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

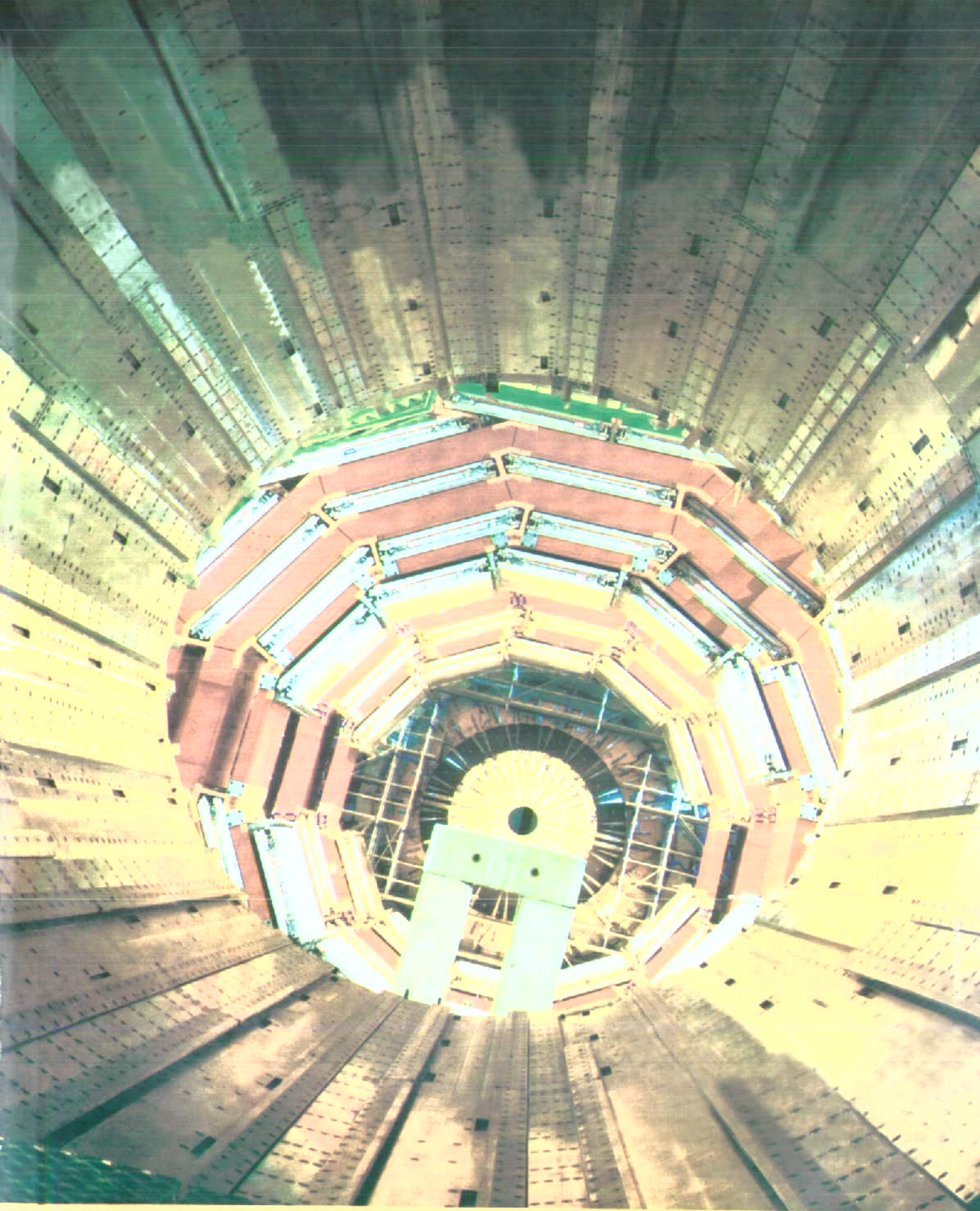
رشد آموزش فیزیک ۸۵

www.roshdmag.ir
ISSN 1606-917X

آموزشی، تحلیلی، اطلاع رسانی

دوره‌ی بیست و چهارم، شماره‌ی ۲، زمستان ۱۳۸۷، بها ۴۰۰۰ ریال

- کاربرد IT در آموزش فیزیک
- خورشیدگرفتگی بدون حضور ماه
- تحلیل گامای آنی با روش فعال‌سازی نوترونی (PGNAA)



آشکارساز ۱۲۵۰۰ تنی CMS که در اطراف یک آهنربای سیملوله‌ای عظیم ساخته شده است و میدانی برابر ۴ تسلا تولید می کند که ۱۰۰۰۰۰ برابر میدان مغناطیسی زمین است . آهن به کار رفته در این آشکارساز بیشتر از مقدار آهن موجود در برج ایفل است . این آشکارساز انرژی الکترون‌ها و فوتون‌های پرانرژی تولیدشده در LHC را اندازه خواهد گرفت .

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

دوره‌ی بیست وچهارم، شماره‌ی ۲، زمستان ۱۳۸۷

www.roshdmag.ir

ISSN : 1606-917X

شمارگان : ۱۵۰۰۰ نسخه
چاپ: شرکت افست (سهامی عام)
تلفن امور مشترکین : ۸۸۸۳۹۱۸۶
تلفن دفتر مجله : ۹-۸۸۸۳۱۱۶۱ داخلی : ۲۷۱
نشانی دفتر مجله : تهران، صندوق پستی ۱۵۸۷۵/۶۵۸۵
صندوق پستی امور مشترکان : ۳۳۳۱ - ۱۵۸۷۵
پیام‌گیر نشریات رشد : ۸۸۳۰۱۴۸۲-۸۸۸۳۹۲۳۲
مدیر مسئول : ۱۰۲
دفتر مجله : ۱۱۳
امور مشترکین : ۱۱۴

رشد آموزش فیزیک ۸۵

آموزشی، تحلیلی، اطلاع رسانی

تصویر روی جلد؛
تصویری از یک سیاه‌چاله‌ی فرضی در کهکشان راه شیری

مدیر مسئول: علیرضا حاجیان‌زاده
سردبیر: دکتر منیژه رهبر
مدیر داخلی: احمد احمدی
ویراستار: لعیا عروجی
طراح گرافیک: پروانه هادی‌پور رحیم آبادی
هیات تحریریه: احمد احمدی، روح الله خلیلی بروجنی
منیژه رهبر، سید جعفر مهرداد

سرمقاله ۲ سردبیر
کاربرد IT در آموزش فیزیک ۳ سید هدایت سجادی
نیروی مجازی چیست؟ ۱۰ دیوید پولیتزر
آموزش فیزیک و آزمایشگاه‌های مدارس متوسطه ۱۱ حسن اتحاد مهرآباد و مرضیه روانبخش
چالشی فیزیکی برای معلمان و دانش‌آموزان ۱۷ مرضیه هرمزی‌نژاد و دستان هرمزی‌نژاد
واقعیت و نظریه در یک برخورد ۱۹ نرمن دربی
خورشید گرفتگی بدون حضور ماه ۲۴ مویکا چیپک
تحلیل گامای آنی با روش فعال‌سازی نوترونی ۲۷ پیام بهرامی چگنی
مرزهای فیزیک ۳۲
نمایش هیجان‌انگیز فیزیک (بخش چهارم) ۳۹ یرل واکر
ابر رساناها ۴۴ سوسن رجایی
آزمایش‌های عملی در موردقانون فاراده ۵۰ اادواردو ای. روردیگوز
برخورد باچالش درک دانش‌آموزان از فرمول ... ۵۳ استر باگنو
مفهوم نظم در آموزش نوین ۶۰ جهانگیر ریاضی
ما و خوانندگان ۶۳

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

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

بزرگ‌ترین آزمایش جهان

منیژه رهبر

در روزهای پایانی تابستان سال جاری برخورددهنده‌ی بزرگ هادرون[1] (LHC) که یکی از هیجان‌انگیزترین طرح‌های بنیادی فیزیک در دهه‌های اخیر است در مرکز اروپایی تحقیقات هسته‌ای (CERN) کار خود را آغاز کرد. مرکز سرن یکی از بزرگ‌ترین آزمایشگاه‌های علمی در جهان است که ۲۵۰۰ کارمند و ۸۰۰۰ دانشمند مدعو از دانشگاه‌ها و مؤسسه‌های علمی سراسر جهان در آن مشغول به کارند.

LHC شتابدهنده‌ی هسته‌ای به طول ۲۷ کیلومتر است که در دو سوی مرز کشورهای سوئیس و فرانسه در عمق ۱۰۰ متری زمین ساخته شده است. در این شتابدهنده که پس از ۲۰ سال برنامه‌ریزی و ساختمان شروع به کار کرد پروتون‌های با سرعت نزدیک به سرعت نور که در جهت‌های مخالف هم در حرکت هستند در چهار نقطه به صورت رودررو با هم برخورد می‌کنند. انرژی حاصل از این برخوردها ۱۴Tev (۱Tev = $۱۰^{۱۲}$ ev) هفت برابر انرژی قابل حصول در بزرگ‌ترین شتابدهنده‌ی قبلی است. فیزیکدانان سراسر جهان ذراتی را بررسی خواهند کرد که بر اثر این برخوردهای رودرروی باریکه‌های پروتون در داخل شتابدهنده به‌وجود می‌آیند. چهار آزمایش بزرگ و دو آزمایش کوچک بر روی این شتابدهنده برنامه‌ریزی شده است.

هدف یکی از این آزمایش‌های بزرگ موسوم به سیملوله‌ی متراکم موئون[2] (CMS) یافتن نشانه‌هایی از بوزون هیگز[3] است. فیزیکدانان نظری پیش‌بینی کرده‌اند که میدان‌های زمینه‌ی اجتناب‌ناپذیر حتی در آنچه فکر می‌کنیم خلأ کامل است نفوذ کرده و باعث می‌شوند سادگی و تقارن‌های کامل قانون‌های فیزیک از دید ما پنهان شود. یکی از این میدان‌های زمینه میدان مولد ـ جرم هیگز است. وجود میدان هیگز که تمام فضا را فرا گرفته و آن را مسئول از بین بردن زیبایی و سادگی معادله‌هایمان می‌دانیم چالشی جدی را در برابر فیزیکدانان قرار داده است. انرژی لازم برای رهایی از این میدان در حجم‌های به اندازه‌ی کافی بزرگ بسیار فراتر از چیزی است که بتوان فراهم کرد. اما چون میدان هیگز مسئول جرم ذرات است، بنابراین ذرات سنگین بهتر با آن جفت می‌شوند و درنتیجه در فاصله‌های نزدیک به ذرات سنگین مقدار آن نسبت به خلأ تغییری قابل ملاحظه می‌کند. بوزون هیگز برای میدان هیگز همان نقشی را دارد که فوتون برای میدان الکترومغناطیسی. متأسفانه هیچ کس نمی‌داند چگونه جرم این ذره را پیش‌بینی کند. با این همه، امکان دارد این ذرات در شتابدهنده‌ای که قادر به تولید ذرات سنگین باشد مشاهده شود. با پیدا شدن این ذرات اعتقاد ما به‌وجود دنیایی کامل‌تر، متقارن‌تر و زیبا پاداش خود را خواهد گرفت.

