

بی‌تردید تحولات و وقوع رویدادهایی با ماهیت و گستردگی متفاوت در جهان خارج می‌تواند بر مطلوبیت‌ها و اولویت‌های انسان‌ها تأثیر انکارناپذیر بگذارد. محیط یادگیری را نمی‌توان همچون موجودی ایستا در نظر گرفت که مستقل از هر گونه تغییر در جهان خارج، بتوان با نگرشی کلیشه‌ای و ایستا مدیریت می‌شود. اجزای محیط یادگیری، تحت اثر این تغییرات‌اند و نشانه‌های تغییرات جهان خارج را همراه خود به محیط یادگیری می‌آورند. بدون توجه به این نشانه‌ها و اولویت‌های اجزای محیط یادگیری نمی‌توان در مدیریت فرایند یادگیری موفق شد.

هرگاه محیط یادگیری مورد نظر« مدرسه» باشد، معلم به‌عنوان یکی از اجزای مهم در مدیریت محیط یادگیری باید تلاش کند خود را از تفکرات سنتی و ایستا نسبت به مفهوم یادگیری و محیط آن رها کند. متوجه آهنگ وقوع رویدادها و تحولات جهان خارج و اثرات آن بر مطلوبیت‌ها و اولویت‌های دانش‌آموزان باشد و بر همین اساس فرایند یادگیری را طراحی کند. گاه آهنگ این تحولات آنقدر سریع است که باید همواره آمادگی دستکاری در اجزای «طرح مدیریت محیط یادگیری» را داشت.

به عبارت دیگر باید مراقب بود که با توجه به آهنگ سریع وقوع رویدادها، هیچ برنامه‌ای را نمی‌توان برای مدتی طولانی بدون تغییر در فرایند یادگیری مورد استفاده قرار داد. ناهماهنگی در درک دینامیکی از آهنگ تحولات جهان خارج باعث می‌شود نتوانیم جوابگوی نیازهای در حال تغییر محیط یادگیری باشیم. در واقع به‌گونه‌ای از سیر تحولات عقب خواهیم افتاد. و این ما نیستیم که محیط یادگیری را هدایت می‌کنیم بلکه رویدادها هستند که ابتکار عمل را از دست ما خارج می‌کنند و ما را با خود به هر سو خواهند کشاند! یعنی به‌جای آنکه ما به‌عنوان مدیر فرایند یادگیری در جلوی رویدادها قرار داشته باشیم، خواهیم دید در عقب رویدادها قرار گرفته‌ایم.

برای شناخت جاذبه‌های مورد نیاز در محیط یادگیری امروز، باید اولویت‌ها و جاذبه‌های نسل امروز و سیر تغییرات آن‌ها را با نگاهی دقیق‌تر بررسی کنیم. فراموش نباید کرد که مدیریت وطراحی فرایند یادگیری به معنی دنباله‌روی هیجانی از درخواست‌ها و مطلوبیت‌های دانش‌آموزان نیست! بحث اصلی شناخت واقعی‌تر این جاذبه‌ها و مطلوبیت‌ها و تشخیص درست جایگاه آن‌ها در فرایند یادگیری است.

برای این منظور لازم است ماتریس اولویت‌های نسل امروز را دقیق‌تر شناسایی و توجه کرد که این اولویت‌ها در کدام مسیرها ایجاد شده و چه عواملی هر یک از آن‌ها را به اولویت تبدیل کرده است. شناخت ماتریس اولویت‌ها به ما کمک می‌کند تا بتوانیم عناصر تأثیرگذار در فرایند یادگیری را در بین مجموعهٔ اولویت‌ها تشخیص دهیم. قرار نیست که محیط یادگیری در برگیرندهٔ تمامی اجزای ماتریس اولویت‌های نسل امروز باشد! مهم شناخت اجزای تعیین‌کننده در فرایند یادگیری است.

جغرافیای اولویت‌های نسل امروز هم دنیای واقعی و هم جاذبه‌های

مدیریت وطراحی فرایند یادگیری به معنی دنباله‌روی هیجانی از درخواست‌ها و مطلوبیت‌های دانش‌آموزان نیست! بحث اصلی شناخت واقعی‌تر این جاذبه‌ها و مطلوبیت‌ها و تشخیص درست جایگاه آن‌ها در فرایند یادگیری است

فضای مجازی اســت. موازنهٔ بین ســهم هر یک از این قلمروها در ماتریس اولویت‌های آنان، مفهومی ایستا نیست! بلکه باید تعبیری دینامیکی از آن داشت ـ یعنی اینکه موازنهٔ بین اولویت‌های وابسته به دنیای واقعی و فضای مجازی به‌صورت مستمر دستخوش تغییرات گوناگون می‌گردد. تشخیص فرایند تغییرات این موازنه و اصول ناظر بر آن می‌تواند ما را در شناخت اولویت‌های اساسی‌تر راهنمایی کند.

تعبیر دینامیکی از مفاهیم: «تغییر» و «تأثیر»

به‌طــور کلی یک رابطهٔ کیفی می‌تواند محیط مناســبی از تأثیر متقابل و هدفمند باشــد. نگاه ایســتا به مفهوم «تأثیر» در رابطهٔ انسانی باعث می‌شود« مدیریت تأثیر»از کلیشه‌ای ایستا و مستقل از تمامی متغییرهای تأثیرگذار بر انسان و مناسبات انسانی پیروی کند. نگاه ایستا، به آهنگ وقوع رویدادها و تحولات جهان خارج و نقش آن‌ها در دستکاری و تغییر اولویت‌ها و مطلوبیت‌های انسان‌ها توجه نمی‌کند. پس همواره بر یک شــیوهٔ ایستا و کلیشه‌ای برای ورود به تعامل با انسان‌ها و تأثیر بر آنان استفاده می‌کند.

اندیشــهٔ پویا، مفاهیمی همچون « تغییــر» و « تأثیر» را باتوجه بــه تغییرات جهــان خارج توصیف می‌کند. توصیــف ما از مفهوم «تأثیر» در شرایط پایدار و دارای اجزای منسجم، بسیار متفاوت از « مدیریت تأثیر» در شرایط ناپایدار است! در شرایط پایدار،تأثیرات فرصت «قوام یافتگی» و تبدیل شدن به « سازه‌هایی پایدار» را پیدا می‌کند و قلمرو این‌گونه تأثیرات « امتداد» می‌یابد. در حالی‌که در شرایط ناپایدار که هر روز و هر لحظه دستخوش تحولاتی می‌گردد، عمر « تأثیرات» بســیار کوتاه است و کمتر فرصت « قوام یافتن» می‌یابند. قوام یافتن یک تأثیر نیازمند فرایندی اســت که طی آن به‌تدریج اجزای این تأثیر جایــگاه خود را در مجموعهٔ اولویت‌ها و هویت انســان پیدا می‌کنند. افزایش آهنگ وقوع رویدادها و نبود مدیریت کیفی این رویدادها باعث می‌شود «تأثیری» که مسیر عبور از تولد تا بلوغ خود را طی می‌کند، در برخورد با رویدادهای جدید ناشناخته، دستخوش اغتشاش و ناپایداری گردد. این سیر جایگزین شدن تأثیرات به جای یکدیگر باعث می‌شود هیچ یک از «تأثیرها» عمق و مفهومی کیفی نیابد.

به بیان دیگر، باید توجه کرد که برای انسان جهان امروز، تأثیرات تنها از مسیرهایی محدود وارد نمی‌گردند. مسیرهایی متعدد وجود دارد کــه متغییرهای مختلفی با عبــور از آن‌ها به قلمرو تعاملات انســان وارد می‌شوند و او را تحت تأثیر قرار می‌دهند. از این منظر یکی از اساســی‌ترین آموزه‌های مورد نیاز انسان برای حفظ تعادل و پایداری نسبی خود در این مجموعهٔ متغیرها، توانایی «مدیریت تأثیر» متغیرهایی است که از مسیرهای متعدد به قلمرو تعاملات او وارد می‌شوند.

انسان امروز باید بیاموزد «چگونه تأثیرات دریافتی از مسیرهای مختلــف را اولویت‌بندی و با توجه بــه راهبرد کلی فرایند تأثیر، جایــگاه هر یک از آن‌ها را در دســت‌یابی به اهــداف مورد نظر مشــخص کند.» آنچه انسان برای زیســتن در جهان امروز نیاز دارد تنهــا دانــش و اطلاعات نیســت. بلکه مدیریــت صحیح و اولویت‌بندی هدفمند این دریافت‌هاست.بنابراین لازم است وقت وانرژی بیشتری صرف « آموزش مدیریت اولویت‌ها» کرد.

از طرف دیگر باید مراقب باشــیم دچــار «توهم تأثیر» یا «توهم تغییر» نشویم! با مشاهدهٔ نشانه‌هایی محدود از « تغییر» در انسان، تصور نکنیم تغییری بنیادی اتفاق افتاده است. به یادداشته باشیم تأثیر یــا تغییر نیازمند فرایندی تدریجی و بــه‌دور از هیجان‌های زودگذر است تا اجزای هر یک از آن‌ها فرصت یابند جایگاه خود را در شکل‌گیری بخش جدیدی از هویت انسان بیابند.

چگونــه می‌توان قلمروهــای تعامــل را به «محیط یادگیری» تبدیل کرد

تعبیر دینامیکی، محیط یادگیری را تمام قلمروهای تعامل انسان با پدیده‌ها و رویدادها می‌داند. موضوع مهم توانایی تبدیل هر یک از این قلمروها به محیط یادگیری کیفی است. چگونگی و کیفیت ورود بــه تعامــل با یک پدیده یا رویداد، توانایی شــناخت اصول و قوانین ناظر بر روند تغییرات آن‌ها و همچنین توانایی مدیریت این تغییرات، از پارامترهای اساسی در تبدیل قلمروهای تعامل به محیط یادگیری اســت. فراهم آوردن محیط‌های یادگیری از اصول کلی پیروی می‌کند. ولی لازم اســت به مسیرهای ورود به تعامل با یک پدیده یا رویداد مشخص توجه کرد. این ویژگی‌ها می‌توانند محیط یادگیری را توصیف کنند.

از نظــر اصولی،یادگیــری هنگامــی امکان‌پذیــر می‌گــردد که دریافت‌های وابسته به فرایند تعامل با رویداد بتواند بر اجزای پیشین «سازهٔ یادگیری انسان» تأثیر بگذارد. عناصر قبلی را دستکاری کند و زمینه‌های شــکل‌گیری آرایه‌ای جدید از آن‌هارا در ذهن انسان فراهم کند. آرایهٔ جدیدی که بتواند انســان را در ســطحی بالاتر از نگرش به پدیده‌ها و رویدادها قرار دهد و توانایی تحلیل متغیرهای جهان خارج را در او به وجود آورد. بنابراین یکی از اجزای اساســی در تولید محیط یادگیری، تشخیص این موضوع است که با توجه به ســاختار فعلی آموخته‌های‌مان، ورود از کدام مسیر می‌تواند به تعامل با رویداد بر ارتقای این ساختار تأثیرگذار باشد. به بیان دیگر باید تشخیص داد که در فرایند تعامل با رویداد مشخص، چه اصولی را می‌توان به مجموعهٔ دانش اصولی‌مان اضافه کرد. همین موضوع می‌تواند اساس هدایت افراد به سمت پدیده‌ها و رویدادهایی گردد که می‌توانند محیط مناسب‌تر یادگیری را فراهم آورند.

البته شرط اساسی تمام بحث‌های مطرح شده این است که فرد عزم یادگیری را دارا و ضرورت و نیاز آن را درک کرده باشد. چه در غیر این صورت، حضور در فضای رویداد بدون درک چرایی این حضور، نمی‌تواند منشأ تعاملی فعال با رویداد و تبدیل آن به محیط یادگیری مناسب باشد. توجه شود که هر قلمرو تعامل که به محیط یادگیری کیفی تبدیل می‌شود، بر ساختار آموزه‌های پیشین‌مان تأثیر گذاشته و زمینه‌های ورودی آگاهانه به قلمروهای جدید و تجربه نشــده از تعامل را فراهم می‌سازد. در واقع هر محیط یادگیری کیفی می‌تواند مسیر ورود به محیط‌های جدید یادگیری را هموار سازد.

گاه می‌توان با دستکاری مدیریت شده در اجزای پدیده یا رویداد، آن را بــه محیط یادگیــری کیفی تبدیل کرد وگاه لازم اســت به مجموعه اجزای رویداد، پارامترهایی اضافه کرد تا به فضای یادگیری نزدیک‌تر گردد. به بیان دیگر بدون دستکاری مدیریت شده در آرایهٔ اجزای رویداد، نمی‌توان از آن انتظار محیط یادگیری کیفی داشت.

برای انسان جهان امروز، تأثیرات تنها از مسیرهایی محدود وارد نمی‌گردند. مسیرهایی متعدد وجود دارد که متغیرهای مختلفی با عبور از آن‌ها به قلمرو تعاملات انسان وارد می‌شوند و او را تحت تأثیر قرار می‌دهند

کاهش وزن در فضا؛ علل و چگونگی اندازه‌گیری آن

ترجمهٔ مرجان روح‌نواز

کلیدواژه‌ها: کاهش وزن، فضا، وزن

بحث زیستی مسئله

در روی زمین برای غلبه بر نیروی گرانشی باید عضلات خاصی مانند عضلات ستون فقرات، گردن، ماهیچهٔ ساق پا و عضلات چهار سر را به کار اندازیم تا توانایی حرکت و ایستادن داشته باشیم. در صورت استفاده نکردن از این عضلات (مانند شرایطی که فضانوردان در حالت گرانش صفر با آن روبه‌رو هستند) آن‌ها ضعیف می‌شوند و کم‌کم تحلیل می‌روند. این فرایند آتروفی[1] نام دارد. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که فضانوردان تقریباً ۲۰ درصد جرم عضلات خود را در پروازهایی که طولانی‌تر از ۵ تا ۱۱ روز از دست می‌دهند. به‌همین دلیل نیز، آن‌ها باید علاوه بر رژیم غذایی مناسب و مصرف مکمل‌های غذایی و هورمونی،ساعت‌هایی از وقت خود را در سفینه‌های فضایی ورزش کنند. برای نمونه فضانوردان ایستگاه فضایی بین‌المللی برای جلوگیری از کاهش عضلات خود هر روز ۲/۵ ساعت ورزش می‌کنند.

کاهش نیروی گرانشی به غیر از عضلات در متابولیسم استخوان‌ها تغییر ایجاد می‌کند و سبب کاهش تراکم آن‌ها می شود. در حالت عادی استخوان‌ها در جهت تنش مکانیکی ساخته می‌شوند ولی در شرایط گرانش صفر معمولاً تنش مکانیکی بسیار کم است و این امر سبب کاهش لایه‌های استخوانی به ویژه در استخوان‌های لگن، ستون فقرات و استخوان ران می‌شود ـ چرا که این نواحی بیشترین وزن گرانشی را تحمل می‌کنند.

بر روی زمین استخوان‌ها توسط دو فرایند متوازن استئوکلاست[2] و استئوپلاست[3] پیوسته از دست داده و بازسازی می‌شوند. در یک فرد سالم این دو فرایند بسیار با هم هماهنگ هستند به‌طوری‌که اگر استخوانی شکسته شود لایه‌های جدیدتر جایگزین آن می‌شود. اما در فضا به دلیل وجود نیروی گرانش ناچیز، فرایند استئوکلاست افزایش بیشتری دارد. این مسئله یک مشکل به شمار می‌آید چرا که این فرایند، استخوان‌ها را به مواد معدنی که توسط بدن جذب می‌شوند، تجزیه می‌کند و این در حالی است که فرایند استئوبلاست به اندازهٔ فرایند دیگر فعال نیست و در نتیجه کاهش تراکم استخوان رخ می‌دهد. حاصل ادامه این روند احتمال افزایش مقدار کلسیم در خون و پیایند آن، سفت (آهکی) شدن[4] بافت‌های نرم و همچنین احتمال ایجاد سنگ کلیه است.

بحث کمی مسئله

بر پایهٔ بررسی‌های انجام شده، میانگین کاهش تراکم استخوان برای هر فضانورد مقداری نزدیک به ۱/۹ درصد در ماه است. با استفاده از نمودار زیر که نشان‌دهندهٔ کاهش تراکم استخوان در زنان و مردان بر حسب سن آن‌ها در شرایط عادی (گرانشی) است می‌توان مسائل گفته شده را به‌صورت کمی بررسی کرد.

مسئله: فضانوردی ۴۰ ساله مدت ۶ ماه در ایستگاه بین‌المللی فضایی به سربرده است. میزان کاهش تراکم کلسیم استخوان‌های وی هنگام برگشت به زمین را در هر یک از حالت‌های زیر حساب کنید:

الف. فضانورد، مرد و هنگام سفر به فضا تراکم کلسیم در استخوان‌هایش ۱۵۰۰ gr باشد.

ب. فضانورد، زن و تراکم کلسیم در استخوان‌هایش ۱۲۰۰ gr باشد.

پاسخ: با توجه به مطالب و نمودار بالا مقدار کاهش تراکم کلسیم استخوانی برای فضانوردان مرد و زن به ترتیب برابر است با:

الف. ۱۷۱ gr = ۱۵۰۰ gr × ماه ۶ × ۰/۰۱۹

ب. ۱۳۷ gr = ۱۲۰۰ gr × ماه ۶ × ۰/۰۱۹

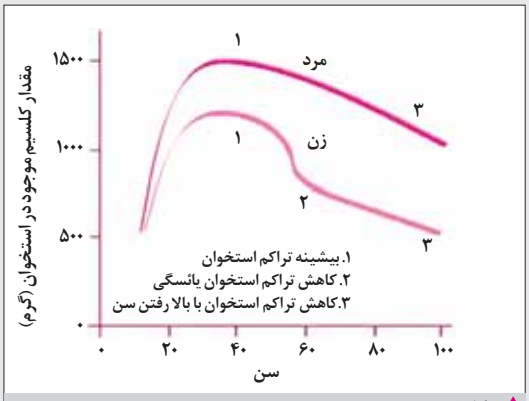
مسئله: با توجه به نمودار (۱) محاسبه کنید هر فضانورد مرد/زن (اگر به فضا نمی‌رفت) در چه سنی همان تراکم استخوانی را دارد که پس از سفر فضایی خواهد داشت.

پاسخ: تراکم استخوانی نهایی فضانورد مرد/ زن پس از بازگشت از فضا به ترتیب برابر است با:

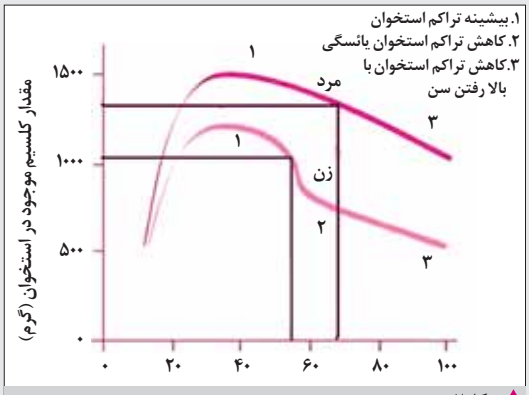
۱۵۰۰ gr - ۱۷۱ gr = ۱۳۲۹ gr

۱۲۰۰ gr - ۱۳۷ gr = ۱۰۶۳ gr

از روی نمودار می‌توان مشخص کرد که در شرایط عادی گرانشی این تراکم استخوانی در حدود سنین ۶۷ سال (برای مردان) و ۵۵ سال (برای زنان) رخ می‌دهد.



▲ شکل ۱.



▲ شکل ۲.

لازم به یادآوری است برخلاف کسانی که دچار پوکی استخوان هستند، فضانوردان معمولاً تراکم عادی استخوان‌های خود را با گذشت زمان به دست می‌آورند. پس از ٤ - ۳ ماه سفر به فضا، ۳ - ۲ سال طول می‌کشد تا این امر حاصل شود و تحقیقات جدیدتر برای کاهش این مدت همچنان ادامه دارد.

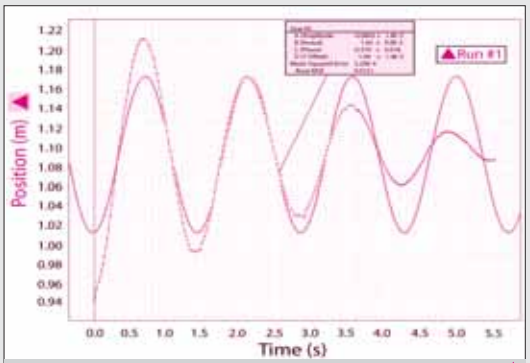
بحث فیزیکی مسئله

از آنجا که کنترل تغییرات جرمی فضانوردان برای سلامت جسمانی آن‌ها بسیار حیاتی است، پس باید این تغییرات پیوسته اندازه‌گیری و کنترل شوند. این مسئله ما را به این پرسش رهنمون می‌شود که در شرایط گرانش صفر (بی‌وزنی) چگونه می‌توان نیروی وزن را اندازه گرفت؟ مقالات چندی در وبگاه ناسا (NASA) به بررسی وسایل اندازه‌گیری جرم° (BMMD) اختصاص داده شده است. آژانس‌های فضایی نیز برای اندازه‌گیری جرم فضانوردان به‌جای به‌کارگیری مفاهیم مورد استفاده در زمین از مفاهیم فیزیکی دیگری مانند ویژگی‌های حرکت نوسانی ساده استفاده می‌کنند. با استفاده از این روش، مسئله اندازه‌گیری وزن فضانورد تبدیل می‌شود به مسئله اندازه‌گیری دورهٔ تناوب (یا بسامد) حرکت نوسانی یک صندلی که فضانورد بر روی آن می‌نشیند، شکل(۳).

می‌دانیم برای دستگاه نوسانی (فنر ـ وزنه) می‌توان نوشت

▲ شکل ۳. فضانوردی در حال استفاده از دستگاه اندازه‌گیری جرم (BMMD) در زیوزدا، مدول ایستگاه بین‌المللی فضایی

▲ شکل ۴. نمونه‌ای از دستگاه ساخته شده برای اندازه‌گیری جرم لختی



▲ شکل ۵. تطابق منحنی مکان بر حسب زمان صندلی در حال نوسان با بخشی از یک منحنی سینوسی هماهنگ.

$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$، k ثابت فنر و m جرم وزنه می‌باشد. چون که دورهٔ تناوب برابر است با $\frac{2\pi}{\omega}$، با استفاده از رابطهٔ $m = 4\pi^2 kT^2$ می‌توان مقدار جرم را پیدا کرد. برای این کار دورهٔ تناوب جرمی معلوم را با دستگاه اندازه می‌گیریم و سپس با استفاده از آن، مقدار ثابت فنر (k) دستگاه تعیین می‌شود (به این کار مدرج کردن دستگاه می‌گوییم) آن‌گاه طبق رابطهٔ بالا جرم فضانورد تنها با اندازه‌گیری دورهٔ تناوب حرکت نوسانی وی به دست می‌آید.

جایزهٔ نوبل برای یافتن قطعهٔ گمشدهٔ پازل جرم نوترینو

ترجمهٔ منیژه رهبر

دو دانشمند برندهٔ جایزهٔ نوبل فیزیک برای کشف‌هایی مهم دربارهٔ یک ذرهٔ کیهانی شدند که با سرعت تقریباً برابر سرعت نور در فضا حرکت می‌کند و به راحتی از زمین و حتی بدن ما می‌گذرد.

تاکاکی کاجیتا[1] از ژاپن و آرتور مک دونالد[2] از کانادا برای نشان دادن اینکه ذرات ریز موسوم به نوترینو دارای جرم‌اند به این افتخار نائل شدند.

فرهنگستان سلطنتی سوئد در اعطای این جایزه اظهار داشت، «این کشف شناخت ما از ساختار ماده را تغییر می‌دهد و می‌تواند تأثیری عمیق بر دیدگاه ما از عالم داشته باشد. کار این دانشمندان این باور را که نوترینوها بی‌جرم‌اند را تغییر داده است.»

کاجیتای ۵۶ ساله، رئیس انستیتوی پژوهش پرتوهای کیهانی و استاد دانشگاه توکیوست. مک دونالد ۷۲ ساله، استاد ممتاز دانشگاه کویین در کینگستون اونتاریوست.

وجود نوترینوها ابتدا در سال ۱۹۵۶ ثابت شد. این ذرات از منابع گوناگون در کیهان، زمین و جو زمین سرچشمه می‌گیرند. بیشتر نوترینوهایی که به زمین می‌رسند در واکنش‌های هسته‌ای درون خورشید تولید شده‌اند. در هر ثانیه تریلیون‌ها نوترینو از بدن‌های ما عبور می‌کند.

کاجیتا در سال ۱۹۸۸ نشان داد که نوترینوهای تولید شده در جو زمین که در آشکارساز کامیوکاندهٔ[3] در ژاپن به دام افتاده بودند تغییر «طعم» داده‌اند. سه سال بعد، مک دونالد که در رصدخانهٔ نوترینوی سادبری[4] کار می‌کند دریافت که نوترینوهای ناشی از خورشید هم تغییر هویت می‌دهند.

رابرت براون[5] رئیس انستیتوی فیزیک امریکا اظهار داشت، «این یافته‌ها شناخت ما از شالوده‌های فیزیک ذرات بنیادی را تغییر می‌دهد و ذرات همه‌چیزهای موجود در عالم را می‌سازند.»

به گفتهٔ آنتونیو اردیتادو[6] رئیس مرکز آلبرت اینشتین برای فیزیک پایه در دانشگاه برن سوئیس، «این واقعاً یک گام بسیار مهم در شناخت ما از طبیعت است.»

به‌نظر جوزف لیکن[7] معاون آزمایشگاه شتابدهندهٔ ملی فرمی در

دستگاه نشان داده شده در شکل (٤) یک نمونهٔ ساختهٔ شدهٔ آزمایشگاهی برای این منظور است که در آن یک صندلی روی سکویی چرخدار قرار داردکه سبب کاهش اصطکاک می‌شود، و فنرهای فشرده دو انتهای سکو را به نگهدارنده‌ای ثابت وصل کرده‌اند. دوره تناوب حرکت نوسانی را می‌توان با استفاده از یک زمان‌سنج (کرونومتر) یا یک حسگر حرکتی اندازه گرفت. شکل (۵) منحنی مکان ـ زمان حرکت نوسانی شخص روی صندلی را نشان می‌دهد (برای رسم این منحنی از نرم‌افزار data studio استفاده شده است) دورهٔ تناوب حرکت را می‌توان با تطابق دادن قسمت رنگی منحنی میرا با یک منحنی سینوسی هماهنگ به‌دست آورد. پس از مدرج کردن دستگاه و اندازه‌گیری زمان تناوب جرم مورد نظر، مقدار کل جرم نوسان‌کننده به‌دست می‌آید. اکنون با دانستن مقدار جرم صندلی می‌توان جرم شخص را برآورد کرد. در صورتی‌که نتایج آزمایش با مقادیر اندازه‌گیری شده به‌وسیله روش‌های متداول مقایسه شود، می‌توان حدود خطای دستگاه را مشخص کرد.

گوشزد!

اگر دو دستگاه نوسانگر، یکی آونگ ساده و دیگری وزنهٔ آویخته از فنر داشته باشیم و هر دو دستگاه به گونه‌ای تنظیم شوند که با دورهٔ تناوب یکسان نوسان کنند (مثلاً با انتخاب طول مناسب برای ریسمان آونگ)، اگر هر دو دستگاه را به کرهٔ ماه ببریم، دستگاه (وزنه ـ فنر) همان دورهٔ تناوبی را خواهد داشت که در زمین دارد زیرا مطابق رابطهٔ $T = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{m}{k}}$، دورهٔ تناوب آن تنها به جرم وزنه و ثابت فنر بستگی دارد که هیچ‌کدام تغییر نخواهند کرد. ولی دورهٔ تناوب آونگ نسبت به مقدار آن در روی زمین تفاوت خواهد کرد، زیرا مطابق رابطهٔ $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ به g (شتاب نیروی گرانش) بستگی دارد. چون مقدار g بر روی کرهٔ ماه کوچک‌تر از مقدار آن روی زمین است دورهٔ تناوب آونگ در روی ماه بیشتر خواهد بود.

همچنین در یک سفینه فضایی در حال چرخش به دور زمین تیر دستگاه (وزنه ـ فنر) با همان دورهٔ تناوب روی زمین نوسان خواهد کرد. اما دستگاه آونگ ساده، اصلاً نوسان نخواهد کرد! یعنی اگر وزنهٔ آن را از حالت ترازمندی منحرف کنید، به‌دلیل اینکه نیروی بازگرداننده‌ای بر آن وارد نمی‌شود، همان جا خواهد ماند چرا که سفینه فضایی در حال سقوط آزاد و بنابراین نیروی گرانش مؤثر بر آن صفر است.

پی‌نوشت‌ها

۱. atrophy. فرسوده شدن، کاهش اندازهٔ بافت، عضو یا بخشی از بدن

۲. Osteoclast نوعی سلول بزرگ چند هسته‌ای که عملکرد آن جذب و برداشت استخوان است.

۳. Osteoblast سلولی با منشأ فیبروبلاست که همگام با روند بلوغ تولید استخوان را برعهده می‌گیرد.

4. Calcification

5. Body Mass Mesurment Device

منابع

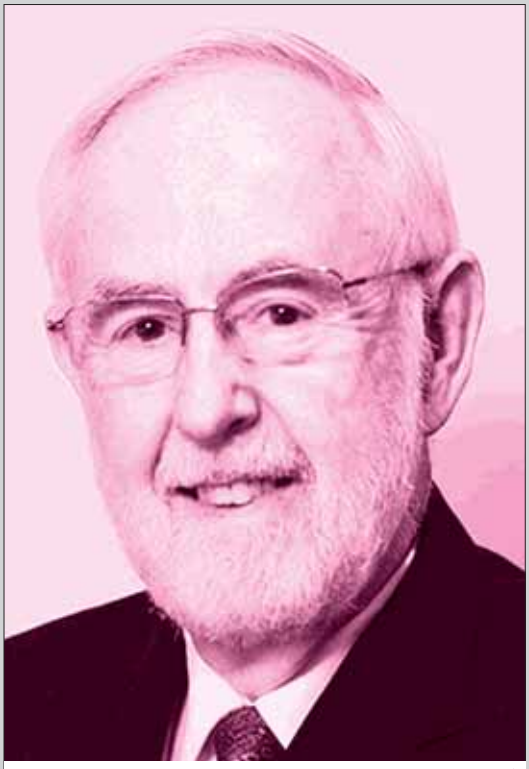
۱. فرهنگ اختصارات پزشکی دورلند ـ ترجمه دکتر آیدین تبریزی دکتر بهرام قاضی جهانی

2. http://Spacemath.gsfc.nasa.gov

3. Wikipedia ویکی‌پدیا

4. The Physics Teacher/ Jan 2012/ how Can Weightless Astronauts be Weighed?

▲ ۱. تاکاکی کاجیتا، رئیس انستیتوی پژوهش پرتوهای کیهانی و استاد دانشگاه توکیو



▲ ۲. آرتور مک دونالد، استاد ممتاز دانشگاه کوئین در کانادا

باتاویا ایلینویز، «این یافته‌ها در واقع باعث شده‌اند که جامعه جهانی دانشمندان باورها و کارهای قبلی خود دربارهٔ نوترینو را کنار بگذارند و بکوشند تا سرشت واقعی نوترینو را درک کنند.»

چیزی که هنوز ناشناخته باقی مانده جرم نوترینوست. گیدو درکسلین[8] یک متخصص نوترینو در انستیتوی فناوری کارلسروهه در آلمان اظهار داشت، «نوترینوها یک میلیون بار از الکترون که گونهٔ باردار نوترینوست سبک‌ترند.» تعیین جرم نوترینو چیزی است که گروه او امیدوارند در سال بعد انجام دهند.

برندگان جایزهٔ نوبل امسال نشان داده‌اند که نوترینوها تغییر هویت می‌دهند. این دگرگونی نیازمند آن است که نوترینوها جرم داشته باشند. در حوالی تغییر هزاره تاکاکی کاجیتا این کشف خود را ارائه کرد که نوترینوهای جو در سر راه خود تا رسیدن به آشکارساز سوپر ـ کامیوکانده در ژاپن هویت خود را تغییر می‌دهند.

در این ضمن، گروه پژوهشی به رهبری آرتور بی.. مک دونالد توانست نشان دهد که نوترینوهای خورشیدی در مسیر خود تا رسیدن به زمین ناپدید نمی‌شوند. بلکه با هویتی دیگر به رصدخانهٔ نوترینوی سادبری می‌رسند.

معمای نوترینو که فیزیک‌دانان به مدت چند دهه با آن دست و پنجه نرم می‌کردند حل شده است. در مقایسهٔ تعداد نوترینوهای اندازه‌گیری شده در روی زمین با تعدادی که از محاسبه‌های نظری به‌دست می‌آید، دو سوم این تعداد گم شده بودند. اکنون، آزمایش‌های انجام شده توسط برندگان نشان می‌دهد که این تعداد تغییر هویت داده‌اند.

این کشف برای فیزیک ذرات بنیادی اهمیتی تاریخی دارد. مدل استاندارد ذرات بنیادی که در شناخت طرز کار این ذرات بی‌نهایت موفق بوده است، به مدت بیش از بیست سال در برابر هرگونه چالش تجربی مقاومت کرده است. با این همه، این مدل نیازمند آن است که نوترینو بی‌جرم باشد، مشاهده‌های جدید به روشنی نشان داده‌اند که مدل استاندارد نمی‌تواند مدلی کامل برای اجزای بنیادی تشکیل‌دهندهٔ عالم باشد.

کشفی که به اعطای جایزهٔ نوبل فیزیک امسال انجامید شناختی بنیادی در مورد دنیای ناشناختهٔ نوترینوها فراهم کرده است. تعداد نوترینوها از کیهان در مرتبهٔ پس از فوتون‌ها قرار دارد. این نوترینو مدام زمین را بمباران می‌کنند.

تعداد زیادی نوترینو در واکنش‌های بین پرتوهای کیهانی و جو زمین تولید می‌شود. تعدادی دیگر هم در واکنش‌های هسته‌ای درون خورشید به‌وجود می‌آید. در هر ثانیه هزاران میلیارد نوترینو از بدن‌های ما می‌گذرند. به ندرت چیزی می‌تواند آن‌ها را متوقف کند، زیرا نوترینوها گریزپاترین ذرات بنیادی هستند.

اکنون آزمایش‌های زیاد و فعالیت‌های شدیدی در سراسر جهان برای گیر انداختن این ذرات و بررسی ویژگی‌های آن‌ها صورت می‌گیرد. انتظار می‌رود که کشف‌های جدید دربارهٔ اسراسر آن‌ها شناخت کنونی ما از تاریخ، ساختار و سرنوشت آیندهٔ عالم را تغییر دهد.

برای اطلاعات بیشتر رجوع کنید به:
www.nobel Prize, org/nobel Prizes/Physics/laurates

پی‌نوشت‌ها
1. Takaaki kajita
2. Arthur Mc Donald
3. Kamiokande
4. Sudbury
5. Robert Brown
6. Antonio Ereditoto
7. Joseph Lykken
8. Guido Drexlin

بررسی خطرآفرینی خیابان‌های شهر رودهن در زمان یخ‌زدگی

حسن سرپرست، غلامحسین رستگارنسب، مهرداد آقایاری سامیان، احسان فاطمی‌پور
دبیرستان استعدادهای درخشان شهید بهشتی رودهن، آموزش‌وپرورش منطقه رودهن

چکیده

رودهن شهری است واقع در دامنه‌های رشته‌کوه البرز؛ همراه با خیابان‌هایی با شیب تند. در روزهای عادی این شیب تند خطر جدی ایجاد نمی‌کند اما در روزهای سرد زمستانی، که سطح جاده‌ها یخ می‌زند و ضریب اصطکاک ایستایی کاهش می‌یابد، قابلیت خطرآفرینی این جاده‌ها نیز برای خودروها افزایش می‌یابد. در این مقاله سعی شده است تا با تعیین آستانهٔ شیب خطرناک برای جاده‌های یخ‌زده، خطرآفرینی تعدادی از جاده‌های این شهر برای خودروها مورد بررسی قرار گیرد.

کلیدواژه‌ها: نیروی اصطکاک، اصطکاک جنبشی، اصطکاک ایستایی، شیب

مقدمه

شهر رودهن بر روی کوهپایه‌ای از رشته‌کوه البرز واقع شده است، همراه با خیابان‌هایی با شیب تند که عمدهٔ بارش آن در فصل زمستان به صورت برف بوده و بسیاری از روزهای زمستان سطح معابر این شهر یخ‌زده و لغزنده است. شیب تند بسیاری از خیابان‌ها و کوچه‌ها و ضریب اصطکاک ایستایی کوچک بین لاستیک ماشین‌ها و سطح جاده‌ها موجب کاهش ایمنی خودروها و بعضاً بروز حوادث ناخواسته اما قابل پیشگیری می‌گردد.

در این پژوهش سعی شده است با انجام دادن چند آزمایش مختلف و تعیین ضریب اصطکاک ایستایی بین لاستیک اتومبیل و سطح جاده یخ‌زده و محاسبه شیب زمین، میزان خطرآفرینی این جاده‌ها را بررسی کنیم و به این پرسش پاسخ دهیم که: «چه تعداد از جاده‌های مورد بررسی رودهن (که به‌صورت نمونه انتخاب شده‌اند) در مقابل یخ‌زدگی معابر ناامن هستند؟»

شرح مسئله

به منظور بررسی میزان خطرآفرینی جاده‌های یخ‌زده و ضریب اصطکاک ایستایی بین لاستیک اتومبیل‌ها و سطح یخ‌زدهٔ جاده‌ها باید ابتدا عوامل مؤثر و نیز غیرمؤثر بر ضریب اصطکاک ایستایی مشخص و سپس با انتخاب یک نمونه لاستیک و سطح یخی نمونه حد یا آستانهٔ خطرناکی این جاده‌ها توسط آزمایش تعیین شود. سپس با بررسی‌ها و اندازه‌گیری‌های میدانی درصد جاده‌های ناامن مورد بررسی مشخص شود.

بررسی رابطهٔ ضریب اصطکاک ایستایی به جرم جسم و سطح تماس جسم نشان می‌دهد که ضریب اصطکاک ایستایی به جرم جسم و سطح تماس جسم بستگی چندانی ندارد.[۱]

همچنین با توجه به رابطهٔ نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه (f_{s_Max}) و نیروی عمودی سطح (N) یعنی رابطه زیر:

$$f_{s\text{-}Max} = \mu_S N \qquad (۱)$$

در می‌یابیم که مقدار نیروی اصطکاک ایستایی با نیروی عمودی سطح رابطه مستقیم دارد.

بررسی رابطهٔ ضریب اصطکاک ایستایی و شیب سطحی که جسم روی آن قرار دارد نشان می‌دهد ضریب اصطکاک ایستایی به شیب خط بستگی دارد و با آن برابر است:

[۲] و [۳] و [٤]

$$\mu_s = \tan\alpha \qquad (۲)$$

ضریب اصطکاک ایستایی بین سطح جاده و سطح لاستیک به عوامل زیر بستگی دارد.

۱. شیب متغیر جاده در قسمت‌های مختلف آن (عدم یکنواختی شیب سطح آسفالت)

۲. وضعیت ظاهری جاده (شامل نوع آسفالت یا نوع یخ یا برف روی آن)

۳. لاستیک ماشین (شامل نوع لاستیک، شکل آج‌ها، درصد ساییدگی آن‌ها و...)

٤. جهت قرار گرفتن اتومبیل روی سطح قسمت‌های مختلف جاده. (نحوهٔ درگیری آج لاستیک اتومبیل با سطح یخی)

۵. میزان فشار هوای داخل تایر اتومبیل

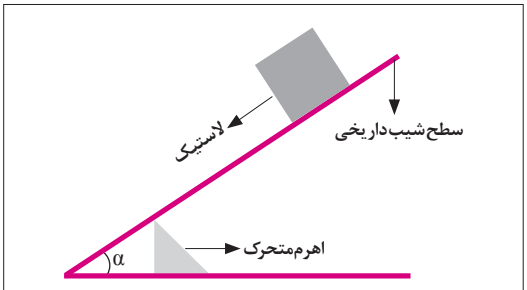
در این مقاله سعی شد تا با تعیین ضریب اصطکاک ایستایی بیشینهٔ بین یک نمونه لاستیک رادیال ایرانی از نوع کویر تایر با حدود ۶۰ درصد آج (نمونه) و سطح یخی (نمونه) که با انجماد آب در فریزر یخچال تشکیل شده است (نه یخ ناشی از برف تحت فشار)، ابتدا آستانه یا حد خطرآفرینی جاده با تعیین حداکثر شیب مجاز مشخص گردد و سپس مرحله میدانی انجام گیرد، این مقادیر با طراحی و انجام آزمایش زیر به‌دست آمد.

آزمایش

عنوان آزمایش: تعیین ضریب اصطکاک ایستایی بین لاستیک (نمونه) و یخ (نمونه)

وسایل مورد نیاز: یک قالب یخ ـ یک تکه لاستیک اتومبیل برش خورده (نمونه) ـ اهرم متحرک ـ خط‌کش میلی‌متری

نحوهٔ انجام آزمایش: ظرف حاوی یخ را روی سطح کاملاً افقی می‌گذاریم و زیر آن گوه‌ای چوبی به‌عنوان اهرم متحرک قرار می‌دهیم تا به آسانی بتواند زیر ظرف جابه‌جا شود.



شکل ۱. تصویر ساده‌ای از نحوهٔ بررسی ضریب اصطکاک ایستایی

نقطه‌ای ثابت به فاصلهٔ ۲۶۴ میلی‌متر از زیر ظرف یخ مشخص و آن را به‌عنوان مبنای ثابت برای تعیین ضلع افقی و ارتفاع یک نقطهٔ ثابت علامت خورده روی سطح شیب‌دار از این نقطه را در هر بار انجام آزمایش تعیین و درون جدولی درج می‌کنیم.

جدول شماره ۱: ضریب اصطکاک ایستایی بین لاستیک و یخ

شماره آزمایش	ضلع افقی (mm)	ضلع عمودی (mm)	$\tan\alpha$	اندازهٔ زاویهٔ α	ضریب اصطکاک ایستایی (μ_s)
۱	۲۶۴	۴۲	۰/۱۵۹	۹/۰۳۴	۰/۱۵۹
۲	۲۶۴	۳۶	۰/۱۳۶	۰/۷۴۵	۰/۱۳۶
۳	۲۶۴	۳۷	۰/۱۴۰	۷/۹۷۰	۰/۱۴۰
۴	۲۶۴	۳۶	۰/۱۳۶	۷/۷۴۵	۰/۱۳۶
میانگین					۰/۱۴۳

شکل ۲. چگونگی تعیین ضریب اصطکاک ایستایی بین سطح لاستیک (نمونه) و سطح یخی (نمونه)

نتیجهٔ جدول بالا نشان می‌دهد در صورتی که شیب جاده‌ای از ۰/۱۴۳ بیشتر یعنی زاویهٔ آن بیشتر از ۸/۱۳۸ درجه باشد، آن جاده خطرناک و غیرایمن خواهد بود.

برای بررسی عملی سراغ اندازه‌گیری‌ها و محاسبات میدانی رفته و شیب تعدادی از جاده‌ها را اندازه می‌گیریم.

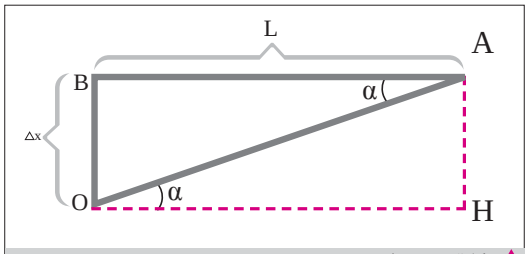
اندازه‌گیری‌ها و محاسبات میدانی

به منظور اندازه‌گیری شیب جاده‌ها و تعیین جاده‌های با شیب خطرناک، پس از آماده‌سازی وسایل و ابزار مورد نیاز و انتخاب چند جاده، کوچه و خیابان نسبتاً پرتردد از شهر رودهن، به سطح شهر مراجعه کردیم و براساس نظریهٔ ارائه شده به اندازه‌گیری میدانی در سطح شهر پرداختیم. برای انجام کار به وسایل زیر نیاز داشتیم.

وسایل مورد نیاز: یک تخته بلند (حداقل ۲ متری)ـ متر نواری (خط‌کش میلی‌متری) ـ تراز (بنایی) ـ چند قطعه چوب با قطرهای متفاوت ـ ترازوی فنری ـ جک آزمایشگاهی

تئوری کار

مطابق شکل شماره ۳ و ۴، شیب جاده برابر $\tan\alpha$ و برابر $\frac{AH}{OH}$ است. چون تعیین مقدار AH عملاً بسیار دشوار است، (زیرا امکان کندن زمین و اندازه‌گیری AH در هر نقطه مورد بررسی وجود ندارد) پس مثلثی شبیه مثلث AOH (که در زیر زمین تشکیل می‌شود) به‌وسیله تخته چوب به‌طول L و پایه در روی سطح زمین ایجاد کردیم (مثلث AOB). که در آن تخته چوب را موازی سطح افقی زمین قرار دادیم.



شکل ۳. شیب جاده

با فرض: $\Delta X = OB$: با چیدن آجر یا قرار دادن پایه یا جک آزمایشگاهی در زیر تخته به‌دست می‌آید.

$L = AB$ طول تخته چوبی

و با توجه به اینکه AB موازی OH و خط OA مورب است پس:

$$B\hat{A}O = A\hat{O}H = \alpha \qquad (۳)$$

$$\tan\alpha = \frac{\Delta x}{L} = \frac{OB}{AB}$$

رابطهٔ بالا نحوهٔ اندازه‌گیری شیب جاده را نشان می‌دهد.

شکل ٤. نحوهٔ اندازه‌گیری شیب جاده

با انتخاب چند نمونه از جاده‌ها و خیابان‌های (نسبتاً پرتردد مطابق جدول شمارهٔ ۲) شهر رودهن، شیب آن‌ها اندازه گرفته شد و نتایج حاصل، در جدول شماره ۲ درج گردید.

جدول شماره ۲ــ شیب تعدادی از جاده‌ها و معابر شهر رودهن (سطرهای خاکستری نشان‌دهندهٔ جاده‌های با شیب خطرناک است)

آدرس جاده	L (mm)	ΔX (mm)	tanα	α(o)
جادهٔ اصلی ـ بالاتر از شهرداری ـ جنب مجتمع سران (قسمت بالا)	۱۲۱۲	۱۸۰	۰/۱٤۸٥	۸/٤٤۷
جادهٔ اصلی ـ بالاتر از شهرداری ـ جنب مجتمع سران (قسمت پایین)	۱۲۱۲	۲۸٦	۰/۲۳٦۰	۱۳/۲۷۹
انتهای بلوار لاله صحرا	۱۲۱۲	۳۹	۰/۰۳۲۲	۱/۸٤٤
بلوار لاله صحرا (مقابل گلبرگ ۱۱)	۱۲۱۲	۱٤٥	۰/۱۱۹٦	٦/۸۲۰
بلوار لاله صحرا (روبه‌روی گلبرگ ۱٤)	۱۲۱۲	۷۱	۰/۰٥۸٦	۳/۳٥٤
بلوار لاله صحرا (روبه‌روی پارک امیرکبیر)	۱۲۱۲	۱۱۸	۰/۰۹۷٤	٥/٥٦۳
بلوار لاله صحرا (نرسیده به گلبرگ ۳)	۱۲۱۲	۱٦٦	۰/۱۳۷۰	۷/۸۰۱
بلوار لاله صحرا (روبه‌روی خیابان چمران)	۱۲۱۲	۸٦	۰/۰۷۱۰	٤/۰٦۱
خیابان چمران ـ کوچه ایمان (مقابل مدرسه سجادیان)	۱۲۱۲	۲۷٥	۰/۲۲٦۹	۱۲/۷۸٤
بلوار امامت (روبه‌روی کوچه امام علی (ع))	۱۲۱۲	۱۰٦	۰/۰۸۷٥	٥/۰۰۱
بلوار امامت (روبه‌روی مدرسهٔ شهید بهشتی)	۱۲۱۲	۹٥	۰/۰۷۸٤	٤/٤۸۳
بلوار امامت (مقابل امامت ۱٤)	۱۲۱۲	۸۰	۰/۰٦٦۰	۳/۷۷٦
بلوار امامت (مقابل امامت ٥)	۱۲۱۲	۷٥	۰/۰٦۱۹	۳/٥٤۲
کوچه متصل‌کنندهٔ گلبرگ ۱٤ و گلبرگ ۱٦	۱۲۱۲	۱۷۲	۰/۱٤۱۹	۸/۰۷٦
انتهای بلوار امیرکبیر	۱۲۱۲	۱۷۰	۰/۱٤۰۳	۷/۹۸٦
بلوار امیرکبیر (مقابل گلبرگ ٦)	۱۲۱۲	۷۰	۰/۰٥۷۸	۳/۳۰۸
خیابان چمران (بالاتر از مدرسه)	۱۲۱۲	۲۱۰	۰/۱۷۳۳	۹/۸۳۲
خیابان چمران (محل اتصال با بلوار لاله صحرا)	۱۲۱۲	۱۹٦	۰/۱٦۱۷	۹/۱۸٥
بلوار لاله صحرا گلبرگ ۱٤	۱۲۱۲	۸۰	۰/۰٦٦۰	۳/۷۷٦

برای تعیین شیب جاده‌ها در جدول شماره۲ مراحل زیر به ترتیب طی شده است.

۱. تخته چوب بلندی با اندازه ثابت و مشخص ($L = ۱۲۱۲$ mm) روی زمین گذاشته شد و روی آن تراز قرار گرفت.

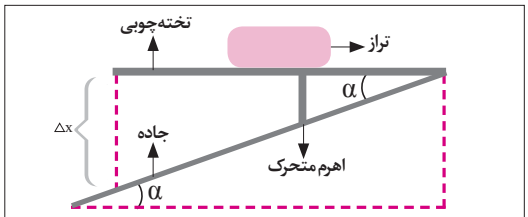
۲. تکه چوبی به عنوان اهرم متحرک به منظور تراز کردن سطح افقی تخته چوب، زیر آن قرار گرفت.

۳. آن قدر اهرمِ زیر تختهٔ چوبی جابه‌جا شد تا تختهٔ چوبی با سطح افق کاملاً تراز شد.

٤. به‌وسیلهِ خط‌کش میلی‌متری، Δx اندازه گرفته شد.

٥. چون شیب جاده برابر است با $\frac{\Delta x}{L}$ مقدار شیب جاده در هر مورد تعیین و در جدول شماره ۲ درج شد.

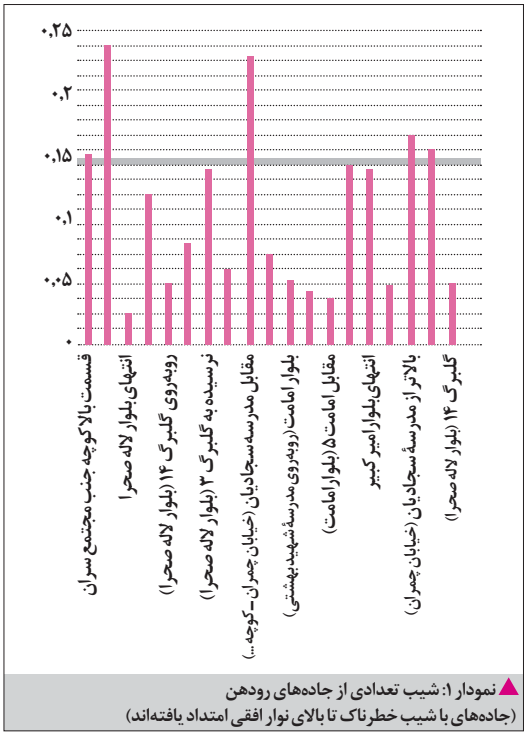
٦. مقدار زاویهٔ α نیز با توجه به جدول مقادیر مثلثاتی تعیین و در جدول ثبت شد.