آزمایش بزرگ دیگر که به زیبایی برخورددهنده‌ی بزرگ هادرون[4] (LHCb) معروف است به جست‌وجوی عدم‌تقارن ذره ـ پادذره می‌پردازد. اگر واکنش‌های صورت گرفته در عالم کاملاً متقارن بودند، باید تعداد ذرات و پادذرات موجود در آن مساوی می‌بود. این موضوع که جهان شناخته شده‌ی ما فقط از ذره ساخته شده است یکی از معماهای فعلی فیزیک است که شاید آزمایش‌های LHC بتواند پاسخ مناسبی برای آن پیدا کند.

همچنین شتابدهنده‌ی LHC این امکان را در اختیارمان می‌گذارد تا سرنخ‌هایی را در مورد وضعیت عالم در لحظه‌های آغازین شکل گرفتن آن به‌دست آوریم. در این لحظات بسیار داغ اولیه‌ی عالم، چهار نیروی هسته‌ای قوی، الکترومغناطیسی، هسته‌ای ضعیف، و گرانشی یک نیروی واحد را تشکیل می‌دادند. انرژی زیاد حاصل از برخورد ذرات در LHC می‌تواند این لحظات آغازین را شبیه‌سازی کند.

تمام آزمایش‌های برنامه‌ریزی‌شده‌ی LHC چالشی خارق‌العاده و تلاش فکری عظیمی هستند که نظیر آن را کمتر سراغ داریم. وقتی مرحله‌ی گردآوری داده‌های این آزمایش‌ها آغاز شود. دانشمندان درگیر در این طرح در هر ثانیه با اطلاعاتی سروکار خواهند داشت که مقدار آن در هر ثانیه بیشتر از تمام اطلاعاتی است که کلیه‌ی ایستگاه‌های رادیو و تلویزیون سراسر جهان روی هم رفته پخش می‌کنند. دانشمندان درگیر در این طرح و علاقه‌مندان به مسائل فیزیکی بی‌صبرانه منتظر نتایجی هستند که دریچه‌های جدیدی را به جهان لایتناهی خواهد گشود و شناخت ما را از آن دگرگون خواهد ساخت.

زیرنویس:

1. Large Hadron Collider
2. Compact Muon Solenoid
3. Higgs Boson
4. Large Hadron Collider beauty

کاربرد IT در آموزش فیزیک:

نرم افزارهای آموزشی، یک مورد مطالعاتی

سید هدایت سجادی
دبیر دبیرستان های شهر پاوه و دانشجوی دکتری
فلسفه ی علم و تکنولوژی
hedayatsajadi@gmail.com

مقدمه

یکی از مهم‌ترین مباحثی که امروزه مورد توجه متخصصان آموزش و به‌ویژه آموزش علوم، چگونگی استفاده از فناوری‌های نوین همچون فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) در امر آموزش است. اهمیت این مقوله از آن جهت است که گویی ساختار جهان به‌سمت مجازی شدن و اطلاعاتی شدن به پیش می‌رود و نه تنها از نظر زمانی عصر اطلاعات و ارتباطات به حساب می‌آید، بلکه از نظر فضایی هم در شرف مجازی شدن است. اکنون بستر زیستگاه نوین کاملاً متحول گشته و چگونگی تعامل با این زیستگاه نوین مستلزم تغییر زبان رفتاری است. همین‌طور چگونگی زیستن در این فضا زمان مستلزم زیستن و بزرگ شدن در فضایی از جنس اطلاعات و مقولات مجازی، از همان آغاز کودکی است. در این راستا برنامه‌ریزان آموزشی و آموزش‌دهندگان فیزیک چه راه‌بردی را در قبال این تحولات دارند و به شکل خاص ما دبیران فیزیک چه گام‌هایی را می‌توانیم برای به‌کارگیری IT در زمینه آموزش فیزیک برداریم؟

در این مقاله سعی شده است به عنوان یک مورد مطالعاتی، فرض‌هایی در باب چگونگی استفاده از نرم‌افزارهای آموزشی در آموزش فیزیک مطابق برنامه درسی ایران، به‌عنوان بخشی از برنامه وسیع ICT، مورد بررسی نظری قرار گیرند. این فرض‌ها می‌توانند به‌صورت کار تجربی در طول سال مورد ارزیابی قرار گیرند. حاصل بررسی پس از تعمیم در برخی موارد قابل تعمیم، به پیشنهاداتی برای استفاده بهتر از ICT در آموزش فیزیک خواهد انجامید.

۱. توصیف وضع موجود و تحلیل مشکل

در سال‌های اخیر همگام با تحولات جهانی، آموزش و پرورش ایران هم اقدام به راه‌اندازی کارگاه‌های IT و خرید تعدادی رایانه برای اکثر مدارس کرده است گرچه این کار هزینه‌های زیادی را دربر داشت و کار مفیدی هم بود، اما دبیران و دانش‌آموزان نمی‌توانستند در آموزش فیزیک از آن استفاده کنند. دانش‌آموزان عمدتاً برای رفتن به کارگاه IT، معلم را تحت فشار قرار می‌دادند، اما هنگام ورود به کارگاه، نه معلم برنامه و راه‌برد خاصی برای استفاده داشت و نه دانش‌آموزان. از این رو دانش‌آموزان بیشتر سراغ بازی‌های رایانه‌ای می‌رفتند و صرفاً زمان کلاس تلف می‌شد. علاوه بر نبود برنامه کاری مناسب، خلأ استفاده از نرم‌افزارهای آموزشی در ایران خود عامل دیگری در عدم استفاده از کارگاه است؛ گرچه اکثر دبیرستان‌ها مجهز به کارگاه IT هستند و اکثر دانش‌آموزان هم به رایانه‌ی شخصی دسترسی دارند، اما واقعاً چرا در نظام

آموزشی ایران جایگاه عملی نیافته است؟

می‌توان به صورت فهرست‌وار به چند عامل اشاره کرد که عبارتند از: عدم‌آشنایی دانش‌آموزان و دبیران (به‌ویژه دبیران) با کار با IT ـ کار با نرم‌افزارها و دیگر برنامه‌های جانبی ـ، نبود نرم‌افزار مناسب در دسترس دانش‌آموزان و دبیران، و فقدان راه‌برد مناسب در استفاده از نرم‌افزارها. به‌عنوان مثال نمی‌دانیم در کدام قسمت کتاب و به چه صورتی و برای چه هدفی از نرم‌افزار در جهت آموزش استفاده کنیم. هراس معلمان از کمبود زمان و دست نیافتن به نتیجه مطلوب و ترس از تغییر رویه تدریس، کم‌کاری و بی‌علاقگی دبیران در وقت گذاشتن برای این کار، نبود فضای مناسب برای جایگاه‌های IT.

موارد بالا را در سه دسته کلی می‌توان گنجاند:

۱. نبود یا کمبود امکانات مورد نیاز در مدارس

۲. آشنایی اندک دانش‌آموزان و دبیران در کار با IT و فقدان مهارت‌های لازم

۳. نبود برنامه و راه‌برد مناسب در به‌کارگیری در جهت آموزش یا فهم درس

۲. روش تحلیل مسأله

این مسأله می‌تواند از دو جهت نظری و تجربی مورد مطالعه قرار گیرد. شیوه نظری شیوه‌ای است که در آن برتری ارزشی راهکارها مبتنی بر دلایل نظری است نه بر مشاهدات نتایج کلاسی. شیوه تجربی شیوه‌ای است که نتایج ارزیابی مبتنی بر مشاهدات کلاسی برآمده از به‌کارگیری راهکارهاست. در این نوشتار به شیوه‌های نظری مبتنی بر برخی مشاهدات عملی به بررسی خواهیم پرداخت.

۳. فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT)

ICT، عنوانی گسترده است که می‌تواند شامل به‌کارگیری اینترنت، نرم‌افزارهای آموزشی، برنامه‌نویسی‌های رایانه‌ای، شبیه‌سازی‌های رایانه‌ای، شبکه‌های داخلی، و موارد دیگر باشد. هر کدام از این موارد، شیوه ویژه خود را در به‌کارگیری می‌طلبد.

فرایند آموزش به کمک رایانه، آزمایشاه مجازی، ارزشیابی دانش‌آموزان و... از موارد کاربرد IT در آموزش قلمداد می‌شوند. در کاربرد فناوری اطلاعات در آموزش فیزیک می‌توان گفت «به جای این‌که یادگیرنده یافته‌های علمی را دریافت کند، به کمک رایانه در فرآیند یادگیری و تولید دانش قرار می‌گیرد. به عبارت دیگر رایانه علاوه بر این‌که می‌تواند یک ابزار کار باشد، یاددهنده منطقی و هوشمند، و یاری‌دهنده فراگیر هم هست». [۱]

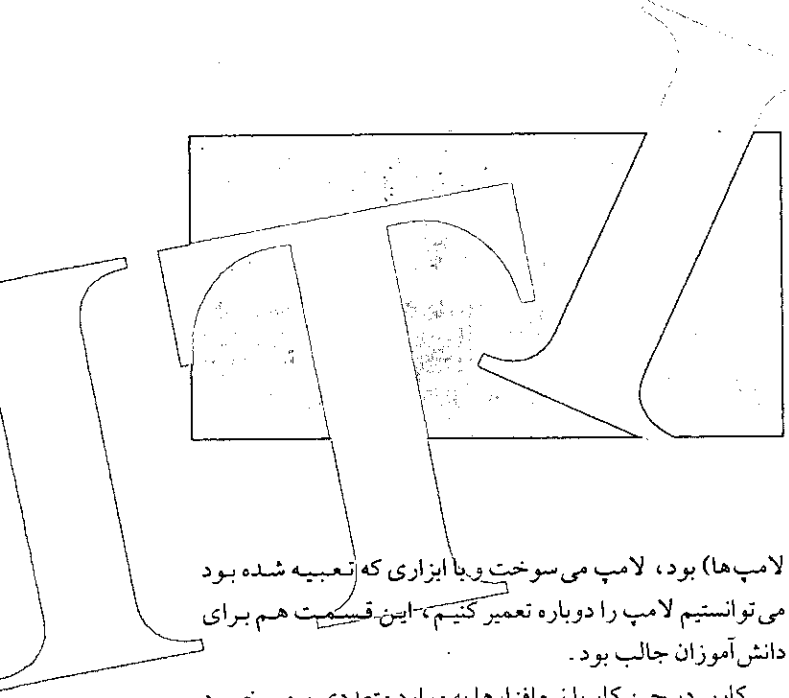
در یک دسته‌بندی فهرست‌وار هدف از کاربرد ICT در آموزش فیزیک را می‌توان این گونه برشمرد:

۱. تعامل بیشتر در آموزش فیزیک ۲. فعال‌تر کردن کلاس‌های درس فیزیک ۳. امکان کاربرد روش آزمون و خطا در بررسی یک قانون فیزیک ۴. فراهم آوردن آموزش تجربی در کلاس به روش شبیه‌سازی و استفاده از آزمایشگاه‌های مجازی در کلاس درس ۵. ایجاد ارتباط بین فراگیران فیزیک ۶. به اشتراک گذاشتن منابع اطلاعاتی بین معلم و دانش‌آموز. [۲]

۴. گزارشی از یک تجربه عملی: گام اول

گام اول در استفاده از نرم‌افزارها در امر آموزش، آشنایی دانش‌آموزان و دبیران، در کار با نرم‌افزارها است. در اردیبهشت ماه ۸۶ در شهر پاوه همایش آموزش فیزیک[۳] با حضور برخی از مؤلفان و دبیران استان، برگزار گردید. یکی از ره‌آوردهای آن، دست یافتن به برخی از نرم‌افزارهای متنوع معتبر جهانی در زمینه آموزش فیزیک بود. آموزش آن‌ها به دبیران، یکی از برنامه‌های اصلی همایش بود که به دلیل کمبود وقت، انجام نشد. اما پس از آن، خودم مدتی بر روی آن‌ها کار کردم. ده نرم‌افزار وجود داشت که زبان اصلی آن‌ها انگلیسی بود و تمام مباحث کتاب را پوشش می‌داد. نکته جالب توجه این‌که بیشتر نرم‌افزارهایی که در ایران تولید می‌شوند ترکیبی از آن نرم‌افزارها محسوب می‌شوند. یک نمونه آن‌ها: Edisson, Interactive 2004,... است.

پس آشنایی با نرم‌افزارها به‌نظرم جالب بود. به همین خاطر به فکر آموزش آن‌ها به دانش‌آموزان افتادم. درنظر داشتم که با همکارانم بر روی آن‌ها کار کنیم. اما سعی کردم در ابتدا به دانش‌آموزان آموزش دهم؛ زیرا اولاً، میزان یادگیری دانش‌آموزان قطعاً بیشتر از خود ما دبیران است و ثانیاً اگر یک دانش‌آموز قبل از معلم با نرم‌افزارها آشنا باشد، خود انگیزه‌ای برای تکاپوی معلم در جهت کار کردن با آن‌ها خواهد شد. در حالی که اگر معلم، آشنا باشد این امکان وجود دارد که به خاطر بی‌علاقگی در تغییر رویه تدریس سعی نکند آموخته‌هایش را به‌کار گیرد، بنابراین آموزش نرم‌افزارها، به نظر کاری بی‌حاصل می‌رسید. از این رو گاهی به نظر می‌رسد به جای آموزش به معلمان بهتر است به دانش‌آموزان آموخته شود که چگونه از معلم بخواهند و یاد بگیرند. اگر گام اول در به‌کارگیری IT، آموزش آن‌هاست، بهتر است از دانش‌آموزان شروع شود تا دبیران. با این منطق در تابستان ۸۶ به فکر آموزش نرم‌افزارها به دانش‌آموزان افتادم. اما با توجه به امکانات موجود و ساختار کارگاهی کار، همه‌ی دانش‌آموزان نمی‌توانستند از آن استفاده کنند. به همین خاطر ناگزیر به فکر گزینش دانش‌آموزان افتادم. برای این کار از میان دانش‌آموزان دختر و پسر سال سوم رشته ریاضی‌فیزیک و تجربی ۶۴ نفر دانش‌آموز ممتاز از تمام دبیرستان‌های منطقه انتخاب شدند تا در دو روز (یک روز پسران و یک روز دختران) به صورت مجزا از ۸ صبح تا ۵



بعدازظهر آموزش در کارگاهی برگزار شد که پوشش خبری استانی هم داشت. با نرم‌افزارها آشنا شوند زمان برگزاری کلاس‌ها را عمداً فقط چند روز پس از پایان امتحانات انتخاب کردم (۲۶ و ۲۷ خردادماه). یکی از دلایلم برای این انتخاب، ایجاد انگیزه در این دانش‌آموزان برای شروع مرور درس‌هایشان در تابستان بود که برای موفقیت در کنکور اساسی است. این دوره برای دانش‌آموزان خیلی جالب و جذاب بود. همه‌ی آن‌ها اذعان داشتند که این تجربه کاملاً جدید بود. احساس می‌کنیم چیز تازه‌ای را یاد گرفتیم و عمدتاً از این خوشحال بودند. اما دوست داشتند که مدت زمان بیشتری بر روی آن‌ها کار می‌کردند. در طول کار معلوم شد که برخی از نرم‌افزارها برای دانش‌آموزان خیلی جذاب‌تر بودند. از میان ده نرم‌افزاری که در آن روز آموزش داده شدند، جذاب‌ترین مورد Intractive 2004 بود. نکته جالب توجه این‌که، یک دانش‌آموز ابتدایی و یک دانش‌آموز راهنمایی به صورت غیررسمی در میان جمع بودند که این نرم‌افزار برای آن‌ها هم جذاب بود. برخی موارد جزئی هم گاهی توجه دانش‌آموزان را بیشتر به خود جلب می‌کرد. در این‌جا صرفاً به چند نمونه جزئی از میان موارد جالب توجه برای دانش‌آموزان اشاره خواهم کرد:

نمونه اول، کار با کولیس بود. به عنوان تجربه‌ای شخصی، بیشتر دانش‌آموزان در مبحث اندازه‌گیری (فیزیک ۲) در کار با کولیس و ریزسنج مشکل داشتند، اما به کمک آن نرم‌افزارها دانش‌آموز به سادگی می‌توانست طرز کار با کولیس را یاد بگیرد و هم‌چنین خود را بیازماید. در این مورد، نرم‌افزارها از کار با کولیس واقعی بهتر عمل می‌کردند.

نمونه دوم، شبیه‌سازی انواع حرکت بود. شبیه‌سازی انواع متفاوت حرکت‌ها شتابدار و غیرشتابدار (یک‌بعدی و دوبعدی ـ پرتابی و...)، رسم بردارهای سرعت، شتاب و نیروهای وارد بر جسم در هر لحظه از زمان، رسم نمودارها و عکس گرفتن در زمان‌های دلخواه از مسیر حرکت از مواردی بود که در این نرم‌افزارها جلب‌توجه می‌کرد. نکته شایان ذکر این است که صرفاً در وضعیت‌های مجازی می‌توان این‌گونه مفاهیم فیزیک را به تصویر کشید.

نمونه سوم، گنجاندن فیلم‌ها و وضعیت‌های واقعی در کنار دیگر مطالب فیزیکی از دیگر موارد جذاب نرم‌افزارها بود که در جهت ایجاد انگیزه برای یادگیرنده مهم بود. همچنین به دانش‌آموز در تعمیم آموزه‌های فیزیکی به وضعیت‌های واقعی پیرامون او در زندگی کمک می‌کرد که بر جذابیت آن‌ها افزوده بود.

نمونه چهارم، بستن مدارهای الکتریکی دلخواه در مبحث الکتریسیته و آزمودن قانون‌های الکتریسیته از موارد دیگری بود که در نرم‌افزارها وجود داشتند. در این نرم‌افزارها مانند وضعیت واقعی اگر ولتاژ به‌کار گرفته شده بیشتر از ولتاژ اسمی دستگاه‌ها (مثلاً لامپ‌ها) بود، لامپ می‌سوخت و با ابزاری که تعبیه شده بود می‌توانستیم لامپ را دوباره تعمیر کنیم، این قسمت هم برای دانش‌آموزان جالب بود.

کاربر در حین کار با نرم‌افزارها به موارد متعددی برمی‌خورد که برایش جذاب بود که برشمردن همه‌ی آن موارد ممکن نیست، چون برخی جذابیت‌ها متأثر از تجربه‌های شخصی در رویارویی با آن‌هاست.

نکته‌ای که در ادامه گزارش می‌خواهم عنوان کنم آن است که بعدها فهمیدم در انتخاب دانش‌آموزان از میان سال سوم برای دوره اشکالاتی وجود داشت، چون برای مراحل بعدی کار دچار مشکل می‌شدم. چون این دانش‌آموزان سال بعد وارد پیش‌دانشگاهی می‌شدند و خیلی فرصت نداشتند با معلم در این زمینه کار کنند پس باید از قبل مهارت استفاده را پیدا می‌کردند و در پیش‌دانشگاهی خود با تشخیص خود سراغ نرم‌افزارها می‌رفتند. درست‌تر این بود که آن‌ها را از میان دانش‌آموزان سال‌های اول یا دوم انتخاب می‌کردم تا برای مراحل بعدی و گرفتن نتایج از فرآیند آموزش دوره مناسب‌تر باشند. آموزش کار با نرم‌افزارها و مهارت استفاده از آن‌ها باید از همان سال اول دبیرستان یا حتی در مقاطع پایین‌تر شروع شود. در سال‌های بعدی مسأله باید چگونگی استفاده از نرم‌افزارها در جهت فهم مطالب باشد. یعنی در واقع، فرهنگ استفاده از نرم‌افزارها (IT) در چند مرحله و با چند گام اساسی صورت می‌گیرد: گام اول، آشنایی با کار کردن با نرم‌افزارهاست و گام بعدی، مهارت در استفاده از نرم‌افزارها در جهت آموزش و یا فهم فیزیک است. کاری که در دوره کارگاهی انجام شد در همان گام اول بود؛ این گام اول در سال‌های اولیه دبیرستان باید گذاشته شود. در گام بعدی، که فعلاً برداشته نشده نیاز به تشکیل مسأله و فرضیه در ضمن آموزش و یا فهم مطالب فیزیک است.

ضمناً برگزاری سمینار در زمینه آشنایی با نرم‌افزارها به صورت کلی برای دانش‌آموزان مفید است و در برنامه‌های امسال خودم وجود دارد. این سمینار نه در حوزه گام اول و نه در حوزه گام بعدی قرار می‌گیرد بلکه هدف آن ایجاد انگیزه در جهت اقدام برای آشنایی کارگاهی با نرم‌افزارها است که باید مراحل بعدی در تمام

دبیرستان‌ها و با کمک معلم در طول سال صورت گیرد.