شکل٥. نحوهٔ اندازه‌گیری شیب جاده

مقایسهٔ نتیجهٔ آزمایش انجام شده برای تعیین ضریب اصطکاک ایستایی بیشینه (که آن را معادل ۰/۱٤۳ به‌دست آوردیم) به همراه محاسبات مربوط به تعیین شیب جاده‌های رودهن (در جدول شماره ۲) مشخص نمود که از بین ۱۹ مورد جاده و خیابان انتخاب شده به‌صورت نمونه در شهر رودهن ٥ مورد آن‌ها دارای شیبی بیشتر از ۰/۱٤۳ هستند (سطرهای خاکستری رنگ در جدول ۲ و میله‌های بلندتر از خط افقی در نمودار ۱)، یعنی حدود ۲٦ درصد از جاده‌های پرترددی که به‌صورت نمونه انتخاب شده‌اند، به‌عنوان جاده‌های غیرایمن و خطرآفرین در روزهای سرد و یخزده تشخیص داده شدند.

چون ضریب اصطکاک جنبشی سطح یخی کمتر از ضریب اصطکاک ایستایی بیشینه است (این موضوع در طی آزمایش‌های مربوط به اندازه‌گیری ضریب اصطکاک ایستایی بیشینه بین لاستیک و سطح یخی بسیار تکرار شد زیرا اندک افزایش نیروی جلو برنده که موجب غالب آمدن نیروی جلوبرنده بر نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه می‌شد موجب حرکت قطعه لاستیک روی سطح یخی و افزایش سرعت آن می‌شد که نشان‌دهندهٔ کوچک‌تر بودن ضریب اصطکاک جنبشی بین سطح لاستیک و سطح یخی نسبت به ضریب اصطکاک ایستایی بیشینه است). عبارت بالا بدان معناست که اگر در زمان یخزدگی این معابر پر خطر، اتومبیلی در این جاده‌ها متوقف یا حتی کنار آن پارک شده باشد، کوچک‌ترین



نمودار ۱: شیب تعدادی از جاده‌های رودهن (جاده‌های با شیب خطرناک تا بالای نوار افقی امتداد یافته‌اند)

لـرزش موجب حرکت آن‌ها می‌شـود و امکان متوقف کردن آن‌ها نیز میسـر نخواهد بود و همچنین ورود وسایل نقلیه‌ای که (با توجه به شرایط تعیین شده) ضریب اصطکاک ایستایی بین لاستیک آن‌ها و سطح یخی کمتر از ۰/۱۴۳ باشد به این جاده‌ها، بسـیار خطرناک و توقف آن‌ها غیرممکن خواهد بود. نکته حائز اهمیت در تمامی این محاسبات و اندازه‌گیری‌ها آن اسـت که همواره فرض شده است که سطح آسفالت جاده‌ها کاملاً پوشـیده از یخ باشـد با این فرض به‌نظر می‌رسـد نوع پوشـش آسـفالت جاده زیر یخ تأثیر چندانی بر نوع پوشش یخی روی آن نداشـته باشد. همچنین هر چند در این مقاله حـد یا آسـتانهٔ خطر آفرینی جـادهٔ یخزده (شـیب ۰/۱۴۳) از طریق انجام آزمایش، شبیه‌سـازی و تعیین شـده است و فرض‌های عدم بستگی ضریب اصطکاک ایستایی به مساحت سـطح تماس و جرم جسـم (یا اتومبیل) اعمال شده است و بـا این فرض، آزمایـش، با یک قطعه لاسـتیک (نمونه) جلو رفته اسـت و به عدد ۰/۱۴۳ برای آسـتانهٔ شـیب خطرناک جادهٔ یخزده رسـیده است و عوامل بسیار دیگری نظیر میزان فشـار باد داخل لاستیک، نوع پوشـش واقعی یخ روی سطح جـاده، اثر هیدروپلانینـگ (آب پیمایـش) و... نادیده گرفته شـده اسـت (که هر یک از آن‌ها می‌تواند جزء خطاهای این آزمایش و دسـتیابی به نتیجهٔ قابل استناد برای محاسبات و اندازه‌گیری‌های میدانی بعدی باشد)، با وجود این نویسندگان مقاله سعی کرده‌اند تا با بررسی موضوع در حالتی خاص (برای نوع خاصی از لاستیک، نوع خاصی از یخزدگی، شرایط خاص هوایی و سـطح جادهٔ یخزده و...) از تأثیر عوامل بالا در خطای محاسبات تا حد امکان کم کنند تا اعتبار کلی مقاله همچنان محفوظ بماند.

نتیجه‌گیری

برای جسمی که روی یک سطح شیب‌دار در وضعیت آستانه حرکت قرار گرفته است، بین ضریب اصطکاک ایستایی سطح و شیب سطح رابطهٔ زیر برقرار است:

$$\mu_S = \tan\alpha \qquad (۲)$$

که در آن μ_S نشان‌دهندهٔ ضریب اصطکاک ایستایی بین جسم و سطح و α زاویهٔ شیب سطحی است که جسم روی آن قرار دارد. کاربرد رابطهٔ بالا برای تعیین ضریب اصطکاک ایستایی یخ نتایج زیر را به همراه دارد:

الف. بررسی ضریب اصطکاک ایستایی بین سطح یخی نمونه و یک قطعه لاستیک نمونه (تعیین شده توسط آزمایش) نشان می‌دهـد ضریب اصطکاک ایسـتایی بین سـطح یخی و قطعه لاستیک نمونه انتخابی (براساس جدول شماره ۱) برابر ۰/۱۴۳ است که این مقدار می‌تواند به‌عنوان آستانه یا حد شیب خطرناک برای سطح جاده‌های یخزده مورد استناد قرار گیرد.

ب. همچنین رابطهٔ ۲ در بالا نشان می‌دهد در صورتی که بتوان مقدار شیب سطحی که جسـم روی آن در آستانهٔ حرکت قرار گرفته است را به شیوه‌ای تعیین کرد، در واقع مقدار به‌دست آمده برابر ضریب اصطکاک ایستایی بیشینه مربوط به آن سطح خواهد بود. بر این اساس با تعیین شیب هر جادهٔ فرضی (در شهر رودهن یا هر شهر و نقطهٔ دیگر) و مقایسهٔ آن با ضریب اصطکاک ایستایی بین یخ و لاستیک (نمونهٔ انتخابی) به ایمن بودن آن جاده برای توقف یا حرکت اتومبیل‌ها و خودروها پی‌برد.

پ. نتایـج حاصل از اندازه‌گیری شـیب تعـدادی از جاده‌های رودهن و مقایسهٔ آن با ضریب اصطکاک ایستایی بین سطح یخزدهٔ این جاده‌ها و لاسـتیک (نمونه و انتخابی) نشان می‌دهد (طبق نمودار ۱) حدود ۲۶ درصد از جاده‌های پرتردد مورد بررسـی (۵ مورد از ۱۹ مورد) دارای شیبی بیش از ۰/۱۴۳ (ضریب اصطکاک ایستایی بیشینه یخ و سطح لاستیک نمونه) هستند و امکان تداوم حالت سکون برای خودروهایی که روی این سطوح هستند وجود ندارد و با اندک لرزش یا ضربه‌ای شروع به حرکت خواهند کرد و علاوه بر این با توجه به کوچک‌تربودن ضریب اصطکاک جنبشی از ضریب اصطکاک ایسـتایی، امکان توقف خودروهای در حال تردد بر روی این سطوح نیز وجود نخواهد داشت.

ت. چون در بسـیاری از موارد تعیین یا برآورد شـیب جاده به روش مشاهده‌های عینی مشکل یا غیر ممکن است، می‌توان با مشخص کردن جاده‌های خطرناک و ثبت‌داده‌ها و نتایج حاصل، اطلاعات را در اختیار شهرداری‌ها قرار داد تا مأموران شهرداری‌ها با نصب تابلوهای هشداردهنده در ورودی‌های این معابر رانندگان را از وضعیت شیب و احیاناً خطرآفرین بودن آن مسیر مطلع و با معرفی مسیرهای جایگزین، از بروز حادثه و وقوع سانحه در زمان یخزدگی معابر جلوگیری کنند.

منابع

۱. پورقاضی؛ اعظم، شیوایی؛ سیدمهدی، عزیزی؛ حسن، محمود زاده؛ غلامعلی، **فیزیک ۲ و آزمایشگاه نظری (رشته‌های علوم تجربی ـ ریاضی فیزیک)**، نشر راندگار نوین، (۱۳۸۷)، ۸۶ ـ ۸۱.

۲. احمدی؛ احمد، پورقاضی؛ اعظم، خلیلی بروجنی؛ روح‌الله، زال‌پور؛ ابوالقاسم، شیوایی؛ سیدمهدی، فراهانی؛ شیرین، عزیزی؛ حسن، محمودزاده؛ غلامعلی، **فیزیک (۱) و (۲) ـ دورهٔ پیش‌دانشگاهی، رشتهٔ علوم ریاضی**، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، (۱۳۸۳)، ۴۹ ـ ۳۸.

3. Halliday; David, Resnick; Robert, Fundamentals of physics, John Weily & Sons Inc, Vol. l, (1981), 79 - 83

4. Jones; Edvin, Childers; Richard,contemporary college physics, McGraw - Hill companies Inc., (1999), 123 - 127.

روش‌های آموزشی فعال و افزایش خلاقیت دانش‌آموزان
(روش اکتشافی، مشارکتی و حل خلاقانه مسئله)

پیام بهرامی چگنی
دبیر فیزیک دبیرستان‌های شهرستان خرم‌آباد

چکیده

هـدف از پژوهـش حاضر، بررسـی تأثیر روش‌های آموزشـی فعال بر افزایش خلاقیت در درس فیزیک و آزمایشـگاه در بین دانش‌آموزان دوره متوسطه شهر خرم‌آباد بود. این تحقیق از نوع طرح‌های آزمایشـی (نیمه‌آزمایشی) پیش‌آزمون ـ پس‌آزمون با گروه کنترل است. نمونه مورد بررسی در تحقیق حاضر شامل ۱۱۴ نفر از دانش‌آموزان پایه دوم رشته علوم تجربی در قالب یک کلاس برای گروه گواه یا کنترل و سه کلاس برای گروه آزمایش به روش خوشه‌ای چند مرحله‌ای تصادفی برگزیده و انتخاب گردید. ابزار گردآوری داده‌ها در این تحقیق، یک آزمون محقق ساخته جهت سنجش خلاقیت دانش‌آموزان در درس فیزیک و آزمایشگاه بود که روایی آن به روش روایی محتوایی یعنی مشورت و نظرخواهی با تعدادی از کارشناسان فیزیک و متخصصان علوم تربیتی، تأیید شد و برای ارزیابی متغیر خلاقیت در درس فیزیک و آزمایشگاه مناسب تشـخیص داده شد. برای بررسـی پایایی ابزار تحقیق، ضریب همبستگی پیرسون بین نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون دانش‌آموزان محاسـبه شد که این ضریب پس از تصحیح توسط فرمول اسـپیرمن ـ براون، برابر ۰/۹۷ محاسـبه شد که حاکی از پایایی بالای پرسـش‌های آزمون بود. بـرای اجرای تحقیق ابتدا آزمون پژوهشـگر ساخته سـنجش خلاقیت در درس فیزیک و آزمایشگاه برای کلیه دانش‌آموزان گروه‌های گواه و آزمایش اجرا شد و نمرات دانش‌آموزان به‌عنوان نمره پیش‌آزمون خلاقیت در درس فیزیک و آزمایشگاه ثبت گردید. پس از آن متغیر مستقل یعنی روش تدریس آزمایشی (اکتشافی، مشارکتی و حل خلاقانه مسئله) در کلاس‌های گروه‌های آزمایش به‌مدت نه ماه تحصیلی اجرا شد. بعد از اجرای متغیر مستقل، مجدداً از کلیه دانش‌آموزان گروه گواه و گروه‌های آزمایش، آزمون پژوهشگر ساخته، سنجش خلاقیت در درس فیزیک و آزمایشگاه به عمل آمد و نمرات آن‌ها به‌عنوان نمره پس‌آزمون ثبت گردید. برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از روش‌های آمار توصیفی شامل میانگین، فراوانی انحراف معیار و آمار استنباطی شامل آزمون t برای گروه‌های مستقل و تحلیل هموردای یک‌طرفه استفاده گردید. نتایج تجزیه‌وتحلیل داده‌ها نشـان داد به‌کارگیری روش تدریس اکتشافی، مشارکتی و حل خلاقانه مسئله در افزایش خلاقیت دانش‌آموزان در درس فیزیک و آزمایشگاه مؤثر است. علاوه بر آن نتایج نشان داد از نظر میزان تأثیر در افزایش خلاقیت دانش‌آموزان، روش تدریس حل خلاقانه مسئله دارای بیشترین تأثیر، پس از آن روش تدریس اکتشافی و سپس روش تدریس مشارکتی بوده است.

کلیدواژه‌ها: خلاقیت در درس فیزیک و آزمایشـگاه، روش تدریس فعال، روش تدریس اکتشافی، روش تدریس مشارکتی و روش تدریس حل خلاقانه مسئله

مقدمه

با وجود موفقیت‌های چشمگیری که بشر امروزی در عرصه‌های مختلف علمی، فنی، رفاهی بدان دست یافته، با ناکامی‌های بسیاری در ابعاد مختلف زندگی نیز روبه‌روست. نداشتن مهارت استفاده از آموخته‌ها و تجارب و نداشتن روش و منش علمی در انجام امور روزمره از جمله ناکامی‌هایی هستند که می‌توان آن را با پایین بودن سطح خلاقیت در میان افراد جامعه معادل دانست و بخش اعظم آن را به کارکرد مدارس نسبت داد. به همین سبب در آموزش‌وپرورش باید همهٔ مربیان به‌ویژه دبیران فیزیک، بعد سومی را به وظیفهٔ خودشان بیفزایند که دقیق‌ترین معنای آن پرورش آفرینشگری و خلاقیت در دانش‌آموزان و فراگیران است. بنابراین آموزش باید به‌گونه‌ای باشد که دانش‌آموزان را خلاق بار آورد تا آنان در اندیشه کاربردی کردن آموخته‌های خود در همه دروس به‌ویژه درس فیزیک باشند. امید می‌رود که این مقاله بتواند با ارائه راهکارهایی در امر چگونگی روند آموزش باعث افزایش خلاقیت در آموزگاران و فراگیران آموزش‌وپرورش گردد.

تعاریف متغیرها
خلاقیت در درس فیزیک و آزمایشگاه

تعریف مفهومی: به‌کارگیری توانایی‌های ذهنی برای ایجاد یک فکر یا مفهوم جدید در فیزیک و آزمایشگاه یا همان تمایل و ذوق به ایجادگری در فیزیک است.

تعریف عملیاتی: میزان خلاقیت دانش‌آموز در درس فیزیک و آزمایشگاه عبارت است از توانایی دانش‌آموز در تعریف و بررسی مسئلهٔ مورد نظر، حدس زدن یا فرضیه ساختن، ارزیابی و آزمون فرضیه‌ها، یافتن راه‌حل‌های متعدد و به‌کار بستن آن‌ها، ترکیب ایده‌ها، ارائه انتقادات به شیوه‌ای نو و مبتکرانه با اشیای جدید و سرانجام بازسازی مجدد در علم فیزیک و آزمایشگاه که براساس میزان امتیازی که هر دانش‌آموز از اجرای آزمون تفکر خلاق ۱۶ ماده‌ای در درس فیزیک و آزمایشگاه که یک آزمون محقق ساخته است، در پیش‌آزمون و پس‌آزمون کسب می‌کند.

روش تدریس فعال

تعریف مفهومی: عبارت از به‌کارگیری برنامه از پیش تعیین شده معلمان در کلاس‌های درسی که در آن برنامه‌ها، محور کار، دانش‌آموزان هستند و باید با محتوای مورد آموزش، فعالانه درگیر شوند.

تعریف عملیاتی: در این تحقیق منظور از روش‌های تدریس فعال، روش‌های تدریس اکتشافی، مشارکتی و حل خلاقانه مسئله است.

روش تدریس مشارکتی

در این تحقیق منظور از روش تدریس فعال مشارکتی آن است که معلم پس از گروه‌بندی دانش‌آموزان، یک سری کامل از وسایل و ابزار آزمایشگاهی مورد نیاز را در اختیار هر گروه قرار دهد و در طول آموزش، دانش‌آموزان هر گروه موظف باشند تا با همکاری و همیاری و کار گروهی به یکدیگر کمک کنند و تکالیف درس فیزیک داده شده به گروه را به انجام برسانند. در پایان نماینده‌ای از هر گروه برای ارائه تکلیف فرا خوانده می‌شود تا کار انجام شده توسط گروه را برای کل کلاس توضیح دهد.

روش تدریس حل خلاقانه مسئله

در این تحقیق منظور از روش تدریس فعال حل خلاقانه مسئله آن است که ابتدا معلم موضوع درس را به دانش‌آموزان معرفی و توصیف و سپس از آنان می‌خواهد ایده‌های خود را در مورد موضوع درس هرچند ایده‌های غیرمعمول بیان کنند؛ یعنی با استفاده از روش بارش مغزی آنان را به یافتن راه‌حل‌های گوناگون برای حل مسئله فیزیک تشویق می‌کند بدون آنکه هیچ ایده‌ای ارزیابی شود و برچسب خوب یا بد و غیره به آن زده شود؛ زیرا ارزشیابی پاسخ‌ها، تولید پاسخ‌های متنوع را سرکوب می‌کند به عبارت دیگر معلم با فراهم کردن فضایی آزاد که مشوق کاوش‌های کنجکاوانه دانش‌آموزان باشد، آنان را برای ادامه فعالیت‌های خود تا پیدا کردن جواب کامل مسئله تشویق می‌کند.

روش تدریس اکتشافی

در این تحقیق منظور از روش تدریس اکتشافی آن است که معلم پس از تعیین هدف‌های درس و انتخاب یا طرح یک موقعیت معمابرانگیز یا مسئله‌آفرین به آموزش درس فیزیک می‌پردازد و برای این منظور اقدامات زیر را انجام می‌دهد: آماده ساختن یادگیرندگان و توضیح دادن روش‌های اکتشافی، ارائه موقعیت معمابرانگیز، جمع‌آوری اطلاعات یا داده‌ها و آزمایشگری، فرضیه‌سازی و توضیح دادن و در پایان تحلیل فرایند اکتشاف. یعنی پس از معرفی موضوع درس و مسئله، دانش‌آموزان را به فرضیه‌سازی در مورد آن موضوع تشویق می‌کند و سپس از دانش‌آموزان می‌خواهد جواب‌ها یا فرضیه‌های خود را آزمایش و بررسی کنند پس از آن در پایان از سوی معلم تمامی فرضیه‌ها از سوی معلم مورد بررسی قرار می‌گیرد و بازخورد لازم به دانش‌آموزان داده می‌شود.

متغیرهای کنترل شده عبارت‌اند از:

- **علاقه‌مندی دبیران در درس فیزیک و آزمایشگاه به استفاده از روش‌های آموزشی فعال و خلاق.** به این منظور از بین دبیران درس فیزیک، افرادی که داوطلب و علاقه‌مند به استفاده از روش‌های فعال اکتشافی، مشارکتی و حل خلاقانه مسئله بودند، برای تدریس فیزیک در کلاس‌های گروه آزمایش انتخاب شدند.
- **میزان آشنایی دبیران فیزیک با روش‌های تدریس فعال.** به‌منظور آشنایی دبیران درس فیزیک با روش‌های فعال تدریس که برای تدریس در کلاس‌های گروه آزمایش داوطلب شده بودند، توسط یکی از استادان مجرب آموزش‌های لازم به دبیران مذکور به‌طور جداگانه ارائه گردید و برای حصول اطمینان از فراگیری آموزش‌های ارائه شده توسط دبیران، در پایان دوره آموزشی از روش‌های آموزش داده شده به آنان، امتحان به‌عمل آمد.
- **تحصیلات دبیران فیزیک و آزمایشگاه.** دبیران انتخاب شده برای تدریس همگی دارای مدرک کارشناسی ارشد فیزیک بودند.
- **امکانات مدرسه.** هر دو مدرسه از شهر خرم‌آباد انتخاب شدند؛ زیرا دو مدرسه انتخاب شده از نظر امکانات آموزشی و

منظور از روش تدریس فعال مشارکتی آن است که معلم پس از گروه‌بندی دانش‌آموزان، یک سری کامل از وسایل و ابزار آزمایشگاهی مورد نیاز را در اختیار هر گروه قرار دهد و در طول آموزش، دانش‌آموزان هر گروه موظف باشند تا با همکاری و همیاری و کار گروهی به یکدیگر کمک کنند

جدول ۱. مربوط به میانگین نمرات تفاضل پیش‌آزمون و پس‌آزمون خلاقیت دانش‌آموزان در درس فیزیک و آزمایشگاه برای گروه‌های گواه و گروه روش تدریس اکتشافی

گروه	تعداد دانش‌آموزان	میانگین تفاوت	انحراف معیار تفاوت
گواه	۲۵	۱/۸٤	۲/٤٦۱
گروه آزمایش (روش تدریس اکتشافی)	۲۹	٤/۲۱	۲/۷٦۹

جدول ۲. آزمون t مستقل جهت مقایسه نمرات تفاضل پیش‌آزمون و پس‌آزمون خلاقیت دانش‌آموزان در درس فیزیک و آزمایشگاه برای گروه‌های گواه و گروه روش تدریس اکتشافی

خلاقیت دانش‌آموزان	آزمون لون		آزمون T برای گروه‌های مستقل			
	آماره f	سطح معناداری	آماره t	درجه آزادی	سطح معناداری	تفاوت میانگین‌ها
با فرض برابری واریانس‌ها	۰/۰۰۳	۰/۹۵۸	-۳/۲۹٦	۵۲	۰/۰۰۲	-۲/۳۷

جدول ۳. مربوط به میانگین نمرات تفاضل پیش‌آزمون و پس‌آزمون خلاقیت دانش‌آموزان در درس فیزیک و آزمایشگاه برای گروه‌های گواه و گروه روش تدریس اکتشافی

گروه	تعداد دانش‌آموزان	میانگین تفاوت	انحراف معیار تفاوت
گواه	۲۵	۱/۸٤	۲/٤٦۱
گروه آزمایش (روش تدریس اکتشافی)	۳۱	۳/۸۱	۳/۰۸۱

تجهیزات آزمایشگاه مساوی و تا حدودی یکسان بودند و پژوهشگر می‌توانست به راحتی با دبیران درس فیزیک در ارتباط باشد.

نوع مدرسه. جهت انتخاب مدارس نمونه لازم دیده شد فقط دبیرستان‌های دولتی ـ عادی در شهرستان خرم‌آباد انتخاب شوند.

جنسیت. برای کنترل متغیر جنسیت، آزمودنی‌ها از بین دانش‌آموزان پسر انتخاب گردیدند.

از سویی دیگر، با توجه به اینکه مهم‌ترین مسئله در تحقیقات آزمایشی، مسئله کنترل متغیرهای مزاحم و مداخله‌گر است، برای کاهش تأثیر متغیرهای مزاحم و مداخله‌گر یا حذف اثر آن‌ها از صحنه آزمایش، نمونه‌ها به‌صورت تصادفی انتخاب گردید تا اثر متغیرهای مؤثر و مزاحم در خلاقیت گروه‌ها، خنثی گردد.

روش تحقیق

تحقیق حاضر از نظر چگونگی به‌دست آوردن داده‌های مورد نیاز، با توجه به موضوع تحقیق یعنی بررسی تأثیر روش‌های آموزشی فعال بر افزایش خلاقیت در درس فیزیک و آزمایشگاه در بین دانش‌آموزان دوره متوسطه استان لرستان، از نوع طرح‌های آزمایشی (نیمه‌آزمایشی) پیش‌آزمون ـ پس‌آزمون با گروه کنترل است.

بحث و نتیجه‌گیری

سؤال ۱ تحقیق: آیا روش تدریس اکتشافی در افزایش میزان خلاقیت دانش‌آموزان در درس فیزیک و آزمایشگاه مؤثر است؟

برای پاسخ دادن به این پرسش، با توجه به داده‌های حاصل از پیش‌آزمون و پس‌آزمون خلاقیت دانش‌آموزان، از آزمون تفاوت میانگین‌ها در دو گروه مستقل استفاده شده است؛ به طوری که جداول مورد نظر شامل میانگین تفاوت، انحراف معیار تفاوت برای هر گروه و مقدار آماره t، درجه آزادی و سطح معناداری است.

با توجه به جدول فوق، میانگین نمرات تفاضل پیش‌آزمون و پس‌آزمون خلاقیت در درس فیزیک و آزمایشگاه برای گروه گواه برابر با ۱/۸٤ و میانگین نمرات تفاضل پیش‌آزمون و پس‌آزمون خلاقیت در درس فیزیک و آزمایشگاه برای گروه آزمایش روش تدریس اکتشافی برابر با ٤/۲۱ است.

براساس نتایج جداول ۱ و ۲، با توجه به اینکه مقدار آماره f برای آزمون لون با $p<۰/۹۵۸$ معنادار نیست، لذا می‌توان گفت تفاوتی بین واریانس گروه‌ها وجود ندارد. همچنین با توجه به مقدار آماره t که با درجه آزادی ۵۲ برابر ۳/۲۹٦- و با $p<۰/۰۰۲$ معنادار است، با ۹۹ درصد اطمینان می‌توان گفت تفاوت معناداری بین خلاقیت دانش‌آموزان در درس فیزیک و آزمایشگاه گروه گواه (یعنی دانش‌آموزانی که با روش‌های تدریس رایج آموزش دیده‌اند) در مقایسه با دانش‌آموزان گروه آزمایش (یعنی دانش‌آموزانی که با روش تدریس اکتشافی آموزش دیده‌اند)، وجود دارد. بنابراین می‌توان گفت به‌کارگیری روش تدریس اکتشافی در افزایش خلاقیت دانش‌آموزان در درس فیزیک و آزمایشگاه مؤثر بوده است.

یادگیری اکتشافی، انگیزه درونی دانش‌آموز را افزایش می‌دهد، زیرا در این یادگیری، شاگرد به‌طور خودجوش فعالیت‌های آموختن را دنبال می‌کند و پاداشی هم که می‌گیرد، از فعالیت‌های خود اوست. این روش توانایی ذهنی دانش‌آموزان را تقویت می‌کند زیرا فنون اکتشاف را به شاگرد می‌آموزد و او را خلاق و کاوشگر بار می‌آورد. یادگیری اکتشافی موجب دوام بهتر آموخته‌ها می‌شود. زیرا دانش‌آموز خود آموخته‌هایش را سازمان می‌دهد و می‌داند که چه موقع و چگونه آن‌ها را به‌دست آورد.

سؤال ۲ تحقیق: آیا روش تدریس مشارکتی در افزایش میزان خلاقیت دانش‌آموزان در درس فیزیک و آزمایشگاه مؤثراست؟

با توجه به جدول ۳، میانگین نمرات تفاضل پیش‌آزمون و پس‌آزمون خلاقیت در درس فیزیک و آزمایشگاه برای گروه گواه برابر با ۱/۸٤ و میانگین نمرات تفاضل پیش‌آزمون و پس‌آزمون خلاقیت در درس فیزیک و آزمایشگاه برای گروه آزمایش روش تدریس مشارکتی برابر با ۳/۸۱ است.

براساس نتایج جداول ۳ و ٤، با توجه به اینکه مقدار آماره f برای آزمون لون با $p<۰/۹۰٦$ معنادار نیست، لذا می‌توان گفت تفاوتی بین واریانس گروه‌ها وجود ندارد. همچنین با توجه به مقدار آماره t که با درجه آزادی ٥٤ برابر ۲/٥۹۲- و با $p<۰/۰۱۲$ معنادار است، با ۹٥ درصد اطمینان می‌توان گفت تفاوت معناداری بین خلاقیت دانش‌آموزان در درس فیزیک و آزمایشگاه گروه گواه (یعنی دانش‌آموزانی که با روش‌های تدریس رایج آموزش دیده‌اند) در مقایسه با دانش‌آموزان گروه آزمایش (یعنی دانش‌آموزانی که با روش تدریس مشارکتی آموزش دیده‌اند)، وجود دارد. بنابراین می‌توان گفت به‌کارگیری روش تدریس مشارکتی در افزایش

خلاقیت دانش‌آموزان در درس فیزیک و آزمایشگاه مؤثر بوده است.

با توجه به تغییرات و پیشرفت‌های سریعی که در علوم روی می‌دهد، دانش‌آموزان ما نیازمند روش‌هایی هستند که از طریق آن‌ها به مهارت‌های یادگیری دست یابند تا خود بتوانند علوم را بهتر و سریع‌تر و همگام با پیشرفت‌ها بیاموزند. یادگیری مشارکتی، رویکردی جدید در آموزش دنیاست که هدف‌های عمده آن عبارت‌اند از: درگیر کردن دانش‌آموزان در فرایند یادگیری، از بین بردن حالت تک‌بعدی و معلم‌محور کلاس‌ها، و ایجاد علاقه و انگیزه به یادگیری فعال در دانش‌آموزان و پرورش خلاقیت در آنان.

سؤال ۳ تحقیق: آیا روش تدریس حل خلاقانه در افزایش میزان خلاقیت دانش‌آموزان در درس فیزیک و آزمایشگاه مؤثر است؟

با توجه به جدول ۵، میانگین نمرات تفاضل پیش‌آزمون و پس‌آزمون خلاقیت در درس فیزیک و آزمایشگاه برای گروه گواه برابر با ۱/۸٤ و میانگین نمرات تفاضل پیش‌آزمون و پس‌آزمون خلاقیت در درس فیزیک و آزمایشگاه برای گروه آزمایش روش تدریس حل خلاقانه مسئله برابر با ٤/۷۱ است.

براساس نتایج جداول ۵ و ٦، با توجه به اینکه مقدار آماره f برای آزمون لون با $p<0/022$ معنادار نیست، لذا می‌توان گفت تفاوتی بین واریانس گروه‌ها وجود ندارد. همچنین با توجه به مقدار آماره t که با درجه آزادی ۵۲ برابر ٤/۱٤۰- و با $p<0/001$ معنادار است، با ۹۹/۹ درصد اطمینان می‌توان گفت تفاوت معناداری بین خلاقیت دانش‌آموزان در درس فیزیک و آزمایشگاه گروه گواه (یعنی دانش‌آموزانی که با روش‌های تدریس رایج آموزش دیده‌اند) در مقایسه با دانش‌آموزان گروه آزمایش (یعنی دانش‌آموزانی که با روش تدریس حل خلاقانه مسئله آموزش دیده‌اند)، وجود دارد. بنابراین می‌توان گفت به‌کارگیری روش تدریس حل خلاقانه مسئله در افزایش خلاقیت دانش‌آموزان در درس فیزیک و آزمایشگاه مؤثر بوده است.

از نظر روان‌شناختی این روش یکی از بهترین روش‌های تربیتی برای ایجاد تفکر علمی در شاگردان است و موجب ارتباط فعالیت‌های مدرسه با زندگی واقعی شاگردان می‌شود. از آنجا که روش حل خلاقانه مسئله ثابت و خشک و غیرقابل انعطاف نیست، باعث برانگیختن علاقه طبیعی شاگردان به درس می‌شود و از دیگر محاسن این روش آن است که با وضع کلاس‌های متداول سازگار است (شعبانی، ۱۳۷۹، ص ۳۱٤).

سؤال ۴ تحقیق: کدام‌یک از روش‌های تدریس اکتشافی، مشارکتی و حل خلاقانه مسئله در افزایش میزان خلاقیت در درس فیزیک و آزمایشگاه مؤثرتر است؟

برای مقایسه و بررسی جهت تفاوت‌های معنی‌دار مذکور، میانگین و انحراف معیار خلاقیت دانش‌آموزان در درس فیزیک و آزمایشگاه در گروه‌های آزمایش و گواه در جدول ۷ نشان داده شده است.

براساس نتایج جدول شماره ۷، میانگین نمرات خلاقیت دانش‌آموزان در درس فیزیک و آزمایشگاه در گروه‌های آزمایش (دانش‌آموزانی که با روش‌های فعال تدریس اکتشافی، حل خلاقانه مسئله و مشارکتی آموزش دیده‌اند) به‌طور معنی‌داری بالاتر از دانش‌آموزان گروه گواه (دانش‌آموزانی که با روش تدریس سنتی آموزش دیده‌اند) است. همچنین براساس جدول مذکور، در مورد روش‌های تدریس فعال، روش تدریس حل خلاقانه مسئله دارای بیشترین تأثیر در افزایش میانگین نمره خلاقیت دانش‌آموزان در درس فیزیک و آزمایشگاه نسبت به سایر روش‌های تدریس فعال بوده است.

و سرانجام برای مقایسه اندازهٔ تأثیر روش‌های تدریس یادگیری اکتشافی، مشارکتی و حل خلاقانه مسئله در افزایش میزان خلاقیت در درس فیزیک و آزمایشگاه دانش‌آموزان، از شاخص η^2 استفاده شده است که مقدار این شاخص برای روش تدریس مشارکتی برابر با ۰/۱۱۰ و برای روش تدریس اکتشافی برابر با ۰/۱۷۲ و برای روش تدریس حل خلاقانه مسئله برابر با ۰/۲٤۷ محاسبه گردید. با توجه به مقادیر به‌دست آمده، به ترتیب روش تدریس حل خلاقانه مسئله دارای بیشترین تأثیر، پس از آن روش تدریس اکتشافی و سپس روش تدریس مشارکتی دارای کمترین تأثیر در افزایش

جدول ۴. آزمون t مستقل جهت مقایسه نمرات تفاضل پیش‌آزمون و پس‌آزمون خلاقیت دانش‌آموزان در درس فیزیک و آزمایشگاه برای گروه‌های گواه و گروه روش تدریس اکتشافی

خلاقیت دانش‌آموزان	آزمون لون		آزمون T برای گروه‌های مستقل			
	آماره f	سطح معناداری	آماره t	درجه آزادی	سطح معناداری	تفاوت میانگین‌ها
با فرض برابری واریانس‌ها	۰/۰۱٤	۰/۹۰٦	-۲/۵۹۲	۵٤	۰/۰۱۲	-۱/۹۷

جدول ۵. مربوط به میانگین نمرات تفاضل پیش‌آزمون و پس‌آزمون خلاقیت دانش‌آموزان در درس فیزیک و آزمایشگاه برای گروه‌های گواه و گروه روش تدریس حل خلاقانه مسئله

گروه	تعداد دانش‌آموزان	میانگین تفاوت	انحراف معیار تفاوت
گواه	۲۵	۱/۸٤	۲/٤٦۱
گروه آزمایش (روش تدریس حل خلاقانه)	۲۹	۵/۱۹	۳/۳۳۷

جدول ۶. مربوط به میانگین نمرات تفاضل پیش‌آزمون و پس‌آزمون خلاقیت (آزمون محقق ساخته) برای دانش‌آموزان گروه‌های گواه و گروه روش تدریس حل خلاقانه مسئله

خلاقیت دانش‌آموزان	آزمون لون		آزمون T برای گروه‌های مستقل			
	آماره f	سطح معناداری	آماره t	درجه آزادی	سطح معناداری	تفاوت میانگین‌ها
با فرض برابری واریانس‌ها	۱/۰۲۲	۰/۳۱۷	-٤/۱٤۰	۵۲	۰/۰۰۱	-۳/۳۵

جدول شماره ۷. میانگین و انحراف معیار خلاقیت دانش‌آموزان در درس فیزیک و آزمایشگاه در گروه‌های آزمایش و گواه

گروه	میانگین	انحراف معیار
گروه گواه	۲۲/۲٤	۸/۳۷۳
گروه آزمایش (روش تدریس مشارکتی)	۲۷/۵۲	۱۰/۳٤٦
گروه آزمایش (روش تدریس حل خلاقانه مسئله)	۲۸/۲۹	۱۲/۳۵۱
گروه آزمایش (روش تدریس اکتشافی)	۲۳/۷۹	۱۰/۳۲۸
کل	۲۵/٦۲	۱۰/۷۰٦

میزان خلاقیت دانش‌آموزان در درس فیزیک و آزمایشگاه بوده‌اند.

پیشنهادها

۱. نتایج تحقیق نشان دادند به‌کارگیری روش‌های فعال اکتشافی، مشارکتی و روش حل خلاقانه مسئله در پرورش خلاقیت دانش‌آموزان در درس فیزیک مؤثر است. لذا پیشنهاد می‌شود برای پرورش خلاقیت دانش‌آموزان روش‌های فعال که مبتنی بر فعالیت دانش‌آموزان است، محور تدریس قرار گیرد تا بتوان به یادگیری توأم با خلاقیت دست یافت. همچنین سازمان دادن کلاس‌های موجود به طریقی که بتواند فضایی که لازمه بروز خلاقیت است را فراهم کند، مانند قرار دادن محرکات بصری در کلاس (مانند وسایل کمک آموزشی)، ترتیب چیدن میز و صندلی‌ها و اختصاص دادن فضای لازم برای خلاقیت دانش‌آموزان از جمله مواردی است که به اجرای مؤثرتر روش‌های فعال تدریس و پرورش خلاقیت در دانش‌آموزان کمک می‌کند.

۲. با توجه به آنچه نتایج تحقیق نشان دادند به‌کارگیری روش‌های فعال اکتشافی، مشارکتی و روش حل خلاقانه مسئله در پرورش خلاقیت دانش‌آموزان در درس فیزیک مؤثر است، پیشنهاد می‌شود برنامه‌ریزان و مسئولان آموزش‌وپرورش به‌منظور ارتقای علمی و دانش‌افزایی دبیران اقدام به تشکیل کارگاه‌ها و کلاس‌های آموزشی ضمن خدمت آموزش نموده و نحوه اجرای روش‌های فعال تدریس را به معلمان آموزش دهند.

۳. براساس تجربیات کاری پژوهشگر و همکاران، استفاده از روش‌های فعال تدریس نسبت به روش‌های رایج و سنتی به زمان بیشتری نیاز دارد؛ لذا به برنامه‌ریزان و دست‌اندرکاران تألیف کتب درسی پیشنهاد می‌گردد در امر تدوین کتاب‌های درسی، محتوای کتاب‌های درسی را متناسب با زمان برنامه تدریس به روش فعال تعدیل کنند یا ساعت‌های درسی در برنامه هفتگی را افزایش دهند تا معلمان با کمبود وقت مواجه نگردند.

٤. به‌منظور آگاه ساختن معلمان و ایجاد نگرش مثبت در آنان نسبت به تأثیر روش‌های فعال تدریس بر رشد خلاقیت دانش‌آموزان، پیشنهاد می‌گردد نتیجه تحقیق حاضر و تحقیقات مشابه در اختیار معلمان گذاشته شود.

۵. به برنامه‌ریزان و مسئولان آموزش‌وپرورش پیشنهاد می‌شود که از کلاس‌های دبیرانی که در تدریس خود از روش‌های فعال بهره می‌جویند، دیدن و امکان تقدیر، تشکر و تمجید از آنان را فراهم کنند. به‌عنوان نمونه پیشنهاد می‌شود استفاده از روش‌های فعال تدریس را به‌عنوان یکی از ملاک‌های انتخاب معلم نمونه و یا انتخاب معلمان در برنامه‌های اعزام به خارج و ارزشیابی‌های منطقه‌ای و استانی و درون مدرسه‌ای قرار دهند.

٦. به مسئولان آموزش‌وپرورش پیشنهاد می‌شود با تهیه فیلم‌ها و سی‌دی‌های آموزشی در زمینه اجرای روش‌های فعال تدریس و تکثیر و توزیع آن در بین دبیران، آنان را با چگونگی اجرای روش‌های فعال تدریس آشنا کنند و موجب ایجاد انگیزه در آنان شوند.

۷. توجه ویژه به توسعه فرهنگ دانش‌آموزمحوری (فراگیرمحوری) به جای معلم‌محوری در مدارس و دانستن اینکه معلم راهنماست و نقش یاری‌دهنده و هدایتگر را ایفا می‌کند، می‌تواند زمینه را برای رشد و بروز خلاقیت در دانش‌آموزان فراهم آورد. علاوه بر آن به معلمان پیشنهاد می‌شود برای پرورش خلاقیت در دانش‌آموزان راهکارهای زیر را به‌کار گیرند:

- معرفی دانش‌آموزان پژوهشگر و خلاق و تشویق آنان
- طرح پرسش‌های هنرمندانه در کلاس توسط معلم
- تشریح فرایند خلاقیت و دادن اطلاعات لازم به دانش‌آموزان
- فراهم کردن زمینه تفکر تخیلی توسط معلمان در کلاس
- الزام معلمان بر فعالیت‌های آزمایشگاهی برای دانش‌آموزان
- دانش‌آموزان را به محرک‌های محیطی حساس‌تر کردن
- با دانش‌آموزان خلاق فکورانه و منطقی برخورد کردن
- تکالیف ناتمام دادن به دانش‌آموزان و حداکثر فرصت را برای اکتشاف و زمینه ابتکار و فردیت فراهم کردن
- فراهم کردن زمینه پرورش افکار مختلف و تشویق برای اظهار آن
- اندیشه‌ها و راه‌حل‌های غیرمعمول را برای مسائل با احترام تلقی کردن و دادن فرصت به دانش‌آموزان برای یادگیری مستقل و اکتشاف
- فراهم کردن زمینه‌ای که تمامی دانش‌آموزان فکر کرده و بدون نگرانی آن را اظهار کنند
- ایجاد زمینه قدرت تحمل عقاید مختلف در دانش‌آموزان و پرورش انتقاد سازنده در آنان

منابع

۱. احمدی، سعید (۱۳۸٤). **بررسی تأثیر روش تدریس حل مسئله بر پرورش خلاقیت دانش‌آموزان پسر پایه پنجم ابتدایی شهرستان اسلام‌آباد غرب**. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت‌معلم تهران، دانشکده روان‌شناسی و علوم تربیتی.

۲. حسینی، افضل‌السادات (۱۳۷۸). **ماهیت خلاقیت و شیوه‌های پرورش آن**. مشهد: انتشارات آستان قدس رضوی. چاپ اول.

۳. حسینی، افضل‌السادات (۱۳۸۱). **تأثیر برنامه آموزش خلاقیت بر دانش، نگرش و مهارت معلمان**. سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی.

٤. حق‌شناس، حسین. (۱۳۷۸). **از ترویج علم تا تولید ثروت**. تهران: انتشارات رهیافت.

۵. خسروجردی، زهرا (۱۳۸٤). **رابطه نگرش معلمان به روش‌های تدریس علوم و نگرش مادران به شیوه‌های فرزندپروری با خلاقیت دانش‌آموزان ابتدایی**. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده روان‌شناسی و علوم تربیتی.

٦. رزاق‌زاده. (۱۳۸۵). **بررسی مقایسه‌ای اثرهای دو روش تدریس فعال مشارکتی و حل مسئله با روش‌های رایج در پرورش خلاقیت دانش‌آموزان دختر پایه اول دبیرستان شهرستان زاهدان**. شورای تحقیقات آموزش‌وپرورش استان سیستان و بلوچستان.

۷. زرگر، محمود (۱۳۸۰). **راهنمای جامع SPSS۱۰**. تهران: انتشارات بهینه

۸. شعبانی، حسن. (۱۳۷۸). **تأثیر روش حل مسئله به‌صورت کار گروهی بر تفکر انتقادی و پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان پایه چهارم ابتدایی**. رساله دکتری. تهران: دانشگاه تربیت‌معلم.

۹. شریفی، علی‌اکبر؛ داوری، رقیه. (۱۳۸۵). **مقایسه تأثیر سه روش پرورش خلاقیت در افزایش خلاقیت دانش‌آموزان پایه دوم راهنمایی**. مجله روان‌پزشکی و روان‌شناسی بالینی ایران، شماره۱، صص۶۲-۵۷.

۱۰. گنجی، حمزه؛ شریفی، حسن پاشا؛ میرهاشمی، مالک (۱۳۸۰). **اثر روش بارش مغزی در افزایش خلاقیت دانش‌آموزان**. فصل‌نامه تعلیم‌وتربیت، شماره٤، صص۲۵-۱۸.

۱۱. میرکمالی، سیدمحمد؛ خورشیدی، عباس (۱۳۸۷). **روش‌های پرورش خلاقیت در نظام آموزش**. تهران: انتشارات یسطرون.

12. Amabile, T. m. (1996) Creativity in Context. Oxford, UK: West view.

13. Barron, frank. (1989) Putting Creativity to work, in Strenberg Robert, the Nature of Contemporary Cretivity Psychology Perspectives, Combridge university Press.

14. Berg, R. (2000). Social Constructions of Creativity in a mildle school math classroom. Available on: WWW. Designworlds. Com.

15. Gallager, James J.; Teaching The Gifted child, Allen And Bacon, 1985.

16. Gatzels,J.W.; And Jackson, P.W.; Creativity And Intelligence, John Willy New york, 1962.

17. Gallager, J.J. (1985). Teachining the Gifted child, Allen and Bacon.

18. Getzeles, J. W, & Gackson, P. W; (1962). Creativity and intelligen John willy, Newyork.

19. Joyee, Bruce.; &Weil, Marshal.; Models Of Teaching (3 rd Ed) Prentice Hall, Inc, Englewood Cliffs, New Gersey, 1986.

20. Torrance, E. P. (1990) Torrance teste of creative thinking: Manual for Scoring and interpreting results. Bensen Ville, IL: Scholastic Testing Service.

21. Torranc, E. P. (1992); Can we teach children to think Creatively? Journal of creative Behavior, 6, 114-143.

قطر نقطه کور چشم و شعاع کره زمین با خط‌کش

حمیدرضا نوری
دانشگاه بیرجند، دانشکده علوم، گروه فیزیک
دبیرستان شهید بهشتی بیرجند

چکیده

در این مقاله ابتدا با وجود نقطه کور در چشم آشنا می‌شوید و با استفاده از اپتیک هندسی روشی برای تخمین و محاسبه قطر نقطه کور با خط‌کش توضیح داده می‌شود. در ادامه روشی برای اندازه‌گیری شعاع کره زمین درکنار دریا و هنگام غروب خورشید توسط یک خط‌کش و ساعت توضیح داده می‌شود.

کلیدواژه‌ها: اندازه‌گیری، نقطه کور، شعاع زمین

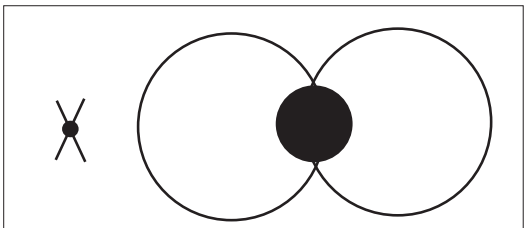
مقدمه

در فیزیک برای اندازه‌گیری کمیت‌های خیلی بزرگ یا خیلی کوچک معمولاً رابطه‌ای بین کمیتی که می‌خواهیم اندازه بگیریم و چند کمیت دیگر که با وسایل اندازه‌گیری در اختیار، قابل اندازه‌گیری هستند، پیدا می‌کنیم و در واقع کمیت مورد نظر را که نتوانیم مستقیماً با خط‌کش اندازه بگیریم، به‌طور غیرمستقیم اندازه‌گیری می‌کنیم.

آشنایی با نقطه کور(لکه‌کور) در چشم

اگر به شما بگویند که در میدان دید شما چیزی درست جلو چشم شما قرار دارد ولی آن را نمی‌بینید باور نخواهید کرد. اما با انجام آزمایش زیر به صحت این مدعا پی می‌برید.

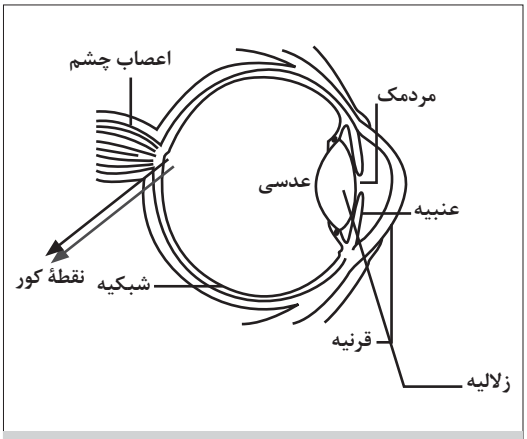
شکل(۱) را در فاصله ۲۰ سانتی‌متری مقابل چشم راستتان نگاه دارید، چشم چپ را ببندید و به‌طور مستقیم به ضربدری که در سمت چپ قرار دارد نگاه کنید. شکل را آهسته به چشمتان نزدیک کنید، حتماً لحظه‌ای می‌رسد که لکه سیاه بزرگ در محل تقاطع دو دایره ناپدید می‌شود و اثری از آن باقی نمی‌ماند. با اینکه لکه در حدود میدان دید قرار دارد دیده نمی‌شود.



شکل ۱: تصویر برای کشف نقطه کور

این آزمایش که آن را نخستین بار در ۱۶۶۸ فیزیک‌دان معروف، ماریوت انجام داد، بسیار مورد پسند درباریان لویی چهاردهم قرار گرفت. ماریوت آزمایش را به طریق زیر انجام می‌داد. دو نفر از اشراف را در فاصله دو متر روبه‌روی یکدیگر می‌نشاند و از آن‌ها خواهش می‌کرد که با یک چشم به نقطه معینی در کنار نگاه کنند. آن وقت به‌نظر هر یک از آن دو می‌آمد که شخصی که روبه‌رویش نشسته سر ندارد.

این لکه کور یا نقطه کور جایی اســت که عصب‌های بینایی از کره چشم خارج می‌شوند و به طرف مغز می‌روند و چون در آن محل سلول‌های حساس به نور (سلول‌های میله‌ای و مخروطی) وجود ندارد وقتی که تصویر جســمی بــر روی این نقطه بیفتد دیده نخواهد شد.



▲ شکل ۲: نقطه کور قسمتی از شبکیه چشم است که عصب بینایی (و همچنین مویرگ‌های خونی) از آن خارج می‌شود و به سمت مغز می‌روند. نقطه فاقد سلول گیرنده نور است و به همین دلیل بینایی ندارد. بنابراین، در صورتی که تصویر یا بخشی از آن بر روی این نقطه از شبکیه تشکیل شود، هیچ‌گونه پیام عصبی به قشر مغز فرستاده نمی‌شود و آن بخش در تصویری که فرد می‌بیند نخواهد بود.

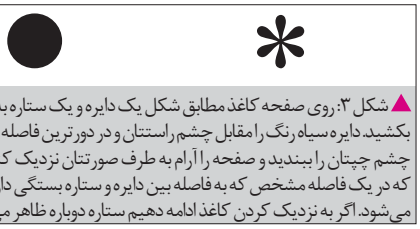
مــا در نتیجه عادت متوجه این لکه ســیاه در میدان دید خود نمی‌شــویم. نیروی تصور بی‌اختیار این جای خالی را از جزئیات زمینه اطراف پر می‌کند. مثلاً در شــکل (۱) ما لکه را نمی‌بینیم امــا در تصور خود خطوط اطراف را ادامه می‌دهیم و یقین داریم کــه محل تقاطع آن‌ها را به‌طور واضح می‌بینیم. علاوه بر این دو لکه کور در منطقه‌های مختلف میدان دید هر چشم وجود دارند، به‌طوری‌کــه اگر با هر دو چشــم نگاه کنیــم، در میدان عمومی چشم‌ها جای خالی وجود ندارد.

گمــان نکنید که لکه کور میدان دید ما کوچک اســت. وقتی از فاصله ده‌متری (با یک چشــم) به عمارتی نگاه کنیم. به علت وجود نقطه کور بخش نسبتاً وسیعی از نمای ساختمان، به عرض بیش از یک متر را نمی‌بینیم. در این قسمت یک پنجره کامل جا می‌گیرد. اما در آســمان منطقه‌ای که سطح آن برابر ۱۲۰ قرص ماه کامل است، نامرئی می‌ماند.

گمان نکنید که لکه کور میدان دید ما کوچک است. وقتی از فاصله ده‌متری (با یک چشم) به عمارتی نگاه کنیم. به علت وجود نقطه کور بخش نسبتاوسیعی از نمای ساختمان، به عرض بیش از یک متر را نمی‌بینیم

محاسبه قطر نقطه کور

بــرای محاســبه قطــر نقطه کــور آزمایش دیگــری را ترتیب می‌دهیم. ابتدا مطابق شکل(۳) بر روی صفحه کاغذ یک دایره تو پر و یک ستاره در فاصله ۱۲ سانتی‌متر از یکدیگر رسم می‌کنیم. ســپس مانند آزمایش قبل جلو چشــم چپ خود را می‌گیریم. به‌طوری که چشــم راســت مقابل دایره تو پر قرار داشته باشد. ســپس کاغذ را در دورترین فاصله از چشــم قرار می‌دهیم و آن را آرام‌آرام بــه صورت نزدیک می‌کنیــم. در یک فاصله معین از چشم ســتاره ناپدید خواهد شد. این فاصله را با خط‌کش اندازه می‌گیریــم و آن را (S_1) می‌نامیم. نزدیک کردن کاغذ به چشــم را ادامه می‌دهیم. مشــاهده خواهیم کرد که ستاره دوباره ظاهر می‌شود. در این وضعیت فاصله کاغذ تا چشم را با خط‌کش اندازه می‌گیریم و آن را (S_2) می‌نامیم. در واقع در فاصله‌ای که ســتاره ناپدید است تصویر آن بر روی نقطه کور افتاده است.



▲ شکل ۳: روی صفحه کاغذ مطابق شکل یک دایره و یک ستاره به فاصله ۱۲cm بکشید. دایره سیاه رنگ را مقابل چشم راستتان و در دورترین فاصله از آن قرار دهید، چشم چپتان را ببندید و صفحه را آرام به طرف صورتتان نزدیک کنید. دقت کنید که در یک فاصله مشخص که به فاصله بین دایره و ستاره بستگی دارد ستاره ناپدید می‌شود. اگر به نزدیک کردن کاغذ ادامه دهیم ستاره دوباره ظاهر می‌شود.

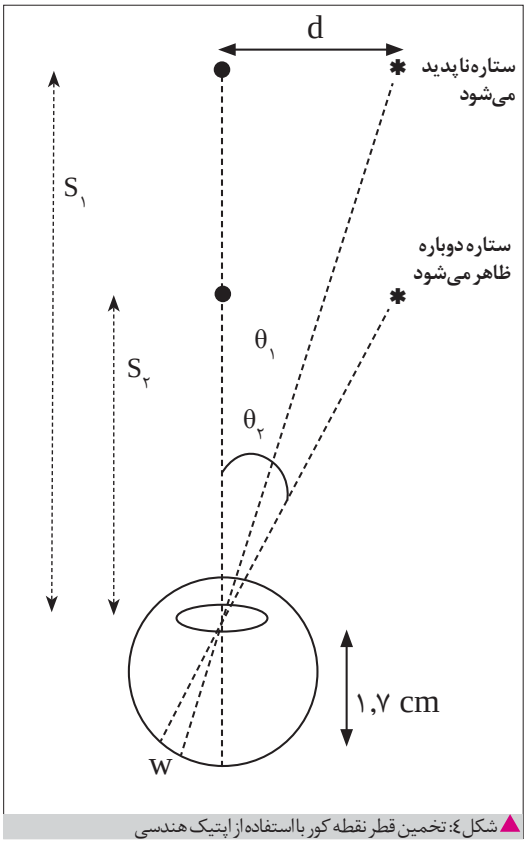
با استفاده از اپتیک هندسی شکل ساده‌ای می‌توان رسم کرد و علت این پدیده را فهمید. با توجه به شکل (٤) داریم:

$$\theta_1 = \tan^{-1}\frac{d}{s_1}$$

$$\theta_2 = \tan^{-1}\frac{d}{s_2}$$

با توجه به اینکه $\theta_1 - \theta_2$ کوچک است، پهنای نقطه کور را می‌توان از رابطه زیر به‌دست آورد.

$$W \approx r(\theta_1 - \theta_2)$$



▲ شکل ٤: تخمین قطر نقطه کور با استفاده از اپتیک هندسی

که r فاصله شبکیه چشم تا مرکز اپتیکی عدسی چشم است. که ما در اینجا مقدار آن را ۱/۷ cm در نظر می‌گیریم.

برای d=۱۲cm ، s_1 و s_2 حدوداً ۴۵ سانتی‌متر و ۳۴ سانتی‌متر به‌دست می‌آید. بنابراین

$$W \approx (1/7)[\tan^{-1}(\frac{12}{34}) - \tan^{-1}(\frac{12}{45})] = 0/14\text{cm}$$

دانش‌آموز ناپدیدشونده:

بعد از اینکه دانش‌آموزان در گروه‌های سه نفره با انجام آزمایش بالا با نقطه کور چشم و نحوه مشاهده و اندازه‌گیری قطر آن آشنا شدند. می‌توان فعالیتی هیجان‌انگیز به‌صورت زیر طراحی کرد که در آن یک دانش‌آموز ناپدید شود.

ابتدا تمام دانش‌آموزان را در امتداد دیوار انتهای کلاس به صف کنید. یک علامت é بزرگ در سمت چپ تخته سیاه بکشید و از یک دانش‌آموز که داوطلب ناپدید شدن است کمک بگیرید. او را در سمت راست علامت é قرار دهید. از دانش‌آموزان انتهای کلاس بخواهید چشم چپ خود را بپوشانند و با چشم راست خود به علامت é نگاه کنند و از دانش‌آموز داوطلب بخواهید آهسته و پیوسته به طرف راست حرکت کند. در فاصله معینی که بستگی به طول کلاس دارد دانش‌آموز داوطلب در بین فریادهای بینندگان آخر کلاس ناپدید خواهد شد و اگر دانش‌آموز داوطلب به حرکت خود به‌سمت راست ادامه دهد دوباره ظاهر خواهد شد.

محاسبه شعاع کره زمین

البته برای محاسبه شعاع کره زمین به‌جز خط‌کش به یک ساعت هم نیاز دارید. و همچنین باید در هنگام غروب خورشید کنار ساحل دریا باشید. فرض کنید در ساحل دریای آرام نشسته‌اید و غروب خورشید را می‌نگرید، درست هنگامی که خورشید از نظر شما ناپدید شد زمان‌سنج را به کار اندازید و بایستید. وقتی در وضعیت ایستاده قرار بگیرید دوباره خورشید را خواهید دید، منتظر بمانید که دوباره خورشید ناپدید شود. زمان سپری شده بین این دو مشاهده را یادداشت کنید و همچنین اختلاف ارتفاع چشم خود را در دو وضعیت نشسته و ایستاده اندازه بگیرید. شکل (۵) خط دید شما را از قسمت بالای خورشید نشان می‌دهد، که در مرحلهٔ اول ناپدید شدن خورشید در نقطه A بر سطح زمین مماس است. این شکل نشان می‌دهد که خط دید شما از بالای خورشید در هنگام ناپدید شدن مجدد، بر سطح زمین در نقطه B مماس است. d بین نقطه B و مکانی که ایستاده‌اید را نشان می‌دهد (مقیاس در شکل رعایت نشده و ارتفاع h و میزان چرخش زمین برای راحتی مشاهده به‌طور اغراق‌آمیزی بزرگ نشان داده شده است.) با توجه به شکل از رابطه فیثاغورس داریم:

$$d^2 + R^2 = (R+h)^2 =$$
$$R^2 + 2Rh + h^2 \Rightarrow d^2 = 2Rh + h^2$$

چون h از شعاع کره زمین خیلی کوچک‌تر است، بنابراین h^2 را در برابر $2Rh$ نادیده می‌گیریم. لذا داریم:

$$d^2 = 2Rh$$

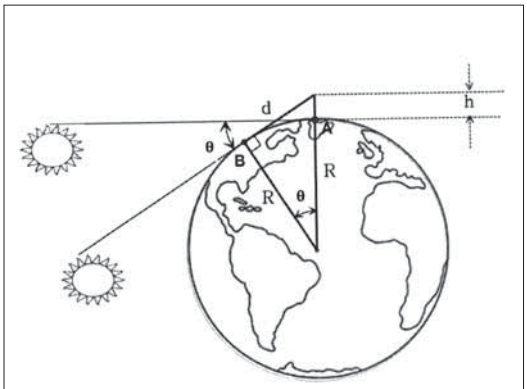
در شکل زاویه بین دو نقطه تماس A و B عبارت است از θ_1 که زاویه‌ای است که خورشید در مدت زمان اندازه‌گیری t دورِ زمین طی می‌کند. در طول مدت زمان یک روز کامل که تقریباً ۲۴ ساعت است، خورشید زاویه ۳۶۰ درجه دور زمین می‌پیماید، پس می‌توان نوشت:

$$\frac{\theta}{360} = \frac{t}{24h}$$

اگر زمان مشاهده ۱۱/۱ ثانیه باشد آنگاه

$$\theta = \frac{360^\circ(11/1s)}{(24h)(60\frac{min}{h})(60\frac{s}{min})} = 0/04625^\circ$$

با توجه به شکل $d = R\tan\theta$ طبق رابطه داریم.



شکل ۵: اندازه‌گیری قطر زمین در دو غروب متوالی

اگر $h = 1/7\ m$ باشد داریم.

$$R = \frac{(2)(1/7m)}{\tan^2(0/04625^\circ)} = 5/22\times10^6\ m$$

پاسخ تقریباً به اندازه ۲۰ درصد با شعاع متوسط زمین $6/37 \times 10^6\ m$ اختلاف دارد. البته اگر این اندازه‌گیری در استوا انجام شود نتیجه دقیق‌تری به‌دست می‌آید.

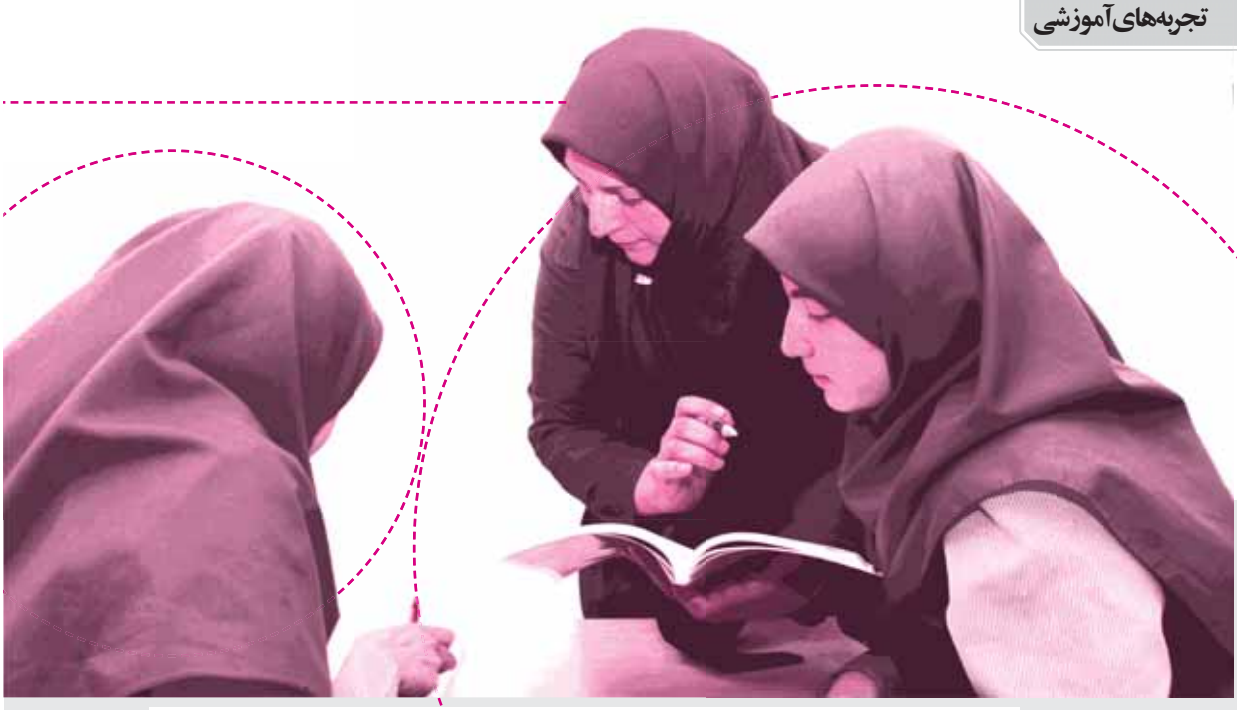
منابع

۱. پرلمان؛ ی، فیزیک برای سرگرمی، انتشارات میر (مسکو)، جلد ۲، (۱۹۸۶) صفحه ۱۹۲.

2. Jeff sanny, "Measuring the diameter of your blind spot" ,physics teacher, vol 49, sept 1999

3. A. Depino, The disappearing student" Phys. Teach. 36,491 (Nov 1998)

4. Dennis Rawlins, "Doubling your sunset or how anyone can measure the earth's size with the wriswatch and meterstick", Am.J.Phys.47(2), Feb 1979



شناسایی و رفع موانع یادگیری درس فیزیک دانش‌آموزان پایه سوم تجربی

فاطمه صفی اقدم
عضو اتحادیه انجمن‌های علمی آموزشی معلمان فیزیک کشور

چکیده

هدف پژوهش پیش رو، بررسی تأثیر مطالعه مناسب درس فیزیک و آموزش پیش‌نیازهای ریاضی بر بهبود نمرات درس فیزیک دانش‌آموزان است. جامعه آماری تمامی دانش‌آموزان کلاس سال سوم تجربی دبیرستان دخترانه زینبیه شهرستان نیکشهر بود. حجم نمونه ۳۱ نفر بود که بر اساس سرشماری تعیین شد. این پژوهش به روش اقدام‌پژوهی و طرح تحقیق شبه‌آزمایشی- طرح سری‌های زمانی با یک گروه و با استفاده از طرح پیش‌آزمون- پس‌آزمون بر روی نمونه مذکور انجام شد. روش گردآوری داده‌ها بر اساس آزمون‌های کتبی، کلامی و مشاهده است. برای تحلیل آماری از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ استفاده شد. نتایج تحقیق نشان داده که مطالعه صحیح درس فیزیک و آموزش پیش‌نیازهای ریاضی تأثیر مثبتی در بهبود نمرات درس فیزیک دانش‌آموزان دارد.

کلیدواژه‌ها: مهارت‌های ریاضی و فیزیک، روش‌های صحیح مطالعه، یادگیری گروهی

مقدمه

فیزیک علمی بنیادی است که توانایی دانش‌آموزان را در کسب مستمر نگرش‌ها، مهارت‌ها و دانش‌های لازم در زندگی امروز و فردا تقویت می‌کند[۱]. بنابراین آموزش فیزیک به‌عنوان یکی از درس‌های مهم دوره متوسطه و پیش‌دانشگاهی است که دانش‌آموزان را در شناخت جهانی که در آن زندگی می‌کنند کمک می‌کند[۲]. در مدارس ما درس فیزیک همواره یکی از مهم‌ترین درس‌های دوره متوسطه در رشته‌های ریاضی- فیزیک و علوم‌تجربی است و دارای دو ویژگی خاص است؛ یکی اینکه شامل مطالب علمی،

نظریه‌ها و تعاریف است و دیگر اینکه دارای فرمول‌ها و مسائلی است که بسیار به ریاضی بستگی دارد. بنابراین برای ارائه این قوانین به‌صورت معادله‌ها و رابطه‌های ریاضی، لازم است که با اصول و قوانین اساسی ریاضی آشنا باشیم[۳]. از آنجا که بسیاری از دانش‌آموزان ریاضی را درسی سخت، گیج‌کننده و فاقد جذابیت تصور می‌کنند، فیزیک را نیز درسی خشک و نامفهوم می‌پندارند و نمی‌توانند جذابیت‌های فیزیک را درک کنند و در زندگی به‌کار گیرند[٤]. از سویی تجربه‌های آموزشی نشان می‌دهد بسیاری از دانش‌آموزان روش مطالعه فیزیک را روش خواندن می‌دانند، حتی در بعضی مواقع آن‌ها مسائل فیزیک را مطالعه می‌کنند و چندان علاقه‌ای به نوشتن و فکر کردن ندارند[۵].

در دومین سال کاری‌ام در مدرسه با دانش‌آموزان کلاسی مواجه شدم که در درس فیزیک بسیار ضعیف بودند. همه تلاش‌هایم در جهتی بود که پایهٔ درسی ضعیف کلاسم را بهبود بخشم و بتوانم نمرات را به حد مطلوبی برسانم. دائماً راه‌های متفاوت را برای رسیدن به خواسته‌ام بررسی می‌کردم تا بتوانم تغییرات کوچکی ایجاد کنم و پس از آن برای تغییرات بزرگ آماده شوم. اما در این راه نه تنها موفق نمی‌شدم بلکه نتیجه عکس می‌گرفتم، زیرا دانش‌آموزانم علاقه‌ای به تغییر نداشتند و شیوهٔ خود را به شیوهٔ من ترجیح می‌دادند. واقعاً گیج و سردرگم شده بودم. نمره‌ها بسیار بد و غیرقابل توجیه بود. هرچه بیشتر تلاش می‌کردم نتیجه کمتری می‌گرفتم. انگار تلاش‌ها و حضور من در کلاس واقعاً فایده‌ای نداشت. پس از چند جلسه‌ای که از سال تحصیلی گذشت، متوجه شدم اوضاع دانش‌آموزان بسیار بدتر از حد تصورم است. چراکه تصور می‌کردم عمده مشکلات دانش‌آموزانم در درس فیزیک و مفاهیم فیزیک پایه خلاصه می‌شود اما بعد از چند جلسه متوجه شدم که بسیاری از دانش‌آموزان حتی در چهار عمل اصلی مشکلات اساسی دارند چه رسد به کتاب فیزیک ۳ که حل مسائل آن مستلزم آشنایی با تجزیه بردارها، برآیندگیری برداری، آشنایی با جمع و ضرب و تفریق بردارها، آشنایی با حل معادله‌های چند معادله و چند مجهولی، نحوهٔ محاسبهٔ شیب نمودار، رسم نمودارهای توابع درجه یک و توابع مثلثاتی است. شاید به همین دلیل دانش‌آموزان بیشترشان علاقه‌ای به درس فیزیک نداشتند و در امتحانات کلاسی نمرهٔ تک می‌گرفتند. آن‌ها از فیزیک می‌ترسیدند و باور نداشتند که می‌توانند این درس را یاد بگیرند. همچنین اعتماد به نفس لازم برای در دست گرفتن قلم و حل مسائل فیزیک در خود نمی‌دیدند. اکثر آن‌ها تک‌تک مسائل کتاب را برای امتحانات با جواب حفظ می‌کردند و با روش صحیح خواندن کتاب فیزیک آشنا نبودند.

اجرای راه‌حل‌ها

مطالعه مناسب درس فیزیک

به دانش‌آموزان پیشنهاد کردم هرکس قسمتی را که می‌خواند به زبان خودش خلاصه کند تا مباحثی که در آن مشکل دارد مشخص شود. گفتم درس خوانده شده را چند بار از خودتان بپرسید تا موقع حرف زدن در کلاس واضح و بدون ابهام اظهارنظر کنید. خلاصه‌ها را می‌خواندم و آن‌ها را با هم مقایسه می‌کردم و در صورتی که دو یا چند خلاصه مثل هم بود آن‌ها را به دانش‌آموزان پس می‌دادم تا دوباره بنویسند. به این ترتیب مطمئن می‌شدم بچه‌ها از همدیگر رونویسی نمی‌کنند.

برای حل مسائل فیزیک به دانش‌آموزانم پیشنهاد دادم: ابتدا درسنامه را با دقت بخوانید تا فرمول‌ها را یاد بگیرید. سپس یک به یک مثال‌ها و تمرین‌های متن را با جواب تشریحی «بخوانید و یاد بگیرید» و در صورتی که اشکال و یا ایرادی داشتید به متن درس مراجعه کنید، تا اشکال و ایراد شما برطرف شود، و در مرحله بعد وارد حل تمرین‌های متن و پایان فصل شوید بدون اینکه به جواب‌ها نگاه کنید. «پرسش‌ها را خودتان پاسخ دهید» و در پاسخ گویی به هر قسمتی از آن که ابهامی داشتید، به پاسخ آن نگاه کنید و سپس دوباره خودتان به پاسخ دادن بپردازید و این کار را تا پایان تمرین‌های پایان هر فصل ادامه دهید. پس از اینکه به تمام مثال‌ها و تمرین‌ها «مسلط شدید» وارد «مرحله سوم» شوید و پرسش‌های مفهومی و تکمیلی را از کتاب کمک‌آموزشی یک به یک «بخوانید و به حل آن‌ها بپردازید» و سپس به پاسخ‌نامه مراجعه کنید و راه‌حل خودتان را با پاسخ تشریحی پرسش‌ها مقایسه کنید.

مشکل بزرگ دیگر انجام محاسبات و مرور بر مطالب ریاضیات پایه بود.

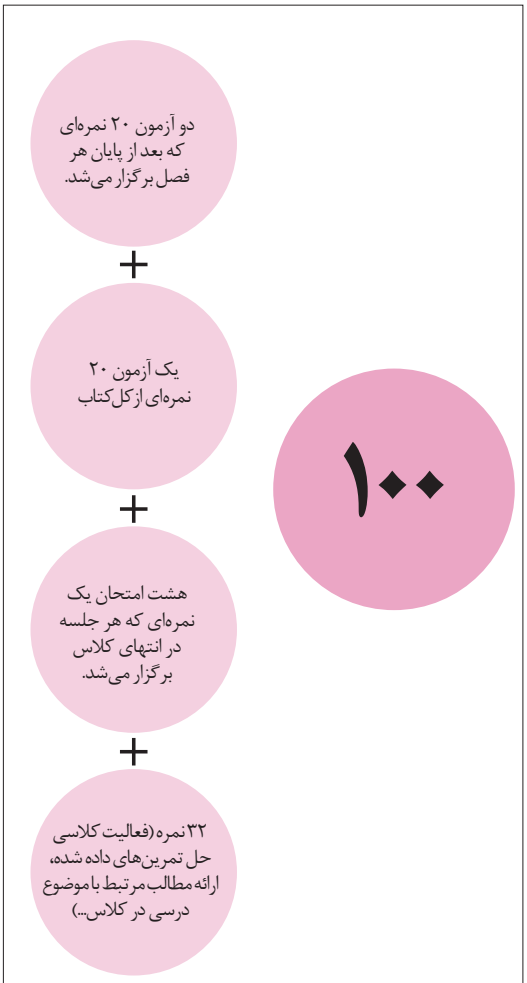
برای رفع این مشکل از کتاب‌های ریاضی اول و دوم دبیرستان، پرسش‌هایی را تهیه کردم و آن‌ها را در اختیار گروه‌های کلاس قرار دادم تا به صورت گروهی یا انفرادی مسائل را حل کنند بعد پاسخ‌هایشان را با همکلاسی‌های خود بررسی کنند و به کلاس بیاورند. در نهایت اشکالات رفع نشده و باقی‌مانده را در ساعات اولیه کلاس یا در کلاس‌های تقویتی با هم بررسی کردیم. برای آموزش جمع و تفریق و ضرب و تقسیم به ترتیب همه مراحل را به دقت روی برد می‌نوشتم و در آزمون‌های کلاسی و حتی در فعالیت‌های داخل کلاسی به دانش‌آموزانم اجازه استفاده از ماشین‌حساب را نمی‌دادم تا ضمن یادگیری محاسبات، خودشان سرعت لازم را برای انجام محاسبات پیدا کنند.

در دومین سال کاری‌ام در مدرسه با دانش‌آموزان کلاسی مواجه شدم که در درس فیزیک بسیار ضعیف بودند. همه تلاش‌هایم در جهتی بود که پایهٔ درسی ضعیف کلاسم را بهبود بخشم و بتوانم نمرات را به حد مطلوبی برسانم

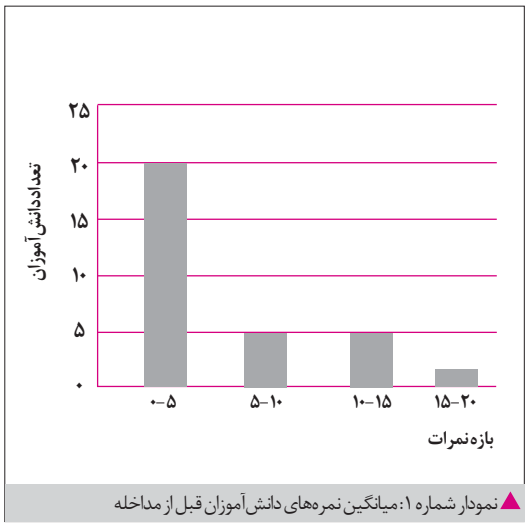
مشارکت بیشتر دانش‌آموزان در فرایند یادگیری

دانش‌آمـوزان هنگامی که با هم کار می‌کنند و در تعامل با همسـالان و مربیان خود هستند، بهتر می‌توانند دیدگاه‌های خود را مطـرح کنند که این خود موجب درک بیشـتر آنان از موضوع خواهد شـد[٦]. یادگیری گروهـی نوعی فعالیت سـازمان‌مند اسـت کـه موجب افزایـش یادگیـری اعضای گروه می‌شـود. همچنین یادگیری گروهی موجب اجتماعی شـدن فراگیـران، افزایش اعتمـاد به نفس آن‌هـا[٧]، و نیز افزایش انتقـال مهارت‌های عمومی و مهارت‌های بین فردی و ارتباطی[٨] آنان می‌شـود و بهبـود مهارت‌های حرفه‌ای و نوشتاری را در پی دارد.[٩].

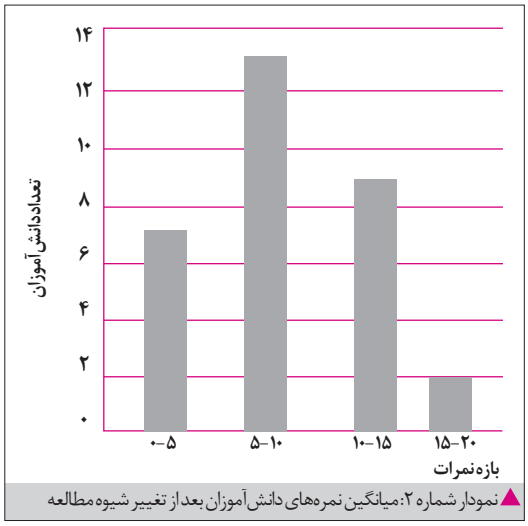
بـرای کار گروهـی دانش‌آمـوزان محتـوای درس را بـه بخش‌های مسـتقل و مساوی تقسـیم کردم و هر قسمت را بـه یک گروه دادم تـا آن را مطالعه کنند. در این مرحله هر عضو گروه باید کتاب را مطالعه و در کنار دیگر اعضای گروه اشـکالات خود را برطرف می‌کرد و اگر نیاز به توضیح داشت آن را در جمع گروه مطرح می‌کرد. در صورت ضرورت خودم یک مفهوم درسـی را برایشان توضیح می‌دادم. بدین‌ترتیب، دانش‌آموزان هر گـروه، از بخش موردنظر کتاب درسـنامه تهیـه می‌کردند (به صـورت فیلـم آموزشـی، پاورپوینت، آزمایش با ابزار، فلش‌های آموزشی کوتاه، یادداشت‌برداری) و آن را در شـصت دقیقه برای دانش‌آموزان کلاس تدریس می‌کردند. بیست دقیقه باقی‌مانده کلاس به پرسش و پاسخ، رفـع اشـکال و حل نمونه پرسـش‌های کتـاب و ده دقیقه انتهـای زنگ نیز به برگزاری امتحان منتهی می‌شـد. (نحوهٔ ارزشـیابی به ایـن صورت بود که باید دیگـر اعضای کلاس به تدریس گروه موردنظـر از ۱ تا ۱۰ نمره می‌داد. گروهی که جامع‌ترین درسنامه، جذاب‌ترین شیوه تدریس همراه با بهترین



جدول ۱: نحوه محاسبه نمره ارزشیابی ترم دوم درس فیزیک پایه سوم تجربی وآزمایشگاه

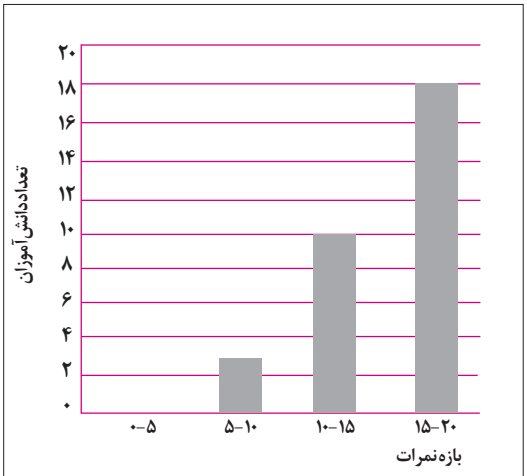


نمودار شماره ۱: میانگین نمره‌های دانش‌آموزان قبل از مداخله



نمودار شماره ۲: میانگین نمره‌های دانش‌آموزان بعد از تغییر شیوه مطالعه

برای کار گروهی دانش‌آموزان محتوای درس را به بخش‌های مستقل و مساوی تقسیم کردم و هر قسمت را به یک گروه دادم تا آن را مطالعه کنند. در این مرحله هر عضو گروه باید کتاب را مطالعه و در کنار دیگر اعضای گروه اشکالات خود را برطرف می‌کرد



نمودار شماره ۳: میانگین نمره‌های دانش‌آموزان بعد از تقویت مهارت‌های ریاضی

بیان را داشت، بالاترین امتیاز را می‌گرفت. لازم به ذکر است که دانش‌آموزان به جای نمره ۲۰ از نمره ۱۰۰ ارزشیابی می‌شدند و در آخر نمره گرفته شده معادل‌سازی شد. (جدول شماره ۱)

نتیجه‌گیری

پس از اتمام دوره آموزشی و برگزاری آزمون‌های یادگیری نتایجی بدین شرح حاصل شد:

متوسط نمره‌های پیش‌آزمون یادگیری ۵/۴۷ بود که پس از تغییر در شیوه مطالعه، متوسط نمره کلاس به ۹/۶۶ در پس آزمون رسید که تغییر محسوسی در پراکندگی نمرات دانش‌آموزان با انحراف معیار ۳/۹ دیده نشد. پس از افزایش مهارت‌های ریاضی و برگزاری کلاس‌های تقویتی متوسط نمرات دانش‌آموزان به ۱۴/۹۵ در پس‌آزمون رسید. انحراف معیار این مرحله ۲/۹ بود که بیانگر کاهش پراکندگی نمرات دانش‌آموزان است. نتایج حاصل از بررسی داده‌ها نشان داد که، بین شیوه صحیح مطالعه و تقویت مهارت‌های ریاضی با بهبود نمره‌های درس فیزیک با سطح اطمینان ۰/۹۹ (α=۰/۰۱) ارتباط معنی‌داری وجود دارد. از آنجا که متوسط نمره پس‌آزمون تقویت مهارت ریاضی نسبت به شیوه صحیح مطالعه بیشتر بود و انحراف معیار کمتری داشت، در نتیجه تقویت مهارت‌های ریاضی اثربخش‌تر از شیوه صحیح مطالعه در نمونه مورد مطالعه بود.

محدودیت‌های پژوهش

از آنجا که هر تغییر و اصلاحی همواره با ممانعت و مقاومت روبه‌روست، در مراحل اجرای این پژوهش نیز محدودیت‌هایی وجود داشت که ذکر آن‌ها ضروری است:

با توجه به تعدد متغیرها در این پژوهش و تنوع افراد در سبک یادگیری، هرچند تلاش گردید در ارائه روش‌های مطالعه و یادگیری بخش اعظمی از آن پوشش داده شود، ولی پژوهشگر قادر به کنترل تمامی متغیرها نبود.

اجرای بدون نقص هرگونه فعالیت و طرح جدید نیازمند توجیه کامل اولیا و دانش‌آموزان و همچنین استفاده از برخی امکانات از جمله تکثیر، اختصاص ساعاتی اضافی و... همکاری، همفکری و حمایت مسئولین آموزشگاه را می‌طلبد.

پیشنهادها

۱. روش یادگیری و مطالعه فیزیک به دانش‌آموزان آموزش داده شود و از آن‌ها خواسته شود به حل مسائل عادت کنند. همچنین دانش‌آموز در موقع پاسخ دادن در کلاس، از دفتر یا برگه حل تمرین به هیچ عنوان استفاده نکند.

۲. در صورت ضعیف بودن پایه ریاضی دانش‌آموزان، مسئولان و دبیران مربوطه با برگزاری کلاس‌های تقویتی جهت رفع این مشکل اقدام کنند.

۳. از آنجا که مؤلفان، کتاب‌های جدید را با رویکرد تدریس با شیوه‌های فعال و گروهی تألیف کرده‌اند، بنابراین لازم است از پرسش‌های مفهومی برای ارزشیابی دانش‌آموزان استفاده شود که خود زمینه‌ساز تغییر در نحوه یادگیری است.

۴. همواره طی سال‌های تحصیلی از دانش‌آموز با خواهش و گاهی با اصرار خواسته می‌شود درس بخوانند. در حالی که یکی از اصلی‌ترین دلایل منفعل بودن دانش‌آموزان در کلاس نمره دادن بی‌حساب و کتاب به دانش‌آموزان است. (ادارات آموزش و پرورش عموماً بر معلمان فشار می‌آورند تا درصد قبولی خود را بالا ببرند). بهتر است به فکر چاره‌ای باشیم که نمره‌ها به صورت اصولی به دانش‌آموز داده شود.

منابع

1. Teachers. web. cern. ch/ teachers/ HST2014
2. timeline. web. cern. ch, The history of CERN
3. hom. web. cern. ch/ students-educators
4. press. web. cern. ch/press-rereleases/2014

۵. احمدی احمد؛ **ماهیت و اهمیت علم فیزیک**، رشد آموزش فیزیک ۸۹، **فصل‌نامه آموزشی تحلیلی و اطلاع‌رسانی**، دوره بیست و پنج، شماره ۲، (زمستان ۸۹).

۶. مجاهد مهدی؛ مجاهد مریم؛ وحیدی سعیده. *کاهش سطح فرسودگی شغلی دبیران شیمی با استفاده از فاوا*. **هشتمین سمینار آموزش شیمی ایران**، سمنان (۱۳۹۲)

۷. هانس سی اوهانیون. «فیزیک اوهانیون جلد اول»، ترجمه ناهید ملکی جیر سرایی، چاپخانه‌ی انتشارات علمی و فرهنگی، چاپ اول (۱۳۷۱)

۸. ایجادی فاطمه، هنر تدریس جذاب و هیجان‌انگیز فیزیک، رشد آموزش فیزیک ۹۱، **فصل‌نامه آموزشی تحلیلی و اطلاع‌رسانی**، دوره بیست و هشت، شماره ۲، (زمستان ۹۱). ۴۶-۴۲

۹. کشاورز مینا، شیوه صحیح *مطالعه درس فیزیک در دبیرستان*، **چهاردهمین کنفرانس آموزش فیزیک ایران و چهارمین کنفرانس فیزیک و آزمایشگاه**، تهران (۱۳۹۰).

10. Johnson; D & Johnson, **Multicultural education and human relations**: valuing diversity, Allyn and Bacon, Boston, (2002).

11. Joyce, B, Weil, M & Calhoun, E (eds), **Models of teaching, 8th edn**, **Pearson Education**, Inc, Boston (2009).

12.Ballantine, & Larres, **Accounting Education: An International Journal**, vol. 18, no. 4-5, pp. 387-402, (2009).

13. Farrell, B & Farrell, *'Student satisfaction with cooperative learning in an science curriculum'*, **Journal of University Teaching and Learning Practice**, vol. 5, no. 2, pp. 39-54, (2008).

کاربردهای فناوری هسته‌ای

راحله زادفتح‌الله

چکیده

برای بسیاری از افراد موضوع انرژی هسته‌ای یادآور ویرانی‌های ناشی از فرو افتادن بمب‌های هسته‌ای در هیروشیما و ناکازاکی است. اما انرژی هسته‌ای کاربردهای صلح‌آمیز مفیدی هم دارد که می‌توانند به ارتقای سطح زندگی افراد جامعه کمک کنند.

اولین نیروگاهی که گرمای حاصل از شکافت اتم‌های اورانیم را برای تولید الکتریسیته مورد استفاده قرار داد، در دهه ۱۹۵۰ شروع به کار کرد. امروزه بیشتر مردم از سهم انرژی هسته‌ای در تولید بخش قابل توجهی از الکتریسیته جهان آگاه هستند. با وجود این، بسیاری از روش‌های صلح‌آمیز اتمی به دلایل نه چندان معلوم به آرامی از زندگی ما کنار گذاشته شده‌اند و به آن‌ها بها داده نمی‌شود. این در حالی است که رادیوایزوتوپ‌ها و پرتوزایی کاربردهای بسیاری در زمینه‌های کشاورزی، دارو، صنعت و تحقیقات دارند و می‌توانند کیفیت زندگی ما را روزبه‌روز بهتر کنند.

کلیدواژه‌ها: انرژی هسته‌ای، نیروگاه‌های هسته‌ای، رادیوایزوتوپ‌ها

رادیوایزوتوپ چیست؟

ایزوتوپ‌ها اشکال مختلفی از اتم‌های یک عنصر شیمیایی هستند. آن‌ها دارای خواص شیمیایی یکسان‌اند اما جرم اتمی آن‌ها متفاوت است. در ایزوتوپ‌ها، تعداد پروتون‌ها یکسان است، اما تعداد نوترون‌های موجود در هسته متفاوت است.

ایزوتوپ‌ها به دو دسته پایدار و ناپایدار تقسیم می‌شوند. ایزوتوپ‌های پایدار بدون تغییر هستند اما هسته ایزوتوپ‌های ناپایدار با گذشت زمان- از میلی ثانیه تا هزاران سال- با گسیل ذرات باردار یا امواج تغییر می‌یابند. بنابراین ایزوتوپ‌های ناپایدار پرتوزا هستند. به دلیل ویژگی پرتوزایی و ناپایداری اتم‌های ایزوتوپ‌های ناپایدار است که به آن‌ها رادیوایزوتوپ گفته می‌شود.

رادیوایزوتوپ‌ها کاربردهای بسیاری در علم و فناوری دارند. پرتوزایی آن‌ها به این معنی است که می‌توانند به‌عنوان یک برچسب برای دنبال کردن حرکت بعضی از مواد که به آن‌ها متصل شده‌اند، مورد استفاده قرار بگیرند.

کاربرد رادیوایزوتوپ‌ها

اولین استفاده عملی از رادیوایزوتوپ‌ها در سال ۱۹۱۱ توسط جورج دوهوسی انجام شد. در آن زمان دوهوسی یک دانش‌آموز جوان مجارستانی در منچستر بود که با مواد پرتوزای طبیعی کار می‌کرد. دوهوسی پول زیادی نداشت و در یک خانه متوسط زندگی می‌کرد و با صاحبخانه‌اش غذا می‌خورد. او شک کرد که غذایی که به‌صورت منظم می‌خورد شاید از پسماندهٔ غذای روزهای قبل یا حتی هفته‌های قبل باشد، اما در این مورد اطمینان نداشت. برای اینکه شک خود را به یقین تبدیل کند، مقداری ماده پرتوزا را در باقیمانده غذای خود قرار داد. چند روز بعد که مجدداً همان نوع غذا سرو شد، دوهوسی از یک آشکارساز تابش ساده- الکتروسکوپی با ورقه طلا- استفاده کرد تا بررسی کند که غذا حاوی ماده پرتوزا هست یا نه. حدس دوهوسی درست بود. آشکارساز نشان داد که در غذا ماده پرتوزا وجود دارد.

تاریخ صاحبخانه را فراموش کرد اما دوهوسی در سال ۱۹۳۴ برندهٔ جایزه نوبل و در سال ۱۹۵۹ برندهٔ جایزه صلح اتمی شد. او اولین کسی بود که از ردیاب‌های پرتوزا استفاده کرد. امروزه استفاده از این نوع ردیاب‌ها در دنیای علم نوین امری عادی است.

دانشمندان به تلاش‌های خود برای یافتن راه‌های جدید و سودمند استفاده از فناوری هسته‌ای برای بهتر کردن زندگی ما ادامه می‌دهند. ما در زندگی خود به غذا، آب و بهداشت مناسب نیاز داریم. رادیوایزوتوپ‌ها نقش مهمی در فناوری‌هایی دارند که ما را در تأمین این نیازهای اساسی یاری می‌کنند.

غذا و کشاورزی

حداقل ۸۰۰ میلیون از ۷ میلیارد جمعیت ساکن زمین از سوءتغذیه شدید رنج می‌برند و روزانه ده‌ها هزار نفر به دلیل گرسنگی و کمبود مواد مورد نیاز بدن جان خود را از دست می‌دهند. رادیوایزوتوپ‌ها و تابش‌های مورد استفاده در صنایع غذایی و کشاورزی، در کاهش این ارقام ناراحت‌کننده ما را یاری می‌رسانند.

بهبود شرایط غذایی، با ماندگاری بیشتر محصولات کشاورزی ارتباط مستقیم دارد. سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد (FAO) و آژانس بین‌المللی انرژی اتمی (IAEA) روی برنامه‌هایی برای بهبود ماندگاری غذا با استفاده از انرژی هسته‌ای و فناوری‌های زیستی وابسته کار می‌کنند.

کودها

کودهای شیمیایی گران‌قیمت هستند و چنانچه به‌طور مناسبی استفاده نشوند به طبیعت آسیب می‌رسانند. بنابراین استفاده مؤثر از کودها به مسئله‌ای برای کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه تبدیل شده است. بسیار مهم است که بیشتر کود به‌کار رفته به مصرف گیاه برسد و حداقل مقدار ممکن از آن به طبیعت وارد شود.

کودهایی که با بعضی از رادیوایزوتوپ‌های خاص مثلاً ^{15}N و ^{32}P برچسب می‌خورند، با ارائه میزان کود مصرف شده و میزان کود باقیمانده، امکان مدیریت بهتر استفاده از کود را فراهم می‌کنند.

همچنین استفاده از N^{15} امکان اندازه‌گیری مقدار نیتروژنی که جذب گیاه می‌شود را فراهم می‌کند.

افزایش تنوع ژنتیکی

در چند دهه اخیر از پرتوهای یون‌ساز برای جهش در اصلاح نباتات استفاده شده است و بیش از ۱۸۰۰ گونه محصول کشاورزی به این روش توسعه یافته است. گاما یا تابش نوترون همراه با فناوری‌های دیگر برای تولید گونه‌های ژنتیکی جدیدی از محصولات غده‌ای، غلات و محصولات روغنی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

انواع جدید تولید شده ذرت خوشه‌ای، سیر، گندم، موز، لوبیا و فلفل نسبت به آفات گیاهی مقاوم‌تر هستند و با شرایط سخت آب و هوایی سازگاری بیشتری دارند. در کشور مالی با استفاده از تابش نوع جدیدی از ذرت خوشه‌ای و دانه برنج تولید شده است که نسبت به ارقام قبلی پرمحصول‌تر و دارای قابلیت بیشتر برای عرضه به بازار جهانی هستند.

کنترل حشرات

بیش از ۱۰٪ محصولات تولید شده در سراسر جهان توسط حشرات از بین می‌روند. این رقم در کشورهای در حال توسعه ۲۵ تا ۳۵٪ تخمین زده می‌شود. ضرر و زیان ناشی از مگس تسه‌تسه در آفریقا و ملخ در مکزیک بسیار قابل توجه بوده است. حشره‌کش‌های شیمیایی برای سال‌ها مهم‌ترین سلاح برای کاهش این ضرر و زیان‌ها بوده‌اند، اما این حشره‌کش‌ها همیشه مؤثر نیستند. بسیاری از حشرات نسبت به مواد شیمیایی مقاوم شده‌اند و بسیاری از حشره‌کش‌ها پسماندهای شیمیایی روی محصولات باقی می‌گذارند.

یک روش برای حل این مشکل عقیم کردن حشرات است.

در فناوری عقیم‌سازی حشرات ابتدا تعداد زیادی حشره پرورش داده می‌شود و قبل از خارج شدن حشره‌ها از تخم، روی تخم‌ها پرتو گاما تابانده می‌شود. در نتیجه حشرات عقیم می‌شوند. عملیات اصلی عقیم‌سازی حشرات در مکزیک، آرژانتین و شمال شیلی در مقابل مگس میوه مدیترانه‌ای انجام شده است و این عمل در سال ۱۹۸۱ در مکزیک به‌عنوان یک موفقیت بزرگ معرفی گردید.

نگهداری غذا

بیش از ۲۵ تا ۳۰٪ مواد غذایی در بسیاری از کشورها در اثر فاسد شدن به وسیله میکروب‌ها و آفات از بین می‌روند. در جهان امروز با توجه به آمار وارقام مرگ‌ومیر ناشی از گرسنگی نمی‌توانیم نسبت به این اعداد بی‌تفاوت باشیم. کاهش فساد و خرابی مواد غذایی از اهمیت زیادی برخوردار است. این امر در کشورهای با آب و هوای گرم بیشتر اهمیت دارد، زیرا در این مناطق، غذاها به ماندگاری بیشتری نیاز دارند تا قبل از فاسد شدن به مصرف برسند. بسیاری از کشورها نیز درصد بالایی از دانه‌های درو شده خود را در نتیجه هجوم حشرات و کپک از دست می‌دهند.

امروزه استفاده از فناوری پرتودهی غذاها برای افزایش ماندگاری آن‌ها در سراسر دنیا در حال رشد است. در بیش از ۴۰ کشور مقامات بهداشتی پرتودهی به بیش از ۶۰ نوع ماده غذایی، از ترشیجات، ادویه‌جات و غلات گرفته تا میوه و سبزی و گوشت را تأیید کرده‌اند. این روش می‌تواند جایگزین روش‌های مضر و شیمیایی دفع آفات برای از بین بردن حشرات از میوه‌های خشک شده، حبوبات و ادویه‌جات شود.

پس از سه دهه آزمایش، در سال ۱۹۸۳ یک استاندارد پذیرفته شده در سراسر دنیا توسط کمیته مشترک متشکل از سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد FAO، آژانس بین‌المللی اتمی IAEA، و سازمان بهداشت جهانی WHO به تصویب رسید. در سال ۱۹۹۷ این کمیته اعلام کرد که مانند گذشته نیازی برای تعیین حد بالای پرتوهای به‌کار رفته در مواد غذایی وجود ندارد.

با توجه به نگرانی‌های موجود در مورد بیماری‌هایی که توسط غذا منتقل می‌شود، و همچنین توجه به کاهش خرابی و فساد مواد غذایی بعد از برداشت محصول، استفاده از غذاهای پرتودهی شده افزایش یافته است. علاوه بر این با استفاده از این فناوری نوین، تجارت جهانی در زمینه خواروبار و مواد غذایی‌ای که باید استانداردهای سخت‌گیرانه‌ای در مورد آن‌ها به‌کار رود، رشد پیدا کرده است. امروزه فضانوردان در مسافرت به فضا از غذاهایی که با فناوری پرتودهی ماندگاری بیشتری پیدا کرده‌اند، استفاده می‌کنند.

پرتودهی به غذاها به این معنی است که غذاهای خام و نپخته در معرض تابش گاما قرار می‌گیرند و این تابش باکتری‌ها و سایر موجودات مضر موجود در غذا را از بین می‌برد بدون اینکه ارزش غذایی آن‌ها را کاهش دهد و یا پسماندی از خود بر جای بگذارد. این تنها راه برای از بین بردن باکتری‌های بیماری‌زای موجود در مواد خام است.

کاربردهای پرتودهی مواد غذایی

	مهار جوانه	سیب‌زمینی، پیاز، سیر، زنجبیل
دوز پایین	از بین بردن حشرات و انگل‌ها	غلات، حبوبات، میوه‌های تازه، مواد غذایی خشک
	تأخیر در رسیدن	میوه‌های تازه، سبزیجات
دوز متوسط	افزایش عمر مفید	ماهی، توت‌فرنگی، قارچ
	متوقف کردن خرابی، از بین بردن مواد بیماری‌زا	غذاهای دریایی، مرغ، گوشت
دوز بالا	استریل کردن صنعتی	گوشت، مرغ، غذاهای دریایی، غذاهای آماده
	ضدعفونی	ادویه‌جات

البته لازم به‌ذکر است که پرتودهی به مواد غذایی آن‌ها را به مواد پرتوزا تبدیل نمی‌کند.

همچنین برای استریل کردن بسته‌بندی مواد غذایی می‌توان از پرتودهی استفاده کرد. برای مثال در هلند کارتون‌های شیر با روش پرتودهی از باکتری‌ها پاک می‌شوند.

منابع آب

آب آشامیدنی کافی برای زندگی ضروری است. در بسیاری از نقاط جهان آب شیرین کمیاب و در بعضی نقاط دیگر کمیاب‌تر است. هنوز هم برای هر نوع پیشرفت جدیدی، در زمینه کشاورزی، صنعت یا اسکان بشر، وجود منبع پایدار آب سالم بسیار ضروری است.

فناوری هیدرولوژی ایزوتوپ قادر است که منابع آب زیرزمینی را به دقت ردیابی و ارزیابی کند. این روش‌ها ابزار تحلیلی مهمی برای مدیریت و حفاظت از منابع آبی موجود و شناسایی منابع تجدیدپذیر جدید هستند. همچنین این روش‌ها به پرسش‌هایی در مورد منشأ، سن و چگونگی توزیع آب‌های زیرزمینی و همچنین ارتباط بین آب‌های سطحی و زیرزمینی و سامانه‌های تغذیه سفره‌های آبی پاسخ می‌دهند. نتایج حاصل امکان برنامه‌ریزی و مدیریت پایدار از این منابع را فراهم می‌کنند.

بیش از ۲۵ تا ۳۰٪ مواد غذایی در بسیاری از کشورها در اثر فاسد شدن به وسیله میکروب‌ها و آفات از بین می‌روند. در جهان امروز با توجه به آمار و ارقام مرگ‌ومیر ناشی از گرسنگی نمی‌توانیم نسبت به این اعداد بی‌تفاوت باشیم

در مورد آب‌هـای زیرزمینی این روش‌ها می‌توانند اطلاعاتی درباره نشتی از سدها و کانال‌های آبیاری، پویایی دریاچه‌ها و مخازن، سرعت جریان آب، میزان تخلیه و رسوب رودخانه را در اختیار ما قرار می‌دهند. امروزه حدود ۶۰ کشـور از کشـورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه، افغانستان تا زئیر، با همکاری سازمان جهانی انرژی اتمی، از فناوری‌های ایزوتوپ برای بررسی منابع آبی خود استفاده می‌کنند.

کاوشگرهای نوترونی می‌توانند میزان رطوبت خاک را به دقت اندازه بگیرند و ما را قادر می‌سازند که زمین‌هایی را که تحت تأثیر شوری قرار دارند به‌ویژه از لحاظ آبیاری بهتر مدیریت کنیم.

دارو

بسـیاری از مردم به کاربرد وسـیع پرتودهـی و رادیوایزوتوپ‌ها در داروسـازی به‌ویژه در تشـخیص و درمان بیماری‌ها آگاهی دارند. در کشورهای در حال توسعه (یعنی حدود یک چهارم جمعیت جهان) از هر پنج نفر یک نفر از داروهای هسته‌ای برای تشخیص بیماری‌ها و از این تعداد یک دهم آن‌ها از رادیوایزوتوپ‌ها برای درمان بهره می‌گیرند.

بیـش از ۱۰۰۰۰ بیمارسـتان در سراسـر دنیـا از رادیوایزوتوپ‌ها به‌عنوان دارو استفاده می‌کنند. در ایالات متحده امریکا هر سال بیش از ۲۰میلیون روش پزشـکی هسته‌ای در بین ۳۱۵ میلیون نفر و در اروپا حدود ۱۰ میلیون روش پزشکی هسته‌ای در میان ۵۰۰ میلیون نفر به‌کار می‌رود.

تشخیص

رادیوایزوتوپ‌ها دارای نقش اساسی در روش‌های تشخیص پزشکی هسـتند. رادیو ایزوتوپ‌ها در ترکیب با دستگاه‌های تصویربرداری که ثبت‌کننده پرتو گاما هستند، می‌توانند فرایندهای پویایی را که در نقاط مختلف بدن رخ می‌دهند، مطالعه کنند. مزیت استفاده از فناوری‌های هسته‌ای نسبت به پرتوX این است که هم استخوان و هم بافت نرم را می‌توان با بهره‌گیری از آن تصویربرداری کرد.