در حین برگزاری کارگاه آموزشی به نتایج دیگری رسیدم. از جمله این که، انواع نرم‌افزارها و شیوه استفاده از آن‌ها با هم متفاوتند و به‌کارگیری هر کدام از آن‌ها مستلزم اتخاذ شیوه‌های متناسب است. کاربر در محیط نرم‌افزارها با دنیای پیچیده‌ای سروکار دارد که نیاز او نوع استفاده را مشخص می‌کند و کاربر از قبل باید بداند به دنبال چیست؟ اگر این گونه نباشد مثل مطالعه دفتر تلفن یا مطالعه‌ی فرهنگ لغت است.

این نوشته، نوعی تحلیل نظری یک کار تجربی است که به پاسخ این پرسش می‌پردازد که برای استفاده از نرم‌افزارها و ایجاد مهارت لازم در استفاده از نرم‌افزارهای آموزشی در جهت فهم یا آموزش، چه راهکارهای مؤثری می‌تواند اتخاذ شود؟

۵. نرم‌افزارهای آموزشی فیزیک

در این جا صرفاً بر نرم‌افزارهای آموزشی و چگونگی استفاده از آن‌ها در آموزش فیزیک تمرکز خواهیم کرد. همین طور راهکارهای استفاده از نرم‌افزارها در آموزش را بررسی و مقایسه می‌کنیم.

۵-۱. طبقه‌بندی نرم‌افزارها

با توجه به شیوه‌های به‌کارگیری نرم‌افزارها می‌توان آن‌ها را به چند دسته کلی تقسیم‌بندی کرد.

۱. **نرم‌افزارهای تعاملی**: این نرم‌افزارها، آن‌هایی هستند که کاربر می‌تواند با محیط شان ارتباط برقرار کند و عمدتاً شبیه‌سازی در محیط آن‌ها صورت می‌گیرد و همین طور نوعی از آن‌ها تعامل در پرسش و پاسخ است. بنابراین می‌توان آن‌ها را به دو گونه نرم‌افزارهای تعاملی شبیه‌سازی و نرم‌افزارهای تعاملی پرسش ـ پاسخ تقسیم‌بندی کرد. نرم‌افزارهای تعاملی شبیه‌سازی را می‌توان به دو نوع «کاربر ـ شبیه‌سازنده» و «رایانه ـ شبیه‌سازنده» تقسیم‌بندی کرد که در نوع اول آن، کاربر در یک محیط نرم‌افزاری خود اشیاً فیزیکی را می‌سازد و با آن‌ها کار می‌کند. اما در نوع دوم شبیه‌سازی‌ها صورت گرفته‌اند و کاربر صرفاً مؤلفه‌های متغیری را دستکاری و نتایج را بررسی می‌کند.

۲. **نرم‌افزارهای چندرسانه‌ای**: این نوع نرم‌افزارها حاوی متن، فیلم، تصویر، پرسش، و... هستند.

۳. **نرم‌افزارهای ترکیبی**: این نرم‌افزارها، حاوی دو نوع نرم‌افزار دیگرند و کاربر می‌تواند با ترکیب نرم‌افزارها از آن‌ها استفاده کند.

۵-۲. کارکرد نرم‌افزارها

۱. پل زدن از شبیه‌سازی به مدل‌سازی: بخش عمده‌ای از ساختار علم (به‌ویژه فیزیک) و نظریه‌های علمی ساده‌سازی واقعیت طبیعی با مدل‌سازی است. مدل‌ها جزء لاینفک ساختار علم هستند. برای فهم مدل‌ها باید شبیه‌سازی صورت گیرد. دانش‌آموزان می‌توانند این شبیه‌سازی‌ها و فهم مدل‌ها را به صورت‌های متفاوت گفتاری ـ شنیداری، آزمایشگاهی و شبیه‌سازی رایانه‌ای انجام دهند. میزان جذابیت گفتاری و ضریب یادگیری در این روش پایین است. زیرا هم به دلیل مشکلات فنی و کمبود وسایل و امکانات آزمایشگاهی، و هم به واسطه‌ی امکان‌پذیر نبودن تصویرگری به کمک وسایل عملی، دامنه استفاده از شیوه آزمایشگاهی محدود است. از این رو فضاهای خالی در شبیه‌سازی را باید نرم‌افزارها پر کنند. مثلاً فرآیندها و واکنش‌های زیر اتمی را می‌توان با شبیه‌سازی‌های رایانه‌ای بهتر فهمید. به‌طور کلی شبیه‌سازی‌های نرم‌افزاری راهگشای سازوکار درک علوم هستند.

۲. آشنایی با فرآیند تولیدات صنعتی متناسب با محتوای کتاب‌های درسی الزامی است. اگرچه دانش‌آموزان اغلب نمی‌توانند از یک کارخانه صنعتی دیدن کنند، اما نرم‌افزارها می‌توانند سفری مجازی برای آن‌ها تدارک ببینند. مثلاً برای آشنایی با نیروگاه‌های هسته‌ای و سایر موارد هسته‌ای می‌توان از طریق فیلم به‌آن دست یافت.

۳. انجام آزمایش‌های هزینه‌بر و ناممکن به کمک نرم‌افزارها ممکن می‌گردند.

۴. نرم‌افزارها قدرت فرضیه‌پردازی و آزمون فرضیه‌ها توسط دانش‌آموز را بدون خطر و هزینه‌ی زیاد به وجود می‌آورند.

هشدارهای لازم در استفاده از نرم‌افزارها:

۱. نرم‌افزارها برای فهم و درک فیزیک به‌وجود آمده‌اند. این نکته را نباید هرگز فراموش کرد.

۲. کاربرد نرم‌افزارها در فیزیک نباید همچون کارکرد ماشین‌حساب برای محاسبات ریاضیاتی شود.

۵-۳. روش‌های ممکن استفاده از نرم‌افزارها

از نرم‌افزارها می‌توان در کلاس، در کارگاه مدرسه، و در بیرون از آن استفاده کرد. هر مورد، امکانات و مطلوبیت‌های خاص خود و هم‌چنین مزایا و معایب ویژه خود را دارند.

استفاده از آن‌ها در کلاس زمان‌بر است، امکان استفاده از آن‌ها در کلاس به سختی فراهم می‌شود، فرصت تعامل کمتری به دانش‌آموزان داده می‌شود، معلم‌محور است، و در عین حال کلاس را جذاب و محیط آموزشی را دلخواه دانش‌آموز می‌سازد. همزمان با مطالب کتاب، بخش مجازی مورد استفاده قرار می‌گیرد، استفاده از تخته و نوشتن معلم را کم می‌کند و...

استفاده از نرم‌افزار در کارگاه محدودیت زمانی دارد؛ یعنی

هرچند جلسه یک بار ممکن می‌شود. دانش‌آموز همزمان با آموزش مطالب کتاب نمی‌تواند از آن استفاده کند، در عین حال دانش‌آموز محور است، و فرصت تعامل دانش‌آموزان با نرم‌افزارها را بیشتر فراهم می‌کند، همچنین زمان کمتری از کلاس را به خود اختصاص می‌دهد و...

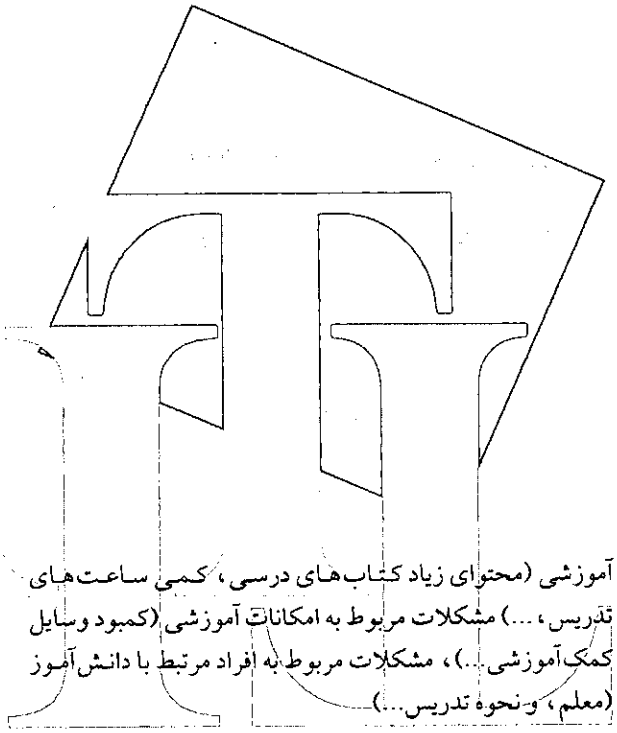
استفاده از نرم‌افزار خارج از مدرسه (مثلاً، در خانه) کاملاً دانش‌آموز محور است، زمان کلاس را به خود اختصاص نمی‌دهد، دانش‌آموز باید خود با نرم‌افزارها آشنا باشد، فرصت فرضیه‌سازی و فرضیه‌پردازی بیشتری را به دانش‌آموزان می‌دهد، در ضمن باید به دانش‌آموزان تمرین و تکلیف متناسب با مطالب کتاب داده شود.

۶. برنامه‌ی درسی فیزیک در دبیرستان‌های ایران

برنامه‌ی درسی بر مجموعه‌ای از موضوع‌ها و مباحث درسی مندرج در کتاب‌ها، اهداف آموزشی، برنامه‌ریزی‌های درسی، زمانبندی‌های پیش‌بینی‌شده، فعالیت‌های پیرامونی، امکانات آموزشی لازم تناسب، راه‌بردهای دبیران و بسیاری موارد دخیل دیگر در فرآیند آموزش اطلاق می‌شود که مستقیم یا غیرمستقیم اثرگذار هستند. به این برنامه همواره باید به مثابه فرآیندی در حال تکامل و پیشرونده نگریسته شود که در آن هم موضوع‌ها و هم اهداف و هم روش‌ها در حال تغییرند.