رادیوداروهـا برای تشـخیص بیماری به‌کار می‌رونـد. در این روش مقدار مجازی از یک ماده پرتوزا به بیمار داده می‌شود و سپس فعالیت اندام‌ها به کمک عکسبرداری دوبعدی و یا عکسبرداری سه بعدی که توموگرافی نامیده می‌شود، بررسی می‌شود.

تکنسـیم (^{99m}TC) رادیوایزوتوپی اسـت که بیشـترین استفاده را در زمینـه تشـخیص بیماری‌هـا دارد. نیم‌عمر ایـن رادیوایزوتوپ ۶ سـاعت است و دوز بسـیار پایینی از آن به بیمار داده می‌شود. چنین ایزوتوپ‌هایی با حداقل ایجاد ناراحتی و اختلال برای بیمار، به‌منظور ردیابی بسیاری از فرایندهای بدن ایده‌آل هستند.

لوله شیشـه‌ای حاوی تکنسیم که داخل محفظه سربی قرار دارد، از راکتور هسته‌ای که رادیوایزوتوپ در آن تولید می‌شود به بیمارستان حمل می‌شود. این مولدها حاوی مولیبدن ۹۹ با نیم‌عمر ۶۶ ساعت هستند که به سـرعت به تکنسیم ۹۹ واپاشیده می‌شوند. هنگام نیاز تکنسیم ۹۹ توسط محلول سالین از محفظه سربی دوشیده می‌شود. بعد از دو هفته یا کمتر، محفظه‌ها برای تغذیه مجدد به راکتور بازگردانده می‌شوند.

تکنسیم ۹۹ سالانه برای حدود ۴۰ میلیون تشخیص پزشکی به‌کار می‌رود که از این مقدار یک چهارم در اروپا، نیمی در شـمال امریکا، تقریباً یک چهارم در آسیا و اقیانوسیه (به‌خصوص ژاپن) و تعداد کمی هم در مناطق دیگر استفاده می‌شود.

یکـی دیگر از اسـتفاده‌های عمـده رادیوایزوتوپ‌ها در تشـخیص بیماری‌ها، سـنجش ایمنی رادیویی در تجزیه و تحلیل آزمایشگاهی است. رادیوایزوتوپ‌ها می‌توانند برای اندازه‌گیری غلظت بسیار پایین هورمون‌ها، آنزیم‌ها، ویروس هپاتیت، برخی داروها و طیف وسـیعی از مـواد دیگر در نمونه خون بیمار اسـتفاده شـوند. بیمـار هرگز در آزمایش‌های تشخیص پزشکی در تماس با مواد پرتوزا قرار نمی‌گیرد. تخمین زده می‌شـود که سـالانه در ایالات متحده امریکا حدود ۴۰ میلیون تشخیص پزشکی توسط رادیوایزوتوپ‌ها انجام می‌گیرد. این رقم در اروپا در حدود ۱۵ میلیون است.

درمان

رادیوایزوتوپ‌هـا کمتر برای درمان مورد اسـتفاده قـرار می‌گیرد. اما همین اسـتفاده اندک آنها در زمینه درمان اهمیت بسـزایی دارد. رشد سلول‌های سرطانی به تابش گاما بسیار حساس است. این تابش می‌تواند خارجی با استفاده از چشمهٔ کبالت ۶۰ و یا داخلی با استفاده از گامای کم‌انرژی و یا منبع پرتوزای بتا باشد. پرتودرمانی با برد کوتاه مهم‌ترین ابزار برای درمان است. بسیاری از روش‌های درمانی مسکنی موقت برای کاهش درد هستند.

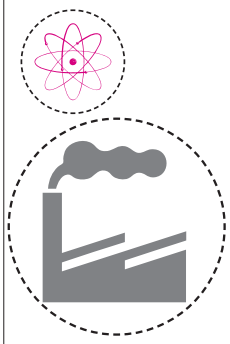
ید ۱۳۱ برای درمان سرطان تیروئید به‌کار می‌رود که احتمالاً موفق‌ترین روش برای درمان سـرطان و یا اختلالات تیروئیدی اسـت. با کاشـت سیم‌های ایریدیم ۱۹۲ در سر و سینه می‌توان دوز دقیقی از پرتوهای بتا را به مناطق محدودی فرستاد و سپس این سیم‌ها را حذف کرد. در یک روش درمانی جدید، ساماریم ۱۵۳ ^{153}Sm با فسفات آلی ترکیب می‌شود و برای کاهش درد ناشی از سرطان استخوان به‌کار می‌رود.

روش درمانی جدیـدی به نام آلفا درمانی هدفمند (TAT) به‌ویژه برای سـرطان‌هایی که در سرتاسر بدن پخش شده‌اند، به‌کار می‌رود. آلفاهای پرانرژی کوتاه‌برد به بافت‌های بدن تابانده می‌شـوند و کسـر بزرگی از انرژی تابشـی آن‌ها به سـلول‌های سـرطانی هدف منتقل می‌شود. حاملی مانند پادتن‌های تک تیره ۲ هسته پرتوزای گسیل را به مکان مناسب منتقل می‌کند.

استریل کردن (سترون‌سازی)

امروزه بسـیاری از محصولات بهداشتی و پزشکی به‌وسیله پرتوهای گامای ناشـی از کبالت ۶۰ است، اسـتریل می‌شوند. این روش بسیار مؤثرتر و ارزان‌تر از روش اسـتریل کردن به کمک گرمای بخار اسـت. سـرنگ‌های یکبار مصرف، یک نمونه از محصولاتی است که به‌وسیلهٔ پرتوهای گاما استریل می‌شوند. روش تابش سرد می‌تواند برای استریل کردن طیف وسیعی از اقلام حساس به گرما مانند پودر، پماد، حلال‌ها و اندام‌های زیستی مانند استخوان، عصب، پوست و ... که در پیوند بافت‌ها استفاده می‌شوند، به‌کار روند.

استریل کردن به‌روش تابش در بسیاری موارد بسیار سودمند است. این روش بسـیار ایمن‌تر و ارزان‌تر از روش‌های قبلی است زیرا پس از بسته‌بندی محصولات انجام می‌شود. عمر مفید محصول استریل شده تا زمانی که بسته‌بندی باز نشود، عملاً نامحدود است. به‌غیر از سرنگ‌های



امروزه بسیاری از محصولات بهداشتی و پزشکی به‌وسیله پرتوهای گامای ناشی از کبالت ۶۰ است، استریل می‌شوند. این روش بسیار مؤثرتر و ارزان‌تر از روش استریل کردن به کمک گرمای حاصل از بخار آب است

یکبار مصرف دیگر محصولات پزشکی که به‌وسیله اشعه استریل می‌شوند عبارت‌اند از پشم پنبه، لباس‌های حریق، دستکش جراحی، دریچه‌های قلب، ورق‌های پلاستیکی و لاستیکی و ابزار جراحی.

آشکارسازهای دود

امروزه یکی از متداول‌ترین کاربرد آشکارسازها در آشکارسازهای دود خانگی است. این آشکارسازها شامل مقدار کمی امریسیم (Am^{241})، یکی از محصولات واپاشی پلوتونیم ۲۴۱، هستند. امریسیم ۲۴۱ از خود ذرات آلفا گسیل می‌کند که هوا را یونیده و جریانی بین دو الکترود برقرار می‌کند. چنانچه دود وارد آشکارساز شود، ذرات آلفا را جذب و جریان را قطع می‌کند و زنگ خطر به صدا در می‌آید.

صنعت ردیاب‌های محیط‌زیست

رادیوایزوتوپ‌ها نقش مهمی در تشخیص و تجزیه و تحلیل آلاینده‌ها دارند زیرا اولا وجود مقدار بسیار کمی از رادیوایزوتوپ‌ها در محیط به راحتی قابل آشکارسازی است و از طرفی واپاشی ایزوتوپ‌های با عمر کوتاه به این معنی است که هیچ پسماندی از آن‌ها در طبیعت باقی نمی‌ماند.

فناوری هسته‌ای برای حل طیف وسیعی از مشکلات زیست‌محیطی از جمله تشکیل مه دود، آلودگی جو ناشی از دی‌اکسید گوگرد، پخش فاضلاب از دهانه اقیانوس‌ها و نشت نفت به‌کار رفته است.

ردیاب‌های صنعتی

توانایی اندازه‌گیری پرتوزایی در مقادیر کم باعث شده است که رادیوایزوتوپ‌ها در صنعت به‌عنوان ردیاب به‌کار گرفته شوند. با اضافه کردن مقدار کمی از ماده پرتوزا به موادی که در فرایندهای مختلف به‌کار می‌روند، می‌توان آهنگ جاری شدن و اختلاط طیف وسیعی از مواد از جمله پودرها، گازها و مایعات را مطالعه کرد.

ردیاب‌های اضافه‌شده به روغن‌های روان‌کننده، می‌توانند به اندازه‌گیری میزان خوردگی در موتورها، امکانات و تجهیزات کمک کنند. ردیاب‌های موجود در تأسیسات برای بررسی عملکرد تجهیزات به‌کار می‌روند. همچنین از طریق صرفه‌جویی در انرژی و استفاده بهتر از مواد خام، موجب بهبود بهره‌وری تأسیسات می‌شوند.

ابزارها

ابزارهای اندازه‌گیری (حسگرهای) حاوی چشمه‌های پرتوزا (معمولاً گاما) در صنایعی به‌کار می‌روند که باید در آن‌ها میزان جامدات، مایعات و گازها کنترل شود. این حسگرها میزان پرتوهای یک چشمه را که در مواد جذب می‌شوند اندازه می‌گیرند. از حسگرهای حاوی مواد پرتوزا در جاهایی استفاده می‌شود که گرما، فشار، مواد خورنده و یا شیشه و فلزمذاب، استفاده مستقیم از حسگرهای معمولی را مشکل و یا غیرممکن می‌سازند.

اندازه‌گیرهای ضخامت رادیوایزوتوپی برای ساخت ورقه‌های از جنس کاغذ، لایهٔ پلاستیکی، فلزی، شیشه و غیره به‌کار می‌روند. هنگامی که نمی‌خواهیم اندازه‌گیر و ماده با هم در تماس باشند، استفاده از این نوع اندازه‌گیرها بسیار سودمند است.

اندازه‌گیرهای تعیین چگالی در جاهایی که کنترل خودکار مایع، پودر یا جامد مهم است، مثلا در ساخت مواد شوینده، به‌کار می‌روند.

اندازه‌گیرهایی که به کمک رادیوایزوتوپ‌ها کار می‌کنند، سه مزیت اساسی دارند:

- اندازه‌گیری بدون تماس فیزیکی با جسمی که اندازه‌گیری می‌شود، انجام می‌گیرد.
- منبع پرتوزا به نگهداری چندانی نیاز ندارد.
- نسبت هزینه به سود بسیار عالی است.

پرتونگاری

حمل‌ونقل رادیوایزوتوپ‌هایی که پرتو گاما گسیل می‌کنند از ابزارهای تولید پرتو X، راحت‌تر است و انرژی بالاتری دارند. بنابراین می‌توانند برای جوش دادن خطوط لوله نفت و گاز از طریق قرار دادن چشمهٔ پرتوزا در داخل لوله مورد استفاده قرار گیرند. انواع دیگر پرتونگار (پرتونگاری نوترون و یا پرتونگاری خودکار) که بر اساس اصول دیگری کار می‌کنند، برای اندازه‌گیری ضخامت و یا چگالی مواد و اجزایی که قابل مشاهده نیستند، مورد استفاده قرار می‌گیرند.

منابع قدرت رادیوایزوتوپ

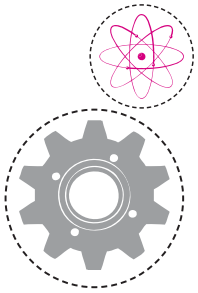
بعضی از رادیوایزوتوپ‌ها هنگام واپاشی مقدار زیادی انرژی از خود گسیل می‌کنند. این انرژی در تنظیم ضربان قلب، فانوس‌های دریایی و در کنترل ماهواره‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. گرمای ناشی از واپاشی پلوتونیم ۲۳۸ در بسیاری از وسایل نقلیه فضایی در ایالات متحده آمریکا استفاده می‌شود. این انرژی در کاوشگر کاسینی که به بررسی زحل می‌پردازد، به‌کار می‌رود. همچنین انرژی آزمایشگاه علمی مریخ به این صورت تأمین می‌شود.

سن‌یابی

تجزیه و تحلیل فراوانی نسبی رادیوایزوتوپ‌های خاص موجود در طبیعت برای تعیین سن سنگ‌ها و مواد دیگر که مورد علاقه زمین‌شناسان، انسان‌شناسان و باستان‌شناسان هستند، به‌کار می‌رود.

نتیجه‌گیری

از لحظه‌ای که از خواب بیدار می‌شویم تا زمانی که به خواب می‌رویم، ندانسته از بسیاری از کاربردهای هوشمندانه رادیوایزوتوپ‌ها و تابش‌ها استفاده می‌کنیم. آبی که استفاده می‌کنیم (یافتن سرچشمه آب و بررسی میزان ذخیره آب)، لباسی که می‌پوشیم (اندازه‌گیری در کنترل کیفیت)، صبحانه‌ای که می‌خوریم (اصلاح نباتات و تجزیه و تحلیل آب)، وسایل نقلیه‌ای که برای جابه‌جایی از آن‌ها استفاده می‌کنیم (اندازه‌گیری ضخامت برای بررسی انواع استیل و پوشش در وسایل نقلیه و ارزیابی اثرات خوردگی و سایش در موتور خودرو)، پلی که از روی آن عبور می‌کنیم (پرتونگاری نوترونی)، کاغذی که از آن استفاده می‌کنیم (اندازه‌گیری و مخلوط کردن در طول فرایند تولید)، داروهایی که استفاده می‌کنیم (تجزیه و تحلیل)، آزمایش‌های تشخیص پزشکی (رادیوداروها) و محیط اطرافمان که برای تمیز نگه داشتن آن از رادیوایزوتوپ‌ها استفاده می‌کنیم، همه و همه نمونه‌هایی از کاربرد رادیوایزوتوپ‌ها هستند.



ابزارهای اندازه‌گیری (حسگرهای) حاوی چشمه‌های پرتوزا (معمولاً گاما) در صنایعی به‌کار می‌روند که باید در آن‌ها میزان جامدات، مایعات و گازها کنترل شود

پی‌نوشت‌ها

1. Targeted Alpha Thrapy
2. monoclonal antibody

آزمون‌های فیزیک برای ارتقای آموزش مشارکتی

کارل ای وایمن
ترجمهٔ مرضیه موسوی - کارشناس ارشد فیزیک
مرضیه احمدی - دانشجوی کارشناسی ارشد ژئوفیزیک

چکیده

آزمون دو مرحله‌ای یک روش نسبتاً ساده برای ارتقای فرایند یادگیری مشارکتی و ارزیابی هنجاری یک آزمون است. استفاده از این آزمون‌ها در بخش فیزیک دانشگاه بریتیش کلمبیا رو به رشد است، چون هم دانشجویان و هم استادان آن‌ها را مفید می‌دانند. در یک آزمون دو مرحله‌ای، دانشجویان باید در ابتدا یک آزمون فردی را کامل کنند و سپس در قالب گروه‌های کوچک مجدداً به پرسش‌های آزمون پاسخ دهند. در طی مرحلهٔ دوم اتاق امتحان سرشار از بحث‌های سازنده‌ای است که تقریباً تمام دانشجویان در آن شرکت دارند. این باعث می‌شود که آن‌ها به سرعت بازخوردهای مرتبط با بحث‌ها را از همکلاسی‌های خود دریافت کنند. به علاوه نشانه‌هایی وجود دارد که استفاده از این نوع آزمون، نه‌تنها تضمین‌کنندهٔ سازگاری مؤلفه‌های تعاملی درسی است، بلکه به صورت مثبت بر این روی مسئله تأثیر می‌گذارد که چگونه شاگردان از روش‌های مشارکتی در یادگیری استفاده می‌کنند. در این حالت، ارزیابی ما نسبت به کارایی فردی آن‌ها نیز سر جای خود باقی می‌ماند (با توجه به مرحلهٔ اول آزمون). در این مقاله به بررسی این مسئله می‌پردازیم که چگونه باید آزمون‌های دو مرحله‌ای را پیاده کرد، به علاوه بحث‌هایی را مطرح می‌کنیم که چرا باید این مدل از آزمون‌ها به عنوان بخشی از درس فیزیک برای یادگیری مشارکتی، به کار گرفته شوند.

کلیدواژه‌ها: یادگیری- آزمون- دو مرحله‌ای- مشارکتی

چرا آزمون‌های دو مرحله‌ای؟

این آزمون‌ها جدید نیستند. آن‌ها در موارد گوناگون مورد بحث و استفاده قرار گرفته‌اند، اما هنوز در درس‌های فیزیک به رغم مزیت‌های واضح آن‌ها نسبتاً نادرند. آزمون‌ها نوعاً فرایندی هستند که فرد مسئله را در انزوا حل می‌کند، که کاملاً برخلاف فرایندهای حل مسئله در جهان واقعی است که در آن، نیازمند فعالیت‌های یادگیری مشارکتی هستیم. همان‌طور که دن‌شوارتز[1] روان‌شناس حوزهٔ شناختی، بیان می‌کند: «اگر در امتحان از کسی بخواهید که درحل مسئله به شما کمک کند، تقلب کرده‌اید، اما اگر در دنیای واقعی از کسی چنین چیزی را درخواست نکنید، احمق‌اید.» آزمون‌های فردی، فرصت فوق‌العاده مهمی را در بحث ارزیابی‌های تکوینی از دست می‌دهند، چیزی که به شدت مرتبط با یادگیری است. دانش‌آموزان در طول امتحان به شدت درگیر موضوع‌های درسی می‌شوند (بیشتر از هر زمان دیگری). در هر صورت این فرصت برای ارزیابی تکوینی از بین می‌رود چرا که بازخورد آزمون‌ها بسیار محدود- اغلب به‌صورت «درست/ غلط» اند و مدتی پس از پایان امتحان در اختیار قرار می‌گیرند. این دو عامل ارزش بازخورد بر آموختن را کم می‌کند. همچنین همان‌طور که خیلی از معلم‌ها و استادان مشاهده کرده‌اند و ما با بررسی فرایند استفاده از وبگاه خود به آن پی برده‌ایم، اکثر شاگردان فقط وقتی راه‌حل‌های امتحان میان ترم را مرور می‌کنند که در حال آماده شدن برای امتحان پایان ترم هستند.

در طول مرحلهٔ دوم آزمون دو مرحله‌ای، شاگردان به سرعت بازخوردهای مرتبط با راه‌حل خود را از سایر شاگردان دریافت می‌کنند. جیلی[2] و کلارکسون[3] نشان داده‌اند که اصولاً تمام اعضای یک گروه در مرحلهٔ دوم، تمام مهارت‌هایی را که گروه از امتحان به دست آورده فرا می‌گیرند، چیزی که در آزمون‌های فردی به ندرت شاهد آن هستیم.

اجرای آزمون‌های دو مرحله‌ای

روشی که در آزمون‌های دو مرحله‌ای به کار بردیم نسبتاً ساده است و در تعدادی از دوره‌های فیزیک دبیرستانی به‌کار گرفته شده است. «بخش دوم» کار گروهی، بعد از آنکه برگه‌های آزمون تمام افراد گردآوری شد، آغاز می‌شود. شاگردان در قالب گروه‌های سه الی چهار نفره (اغلب) به بررسی مسئله‌های بخش آزمون انفرادی می‌پردازند. آن‌ها باید نسبت به پاسخ‌ها به توافق جمعی برسند و یک نسخه را با نام و شمارهٔ هویت تمام اعضای گروه، ارائه کنند. چون شاگردان با دقت زیاد در مرحلهٔ اول به تک‌تک مسئله‌های آزمون فکر کرده‌اند، بحث‌ها و توافق در مرحلهٔ دوم، زمان کمتری می‌برد. ما در دروس پایه، ۵۵ دقیقه را به تلاش‌های فردی (مرحلهٔ ۱) و ۳۰ دقیقه را نیز به تلاش‌های گروهی (مرحلهٔ ۲) اختصاص می‌دهیم و در این بین ۵ دقیقه نیز زمان بین دو مرحله در نظر گرفته شده است. برخی مربیان از آزمون‌های دومرحله‌ای در یک بازه زمانی یک‌ساعته استفاده می‌کنند که چالش‌برانگیزتر است. اگرچه معمولاً زمان کافی برای انجام کل آزمون وجود دارد، اما برای صرفه‌جویی در وقت وقتی تعداد زیادی مسئلهٔ طولانی وجود دارد، فقط برخی از پرسش‌های مفهومی مرحله آیا پرسش‌های با پاسخ کوتاه در

بخش گروهی آمده‌اند، دو مثال از پرسش‌های مطرح شده که برای مرحله دوم آزمون، آن‌ها را اندکی تغییر داده‌ایم. در جعبه ۱ نشان داده شده‌اند.

در تعیین نمرهٔ آزمون، از نسبت ۷۵ به ۲۵ و یا ۸۵ به ۱۵ برای مراحل اول و دوم استفاده کردیم- رفتار شاگردان در این دو حالت نسبی، هیچ تغییری نکرد. در هر یک از این دو حالت، اثر آزمون گروهی نوعا چند درصد بر روی کل نمرهٔ افراد است. در همان روز اول کلاس‌ها آزمون‌های دومرحله‌ای توضیحات کافی ارائه شد. به‌علاوه به آن‌ها گفته شد که اگر نمرهٔ آن‌ها در حالت گروهی از به حالت فردی کمتر شد، نمرهٔ حالت فردی برای آن‌ها محسوب می‌شود. در عمل، چنین چیزی فقط برای تعداد اندکی از دانشجویان اهمیت داشت، چون آن‌ها معمولا در حالت گروهی کارایی بهتری نسبت به حالت فردی داشتند. زمان نمره‌دهی با اضافه شدن مرحلهٔ دوم آزمون فقط اندکی تغییر می‌کند چون معمولاً کسر قابل توجهی از راه‌حل‌ها کاملاً صحیح هستند که، فرایند نمره‌دهی را، سریع و ساده می‌سازند.

واکنش‌هایی به آزمون دومرحله‌ای

ما که شاهد بحث‌های مفید و سازنده‌ای بودیم که تمام شاگردان در مرحلهٔ دوم بودیم، به خوبی قانع شدیم که استفاده از این روش آزمون بسیار مناسب است. همچنین شاگردان از این بحث‌ها سود می‌برند. به ندرت مجبور می‌شدیم از آن‌ها درخواست کنیم که در مرحلهٔ گروهی، به صورت فردی کار نکنند و شاگردانی که معمولاً در فعالیت‌های کلاسی صحبت نمی‌کردند در مرحلهٔ دوم امتحان به شدت از پاسخ‌های خود دفاع می‌کردند. همان‌طور که مشاهدات و گزارش‌های خود شاگردان تأیید کرد، کسر قابل توجهی از بحث‌های گروهی و پرسش‌های مربوطه، تا زمانی ادامه داشت که تمام اعضا به یک پاسخ واحد برسند و یا اینکه نسبت به عدم توافق کلی و همه‌جانبه، اتفاق آرا داشته باشند. این محتوای آزمون همراه با این حقیقت که تمام شاگردان به خوبی برای مشارکت در تمام بحث‌ها آماده هستند، ناشی از دو نکته است که (الف) آن‌ها برای آزمون به خوبی درس خوانده بودند و (ب) آن‌ها به خوبی دربارهٔ پرسش‌ها فکر می‌کردند و در بخش فردی، به پاسخ‌هایی برای آن‌ها رسیده بودند. اگرچه ما فعالیت‌های یادگیری مشارکتی را در مباحث درسی، قبل از برگزاری آزمون مطرح و نسبت به فواید آن‌ها توضیحاتی را ارائه کرده بودیم، اما برای خیلی از شاگردان ارزش این فعالیت‌ها در آزمون دو مرحله نمایان شد.

ما در بررسی و رفتار کلاس پس از آزمون دو مرحله‌ای مشاهده کردیم که پاسخ شاگردان به آزمون دو مرحله‌ای به شدت مثبت است. ۸۷ درصد از آن‌ها توصیه می‌کنند که در امتحانات میان‌ترم نیز از این روش استفاده شود و فقط کسر اندکی از آن‌ها از این روش ناراضی بودند. مثال‌هایی از توصیه‌های مثبت آن‌ها به شرح زیر هستند:

شاگرد الف: «توانستم به سرعت از اشتباهات خود درس بگیرم»

شاگرد ب: «بسیار خوب بود که روش‌ها و پاسخ‌های مختلف را با یکدیگر مقایسه کردیم و باعث شد که ما اعتمادبه‌نفس بیشتری پیدا کنیم.»

شاگرد ج: «جالب است، همهٔ افراد با رهیافت‌های مختلف، یک پرسش را بررسی می‌کردند. خوب است که پاسخ تمام افراد را درک کنیم و بدانیم که چرا پاسخ آن‌ها صحیح است.»

یک نمونه جالب توجه از اظهار نظرها و توصیه‌ها آن بود که برخی از افراد آن را ناخوشایند می‌یافتند، زیرا بلافاصله در می‌یافتند که پاسخ آن‌ها به پرسش‌ها غلط بوده است. اما به همان دلیل قطعاً یادگیری‌های دیگران را تأیید می‌کردند.

شاگرد د: «امتحان گروهی بسیار مفید بود، چون توانستم ببینم که به کدام پرسش پاسخ غلط و به کدام پاسخ درست داده‌ام. تنها بخش منفی آن بود که متوجه اشتباه‌های خود شدم»

خلاصه

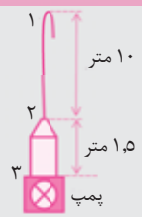
آزمون‌های دومرحله‌ای یک روش ساده برای تبدیل کردن امتحان به تجربیات یادگیری هستند. این شکل آزمون برای شاگردان بسیار جذاب است زیرا آن‌ها به ارزش بازخوردهای سریع و یادگیری ناشی از آن پی می‌برند. همچنین آزمون‌های دومرحله‌ای حاوی این پیغام مهم و سازنده برای شاگردان در تمام دروس است که باید از کار گروهی و یادگیری مشارکتی استفاده کنند.

بخش۱: مثال هایی از پرسش‌هایی که در آزمون دو مرحله ای برای درس فیزیک

اکثر پرسش‌ها در دو بخش گروهی و فردی یکسان هستند. اگر پرسش‌ها تغییر کنند، معمولا حجم محاسبات آنها کاهش پیدا می کند و به جای محاسبات معمولا از این پرسش استفاده می شود: منطق و دلیل خود را تشریح کنید. به علاوه یک و یا دو پرسش چالش برانگیز نیز اضافه می شوند.

پرسش:

فرض کنید که می خواهید برای پارک خود یک فواره طراحی کنید. آب تا ارتفاع ده متری بالاتر از نازل خروجی پرتاب می شود که این نازل در فاصلهٔ ۱٫۵ متری بالاتر از پمپی قرار دارد که آب را به لولهٔ عمودی با قطر ۵ سانتی متر پمپ می کند. فشارپیمانه‌ای در پمپ برابر با ۱۰۰ کیلو پاسکال است.



بخش فردی	بخش گروهی
الف : فشار را در نقاط ۱ (در بالا) ، ۲ (خروجی نازل) و ۳ (خروجی پمپ) بر اساس بزرگی رتبه بندی کنید ب : قطر نازل خروجی چه قدر است؟	قسمت ب پرسش تغییر کرده است : ب : سرعت را در نقاط ۱ و ۲ و۳ بر حسب اندازهٔ آن رتبه بندی کنید

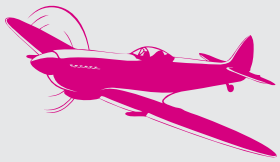
پرسش:

شما و خواهر کوچک‌ترتان به برف بازی رفته اید و سوار یک سورتمه با وزن ۱۱ کیلوگرم شده اید. خواهر شما که ۲۹ کیلوگرم وزن دارد ، بر روی سورتمه نشسته است و شما می خواهید که وی را هل دهید. شما نیروی افقی وارد می کنید و سورتمه در ابتدا جابه‌جا نمی شود و شما به تدریج نیروی خود را افزایش می‌دهید تا بدین وسیله سورتمه جابه‌جا شود. شما نیرو را تا ۵ ثانیه بعد از حرکت سورتمه حفظ می‌کنید. (فرض کنید که ضریب اصطکاک جنبشی برابر با ۰٫۰۲ است و ضریب اصطکاک ایستایی نیز برابر با ۰٫۰۸ باشد).

بخش فردی	بخش گروهی
الف : شما برای اعمال نیروی مذکور به مدت ۵ ثانیه ، جابه‌جا می شوید ؟ ب : سرعت خواهر شما در $t = 5s$ چقدر است ؟ ج : بعد از رها کردن سورتمه ، خواهر شما همراه با خود سورتمه ، چقدر جابه‌جا می شود تا به حالت سکون برسد ؟ (اگر نتوانستید بخش ب را حل کنید ، فرض کنید که سرعت وی در $t = 5s$ برابر با ۲٫۵ متر بر ثانیه است) .	الف : یک نمودار کیفی ترسیم کنید که نشانگر نیروی خالص وارده بر سورتمه برحسب زمان باشد (کیفی به این معناست که نمودار صرفا رفتار کلی را نشان می دهد - بدون استفاده از مقادیر عددی دقیق) ب : یک نمودار کیفی دیگر برای شتاب سورتمه را برحسب زمان ترسیم کنید ج: یک نمودار کیفی دیگر برای سرعت سورتمه را برحسب زمان ترسیم کنید

منبع

1. Carl E.wieman THE PHYSICS TEACHER. UOL.52, JANVARY2014



نقدی بر مقالهٔ «کژفهمی‌های دانش‌آموزان دربارهٔ سقوط آزاد»

مریم صابری
دبیر فیزیک داراب فارس

اشاره

در فصل‌نامهٔ رشد آموزش فیزیک پاییز ۱۳۹۳(شماره ۱۰۸)، مقاله‌ای است با عنوان «کژفهمی‌های دانش‌آموزان دربارهٔ سقوط آزاد» آمده است. با توجه به اهمیت مبحث سقوط آزاد و وجود کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان در این زمینه و همچنین براساس پژوهش‌های متعددی که تاکنون در این زمینه انجام شده است، مطالبی در جهت نقد این مقاله ارائه می‌گردد.

کلیدواژه‌ها: سقوط آزاد، کژ فهمی‌های دانش‌آموزان

بیان مسئله

نقد مقالهٔ مذکور از قسمت چکیده آغاز می‌شود و تا انتهای مقاله به ترتیب ارائه در متن بیان خواهد شد.

در چکیدهٔ مقاله، نویسنده[1] به حذف مبحث سقوط آزاد و انتقال آن به فیزیک پیش‌دانشگاهی اشاره کرده و معتقد است که با این کار «اندکی از بار چالش‌های موجود در فرایند تدریس و همچنین یادگیری و کژفهمی‌های دانش‌آموزان کاسته شده.» اما آیا دلیلی برای این ادعا وجود دارد؟ چه فعالیتی در جهت کاهش مشکلات انجام شده است؟ کدام یک از پیش‌نیازهای مبحث سقوط آزاد در فیزیک پیش‌دانشگاهی یا قبل از آن مورد توجه قرار گرفته که کج‌فهمی‌ها را کاهش دهد؟ در اینکه مهارت محاسبات ریاضی در دانش‌آموزان پیش‌دانشگاهی گسترده‌تر از بچه‌های دوم‌دبیرستان است شکی نیست، همین موضوع هم باعث می‌شود که مسئله‌های مربوطه را بهتر حل کنند. اما بیشتر کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان در مبحث سقوط آزاد در زمینهٔ مفاهیم فیزیکی است نه مسائل ریاضی.

نقد بعدی دربارهٔ پنج پیش فرض نظری ارائه شده دربارهٔ سقوط آزاد است که از نظر نویسندهٔ مقاله، «عدم توجه دانش‌آموزان به آن‌ها منجر به کژفهمی یا چالش‌های یاددهی ـ یادگیری می‌شود.» در این پیش‌فرض‌ها داریم:

۱. سقوط آزاد نوعی حرکت با شتاب ثابت است و شتاب همهٔ اجسام سبک و سنگین یکسان است.

۲. در سقوط آزاد تنها نیروی وارد بر جسم، وزن آن است.

۳. در سقوط آزاد جابه‌جایی در امتداد قائم است و مکان متحرک در راستای محور y از دستگاه مختصات قرار دارد.

٤. در سقوط آزاد سرعت اولیهٔ جسم در لحظهٔ رها شدن صفر است، یعنی هیچ نیروی اولیه‌ای به جسم وارد نمی‌شود.

۵. در سقوط آزاد تأثیر مقاومت هوا بر جسم نادیده و شرایط همانند خلأ در نظر گرفته می‌شود.

ضمن توجه به اینکه بهتر است به جای «یاددهی» از عبارت «آموزش» استفاده کرد و فارغ از اینکه منظور نویسنده از «پیش‌فرض» چیست، در توضیح این موارد باید گفت که حرکت سقوط آزاد در حالت کلی به حرکتی گفته می‌شود که «جسم تنها تحت‌تأثیر نیروی گرانش باشد[2]».

در واقع، برای حرکت سقوط آزاد هیچ پیش فرضی در نظر گرفته نمی‌شود. بدین معنا که هر جسمی تنها تحت‌تأثیر نیروی گرانش باشد، در حال سقوط آزاد است. بنابراین برای موارد ۱، ۳ و ٤ باید گفت که «حرکت با شتاب ثابت»، «جابه‌جایی در امتداد قائم» و «سرعت اولیهٔ صفر» هیچ‌کدام از پیش‌فرض‌های سقوط آزاد محسوب نمی‌شوند. جسمی که به‌طور قائم به سمت بالا یا پایین، و یا تحت زاویهٔ α نسبت به افق پرتاب می‌شود نیز چون در طول حرکت خود تنها تحت‌تأثیر نیروی وزن قرار دارد، پس در حال سقوط آزاد است[3]. جملهٔ معروف و جالب «ماه همواره در حال سقوط آزاد بر روی زمین است» شاید بتواند به درک بهتر این مقوله کمک کند. همچنین ماهواره‌هایی که در مدار خود به دور زمین می‌چرخند نیز در حال سقوط آزادند، اما شتاب ثابتی ندارند. رها شدن جسم در شرایط خلأ که منجر به سقوط جسم به سمت پایین، بدون سرعت اولیه می‌شود، در واقع ساده‌ترین نوع حرکت سقوط آزاد است که در فیزیک ۲ مورد بحث قرار می‌گرفت.

نکتهٔ ظریفی که در مورد ۲ باید گفت این است که چنین بیانی می‌تواند این برداشت را در ذهن ایجاد کند که «حرکتی به اسم سقوط آزاد وجود دارد و یکی از ویژگی‌هایش این است که به جسم تنها نیروی وزن وارد می‌شود.» در حالی که بهتر است موضوع کاملاً برعکس و بدین صورت بیان شود: «حرکتی که در آن، تنها نیروی وارد بر جسم نیروی وزن باشد، حرکت سقوط آزاد است.»

در مورد ٤ بیان شده که در سقوط آزاد، «هیچ نیروی اولیه‌ای به جسم وارد نمی‌شود»، از طرفی در ستون آخر مقاله، لختی به صورت «مقاومت جسم در قبال حرکت یا تمایل به بی‌حرکتی اجسام» معرفی شده است. با این شرایط، اگر به تعبیر این مقاله، جسم تمایل به بی‌حرکتی دارد و هیچ نیروی اولیه‌ای هم به آن وارد نمی‌شود، پس چگونه شروع به حرکت می‌کند؟ به‌علاوه، جمله ممکن است این‌گونه تعبیر شود که «نیرو با سرعت متناسب است (نه شتاب)، چون نیروی

اولیه صفر است پس سرعت اولیه صفر است !» در چند قسمت دیگر از مقاله نیز به جای بحث شتاب برابر اجسام در سقوط آزاد در نزدیکی زمین، به برابری سرعت آن‌ها اشاره شده که درست نیست. سرعت، تابع شرایط اولیهٔ مسئله است و در هر لحظه تغییر می‌کند. بنابراین بهتر است به جای مقایسهٔ سرعت‌ها، به مقایسهٔ شتاب سقوط پرداخت.

برای مورد ۵ نیز دو سؤال عمده مطرح است:

۱. آیا می‌توان تأثیر مقاومت هوا را بر سقوط اجسام نادیده گرفت؟

۲. آیا دانش‌آموزان درک درستی از شرایط خلأ و سقوط اجسام در خلأ دارند؟

در توضیح سؤال ۱ باید گفت که اتفاقاً مشکل اصلی که سبب ایجاد کج‌فهمی می‌شود نادیده گرفتن و عدم توجه به پیش نیاز «مقاومت هوا» است. این مبحث در ذهن دانش‌آموزان به‌طور جدایی‌ناپذیری به مبحث سقوط آزاد گره خورده است، چون در تمام تجربیات و مشاهدات دانش‌آموزان این دو مقوله در کنار هم حضور دارند.

به‌عنوان مثالی برای روشن‌تر شدن بحث فرض کنید قبل از تدریس جابه‌جایی به دانش‌آموزان بگوییم که «اگر شما از خانه به مدرسه بیایید و دوباره به خانه برگردید جابه‌جایی شما صفر است.» این مطلب هرگز برای دانش‌آموز قابل درک نیست مگر اینکه مطابق معمول، مفهوم جابه‌جایی در فیزیک را تشریح کرده و با مفهوم آن در زندگی تمایز قائل شویم. اما سؤال اینجاست که آیا می‌توانیم قبل از تشریح و تمایز مذکور، به دانش‌آموزان بگوییم که در مفهوم جابه‌جایی دچار کج‌فهمی‌اند؟ خیر! سقوط آزاد نیز مشابه کار و جابه‌جایی نیازمند رعایت پیش‌نیازها، تشریح و تمایز است. بنابراین برای مورد ۵ بهتر بود این بیان مطرح شود که«در سقوط آزاد باید شرایطی را در نظر گرفت که بتوان از تأثیر مقاومت هوا بر جسم چشم‌پوشی کرد (مثل سقوط یک سنگ یا گلوله از یک ساختمان...»).

به نظر می‌رسد پیش از مطرح شدن بحث شتاب سقوط اجسام در خلأ، ابتدا به دانش‌آموزان کمک کنیم تا درک درستی از شرایط خلأ داشته باشند و سپس به کمک ویدئوهای آموزشی، سقوط در حالت حذف مولکول‌های هوا یا خلأ نسبی را به آن‌ها نشان داد. در سومین ستون مقاله داریم: «درست است که نیروی گرانش بیشتری به اجسام سنگین وارد می‌شود...». بهتر است به جای عبارت «اجسام سنگین» که چند بار در مقاله مورد استفاده قرار گرفته، از عبارت «اجسامی با جرم بیشتر» استفاده شود.

در ستون آخر همچنین توضیحاتی دربارهٔ اینکه برای اجسام سنگین‌تر «کشش گرانش اضافی و لختی اضافی همدیگر را خنثی می‌کنند، پس گوی‌ها با سرعت یکسانی سقوط می‌کنند» ارائه شده است. این توضیحات که برای توجیه عدم وابستگی سرعت سقوط آزاد اجسام به جرم آن‌ها مطرح شده، (حتی با فرض قابل‌قبول بودن) زمانی می‌تواند برای دانش‌آموز مفید باشد که وی عدم وابستگی مذکور را پذیرفته و حال به‌دنبال توضیحی برای چرایی این موضوع باشد. با یک آزمایش ساده در کلاس می‌توان این تصور دانش‌آموزان که «هر جسمی سنگین‌تر است، زودتر سقوط می‌کند» را به چالش کشید و نقش متغیرهای دیگری مانند شکل ظاهری اجسام و تأثیر مقاومت هوا را در سرعت سقوط برجسته کرد:

مراحل آزمایش:

۱. دو ورق کاغذ مشابه را هم‌زمان رها می‌کنیم.

۲. یکی از ورقه‌ها را مچاله کرده و هر دو را هم‌زمان رها می‌کنیم (وزن مشابه، مساحت متفاوت).

۳. ورقهٔ دیگر را نیز مچاله کرده و یک سکه لابه‌لای آن قرار می‌دهیم. سپس هر دو را هم‌زمان رها می‌کنیم (وزن متفاوت، مساحت مشابه)

در آزمایش بالا، تأثیر یکی از متغیرهای وزن و مساحت بر سقوط اجسام در غیاب متغیر دیگر مورد مشاهده و بررسی قرار می‌گیرد. در مرحله ۲ دانش‌آموزان می‌بینند جسمی که سریع‌تر سقوط کرده لزوماً جرم بیشتری نداشته است. حتی می‌توان با تا زدن دو کاغذ مشابه به‌صورت ۷ و ۸، تأثیر شکل ظاهری را در حالتی که وزن و مساحت مشابه‌اند بررسی کرد. در همین رابطه، شکل ۱ از مقالهٔ مورد بررسی، جسم‌هایی را نشان می‌دهد که دو متغیر وزن و شکل ظاهری آن‌ها هم‌زمان تغییر کرده و در پایان مقاله به خوبی اشاره شده که اگر این آزمایش در کلاس انجام گیرد سرعت سقوط آن‌ها اندکی متفاوت خواهد بود. اما فارغ از اینکه انجام آزمایش با گلولهٔ ۲۰ کیلوگرمی عملاً در کلاس درس امکان‌پذیر است یا نه، اگر گلوله‌ها از لحاظ ظاهری مشابه باشند می‌توانند مثال بهتری برای درک این موضوع محسوب شوند.

پیشنهادهایی جهت رفع مشکلات مبحث سقوط آزاد:

به نظر می‌رسد توجه به نکته‌های زیر در حین تدریس می‌تواند کاهش مشکلات این مبحث را در پی داشته باشد.

- توجه به سقوط اجسام مختلف در اطرافمان
- توجه به عوامل مؤثر در سرعت سقوط اجسام (وزن، مساحت، شکل ظاهری و...)
- بررسی نقش مقاومت هوا در سرعت اجسام (بررسی شکل ماشین‌های مسابقه و چتر نجات...)
- بررسی متغیرهای شکل ظاهری و جرم جسم در سقوط اجسام (آزمایش کاغذهای مشابه)
- نشان دادن ویدئوهایی که سقوط هم‌زمان گلوله‌های ظاهراً مشابه ولی با وزن‌های متفاوت را نشان می‌دهد.
- توضیح شرایط خلأ و تمایز آن با مفهوم بی‌وزنی
- نشان دادن ویدیو سقوط هم‌زمان سکه و پر در لولهٔ آزمایش با خلأ نسبی
- بررسی سقوط اجسام در غیاب حضور مقاومت هوا
- تعریف سقوط آزاد در فیزیک و بیان تمایز آن با زندگی روزمره
- انجام آزمایش در شرایطی مشابه سقوط آزاد در کلاس درس (آزمایش به کمک وسایلی که مقاومت هوا بر آن‌ها بسیار ناچیز است مثل سنگ کوچک، ساچمه و...)
- توجه دانش‌آموزان به عدم وابستگی معادلات سقوط آزاد به جرم اجسام
- به کار بردن جسم‌های کوچک در مسئله‌های عددی به‌طوری که بتوان شرایط سقوط آزاد را شبیه‌سازی کرد.

به نظر می‌رسد پیش از مطرح شدن بحث شتاب سقوط اجسام در خلأ، ابتدا به دانش‌آموزان کمک کنیم تا درک درستی از شرایط خلأ داشته باشند و سپس به کمک ویدئوهای آموزشی، سقوط در حالت حذف مولکول‌های هوا یا خلأ نسبی را به آن‌ها نشان داد

پی‌نوشت‌ها

۱. در این متن منظور از واژهٔ «نویسنده»، نویسندهٔ اصلی یعنی سرکار خانم صفری است. منظور از واژهٔ «نگارنده»، نویسندهٔ نقد مقاله یعنی خانم صابری است.

2. Physics for scientists and engineers. (1999). 5th edition. Free man and company. p 87, 88.

۳. به شرطی که بتوان از تأثیر مقاومت هوا صرف‌نظر کرد.

آموزشی

طراحی آمـــوزش براساس مهارت‌های علمی

در آمـــوزش زلزله

آزیتا سیدفدایی
دکترای آموزش فیزیک

چکیده

یکی از شیوه‌هایی که برای آموزش علوم از آن استفاده می‌شود طراحی آموزشی براســاس ارتقای مهارت‌هایی در دانش‌آموزان است که آنان را در رسیدن به نتایج علمی کمک می‌کند؛ مانند ارتقای مهارت‌هایی که یک دانشــمند برای درک جهان از آن‌ها اســتفاده می‌کند تا به نظم حاکم بر جهان پــی ببرد و این نظام قانونمند را اســتنباط کنــد و در پی یافتن ارتبــاط بین افکار و تصوراتش با جهان واقعی باشد. به چنین مهارت‌هایی مهارت‌های فراینــدی علم می‌گویند. در این مقاله در پی آن هســتیم که با معرفی مثال‌هایی از روش کاربــرد مهارت‌های فرایندی علم در آموزش، به‌ویژه در آموزش مقدماتی زلزله به دانش‌آموزان، آنان را در درک این پدیده طبیعی یاری دهیم.

کلیدواژه‌هــا: آمــوزش، مهارت‌هــای فرایندی علــم، محتوای آموزشی زلزله

مقدمه

با توجه به لرزه‌خیز بودن ایران و عدم پیش‌بینی دقیق زمان وقوع زلزلــه، آموزش دانش‌آموزان بــرای رویارویی با این پدیده طبیعی ضروری است. در کشــور ما، برنامه‌ریزی در مورد آموزش زلزله به دانش‌آموزان بیشتر به‌دنبال یافتن راهکارهایی بوده است که روش مقابله با آسیب‌های بحران زلزله را به آن‌ها آموزش دهد. نتایج این تلاش‌ها کتاب‌ها، جزوه‌ها و دستورالعمل‌ها و... است که در اختیار دانش‌آمــوزان و معلمان آن‌ها قرار می‌گیرد. طی ســال‌های اخیر آشنایی با نحوه مواجهه با زلزله برای دانش‌آموزان آنچنان اهمیت پیدا کرده که تصمیماتی در مورد لزوم مطرح شدن موضوع زلزله در کتاب‌های درسی آموزش‌وپرورش گرفته شده است. با توجه به این رویکرد لازم است که آموزش زلزله از انتشار یک سری دستورالعمل هنــگام مواجهه با زلزله به سمت‌وســوی تدویــن روش‌های نوین آموزش علمی این فرایند طبیعی گســترش یابد. این امر مستلزم بررســی علایق، توان و مهارت‌ها و نیازهای آموزشی دانش‌آموزان اســت. در این مقاله با استفاده از مهارت‌های فرایند علم، محتوا و روش‌هایی را در آموزش پدیده طبیعی زلزله ارائه می‌کنیم.

زلزله یکی از پدیده‌های طبیعی اســت که مانند سایر پدیده‌ها نیاز به شناســایی و بررســی و قانونمند کردن دارد. بشر در مسیر شناخت طبیعی موفق به درک قوانینی شده است که نشان‌دهندهٔ نظم حاکم بر جهان هســتند. با شناخت قوانین حاکم بر طبیعت می‌توان نظم حاکم بر آن را شناسایی کرد و در همین راستا است کــه می‌توان برای کنترل طبیعی از همین قوانین بهره جســت و راهکارهایی در این زمینه طراحی کرد. به‌عنوان مثال با مشــاهده ســقوط اجسام به زمین، نظریه‌ای در مورد جاذبه زمین ابداع شد، ســپس به‌صورت قانون درآمد. با شــناخت بیشتر رفتار اجسام در اطراف زمین، انسان‌ها موفق به اختراع هواپیما و موشک شدند که برخلاف نیروی جاذبه حرکت می‌کنند. انســان‌ها با شناخت نظم حاکم بر طبیعت توانســتند راه غلبه بر محدودیت‌های طبیعت را بیابند و به غلبه بر این محدودیت‌ها بیندیشند. زلزله نیز پدیده‌ای طبیعی اســت و می‌توان با شناخت این پدیده و نظم حاکم بر آن موفق به یافتن راهکارهایی برای کنترل آن و کاهش عواقب ناشی از آن شد. از این‌رو در آموزش زلزله می‌توان از راهکارهای پیشنهادی در آموزش علوم اســتفاده کرد، چرا کــه روش آموزش و یادگیری اصولی و فرایندی علوم تجربی سوق‌دهنده دانش‌آموزان به کشف پدیده‌های مجهــول و علت و کنترل آن‌ها پیش مــی‌رود. به‌ویژه می‌توان از شیوه‌های مناسب آموزش علوم این گروه سنی بهره برد و با هدف آشــنا کردن دانش‌آموزان با پدیده زلزله، راه‌های غلبه بر آن را پیدا کرد و آسیب‌های ناشی از زلزله را به حداقل رساند؛ چرا که در میان دانش‌آموزان دانشمندانی بالقوه یافت می‌شوند که در آینــده زمینه مهار و پیش‌بینی و کنترل آثار زلزله را ارتقا خواهند داد. شیوه‌های نوین آموزش با شناسایی و طراحی مسیری که یک دانشمند موفق به شناخت علت پدیده‌های طبیعی شده است تلاش می‌کند تا دانش‌آموزان مستعد موفق به رشد علمی و یادگیری بهتر شــوند. امروزه یکی از پرســش‌هایی که برای آموزش دانش‌آموزان مطرح می‌شــود این است که باید چه چیزی را یاد بگیرند[1] چگونه یاد بگیرند.