«متخصصان آموزش علوم سه هدف زیر را برای آموزش علوم در رشته‌های مختلف و در سطوح مختلف درنظر گرفته‌اند: الف) انتقال دانستنی‌های لازم (اهداف دانشی) ب) ایجاد و پرورش مهارت‌های لازم (اهداف مهارتی) ج) ایجاد و پرورش نگرش‌های لازم (اهداف نگرشی)[۴]» محتوای برنامه‌ی درسی متناسب با این اهداف انتخاب شده‌اند. مباحثی که در فیزیک دوره دبیرستان و پیش‌دانشگاهی مورد مطالعه قرار می‌گیرند شامل اپتیک (نورشناسی)، الکتریسیته، مکانیک، ترمودینامیک، هیدروستاتیک، امواج، فیزیک نوین مقدماتی است. هر کدام از این بخش‌ها، در یکی از کتاب‌های دوره دبیرستان متناسب با سن دانش‌آموزان گنجانده شده است. در فرآیند آموزش و فهم این مطالب، در ارتباط بین یاددهنده و یادگیرنده، قطعاً کمبودهایی وجود دارد که در فرایند سه‌جزئی آموزش ـ یاددهنده، یادگیرنده و محتوای آموزشی ـ هر کدام از این اجزا در معرض چالش قرار می‌گیرند.

در مقاله‌ای که حاصل پژوهش میدانی انجمن معلمان فیزیکی تبریز در زمینه مشکلات یادگیری درس فیزیک[۵] است، به نُه مشکل عمده پرداخته می‌شود که به دسته‌بندی و خلاصه آن‌ها خواهم پرداخت: مشکلات فردی (عدم‌انگیزه و علاقه، ضعف پایه، نداشتن پشتکار، عدم‌تمرکز حواس) و مشکلات فرآیند



آموزشی (محتوای زیاد کتاب‌های درسی، کمی ساعت‌های تدریس، ...) مشکلات مربوط به امکانات آموزشی (کمبود وسایل کمک‌آموزشی ...)، مشکلات مربوط به افراد مرتبط با دانش‌آموز (معلم، و نحوه تدریس...).

در ضمن برای رفع مشکلات سه راهکار برداشتن گام‌هایی در زمینه رفع مشکلات فردی دانش‌آموزان، رفع مشکل عدم‌تناسب ساعت‌های تدریس با حجم کتاب، و رفع مشکل معلمان با آموزش جدیدترین شیوه‌های آموزش فیزیک رایج در دنیا را پیشنهاد می‌کنند.

حال این پرسش مطرح می‌شود که با توجه به مشکلات کلی در برنامه‌ی درسی فیزیک در ایران و با توجه به اهدافی که متخصصان برای آموزش علوم درنظر گرفته‌اند کار با نرم‌افزارها در رفع مشکلات موجود چه نقشی را می‌تواند ایفا کند؟

در این جا ویژگی‌های برنامه‌ی درسی فیزیک را به اختصار شرح می‌دهیم:

برنامه فیزیک ۱: مطالب آن تقریباً پلی بین علوم راهنمایی و فیزیک دبیرستان است. برخی فصل‌های آن مقدمه‌ای بر کتاب‌های سال‌های بعدی است (مانند فصل انرژی، گرما و الکتریسیته). مطالب مربوط به الکتریسیته، و نور قابلیت شبیه‌سازی بیشتری دارند. معلم در تدریس کتاب قدرت مانور و آزادی عمل بیشتری دارد. درسی عمومی است و همه دانش‌آموزان باید آن را بگذرانند که از میان آن‌ها فقط تعدادی ممکن است در سال‌های بعد به رشته‌های ریاضی فیزیک و علوم تجربی بروند. این فیزیک عمدتاً بایستی درسی برای کاربرد فیزیک در زندگی باشد (فیزیک و زندگی). زمان کافی برای تدریس آن در اختیار معلمان هست. دانش‌آموزان سال اول به لحاظ سنی بیشتر از تصویرسازی و شبیه‌سازی لذت می‌برند. دانش‌آموزان در این سن نیاز بیشتری به ایجاد انگیزه و علاقه‌مندسازی به فیزیک دارند. اولین تصویر از

فیزیک در این سن برای آن‌ها ساخته می‌شود. دانش‌آموز شیوه تعامل با فیزیک را در این مقطع یاد می‌گیرد.

برنامه فیزیک ۲: مطالب فیزیک ۲ مکانیک، فشار و گرماست. مطالب مکانیک برای آن‌ها مجرد جلوه می‌کند. سن آن‌ها ممکن است برای تصویرپردازی‌های مجرد کافی نباشد. با توجه به این‌که در دوره‌ی پیش‌دانشگاهی دوباره به طور مفصل بیان می‌شود در این مقطع فهم مبانی، اصول، قانون‌ها و فرمول‌ها و نمودارها کفایت می‌کند. نباید با ریاضیات و مسائل پیچیده دانش‌آموزان را سردرگم کرد. برقراری ارتباط مکانیک با حرکت در مقیاس‌های واقعی و همین طور آموزش با کمک موارد ملموس در زندگی، مفید است. بیشتر دانش‌آموزان از فیزیک ۲ شکایت دارند. مطالب آن قابلیت شبیه‌سازی زیادی دارد و فهم مطالب آن به تصویرپردازی نیاز دارد. بخش فشار و گرما ظاهری ساده دارد، اما درک فرایند حل مسأله برای دانش‌آموزان چندان ساده نیست. برخی مطالب آن را می‌توان در آزمایشگاه‌های واقعی اجرا کرد. شبیه‌سازی‌ها می‌توانند مکمل آزمایشگاه باشند.

برنامه فیزیک ۳: مباحث آن عمدتاً الکتریسیته و مغناطیس است که در رشته ریاضی گرما و ترمودینامیک هم تدریس می‌شود. بخشی از مبحث الکتریسیته و مغناطیس در آزمایشگاه قابل اجرا است و بیشتر آن قابلیت شبیه‌سازی دارد. گرما و ترمودینامیک در آزمایشگاه قابلیت اجرایی کمتری دارد اما قابلیت شبیه‌سازی دارد.

برنامه فیزیک پیش‌دانشگاهی: از ویژگی‌های این دوره کمبود زمان و نداشتن قدرت مانور و آزادی‌عمل معلم است. دانش‌آموزان عمدتاً نگران کنکور هستند. آزمون بیشتر گرفتن از آن‌ها مفید است.

۷. فرضیه‌ها و راه‌کارهای تجربی قابل آزمون در زمینه استفاده از نرم‌افزارهای آموزش فیزیک و بررسی نظری آن‌ها

برای استفاده از نرم‌افزارهای آموزشی فیزیک مطابق با برنامه‌ی درسی مقاطع دبیرستان و پیش‌دانشگاهی و متناسب با اهداف آموزش علوم و فیزیک به طور خاص این پیشنهادها را می‌توان ارائه کرد:

پیشنهاد اول: نرم‌افزارها همزمان با تدریس در کلاس درس به‌کار گرفته شوند.

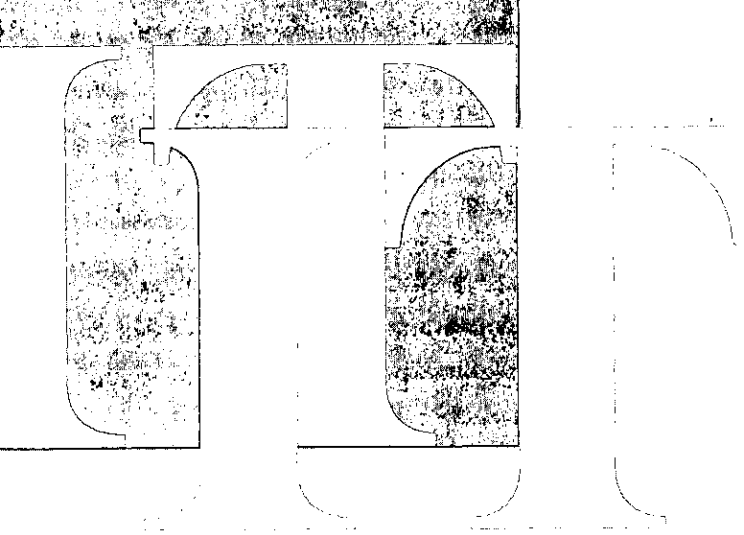
این روش مزایا و معایب خاص خود را دارد. در به‌کارگیری این روش کلاس باید مجهز به حداقل یک دستگاه رایانه و دستگاه ویدیو پروجکشن باشد که از این نظر اغلب کلاس‌های ساختاری و معماری وضعیت مناسبی ندارند. هم‌چنین بیشتر مدارس ایران حداقل در شهرهای کوچک فاقد دستگاه ویدیو پروجکشن هستند و مدیران حاضر به هزینه کردن برای این دستگاه نیستند. اگر بخواهیم به صورت مداوم از آن‌ها در کلاس استفاده کنیم باید هزینه بیشتری برای این کار صرف کنیم و طراحی کلاس‌ها را تغییر دهیم. همین طور در سر کلاس فقط برخی از انواع نرم‌افزارها مفید واقع می‌شوند. مثلاً نرم‌افزارهای چندرسانه‌ای و استفاده از فیلم‌ها و تصاویر آن‌ها، که این شیوه‌ای معلم ـ محور است و دانش‌آموزان کمتر با نرم‌افزارها تعامل پیدا می‌کنند. اما این روش، شیوه‌ای جذاب برای دانش‌آموزان است و از لحاظ روانی فضای آموزشی را متحول خواهد کرد. همچنین میزان علاقه‌مندی دانش‌آموزان و ضریب یادگیری آن‌ها را افزایش می‌دهد. این روش می‌تواند برای کل مقاطع کاربردی و مفید باشد.

مزایای این روش: جذاب کردن فضای آموزشی کلاس، استفاده کمتر از تخته برای معلم، مشکلات کمتر معلم در امر تفهیم مطالب، کاربرد برای تمام مقاطع

معایب آن: نبود امکانات لازم و متناسب برای استفاده، هزینه‌بر بودن، عدم‌تناسب آن با طراحی‌های سخت‌افزاری دستگاه آموزشی در ایران، معلم ـ محور بودن آن

پیشنهاد دوم: نرم‌افزارها در کارگاه مورد استفاده قرار گیرند.