علم و آموزش آن، فراتر از اطلاعات علمی است. از دیدگاه عمومی توجه به ســه جنبه در علم مهم است؛ اولین مورد محتوا و تعریف علم است، دیگری مفاهیم ابتدایی علم و جنبه آخر دانش ما در مورد

آن علم است؛ علاوه بر آن‌ها دو جنبه دیگر نیز قابل توجه هستند که یکی فرایند پژوهش علمی و دیگری نگرش علمی است.[۲] لازمه دست‌یافتن به این جنبه‌هایی در آموزش علوم، پرورش مهارت‌ها در دانش‌آموزان است که دانشمندان براساس همان‌ها موفق به شناخت جهان و بنای علم شده‌اند. این مهارت‌ها را مهارت‌های فرایند علم می‌گوییم. طراحی معلم براساس رشد مهارت‌های فرایند علم نقش مهمی در عمیق شدن یادگیری مفهومی علوم دارد. از این‌رو برای مؤثر بودن آموزش، معلم می‌تواند فعالیت‌هایی هدفمند طراحی کند و دانش‌آموزان را با این فعالیت‌ها درگیر کند. امروزه درگیر کردن دانش‌آموزان با فرایند یادگیری اهمیت زیادی دارد به جای اینکه معلم تعداد زیادی اطلاعات را به‌عنوان علم به آن‌ها منتقل کند، به طراحی فرایندهایی می‌پردازد که به شالودهٔ علم و کسب آن می‌انجامد. به این دلیل است که معلم باید توانایی‌های لازم در مورد برنامه‌ریزی آموزشی و طراحی فعالیت‌ها و روش‌های پرسشگری و تسلط به موضوع و استفاده از فناوری‌های نوین آموزشی را داشته باشد.[۳]

طراحی محتوای آموزش زلزله

پژوهشی که درسال ۱۳۸۹ در مورد زلزله ۴/۷ ریشتری شهر بروجرد (پس تجربه زلزله ۶/۱ ریشتری در آستانهٔ سیلاخور) صورت گرفت، نشان داد این زلزله گرچه به‌علت اندازهٔ متوسط، خسارات زیادی نداشت. اما باعث هراس و نگرانی مردم شد. کارشناسان گروه آموزش همگانی پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله با هدف تحلیل رفتار مردم هنگام و بعد از زلزله و سرانجام بررسی کارایی آموزش‌های داده شده از طریق مانورهای سراسری زلزله، کتاب‌های درسی و سایر روش‌های آموزشی به منطقه عزیمت کردند. براساس نتایج این پژوهش با وجود تجربه مردم در زلزله قبلی، فقط در حدود ۱۴ درصد اقدام به پناهگیری کرده بودند که البته بیش از یک‌سوم آن‌ها روش‌های نادرست را به کار برده بودند. از سویی مشخص شد که بیشتر افرادی که پناهگیری را به روش درست انجام داده‌اند، دانش‌آموز بودند یا اطلاعات خود را از دانش‌آموزان گرفته بودند که آن‌ها نیز به‌نوبهٔ خود از کتاب‌های درسی و اجرای مانور استفاده کرده بودند. مجموعه این یافته‌ها نشان می‌دهد که تا رسیدن به سطح قابل قبول از فرهنگ عمومی در زمینه رفتار مناسب هنگام و بعد از زلزله، راهی دراز در پیش است. برای دستیابی به این هدف باید با سرمایه‌گذاری و یافتن روش‌های مناسب اطلاع‌رسانی، مردم را با اقدامات مناسب هنگام زلزله، بیش از پیش آشنا کرد.[۴] براساس این تجربیات و پژوهش‌ها در سال ۱۳۹۱ اعلام شد که در صورت موافقت یا تأیید سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی کشور، مباحث مربوط به ایمنی در برابر زلزله بخشی از کتاب‌های درسی دانش‌آموزان خواهد شد.[۵] ضرورت وارد کردن مباحث مربوط به زلزله در فضای یادگیری دانش‌آموزان کاملاً مشخص است؛ زیرا تعداد زیادی از افرادی که در رویارویی با زلزله درست رفتار کرده بودند، اظهار کردند که آموزش‌های لازم را بیشتر از طریق مدرسه فرا گرفته‌اند. بنابراین به‌نظر می‌رسد آموزش‌هایی که از طریق کتاب‌های درسی یا برگزاری مانورهای سراسری زلزله و ایمنی در مدارس به دانش‌آموزان ارائه می‌شود، مفید بوده و افراد زیادی را تحت پوشش قرار داده است. در عین حال با توجه به اینکه این آموزش‌ها مداوم و مستمر نیستند، افراد انگیزه کافی را برای کاربرد آموخته‌ها ندارند. بررسی‌ها نشان می‌دهد که افراد نسبت به نقش و اهمیت آمادگی در برابر زلزله، که عامل بسیار مهمی در کاهش خطرات است، هنوز به باور و یقین کافی نرسیده‌اند؛ لذا می‌توان نتیجه گرفت آموزش‌های آمادگی زلزله که از طریق کتاب‌های درسی، انجام مانورها و سایر فعالیت‌های آموزشی به دانش‌آموزان ارائه می‌شود، مفید و برای به‌کارگیری این آموزش‌ها هنگام زلزله باید مربیان و دانش‌آموزان نسبت به اهمیت آن‌ها توجیه شوند.[۶]

البته با توجه به محدود بودن زمان تدریس و آموزش رسمی در مدارس و تنوع موضوع‌های آموزشی، نقش آموزش غیررسمی زلزله که توسط سایر سازمان‌ها و نهادها انجام می‌گیرد پررنگ می‌شود. اولین راهکاری که در این زمینه تداعی می‌شود، ارائه دستورالعمل‌هایی برای مقابله با آسیب‌های زلزله است که در صورت آگاهی دانش‌آموزان از آن‌ها می‌توان صدمات ناشی از زلزله را کمتر کرد. در این زمینه سازمان‌های زیادی اقدام به تهیه دستورالعمل کرده‌اند و جزوه‌هایی تهیه شده است. آنچه در این دستورالعمل‌ها دنبال می‌شود ارائه اطلاعات به دانش‌آموزان است. تجربه نشان می‌دهد که دادن اطلاعات به دانش‌آموزان وقتی بیشترین تأثیر را دارد که با بهترین شیوه به آنان ارائه شود تا مورد توجه آنان قرار گیرد. استفاده از شیوه‌های آموزشی غیرمستقیم که بر علائق دانش‌آموزان مبتنی است این امر را سهل‌الوصول‌تر می‌کند. این امر مستلزم بررسی دیدگاه‌های آموزشی و آشنایی به فضای یادگیری دانش‌آموزان است و باید با علاقه‌ها و انگیزه‌های دانش‌آموزان و روش‌های آموزش آنان آشنا بود. در این مقاله تأکید بر روی شیوه‌های آموزش دانش‌آموزان در رویارویی با زلزله به روشی است که حالت دستورالعمل در مقابله با بحران زلزله را ندارد، بلکه زلزله به‌عنوان پدیده‌ای طبیعی معرفی می‌شود و به جای القای ترس در دانش‌آموزان با لذت‌بخش کردن آموزش می‌توان با ایجاد علاقه و اعتمادبه‌نفس، آرامش را در آنان پایدار کرد تا با اتخاذ بهترین شیوه مقابله با توجه به راهکارهای ارائه شده بهترین واکنش را از خود نشان دهند.

آموزش زلزله و روش تشکیل علم

جوامع انسانی، بدون استثنا از زمانی که به ارتباط‌های نمادین با یکدیگر پرداختند، نیاز به آموزش اعضا را احساس کردند. آموزش به‌معنی کلی کلمه، در اغلب جوامع انسانی، به شکل فعالیتی بی‌نظم و ناخودآگاه وجود داشته است.[۷]

طی دو قرن اخیر، آموزش به‌صورت بخشی از ساختار و فعالیت‌های روزمره در مدارس درآمده است. نقطهٔ شروع این فعالیت‌ها این بود که انتقال دانش، روندی است آهسته، محدود و پایدار؛ مدرسه نیز تنها شبکه اطلاعاتی است که نسل در حال رشد با آن در تماس است؛ رسانه‌ای که آموخته‌های مدرسه را انتقال می‌دهد، گفتار و نوشتار معلمان است و کارآمدی مدرسه با سنجش القای موفقیت‌آمیز انواع

در پژوهشی که سال ۱۳۸۹ در مورد زلزله ۴/۷ ریشتری شهر بروجرد (پس تجربه زلزله ۶/۱ ریشتری در آستانهٔ سیلاخور) صورت گرفت، نشان داد این زلزله گرچه به‌علت اندازهٔ متوسط، خسارات زیادی نداشت اما باعث هراس و نگرانی مردم شد

خاصی از دانش و رفتار نشـان داده می‌شـود. نـوع عقل و ادراکی که باید پرورش پیدا کند، الزاماً ماهیتی منطقی و ریاضی دارد. اما امروزه باید باور داشت که با پیشرفت علم، ارائهٔ دانش به‌عنوان یک فـراورده، نیازهای یادگیری دانش‌آموزان را در آینده رفع نمی‌کند، بلکه باید راه دریافت دانش را به‌صورت یک فرایند به آنان آموزش داد. یعنی باید فرصتی فراهم شود تا آنان خود در فرایند یادگیری شـرکت کنند و در ساختن و تولید مفاهیم نقش داشته باشند. به عبارتی همان یادگیری فرایندمحور که مهارت‌های فرایندی در آن نقش عمده‌ای به‌عهده دارند. اگر یادگیرندگان در این زمینه مهارت یابند، کار دانشمندان را دنبال خواهد کرد. روش‌های تدریس علوم در بیشتر کشورهای دنیا از پنجاه سال پیش متحول شده است و کوشش‌هایی که در نوسـازی این روش‌ها به‌کار رفته است عمدتاً تحت‌تأثیر مهارت سـاخت یا بنای دانش بوده است. فیزیک‌دانان علاقه‌منـد به آموزش علوم، در برخورد با معرفت‌شناسـی، در آثار پیـاژه به الگویی از دانش‌آموز دسـت یافتند که با دیدگاه آن‌ها در این مورد هماهنگی داشت. دانش‌آموزی که فعال و کنجکاو است، به اجسام و پدیده‌ها به‌طور خودجوش توجه می‌کند، مفاهیم اطراف خود را شخصاً به‌وجود می‌آورد، به‌طور خستگی‌ناپذیری به تجربه می‌پردازد، از تناقض و دوگانگی لذت می‌برد و به مفاهیم عقلایی و قابل فهم بودن و مانند آن‌ها حسـاس است.[8] روان‌شناسی تدریس علوم، به بررسی فرایندهایی دربارهٔ نحوهٔ ایجاد دانش علمی، انتقال و درک و جذب آن می‌پردازد؛ اینکه چگونه و تحت چه شـرایطی دانش‌آموزان باید به کسـب دانش بپردازند و فرایندهای یادگیری چگونه بر عملکرد ذهن آن‌ها تأثیر می‌گذارد از جمله مباحث مطرح شده در آن است. چنین شیوه‌ای بر درک فرایندهای مفهوم‌سازی در علوم و رویکرد تکوینی در تحول و رشد نظام‌های تفکر انتزاعی تأکید دارد.[9]

شـکل‌گیری دانش اگر براسـاس سـاخت و بنای دانش باشـد خلاقیت را در دانش‌آموزان شـکوفا خواهد کرد. این روش تدریس شاگردمحور است و باید بر فعالیت یادگیرنده تکیه کند لذا بهترین روش آموزشـی برخاسته از آن، روش آموزشی مبتنی بر یادگیری اکتشـافی[10] و یا فرایند کاوشگری است. تدریس را نباید با حقایق مسـلم آغاز کرد، بلکه باید فرصت‌هایی ایجاد کرد تا دانش‌آموزان بـه تفکر بپردازند. در ایـن روش دانش‌آموز به جای حفظ کردن و به‌خاطر سـپردن مطالبی که محصول تفکر دیگران است، خود به تولید علم می‌پردازد و همان مسیری را طی می‌کند که دانشمندان در فرایند تولید علم و دانش پشت‌سـر می‌گذارند و دسـتیابی به نتایج علم و دانش و کاربرد مؤثر و کارآمد آن تنها از طریق پشـت سـر گذاشتن فرایند پژوهش ممکن است. بر این اساس در جریان تدریس، دانش‌آموزان در موقعیت‌هایی قرار داده می‌شوند که پس از روبه‌رو شدن با مسئله‌ای جدید، خود به طریقی علمی و کاوشگرانه و با حداقل راهنمایی از جانب معلم برای حل آن اقدام کنند. برای این کار به جمـع‌آوری و طبقه‌بندی اطلاعات اقدام می‌کنند و در ذهن خود به حدس‌ها و راه‌های احتمالی برای حل مسـئله دست می‌یابند. در این مسـیر دانش‌آموزان به مجموعه‌ای از مهارت‌های یادگیری و تفکر دست می‌یابند که به سهولت به موقعیت‌های دیگر قابل انتقال است. دانش‌ها، مهارت‌ها و نگرش‌های به دست‌آمده در روند مشکل‌گشایی و حل مسئله در آینده بخشی از دانش و ساخت شناختی فرد را تشـکیل می‌دهد که او را در یادگیری‌های بعدی کمک می‌کند.[11] برای این منظور، یکی از پیش‌شـرط‌ها این است که معلم به این باور برسـد که دانش‌آموزان می‌توانند بیندیشـند. موقعیت‌های آموزشـی بایـد به‌گونه‌ای تنظیم شـوند که علائق خودجوش دانش‌آموزان برانگیخته شـود. یکی از موانع بر سـر راه آموزش این اسـت که بسـیاری از واژه‌هایی که معمولاً معلمان در ارتباط با معانی خـاص و در مورد موضوع‌های ویژه به‌کار می‌برند، تداعی‌های بسـیار متفاوتی را در میان دانش‌آموزان ایجاد می‌کند. معلمان باید از نظریه‌ها و اندیشه‌های مربوط به دانش‌آموزان، آگاهی داشـته باشـند. آن‌ها در صورتی می‌توانند بر افکار و اندیشه‌های شاگردانشان تأثیر بگذارند که الگویی از نحوه تفکر دانش‌آموزان در اختیار داشته باشند و بکوشند تا از بدفهمی‌ها جلوگیری کنند. اگر تشکیل مفاهیم براساس تفکر صورت می‌گیرد، معلمان باید راه‌های برانگیختن دانش‌آموزان را بدانند. این امر مستلزم ایجاد ارتباط کلامی و مرور و بررسی چیزی است که قرار است به زبان آورده شود. این مرور شکلی از اندیشیدن است و در اغلب موارد، ناهماهنگی‌هایی را به‌وجـود می‌آورد. بنابراین در بنای دانش و رویارویی با پدیده‌هایی که باید بررسی شوند لازم است با دانش‌آموزان گفت‌وگو کنیم. مثلاً زلزله و مبنای ایجاد آن، بزرگی زلزله، مدت زمان لرزش، آثار زلزله، پیش‌بینی زلزله، پیشـگیری از خطرات زلزله، سـاخت‌های مقاوم در برابـر زلزله، توزیع جغرافیایی زلزله‌ها، زلزلـه در ایران و دنیا، ... از موارد محتوای علمی مربوط به زلزله هسـتند؛ که بررسی‌ها در این زمینه نشـان می‌دهد به‌رغم اینکه برخـی از این عنوان‌ها در سطح دانش‌آموزان قابل بحث نیسـتند ولی با شیوه‌ها و ابزارهای خاصی که براساس اندیشـیدن و گفت‌وگو و ایجاد ارتباط صورت می‌گیرد می‌توان زمینه آشنایی دانش‌آموزان با این اصطلاحات را فراهم کرد و به تشـکیل دانش پرداخت. اگر در انتقال این مفاهیم به دانش‌آموزان از روش‌های فعال بنای علم استفاده نکنیم و فقط به انتقال محفوظاتی آن‌ها بپردازیم یادگیری صورت نگرفته است. لازم به ذکر است که در مورد برخی از این اصطلاحات دانش‌آموزان اطلاعات ناچیزی دارند؛ اما معلم باید ابتدا با دانسته‌های آنان در این زمینه مطلع شـود؛ مثلاً اگر معلم دانش‌آموزان را به سخن گفتن در مورد زلزله تشویق کند، آن‌ها با بارش فکری به واژه‌هایی اشاره خواهند کرد که برای معلم بسـیار جالب خواهد بـود. پس از آن معلم براساس درک دانش‌آموزان از واژه‌های مذکور، و با استفاده از مهارت‌های فرایند علم با شیوه کندوکاو به آموزش محتوای علمی زلزله و بنای دانش در دانش‌آموزان می‌پردازد.

دانش‌ها و نگرش‌های به‌دست آمده در روند مشکل‌گشایی و حل مسئله در آینده بخشی از دانش و ساخت شناختی فرد را تشکیل می‌دهد که او را در یادگیری‌های بعدی کمک می‌کند

آموزش زلزله و مهارت‌های فرایندی علم

بررسـی‌های زیادی در مورد مهارت‌های فرایندی علم و عواملی انجام شـده اسـت که به شـناخت علمی می‌انجامند. در یکی از این بررسـی‌ها توسط انجمن پیشـرفت علم آمریکا* [12] از هشت مهارت مشاهده، طبقه‌بندی، اندازه‌گیری، یافتن ارتباط بین مکان و زمان، کمی‌سـازی، اسـتنباط، گفت‌وگو و مفاهمه، و پیش‌بینی به‌عنوان مهارت‌های فرایندی علم نام برده شده است. در برخی از مـوارد مهارت‌های اندازه‌گیری و یافتن ارتباط بین مکان و زمان و

کمی‌سازی را ادغام می‌کنند و مهارت‌ها به شش مهارت فروکاسته می‌شوند. در ادامه به معرفی و بیان این مهارت‌ها در آموزش مبحث زلزله می‌پردازیم.

استفاده از مهارت‌های فرایندی علم در طراحی محتوای علمی زلزله یکی از راهکارهایی است که الگوی مشخصی را ارائه می‌دهد تا دانش‌آموزان با مفهوم زلزله درگیر شوند و تلاشی را برای درک آن در پیش گیرند. فعالیت‌های طراحی شده در این زمینه مهارت آن‌ها را در شناخت علمی زلزله افزایش می‌دهد.

اولین مهارت در فرایند تشکیل علم، مهارت مشاهده است. مشاهده، محدود به حس بینایی نیست. ما با سایر حواس پنج‌گانهٔ خود نیز مشاهده می‌کنیم.[۱۳] درک واقعی و دقت به شکل‌ها، حجم‌ها، حرکت‌ها، فاصله‌ها، اندازه‌ها، رنگ‌ها، مکان‌های نسبی اجسام و.... بسیار مهم است و معلم باید توجه دانش‌آموزان را به جزئیات در مشاهدات جلب کند. در واقع مشاهدهٔ مرحلهٔ اولیهٔ گردآوری اطلاعات است. بنابراین لازم است آنچه مشاهده می‌شود، با دقت ثبت گردد. معلم باید انواع روش‌های ثبت کردن، مانند نوشتن در دفتر، ترسیم شکل، عکس گرفتن، فیلم‌برداری کردن، ضبط کردن صدا و... را معرفی کند. تقویت توان مشاهده از مهم‌ترین اهداف شناختیِ آموزش علم است. برای تقویت این مهارت، قبل از هرگونه آموزشی می‌توان دانش‌آموزان را گروه‌بندی کرد و از آنان در مورد مشاهده‌هایشان در زندگی روزمره و دانسته‌هایشان در مورد کلمات کلیدی مرتبط با طبیعت و حواس پنجگانه و به‌ویژه در این بحث، پدیده زلزله پرسید. برای هدفمند کردن آموزش زلزله می‌توان از تصاویر یا فیلم‌های از قبل آماده شده که مربوط به لرزش اجسام آویزان پایدار و ناپایدار در منزل هستند استفاده کرد و واژه‌های دریافتی از دانش‌آموزان را شناسایی کرد. معلم این واژه‌ها را در گروه‌ها به بحث می‌گذارد تا برای دانش‌آموزانی که با تعدادی از کلمات آشنا نیستند زمینه آشنایی با واژه‌ها فراهم شود. اهمیت این مرحله در آن است که با دانسته‌های دانش‌آموزان و تصوراتشان از پیامدهای زلزله آشنا می‌شویم. همان‌طور که اشاره کردیم مشاهده صرفاً دیدن نیست بلکه ما با سایر حواسمان هم مشاهده می‌کنیم. در مشاهده می‌توان بر روی تقویت حواس درگیر با درک اجسام، صداها، تصاویر، فیلم‌ها، مدل‌ها و غیره استفاده کرد و با طراحی فعالیت‌ها و موقعیت‌های مناسب، دانش‌آموزان را به توجه و تفکر واداشت.

یکی از فعالیت‌های جالب در آموزش زلزله، که در آن برای تقویت مهارت مشاهده از حس شنوایی استفاده می‌شود، شنیدن صداهای زلزله است.* با شنیدن صداهای مربوط به زلزله‌های مختلف در یک منطقه و یا مناطق متفاوت، از آن‌ها می‌خواهیم که درک خود را نسبت به وقوع زلزله بیان کنند. سپس می‌توان این صداها را به کمک نرم‌افزارهای تحلیلگر صوت در رایانه به نمودارهای نوسانی امواج صوتی تبدیل کرد و از تقویت مهارت مشاهده براساس شنوایی به تقویت مهارت مشاهده دیداری رسید. مهارت معلم در طراحی پرسش‌های این مرحله اهمیت زیادی دارد (شکل ۱). نتایج به‌دست آمده در این تمرین‌ها شگفت‌آور است، اما واقعیت دارد.

شکل ۱. نمودار نوسان‌های امواج صوتی ضبط شده در شروع زلزله ۶/۲ ریشتری در منطقه پارک فیلد[۱] کالیفرنیا درسال ۲۰۰۴.

مشاهده به سه منظور انجام می‌شود: گردآوری شواهد و اطلاعات، مقایسه، طبقه‌بندی. اطلاعات گوناگونی در اطراف ما موجود است و فقط با مشاهده دقیق است که اطلاعات مورد نظر را می‌توان گردآوری کرد. گردآوری اطلاعات به یادگیرنده کمک می‌کند تا درباره محیط درک بهتری پیدا کرده و به تولید مفهوم بپردازد و روش علمی را بیاموزد.

در مثال شنیدن صداهای زلزله و تقویت مهارت مشاهده شنیداری، با تمرین‌های بیشتر و تقویت این مهارت دانش‌آموزان می‌توانند شدید یا ضعیف بودن را در دو زلزله نسبت به یکدیگر برآورد، و یا مقدار شکاف زمین را در دو زلزله با یکدیگر مقایسه کنند. طراحی آزمون برای تشخیص کیفی مقدار شدت زلزله از روی صداها و اجرای آن‌ها به‌صورت بازی و مسابقه گام‌های پیشرفته‌تر در تقویت مهارت مشاهده است. مثلاً شکل‌های ۱ و ۲ و ۳ مربوط به یک زلزله (به بزرگی ۶/۲ ریشتر در پارک فیلد کالیفرنیا در سال ۲۰۰۴) است؛ در این شکل‌ها می‌توان نمودار اصوات زلزله را که توسط نرم‌افزار تحلیلگر صوتی رایانه به شکل امواج نوسانی صدا درآمده است مشاهده کرد. یکی از روش‌های تقویت مهارت مشاهده در دانش‌آموزان شنیدن صداهای زلزله و همزمان مشاهده نوسان‌های امواج صدا است. شکل‌ها در زمان‌های آغاز و ثانیه ۱ و ثانیه ۳ زلزله ضبط شده‌اند. یافتن شباهت و تفاوت‌های این شکل‌ها با مقایسهٔ آن‌ها، از اهداف تقویت مشاهده دیداری و شنیداری است.

شکل ۲. شکل نوسان امواج صوتی ضبط شده در یک ثانیه پس از آغاز زلزلهٔ ۶/۲ ریشتری در منطقه پارک فیلد کالیفرنیا در سال ۲۰۰۴.

شکل ۳. شکل نوسان امواج صوتی ضبط شده در سه ثانیه پس از آغاز زلزله ۶/۲ ریشتر در منطقه پارک فیلد کالیفرنیا در سال ۲۰۰۴.

اولین مهارت در فرایند تشکیل علم، مهارت مشاهده است. مشاهده، محدود به حس بینایی نیست. ما با سایر حواس پنج‌گانهٔ خود نیز مشاهده می‌کنیم

مشـاهده و مقایسـه این شـکل‌ها گروه‌های دانش‌آموزان را به تحلیل شکل نمودار و یافتن رابطه نوسان‌ها و صدا با گذشت زمان از آغـاز زلزلـه، و به طور کلی پدیده زلزلـه ترغیب می‌کند. لازمه این کار طراحی آموزشـی مناسب در کلاس است؛ به‌گونه‌ای که با پرسش‌های مرحله به مرحله دانش‌آموزان را در مشاهده‌هایشان و کسب اطلاعات از آن مشاهدات یاری دهیم. مثلاً شکل‌های ٤ و ٥ و ٦ مربوط به زلزله دیگری (به بزرگی ٤/٥ ریشتر در سال ٢٠١٤ـ گیزرز کالیفرنیا) است؛ در این شکل‌ها می‌توان صداهای زلزله را که توسط نرم‌افزار تحلیلگر صوتی به شکل امواج نوسانی صدا درآمده اسـت مشاهده کرد. شکل‌ها در زمان‌های ثانیه ١ و ثانیه ٢ و ثانیه ٣ زلزله ضبط شده‌اند. یافتن شباهت و تفاوت‌های این شکل‌ها به تقویت مشاهده دیداری و شنیداری می‌انجامد. این فعالیت مشابه فعالیت قبلی اسـت و آنچه اهمیت دارد مقایسه این شکل‌ها مورد به مورد با شـکل‌های زلزله پارک فیلد اسـت. می‌توان با طراحی فعالیت‌های بسـیار دقیق و هدفمند در مقایسه شکل‌های قبلی و شـکل‌های ٤ تا ٦، مهارت مشـاهده دانش‌آموزان را تقویت کرد تا نظراتی در مورد مقدار شدت زلزله (که در زلزله اول ٦/٢ و در دومی ٤/٥ ریشتر است) با اصوات و امواج صوتی بیان کنند.

▲ شکل ٤. شکل نوسان امواج صوتی ضبط شده یک ثانیه پس از آغاز زلزله ٤/٥ ریشتری سال ٢٠١٤ در منطقه گیزرز، کالیفرنیا.

▲ شـکل ٥. شکل نوسان امواج صوتی ضبط شـده دو ثانیه پس از آغاز ٤/٥ ریشتری سال ٢٠١٤ در منطقه گیزرز٢، کالیفرنیا.

▲ شـکل ٦. شکل نوسان امواج صوتی ضبط شده سه ثانیه پس از آغاز زلزله ٤/٥ ریشتری سال ٢٠١٤ در منطقه گیزرز، کالیفرنیا.

همان‌طور که ذکر شد نتیجه مهارت مشاهده به مهارت مقایسه کـردن می‌انجامد. این مهارت مقدمه‌ای برای رسـیدن به مهارت طبقه‌بندی اسـت. دانش‌آموز با انجام فعالیت‌های مشاهده، به‌کار بردن حـواس و اندازه‌گیری به بررسـی ویژگی‌های مشـترک یا متفاوت اشـیا و پدیده‌ها می‌پردازد و آن‌ها را از هم تمیز می‌دهد. مشاهده تصویر یک دیوار، ساختمان، بنای تاریخی، مدرسه، کلاس درس، انسـان‌ها، صداها قبل و بعد از زلزله و مقایسـه آن‌ها زمینه طبقه‌بندی و جداسـازی پدیده‌ها و رویدادها را فراهم می‌کند. در فعالیت‌های شکل‌های ١ تا ٦ مهارت مشاهده، مقایسه، طبقه‌بندی همزمان تقویت می‌شود. در مقایسه کمی و کیفی این شکل‌ها است که دانش‌آموز معنی و مقصود تبدیل لرزه به صدا و صدا به رسـم امواج تصویری و مقایسـه آنان را می‌فهمد. اسـتفاده از رسانه‌های به‌کارگیرنـدهٔ حواس گوناگـون و انجام فعالیت‌های آزمایشـی و جسـت‌وجوگری یادگیرنده مانند تصاویر، اشیای واقعی و مدل‌ها، مشاهده و لمس آن‌ها و پرسش‌های سلسله‌مراتبی دقیق و منظم و حساب شده، می‌تواند این مهارت‌ها را گسترش دهد.

طبقه‌بندی فعالیتی است که دانشمندان برای نظم بخشیدن به پژوهش‌هـای خود درباره طبیعت بر مبنـای نظام‌ها و ملاک‌های مناسبی انجام می‌دهند. هنگامی که دانش‌آموزان شروع به یادگیری مفهوم طبقه‌بندی می‌کنند، می‌توان به آن‌ها فرصت انتخاب نظام طبقه‌بندی دلخواه را داد، زیرا نیازی نیست که در آموختن نظام‌های علمی طبقه‌بندی توسط دانشمندان، عجله به خرج داد. طبقه‌بندی کردن مهارتی اسـت که دانش‌آموز به‌وسـیله آن گروهی از اشیا را براساس ویژگی‌های بارز آن‌ها در یک دستهٔ جداگانه قرار می‌دهد. مثلاً با نوشتن واژه‌های به‌دست آمده از روش بارش فکری در مورد زلزله می‌توان، گروه‌های دانش‌آموزان را ترغیب به دسته‌بندی واژه‌ها کرد. جهت گسترش مهارت طبقه‌بندی می‌توان کارت‌های تصویری امواج صوتـی انواع زلزله‌هـا، خرابی‌های پس از زلزله‌ها، وسـایل شـخصی و پوشـاک لازم برای مقابله با بحران زلزله، ساختمان‌ها و... را در اختیـار دانش‌آموزان قـرار داد تا آنان طبقه‌بندی کنند و بـه توضیح دلائل خود بپردازند و بتوانند نظم‌ها و الگوهای موجود در این پدیده را کشـف کنند. الگوها و نظم‌های موجود در جهان تنها زمانی قابل تشخیص‌اند که ما مشاهده‌های خود را طبقه‌بندی می‌کنیـم و به‌جای مجموعهٔ متنوع، درهم‌آمیخته و آشـفته‌ای از مشـاهده‌ها، مجموعهٔ کوچک‌تر و منظم‌تری از طبقه‌بندی‌ها را در اختیار داشته باشیم. در فعالیت دیگری می‌توان از کودکان خواست در محیط زندگی خود به روش چینش اجسام دقت کنند و اجسام را طبقه‌بندی کنند، ملاک‌های مختلف طبقه‌بندی را حدس بزنند و توضیح دهند که چرا این چینش برای این مورد خاص مناسـب اسـت. حتی در مواردی می‌توان از سـایر دانش‌آموزان خواست تا براسـاس نوع طبقه‌بندی دوست‌شـان، حدس بزنند که او از چه ملاکی استفاده کرده اسـت. فعالیت دیگر پرسش از دانش‌آموزان در مورد یافتن شباهت‌ها و تفاوت‌ها بین اجسام قبل و بعد از زلزله است (مانند بررسی انواع شباهت‌ها و تفاوت‌های یک لوستر آویزان به سقف و یک لباس آویخته به چوب‌رختی). فعالیت فکری دیگر طبقه‌بندی خیالی است. می‌توان برای تقویت قدرت تخیل و تمرکز از دانش‌آموزان خواسـت چند حیوان را براسـاس واکنش آن‌ها به هنگام ترسیدن ناشی از زلزله طبقه‌بندی کنند.

پدیده زلزله پدیده‌ای است که می‌توان آن را به کمیت‌های فیزیک ربـط داد؛ ایجاد ارتباط زمان ـ مکان که شـامل بررسـی و کاربرد

زلزله پدیده‌ای است که می‌توان آن را به کمیت‌های فیزیک ربط داد؛ ایجاد ارتباط زمان ـ مکان که شامل بررسی و کاربرد اشکال، فاصله‌ها، حرکت و سرعت است به مهارت اندازه‌گیری ربط دارد

اشکال، فاصله‌ها، حرکت و سرعت است به مهارت اندازه‌گیری ربط دارد. بـه بیان دقیق‌تر مهارت اندازه‌گیری ایجاد ارتباط بین عددها و اندازه‌ها است که در آن اطلاعات به زبان ریاضی‌دانان و به‌صورت مختصر و معنی‌دار محاسبه و در قالب نمودار، منحنی، معادله و... قرار داده می‌شـود. زلزله مانند سـایر پدیده‌هـای فیزیکی جهان قابل اندازه‌گیری اسـت. از این‌رو لازم است مهارت اندازه‌گیری در دانش‌آموزان تقویت شود تا علت بیان بزرگی زلزله برحسب یکای خاصی را متوجه شـوند؛ همچنین به ضرورت استفاده از ابزارهایی که بررسـی زلزله را دقیق‌تر می‌کنند پی ببرند. اندازه‌گیری با ابزار صورت می‌گیرد و نتیجه آن یک عدد اسـت که بر مبنای یکاهای اسـتاندارد به مشاهدهٔ خود نسبت می‌دهیم. یکی از این فعالیت‌ها در این مهارت آشـنا کردن دانش‌آموزان با ارتباط زمان ـ مکان در زلزله است. فعالیت زیر برای درک شدت زلزله با گذشت زمان است و هدف آن تحلیل نمودار مقدار لرزش بر حسب زمان در یک زلزله اسـت. در این فعالیت شـناخت اینکه در آغاز زلزله شدت لرزش بیشتر و با گذشت زمان شدتش کم می‌شود به تصویر کشیده شده است. می‌دانیم که در برخی از زلزله‌ها پس‌لرزه اتفاق می‌افتد و بعد از مدتی در همان مکان زلزله‌ای خفیف‌تر رخ می‌دهد، این مطلب در مورد پس‌لرزهٔ زلزله ۷/۲ ریشتر سال ۱۹۹۲ کالیفرنیا که بعد از یک دقیقه رخ داد در شکل ۷ مشخص شده است. تحلیل و بررسی کیفی این نمودار مقایسـه کمی و نسـبی نسبت به زلزله اصلی و پس‌لرزه رانمایش می‌دهد.

▲ شکل ۷. تصویری ساده از زلزله و پس‌لرزه ثبت شده توسط زلزله‌نگار از زلزله ۷/۳ ریشتری در سال ۱۹۹۲ در جنوب کالیفرنیا.

هر کودک می‌تواند برآوردی از مرکز زلزله و انتشـار زمانی آن و فاصله از مرکز زلزله و تأثیر آن در خرابی‌های به بار آمده را داشته باشد؛ با توجه به محدودیت‌های درک دانش‌آموزان از اعداد طبیعی و حقیقی و محاسبات لگاریتمی بهتر است برای پرورش این مهارت از مقایسه میزان خرابی‌ها در دو زلزله با شدت‌های متفاوت استفاده کنیم و با نمایش فیلم از این دو مورد و یا نشان دادن دو تصویر پس از اتمام زلزله با توجه به آثار ناشی از زلزله به مقایسه دو مقدار شدت به‌طور ضمنی اشاره کنیم.

یکی از دیگر مهارت‌ها مهارت ساخت ابزار است. باید توجه داشت که یکی از راه‌های اساسـی پرورش قدرت خلاقیت، انجام کارهای عملی است. یک مسئله اساسی در این مورد کاربرد ابزارها، ساختن آن‌ها توسط خود دانش‌آموز و به‌کارگیری آن‌هاست. تبدیل لرزش زمین به صدا یکی از فعالیت‌های عملی است که می‌تواند به‌عنوان روشـی برای آشـنا کردن دانش‌آموزان با اصوات زلزله به‌کار رود. فعالیت عملی دیگر ساخت یک لرزه‌نگار ساده است.

مهارت بعدی که با استفاده از رشد آن می‌توان فرایند آموزش در دانش‌آموزان را تسـهیل کرد مهارت استنباط است. در این مهارت دانش‌آمـوزان بایـد بتوانند بر مبنای آنچه می‌داننـد، دربارهٔ آنچه نمی‌دانند، نتیجه‌گیری‌هایی بکنند؛ معمولاً استنباط از راه ساخت «فرضیه» صورت می‌گیرد. به‌عنوان نمونه، یک ظرف آجیل از دست ما رها می‌شود و روی زمین می‌ریزد. با مشاهده آجیل‌ها روی زمین و توجه به نسـبت تعداد آجیل‌های فروریخته به کل آجیل ظرف، جهت پرت شدن آن‌ها، میزان پخش شدن روی زمین و مسیر آن‌ها فرضیه‌ای می‌سـازیم مبنی بر اینکه ظرف از یک ارتفاع پرت شده است، جنس ظرف مقاوم بوده یا ارتفاع افتادن کم بوده است. برای تسهیل در این مرحله می‌توان از تصاویر پدیده‌های مرتبط با سقوط اجسـام و یا کتاب‌های تصویری موجود و یا از اسباب‌بازی‌هایی که قابلیت ساختمان‌سـازی دارند اسـتفاده کرد. برای تقویت مهارت فرضیه‌سازی و استنباط می‌توان از فعالیت‌های گوناگون در کلاس درس اسـتفاده کرد. مثلاً می‌توان در مورد یک سـتون متشکل از اسـباب‌بازی‌ها فرضیه‌ای مطرح کرد که اگر قطعه زیرین را بیرون بکشیم تمام ستون سقوط می‌کند؛ سپس از دانش‌آموزان خواست انواع و اقسام پیش‌بینی‌هایی را که می‌توان از این فرضیه استنباط کرد، مطرح کنند؛ و بگویند که برای آزمودن و بررسی درستی این پیش‌بینی‌ها چه کارهایی می‌توان انجام داد و چه ابزارهایی می‌توان ساخت. مثلاً با شنیدن صداهای زلزله‌های مختلف و مقایسه آن‌ها پس از طبقه‌بندی می‌توان دانش‌آموزان را به بیان علت طبقه‌بندی و ذکر فرضیه برای اصوات مشابه تشویق کرد؛ سپس در مورد اجزای ابزاری که صدای زلزله را ضبط و قابل شنیدن می‌کند بحث کنند. لازم اسـت توجه شـود که در جمله‌هایی که فرضیه‌ای را مطرح می‌کنند از قالب «اگر... آنگاه...» استفاده می‌شود.

مثلاً اگر در مقایسـه دو صدای هم شدت زلزله، یکی بم‌تر باشد، آنگاه لرزش زمین در آن زلزله کمتر است. ترغیب دانش‌آموزان به سـاخت جملاتی با این قالب در واقع گرفتن نتیجه از یک فرضیه است. طرح‌ریزی آزمایش و فعالیت عملی یکی از مهم‌ترین مراحل کاوشگری علمی و مشکل‌ترین آن‌هاست. یک آزمایش که به خوبی طرح‌ریزی شـده باشد، به نتایجی می‌رسـد که کمترین تعداد از تفسیرها را داشته باشد و احتمالاً به یک نتیجه و احتمال بینجامد برای تأیید استنباط و فرضیه درست لازم است طراحی درستی از مسیر پژوهش داشته باشیم.

به‌عنوان مثال از مقایسـه شکل‌های ۱ تا ٦ می‌توان یک فعالیت پژوهشـی طراحی کرد و پرسـش‌هایی در مورد تصاویر مربوط به نوسـانات امواج صوتی زلزله‌های بزرگ‌تر مثلاً زلزله ٦/٦ ریشتری بم در حوالی کرمان در سـال ۲۰۰۳ و یا زلزله ۷/۸ ریشتری سال ۲۰۱۳ در منطقه خاش، شرق ایران پرسید. پاسخ به این پرسش‌ها مشروط به درک شکل‌های ۱ تا ٦ و گذر از مفاهیم کیفی به کمی اسـت. در صورت توانا بودن دانش‌آموزان در کار با رایانه با استفاده از نرم‌افزارهای ضبط صدا، می‌توان آنان را به ارائه یک کار پژوهشی در ایـن مورد ترغیب کـرد. یکی از نتایج این فعالیت، اسـتنباط آنـان و پردازش یک فرضیه در قالب اگر... آنگاه... اسـت. مثلاً اگر زلزله‌ای دارای شدت بیشتر باشد، آنگاه بلندی ارتفاع امواج صوتی در نمودارهای تحلیلی رایانه بیشـتر است. البته این نتایج ممکن

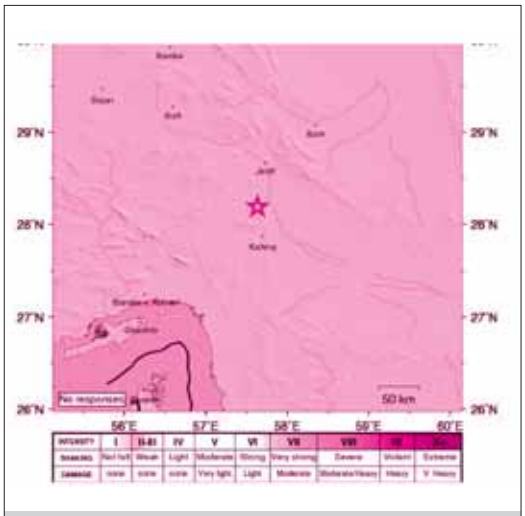
می‌توان در مورد یک ستون متشکل از اسباب‌بازی‌ها این فرضیه را مطرح کرد که اگر قطعه زیرین را بیرون بکشیم تمام ستون سقوط می‌کند

است دور از ذهن و یا غلط باشند ولی هدف آموزش مهارت‌های علم است و با روش گفت‌وگو چنین آموزشی تأثیرگذارتر است. در مواردی معلم با طراحی فعالیت‌های مناسب و پرسش‌های هدفمند می‌تواند دانش‌آموزان را به نتایج درست راهنمایی کند، اما یادمان باشد که بیشتر دانشمندان از روحیه‌ای جست‌وجوگر برخوردار بودند و نتایج علمی دیگران را بدون چون و چرا نمی‌پذیرفتند.

امروزه به‌رغم پیشرفت‌های شایان توجهی که در زمینه اندازه‌گیری شدت زلزله در مکان‌های مختلف دنیا صورت گرفته است؛ یکی از دغدغه‌های بشر پیش‌بینی زلزله است. این همان روندی است که پس از مشاهدهٔ واقعیات و ساخت فرضیه، براساس این فرضیه‌ها دست به «پیش‌بینی» آنچه در آینده رخ می‌دهد، می‌زنیم. پیش‌بینی زلزله اهمیت زیادی دارد و به‌دلیل اینکه هنوز پیش‌بینی مکان و زمان دقیق زلزله امکان‌پذیر نشده است؛ در مواردی به جای پیش‌بینی زلزله پیش‌گویی صورت می‌گیرد. پیش‌بینی با پیش‌گویی تفاوت دارد. دانشمندی که در علم چیزی را پیش‌بینی کند، از درست درنیامدن پیش‌بینی خود درس می‌آموزد، چرا که این نشان می‌دهد جایی خطایی در کار بوده است. اما کسی که از روی تصادف یا توسل به نیروهای عجیب و غریب، آیندهٔ افراد را پیش‌گویی می‌کند، هیچ‌گاه از نادرست درآمدن پیش‌گویی‌اش خوشحال نمی‌شود و آن را نشانه‌ای برای اصلاح نظریاتش نمی‌داند.

در این زمینه فعالیت‌های عملی برای ارتقای مهارت پیش‌بینی طراحی می‌شوند؛ مانند اینکه از یکی از دانش‌آموزان بخواهیم زیرانداز زیر پای دوستش را یکدفعه از زیر پایش بکشد، و تفاوت آن را زمانی که زیرانداز چروک‌خورده و مچاله است با زمانی‌که کاملاً کشیده و صاف است پیش‌بینی کند که چه اتفاقی خواهد افتاد. در همه فعالیت‌های طراحی شده در مورد زلزله می‌توان از پیش‌بینی دانش‌آموزان پرسید که چه نظری دارند؛ و سپس آن را امتحان کنند ببینند آیا پیش‌بینی‌شان درست از کار در می‌آید یا خیر. مورد دیگر این است که می‌توان دو زلزله در زمان‌های مختلف با شدت‌های متفاوت در یک منطقه را معرفی و با نشان دادن تصویر خرابی‌ها و یا فیلم لرزش آن‌ها و بیان عدد دقیق مقدار شدتشان مقایسه کرد؛ سپس پیش‌بینی آثار ناشی از زلزله‌ای با شدت بینابین در همین منطقه را به بحث گذاشت. پیشنهاد دیگر این است که با در اختیار قرار دادن نقشه مناطق زلزله‌خیز و نقشه میزان تراکم جمعیت در کشور پرمخاطره‌ترین مناطق را پیش‌بینی کنند.

به‌عنوان نمونه شکل ۸ نقشه شدت آسیب‌ها در زلزله‌ای به فاصله ۱۲۳ کیلومتری بم است که در سال ۲۰۱٤ به وقوع پیوست، با استفاده از راهنمای رنگ‌های نقشه دانش‌آموزان می‌توانند میزان خرابی‌ها در این زلزله را برآورد کنند.



▲ شکل ۸. نقشه شدت خرابی‌ها، زلزله ٤/٥ ریشتری سال ۲۰۱٤ در فاصله ۱۲۳ کیلومتری بم.

معمولاً در پیش‌بینی، افراد سعی می‌کنند از روی فرضیه‌های مطرح شده نظرات خود را به سایرین اعلام کنند و با گفت‌وگو دیگران را از نظرات خود مطلع و مجاب کنند، از این‌رو یکی از مهارت‌هایی که در آموزش زلزله باید به آن توجه شود مهارت برقراری ارتباط و یا گفت‌وگو و هم‌اندیشی است. دانش‌آموزان باید بیاموزند تا عقاید و نظرات خود را با دیگران در میان بگذارند و اندیشه‌هایشان را به صورتی قابل فهم و به راحتی بیان کنند. در این صورت بین اندیشه‌های گوناگون ارتباط برقرار می‌شود و، دنیای اطراف را بهتر و زودتر شناسایی می‌کنند. اقداماتی چون: ایجاد فرصت برای بحث و تبادل‌نظر، آشنا کردن آنان با قواعد گفتن و نوشتن، نحوه درست کردن جداول و نمودارها و استفاده از دانسته‌ها و مهارت‌های قبلی دانش‌آموزان می‌تواند مهارت برقراری ارتباط را تقویت کند. در آموزش زلزله به دانش‌آموزان، توجه به تقویت مهارت بیان نظرات خود و دادن فرصت در بیان نظرات دیگران و نقد متقابل نظرات و ایجاد شرایط مناسب برای رسیدن به درک مشترک ضرورت دارد.

در این مقاله با بیان مثال‌هایی ساده از استفادهٔ رویکرد مهارت‌های فرایند علم در آموزش زلزله، در پی آن بودیم که استفاده از این رویکرد را با روشی کاربردی ملموس‌تر کنیم؛ آموزش زلزله تنها یک مورد جزئی و مصداقی برای استفاده از رویکرد مهارت‌های فرایند علم بود. معلمان علوم با نوآوری‌های مبتکرانه خود می‌توانند در آموزش شاخه‌های متنوع علم از این رویکرد استفاده کنند و به این وسیله امر یادگیری را تسهیل کنند.

پی‌نوشت‌ها

1. American Association for the Advancement of Science (AAAS)

۲. هنگامی که به موسیقی گوش می‌کنیم گستره وسیعی از نت‌ها و بسامدها را می‌شنویم. همچنین هنگامی که زلزله را حس می‌کنیم گستره وسیعی از بسامدهایی را حس می‌کنیم که شنیدن آن‌ها به راحتی شنیدن و تمیز نت‌های موسیقی نیست. مردم آنچه در یک زلزله را حس می‌کنند به لق لق شدید و یا به حرکت غلتشی تشبیه کرده‌اند. تکان شدید به بسامدهای بالا و حرکت غلتشی به بسامدهای پایین می‌انجامند. آنچه شما در یک زلزله حس می‌کنید محصولی از این لرزش و فاصله شما از آن و به‌عنوان سنگ‌های موجود میان شما و زلزله بستگی دارد. برای بررسی زلزله لرزش حاصل از زلزله را به صدا تبدیل می‌کنند و سپس به آن اصوات گوش می‌دهند.

پی‌نوشت شرح شکل

1. Park Field
2.Geysers

منابع

1.Sheeba;M. N,(2013), An Anatomy of Science Process Skills In The Light Of The Challenges to Realize Science Instruction Leading To Global Excellence in Education, Educationia Confab, Vol. 2, No. 4, 108-123.

2. www.longwood.edu/cleanva, Longwood University, Teaching The Science. Process Skills.

3. Kyriacou, Chris, (2009), Effective Teaching in Schools Theory and Practice, p, 27.

٤. مهدیفر، محمدرضا؛ ... بررسی اثربخشی و کارایی اقدامات آموزشی در کاهش تلفات و خسارات ناشی از زلزله؛ فصل‌نامه تعلیم‌وتربیت، شماره ۱۰٤، سال ۱۳۸۹، ۱۷٦ـ ۱۵۷.

5. http://isna.ir/fa/news/

٦. منبع شماره ۲

۷. جاکوئین برونر، خوزه، مترجم: محمدجعفر جوادی، جهانی شدن، آموزش و تحول فناوری، چشم‌انداز آموزشی، شماره ۳، ۱۳۸٦، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، وزارت آموزش‌وپرورش.

۸. بریس، آنیک ویل، مترجم: محمدجعفر جوادی، رویکردهای ساختن‌گرا و تدریس علوم، چشم‌انداز آموزشی، شماره ۳، ۱۳۸٦، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، وزارت آموزش‌وپرورش.

۹. ون گلاسرزسفلد، ارنست، مترجم: اقبال قاسمی پویا، ساختن‌گرایی بنیادین و تدریس، چشم‌انداز آموزشی، شماره ۳، ۱۳۸٦، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، وزارت آموزش‌وپرورش.

۱۰. سیف، علی‌اکبر، (۱۳۸۰)، نظریه سازندگی یادگیری و کاربردهای آموزشی آن، فصل‌نامه تعلیم‌وتربیت، شماره ٦٥، ص ۷٦ـ ٦۱.

۱۱. احمدی، غلامعلی (۱۳۸۰)، کاربرد روش حل مسئله در آموزش علوم، فصل‌نامه تعلیم‌وتربیت، شماره ٦٥، ص ٤٦ـ ۱۱.

۱۲. منبع شماره ۱

13. Vitti, Debbye; Torres, Angie, (2006), Practicing Science Process Skills at Home, A Handbook for Parents, 1-16.

یک آزمایش ساده و جالب

فاطمه دانیال
دبیر دبیرستان فرزانگان ۱ تهران

هدف آزمایش نشان دادن این است که در یک جسم رسانا چگالی بار در قسمت نوک‌تیز آن بیشتر است.

وسایل لازم: واندوگراف، ورقه آلومینیمی نازک، نخ، خط‌کش پلاستیکی، جسم دوکی‌شکل فلزی، چسب نواری، گیره و پایه

ـ دو قطعه به ابعاد ۳ سانتی‌متر در ٤ سانتی‌متر از ورقهٔ آلومینیمی را ببرید.

ـ دو تکه نخ هم‌اندازه به ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر بریده و سر هر یک را به‌طور جداگانه گره بزنید.

شکل۱.

ـ هر یک از ورقه‌ها را به یکی از نخ‌ها وصل و گلوله آلومینیمی درست کنید.

شکل۲.

با فاصلهٔ معین انتهای دیگر نخ‌ها را با چسب نواری به خط‌کش پلاستیکی متصل کنید. به طوری‌که در حالت عادی دو گلوله آلومینیمی مماس بر دو طرف جسم فلزی دوکی‌شکل باشند.

شکل۳.

ـ خط‌کش را به کمک گیره به پایه متصل کنید.

شکل٤.

ـ جسم فلزی دوکی‌شکل را با واندوگراف باردار کنید و کاملاً بین دو گلوله آلومینیمی آویزان شده قرار دهید.

ـ در لحظهٔ اول مشاهده می‌کنیم که دو گلوله آلومینیمی از دو طرف جسم دوکی‌شکل بار دریافت می‌کنند و هر یک با فاصله معین از دو طرف جسم دوکی‌شکل می‌ایستند. به طوری‌که گلوله آلومینیمی که با نوک تیز تماس پیدا کرده و باردار شده است در زاویهٔ بیشتر از راستای قائم نسبت به گلولهٔ دیگر می‌ایستد. که نشان‌دهنده تجمع بیشتر بار در نوک تیز جسم دوکی‌شکل است.

شکل۵.

ـ اما قسمت جالب بعد از این است.

ـ می‌دانیم که بار الکتریکی گلوله‌ها در تماس با مولکول‌های هوا کم‌کم تخلیه می‌شود و به‌تدریج به حالت اولیه (راستای قائم) برمی‌گردند سپس دوباره باردار شده و همان مراحل تکرار می‌شود.

ولی گلوله‌ای که به سر نوک‌تیز تماس پیدا کرده چون دارای بار خیلی بیشتر است (از منبع نوک‌تیز بار بیشتری دریافت کرده است) زمان بیشتری طول می‌کشد تا بارهای خود را در هوا تخلیه کند بی‌بار شود به حالت قائم بازگردد و دوباره باردار و دور شود.

اما گلوله‌ای که از قسمت غیر نوک‌تیز بار دریافت کرده بارش کمتر است (از منبع بار کمتری بار دریافت کرده است) و زمان خیلی کمتری طول می‌کشد تا بارش را در هوا تخلیه کند بی‌بار شود و به حالت قائم بازگردد و دوباره باردار و دور شود.

به طوری‌که به ازای هر یک مرتبه بارگرفتن گلولهٔ اول گلولهٔ دوم دو یا سه مرتبه بارگیری انجام می‌دهد.

شکل٦.

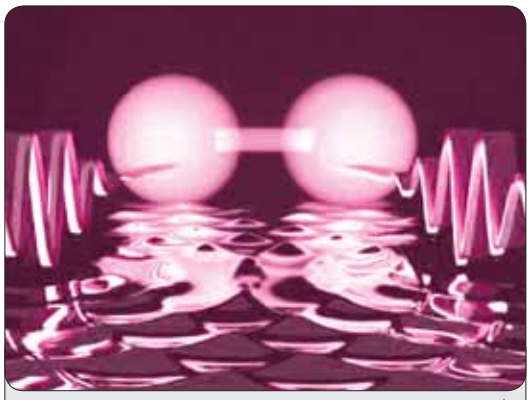
ـ این فرایند آن‌قدر ادامه پیدا می‌کند که بار جسم فلزی دوکی‌شکل کاملاً تخلیه شود.

مرزهای فیزیک

تازه‌ترین اخبار پژوهشی

منیژه رهبر

امکان تشکیل مولکول‌های نور



پژوهشگران نشان داده‌اند که دو فوتون نشان داده شده در این برداشت هنرمندانه از امواج (چپ و راست) را می‌توان در فاصلهٔ نزدیک به‌هم قفل کرد. در برخی شرایط، فوتون‌ها می‌توانند حالتی شبیه مولکول دو اتمی تشکیل دهند که در اینجا به شکل دمبل در مرکز نشان داده شده است.

هنوز زمان شمشیر نوری فرا نرسیده است. اما یک گروه شامل فیزیک‌دانان تجربی از انستیوی ملی استانداردها و فناوری[1] (NIST) گام دیگری به سوی ساختن اجسام متشکل از فوتون برداشته‌اند، و یافته‌های آن‌ها نشان می‌دهد که ذرات بی‌وزن نور را می‌توان به صورت نوعی «مولکول» با نیروی ویژهٔ مربوط به خود پیوند داد.

یافته‌ها مبتنی بر پژوهش‌های قبلی است که برخی از اعضای گروه پیش از پیوستن به NIST انجام داده‌اند. در سال ۲۰۱۳، شرکت‌کنندگان در این طرح از هاروارد، کالتک و MIT روشی برای پیوند دو فوتون به یکدیگر یافتند به گونه‌ای هنگام حرکت یک فوتون روی فوتون دیگر قرار بگیرد. این نمایش تجربی آن‌ها یک موفقیت در نظر گرفته شد، زیرا هیچ‌کس تا آن زمان با ترکیب فوتون‌ها چیزی نساخته بود ـ و برای برخی نویدبخش این بود که شمشیرهای نوری واقعی در اختیار قرار می‌گیرند.

اکنون، در مقاله‌ای که در *فیزیکال ریویو لترز*[2] چاپ شده است، گروه متشکل از اعضای NIST و دانشگاه مریلند (با سایر همکاران) به‌طور نظری نشان داده‌اند که با ور رفتن با چند پارامتر و فرایندهای پیوند، فوتون‌ها می‌توانند در فاصله معین در کنار هم حرکت کنند. این کاملاً شبیه قرار گرفتن اتم‌های هیدروژن در **مولکول هیدروژن** در کنار هم است.

الکسی گروشکوف[3] از NIST می‌گوید، «این فی‌نفسه یک مولکول نیست، اما می‌توانید فرض کنید که ساختاری از همان نوع دارد. ما یاد گرفته‌ایم حالت‌های پیچیده‌ای از نور بسازیم که به نوبهٔ خود به اجسام پیچیده‌تر تبدیل شوند. این اولین باری است که کسی نشان داده است چطور دو فوتون را در فاصلهٔ محدود به هم پیوند دهیم.»

گرچه به‌نظر می‌رسد که این یافته‌ها گامی در جهت درست باشد ـ اگر بتوانید یک مولکول نور بسازید، چرا نتوانید شمشیر نوری بسازید؟ گروشکوف می‌گوید خوش‌بین نیست که شوالیه‌های جدای[4] به زودی در جلوی مغازهٔ اجناس کادویی NIST صف ببندند. این بدان سبب است که پیوند دادن فوتون‌ها به یکدیگر به شرایط خاصی نیاز دارد که تولید آن‌ها در اتاقی پر از وسایل آزمایشگاهی دشوار است، تا چه رسد که آن‌ها را به دسته شمشیر متصل کنیم. اما هنوز دلایل دیگری وجود دارند که مولکول‌های نور ـ که از شمشیرهای نوری ساده‌ترند ـ را سودمند می‌سازند.

گروشکوف می‌گوید: «بسیاری از فناوری‌های جدید از مخابرات گرفته تا تصویرگیری با کیفیت مبتنی بر نورند که اگر بتوانیم برهم‌کنش‌های بین فوتون‌ها را مهندسی کنیم بسیار بهبود می‌یابند.»

به‌عنوان مثال، مهندسان به روشی برای مدرج کردن دقیق حسگرهای نور نیاز دارند و گروشکوف می‌گوید این یافته‌ها می‌تواند تولید «شمع استاندارد» را که تعداد دقیقی فوتون را به آشکارساز بتابد آسان سازد. شاید آنچه برای صنعت اهمیت دارد آن باشد که پیوند و درگیر کردن فوتون‌ها می‌تواند این امکان را در اختیار رایانه‌ها بگذارد که فوتون‌ها را به‌عنوان پردازشگرهای اطلاعات به کار برند، کاری که اکنون سوئیچ‌های الکترونیکی در رایانه‌ها انجام می‌دهند.

این نه تنها مبنایی جدید برای به وجود آوردن فناوری رایانه خواهد بود، بلکه می‌تواند به صرفه‌جویی قابل ملاحظه در مصرف انرژی بینجامد. پیام‌های تلفنی و داده‌های دیگر که اکنون به‌صورت باریکه‌های نور در **کابل‌های فیبر نوری** حرکت می‌کنند را باید برای پردازش به الکترون تبدیل کرد که فرایندی ناکارامد است و مقدار زیادی الکتریسیته مصرف می‌کند. اگر بتوان هر دوی انتقال و پردازش داده‌ها را مستقیماً با فوتون‌ها انجام داد، اتلاف انرژی بسیار کمتر خواهد شد.

گروشکوف می‌گوید نظریهٔ جدید برای این مورد و دیگر فواید بالقوه را باید در عمل آزمایش کرد.

او می‌گوید: «این روشی جدید برای مطالعهٔ **فوتون**‌هاست. آن‌ها بی‌جرم‌اند و با سرعت نور حرکت می‌کنند. شاید کند کردن و پیوند دادن آن‌ها به یکدیگر چیزهایی را به ما نشان دهد که درباره‌شان نمی‌دانستیم.»

برای اطلاعات بیشتر رجوع کنید به:

M.F. Maghrebi etal. Bound States of Strongly interacting Photons. Physical Review Letters, September 2015.

پی‌نوشت‌ها

1. National Institute of Standards and Technology
2. Physical Review Letters
3. Alexey Gorshkov
4. Jedi Knights

شوالیه‌های جدای نگهبانان صلح و آزادی در فیلم علمی تخیلی جنگ ستارگان هستند.

سلول‌های خورشیدی در مقیاس نانو صنعت خورشیدی را متحول می‌سازند

جرمی ماندی[1] و همکاران از بخش مهندسی برق و رایانهٔ دانشگاه مریلند نوع جدیدی از سلول خورشیدی را در مقیاس نانو تولید کرده‌اند که پیش‌بینی می‌کنند می‌تواند ۴۰ درصد کارامدتر از وسایل معمولی کنونی باشند. این فناوری جدید می‌تواند برای فراهم آوردن امکان تولید توان بیشتر از هر وسیله با کوچک کردن آن‌ها صنعت خورشیدی را دگرگون سازد.

پژوهش آن‌ها مربوط به حد شاکلی ـ کوییسر برای سلول‌های خورشیدی در مقیاس نانوست که در *ساینتیفیک ریپورتز*[2] چاپ شده است و مجله‌ای آنلاین برای دسترسی به مجله از منتشرکنندگان نیچر است. این مجله پژوهش‌های معتبر اولیه در حوزهٔ علوم طبیعی و کلینیکی را منتشر می‌کند.

حد شاکلی و کوییسر[3] بیشینه **کارایی تبدیل انرژی** خورشیدی قابل حصول از مادهٔ خاص را توصیف می‌کند و استانداردی برای مقایسهٔ فناوری‌های فوتو ولتایی جدید است. این حد کارایی برای یک سلول خورشیدی استاندارد ۳۳ درصد است. با این همه، اخیراً به این فکر افتاده‌اند که آیا این حد در مورد سلول‌های خورشیدی در مقیاس نانو نیز به کار می‌رود.

اکنون ماندی و همکارانش نشان داده‌اند که یک سلول خورشیدی تک‌پیوندی با ساختار نانو در شرایط روشنایی خورشیدی معمولی دارای کارایی ۴۲ درصد است. این مقدار بیشتر از کارایی یک قطعهٔ مستوی سنتی است اما از حد شاکلی کوییسر برای یک قطعهٔ مستوی با تمرکز نوری، یعنی یک سلول خورشیدی که از یک عدسی برای تمرکز نور استفاده می‌کند، بیشتر نیست. پژوهشگران دریافته‌اند که سلول‌های خورشیدی در مقیاس نانو می‌توانند با «تمرکز نوری درون ساخت» روش مهمی برای دستیابی به قطعات فوتوولتایی با کارایی زیاد باشند. این سلول‌های خورشیدی با نانو ساختار حتی با در نظر گرفتن تأثیر پراکندگی نور در جو می‌توانند با یک تمرکز نوری درون ساخت مختصر حدود ۱۰۰۰~ به کارایی ۳۵/۵ درصد برسند.

با تداوم کار ماندی و همکارانش در زمینهٔ طراحی و ساخت **سلول‌های خورشیدی** آن‌ها بزرگ‌ترین چالش در زمینهٔ تولید نانو ساختارها را یافته‌اند. او می‌گوید: «شما کار را با سلول‌های خورشیدی شروع می‌کنید که عملکرد مطلوبی دارند، و سپس با برخی عملیات آن را بدون هیچ‌گونه آسیب در مقیاس نانو می‌سازید، خوشبختانه ما مواد و فرایندهایی را یافته‌ایم که نویدبخش به نظر می‌رسند و گروهی از دانشجویان متعهد را داریم که عزم خود را برای تأثیرگذاری بر انرژی خورشیدی جزم کرده‌اند.»

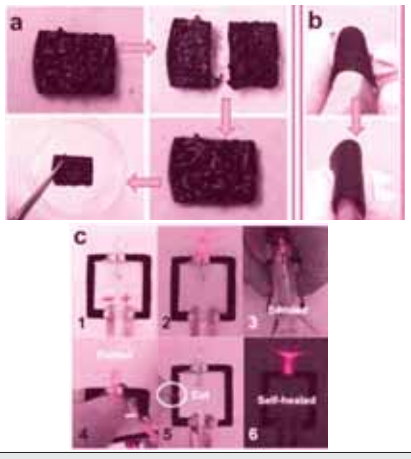
برای اطلاعات بیشتر رجوع کنید به:

" The generalized shockley- Queisser limit for nanostructured Solar Cells." Scientific Reports 5, **Dol: 10,1038/Srep 13536**

پی‌نوشت‌ها

1. Jeremy Munday
2. Scientific Reports
3. Shockley - Queiseer Limit

مدار الکتریکی ساخته از ژل خود را ترمیم می‌کند



▲ (الف) اَبَرژل رسانا پس از دو نیم شدن خود را ترمیم می‌کند و می‌تواند هنگام بلند کردن با پنس وزنش را تحمل کند. (ب) اَبَرژل ترک‌های ناشی از خم کردن را ترمیم می‌کند. (ج) یک مدار الکتریکی خودـ ترمیم که یک LED را روشن می‌کند و پس از خم شدن، بریده شدن و تا خوردن قادر به تعمیر خود است.

دانشمندان یک مدار الکتریکی انعطاف‌پذیر ساخته‌اند که وقتی دو نیم شود می‌تواند خود را ترمیم کند و کاملاً به حالت رسانندگی اولیه‌اش برگردد. مدار از ژل جدیدی ساخته شده است که دارای ترکیبی از ویژگی‌ها مانند رسانندگی زیاد، انعطاف‌پذیری و خودترمیمی در دمای اتاق است که معمولاً همراه هم مشاهده نمی‌شوند. این ژل می‌تواند توان بالقوهٔ خودترمیمی را برای کاربردهای مختلف شامل الکترونیک انعطاف‌پذیر، روباتیک نرم، پوست‌های مصنوعی، پروتزهای بیومیمتیک[1] و وسایل ذخیره‌سازی انرژی در اختیار قرار دهد.

پژوهشگران به رهبری گیهوا یو[2] از دانشگاه تگزاس در اوستین، مقاله‌ای در مورد ژل خودترمیم در شمارهٔ اخیر مجلهٔ *نانولترز*[3] منتشر کرده‌اند.

ویژگی‌های این ژل ناشی از ترکیب دورگه دو ژل فرازه‌ای یا «اَبَرژل» است که در یک پلیمر رسانای ماتریس هیدروژل تزریق شده است. به گفتهٔ پژوهشگران این راهبرد «مهمان به میزبان» امکان ترکیب جنبه‌های شیمیایی و فیزیکی اجزاء را فراهم می‌سازد.

اَبَـرژل، یـا «مهمـان» به علت شـیمی فراذره‌ای خـود ویژگی خودترمیمـی را در اختیار می‌گذارد، زیـرا به‌عنوان یک مجموعهٔ فراذره‌ای به جای تشـکیل از تک‌تک مولکول‌هـا از تعداد زیادی زیرمجموعه تشکیل شده اسـت. اجزای این مجموعه دارای اندازه و ساختار بزرگ را برهم‌کنش‌های بسیار ضعیف‌تر از مولکول‌های معمولـی به هـم پیوند می‌دهـد، و این برهم‌کنش‌هـا می‌توانند برگشت‌پذیر هم باشند. این برگشت‌پذیری توانایی عمل کردن به صورت «چسب دینامیک» و دوباره سر هم کردن خود را در اختیار اَبَرژل می‌گذارد.

در ضمن، پلیمر رسـانای هیدروژل، یا «میزبان» به علت شبکه نانوساختار سـه‌بعدی خود باعث رسانایی و ارتقای ترابرد الکترون می‌شود. اجزای هیدروژل به‌عنوان ستون فقرات آن باعث استقامت و کشسانی آن نیز می‌شوند. وقتی اَبَرژل در ماتریس هیدروژل تزریق شود، طوری دور آن می‌پیچد که شبکه ثانویه‌ای را تشکیل دهد و باعث استقامت بیشتر ژل دورگه گردد.

پژوهشگران در آزمایش‌های خود لایه‌های نازکی از ژل دورگه را روی بسترهای پلاستیک انعطاف‌پذیر ساختند تا خواص الکتریکی آن‌ها را بررسی کنند. این آزمون‌ها نشان داد که رسانندگی حاصل از جملهٔ بیشـترین مقادیر مربوط به ژل‌های دورگهٔ رساناست که به واسـطهٔ ویژگی خودترمیمی خود حتی پـس از خم کردن‌ها و کشـیدن‌های مکرر شـکل خـود را حفظ می‌کند. پژوهشـگران همچنین نشان داده‌اند که وقتی یک **مدار الکتریکی** ساخته شده از ژل دورگه بریده شـود، در ظرف حدود یک دقیقه خود را ترمیم می‌کند و **رسـانندگی** اولیه‌اش را به‌دست می‌آورد. این ژل حتی پس از بریده شدن‌های مداوم در یک محل خود را ترمیم می‌کند.

پژوهشگران گفتند که مواد رسانای خودترمیم دارای کاربردهای بالقوهٔ گوناگون هستند.

یو گفت: «ژل رسانای خودترمیم ساخت ما را می‌توان در بسیاری از حوزه‌های فناوری از الکترونیک انعطاف‌پذیر/کشسان، پوست‌های مصنوعی، وسایل تبدیل و ذخیره‌سازی انرژی، تا ابزارهای مهندسی پزشـکی به کار بـرد. به‌عنوان مثال، ایـن ژل را می‌توان بالقوه در حسگرهای زیستی قابل کاشت به‌صورت الکترودهای انعطاف‌پذیر و خودترمیم که دوام آن‌ها را تضمین می‌کند مورد اسـتفاده قرار داد و در وسـایل مربـوط به انرژی این ژل می‌توانـد موادی را که به‌عنوان الکترودهای پیشـرفته در باتری‌های یون لیتیم با چگالی زیـاد می‌توانند در معرض تغییر حجم قابل ملاحظه قرار گیرند به هم پیوند دهد.»

پژوهشـگران امیدوارند با ترکیب شیمی فراذره‌ای و علوم نانوی پلیمر بتوانند ژل‌های دورگه‌ای به‌دست آورند که راهبرد مفیدی در طراحی مواد خودترمیم جدید باشد.

یو گفت: «قصد داریم ساز و کارهای بنیادی مربوط به ویژگی‌های خودترمیمی ژل‌های فراذره‌ای را بررسـی کنیم تا شناخت بهتری از چگونگـی تأثیر عواملی مانند یون‌های فلزی مختلف، هندسـهٔ مولکول‌هـا، و برهم‌کنش‌های بیـن فراذره‌ها و حلال‌های مختلف در مشـخصات خودترمیمی به‌دسـت آوریم. شـناخت عمیق‌تر امکان تولید مواد بهتر را فراهم می‌سـازد. در این میان، از دیدگاه «کاربردهای عملی» برخی پژوهشگران تلاش خود را صرف تولید راهبردهای سـاخت مقیاس‌پذیر فراذره‌هـا و ژل‌های خودترمیم با استقامت و کشسانی بهتر و اسـتفاده از این ژل‌ها در حوزه‌های مختلف فناوری می‌کنند.

برای اطلاعات بیشتر رجوع کنید به:

Ye Shi, et al" A Conductive self - Healing Gel Enabled by Metal - Ligand Supermolecule and nanostructured Conductive Polymer. Nano Letters, Dol: **10.1021/acs.nanolett. 5b0306q**

پی‌نوشت‌ها

1. biomimetic protheses
2. Guihua Yu
3. Nano Letters

پیش از منظومهٔ شمسی چه چیزی اینجا بود؟

برداشت هنرمندانه از کهکشان راه شیری

منظومهٔ شمسی مثل یک دستگاه فاکس با شماره‌گیری قدیمی است. سن دقیق آن ٤/٦ میلیارد سال است. منظومهٔ شمسی چیزی دربارهٔ عالم در اختیار نمی‌گذارد. عالم به مدت ۱۳/۸ میلیارد سال به اضافه یا منهای چندصد میلیون سال وجود داشته است. یعنی سن عالم سه برابر منظومهٔ شمسی است.

اخترشناسان گمان می‌کنند که سنِ کهکشان راه شیری حدود ۱۳/۲ میلیارد سـال باشـد که تقریباً به اندازهٔ سن عالم است. این کهکشان از ادغام کهکشان‌های کوتولهٔ کوچک‌تر مارپیچ بزرگی را تشـکیل داده است که اکنون مشاهده می‌کنیم. معلوم شده است که کهکشان راه شیری حدود ۸/٦ میلیارد سال زمان بدون توضیح قابل قبول دارد. میلیاردها و میلیاردها سال وقت برای انجام هر نوع شرارت بدون اینکه منظومهٔ شمسی آنجا باشد تا رفتارش را به دقت تحت نظر بگیرد.

۲۲۰ میلیون سال طول می‌کشد تا کهکشان ما یک دور بچرخد، بنابراین، روی هم رفته ۶۰ بار این کار را تکرار کرده است. معلوم شده که با این چرخش مواد را مثل یک مخلوط‌کن فضایی غول‌آسا به هم درمی‌آمیزد. ابرهای گاز و گردوغبار در ناحیه‌های وسیع تشکیل ستارگان به‌هم می‌پیوندند، ستارگان پرجرم به اَبَر نو اختر تبدیل شده‌اند، و سپس خود خوشه‌ها نیز دوباره از هم گسیخته شده‌اند، و ستارگان کهکشان راه شیری را به‌وجود آورده‌اند. این کار در بازوهای مارپیچی کهکشان صورت می‌گیرد که در آنجا مناطق با چگالی زیاد نواحی تشکیل ستارگان را به‌وجود می‌آورند.

پس بگذارید به پیش از ۴/۶ میلیارد سال پیش یعنی زمانی برگردیم که زمین، خورشید، حتی منظومهٔ شمسی وجود نداشتند و کل ناحیهٔ ما از گاز، گردوغبار احتمالاً در یکی از بازوهای مارپیچی تشکیل شده بود. می‌خواهید بدانید چگونه به نظر می‌رسید؟ شاید برخی از بهترین تصویرهایی که از تلسکوپ فضایی هابل داریم در پاسخ دادن به این پرسش به ما کمک کنند.

سحابی‌های جبار، عقاب، وُرتیل اینجا هستند. این‌ها نواحی تشکیل ستاره‌اند. ابرهای هیدروژن باقیمانده از مهبانگ، با گردوغبار ناشی از ستارگان پیر که بذرهایی از عناصر سنگین‌تر ناشی از اَبَر نو اختر در بر دارد.

پس از چند میلیون سال، نواحی با چگالی بیشتر شروع به تشکیل ستارگان بزرگ و کوچک می‌کنند. بگذارید نگاهی دیگر به سحابی‌ای بکنیم که ستارگان در آن تشکیل می‌شوند. گره‌های تاریک را می‌بینید؟ آن‌ها ستارگان تازه تشکیل شده‌اند که گاز و گردوغبار آن‌ها را در مهد کودک ستاره‌ای احاطه کرده است.

شما ستارگان بسیاری را می‌بینید که برخی از آن‌ها غول‌های عظیم و دیگران کم‌وبیش شبیه خورشید ما هستند، بعضی دیگر هم غول‌های سرخ کوچک‌ترند. اغلب آن‌ها سرانجام دارای سیاراتی در اطراف خود و شاید، در نهایت زندگی شوند؟ اگر این محیط اطراف ما بود، پس ستارگان دیگر کجا هستند؟

چرا احساس تنهایی می‌کنیم؟ بقیهٔ خواهران و برادران کجایند؟ بقیهٔ مواد موجود در آن تصویر کجاست؟

ظاهراً طبیعت از یک اتاق درهم و برهم و یک لانهٔ ستاره‌ای گرم و نرم نفرت دارد. سحابی تشکیل دهندهٔ خورشید ما یا در ستارگان دیگر جذب شد یا بادهای ستاره‌ای توانمند آن را از ستارگان بزرگ‌تر دور کردند. سرانجام آن‌ها مثل یک بادبزن که دود را از یک اتاق دودآلود بیرون می‌راند، سحابی را خالی کردند.

سحابی خورشیدی ما در مرحله اول مثل سحابی عقاب به‌نظر می‌رسید، پس از گذشت میلیون‌ها سال، بیشتر شبیه خوشهٔ ستاره‌ای پروین شد که در آن ابری مبهم ستارگان درخشان را احاطه کرده است. این نیروهای گرانشی کهکشان راه شیری بودند که اعضای مهدکودک خورشیدی ما را به ساختار شبیه خوشهٔ اشتران ماده تبدیل کردند. سرانجام، برهم‌کنش‌های گرانشی اجزای این خوشه را از هم دور کرد به‌طوری که ستارگان هم‌شیر ما برای همیشه در بازوهای متلاطم کهکشان راه شیری گم شدند.

اولین تصویر نوری از سحابی رتیل

سحابی جبار

هرگز دقیقاً نخواهیم دانست که قبل از منظومهٔ شمسی چه چیزی در اینجا وجود داشته است، این دلایل مدتی است که در فضا پراکنده شده‌اند. اما می‌توانیم جاهای دیگر در راه شیری را ببینیم که ایده‌ای تقریبی دربارهٔ اینکه در مراحل مختلف تحول خود چگونه به‌نظر می‌رسیده است را در اختیارمان بگذارد.

منبع
Universe Today

آموزشی

برنامه‌ریزی بر پایهٔ شواهد

سیدحجت‌الحق حسینی
دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

چکیده

بررسی وضعیت مدیریت آموزشی بر پایهٔ نتایج، شکاف‌ها و کمبودهایی را در زمینه‌های دستاوردها و عملگرهای اثرگذار در برنامه‌ریزی‌های اجرایی از خود نشان داده است. پایش و ارزیابی پیوستهٔ طرح‌های اجرایی و تحلیل عملکرد آموزشی و سازمانی آن‌ها، بر به کارگیری روش و ابزار پیشنهادی مانند برنامه‌ریزی بر پایهٔ شواهد، سفارش حرفه‌ای دارد. در این نوشتار، کوشش شده است تا هدف، بهره برگیران، مفهوم و رویکرد برنامه‌ریزی بر پایهٔ شواهد، ایجاد برنامه، اجرا، پایش و ارزیابی آن و سرانجام مستندسازی و گزارش‌دهی برنامه‌ریزی بر پایهٔ شواهد روشنگری شود.

کلیدواژه‌ها: مدیریت بر پایهٔ نتایج، برنامه‌ریزی بر پایهٔ شواهد، نظریهٔ تغییر، سامانه‌های ارزیابی و پایش، شناخت شاخص و معیار، برنامه/ راهکار اجرایی، مستندسازی، گزارش‌دهی، برنامه‌ریزی آموزشی

پیشگفتار

«شواهد کارا و روزآمد بر پایهٔ واقعیت‌های معتبر»، یک اصل اساسی برای برنامه‌ریزی و اجرای موفقیت‌آمیز طرح‌هاست. با وجود این و با دانستن ضرورت اصل یاد شده، اغلب جمع‌آوری و ساماندهی داده‌های موجود، اطلاعات ارزشمند و آگاهی‌های سازمانی و اجتماعی مورد بی‌توجهی و کم‌اعتنایی قرار می‌گیرند. پردازش تحلیلگرانهٔ «داده»های واقعی و «شواهد» معتبر، راهکار ایجاد «آگاهی» فردی و اجتماعی است. توفیق و تحقق طرح‌های راهبردی و اجرایی وابسته به باور اصل بنیادین «شواهد کارا و روزآمد بر پایهٔ واقعیت‌های معتبر» است. مدیریت بر پایهٔ نتایج[1] وقتی عملیاتی می‌شود که زنجیره‌های برنامه‌ریزی بر پایهٔ شواهد[2] پایش و ارزیابی[3] شوند.

دریافتِ درکِ مشترک و روشن از مفهومی چون «برنامه‌ریزی بر پایهٔ شواهد» نیازمند شناخت دقیق و درستی از رویکرد آن و مهم‌ترین سرفصل‌های اجرایی آن است. بازشناسی پیکرهٔ این روش و فهم وابستگی آن به مدیریت بر پایهٔ نتایج، پایش‌ها و ارزیابی‌های پیوسته برای تقویت ایجاد و بهره‌گیری از شواهد در همهٔ برنامه‌ریزی‌ها، «هدف» اصلی این نوشتار است. روش یاد شده نشان می‌دهد اگر برنامه‌ریزی‌ها بیش از پیش نتیجه محور و بر پایهٔ شواهد باشد، توفیق و تحقق طرح‌ها، امری واقعی و قابل دستیابی هستند. «جامعهٔ هدف» برای ایجاد و اجرای این برنامه تدبیرکنندگان و مدیران سازمانی در سطح‌های گوناگون هستند.

شناخت مفهوم و رویکرد:

«مدیریت بر پایهٔ نتایج» و «برنامه‌ریزی بر پایهٔ شواهد» نکته‌های مشترک فراوانی دارند. در هر دو رویکرد بر بهره‌گیری از شواهد و پایش و ارزیابی پیوسته تأکید شده است. هدف آن است تا مدیران را برای تصمیم‌گیری آگاهانه، بازبینی‌های دوباره و اقدام‌های اصلاحی آماده و مجهز کنند. هر دو مفهوم در رشته‌های گوناگون به‌وجود آمده‌اند و جدا از یکدیگر رشد کرده‌اند. خاستگاه «مدیریت بر پایهٔ نتایج»، نهضت عمومی نوین مدیریت[4] و خاستگاه «برنامه‌ریزی بر پایهٔ شواهد» رشتهٔ پزشکی بوده است.

«مدیریت بر پایهٔ نتایج» مجموعهٔ جامعی است که اصول مدیریت با بهره‌گیری از اطلاعات و شواهد نتایج واقعی برای تصمیم‌گیری آگاهانه در مورد ایجاد، تهیه و تدوین منابع اجرایی، انجام برنامه‌ها و اجرای فرایندها و کارها و سرانجام پاسخگویی و گزارش‌دهی را در بردارد.

«برنامه‌ریزی بر پایهٔ شواهد» مفهومی بسته‌تر است که بهره‌گیری روشن و گویا از بهترین شواهد موجود را پایهٔ تصمیم‌گیری در مدیریت برنامه می‌داند. پایش و ارزیابی یکی از روش‌های تولید و ایجاد شواهد است و با هر دو مفهوم یاد شده رابطه‌ای تنگاتنگ دارد.

روشنگری از شاهد محوری

شواهد، اطلاعات یا واقعیت‌های موجودند که درستی یا نادرستی یک پیش‌فرض یا باور را نشان می‌دهند، در مقام عمل و در میان پژوهشگران و برنامه‌ریزان توافق روشنی وجود ندارد که کدام دانسته‌ها یا واقعیت‌ها می‌توانند «شاهد کافی» برای توجیه تصمیم‌گیری‌های سازمان معتبر باشند. شواهد شکل‌های گوناگونی دارند و در زمینه‌های مختلف به روش‌های گوناگونی نیز ارزش‌گذاری می‌شوند. اعتبار بایسته برای شواهد، به منطقه‌ای که شواهد به آن مربوط می‌شوند و مسئله‌ای که مورد نظر است؛ بستگی تام دارد. از این روی نمی‌توان برای همهٔ انواع شواهد، ضوابط یا معیارهای کیفیتی تعریف کرد.[1] یک دریافت مشترک از رتبه‌بندی شواهد این چنین است: داده‌های به دست آمده از بازبینی‌ها و وارسی‌ها، بررسی نظام‌مند عملگرهای تأثیرگذار، نظرهای کارشناسی خبرگان و نخبگان، ارزیابی پیوسته برنامه‌ها، بازنمودها در رسانه‌های گفتاری، دیداری و نوشتاری، تجربه‌های گوناگون فردی و اجتماعی، بررسی‌های به انجام رسیده، پژوهش‌های کیفیت گرایانهٔ خدمت یا محصول.

برنامه‌ریزی بر پایهٔ شواهد نیازمند آن است که شواهد با توجه به شیوهٔ تولید و مدیریت آن‌ها در نظر گرفته شوند. «برنامه‌ریزی بر پایهٔ شواهد»، کوششی نظام‌مند برای فراهم ساختن و بهره‌گیری از بهترین شواهد تجربی در تصمیم‌گیری برای برنامه‌ریزی، اجرا، پایش و ارزیابی و گزارش‌دهی تحقق اهداف است.

اگر چه کیفیت انواع گوناگون شواهد باید در ارتباط با شیوهٔ تولید و استفادهٔ واقعی آن‌ها در طول برنامه‌ها معلوم شود، ولی به‌طور کلی شواهد به این سه‌گونه، طبقه‌بندی شده‌اند [2]:

اول: شواهد مستقیم از وضعیت جمعیت و شرایط فردی آن. گردآوری و بهره‌گیری از اطلاعات «آماری» سبب می‌شود تا از جمعیت هدف و افراد متأثر از برنامه، تصویری روشن و دقیق ترسیم شود و بازشناخت درست وضعیتی که برنامه با آن سروکار دارد، امکان‌پذیر گردد.

دوم: دانسته‌هایی مربوط به باورها، ارزش‌ها، اصول و اولویت‌هایی که بر زندگی جمعیت هدف اثرگذار است. در برنامه‌ریزی‌ها باید تنوع فرهنگی و اولویت‌های اجتماعی را منظور کرد.

سوم: شواهد مربوط به منافع، آسیب‌ها و دیگر عملگرهای اثرگذار همراه با برنامه‌ای که سازمان قصد اجرای آن را دارد.

نقش افرادی که بر پایهٔ شواهد کار می‌کنند این است که با تکیه بر این سه گونه شواهد، برای مدیریت برنامهٔ خود تصمیم بگیرند، یعنی به کارگیری بهترین شواهد برای رسیدن به بهترین تصمیم‌ها. رویکرد کلی «برنامه‌ریزی بر پایهٔ شواهد» این است که فرآیند برنامه‌ریزی چگونه می‌تواند به ملاحظهٔ بیشتر و قوی‌تر شواهد تجربی در تحقق اهداف سازمان یاری رساند. این

رویکرد هم کسب اطمینان از تولید شواهد و هم استفاده از شواهد را در همهٔ مرحله‌های برنامه‌ریزی، اجرا، پایش و ارزیابی و گزارش‌دهی بررسی می‌کند و نشان می‌دهد که اهمیت انواع شواهد در تمام مراحل برنامه‌ریزی یکسان نیست. در طول زمان اجرای برنامه و پایش کارها نیز به شواهد کارا و روزآمد دربارهٔ تغییرهای حاصل در گروه جمعیت هدف و همچنین دیگر تغییرهای احتمالی اثرگذار بر عملکرد برنامه نیاز داریم. ارزیابی‌ها نیز بهترین فرصت مناسب برای اطمینان از طراحی برنامه به بهترین شکل و بر پایهٔ بهترین شواهد مطالعاتی ممکن و موجود را فراهم می‌سازد. یکی از محدودیت‌های احتمالی این است که شواهد ممکن است به آسانی در دسترس نباشند یا حتی ممکن است چالش‌برانگیز باشند. شواهد گاهی اوقات ممکن است در مورد مخاطبان، مسایل و زمینه‌های ویژه همیشه صدق نکنند.

طرح‌ریزی و ایجاد برنامه‌های بر پایهٔ شواهد

«برنامه‌ریزی بر پایهٔ شواهد» در طرح‌ریزی برنامه‌ها اهمیت زیادی دارد. بدون برنامه‌ریزی مؤثر، اساس ارزیابی ضعیف خواهد بود که این موضوع مانع تولید شواهد برای برنامه‌ریزی‌های آینده خواهد شد. اجزای بنیادی در مرحلهٔ برنامه‌ریزی عبارت‌اند از:

- شناخت اولویت‌های راهبردی برنامه (شواهد مربوط به زمینه و وضعیت طرح و سازمان)
- تدوین چارچوبی برای نتایج به‌دست آمده بر پایهٔ شواهد
- تعیین راهبردهای اثرگذار مناسب (شواهد حرفه‌ای و اجرایی)

در شناخت اولویت‌های راهبردی برنامه، برای اطمینان‌یابی از اثربخشی و مفید بودن طرح‌ریزی‌ها، شایسته است که شواهد تجربی مشخص شوند. مهم‌ترین دلایل رتبه‌بندی اولویت‌ها در بردارندهٔ موارد زیر هستند:

- تحلیل برنامه‌ای پویش و پایش درونی طرح و سازمان
- تجزیه‌وتحلیل وضعیت سازمان (پویش و پایش بیرونی) [۳]
- افزایش توان برای بهره‌مندی از فرصت‌ها و واکنش به تغییرها و عملگرهای‌زمینه
- بالا بردن توان مسئولیت‌پذیری در افراد، اجتماع‌ها و ...

در تحلیل برنامه‌ای پویش و پایش درونی طرح و سازمان، بایستی این ابعاد محتوایی بررسی شوند:

- تحلیل مالی هزینه‌ها: یکی از ابعاد کلیدی برای آسان‌سازی تدوین یک طراحی قوی برای برنامه همراه با منابع مناسب برای رسیدن به نتایج مشخص و ادغام شواهد (یافته‌ها) و آموخته‌ها در مواردی چون نرخ اجرای برنامه.
- جوانب انجام برنامه: این جوانب دربردارندهٔ گسترهٔ جغرافیایی برنامه، گروه هدف، راهبردهای اثرگذار ویژه، تمرکز بر ارائهٔ خدمت، ترتیبات مدیریتی و چگونگی اجراست. ارزیابی برنامه‌های پیشین، می‌تواند شواهدی دربارهٔ این جنبه‌ها فراهم آورد.
- تحلیل توان و ظرفیت اجرای طرح و سازمان: همه توانمندی‌ها و نقطه‌ضعف‌ها و قوت‌های افراد، طرح و سازمان باید بررسی و ارزیابی واقع‌بینانه شوند.

شناخت چارچوبی برای نتایج بر پایهٔ شواهد

چارچوب نتایج و منابع[۵] یک ابزار مدیریتی راهبردی است که برای برنامه‌ریزی، پایش، ارزیابی و گزارش نتایج مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. این ابزار دربردارندهٔ یک فهرست کنترل کیفیت برای تدوین گزارش، زنجیره و ماتریس نتایج است.«نظریهٔ تغییر»[۶] یک جنبهٔ بسیار مهم از مدیریت نتایج است. دانسته‌های نتایج، نه‌تنها دربردارندهٔ شواهد واقعی دربارهٔ نتایج مشاهده است، بلکه مفروضاتی را که پایهٔ برنامه‌ریزی بوده‌اند، در بر می‌گیرد. نشان دادن شواهدی که پایهٔ ارتباط علت‌ومعلولی در زنجیرهٔ نتایج هستند، اهمیت دارد. به‌طور کلی، در مراحل گوناگون برنامه، میزان شواهد موجود و نیز استانداردهای شواهد، متفاوت هستند. برای برخی از عملگرهای برنامه‌ریزی ممکن است روشنگری و شناسایی زودهنگام مناسب باشد، اما برای یک «نظریهٔ تغییر» علمی، شواهدی جدی‌تر لازم است.

تدوین معیارها و شاخص‌های هدفمندی بر پایهٔ شواهد

اطمینان از مناسب بودن معیارها و شاخص‌های تعیین شده برای پایش و ارزیابی برنامه و سنجش حدود تغییرات در طول زمانی که شواهد تولید می‌شوند، بسیار مهم است. نکات جدی در تدوین و اجرای آن‌ها از این قرارند:

آیا معیارها و شاخص‌ها «هوشمند» (مشخص، سنجش‌پذیر، در دسترس، مرتبط و زمان‌دار) هستند و آیا داده‌های کافی برای روشنگری عملکرد فراهم شده و پایش آن‌ها امکان‌پذیر است؟

آیا برای همهٔ سطح‌های پایش و سنجش، شاخص‌هایی تدوین شده است تا بتوان در کارایی فرآیندها و فعالیت‌ها، بروندادها را شناخت؟

آیا شاخص‌ها به طرزی پایدار امکان‌پذیر یا عملی، از نظر فنی قابل انجام و با خط‌مشی‌ها متناسب هستند؟[٤]

آیا اطلاعات پایه، مقایسهٔ وضع موجود با نتایج منظور، بر پایهٔ شواهد موجود تهیه شده است؟

آیا با توجه به منابع و ظرفیت موجود، اهداف واقع‌بینانه‌اند؟[٥]

گردآوری دانسته‌های پایه برای هر شاخص براساس «شواهد موجود» مسئلهٔ منابع اطلاعات را پیش می‌کشد: آیا این منابع وجود دارند؟ کمبودها کدام‌اند؟

در مورد روش گردآوری داده‌ها و دانسته‌ها: چه کسی این کار را انجام می‌دهد؟ چند مرتبه؟ هزینه‌ها و مشکلات اجرایی این کار چیست؟

چه کسی گزارش پیشرفت طرح را تحلیل خواهد کرد؟ چه کسانی از این یافته‌ها بهره خواهند گرفت؟

چارچوب نتایج و منابع یک ابزار مدیریتی راهبردی است که برای برنامه‌ریزی، پایش، ارزیابی و گزارش نتایج مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. این ابزار دربردارندهٔ یک فهرست کنترل کیفیت برای تدوین گزارش، زنجیره و ماتریس نتایج است

اجرا و پایش برنامه گامی برای ایجاد شواهد و بهره‌گیری

پایش، پیگیری پیشرفت برنامه در جهت نتایج آن است. پایش بر شواهد مرتبط با وضعیت و زمینهٔ گروه هدف و پیشرفت در نتایج تمرکز دارد. نتایج مهم و بنیادی به‌دست آمده از پایش عبارت‌اند از:

- تعیین میزان اجرا و پیشرفت برنامه به‌طور منظم. پایش این امکان را فراهم می‌کند تا بدانیم برنامه نسبت به نتایج برنامه‌ریزی شده در چه وضعیتی است؟
- شناخت مسائل و تحلیل داده‌ها و دانسته‌ها یا گزارش‌های مربوطی که در طول اجرا در دسترس قرار می‌گیرند.
- شناخت پیوسته نیازهای مربوط برای بالا بردن توان اجرا
- دریافت اطلاعات ضروری برای تصمیم‌گیری و تصحیح‌های مهم
- بهبود گزارش‌دهی بر پایهٔ شواهد برای یادگیری و پاسخگویی

برای وفاداری بیشتر به اصول برنامه‌ریزی بر پایهٔ شواهد، باید فرآیند پایش از اجرا فراتر رود و در مورد میزان توفیق برنامه در رسیدن به نتایج، شواهدی را ارائه دهد. پایش بر پایهٔ شواهد در بردارندهٔ شناختی منظم و نظام‌مند بر پایهٔ مشارکت، بازخورد، گردآوری داده‌ها و دانسته‌ها، تحلیل عملکرد واقعی با بهره‌گیری از شاخص‌ها و گزارش‌دهی مرتب است.

معیارهای کیفی در داده‌های پایشی

داده‌های پایشی باید با شماری از معیارهای سنجش کیفیت، هم‌خوانی داشته باشد تا بتواند در «برنامه‌ریزی بر پایهٔ شواهد» جزو شواهد به‌شمار آیند. این داده‌ها و دانسته‌ها باید:

- نتایج را نشان دهند: شاخص‌های بر پایهٔ شواهد و داده‌ها برای نشان دادن چگونگی رسیدن برنامه به نتایج، به ویژه به معنای خروجی‌های موردنظر و تأثیر بر برون‌دادها بسیار ضروری هستند.
- عوامل عمدهٔ زمینه را در بر گیرند: تغییرات در وضعیت مخاطره‌های عمده را که می‌توانند بر عملکرد برنامه و در نتیجه رسیدن به نتایج مورد نظر تأثیر گذارند، در داده‌های پایشی منظور شوند.
- دیدگاه‌های گوناگون را در بر گیرند: داده‌های مربوط به عملکرد باید تا حدی که مناسب باشد، اطلاعاتی دربارهٔ گروه‌های مختلف بهره‌بردار ارائه کند.
- به اندازهٔ کافی به هنگام، دقیق و ساختمند باشند: داده‌های مربوط به عملکرد باید در آزمون‌های منطقی اعتبار و زمان‌بندی موفق باشند.[٦]

ارزیابی و اهمیت آن در ایجاد و تولید شواهد

همان‌گونه که اشاره شد ارزیابی در تولید و ایجاد شواهد نقش حیاتی دارد و ابزاری اساسی برای فهم اینکه یک رویکرد/ راهبرد/ راهکار/ یا برنامه چگونه به اجرا درآمده است، آیا بر گروه هدف تأثیری داشته است و آیا این تاثیرها چگونه ایجاد شده است و آیا می‌توان آن را تجربهٔ مطلوب و مورد پسندی به‌شمار آورد و در زمینه‌های دیگر به‌کار بست؟

گردآوری داده‌ها و دانسته‌ها برای پاسخ به این پرسش‌ها از سنجش و پایش فراتر می‌رود. ارزیابی شواهدی را فراهم می‌آورد که ایجاد ارتباط علی بین اجرای برنامه و تغییراتی را که امکان دارد یا ندارد، ممکن سازد. پایش و ارزیابی تکمیل کنندهٔ همدیگر هستند. در پایش:

- از شیوهٔ جمع‌آوری منظم داده‌های مربوط به شاخص‌های برنامه، شواهد را ایجاد و تولید می‌کند.
- نتایج واقعی را با اهداف برنامه مقایسه می‌کند.
- برای آسان‌سازی تصمیم‌گیری‌ها به مدیران گزارش پیشرفت کار عرضه می‌کند و نسبت به مشکلات هشدار می‌دهد.

اما ارزیابی، خاصیت‌های دیگری از خود نشان می‌دهد:

- دربارهٔ رابطهٔ علی میان فعالیت‌ها و نتایج، و مناسب بودن و کارایی طرح‌ریزی برنامه، شواهدی تولید می‌کند.
- تأثیرهای به‌دست آمده را بر افراد بهره‌بردار تأیید می‌کند.
- توفیق‌ها و عملکردهای مطلوب را برای تکرار آن در زمینه‌های دیگر شناسایی می‌کند.
- برای برنامه‌های آینده، پیشنهادهایی را سفارش می‌دهد.

تمرکز اصلی ارزیابی‌های خروجی بر این مسئله است که چرا و چگونه یک پیامد خاص رخ داده است. مانند موارد زیر:

- راهبری و راهنمایی پیشرفت برنامه از طریق مناسب بودن راهبردها و رویکردها و راهکارها، موانع رسیدن به خروجی‌ها
- ارائه شواهدی از مشارکت‌ها

هرگونه ارزیابی‌ای که انجام می‌شود باید معتبر، مستقل و قابل استفاده باشد و نیز از استانداردهای ارزیابی مورد پذیرش در سطح بین‌المللی بهره‌مند باشد. افزون بر این‌ها، شواهد به‌دست آمده از ارزیابی باید در نوع تغییراتی که ارزیابی به منظور آن‌ها انتخاب و انجام شده است، دخالت یابد. این اقدام‌ها عبارت‌اند از:

- آماده‌سازی راهبردی، اجرا و پایش مدیریت‌ها
- انتشار راهبردی نتایج ارزیابی

گزارش‌دهی و انتقال دانش: راهبردها و راهکارها

مستندسازی گزارش‌های منظم برای پاسخ‌گویی بسیار مهم و ضروری است. در گزارش‌دهی باید اطمینان حاصل شود که شواهد تاثیرگذار برنامه به سازمان منتقل می‌شود و حتی عملکرد برنامه‌هایی که در به‌دست آوردن نتایج موفق بوده‌اند باید به اندازهٔ کافی مستند شوند. هم توفیق‌ها و هم شکست‌ها باید در درازنای زمان، پایه و اساسی برای بالا بردن عملکرد بر پایهٔ شواهد باشند. راهبرد مدیریت دانش[٧] هم رهنمودهای کلی ارائه می‌دهد و هم ابزارهای تبادل دانش، مانند ابزارهای مستندسازی عملکرد مطلوب را فراهم می‌کند. انتشار شواهد به‌دست آمده از تحلیل برنامه و وضعیت نیز می‌توانند مفید باشند.

گزارش‌دهی نتایج بر پایهٔ شواهد، توجه را از فعالیت به آنچه برنامه به‌دست آورده است، بر می‌گرداند. گزارش‌ها باید با استفاده از شاخص‌های طراحی شده در مرحلهٔ برنامه‌ریزی، پیشرفت نتایج واقعی را به شیوه‌ای نظام‌مند ارائه دهند. تغییرات در اساس کار یا در رسیدن به اهداف باید بر پایهٔ شواهد بوده و گزارش‌های دوره‌ای مستند شوند.

در مستندسازی نتایج از این موارد «شاهد» آفرینی می‌شود:

- تشریح آنچه به‌دست آمده و شاخص‌های توفیق برنامه و هدف
- گزارش چگونگی مقایسهٔ نتایج به‌دست آمده با نتایج منظور و برنامه‌ریزی شده
- نشان دادن یافته‌ها از شیوه‌های گفتاری، دیداری و شنیداری و نوشتاری
- روشنگری در راستای به‌دست آوردن دستاوردهای بیشتر و کمتر از انتظار
- سنجش‌پذیر کردن دستاوردها در مقابل داده‌های پایه

سازمان بر پایهٔ شواهد

سازمان بر پایهٔ شواهد [٧]، گونه‌ای از فرهنگ سازمانی را گسترش می‌دهد که برای رویکردهایی بر پایهٔ نتایج ارزش می‌گذارد و به آن‌ها ارج می‌نهد:

- آن‌ها را موردی به رسمیت می‌شناسد، ارج می‌نهد و انگیزه ایجاد می‌کند.
- بر پاسخگویی و انضباط مدیریت در جهت برنامه‌ریزی بر پایهٔ شواهد تاکید دارد.
- برای اجرایی کردن رویکردها بر پایهٔ نتایج، ظرفیت سازمانی را بالا می‌برد.

این سازمان به تولید زیرساخت‌های پشتیبانی‌کننده از عملکردها و برنامه‌های اثرگذار می‌پردازد:

- از برنامه‌ریزی بر پایهٔ شواهد در صورت تناسب داشتن بهره می‌گیرد.
- برای طرح‌ریزی برنامه‌های جدید خود، رویکرد بر پایهٔ شواهد توانمند را به‌کار می‌گیرد.
- در طرح‌ریزی برنامه‌ها از ابزارهای مناسب برای شناخت نیازها بهره می‌گیرد.
- برای طرح‌ریزی، اجرا و ارزیابی، برنامه‌های پیوسته‌ای را ساماندهی می‌کند.

پی‌نوشت‌ها

1.Results-Based Management (RBM)
2.Evidence-Based Programming (EBP)
3.Monitoring and Evaluation
4.New Public Management Movement
5.Results and Resources Framework (RRF)
6.Theory Of Change
7.Knowledge Management (KM)

منابع

1.Cooney,S.et al.2007."Evidence-Based Programs: An Overview". What works, Wisconsin Research to Practice Series,6,October.
2.Curry,L,A.et al.2010."Achieving Large Ends With Limited Means: Grand Strategy in Global Health". International Health 2(2): 82-86
3. Donaldson, S.,C. Christie and M. Marks (eds). 2009. What Counts as Credible Evidence in Applied Research and Evaluation practice. London: Sage publications.
4. Hatry, H. P.2007. Performance Measurement: Getting Results. Washington, D.C: The Urban Institute Press.
5.Lowa Practice Improvement Collaboration(PIC) Project, The. 2003.Evidence Based Practice: An Implementation Guide for Community- Based Substance Abuse Treatment Agencies. Iowa City: Iowa Consortium for Substance Abuse Research and Evaluation at the University of Iowa.
6. kelly, M.P.,V. Speller and j. Meyrick. 2004. Getting Evidence into Practice in Public Health. London: Health Development Agency.
7. Small, S. 2009." Evidence Information Program Improvement". Iowa State Webinar. 17 November.

حسن اتحادمهرآباد

نیروی ضدمحرکه و قانون لنز

در این مقاله قانون لنز را با آزمایشی متفاوت و رهیافتی دیگر توضیح می‌دهیم که به‌نظر می‌رسد برای دانش‌آموزان بسیار محسوس و قابل درک است.

براساس قانون لنز هرگاه شار مغناطیسی که از یک مدار بسته عبور می‌کند تغییر کند؛ در آن نیروی محرکه یا جریانی القا خواهد شد که همواره با عامل به‌وجودآورنده‌اش مخالفت کند.

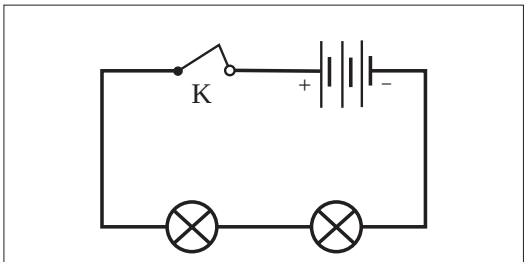
در موتورهای الکتریکی DC پس از به چرخش درآمدن قسمت متحرک موتور به علت حرکت دورانی سیم پیچ در درون میدان مغناطیسی نیروی محرکهٔ حدیدی در آن القا می‌گردد که مخالف نیروی محرکهٔ اولیه مدار است و به آن نیروی ضدمحرکه گفته می‌شود.

اگر جریان اصلی مدار که از منبع تغذیه حاصل می‌شود را با I_m و جریان حاصل نیروی ضد محرکهٔ الکتریکی تولید شده در سیم‌پیچ را با I_a و جریان برایند برقرار شده در مدار را با I نشان دهیم در این صورت $I=I_m-I_a$.

بنابراین در یک مدار شامل موتور الکتریکی DC اگر مانع از چرخش آن بشویم فقط جریان حاصل از مولد در مدار برقرار خواهد شد.

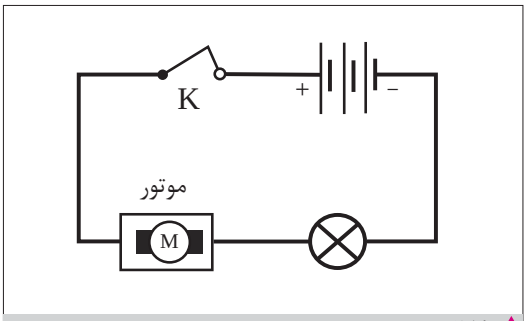
مراحل آزمایش

۱. دو لامپ الکتریکی مشابه را به‌طور متوالی به یک مولد جریان مستقیم وصل می‌کنیم (شکل ۱) بدیهی است که شدت جریان مساوی از هر کدام عبور می‌کند و روشنایی یکسانی خواهند داشت.



شکل ۱.

۲. یک موتور الکتریکی کوچک (که حتی‌الامکان ولتاژ و توان اسمی برابر با هر یک از لامپ‌ها دارد.) را به‌جای یکی از لامپ‌ها در مدار قرار می‌دهیم. (شکل ۲) مشاهده می‌شود روشنایی لامپ دیگر در قیاس با حالت قبل به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش پیدا می‌کند.



شکل ۲.