این روش نیاز به یک کارگاه با تعدادی رایانه دارد. به طوری که هر دو یا حداکثر سه دانش‌آموز، بتوانند از یک رایانه استفاده کنند. این در حالی است که بیشتر دبیرستان‌ها کارگاه مناسب را ندارند، و برخی از آن‌ها ممکن است اصلاً کارگاه نداشته باشند. در برخی دبیرستان‌ها هم بدترین جای ممکن به کارگاه یا آزمایشگاه اختصاص می‌دهند. استفاده از کارگاه از نظر زمانی محدود است و مطالب موردنظر برای کارگاه جمع‌آوری و پس از چند جلسه درس، یک جلسه کارگاه گذاشت. (مثلاً به ازای هر فصل از کتاب، یک بار کارگاه). در کارگاه همه انواع نرم‌افزارها قابل استفاده هستند، اما نرم‌افزارهای تعاملی که بیشتر دانش‌آموز ـ محورند مفیدترند و میزان درگیر شدن دانش‌آموزان با آن‌ها بیشتر است. برای استفاده مفید از این نرم‌افزارها معلم باید از قبل مسائلی را برای دانش‌آموزان طرح کرده باشد یا با دانش‌آموزان فرضیه‌هایی را مطرح کرده باشد که بتوانند آن‌ها را مورد آزمون قرار دهند. معلم هم می‌تواند به صورت شبکه با دیگر کاربران مرتبط باشد و هم به صورت دستی. در حالت اول، باید معلم هم کار با شبکه را فرا گیرد. در کارگاه خیلی از مطالب کتاب پوشش داده نخواهد شد ضمن این‌که استفاده‌ی زیاد از کارگاه زمان‌بر خواهد بود، و مقدار بیشتری از زمان مفید درس تلف می‌شود. امکان استفاده از این روش در مدارس از روش قبل بیشتر است. ضمن این‌که بیشتر مطالب الکتریسیته و مکانیک و نور با نرم‌افزارهای تعاملی قابلیت تفهیم دارند که استفاده از آن‌ها در کارگاه‌ها بهتر است. این شیوه برای مقطع پیش‌دانشگاهی به دلیل زمان‌بر بودن آن، کاربرد کمتری دارد. ضمن این‌که در بخش مکانیک پیش‌دانشگاهی فرض بر این است که در سال دوم چگونگی استفاده از نرم‌افزارها آموخته شده باشد.



مزایا: دانش‌آموز-محور است، دانش‌آموزان دسترسی بهتری به آن دارند.

معایب: نیاز به کارگاه مجهز در مدرسه، محدودیت زمانی در استفاده

پیشنهاد سوم: در بیرون از مدرسه (خانه یا خارج از زمان کلاس درس در هر مکان یا کارگاه دیگر) استفاده شود.

این روش کاملاً دانش‌آموز محور است و صرفاً خود دانش‌آموز درگیر در فرآیند یادگیری است. وقت برنامه زمانی درسی گرفته نخواهد شد و همه انواع نرم‌افزارها و برای تمام مقاطع به‌کار گرفته می‌شود. ضمن این‌که برای پیش‌دانشگاهی مناسب‌ترین گزینه است. چون هم وقت کلاس را به خود اختصاص نمی‌دهد، و هم فرض بر آن است که دانش‌آموز پیش‌دانشگاهی کار با نرم‌افزارها و چگونگی بهره‌گیری از آن‌ها را در مقاطع پایین‌تر فرا گرفته است. بخشی از نرم‌افزارهای تعاملی، نرم‌افزارهای پرسش‌های تستی و ارزیابی دانش‌آموز هستند که برای دانش‌آموزان پیش‌دانشگاهی مناسب‌ترند. در این روش معلم باید برنامه‌ای برای استفاده و مسائلی نرم‌افزاری یا تمرین‌هایی که قابل پاسخ‌دهی با نرم‌افزارها باشند به دانش‌آموزان بدهد. این روش برای دانش‌آموزان سال اول کمتر مفید است. در این روش دانش‌آموزان باید رایانه‌ی شخصی داشته باشند، گرچه می‌توانند از کارگاه‌های مدارس و یا از مراکز خصوصی سطح شهر استفاده کنند.

مزایا: دانش‌آموز-محور بودن، استفاده از تمام انواع نرم‌افزارها، عدم‌محدودیت زمانی

معایب: شاید همه دانش‌آموزان نتوانند به رایانه‌ی شخصی دسترسی داشته باشند.

۸. نتیجه‌گیری

به‌طور کلی هر سه شیوه‌ی قابل استفاده، شیوه‌های مکمل یکدیگرند. اما در واقع، با توجه به امکانات و طراحی‌های سخت‌افزاری نظام آموزشی ایران، شیوه اول نمی‌تواند کاربرد همگانی بیابد اما در برخی مدارس به گونه‌ای محدود قابل استفاده است. اگر امکان‌پذیر باشد شیوه‌ی مناسبی برای سه مقطع دبیرستان و هم‌چنین پیش‌دانشگاهی است. اما چون در کلاس بیشتر از نرم‌افزارهای چندرسانه‌ای می‌توان استفاده کرد، باید با نرم‌افزارهای دیگر مانند انواع تعاملی تکمیل گردند. می‌توان با دادن تمرین‌های نرم‌افزاری خارج از کلاس درس و یا در کارگاه این شیوه را تکمیل کرد.

روش دوم، قابلیت اجرایی بیشتر از روش اول دارد، گرچه همه انواع نرم‌افزارها در این شیوه قابل استفاده‌اند، اما با توجه به وقت فقط استفاده از آن‌هایی امکان‌پذیر است که بتوان در کارگاه از نرم‌افزارهای تعاملی مورد استفاده قرار داد. برای تکمیل آن‌ها باید نرم‌افزارهای چندرسانه‌ای را به خود دانش‌آموزان واگذار کرد و فقط به پرسش‌های آن‌ها در مورد نرم‌افزارها پاسخ داد.

روش سوم کم‌هزینه و مفید است، اما دانش‌آموزان باید با طرز استفاده از آن‌ها آشنا باشند و همچنین معلمان باید تکلیفی تحت عنوان «کار با IT» به دانش‌آموزان بدهند. ضمن این‌که این شیوه برای دانش‌آموزان پیش‌دانشگاهی مناسب‌ترین شیوه استفاده است.

۹. چند پیشنهاد

- متخصصان آموزش فیزیک کتاب‌های کار در کارگاه IT را در کنار کتاب‌های درسی تألیف کنند.
- معلمان تکالیف متناسب درسی IT را به دانش‌آموزان بدهند.
- به همه دبیران چگونگی استفاده از IT در آموزش فیزیک آموزش و کار با شبکه آموزش داده شود. (به صورت ضمن‌خدمت)
- همه‌ی دانش‌آموزان نه‌تنها در دبیرستان بلکه از همان دوران راهنمایی و حتی ابتدایی کار با نرم‌افزارهای آموزش علوم را یاد بگیرند.
- امکانات مورد نیاز کارگاهی برای همه دبیرستان‌ها و مدارس تهیه گردد.
- همه‌ی دبیرستان‌ها حداقل یک دستگاه نمایشگر داده‌ها را داشته باشند.

زیرنویس:

۱. رسولی و معروفی، سلیمان؛ رشد آموزش فیزیک، دوره بیست و دوم، شماره۷۶، پاییز۸۵، ص۵۴.

۲. فدایی، آزیتا؛ رشد آموزش فیزیک، نقش ICT در بهبودآموزش فیزیک، دوره بیستم، شماره۳، بهار۸۴، ص۲۳.

۳. این همایش استانی در تاریخ دهم اردیبهشت ۱۳۸۶ در شهر پاوه برگزار گردید که در آن همایش آقایان احمدی و خلیلی بروجنی حضور داشتند و از تمام مناطق استان کرمانشاه دبیران فیزیک به این همایش دعوت گردیده بودند؛ نگارنده، دبیر این همایش بود.

۴. خلیلی بروجنی، روح‌الله؛ رشد آموزش فیزیک، سال سیزدهم، شماره۵۹، پاییز۸۰، صص۱۱-۱۴.

۵. عباس‌زاده مسیبی، مریم، رشد آموزش فیزیک، بررسی مشکلات یادگیری درس فیزیک، دوره بیستم، شماره۳، بهار۸۴، ص۱۳.

نیروی مجازی چیست؟

ترجمه : مریم عباسیان

دیوید پولیتزر[1]، فیزیکدان نظری انستیتوی فناوری کالیفرنیا و برنده‌ی جایزه‌ی نوبل فیزیک سال ۲۰۰۴ با پاسخ به این پرسش به روشن شدن این عوامل اسرارآمیز کمک می‌کند.

نیروهایی که در اتومبیل در حال حرکت به شما وارد می‌شود، مثل نیرویی که در هنگام گاز دادن راننده شما را به صندلی می‌فشارد یا در سر پیچ تند شما را این طرف و آن طرف می‌اندازد، مثال‌های روزمره‌ی نیروهای مجازی هستند. به‌طور کلی این عوامل ناشی از شتاب گرفتن چارچوب مرجع مربوط به یک موقعیت خاص هستند.

اصطلاح «نیروی مجازی» در مکانیک نیوتونی معنایی دقیق دارد ـ در واقع، این نیرو همواره متناسب با جرم جسمی است که به آن وارد می‌شود.

مثال زیبایی از این نوع عوامل نیروی مجازی کوریولیس است که باعث حرکت تقدیمی (یا چرخش دایره‌ای) شکوهمند صفحه‌ی نوسان آونگی می‌شود که به دقت آویزان شده است. اگر این آونگ درست بالای قطب شمال آویزان شده باشد، به نظر می‌رسد که در هر روز ۳۶۰ درجه بچرخد. اگر به این آونگ از نقطه‌ی ثابت در فضای بیرونی نگاه کنید، به نظر می‌رسد که در یک صفحه‌ی ثابت نوسان می‌کند و زمین زیر آن می‌چرخد. از چشم‌انداز فضای خارج، هیچ نیروی جانبی (یعنی نیروی عمود بر صفحه‌ی نوسان) وجود ندارد تا باعث انحراف آونگ شود. به این دلیل است که از اصطلاح تا اندازه‌ای تحقیرآمیز «مجازی» در مورد این نیرو استفاده می‌شود. همین طور در اتومبیل، صرفاً هیچ نیروی واقعی وجود ندارد که شما را به صندلی بفشارد، هرچند که آن را حس می‌کنید.

با وجود این، تحلیل یک وضعیت برحسب نیروهای مجازی شاید مؤثرترین روش درک آن‌چه اتفاق می‌افتد باشد. به‌عنوان یک مثال جذاب پیامدهای نیروی کوریولیس یک فنجان چای به‌هم‌زده شده را درنظر بگیرید. اگر تفاله‌ی چای در فنجان وجود داشته باشد، همه‌ی آن‌ها در وسط کف فنجان انباشته می‌شوند (و چنان‌که با توجه به نیروی مجازی مرکزگریز انتظار داریم در کناره‌های آن جمع نمی‌شوند). اگر تصور کنید که همزمان با شاره هم‌زده شده دوران می‌کنید، به‌نظر می‌رسد که بیشتر شاره ساکن است و فنجان در جهت عکس دور شما می‌گردد. فنجان چرخان بخشی از شاره‌ی مجاور را همراه خود می‌کشد و نیروی کوریولیس وارد بر این شاره آن را به طرف مرکز فنجان می‌راند و تفاله‌ی چای را همراه خود می‌برد.