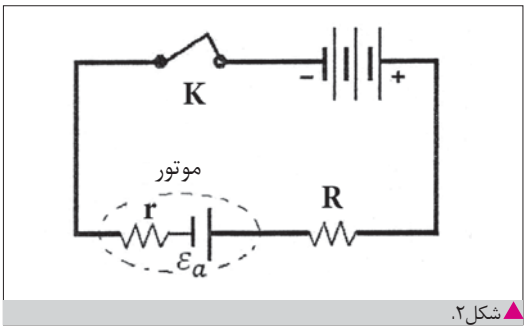
۳. حال اگر با دست خود مانع از چرخش سیم‌پیچ موتور الکتریکی بشویم مشاهده می‌کنیم روشنایی لامپ به شدت افزایش می‌یابد.

توضیح بیشتر

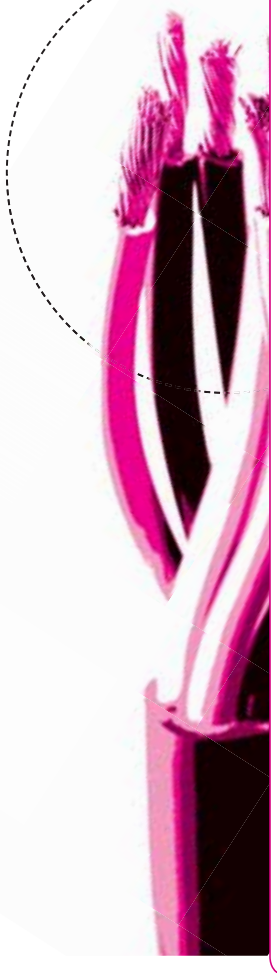
در یک موتور الکتریکی نیروی محرکه‌ای القایی که در اثر چرخش سیم‌پیچ در میدان مغناطیسی ایجاد شده در خلاف جهت جریان اصلی مدار است، بنابراین می‌توان چنین تصور کرد که در این مدار موتور الکتریکی مشابه یک مولدی عمل می‌کند که دارای مقاومت درونی r و نیروی محرکه ε_a است و به‌طور متوالی با لامپ و به‌طور وارونه نسبت باتری قرار گرفته است.

وقتی مانع از چرخش موتور الکتریکی می‌شویم نیروی ضدمحرکه القا شده از بین می‌رود ($I_a=0$) و فقط شدت جریان اصلی در مدار برقرار می‌گردد. ($I=I_m$) که از حالت قبل بیشتر است. در نتیجه روشنایی لامپ افزایش می‌یابد.

اما آنچه در موتور الکتریکی در این حالت اتفاق می‌افتد این است که با افزایش جریان مدار توان گرمایی در مقاومت درونی موتور (مقاومت الکتریکی سیم‌پیچ) بیشتر می‌شود.



شکل ۲.



پای صحبت معلمان فیزیک نمونهٔ کشور

همه با فیزیک زندگی می‌کنند!

فاطمه ابراهیمی بادی

اشاره

به‌منظور ارتباط بیشتر و صمیمانه‌تر با معلمان فیزیک ایران و آگاهی از نظرات آنان با هدف ارتقای سطح خلاقیت و علم دبیران و در نهایت ارتقای سطح فرآیند یاددهی و یادگیری فیزیک و مهارت‌های نوین معلمی و رفع نیازهای احتمالی موجود جهت تعامل بیشتر بین همکاران، بر آن شدیم گامی هرچند کوچک در این راستا برداریم.

از این‌رو میزگردی صمیمی با حضور دبیران فیزیک نمونه کشور، اردیبهشت ۹۴ در باشگاه فرهنگیان تهران ترتیب داده شد و با آن‌ها به گفت‌وگو نشستیم تا بار دیگر مسائل مطرح در آموزش‌وپرورش را از دیدگاه معلمان بررسی و مرور کنیم که امید آن داریم به کار آید. در این نشست معلمان و همکاران زیر همراهی‌مان کردند:

*** انور اسمعیل‌پوری، از استان آذربایجان غربی شهرستان مهاباد/فوق‌لیسانس فیزیک**

*** علی یوسفی، از استان اردبیل شهرستان بیله‌سوار/ لیسانس علوم تجربی و فوق‌لیسانس تحقیقات آموزشی**

*** عین‌الله رحمانی، از استان قزوین شهرستان تاکستان/ لیسانس فیزیک و دانشجوی دکترای منطق ریاضی**

سوابق علمی، پژوهشی و عناوین و رتبه‌های کسب‌شده انور اسمعیل‌پوری:

چاپ مقاله ۱۱ مورد/ ترجمه ۱ مورد/ ارائه مقاله ۱۵ مورد/ طرح پژوهشی ۲ مورد/ گزارش اقدام‌پژوهی ۳ مورد/ عضویت در شورای تحقیقات ۹ مورد/ پژوهشگر برتر ۱ مورد/ داوری گزارش‌های اقدام‌پژوهی ٤ مورد/ داوری در جشنواره الگوهای برتر تدریس/ کسب رتبه در مسابقات علمی فرهنگی و هنری ۳ مورد/ کسب رتبه در جشنواره الگوهای برتر تدریس/ قهرمانی در مسابقات ورزشی ٦ مورد/ انتخاب به‌عنوان معلم نمونه منطقه‌ای و استانی سال‌های ٨٦-٨٥ و ٩٣-٩٢.

ایشان عوامل موفقیت خود را در این زمینه‌ها قبل از هر چیز عشق به معلمی، شرف خدمت در این مقام، خانواده و دوستان نمونه خود و عزم و اشتیاق برای خدمت می‌دانند.

سوابق علمی، پژوهشی و عناوین و رتبه‌های کسب شده علی یوسفی:

تألیف ۲ جلد کتاب با عناوین آزمایش‌های تکمیلی علوم تجربی و درس روزانه معلم/ارائه ۲۰ مقاله منطقه‌ای، استانی، ملی و بین‌المللی و چاپ ۸ مقاله در نشریات علمی‌تخصصی و علمی‌پژوهشی ISI و ISC/ انجام ۲ طرح پژوهشی/ ارائه گزارش‌های اقدام‌پژوهی (۸ سال برتر استانی و ۲ سال برتر کشوری)/ تولید محتوای آموزشی در درس علوم تجربی/معلم پژوهنده برتر منطقه‌ای و استانی به مدت ۸ سال/ معلم پژوهنده برتر کشوری به مدت ۲ سال/ کسب رتبه سوم کشوری پژوهشگر برتر از وزارت آموزش‌وپرورش/ کسب رتبه اول پژوهشگر منطقه/ کسب رتبه سوم استانی در جشنواره الگوهای برتر تدریس/ کسب رتبه اول استانی در مسابقه نسیم هدایت/ کسب رتبه دوم استانی در مسابقات علمی فرهنگیان/ کسب رتبه اول منطقه‌ای در پرسش مهر

یوسفی عوامل موفقیت خود را در این زمینه‌ها علاقه به مطالعه و دانش‌افزایی، علاقه به تدریس و یادگیری و انگیزه پیشرفت می‌دانند.

سوابق علمی، پژوهشی و عناوین و رتبه‌های کسب‌شده عین‌الله رحمانی:

۸ مقاله ISI در زمینه فیزیک/ ۳ مقاله ISC در زمینه منطق ریاضی/ ٤ مقاله در زمینه مدیریت آموزشی در مجلات علمی‌پژوهشی/ ۵ مقاله در کنفرانس آموزش فیزیک/ ۲ مقاله در کنفرانس تاریخ علم/ نفر اول استانی به مدت ٤ سال در زمینه پرسش مهر/ نفر سوم جشنواره الگوهای برتر تدریس فیزیک در سطح استانی/ نفر اول

جشنواره الگوی برتر تدریس در سطح منطقه/داور جشنواره الگوهای برتر تدریس در منطقه و استان/ داور جشنواره خوارزمی.

و اما موضوع‌های مورد بررسی از دیدگاه دبیران حاضر در گفت‌وگو:

میزان اثربخشی مجله رشد آموزش فیزیک در ارتقای سطح آموزش معلمان فیزیک؟

انور اسمعیل‌پوری: در شرایط کنونی استقبال معلمان از نشریات آموزشی و انگیزه برای مطالعه آن‌ها بسیار کم و تعداد عناوین مجله‌های آموزشی‌تخصصی متناسب با این میزان استقبال است. اما برای آن گروه از معلمان که به مطالعه علاقه‌مند و در سبد خرید خود نشریات آموزشی را گنجانده‌اند، در جلسات گروه‌های آموزشی به نحوی به مطالب درج شده در مجله رشد آموزش فیزیک، اشاره و آن را مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌دهند و در فرآیند آموزش درس فیزیک از آن بهره می‌برند.

یوسفی: معلمان با کسب دانش و مهارت‌های جدید و آشنایی با روش‌های جدید تدریس به موفقیت‌های بیشتری در آموزش و یادگیری دانش‌آموزان در درس فیزیک دست خواهند یافت و مجله با ارائه دانستنی‌های مرتبط با موضوع‌های درس فیزیک می‌تواند در کسب این موفقیت‌ها تأثیر زیادی داشته باشد.

عین‌الله رحمانی: مجله رشد آموزش فیزیک به‌منظور کمک به مشکلات معلم در زمینه‌های تدریس و پاسخ‌گویی به اشکالات پیش‌آمده برای معلم در ضمن تدریس ایجاد شده است ولی مشاهده می‌شود در بعضی شماره‌ها مطالب دانشگاهی آنچنان به صورت تخصصی مطرح می‌شوند که نه‌تنها اهداف بیان شده محقق نمی‌شود بلکه مشکلی نیز به مشکلات معلم افزوده می‌شود، امیدوارم دست‌اندرکاران این مجله در انتشار این قبیل مقاله‌ها اهداف اصلی ایجاد این مجله را فراموش نکنند.

آیا مجلهٔ رشد آموزش فیزیک را می‌خوانید، اگر می‌خوانید چه قسمت‌هایی از آن برای شما جالب‌تر است؟

اسمعیل‌پوری: بله، بیشتر بخش‌های علمی- آموزشی و مطالبی که جنبه‌های نوآورانه و خلاقانه در آن وجود داشته را مطالعه کرده‌ام.

یوسفی: مجله رشد آموزش فیزیک این امکان را برای معلمان فیزیک هموار می‌سازد که در جریان رشد و تحولات علمی این درس قرار بگیرند. بیشتر استفاده من از این مجله، مباحث مربوط به روش‌های تدریس و اقدام‌پژوهی معلمان در درس فیزیک و مطالب مربوط به روش انجام برخی آزمایش‌های کتاب فیزیک است.

رحمانی: بله، بیشتر تجربیات معلمان در زمینه تدریس و مرتبط با کتاب‌های موجود که تدریس می‌کنم برای من جالب است.

آیا تاکنون مقاله‌ای را برای مجله رشد آموزش فیزیک ارسال کرده‌اید، اگر بله، چه مقاله‌ای؟

رحمانی: خیر، زیرا دیدگاه معلمان فیزیک در ارسال مقاله به این مجله مقالات تخصصی در حد کتاب‌های کارشناسی ارشد است و با توجه به اینکه من نیز کمی به این دیدگاه انتقاد دارم تاکنون هیچ مقاله‌ای را برای این مجله ارسال نکرده‌ام.

اسمعیل‌پوری: بله، به چند مقاله اشاره می‌کنم: رشد فیزیک شماره ۸۵ ← خورشید گرفتگی بدون حضور ماه، رشد فیزیک شماره ۹۹ ← جذاب کردن مفاهیم فیزیکی...، رشد فیزیک شماره ۱۰۶ ← انرژی‌های تجدیدپذیر و انقلاب صنعتی سوم، رشد فیزیک شماره ۱۰۶ ← حل مسائل فیزیک مکانیک با نیروی عمودی سطح ناپایستار، و چند مقاله دیگر.

یوسفی: شاید دو عنوان مقاله برای مجله ارسال کرده باشم و پی‌گیر هم بوده‌ام اما در جریان وضعیت نهایی مقاله قرار نگرفته‌ام. پیشنهاد می‌شود با ارائه‌دهندگان مقاله در ارتباط باشند و آنان را در جریان نتایج داوری مقاله قرار دهند. به‌نظر من برای افزایش اثربخشی این مجله نیاز است که معلمان بیشتری با این مجله ارتباط برقرار کنند، در حالی که می‌بینیم این فرصت بیشتر در اختیار تعدادی از نویسندگان قرار گرفته است.

برای بهبود کیفیت مجله چه پیشنهادهایی دارید؟

رحمانی: سعی شود تا با بازگرداندن مقاله نویسنده‌های تازه‌کار به‌منظور اصلاح مقاله خود و با تکرار این کار همانند کنفرانس‌ها زمینه را برای ارائه مقالات توسط نویسنده‌های آماتور ایجاد کنید.

اسمعیل‌پوری: برای ارتقای جنبه کیفی، بعد آموزشی مجله رشد آموزش فیزیک لازم است که علاوه بر لحاظ کردن جنبه‌های اصول گرافیکی نوین، کیفیت کاغذ و به‌کارگیری تنوع رنگی (مطابق اصول ژورنالیستی) به تولید محتوای آموزشی اهمیت ویژه‌ای داده شود. برای تولید محتوایی که از توان بالایی برای ارتقای کیفی آموزش برخوردار باشد، لازم است با مدنظر قرار دادن شرایط واقعی فضاهای آموزشی کنونی بررسی‌های کارشناسی و درج نتایج و بازخورد آن‌ها در نشریه، آن را به یک نشریه زنده و تعاملی بدل نمود.

یوسفی: از مقالات و اقدام‌پژوهی‌های دبیران فیزیک استفاده شود. مجله از انحصار بیرون بیاید و در اختیار جامعه دبیران فیزیک قرار بگیرد. به نحوه آموزش فیزیک و روش‌های یاددهی و یادگیری این درس بیشتر پرداخته شود.

با همه غنای موجود در کتاب‌های درسی فیزیک، چرا دانش‌آموزان دچار ضعف‌هایی هستند؟

یوسفی: اگر دانش‌آموزان در این درس مشکلات یادگیری دارند در درجه اول می‌توان عامل آن را به کمبود انگیزه در آنان نسبت داد. برای برطرف کردن مشکلات یادگیری درس فیزیک ابتدا لازم است معلمان با الگوها و روش‌های برتر تدریس آشنایی پیدا کنند و هر زمان لازم باشد روش‌های خود را برای آموزش و یادگیری مؤثر این درس تغییر دهند تا انگیزه یادگیری در دانش‌آموزان ایجاد شود.

رحمانی: متأسفانه امروزه عدم هدایت درست دانش‌آموزان توسط مشاوران در رشته‌های تجربی و ریاضی سبب بی‌انگیزگی دانش‌آموزان در یادگیری درس فیزیک شده است.

اسمعیل‌پوری: فارغ از فقر امکانات و عدم سنخیت شرایط محیطی حاکم بر فضای کلاس‌های آموزشی، با معیارهای کلاسیک، کتاب‌های درسی فیزیک کنونی در مقایسه با سال‌های گذشته تغییرات مثبت و چشمگیری داشته است. تمایل به تغییر صرف‌نظر از هر بحثی، به نوبهٔ خود جای تقدیر و تشکر دارد،

دانش‌آموز محبوب من، هرچه منتظر ماندم ننوشتی تا بخوانم و نگفتی تا بدانم پس اینک من می‌گویم و تو بخوان

برای تداوم یافتن برگزاری چنین میزگردهایی، همکاران دیدگاه‌ها و پیشنهادهای خود را در این زمینه اعلام نمایند تا بتوان در این مسیر گام مؤثرتری برداشت

در حالی‌که محیط و کیفیت زندگی در عصر ارتباطات غلبهٔ دنیای مجازی، تغییرات اساسی داشته است باید تاکنون این دگرگونی‌ها اثرات خود را بر فرآیند یاددهی و یادگیری نشان داده باشد.

به‌نظر شما ساختار و محتوای کتاب‌های جدید درس فیزیک بر پایهٔ رویکرد فعال تدریس است؟

یوسفی: در طرح جدید آموزش فیزیک، همواره سعی بر این است که فرآیند یادگیری از حالت انفعالی یا روش سنتی به حالت یادگیری فعال درآید. محتوای برنامه درسی فیزیک باید طوری انتخاب شود که امکان فعالیت‌های ذهنی سطح بالا و ایجاد بحث گروهی در بین دانش‌آموزان را فراهم کند. لذا باید از تراکم مطالب در محتوای آموزشی اجتناب و بر چالش‌برانگیز بودن محتوا تأکید شود. بنابراین لازم است بخشی از محتوا به فعالیت‌های تحقیقی اختصاص یابد.

رحمانی: در کتاب‌هایی که رویکرد فعال تدریس دارند نیاز به انتقال مفاهیم توسط معلم نیست و فقط معلم هدایت‌کننده است ولی متأسفانه با غنای فراوانی که در کتاب‌های جدید در زمینه مسائل متنوع رویکرد به میزان کمی با رویکرد فعال تدریس هماهنگی دارد.

اسمعیل‌پوری: محتوای کتاب‌های درسی با تغییراتی که در آن به‌وجود آمده است تا این مرحله نشان داده که بستر برای تغییر آماده و توانایی آن وجود دارد که محتوای درسی با روش‌های تدریس (از جمله رویکرد فعال تدریس) هماهنگ شود. با وجود شرایط محیطی نامناسب، کمبود تجهیزات آزمایشگاهی و عملی و حذف متصدیان آزمایشگاهی در مدارس کشور، عملاً روش و رویکرد فعال تدریس در سیستم آموزشی با چالش‌ها و موانع روبه‌روست تا تسهیلات و امکان اجرا.

نظرتان در مورد نوشتن تجربیات حرفه‌ای تدریس خود برای اطلاع همکاران در مجلهٔ رشد آموزش فیزیک؟

اسمعیل‌پوری: با آن موافق و حتی اختصاص بخش ویژه «تجربیات حرفه‌ای معلمان»، در مجله برای تمامی دبیران فیزیک، نقش مؤثری در خودباوری و ایجاد انگیزه برای نوشتن تخصصی تجربیات آموزشی خواهد داشت.

یوسفی: آنچه که معلم حرفه‌ای را از سایر معلمان متمایز می‌کند، استفاده مناسب و به‌جا از روش‌های مطلوب تدریس است. معلم حرفه‌ای می‌داند که چگونه و با چه روش‌هایی تدریس خود را شروع کرده و ادامه دهد و آن را به پایان برساند. بنابراین یکی از راه‌های بهبود کیفیت تدریس معلمان به‌کارگیری تجربیات حرفه‌ای تدریس معلمان است و نوشتن این تجربیات در مجله رشد آموزش فیزیک برای استفاده معلمان پیشنهاد خوب و مناسبی است.

رحمانی: تجربیات حرفه‌ای که در راستای کتاب‌های جدید و بر پایه روانشناسی دانش‌آموز در متوسطه دوم و با رویکرد آموزش درس فیزیک باشد بسیار مفید خواهد بود.

اثر کارگاه‌های آموزشی در ارتقای حرفه‌ای معلمان و امر یادگیری دانش‌آموزان از نظر شما؟

اسمعیل‌پوری: فیزیک بدون انجام آزمایش‌ها و لحظه‌های انتظار برای حصول نتیجه‌های جذاب شهودی آن‌ها، هیچ توفیقی برای استقبال عمومی نخواهد داشت. آموزش فیزیک استوار بر محوریت متعادل عملی- نظری می‌تواند بهترین راه گسترش دانش فیزیک در میان جامعه فراگیران باشد. فیزیک تعریف مشخص خود را دارد و عدول از ایجاد زیرساخت‌های لازم برای آموزش آن، تحت هر شرایطی جایز نیست.

یوسفی: تشکیل کارگاه‌های آموزشی با هدایت گروه‌های آموزشی، زمینه استفاده از تجارب و اطلاعات علمی و آموزشی معلمان و به‌کارگیری روش‌های تدریس، کاربرد وسایل آموزشی و به‌کارگیری اصول صحیح ارزشیابی پیشرفت تحصیلی را فراهم می‌سازد.

رحمانی: کارگاه‌هایی که به موازات آموزش معلم فیزیک در جهت یادگیری دانش‌آموزان باشد بسیار مفید خواهد بود.

عامل برای بسط و گسترش رشتهٔ فیزیک در بین عموم جامعه را چه می‌دانید؟

رحمانی: با تشریح مفاهیم و کاربردهای علم فیزیک در بین عموم مردم با زبان بسیارساده می‌توان در بسط و گسترش علم فیزیک در بین عموم مردم توفیق داشت.

اسمعیل‌پوری: کمتر رشته‌ای مانند فیزیک می‌تواند جنبه‌های متفاوت نیازهای انسان را تحت شعاع قرار دهد و گیرا باشد اما اینکه چرا تحت عنوان درس فیزیک این‌قدر پذیرفته نیست را باید در نظام آموزشی کشور و کمی و کاستی‌های آن جست‌وجو کرد. نگرش نظام آموزشی برای هر درس باید به تناسب نیازمندی‌های آموزشی آن متفاوت باشد و در این راستا نمی‌توان نسخه جامعی را برای همه پیشنهاد کرد. در کل با روش‌ها و فرآیندهای آموزشی ناقص، نمی‌توان به اهداف تعریف‌شده و قابل قبول علمی دست یافت.

یوسفی: همه افراد با فیزیک زندگی می‌کنند، عمل دیدن و شنیدن، واکنش در برابر حوادث، حفظ تعادل در راه رفتن و... نمونه‌هایی از امور عادی ولی در عین حال وابسته به فیزیک است. پدیده‌های طبیعی مانند رنگین‌کمان، سراب، رعدوبرق، خورشیدگرفتگی، ماه‌گرفتگی و... همه با فیزیک توجیه می‌شوند. برنامه‌های رادیو و تلویزیون، ماهواره، اینترنت، تلفن و... به کمک فیزیک ارسال می‌گردد. با این نمونه‌های ساده می‌توان تصور کرد که اگر فیزیک نبود و اگر روزی قوانین فیزیک بر جهان حاکم نباشند، زندگی و ارتباطات مردم شدیداً دچار مشکل می‌شود.

با توجه به تأکید بر ایجاد تحول در آموزش‌وپرورش، شما به‌عنوان معلم فیزیک نمونه کشوری، راهکارهای ایجاد تحول در آموزش‌وپرورش را چه می‌دانید؟

رحمانی: نظری ندارند.

اسمعیل‌پوری: آموزش‌وپرورش در عصر جدید دو هدف بنیادی (فراگیرانی مسلط بر افکار خود و ارتقای راه‌های فکر کردن و عمل کردن به نسل بعدی که دانش‌آموزان باشند را دنبال می‌کند «ارنست ان کلرزیرفلد». پس در کلاس درس باید مهارت‌ها، نگرش‌ها و اطلاعات لازم برای موفقیت در جامعه کسب شود. برای بهبود فرآیند یاددهی- یادگیری توجه به پایه‌های اساسی و زیرمجموعه این فرآیند (روش‌های تدریس، روش‌های ارتباطی و روش‌های ارزشیابی) ضروری است. باید در فرآیند یاددهی- یادگیری بر هر دو جنبه عملی و نظری آن توجه شود. مدل کلاس‌ها استاندارد با معماری مناسب، روش‌های تدریس، تجهیزات آزمایشگاهی، انجام آزمایش‌ها (به‌عنوان جزء لاینفک روش‌های ارتباطی با دانش‌آموزان در درس فیزیک) و روش‌های ارزشیابی، هر یک به نوبه خود مستلزم ایجاد تحول و تأمین اعتبار برای آن است.

یوسفی: اگر بتوانیم به شاگردان مهارت پرسشگری یاد بدهیم و به آنان بیاموزیم که طرح پرسش خوب، کلید دستیابی به پاسخ‌های بزرگ است، راه پرپیچ‌وخم یادگیری را برایشان هموار کرده‌ایم. برای ایجاد تحول در آموزش‌وپرورش معلمان نیاز دارند با اصول و روش‌های تفکر خلاق و نوآورانه آشنا شوند و در فعالیت‌های خود از فناوری‌های نوین آموزشی استفاده کنند.

نقش ما معلمان برای تحقق اهداف تحول بنیادین در آموزش‌وپرورش چیست؟

یوسفی: معلم در چشم‌انداز ۱۴۰۴ کسی است که در رشته خود کاملاً متخصص و ماهر و در تدریس مسلط به استفاده از فناوری آموزشی و اطلاعات و ارتباطات است. امروزه معلمان مجبورند مطالب و مفاهیم درسی را با عمق و سرعت بیشتری در اختیار فراگیران قرار دهند. در صورت نبودن چنین معلمی هر نوع طرح اصلاحی و تحولی با شکست روبه‌رو خواهد شد.

رحمانی: نظری ندارند.

اسمعیل‌پوری: یاری رساندن به معلمان برای توسعه مهارت‌های ضروری برای فراگیران از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. دبیران فیزیک با خودباوری باید برای ایفای نقش خود در تحول بنیادین تلاش کنند و نگذارند برنامه‌ها و سیاست‌ها به‌گونه‌ای استخراج شود که فرآیند یاددهی- یادگیری دروس پایه با استانداردهای علمی فاصله زیادی داشته باشد.

آیا اعتقاد دارید که باید از آموزش سنتی به سمت آموزش فعال برویم و اساساً امکان پیاده‌سازی رویکرد فعال تدریس در آموزش‌وپرورش ما وجود دارد؟

یوسفی: در سال‌های اخیر تلاش‌های زیادی در آموزش‌وپرورش صورت گرفته تا روش‌های سنتی آموزشی جای خود را به روش‌های جدید دهد. تغییرات نظام آموزشی و کتاب‌های درسی دانش‌آموزان نیز در همین راستا صورت گرفته است. از مهم‌ترین نقش‌های معلمان در نظام آموزشی جدید آموزش روش تفکر و پژوهش به دانش‌آموزان است.

رحمانی: نظری ندارند.

اسمعیل‌پوری: بله، بدون شک. امکان پیاده‌سازی رویکرد فعال تدریس امری ناممکن نیست. دبیران به اتکاء انجمن‌های علمی فیزیک و با آزادی عمل بیشتر می‌توانند تلاش گسترده و مستمری برای آنچه که کیفیت‌بخشی به فرآیند یاددهی- یادگیری را تسهیل و ارتقا می‌بخشند، آغاز نمایند. نقش مجلهٔ رشد آموزش فیزیک در دستیابی به همگرایی خواست جمعی دبیران فیزیک و اهداف آموزشی مؤثر و کارآمد، می‌تواند تعیین‌کننده باشد.

آیا موضوع‌های مطرح‌شده در این گفت‌وگو چالش‌برانگیز بود؟

اسمعیل‌پوری: نه، بیشتر تأمل‌برانگیز بوده است، تا چالش‌زا.

یوسفی: نظری ندارند.

رحمانی: پرسش‌های مطرح شده در این گفت‌وگو در بعضی زمینه مانند دیدگاه بنده حقیر دربارهٔ مجله رشد آموزش فیزیک و آموزش درس فیزیک چالش‌برانگیز بود.

به سبب منتخب شدن شما همکار محترم در سطح کشور، پیام شما دبیران فیزیک در مجله رشد آموزش فیزیک منتشر خواهد شد، اگر گفته‌ای دارید بگویید.

اسمعیل‌پوری: در کشور ما، تدریس در درس‌های علوم پایه، به‌ویژه فیزیک و شیمی و زیست به جهت عدم دسترسی به تجهیزات آزمایشگاهی و فضای آموزشی مناسب، به سمت نظری صرف میل کرده و از روند علمی استانداردهای آموزشی فاصله گرفته است. اینکه میلیون‌ها دانش‌آموز حسرت یک‌بار رفتن به آزمایشگاه فیزیک را در طول دوران تحصیل به دلشان مانده مایه تأسف همه دبیران است. باید این حقیقت را باور داشته باشیم که درصد قابل ملاحظه‌ای از دانش‌آموزان با جنبه‌های شهودی، بهتر مطالب درسی را فرا می‌گیرند و این جز با تلاش جمعی تحقق نخواهد یافت.

یوسفی: معلمان موفق کسانی‌اند که دائم در حال یادگیری‌اند و از منابع اطلاعاتی گوناگون برای افزایش دانش و مهارت خود بهره‌مند می‌شوند. معلمان موفق کسانی‌اند که به بهترین نحو کلاس را مدیریت می‌کنند و روش‌ها و فناوری‌های نوین آموزشی را در تدریس و یادگیری به‌کار می‌گیرند. معلمان خوب متفکرند و قادرند قدرت تفکر و یادگیری دانش‌آموزان را بالا ببرند و با تشویق و دادن امکانات بیشتر، انگیزه یادگیری را در آنان افزایش دهند.

رحمانی: امیدوارم روزی برسد که دانش‌آموزان رشته‌های تجربی و ریاضی با انگیزه بالایی در سر کلاس فیزیک حاضر شوند. این انگیزه بالا به دانش‌آموز کمک می‌کند تا درک بیشتری از درس فیزیک داشته باشد. زیرا ما دبیران فیزیک در سر کلاس‌های درس با این بی‌انگیزگی مبارزه سختی می‌کنیم. انشاءا... به همت مشاوران مدارس در هدایت دانش‌آموزان این روز سریع‌تر فرا خواهد رسید.

مجلهٔ رشد آموزش فیزیک با تلاش‌های فراوانی که برای مشارکت بیشتر و جدی‌تر همکاران دارد توانسته در ایجاد زمینه‌های ارتباط با معلمان فیزیک موفق عمل کند

از سایهٔ برگ درختان تا چگالی خورشید: مسیر شگفت‌انگیز (۱)

جیمز مالمان[۱]
ترجمهٔ مرجان روح‌نواز

برخورد پرتوهای نور خورشید با قطره‌های باران، رنگین‌کمان تولید می‌کند که از بررسی آن می‌توان اطلاعاتی دربارهٔ طیف نور خورشید به‌دست آورد. همچنین برخورد پرتوهای نور خورشید به بلورهای یخ معلق در هوا ایجاد هاله‌ها[۲]، ستون‌های خورشیدی[۳] طرح‌های زیاد دیگری از نور و رنگ در آسمان به‌وجود می‌آورد. تحلیل این طرح‌ها امکان تعیین نوع و آرایش این بلورهای یخ را فراهم می‌سازد. برخورد پرتوهای نور خورشید با اجسام مات سایه‌هایی تولید می‌کند که می‌توان آن‌ها را در هر روز آفتابی دید. شگفت‌زده شدم که فهمیدم سایه‌ای که برخورد نور خورشید با برگ درختان تولید می‌کند تمام اطلاعات لازم برای تعیین چگالی میانگین خورشید را در اختیار می‌گذارد. تعیین چگالی خورشید بدون دانستن جرم و حجم آن بعید به‌نظر می‌رسد و نامحتمل‌تر از آن انجام این کار تنها با استفاده از اطلاعات موجود در سایهٔ برگ درختان است!

اخترشناس بلژیکی مارسل مینارت[۴] در اولین جملهٔ نخستین صفحه کتاب *سرشت نور و رنگ در هوای آزاد* تصویرهای بیضی‌شکلی از خورشید را توصیف می‌کند که هنگام عبور نور خورشید از روزنه‌های موجود در میان برگ‌های درختان بر روی زمین تشکیل می‌شود. چنین تصویرهایی معمولاً تصویرهای «سوراخ ریز» نامیده می‌شوند و در مقاله‌های فیزیک تیچر دیده می‌شود. پُل هیوئیت در یکی از سری مقالات «فیزیک مفهومی» خود چالشی را مطرح می‌کند که در آن از خوانندگان خواسته می‌شود با استفاده از اندازه‌گیری قطر این تصویرهای خورشید و فاصله از این سوراخ‌ها تا تصویر، قطر خورشید را به دست آورند. در این چالش خوانندگان باید فاصلهٔ زمین تا خورشید را بدانند[۵].

در اینجا نشان می‌دهیم چگونه با اطلاعات به‌دست آمده از سایهٔ برگ درختان و اصول اولیهٔ فیزیک می‌توان چگالی میانگین خورشید را برآورد کرد.

اگر فرض کنیم زمین در مسیری دایره‌ای با دورهٔ مداری T به دور خورشید می‌چرخد، با استفاده از قانون دوم نیوتون و قانون گرانش عمومی

$$F=ma \qquad (۱)$$

$$F = G\frac{Mm}{R^2} \qquad (۲)$$

می‌توان قانون سوم کپلر را به‌دست آورد:

$$R^3 / T^2 = \frac{MG}{4\pi^2} \qquad (۳)$$

که در آن R شعاع مدار زمین، T دورهٔ حرکت مداری زمین و M جرم خورشید است. برای به‌دست آوردن چگالی میانگین خورشید می‌توان معادله (۳) را برای جرم خورشید حل کرد:

$$M=4\pi^2R^3/GT^2 \qquad (۴)$$

حجم خورشید نیز با مکعب قطر آن متناسب است:

$$V = \frac{\pi}{6}D_s^3 \qquad (۵)$$

اما همان‌طور که شکل (۱) نشان می‌دهد قطر خورشید برابر حاصلضرب شعاع مدار زمین در قطر زاویه‌ای خورشید است که با قطر زاویه‌ای تصویر سوراخ ریز خورشید یکسان خواهد بود. بنابراین می‌توان حجم خورشید را به‌صورت زیر نوشت:

$$V = \frac{\pi}{6}R^3\theta^3 \qquad (۶)$$

چون جرم و حجم خورشید با مکعب شعاع مدار زمین متناسب‌اند، چگالی میانگین خورشید ρ برابر مقدار ثابت تقسیم بر مربع طول سال T و مکعب قطر زاویه‌ای خورشید θ است.

$$\rho = \frac{24\pi / G}{T^2\theta^3} \qquad (۷)$$

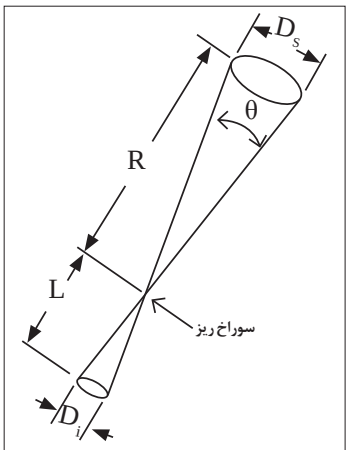
بنابراین، اگرچه، چگالی خورشید به جرم و حجم آن بستگی دارد، تنها کمیت لازم برای محاسبهٔ چگالی میانگین خورشید، طول سال و قطر زاویه‌ای خورشید است و هر دوی این کمیت‌ها را می‌توان با استفاده از اطلاعات موجود از سایهٔ برگ درختان به‌دست آورد.

می‌دانیم که سایهٔ جنوبی‌ترین برگ‌های یک درخت در روز اول تابستان در دورترین فاصله از بدنهٔ درخت قرار دارد، بنابراین برای به‌دست آوردن طول سال می‌توان در اولین ماه تابستان دو سال پیاپی، رأس ظهر خورشیدی[۶]، محل مرز جنوبی این سایه‌ها را برحسب زمان را رسم کرد تا دورهٔ T به‌دست آید.

شکل ۲ مجموعه‌ای از تصاویر «سوراخ ریز» از سایهٔ برگ درختان را نشان می‌دهد. برای اندازه‌گیری قطر زاویه‌ای خورشید θ از دو تا از واضح‌ترین تصاویر استفاده شد. شکل ۳ مثلث قائم‌الزاویهٔ مورد استفاده برای تعیین فاصلهٔ L تصویر خورشید تا روزنهٔ کوچک بین برگ درختان را نشان می‌دهد که تصویر خورشید را به‌وجود آورد:

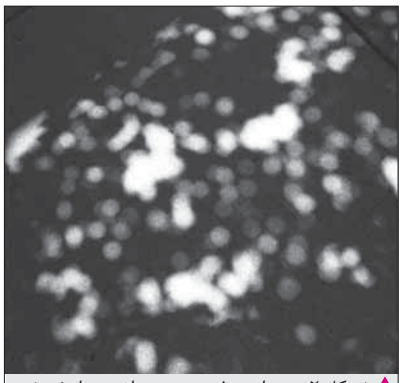
$$L=W/\sin\phi \qquad (۸)$$

اگر صفحه‌ای که سایه روی آن تشکیل می‌شود با افق زاویه ϕ بسازد، تصویر خورشید به‌جای اینکه بیضی‌شکل باشد، دایره‌ای شکل خواهد بود. شکل ۴ وسیله‌ای را نشان می‌دهد که برای

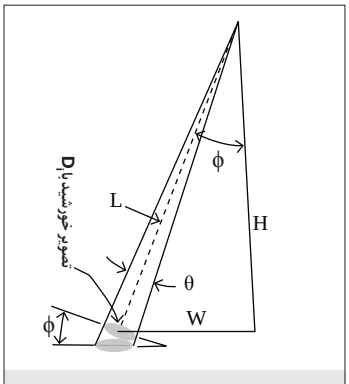


▲ شکل ۱: چون قطر زاویه‌ای خورشید با اندازهٔ قطر زاویه‌ای تصویر سوراخ ریز یکسان است، بنابراین:

$$\theta = \frac{D_i}{L}$$



▲ شکل ۲. بیش از ۱۰۰ تصویر «سوراخ ریز» از خورشید که روی سطح پیاده‌روی زیر یک درخت تشکیل شده است. تغییرات وضوح تصاویر مربوط به اندازه روزنهٔ بین برگ درختان است. اگرچه این تصاویر معمولاً بیضی شکل هستند اما هنگام گرفتن عکس زاویه تحت‌الرأس خورشید فقط ۲۰° بود که باعث می‌شود نسبت قطر بزرگ به قطر کوچک بیضی‌ها ۱/۰۶ باشد.



▲ شکل ۳: زاویه ϕ و فاصلهٔ W را می‌توان به‌طور تقریبی اندازه گرفت. چون که $\sin\theta = \frac{D_i}{L}$ و $L = \frac{W}{\sin\phi}$ است، زاویه θ برابر است با: $D_i \sin\phi / W$

اندازه‌گیری زاویه ϕ و قطر تصویر خورشید Di به کار رفت. قطر زاویه‌ای خورشید با قطر زاویه‌ای تصویر آن برابر است:

$$\theta = \frac{D_i}{L} = \frac{D_i \sin\phi}{W} \qquad (۹)$$

به علت دشواری تعیین دقیق فاصلهٔ W بیشترین خطایی که در این اندازه‌گیری‌ها می‌تواند وجود داشته باشد مربوط به اندازه‌گیری فاصلهٔ L است. من برای اندازه‌گیری W در مکانی ایستادم که سایهٔ سرم روی تصویر خورشید می‌افتاد، سپس به بالا نگاه کردم تا روزنه‌های موجود در برگ‌ها را ببینم که تصویر خورشید را تولید می‌کردند. مقدار W را با اندازه‌گیری فاصلهٔ افقی از نقطهٔ روی زمین که درست زیر روزنه موجود در برگ‌ها بود تا محل تصویر خورشید به‌دست آوردم. مقدار W برای یک درخت کوتاه را می‌توان دقیق‌تر از یک درخت بلند به‌دست آورد، اما قطر تصویر خورشید برای درخت کوتاه کوچک‌تر خواهد بود.

حال با استفاده از مقادیر معلوم طول سال و مقادیر اندازه‌گیری شدهٔ ϕ و W می‌توان میانگین چگالی خورشید را با استفاده از معادلهٔ (۷) به‌دست آورد.

در یک میانگین دو مجموعه اندازه‌گیری برای محاسبهٔ چگالی خورشید عبارت بود از :

$$1/38\times10^{3}\ kg/m^{3}$$

این مقدار تنها ۲ درصد کمتر از مقدار محاسبه شده برای چگالی خورشید ($1/41\times10^{3}\ kg/m^{3}$) است.

اگر با سوزن بر روی تکه‌ای مقوا سوراخی ایجاد کنید و در روزی روشن و آفتابی آن را در مقابل نورخورشید بگیرید، تصویری سر سوزنی از خورشید روی کف اتاق شکل می‌گیرد. در صورتی که مقوا را در فاصله‌ای از سطح زمین نگه دارید که تصویر خورشید به اندازهٔ یک سکه شود، تعداد سکه‌هایی که می‌توان بین تصویر خورشید روی زمین و مقوا کنار هم بچینید، تقریباً ۱۱۵ عدد می‌شود.

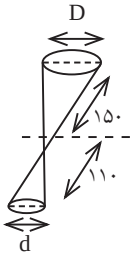
▲ شکل ٤: وسیلهٔ مورد استفاده برای اندازه‌گیری قطر تصویر خورشید. برای به دست آوردن تصویری دایره‌ای شکل، سطح صفحه مدرج دستگاه در زاویه ϕ از تحت‌الرأس قرار داشت.

با دانستن این مسئله آیا می‌توانید حدس بزنید که چه تعداد خورشید بین سطح بالایی مقوا و محل قرارگیری خورشید در آن لحظه جای می‌گیرد؟

پاسخ: ۱۱۰ خورشید این فاصله را پر می‌کنند!

مثلث‌های متشابه شکل زیر نشان می‌دهند که نسبت قطر سکه به‌فاصله آن از مقوا با نسبت قطر خورشید به فاصله آن از مقوا برابر است. حتی می‌توانید گامی فراتر بگذارید و با دانستن فاصله خورشید از زمین (۱۵۰ Mkm) قطر آن را اندازه بگیرید:

$$\left.\begin{aligned}\frac{D}{d} &= \frac{۱۵۰,۰۰۰,۰۰۰}{h}\\ \frac{h}{d} &= ۱۱۰\end{aligned}\right\} \Rightarrow D \approx ۱/۳۶\text{Mkm}$$



اگر خورشید در آسمان پایین رفته باشد به‌طوری که تصویر آن دیگر دایره‌ای شکل نباشد. از دوست خود بخواهید تا مقوای دیگری را با زاویه‌ای نسبت به کف زمین بگیرد به‌طوری که سطح آن بر پرتوهای خورشید عمود باشد و تصویر دایره‌ای، شکل گیرد.

اگر قرار باشد با تصویری که دایره‌ای نیست (بیضی شکل) محاسبات خود را انجام دهید، قطر کوچک یا بزرگ آن را اندازه می‌گیرید؟

پی‌نوشت‌ها

1.A. James Mallmann; The Physics Teacher, Jan 2013.
2. Halo
3.Sunpillar
٤. کادر زیر را ببینید.
٥. یا ظهر نجومی زمانی است که خورشید در بالاترین ارتفاعش در آسمان قرار دارد. این زمان بستگی به نصف‌النهار محلی دارد: Solar Noon

ناوبری لختی: پلی بین سینماتیک و حسابان

فیلیپ اف. سدلر
ترجمهٔ رضوانه طالبی‌پور

اشاره

به‌منظور جهت‌یابی و ثبت مسیر، یک شتاب‌سنج دست‌ساز همراه با اصول نظری و نیز روش ساخت آن معرفی می‌شود.

کلیدواژه‌ها: ناوبری لختی، شتاب، سرعت، جابه‌جایی

کسانی که به کمبریج ماساچوست می‌آیند به زودی درمی‌یابند که سریع‌ترین راه رفت‌وآمد بین هاروارد و ام.آی.تی از طریق مترو است. برای بسیاری از دانشجویان، این سواری کوتاه، راهی آسان و سریع برای مرتبط ساختن فیزیک و حسابان (حساب دیفرانسیل و انتگرال) است. یک شتاب‌سنج ساده دست‌ساز در واقع ابزار لازم برای تولید منحنی‌های دقیق شتاب، سرعت و موقعیت جابه‌جایی در این راه زیرزمینی را تأمین می‌کند. هر نمودار به نوبهٔ خود حکایتی از سفر قطار را سرعت گرفتن و ترمز کردن، شرایط مختلف مسیر، اندازه سرعت بیشینه، و فاصله بین ایستگاه‌های مترو در زیر خیابان ماساچوست را آشکار می‌سازد.

استفاده از یک شتاب‌سنج افقی، اصول هدایت لختی را به نمایش می‌گذارد که وسیله‌ای قابل اعتماد برای ردیابی حرکت هواپیماها، زیردریایی‌ها، موشک‌ها و سفینه‌هاست.

برخلاف جی.پی.اس، در این مورد سیگنالی وجود ندارد که گیر کند یا زمین یا آب‌وهوا در آن اختلال به‌وجود آورد. همچنین چیزی نمی‌تواند از دور با سازوکار شتاب‌سنج تداخل کند و به دریافت بسامد رادیویی نیاز ندارد که زمین یا آب‌های مزاحم آن شوند. ضمناً «هنگامی که حرکت مورد نظر با مکان و سرعت اولیه شروع شده باشد، دیگر به هیچ مرجع خارجی نیاز ندارد.» شایان ذکر اینکه حسگرهای اصلی در دستگاه‌های ناوبری لختیِ «تسمه پایین» در انواع بازرگانی و ارتشی آن از سه شتاب‌سنج عمود بر هم تشکیل شده‌اند. در این مورد، پایدارسازی ژیروسکوپی یک چارچوب مرجع لخت را فراهم می‌سازد. با این همه، برای دستگاه‌های ساده که در آن‌ها تنها به حرکت در یک بعد و بر روی یک سطح هموار علاقه‌مندیم، یک شتاب‌سنج ابتدایی کافی است.

در حالی‌که شتاب‌سنج‌های الکترونیکی با قابلیت ضبط خودکار، برای ریزرایانه‌ها موجودند و معمولاً به تلفن‌های همراه جدید نیز اضافه می‌شوند. با این حال ساختن شتاب‌سنج با استفاده از مواد در موجود بسیار آموزنده‌تر است. یک حباب یا یک گوی در لوله‌ای خمیده، به شتاب افقی حساس است. ویلیام. یو. والتون[1] اولین شتاب‌سنج حباب در لوله را طراحی کرد و روشی برای مدرج کردن آن ارائه داد و آن را به‌عنوان بخشی از یک برنامه درسی حسابان مقدماتی در دهه ۱۹۷۰ منظور کرد. دیگران طی ۴۰ سال بعد اختراع او را دوباره کشف کردند و از آن برای اندازه‌گیری شتاب زاویه‌ای، نسخه‌های تجاری آموزشی، یا توصیف انواع ساختمان‌ها برای سفرهای کوتاه در شهربازی‌ها استفاده می‌کردند. توان بالقوهٔ عظیم این شتاب‌سنج‌های ساده در نشان دادن اصول ناوبری لختی و نیز ارتباط آن‌ها با حساب انتگرال و دیفرانسیل آن‌ها را برای قرار دادن در هر دورهٔ آموزشی فیزیک مناسب می‌سازد.

شتاب‌سنج ما از یک فوت لولهٔ شفاف انعطاف‌پذیر (نمونهٔ ۱/۴ اینچ قطر داخلی آن خوب کار می‌کند)، دو مسدودکننده، و یک تک گلوله BB (۲) یا بلبرینگ فولادیِ ضدزنگ ساخته شده است که همگی چیزهای هستند که معمولاً در دسترس‌اند (شکل ۱). لوله را می‌توان روی هر تکیه‌گاه و تخته با نوارچسب یا چسب دیگر چسباند و سپس آن را از آب پر کرد. هر منحنی ساده‌ای می‌تواند مفید باشد (ما از یک کمان دایرهٔ ۳۰ درجه به قطر ۲۲ اینچ [۵۶ سانتی‌متر] استفاده کردیم که موفقیت‌آمیز بود). کلید تبدیل آنچه که بیشتر به یک تراز حبابی ابتدایی به‌نظر می‌رسد به یک شتاب‌سنج، درجه‌بندی آن است.

فیزیک مربوط به آن، بسیار ساده و شبیه به فیزیک آونگ است به‌جز اینکه در این مورد مسیر حرکت جرم با لوله‌ای پلاستیکی ـ به جای ریسمان کشیده ـ به حرکت در راستای کمانی از دایره محدود شده است (شکل ۲). نیروهای وارد بر مهره در هر نقطه از لولهٔ خمیده، گرانی و نیروی ناشی از شتاب هستند. وقتی نیروهای عمود بر منحنی، برابر صفر شوند، مهره بی‌حرکت می‌شود. مکان مهره در امتداد منحنی، مقدار شتاب در آن لحظه را مشخص می‌کند. آب موجود در لوله، نوسان‌ها را میرا می‌کند، در نتیجه تعیین مکان مهره آسان است.

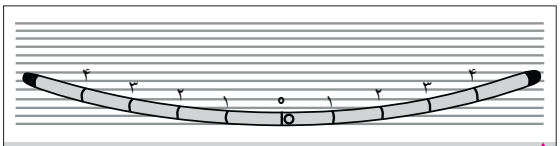
$$F_1 = mg/\cos\theta, \quad (1)$$

$$F_2 = -ma/\sin\theta, \quad (2)$$

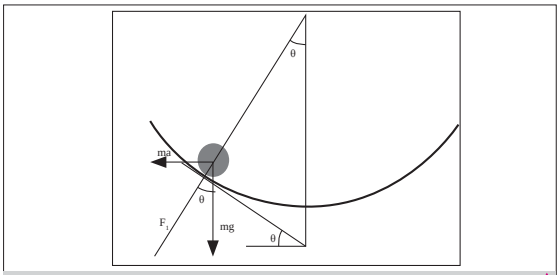
$$\Sigma \text{ نیروها} = F_1 + F_2 = mg/\cos\theta - ma/\sin\theta = 0 \quad (3)$$

$$a = g\sin\theta/\cos\theta = g\tan\theta \quad (4)$$

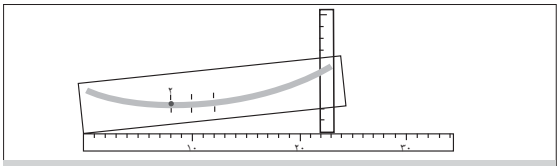
درجه‌بندی شتاب‌سنج ما در نوع خود آموزنده است. مکان گوی در وسیله‌ای تخت روی میز قرار گرفته است ـ صفر آن را معین می‌کند. بهتر است که صفر با یک ماژیک محونشدنی مشخص شود. به جای محاسبه تانژانت کمان به ازای هر نشانه برای یافتن زاویه، می‌توان آن را مستقیماً با استفاده از دو خط‌کش که یکی صاف روی میز قرار دارد (ضلع «مجاور» مثلث) و خط‌کش دیگر که عمود بر میز است (ضلع «مقابل» مثلث) به‌دست آورد. در این هنگام، لبهٔ شتاب‌سنج کج می‌شود تا وتر مثلث را تشکیل دهد (شکل ۳). ضمناً مقیاس درجه‌بندی شتاب‌سنج می‌تواند برحسب یکاهای انگلیسی یا متریک و یا هر دو



شکل ۱. شتاب‌سنج ساخت شاگردان. این وسیله با ذوب گرمایی پلاستیک به یک تکیه‌گاه چسبانده و از ٤ـ تا ٤ مایل بر ساعت بر ثانیه، درجه‌بندی شده است.



شکل ۲. نیروهای وارد بر گلولهٔ شتاب‌سنج لوله‌ای



شکل ۳. درجه‌بندی کردن شتاب‌سنج. تانژانت θ را می‌توان با قرار دادن دو خط‌کش در زوایای عمود بر هم مستقیماً و بدون محاسبه به‌دست آورد. تانژانت θ برابر با ۲/۲۲ یا ۲ مایل بر ساعت بر ثانیه نشان داده شده است.

باشد. با بلند کردن تدریجی انتهای شتاب‌سنج، می‌توان کل مقیاس را درجه‌بندی کرد. چون ...=g=۲۱/۹miles/h/s، طبیعی‌ترین و صحیح‌ترین مقیاس درجه برای یک واحد شتاب‌سنج‌مان در این مقادیر روی می‌دهد:

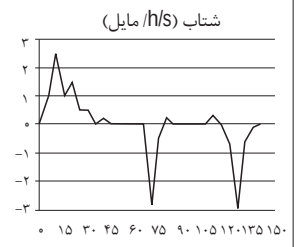
تانژانت θ برابر است با:

۱/g=۱/۲۲ برای ۱mile/h/s,۲/g=۲/۲۲ برای ۲miles/h/s...

۱/g=۱/۱۰ برای ۱m/s/s, ۲/g=۲/۱۰ برای ۲m/s/s...

۱/g=۱/۱۹ برای ۱kt/s,۲/g=۲/۱۹ برای ۲kt/s

برای به‌دست آوردن اطلاعات با این شتاب‌سنج، دست‌کم به دو نفر و یا به یک دوربین ویدئویی برای ثبت داده‌های بعدی نیاز داریم. یک نفر، ساعت را دیده‌بانی می‌کند و داده‌هایی را که دوستش بر یک بازهٔ زمانی از پیش تعیین شده، بلند می‌خواند به دقت ثبت می‌کند (تیک‌های پنج ثانیه‌ای خوب جواب می‌دهد اما دیگران می‌توانند بلندپروازتر باشند). سرانجام، اطلاعات به‌دست‌آمده را می‌توان وارد صفحهٔ گسترده کرد (نگاه کنید به شکل ٤) تا محاسبه ساده‌تر شود. برای هر بازه، تغییر سرعت را می‌توان از ضرب عددی که شتاب‌سنج نمایش می‌دهد در بازهٔ زمانی محاسبه کرد. سطح زیر نمودار شتاب، سرعت برحسب زمان است و به همین ترتیب سطح زیر نمودار سرعت نیز جابه‌جایی برحسب زمان را به‌دست می‌دهد. هرگونه انحراف از عددی که شتاب‌سنج نمایش می‌دهد یا سرعت محاسبه شده ـ که در پایان حرکت به صفر باز می‌گردند ـ به معنی وجود مسئله و مشکلی است. مسئله می‌تواند شامل تراز نبودن خود وسیلهٔ نقلیه یا مسیر و یا خطاهای مربوط به‌دست آوردن داده‌ها باشد. چند بار سفر باعث به‌دست آوردن داده‌های صحیح و کامل می‌شود. سفر در همان مسیر در جهت خلاف، به تثبیت تراز بودن راه کمک می‌کند. برای شاگردان پیشرفته‌تر، استفاده از تصحیحی متناسب با داده‌ها ـ به‌منظور صفر کردن شتاب متوسط و/ یا سرعت پایانی ـ می‌تواند مسائل را مشخص کند.



ایستگاه	تا ایستگاه میدان مرکزی کمبریج، ماساچوست		
زمان (S)	شتاب (h/s/ مایل)	سرعت (S/ مایل)	فاصله
۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
۵	۱/۰۰	۵/۰۰	۰/۰۱
۱۰	۲/۵۰	۱۷/۵۰	۰/۰۳
۱۵	۱/۰۰	۲۲/۵۰	۰/۰۶
۲۰	۱/۵۰	۳۰/۰۰	۰/۱۰
۲۵	۰/۵۰	۳۲/۵۰	۰/۱۵
۳۰	۰/۵۰	۳۵/۰۰	۰/۲۰
۳۵	۰/۰۰	۳۵/۰۰	۰/۲۵
٤۰	۰/۲۰	۳۶/۰۰	۰/۳۰
٤۵	۰/۰۰	۳۶/۰۰	۰/۳۵
۵۰	۰/۰۰	۳۶/۰۰	۰/٤۰
۵۵	۰/۰۰	۳۶/۰۰	۰/٤۵
۶۰	۰/۰۱	۳۶/۰۶	۰/۵۰
۶۵	۰/۰۰	۳۶/۰۶	۰/۵۵
۷۰	-۲/۸۵	۲۱/۷۹	۰/۵۸
۷۵	-۰/۵۰	۱۹/۲۹	۰/۶۰
۸۰	۰/۲۰	۲۰/۲۹	۰/۶۳
۸۵	۰/۰۰	۲۰/۲۹	۰/۶۶
۹۰	۰/۰۰	۲۰/۲۹	۰/۶۹
۹۵	۰/۰۰	۲۰/۲۹	۰/۷۲
۱۰۰	۰/۰۰	۲۰/۲۹	۰/۷٤
۱۰۵	۰/۰۰	۲۰/۲۹	۰/۷۷
۱۱۰	۰/۳۵	۲۲/۰۱	۰/۸۰
۱۱۵	۰/۰۰	۲۲/۰۱	۰/۸۳
۱۲۰	-۰/۷۰	۱۸/۵۱	۰/۸۶
۱۲۵	-۳/۰۰	۳/۵۱	۰/۸۶
۱۳۰	-۰/۶۰	۰/۵۱	۰/۸۷
۱۳۵	-۰/۱۰	۰/۰۱	۰/۸۷
۱٤۰	۰/۰۰	۰/۰۱	۰/۸۷
۱٤۵		۰/۰۱	۰/۸۷

شکل ٤. مثال داده‌های شتاب‌سنج. نمونهٔ داده‌ها، یک حرکت S- ۱٤۰ بین ایستگاه‌های مترو را نشان می‌دهد. اندازه سرعت مترو S/ مایل ۳۶ است. مسافت طی شده ۸۷/ مایل است.

اکثر سفرهای بین ایستگاه‌های اتوبوس یا مترو ـ شامل شتاب‌گیری نسبتاً سریع در آغاز و ترمز کردن نسبتاً شدید در نقطهٔ پایان است. رانندگان مترو اغلب، ترمزهایشان را چند ثانیه قبل از نیاز به توقف در یک ایستگاه آزمایش می‌کنند: این شتاب‌سنج را می‌توان برای اندازه‌گیری سرعت بلند شدن هواپیما و نیز طول باند مورد استفاده به‌کار برد. برخلاف رانندهٔ اتوبوس یا قطار، خلبان، ترمزهای هواپیما را پیش از شروع حرکت در باند پرواز و پس از رساندن موتورها به توان بلند شدن رها خواهد کرد؛ در نتیجه، قرائت شتاب‌سنج تا زمان اتمام «چرخش» هواپیما و ترک زمین، ثابت باقی خواهد ماند. بنابراین، محاسبه سرعت بلند شدن، ساده‌تر است. یعنی صرفاً کافی است تعداد ثانیه‌های سپری شده تا انتهای باند را در شتاب ثابت ضرب کرد (مثلاً مقدار قرائت شده ۵ مایل بر ساعت بر ثانیه به مدت ۳۰ ثانیه، سرعت بلند شدن برابر با ۱۵۰ مایل بر ساعت را می‌دهد). طول باند مورد استفاده نیز برابر با سرعت میانگین ضرب در زمان سپری شده است (برای مثال، مقدار صفر تا ۱۵۰ مایل بر ساعت، سرعت میانگین ۷۵ مایل بر ساعت را برای ۱/۱۲۰h=۳۳۰۰ft می‌دهد). خلبان‌ها سرعت را برحسب گره (٤) اندازه می‌گیرند (۱mile/h=۰/۸۷kt,۱km/h=۰/٥٤kt) می‌توان نتایج را با پرسیدن سرعت پرواز واقعی خلبان و باند استفاده شده از یکی از اعضای خدمه کنترل کرد.

البته، اتومبیلی که روی جادهٔ مسطح حرکت می‌کند هم تا وقتی که شروع به حرکت‌های سریع یا توقف‌هایی که در آن‌ها شتاب از مقدار شتاب بیشینه اندازه‌گیری شده با شتاب‌سنج تجاوز کند وجود نداشته باشد خوب جواب می‌دهد. با وجود این، کنجکاوی افراد نسبت به فعالیت شاگردان با این وسیلهٔ عجیب، به شاگردان کمک می‌کند که دریابند توانسته‌اند معلومات تخصصی به‌دست آورند و هم فرصتی است تا مهارت توصیف آنچه را که با استفاده از فیزیک برای ناوبری به شیوه فضاپیماها و زیردریایی‌ها انجام می‌دهند تمرین کنند.

پی‌نوشت‌ها

1. William U.Walton
2. BB
3. running sum
4. knote

مرجع

The Physics Teacher ـ فوریه ۲۰۱۲ ـ جلد ۵۰ ـ صص ۱۱۳ـ۱۱۲.

آموزشی

بلـــورهای مایع

صمد جعفری باراز
دبیر فیزیک آذربایجان شرقی، شهرستان عجب شیر، کارشناس ارشد فیزیک اتمی و مولکولی

چکیده

بلورهای مایع[1] مواد جالبی هستند. در تقسیم‌بندی قدیمی مواد به سه حالت مایع، گاز، جامد تقسیم‌بندی می‌شوند ولی بلورهای مایع را نمی‌توان جزء این تقسیم‌بندی قرار داد. چون حالت آن‌ها چیزی بین مایع و جامد است. این ویژگی به همراه خاصیت ناهمسانگردی به نور، این مواد را به یکی از جالب‌ترین مواد در اپتیک تبدیل کرده است.

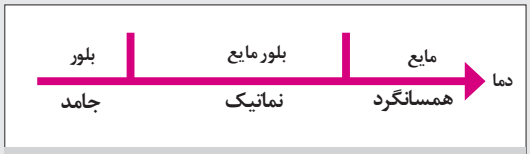
کلیدواژه‌ها: بلورهای مایع، اپتیک

مقدمه

بلورهای مایع از قرن نوزدهم موضوعی جالب برای پژوهشگران بوده‌اند. در تقسیم‌بندی قدیمی مواد به سه حالت مایع، گاز، جامد طبقه‌بندی می‌شوند ولی بلورهای مایع را نمی‌توان جزء این تقسیم‌بندی قرار داد. چون حالت آن‌ها چیزی بین مایع و جامد است. این ویژگی به همراه خاصیت ناهمسانگردی به نور، این مواد را به یکی از جالب‌ترین مواد در اپتیک تبدیل کرده است. در قرن بیستم نشان داده شد که مولکول‌های بلورهای مایع می‌توانند در اثر میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی با بسامدهای پایین باز چرخش انجام دهند. البته بعد از مدتی مشخص شد که این بازچرخش می‌تواند در اثر میدان‌های با بسامد بالا با نور لیزر نیز اتفاق بیفتد. ویژگی بازچرخش مولکولی و همچنین سایر ویژگی‌های بلورهای مایع همچون پتانسیل بالای آن‌ها برای استفاده در نمایشگرها، آن‌ها را به یکی از مواد با ارزش در صنعت و در اپتیک تبدیل کرده است. یکی دیگر از ویژگی‌های بسیار مهم بلورهای مایع در مقایسه با سایر مواد، ویژگی غیرخطی بودن آن‌هاست که می‌توان تغییراتی در ضریب شکست این مواد را در نور لیزر با توان‌های پایین حدود چند میلی وات مشاهده کرد. البته سازوکارهای مختلفی برای بازچرخش مولکولی در بلورهای مایع وجود دارد که می‌توان به سازوکارهای مکانیکی یا سازوکارهایی که از طریق گرما اشاره کرد که عامل مهم در این مورد گرادیان دماست که می‌تواند از طریق منابع مختلف همچون نور لیزر یا یک منبع گرمایی معمولی صورت گیرد. دیگر سازوکاری که باعث بازچرخش مولکولی می‌شود سازوکار هیدرودینامیکی است که آن هم از طریق منبع گرمایی صورت می‌گیرد که باعث تغییرات چگالی شاره می‌شود که این تغییرات چگالی باعث لایه‌های آن و در نتیجه باعث جریان در شاره می‌شود. برای مشاهدهٔ پدیده همرفت در شارهٔ معمولی باید آن را از طرف پایین در معرض منبع گرمایی قرار داد. ولی در بلورهای مایع نماتیک به علت ویژگی ناهمسانگردی می‌توان پدیدهٔ همرفت را با منبع گرمایی از سمت بالا نیز مشاهده کرد. از دیگر ویژگی‌های منحصربه‌فرد بلورهای مایع جفت شدگی جهت‌گیری مولکولی است که این ویژگی باعث می‌شود بر اثر جریان در آن بتوان بازچرخش مولکولی را نیز مشاهده کرد. این بازچرخش مولکولی در اپتیک غیرخطی از اهمیت فراوانی برخوردار است. بلورهای مایع به‌دلیل این ویژگی ارزشمند (بازچرخش مولکولی) در صنعت و ادوات نظامی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند.

ساختارهای بلور مایع

بلورهای مایع را اولین بار دانشمندی با نام فردریک ریتز[2] در سال ۱۸۸۸ کشف کرد. بلورهای مایع موادی هستند که دارای ویژگی‌های بین جامد و مایع‌های همسانگرد (معمولی) هستند. بستگی آن‌ها به شرایط ایجاد شده بر اثر عواملی همچون دما، نشان دهندهٔ یک حالت بین بلورهای جامد و مایع‌های همسانگرد است که در حالت مایع می‌توانند مانند یک شاره معمولی جریان پیدا کنند. (شکل ۱)



▲ شکل ۱. گذار بلور مایع به حالت‌های مختلف متناسب با تغییرات دما

ساختار مولکولی یک بلور مایع در شکل (۲) مشاهده می‌شود. R یک گروه زنجیر کناری و A، B حلقه‌های آروماتیک[3] هستند. L یک گروه مرتبط و Z یک گروه انتهایی است. ویژگی‌های هر قسمت در بلورهای مایع از گزینه‌های زیر پیروی می‌کند: زنجیر کناری: طول و نوسان‌های زنجیرکناری بر روی دمای حالت‌گذار و نوع حالت بینابینی یعنی گذار از حالت همسانگرد[4] به حالت نماتیک[5] و گذار از حالت نماتیک به جامد تأثیرگذار است.

حلقه‌های آروماتیک می‌توانند مجموعه‌ای از تری سیکلوهگزان[6]های اشباع شده، یک سیکلوهگزان یا یک فنیل[7] غیر اشباع، دوفنیل یا ترکیبی از هر دو باشد. معمولاً حلقه‌های طولانی دمای ذوب بالاتری دارند. حلقه‌های سیکلوهگزان اشباع شده شامل الکترون‌های σ خالص که شامل یک حلقهٔ شش الکترونی π و الکترون‌های مختلف σ هستند. دمای ذوب، ضریب شکست و چسبندگی[8] شکل‌های مختلف کاملاً با هم فرق دارد.

گروه‌های مرتبط: از عوامل مؤثر در دمای گذار حالت‌ها و ویژگی‌های

فیزیکی بلورهای مایع گروه‌های مرتبط می‌باشد. گروه‌های انتهایی باعث مشارکت دی‌الکتریکی ناهمسانگردی در تغییرات ولتاژ مؤثر آستانه در بعضی از وسیله‌های کلید زنی خواهد شد.

▲ شکل ۲. ساختار کلی بلور مایع

انواع بلورهای مایع

در حالت کلی می‌توان بلورهای مایع را در سه دستهٔ عمده تقسیم‌بندی کرد. این سه دستهٔ عمده عبارت‌اند از:

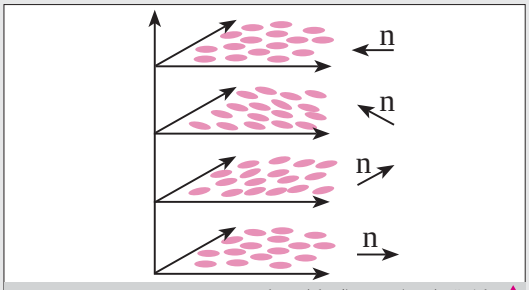
۱. چربی‌گرا[9]ها ۲. گرماگرا[10]ها ۳. بسپار[11]ها

گرماگراها همان‌طوری که از نامشان برمی‌آید بیشترین بستگی به دما را نسبت به سایر بلورهای مایع دارا هستند و متناسب با تغییرات دما ویژگی‌های جالبی را از خود نشان می‌دهند.

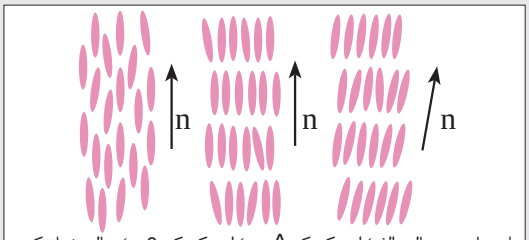
انواع آرایش مولکولی بلورهای مایع در نوع گرماگرا

حالت‌های بلور مایع گرماگرا با جهت‌گیری و چگونگی آرایش مولکول‌ها مشخص می‌شود. در حالت نماتیک مولکول‌ها دارای نظم مولکولی خاصی هستند. البته کلستریک[12]ها نیز دارای نظم مولکولی همچون نماتیک‌ها هستند با این تفاوت که آن‌ها دارای یک حالت مارپیچی هستند (شکل ۳) به همین خاطر بازچرخش در آن‌ها با سایر حالت‌های نماتیک فرق دارد. نوع دیگری از گرماگراها اسمکتیک[13]هاست. حالت اسمکتیک دارای جهت‌گیری منظم خودبه‌خودی و ساختار لایه‌ای هستند. فرم‌های مختلف اسمکتیک‌ها با حروف الفبا از A تا K نام‌گذاری شده است. آن‌ها متناسب با زاویهٔ انحراف نسبت به صفحهٔ عمود و همچنین شکل مادهٔ مورد استفاده تقسیم‌بندی می‌شوند (شکل ٤).

انواع بلور مایع در (شکل ٥) مشخص شده است. انواع بلورهای مایع با گروه متصل مرکزی و مولکول‌های سازندهٔ آن مشخص می‌شود به‌طوری که دمای گذار متناسب با طول زنجیر هیدروکربن در گروه انتهایی تغییر خواهد کرد. در این شکل مقیاس‌ها در حد ۱۰ آنگستروم هستند.

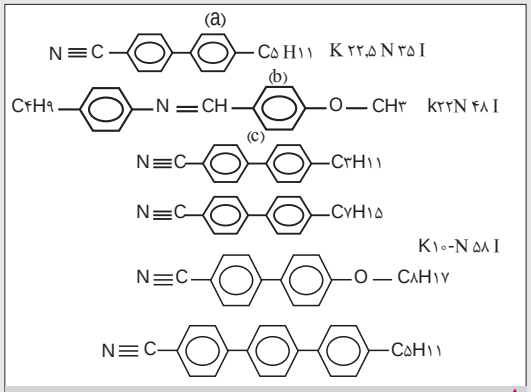


▲ شکل ۳. بلور مایع در حالت کلستریک



بلور مایع در حالت الف) اسمکتیک A ، ب) اسمکتیک C، ج) حالت نماتیک

▲ شکل ٤.



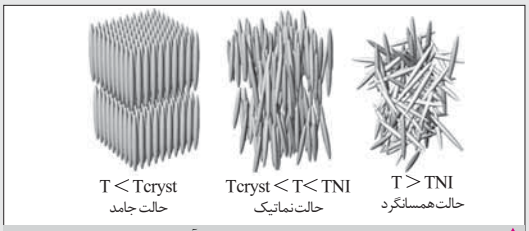
▲ شکل ٥: ساختار مولکولی بلورهای مایع (c) MBBA (b) 5CB (a) E7

حالت نماتیک

بلورهای مایع می‌تواند متناسب با دما سه حالت (جامد، نماتیک، همسانگرد) داشته باشد شکل (٦) که مولکول‌های بلورهای مایع در حالت جامد منظم هستند ولی هیچ گونه آزادی عمل ندارند و در جای خود ساکن هستند. با افزایش دما به مقدار خاص بلورهای مایع از حالت جامد به حالت نماتیک گذار می‌کند که در حالت نماتیک منظم‌ترین شکل ممکن را دارد و مولکول‌ها می‌توانند در جای خود حرکت کنند و متناسب با آرایش مولکول‌هایشان به چهار دسته عمده تقسیم می‌شوند:

۱. هومئوتروپیک[14]، ۲. سطح[15]، ۳. توئیست[16]، ٤. دورگه[17]. شکل (۷)

اگر دما دوباره افزایش یابد و از محدودهٔ دمای نماتیک بگذرد بلورهای مایع از حالت نماتیک به حالت همسانگرد گذار خواهد کرد که در این حالت مولکول‌ها هیچ جهت‌گیری خاصی ندارد و همچون یک شارهٔ معمولی عمل می‌کند.



▲ شکل ٦. گذار بلور مایع به حالت‌های مختلف و آرایش مولکولی متناسب

▲ شکل ۷. از راست به چپ حالت توئیست، حالت دورگه، حالت مسطح، حالت هومئوتروپیک

نتیجه‌گیری

بلورهای مایع در تقسیم‌بندی قدیمی مواد به سه حالت مایع، گاز، جامد تقسیم‌بندی نمی‌شوند چون حالت آن‌ها چیزی بین مایع و جامد است. این ویژگی بلور مایع را به یکی از جالب‌ترین مواد در اپتیک تبدیل کرده است. بلورهای مایع دارای رفتار مکانیکی مایعات و رفتار اپتیکی بلورها هستند و به علت کاربرد روزافزون در انواع نمایشگرها، حسگرها، صنایع دارویی و... امروزه مورد توجه بسیاری از پژوهشگران قرار دارند.

پی‌نوشت‌ها

1. Liquid crystal
2. Fredric rieders
3. Aromatic
4. Isotropic
5. Nematic
6. Cyclohexane
7. Phenyl
8. Viscosity
9. Lyotropic
10. Thermotropic
11. Polymeric
12. Cholesteric
13. Smectic
14. Homeotropic
15. Planar
16. Taoist
17. Hybrid

مرجع

1. Iam- Chon Kho, Liquid Crystals, John Weily & Sons Inc, 2nd ed. (2007).

جایگاه فیزیک در تمدن مصر

فرحناز کیانی
دانشجوی دوره دکترای دانشگاه شیراز

چکیده

هدف این مقاله یافتن سرچشمه‌های فیزیک در مصر به‌عنوان یکی از تمدن‌های مهم باستانی است. داده‌های مورد نیاز با استفاده از مطالعات نظری و مرور مطالعات انجام گرفته از طریق فیش‌برداری کتابخانه‌ای جمع‌آوری و بررسی به روش تحلیلی- توصیفی انجام شده است.

کلیدواژه‌ها: تاریخ علم، تاریخ علم فیزیک، تمدن مصر.

۱. مقدمه

مطالعهٔ تاریخ علم با وجود گستردگی و بی‌کرانگی آن، مدخل مناسبی برای پژوهشگران در همهٔ عرصه‌های علمی است، تا آنان بتوانند در یک نگاه کلی و فراگیر در روند تحولات و چگونگی سیر ترقی در هر حوزه‌ای از علم به شناختی هرچه جامع‌تر دست یابند. در دوران پساکوهن تحت تأثیر پژوهش‌های توماس کوهن[1] فیزیک‌دان و مورخ علم، موضوع‌های مورد مطالعهٔ تاریخ علم، تأثیر عوامل گوناگون سیاسی، اجتماعی، اقتصادی و فنی در دوره‌های مختلف پیشرفت اجتماعی و تکوین علوم، معرفی می‌شود [۱]. روسو [۲][2] معتقد است که علم، بدون توجه به نتایج فنی آن یک نمود اجتماعی است که همچون هنر، ادبیات، حقوق و مذهب از بیخ و بن با اوضاع سیاسی، اجتماعی و اقتصادی از یک طرف و با افکار و اهداف دوره‌های مختلف تمدن بشری از طرف دیگر ارتباط دارد. به عقیدهٔ او مراحل تاریخ علم که با ادوار متفاوت تمدن بشری ارتباط دارد، جزء جدایی‌ناپذیر آن هستند و همراه با آن تکامل پیدا می‌کنند، اما یافتن سرآغازی برای علوم کار ساده‌ای نیست، زیرا از دورانی که علم به گردآوری دانستنی‌ها محدود می‌شد تا مراحل پیشرفتهٔ دیگر، فعّالیّت‌های علمی یا براساس کنجکاوی و علاقهٔ صرف انسان و یا نیازهای روزمرهٔ زندگی او انجام می‌پذیرفت. روشن است این عوامل (کنجکاوی، علاقه و نیازهای روزمره) نمی‌توانند مبدأ خاصی داشته باشند. نکته دیگر اینکه دانش انسان در علوم زیستی در دوران اولیه به دلیل وجود تنوع زیاد جانوران و گیاهان نمی‌توانست، به سرعت شکل یک علم را به خود بگیرد. این تنوع نه‌تنها در حوزهٔ گونه‌های مختلف وجود داشت، بلکه در یک گونه هم تنوع زیادی مشاهده می‌شد. با وجود این وضع در قلمرو فیزیک متفاوت بود، در این حوزهٔ علم ساده‌تر می‌شد علت و معلول را دریافت و به یک فکر بنیادی رسید که در موارد بسیار متنوعی صدق کند. بنابراین منطقی به‌نظر می‌رسد که به‌دنبال سرچشمه‌های علم فیزیک در تمدن‌های بشری باشیم. یکی از این تمدن‌های مهم، تمدن مصر باستان است.

۲. بیان مسئله

برخی منابع معتبر تاریخ علم مانند برنال[4] [۳]، دامپیر [۴][5] (۱۳۷۱) و سالوین [۵] (Salvin,۱۹۹۴) منشأ علم فیزیک را در یونان باستان می‌دانند. و نیز علی‌عبدالله دفاع [۶]. میراث یونان را منشأ علم عربی می‌داند و مرائی [۷]. در پژوهشی نتیجه می‌گیرد که منبع عمدهٔ دیدگاه دانشمندان مسلمان، در نظریه‌های نورشناسی، آرای یونانیان بوده است. این در حالی است که فروغی معتقد است تمدنی که امروز به دستیاری اروپاییان در جهان برتری یافته بی‌گمان دنبالهٔ آن است که یونانی‌های قدیم بنیاد نهادند و آن‌ها خود مبانی و اصول آن را از ملل باستانی مشرق زمین یعنی مصر و سوریه و کلده و ایران و هندوستان دریافت کردند [۸]. به اعتقاد سارتن[6] [۹]، شکی نیست تالس و فیثاغورس ناقلان اصلی معارف بابلی و مصری به یونان بودند. می‌گویند قضیه فیثاغورس در هندسه را نخسین‌بار مصریان در رابطه با طغیان‌های رود نیل و مساحی دوبارهٔ زمین‌های کرانهٔ این رود کشف کردند؛ اما در یونان است که این قضیه و کل هندسه و ریاضیات، انتزاعی و زایا می‌شود [۱۰]. رنان [۱۱] سرچشمه‌های علم اولیه را در تمدن‌های مصر، بین‌النهرین، آمریکای میانه، آمریکای جنوبی و اروپای غربی می‌داند. او معتقد است چراغ علم نخستین‌بار قریب ده‌هزارسال پیش یا زودتر در خاورمیانه سوسو زد. با وجود تأکید مورخان علم بر نقش خاورمیانه در پیدایش و توسعهٔ علم اما در منابع در دسترس توصیف روشنی از جایگاه فیزیک در تمدن مصر وجود ندارد بنابراین مسئله این بررسی جایگاه فیزیک در تمدن مصر است که تاکنون به آن پرداخته نشده است.

۳. پرسش مورد بررسی

با توجه به اینکه براساس یافته‌های پژوهشی [۱۲]. آموزش تاریخ فیزیک تأثیری مثبت بر دانش و نگرش دانش‌آموزان دارد؛ آشنایی با سرچشمه‌های علم فیزیک به‌عنوان یک علم بنیادی مهم و ضروری می‌باشد. در همین باره این سؤال قابل طرح است که براساس مطالعات موجود در تاریخ علم جایگاه فیزیک در تمدن مصر باستان چگونه است؟

۴. روش بررسی

در نوشتار حاضر جایگاه فیزیک در تمدن مصر بر مبنای مطالعات مورخان علم، به روش توصیفی- تحلیلی مورد بررسی قرار گرفت و یافته‌ها براساس مؤلفه‌های تعریف امروزی علم فیزیک ارائه گردید.

۵. مصر

مصر یکی از پرجمعیت‌ترین کشورهای آفریقایی و خاورمیانه است و اکثر جمعیت آن در کنار رود نیل زندگی می‌کنند.

کرانه‌های رود نیل منطقه‌ای است که ۴۰ هزار کیلومتر مربع یعنی حدود یک بیست‌وپنجم این کشور و تنها زمین‌های بارور آن را تشکیل می‌دهد. بخش عمدهٔ این کشور که در مجموع ۱ میلیون کیلومتر مربع

وسعت دارد، از بیابان تشکیل شـده و جمعیت پراکنده‌ای را در خود جای داده است.

شکل شماره۱: نقشه مصر کنونی

تمدن در منطقه کنونی مصر که در کناره رود نیل شکل گرفته در زمره کهن‌ترین تمدن‌ها به‌شـمار می‌آید که به چهارهزار سال پیش از میلاد مربوط می‌شـود. مصر باستان سـرزمین فراعنه و دارای آثار تاریخی برجسته‌ای چون اهرام سه‌گانه و نیایشگاه بزرگ از آن دوران است. این سرزمین در اسطوره‌های سامی محل برآمدن پیامبرانی مانند یوسف و موسی است.

۶. فیزیک در تمدن مصر

تمدن در مصر را می‌توان در فاصلهٔ سه الی چهار هزار سال پیش از میلاد جست‌وجو کرد. زمانی که فرهنگ نئولیتیک یا عصر نوسنگی در مصر پا گرفت و نخستین شهرها و دولت‌های سامان‌دار پدید آمد. وجود تمدنی کهن در مصر، دلالت بر ترویج علم فن دارد. در نتیجه مطالعهٔ تاریخ علوم مرتبط با فناوری نظیر علم‌فیزیک، در این سرزمین جایگاهی خاص می‌یابـد. از نظر رنـان [۱۱] مصریان اساساً ملتی اهل عمل بودند و بیشـتر بـه نتایـج مؤثر توجه داشـته‌اند تـا فلسـفه‌بافی پیرامـون اصول اولیهٔ‌مربوطه.

شکل شماره۲: نقشه مصر باستان

۶-۱. تأثیر عوامل جغرافیایی و منابع طبیعی مصر بر پیدایش علم فیزیک

مصر به‌عنوان یکی از تمدن‌های اولیه در سـرزمینی در اطراف رود نیل به‌وجود آمد، و در مطالعات جغرافیایی آن را با جزیره‌ای مقایسه کرده‌اند که از شمال به دریا و از جهات دیگر به بیابان محدود می‌شد، موقعیت جغرافیایی مصر یکی از عوامل پیدایش سرچشمه‌های علم در این سرزمین است.

از نظـر برنال [۳] دوره‌های اولیـهٔ تاریخ علم، همان تاریخ پیدایش تقویم است. ایجاد تقویم مستلزم احاطه بر حرکت‌های اجرام سماوی

شکل شماره۳: نقشه طبیعی مصر

بود، و این دانش فوق‌العاده مهم محسـوب می‌شـد. در مجاورت رود نیل بودن، فرصت مناسـبی برای مصریان بـود، تا پیش از دیگران به امر ایجاد تقویم توجه کنند، و در نتیجه در پیدایش علم سهیم باشند. چون طغیان نیل یک رویداد منظم همه ساله بود، اما جریان آب سایر رودخانه‌ها به‌شدت غیرقابل پیش‌بینی بود، از طرف دیگر در مصر یک جریان مداوم حاصل از باران‌های استوایی مناطق جنگلی و یک طغیان رودخانه ضرورت اساسی داشت، و بر همین اساس نیل‌سنج‌هایی برای تعیین ارتفاع آب رودخانه و در نتیجه اعلام وقوع سـیل ساخته شد. به‌دنبال آن با تعیین کاشت و برداشت محصول و مهم‌تر از همه، کسب اطمینان از وضع آب و هوا، کشاورزی در مصر سازمان یافت.

باستان‌شناسان نمونه‌ای از آینه فلزی که مصری‌ها در حدود چهارهزار سال پیش به‌کار می‌برده‌اند در دره رود نیل از زیر خاک بیرون آورده‌اند این کشـف نشان می‌دهد که معماهای نور و ویژگی‌های آن در طول تاریخ فیزیک‌دانان را مجذوب خود کرده است [۱۳].

اثبات نظریهٔ گرد بودن زمین و کشـف حرکت وضعی آن (شناخت زمین به‌عنوان کرهٔ توپری که به دور خود می‌چرخد) در مصر آسان‌تر از بقیهٔ نقاط امکان‌پذیر می‌شـد، چون مصر در ۳۰ درجه جغرافیایی قرار دارد. این موقعیت جغرافیایی نیز عامل دیگری در پیشرفت یکی از شاخه‌های فیزیک تحت عنوان نجوم در مصر بود. «مصریان باستان توجه اندکی به حرکات سـیارات داشتند و از ستاره‌شناسی تنها برای تعیین زمان استفاده می‌کردند» [۱۴].

اقدام به نوشـتن در هر دوره‌ای از نشانه‌های ظهور علم در آن دوره اسـت. از مصریان باستان هم نوشته‌هایی با قدمت ۳۵۰۰ (ق‌م)، روی پاپیروس به‌جای مانده است. پاپیروس ماده مناسبی برای نوشتن بود که با توجه به موقعیت آب و هوایی، در مرداب‌های مصر به وفور یافت می‌شد. وجود معدن سنگ در درهٔ نیل عامل طبیعی دیگر در پیدایش و توسعهٔ علم بود، که این‌بار در زمینهٔ ساختمان‌سازی به‌کار می‌رفت. از این‌رو ساختن بناهای عظیم در مصر خیلی زود آغاز شد، به‌طوری‌که مصریان با فناوری و خلاقیّت خاص خود، بناهایی(اهرامی) مشتمل بر ۲۳۰۰۰۰۰ تخته سنگ و هر یک به وزن دو و نیم تن ساختند. روشن اسـت که احداث بناهای عظیم با این ویژگی‌ها مستلزم کاربرد اصول و قوانین تعادل در استاتیک (از شاخه‌های مکانیک) است. در این‌باره رنان[۱۱] معتقد است، قابلیت مصریان در ساختن بناها و مجسمه‌های عظیم به خودی خود علم نیست. اصولی رایج بوده است که امروزه آن را مکانیک می‌نامند، گرچه به‌نظر می‌رسد که هیچ مجموعهٔ بنیادینی از دانش‌ها یا نظریات علمی وجود نداشـته است، که سازندگان بناها بتواننـد به آن رجوع کنند. مهارت سـاختمانی آن‌ها متکی بر تجربهٔ عملی قابل اطمینان و نیز شم مهندسی ساختمانی بود.

۶-۲. تأثیر عوامل سیاسی و اداری مصر باستان بر پیدایش علم فیزیک

نظام حکومتی مصر در هزارهٔ چهارم پیش از میلاد پادشاهی متحدی شد و دستگاه اداری بزرگ و کارآمدی داشت که این نظام برای مدیریت و هماهنگی، اوزان و مقادیر اندازه‌ها را یکنواخت کرد، و این آغاز توجه به امر اندازه‌گیری است که در تعاریف از آن به‌عنوان اساس علم فیزیک یاد می‌شود. زمان از مفاهیم اصلی فیزیک است که مصریان پیش از هر ملت اولیهٔ دیگری به دلیل وجود دستگاه اداری بزرگ و گرفتن مالیات در موقع مقتضی به محاسبهٔ آن پرداختند، رنان [۱۱] معتقد است مصری‌ها نخستین قومی بودند که شبانه‌روز را به دو دورهٔ دوازده‌ساعته تقسیم کردند، و برای ساعت‌ها طول مساوی در نظر گرفتند و همچنین به وسیله‌ای برای اندازه‌گیری زمان توجه کافی داشتند. ابتدا مدت روز را با ساعت‌های آفتابی اندازه می‌گرفتند و سپس ساعت‌های آبی را با دقت بیشتری ساختند.

مصریان به اخترشناسی توجه داشتند اما بی‌علاقگی آنان به تفکر فلسفی و تمایل‌شان به فعالیت‌های عملی را می‌توان در اخترشناسی هم مشاهده کرد، زیرا اخترشناسی برای مصریان مبنای ضروری و سودمندی به منظور نگه داشتن وقت بود. مصریان همچنین در بسیاری از فنون و صنایع استاد بودند و هر استاد و صنعت‌گری باید نکته‌های اولیه‌ای را از زمین‌شناسی و فیزیک و شیمی می‌دانست.

▲شکل شماره ٤: نقشه سیاسی مصر

۷. یافته‌ها

براساس مبانی نظری که مورخان علم دربارهٔ عوامل مؤثر بر سیر تحول تاریخ علم به‌طور عام طرح کرده‌اند و با توجه به اینکه فیزیک امروز به‌عنوان اساس پیشرفت فناوری محسوب می‌شود و از طرفی دیگر اساس آن بر مبنای اندازه‌گیری است و در تقسیم‌بندی امروزی علوم موضوع‌هایی از جمله مکانیک، نجوم، نورشناسی و ... جزء شاخه‌های این علم قرار دارد بنابراین می‌توان جایگاه فیزیک در تمدن‌های اولیه را مطابق جداول ذیل خلاصه کرد: جدول شماره ۱ آثار علم فیزیک را در تمدن مصر نشان می‌دهد. این جدول شامل مواردی است که باعث بروز علم فیزیک در مصر گردید.

جدول شماره ۲ عوامل مؤثر بر پیدایش و توسعهٔ علم فیزیک را در تمدن مصر نشان می‌دهد. براساس اطلاعات موجود در این جدول، عوامل شامل جنبه‌های مختلف جغرافیایی، طبیعی، اقتصادی، سیاسی و اداری است.

۸. نتیجه‌گیری

سیر تحول فیزیک در تمدن مصر را می‌توان در وسایل رفع نیازها و وسیله‌های زندگی جست‌وجو کرد. علاوه بر این نگرش‌ها و باورهای مردم از طرفی فعالیت‌های اقتصادی از طرف دیگر عوامل مؤثر در توجه به شاخه‌های فیزیک از جمله اخترشناسی است. علاوه بر این فیزیک در سرزمین مصر به دلیل وجود منابع طبیعی مناسب از قبیل معادن سنگ، رودهای نیل، دجله و فرات، وجود امکانات طبیعی برای نوشتن و .... رشد داشته است. دستگاه اداری بزرگ مرتبط با نظام حکومتی آن کشور عامل بسیار مؤثری در پایه‌گذاری مفاهیم اندازه‌گیری که اساس علم فیزیک است، به‌شمار می‌رود. به‌طور کلی پیدایش و پیشرفت فیزیک در مصر با عوامل و شرایط حکومتی، اقتصادی، طبیعی و اجتماعی مرتبط است که این با دیدگاه‌های مورخان علم ازجمله توماس کوهن و پیر روسو مطابقت دارد.

جدول شماره ۱: آثار فیزیک در تمدن مصر

شاخه‌های فیزیک اندازه‌گیری تکنولوژی	زیر مقوله‌ها یکنواخت کردن اوزان و مقادیر و اندازه‌ها (توجه به علم اندازه‌گیری اساس علم فیزیک)، تعیین وسیله اندازه‌گیری برای زمان (ساعت‌های آفتابی و آبی)، تقسیم شبانه‌روز به دو بخش دوازده ساعتی (مصریان نخستین قوم در انجام این فعالیت هستند). ساخت نیل‌سنج (وسیله‌ی تعیین ارتفاع رود نیل)
مکانیک	احداث بناهای عظیم اهرام‌ها با استفاده از اصول و قوانین تعادل در استاتیک
هواشناسی	تعیین وضعیت هوا با استفاده از وسایل مناسب
اپتیک (نورشناسی)	ساخت آینه‌های فلزی
نجوم	اثبات گرد بودن زمین، احاطه بر حرکات اجرام سماوی و ایجاد تقویم
پرداختن به مفاهیم فیزیک	آشنایی اساتید صنایع با علم فیزیک به‌عنوان یک ضرورت، توجه به زمان

جدول شماره۲: عوامل مؤثر بر پیدایش و توسعه ی علم فیزیک در تمدن مصر

نام تمدن	عوامل جغرافیایی و منابع طبیعی و اقتصادی	تاثیرعوامل سیاسی و اداری
مصر	é پیدایش تقویم به دلیل در مجاورت رود نیل بودن و طغیان منظم همه سالهٔ آن(رودنیل) é اختراع نیل سنج برای پیش بینی وقوع سیل é اقدام به کتابت به‌دلیل وفور مادهٔ پاپیروس و در نتیجه پیدایش علم بطورکلی é پیدایش و پیشرفت هواشناسی به منظور تعیین زمان کاشت و برداشت محصول و مهم تر از همه، کسب اطمینان از وضع آب و هوا در کشاورزی é شناخت زمین و اثبات گرد بودن زمین به دلیل قرار داشتن زمین در مصر در عرض ۳۰ درجه جغرافیایی é پیشرفت مکانیک (شاخه ای از فیزیک) با کاربرد اصول تعادل و استاتیک در ساختن بناهای عظیم (مانند اهرام) به دلیل وجود معادن سنگ	é آغاز توجه به امر اندازه گیری به عنوان اساس علم فیزیک و هماهنگ کردن اوزان و مقادیر به دلیل وجود دستگاه اداری بزرگ و کارآمد و ضرورت مدیریت هماهنگ é توجه به زمان به عنوان یکی از مفاهیم اصلی فیزیک به دلیل وجود دستگاه اداری بزرگ و محاسبه ی آن به منظور گرفتن مالیات در موقع مقتضی

پی‌نوشت‌ها

1. Kuhn
2. Pierre Rousseau
3. Bernal
4. Dampier
5. Sarton

منابع

[۱]. کوهن، توماس (۱۳۸۳). **ساختار انقلاب‌های علمی جهان**. ترجمه: عباس طاهری. تهران:نشر قطره

[۲]. روسو، پیر (۱۳۷۸). **تاریخ علوم**. ترجمه: حسن صفاری. تهران: انتشارات امیرکبیر.

[۳]. برنال، ج.د. (۱۳۷۲). **فیزیک در تاریخ**. ترجمه: علی معصومی. تهران:انتشارات فرهنگان.

[٤]. دامپی یر، ویلیام سیسیل (۱۳۷۱). **تاریخ علم**. ترجمه: عبدالحسین آذرنگ. تهران:انتشارات سمت

[5]. Salvin, A.J. (1994). A Brief History and Philosophy of Physics. Department of Physis. Trent University. www.trentu.ca.

[٦]. علی عبدالله دفاع و جلال شوقی (۱۳۸۲). **مشاهیر فیزیک در تمدن اسلامی**. ترجمه: رضا محمدزاده. تهران:انتشارات پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی.

[۷]. مرائی، محسن (۱۳۸۹). **سرآغاز دانش رنگ‌شناسی در تمدن اسلامی**. مجله‌ی تاریخ علم شماره ۹، ص ۱۹

[۸]. فروغی، محمدعلی (۱۳۸۳). **سیر حکمت در اروپا**. تهران: انتشارات هرمس.

[۹]. سارتن، جورج (۱۳۸۳). **مقدمه‌ای بر تاریخ علم**. جلد اول. ترجمه: غلامحسین صدری افشار. تهران: انتشارات علمی و فرهنگی

[۱۰]. **تاریخ علم و فناوری در ایران** (۱۳۸۷). ماهنامه کتاب ماه و جغرافیا. مهرماه. ص ۳٦.

[۱۱]. رنان، کارلین ارنست (۱۳۸٤). **تاریخ علم و کمبریج**. ترجمه: حسن افشار. تهران: نشر مرکز.

[۱۲]. محبوبی، خدیجه و منصور وصالی و مهدی سعادت (۱۳۹۰). **بررسی تأثیر آموزش تاریخ فیزیک بر دانش و نگرش شاگردان دختر**. فصلنامه نوآوری‌های آموزشی. شماره ۳۷. سال نهم. ص ۵۳.

[۱۳]. سایت هوپا (۱۳۸۸). www.hupaa.com

[۱٤]. جوادی، حسین و افسانه جوادی (۱۳۸٦). **فیزیک از آغاز تا امروز**. تهران: انتشارات اتا

ترجمهٔ احمد توحیدی

آنچه می‌بینید، نمی‌یابید*

▲ شکل ۱. این شخص مشغول عکسبرداری یکی از نقاشی‌های معروف جورج سورا است. او شیوه استفاده از نقاط ریز رنگی در تصاویر را پایه‌گذاری کرد. در شکل آنچه شخص پس از ظهور فیلم می‌بیند دیده می‌شود.

جورج سورا، هنرمند پساامپرسیونیست فرانسوی شیوه‌ای را در نقاشی پایه‌گذاری کرد که در آن نقاط رنگی چنان روی بوم نقاشی نزدیک به هم قرار می‌گیرند که از فاصلهٔ بسیار دور نمی‌توان آن‌ها را جدا از هم تشخیص داد، و تصویرها در عکس جلوه‌ای بسیار واقعی به خود می‌گیرند.

شکل ۱. شخصی را در موزه هنر نشان می‌دهد که به یکی از نقاشی‌های سورا نگاه می‌کند. فرض کنید این شخص نزدیک نقاشی بایستد، سپس آن‌قدر رو به عقب برود که نقاط در چشمانش تشخیص‌ناپذیر شوند، در این مکان از نقاشی عکس می‌گیرد. وقتی به خانه می‌رسد، فیلم را ظاهر می‌کند، اما در عکس نقاط جدا از هم بزرگ شده‌ای را می‌بیند. چرا دوربین عکاسی می‌تواند نقاط را از هم تفکیک کند، در حالی‌که چشمان شخص نمی‌تواند؟ فرض کنید پرتوهای نور از مردمک‌ها وارد چشمان شخص شوند و قطر هر یک از آن‌ها ۲/۵mm و ضریب شکست متوسط مواد موجود در چشم ۱/۳۶ باشد. افزون بر این، فرض کنید پرتوهای نور از دریچه یا روزنه‌ای به قطر ۲۵mm وارد دوربین شوند.

برای پاسخ به این پرسش به معیار ریلی برای تفکیک دو شیء نقطه‌ای یعنی رابطهٔ $\theta_{min} = ۱/۲۲\frac{\lambda}{D}$ توجه می‌کنیم. در آن θ_{min} حداقل فاصلهٔ زاویه‌ای است که می‌توان به ازای آن دو منبع نور نقطه‌ای را از هم تفکیک کرد، D قطر روزنه دایره‌ای، و λ طول موج نور. فعلاً، طول موج λ را نادیده می‌گیریم و نظر خود را روی قطر روزنه D که پرتوهای نور از آن وارد ابزار می‌شوند متمرکز می‌کنیم. بنا به معیار ریلی، هرچه مقدار D بزرگ‌تر باشد مقدار θ_{min} کوچک‌تر است، بنابراین ابزار اپتیکی (نوری) هنوز می‌تواند از فاصله دورتری نقاط را از هم تفکیک کند. به عبارت دیگر، هرچه مقدار D بزرگ‌تر شود، توان تفکیک هم بیشتر می‌شود.

اگر قطر چشم و روزنهٔ دوربین عکاسی به ترتیب D=۲/۵mm (چشم) و D=۲۵mm (دوربین) باشد، پس قطر دوربین ۱۰ مرتبه بزرگ‌تر از قطر چشم است. بنابراین، در فاصله‌ای که چشم توانایی تفکیک هر یک از نقاط را در نقاشی از دست می‌دهد، دوربین به آسانی می‌تواند آن‌ها را از هم تفکیک کند.

نتیجه به‌دست آمده قطعی نیست. زیرا هنوز اثر طول موج λ لحاظ نشده است. هرچه مقدار λ کوچک‌تر شود مقدار $\theta_{min} = ۱/۲۲\frac{\lambda}{D}$ کوچک‌تر می‌شود. برای چشم، طول موج به داخل چشم مربوط می‌شود. زیرا در داخل چشم پراش روی می‌دهد و توان تفکیک آن را محدود می‌کند. بنا به معادله $\lambda' = \frac{\lambda}{n}$ طول موج داخل چشم $\lambda = \frac{\lambda \text{ خلأ}}{n}$ چشم و n ضریب شکست مواد داخل چشم و برای دوربین عکاسی، طول موج به سادگی (خلأ) λ=λ است. چون ضریب شکست چشم ۱/۳۶ است، بنابراین طول موج نور در داخل چشم با ضریب ۱/۳۶ کوچک‌تر از طول موج نور برای دوربین عکاسی می‌شود. عامل ۱/۳۶ به اندازه کافی نمی‌تواند بر ضریب ۱۰ که مربوط به افزایش قطر روزنهٔ دوربین عکاسی نسبت به قطر مردمک است، برتری پیدا کند. بنابراین، دوربین عکاسی به‌طور موفقیت‌آمیزی نقاط نقاشی را از هم تفکیک می‌کند. در حالی‌که چشم نمی‌تواند، زیرا دوربین، نور را با استفاده از روزنه بزرگ‌تری جمع‌آوری می‌کند.

پی‌نوشت

* What you see is not what you get.

مرجع

Cutnell and Johnson, Physics, Fourth Edition.

Roshd
فیزیک
114
Physics Education Journal

IN THE NAME OF ALLAH

- The need for Continuous review of education system / 2
- Dynamical interpretation of education medium/ J. Riazi / 3
- Mass reduction in Space/ M.Rouhnavaz / 6
- Nobel Prize in Physics 2015/ M.Rahbar / 8
- Danger of Rudhen Streets in winter/ H.Sarparast etal / 10
- The effect of active methods of education in creativity of students/ P. Bahrami Chegini / 14
- Determination of blind spot and Earth redius by ruler/ H.Noori / 19
- Identification of learning barriers of physics 3/ F.Safi Aghdam / 22
- The applications of nuclear technology/ R. Zad Fat hollah / 26
- Physics exams that promote collaborative learning / Carl E. Wieman etal / 30
- A Critcism of Students misconceptions about Free Fall / M. Saberi / 32
- Education design based on scientific skills/ A. Seid Fadai / 34
- Physics frontrier / M. Rahbar / 42
-Evidence - based programming / H. Hoseini / 46
- Counterelectromotive force and Lenz's Law/ H. Etehad Mehrabad / 49
- All live with physics / F. Ebrahimi Badi / 50
- Tree Leaf Shadow to the Sun' s density / A. James Mallmann / 54
- Inertial navigation: A bridge between kinematics and Calculus / philip F. Sodler et al / 56
- Liqzuid crystals / S.Jafari Baraz / 58
- The role of physics in Egypt civilization / F. kiani / 60
- What you see is not what you get / A. Tohidi / 63

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

Managing Editor: Mohammad Naseri
Editor-in-Chief: Manijeh Rahbar
Executive Director: Ahmad Ahmadi
Graphic Designer: Navid Andarodi
Editorial Board: Ahmad Ahmadi, Rouhollah Khalili, Azita Seid Fadai, Hojat Alhagh Hoseini, Esfandyar Motamedi, Manijeh Rahbar

www.roshdmag.ir
Physics@roshdmag.ir
ISSN: 1606-917x
SMS: 3000899502
P.O. Box: 15875/6585
Department of Physcis, Tehran-Iran

Physics Education Journal
Vol.31- No.114- 2016

رشد آموزش فیزیک

نحوهٔ اشتراک:
پس از واریز مبلغ اشتراک به شماره حساب ۳۹۶۶۲۰۰۰ بانک تجارت، شمارهٔ سپرده آزمایش کد ۳۹۵ در وجه شرکت افست به دو روش زیر، مشترک مجله شوید:
۱. مراجعه به وبگاه مجلات رشد به نشانی www.roshdmag.ir و تکمیل برگ اشتراک به همراه ثبت مشخصات فیش واریزی.
۲. ارسال اصل فیش بانکی به همراه برگ تکمیل شدهٔ اشتراک با پست سفارشی یا از طریق دورنگار به شمارهٔ ۷۷۳۳۱۹۶۲ لطفاً کپی فیش را نزد خود نگه دارید.

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

■ نشانی: تهران، صندوق پستی امور مشترکین: ۱۶۵۹۵/۱۱۱
■ تلفن امور مشترکین: ۱۴-۷۷۳۳۶۵۶ / ۷۷۳۳۵۱۱۰-۰۲۱
■ هزینهٔ اشتراک سالانه مجلات عمومی (هشت شماره): ۳۵۰/۰۰۰ ریال
■ هزینهٔ اشتراک سالانه مجلات تخصصی (سه شماره): ۲۰۰/۰۰۰ ریال

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

با مجله‌های رشد آشنا شوید

مجله‌های دانش‌آموزی
به صورت ماهنامه و نُه شماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شوند:
- رشد کودک — برای دانش‌آموزان آمادگی و پایهٔ اول دورهٔ آموزش ابتدایی
- رشد نوآموز — برای دانش‌آموزان پایه‌های دوم و سوم دورهٔ آموزش ابتدایی
- رشد دانش‌آموز — برای دانش‌آموزان پایه‌های چهارم، پنجم و ششم دورهٔ آموزش ابتدایی

مجله‌های دانش‌آموزی
به صورت ماهنامه و هشت شماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شوند:
- رشد نوجوان — برای دانش‌آموزان دورهٔ آموزش متوسطهٔ اول
- رشد برهان — برای دانش‌آموزان دورهٔ آموزش متوسطهٔ اول
- رشد جوان — برای دانش‌آموزان دورهٔ آموزش متوسطهٔ دوم
- رشد برهان — برای دانش‌آموزان دورهٔ آموزش متوسطهٔ دوم

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

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

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

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