انیشتین در نسبیت عام موفق شد که فرق نیروهای حقیقی و مجازی را برای همیشه کم‌رنگ کند. نسبیت عام نظریه‌ی گرانی است، و گرانی بدون شک مثال بارزی از نیروی «حقیقی» است. با این همه، شالوده‌ی نظریه‌ی انیشتین این فرض است که خودگرانی نیرویی مجازی است (یا، نمی‌توان آن را از نیروی مجازی تمیز داد). اکنون، ۹۰ سال پس از آن، با تعداد بسیار زیادی از مواردی روبه‌رو هستیم که همه‌روزه نشان می‌دهند نظریه‌ی او ظاهراً صحیح است.

زیرنویس:

1. David Politzer

مرجع:

http://www.sciam.com/article

آموزش فیزیک و آزمایشگاه‌های مدارس متوسطه

حسن اتحاد مهرآباد ـ مرضیه روانبخش
دبیران فیزیک شهرستان عجب‌شیر
h.e.mehr@gmail.com

مقدمه

آموزش فیزیک در کشور ما ویژگی‌هایی دارد که دانش‌آموزان از فرصت‌های آموزشی بهره‌ای کم می‌برند. حضور روش‌ها و فناوری‌های نوین و پیشرفته نه‌تنها باعث جذابیت و افزایش بهره‌وری در آموزش می‌گردد بلکه مهم‌تر از آن باعث پائین آمدن هزینه‌های آموزش و ایجاد فرصت‌های برابر آموزشی می‌گردد. دبیران محترم به دلیل خاستگاه نظام آموزشی عمدتاً آموزش خود را بر روش‌های سنتی شنیداری متمرکز می‌کنند. در این نوشتار با بررسی دقیق مشکلات آموزش فیزیک در مقاطع سه‌گانه‌ی آموزشی به نکته‌های قابل تأمل در این زمینه خواهیم پرداخت. در ادامه راه‌کارهایی جهت اصلاح این موارد ارائه خواهیم کرد.

در کنار هدف کلی، اهداف جزیی زیر مدنظر بوده است:

۱. تأثیر آزمایشگاه در تفهیم مطالب فیزیک و شکوفایی انگیزه خلاقیت، نوآوری و پرسشگری در دانش‌آموزان.
۲. تأثیر نبود برنامه‌ی درسی منظم در آموزش فیزیک.
۳. تأثیر نارسایی کتاب‌های درسی در آموزش فیزیک.
۴. تأثیر آزمون ورودی دانشگاه‌ها در تفهیم مطالب فیزیک مقطع متوسطه.
۵. تأثیر به تصویر کشیدن جاذبه‌های علم فیزیک در آموزش فیزیک.
۶. تأثیر استفاده از روش‌های نوین تدریس در یادگیری فیزیک.
۷. لزوم آموزش خود معلمان فیزیک در زمینه‌ی نحوه‌ی استفاده و به‌کارگیری روش‌های نوین در آموزش فیزیک و نرم‌افزارهای مرتبط.

مشکلات آموزش فیزیک در ایران

۱. نقش آزمایشگاه در یادگرفتن فیزیک

یادگیری فیزیک نیازمند آزمایش‌های علمی و آزمایشگاه است. با انجام آزمایش انگیزه خلاقیت، نوآوری و پرسشگری در دانش‌آموزان، بیدار و شکوفا می‌شود. در آزمایشگاه دانش‌آموزان نسبت به پدیده‌های مختلف، کنجکاو و علاقه‌مند می‌شوند و در نهایت، تفسیر نتایج حاصل از آزمایش موجب تقویت حس پژوهش و تحقیق در آن‌ها می‌گردد. متأسفانه آموزش و پرورش ما

به ابتدایی‌ترین حق دانش‌آموزان در امر یادگیری فیزیک، یعنی به مشاهده‌ی علمی توجه چندانی نمی‌شود و آزمایشگاه‌ها به بخش فراموش‌شده‌ای تبدیل شده‌اند. هر چند که در آغاز نظام جدید ترمی واحدی جهشی در جهت تجهیز و راه‌اندازی آزمایشگاه‌ها صورت گرفت. اما مجدداً همه‌چیز فراموش شد و اکثر آزمایشگاه‌های مدارس فراموش شدند.

با وجودی که در دوره‌ی متوسطه، کتاب‌های درسی تحت عنوان **فیزیک و آزمایشگاه** تألیف شده‌اند و به فعالیت‌های آزمایشگاهی در آن‌ها توجه شده است، با این حال در مدارس بهایی به آزمایشگاه داده نمی‌شود! مدرسه‌های ما یا آزمایشگاه ندارند و یا اگر دارند، تجهیزات لازم را ندارند، و اگر هر دو را داشته باشند، ساعت آزمایشگاه در برنامه‌ی درسی گنجانده نشده است، و اگر هر سه را داشته باشند، فاقد مربی علاقه‌مند به انجام آزمایش‌ها هستند. در اکثر آزمایشگاه‌های ما متصدیان آزمایشگاه یا افراد غیرمتخصص هستند یا بی‌علاقه‌اند و یا مازاد و...) اگر هر چهار مورد وجود داشته باشد، در امتحانات نهایی و آزمون سراسری به این مهم بها داده نمی‌شود و پرسشی از فعالیت‌های آزمایشگاهی طرح نمی‌گردد. زیرا طراحان نیز خود می‌دانند که در مدارس ما **دانش‌آموزان با کلمه آزمایش و آزمایشگاه بیگانه‌اند.**

بنابراین در آموزش و پرورش ما دانش‌آموز تنها مطالبی را به‌خاطر می‌سپارد که معلمش در امتحانات از او می‌خواهد. معلم هم بدون در نظر گرفتن اهداف آموزشی و شیوه‌ی تدریسی که مؤلفان کتاب‌های درسی پیش‌بینی کرده‌اند، مطالبی را آموزش می‌دهد که در امتحانات نهایی یا آزمون سراسری مطرح می‌شود. بدین‌ترتیب پرسش‌های آزمون سراسری و امتحان‌های نهایی شکل‌دهنده‌ی طرح درس مدرسان می‌شود که در آن اثری از آزمایش و آزمایشگاه وجود ندارد.

افزایش شمارگان سالانه‌ی کتاب‌های کمک‌آموزشی و نمونه پرسش‌های امتحانات نهایی و آزمون سراسری، نشان می‌دهد که تنها نوع و نحوه‌ی طرح این پرسش‌ها به معلمان و دانش‌آموزان ما خط می‌دهد و برنامه‌ی درسی و محتوای کتاب‌های درسی نقش چندانی در این امر ندارند. بررسی چند نمونه از این‌گونه پرسش‌ها، عمق فاجعه را بیشتر نشان می‌دهد زیرا قسمت اعظم آن‌ها از سطوح اولیه‌ی یادگیری فراتر نمی‌روند، و بیشتر حافظه را می‌سنجند تا خلاقیت. بدون اغراق، این‌گونه پرسش‌ها استعدادهای دانش‌آموزان را از بین می‌برند، زیرا ریشه‌ی کنجکاوی و خلاقیت، نوآوری، تحقیق و پژوهش را در آن‌ها می‌خشکانند.

پرسش‌های آزمون سراسری متأسفانه از انتخاب دانش‌آموزان خلاق عاجزند و چه‌بسا دانش‌آموزان خلاق و نوآور را از راه‌یابی به دانشگاه‌ها محروم می‌سازند.

به نظر می‌رسد در نهایت باید دست به دامان اداره‌ی کل سنجش و ارزشیابی آموزش و پرورش و سازمان سنجش و آموزش کشور شویم و از آن‌ها بخواهیم که با طرح پرسش‌هایی از فعالیت‌های آزمایشگاهی، تحولی در روش تدریس و انجام آزمایش‌ها توسط معلمان به‌وجود می‌آورند. در صورت تحقق این امر، مسلماً شاهد ظهور تغییرات زیر در مدارس خواهیم بود.

- دانش‌آموزان و اولیای آن‌ها خواستار انجام آزمایش‌ها توسط معلمانشان خواهند شد.
- معلمان برای ایجاد فضایی به نام آزمایشگاه یا تجهیز آن، به مدیران مدرسه فشار خواهند آورد.
- مدیران مدرسه ملزم به تجهیز آزمایشگاه و تعیین ساعت و مربی برای آن خواهند شد.
- دانش‌آموزان و اولیای آن‌ها به مدارسی روی خواهند آورد که آزمایشگاه مجهزتری داشته باشد.
- آموزشگاه‌های آزاد نیز به آزمایشگاه مجهز می‌شوند و در تبلیغات خود جهت جذب داوطلبان بیشتر، به تجهیزات آزمایشگاهی خود تکیه خواهند کرد.

و درنهایت دانش‌آموزان خلاق، پژوهشگر و علاقه‌مند به تحقیق، وارد جامعه و دانشگاه خواهند شد.

۲. روش‌های عقیم در تعارض با خلاقیت علمی!

مشکلات آموزش فیزیک از دوره‌ی ابتدایی و راهنمایی آغاز می‌شود. پیش‌دانسته‌ها و آموزه‌ها در درس فیزیک همانند دانه‌های زنجیر به‌هم متصل هستند و اگر گسستگی در یادگیری به‌وجود آید بدون‌شک مشکل یادگیری در مقاطع مختلف بروز می‌کند. معلمان پایه‌های ابتدایی و راهنمایی، از دانش کافی در زمینه‌ی آموزش فیزیک برخوردار نیستند آموزش و پرورش باید مدرسانی را که دارای تحصیلات عالی هستند در مقطع دبستان استخدام کند تا مشکلات یادگیری از پایه رفع شود.

هر چند در سال‌های اخیر در دوره‌ی متوسطه کتاب‌های درسی فیزیک در قالبی نوشته شده‌اند که اصولاً باید از روش تدریس فعال استفاده شود، اما اغلب مدرسان به علت فقدان آمادگی و یا توجیه نبودن یا بر این باورند که این شیوه‌ی تدریس قابل اجرا نیست و یا به دلیل انتظارات دانش‌آموزان و اولیای آن‌ها (متأثر از نگرش کنکوری) تمایلی به اجرای آن ندارند. از طرفی روش‌های سنتی تدریس که در دنیای پیشرفته‌ی امروز منسوخ شده است، متأسفانه هنوز هم در بیشتر کلاس‌های درس اعمال می‌شود. در مدارس و آموزشگاه‌های ما، معلم یکی از مهم‌ترین عامل‌های موفقیت محسوب می‌شود. تا جایی که بسیاری از آموزشگاه‌ها حاضرند

مبالغ کلانی بپردازند تا فقط نام یک معلم معروف (که بیشتر مهارت در آموزش تست آزمون فیزیک دارد) را در فهرست مدرسانشان داشته باشند، و البته ساختار معلم-مدار آموزش سنتی نیز همین را می طلبد.

۳. فرمول و دیگر هیچ!

اولویت دادن به روش های تشریحی و منطقی حل مسائل فیزیک در مقاطع مختلف تحصیلی به خصوص در دوره ی دبیرستان موجب ایجاد نظام فکری منطقی می شود و قدرت تجزیه و تحلیل مطالب را برای دانش آموزان زیاد می کند. نحوه ی اجرای آزمون سراسری، باعث می شود دانش آموزان در دوره ی متوسطه به این درس به صورت عمیق نگاه نکنند و فقط به حفظ کردن فرمول های فیزیک اکتفا کنند. تدریس فیزیک در دوره ی متوسطه و پیش دانشگاهی به خصوص در دهه ی اخیر، به جای ایجاد تفکر منطقی و آمادگی لازم برای برخورد با مسائل فیزیک به ارائه ی نکته های ظاهری و برخی فرمول های ساختگی و غیرمنطقی تحت عنوان نکته های تستی و آزمونی بدل شده است. این شیوه چنان جاذبه ای پیدا کرده که حل مسائل توسط دبیران به صورت تشریحی موجب اعتراض دانش آموزان می شود. آن ها با آن که نمرات خوبی را می گیرند اما به جای تقویت تفکر منطقی در خود به دنبال حفظ کردن نکته ها و کلیدهای آزمون و حل مسائل هستند، در حالی که این دانش آموزان پس از ورود به دانشگاه با مشکل اساسی در یادگیری مواجه خواهند شد.

بازار کلاس های مجاز و غیر مجاز خصوصی و نیمه خصوصی و تقویتی و تضمینی با سند محضری و یا با تعهد چک و سفته پررونق تر می شود. مطابق آگهی های چندستونی روزنامه های کثیرالانتشار کلاس های «**تست زنی حضوری**» و «**تست زنی مکاتبه ای**» و از همه عجیب تر و تأسف بارتر کلاس های «**تست زنی حدسی**» نیز به این مجموعه افزوده شده است. بی تردید این آشفته بازار نشان می دهد که آموزشگاه ها و دبیرستان های ما کارایی لازم و کافی را برای آماده سازی دانش آموزان ندارند. بازبینی در نحوه ی آزمون سراسری و اولویت دادن به روش های تشریحی و منطقی حل مسئله می تواند یکی از راهکارهای عرضه ی واقعی علم فیزیک باشد.

این روزها بحث هایی در مورد حذف آزمون ورودی دانشگاه ها و مؤسسه های آموزش عالی و یا تأثیر معدل در ورودی به گوش می رسد. هر چند تحقق این امر بسیار مشکل و زمان بر است، اما همین که مدیران ارشد نظام توجه خود را به این امر متمرکز کرده اند امیدبخش است و مسلماً تأثیر بسیار زیادی در اصلاح آموزش و ارزشیابی دانش آموزان خواهد گذاشت.

۴. آوار مواد آموزشی

هر چند در سال های اخیر تغییرات اساسی و مهمی در جهت اصلاح کتاب های درسی فیزیک صورت گرفته و میدان فکری در این کتاب ها برای دانش آموزان افزایش یافته است، اما باز هم نقص کتاب های درسی فیزیک بسیار زیاد و ناپختگی کتاب های درسی کاملاً مشهود است. در این کتاب ها تأکید بر حجم زیاد مطالب و سختگیری است. تنوع مسأله های فیزیک زیاد است، اما تنوع در روش های جدید آموزشی وجود ندارد. این کتاب ها بایستی به صورت عام نوشته شوند و ساده و روشن طراحی شوند. حداقل ۲۰ درصد از حجم هر کتاب فیزیک در مدرسه ها باید کم شود. با این حجم بالا دانش آموز سال اول و دوم دبیرستان علاقه ای به فیزیک پیدا نمی کنند.

بسیاری از مفاهیم فیزیک کتاب های درسی در کشور ما قدیمی شده اند و معلمان سال هاست که همان مفاهیم را آموزش داده و اجازه ی ابتکار به دانش آموزان را نمی دهند. این در حالی است که فیزیک دانان بزرگ همیشه با آموزش صحیح از جانب معلمان فیزیک و مطرح کردن ابتکار و خلاقیت رشد کرده اند.

۵. کادر آموزشی ناآزموده

عدم ارائه ی صحیح مطالب به دانش آموزان باعث سردرگمی آن ها می شود. اگر فیزیک را با روش های خلاقانه به دانش آموز بیاموزیم، علاقه مندی به این رشته ی جالب افزایش می یابد و این مشکل باید از سطوح پایین و با معلمان متخصص و خلاق ترمیم شود. اصولاً آموزش فیزیک در مدرسه ها باید به صورت تخصصی و حرفه ای صورت گیرد. بیشتر علاقه مندان و دانشمندان فیزیک و کسانی که به مدارج بالا در این رشته دست یافته اند معلمان و استادان حرفه ای و خوب فیزیک داشته اند.

لازمه ی به کارگیری افراد خلاق در آموزش فیزیک سوق دادن دانش آموزان خلاق و نخبه به این رشته است. با توجه به شرایط موجود در جامعه اغلب دانش آموزان برجسته تمایلی به ادامه ی تحصیل در رشته ی فیزیک و اشتغال در امر آموزش فیزیک ندارند.

اگرچه در جامعه ی ما تبلیغ می شود که از علم و نخبگان حمایت به عمل آید، اما در عمل سیاست ها و تصمیم های مدیران کمتر براساس مسائل علمی است. هنگامی که افراد خلاق با این مقوله ها مواجه می شوند تمایل پیدا می کنند که به سمت رشته هایی بروند که نیاز به حمایت کمتری داشته باشند. دانش آموزان به خاطر نگرانی از آینده ی شغلی و عجله برای رسیدن به امکانات اولیه ی زندگی کمتر به سراغ این رشته می آیند.

در دوره ی کارشناسی بعضاً با دانشجویانی مواجه هستیم که ناامید هستند و به ناچار به این رشته روی آورده اند. با توجه به

مشکل بودن فهم مفاهیم علمی این رشته، این قبیل دانشجویان احساس می‌کنند که به آن‌چه تلاش می‌کنند پاسخ داده نمی‌شود.

دانشجویان کشورهای پیشرفته تنها به دلیل علاقه، این رشته را به‌عنوان رشته‌ی دانشگاهی خود انتخاب می‌کنند. اما در کشور ما بسیاری از دانشجویان این رشته به دلیل این که در رشته‌های مهندسی پذیرفته نشده‌اند در این رشته تحصیل می‌کنند. در کشورهای پیشرفته فیزیک‌دانان و فیزیک‌خوانان به این رشته افتخار می‌کنند و سربلند هستند اما در این جا این گونه نیست.

فیزیک در کشور ما غریب مانده است. بسیاری از شاخه‌های جدید این علم که در جهان مورد بحث است به‌صورتی متناسب توسعه‌نیافته و مطرح نشده است. در دنیای پیشرفته تمام شاخه‌های فیزیک در کنار مطالعات فیزیک نظری، به‌صورتی کاربردی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در کشور ما آینده شغلی افرادی که رشته‌ی فیزیک را جهت ادامه تحصیل انتخاب می‌کنند مبهم است. تنها افرادی که می‌خواهند این رشته را در مرزهای دانش دنبال کنند و به مرحله‌ی دکتری در این رشته نایل شوند، فیزیک را با علاقه انتخاب می‌کنند. البته این افراد می‌توانند از نظر شغلی نیز تأمین شوند.

باید در رشته‌ی فیزیک فرهنگ‌سازی‌های لازم صورت گیرد تا خانواده‌ها، دانش‌آموزان علاقه‌مند به این رشته را تشویق کنند. ترویج سودمندی فیزیک مهم‌ترین راهکار برای علاقه‌مند کردن افراد به این رشته است.

۶ تنوع روش‌ها و پویایی

روش‌های افزایش کیفیت آموزش فیزیک با در نظر گرفتن هوش چندگانه و علایق دانش‌آموزان از تنوع برخوردار است. این باور وجود دارد که هیچ دانش‌آموزی بی‌استعداد و کم‌هوش نیست بلکه آن‌ها دارای هوش‌های چندگانه‌ی زیر هستند.

۱. هوش منطقی و ریاضی: آن‌ها دوست دارند کارهایشان سازمان‌یافته باشد و به نظم و ترتیب و طبقه‌بندی علاقه دارند.

۲. هوش برون‌فردی و مشارکتی: آن‌ها با شرکت در گروه‌ها آسان‌تر می‌آموزند و دوستان متعددی دارند که از فعالیت‌های گروهی لذت می‌برند.

۳. هوش درون‌فردی: آن‌ها نسبت به ارزش‌های شخصی حساسند و بر ضعف و قوت خود آگاهی دارند و عمیقاً به نکته‌های ضعف و قوت خود گوش می‌کنند.

۴. هوش خواندن- نوشتن: آن‌ها از طریق سخنرانی و حرف‌زدن و نوشتن می‌آموزند.

۵. هوش بدنی- حرکتی: آن‌ها با انجام فعالیت‌های حرکتی آموزشی مفاهیم را عمیق‌تر می‌آموزند.

۶. هوش بصری- فضایی: آن‌ها با دیدن فیلم و مشاهده‌ی مکرر، عمیق‌تر می‌آموزند.

۷. هوش موزون و موسیقایی: نسبت به نیروهای عاطفی، وزن و آهنگ حساسند و با موسیقی بهتر می‌آموزند.

طراحی روش آموزشی بر پرورش این استعدادها می‌تواند کلاسی فعال و پویا و بانشاط پرانگیزه و علاقه‌مند به‌وجود آورد. لذا جهت افزایش انگیزه و علاقه‌مندی دانش‌آموزان نسبت به درس جدید، باید شیوه‌های آموزش خود را تغییر داد، و سعی کرد علاوه بر توجه به فعالیت گروهی در کلاس و استفاده از تصویرها و پرسش‌های همگرا و یا واگرا که به پرورش استعداد برخی از دانش‌آموزان انجامد، روش‌های دیگری نیز مورد توجه قرار داد.

موضوع فیزیک همان مسائل عینی موجود در زندگی روزمره است می‌توان با ابتکار و خلاقیت مثال‌های عینی را از طبیعت ملموس پیدا و مطرح کرد. می‌توان با کمک وسایل جدید مانند متحرک‌سازی با رایانه آموزش این درس را به‌صورت عینی‌تر تسهیل کرد.

استفاده از فناوری اطلاعات در آموزش و روش‌های تدریس مبتنی بر IT به‌دلیل ایجاد جذابیت نسبت به درس از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. با متحرک‌سازی و شبیه‌سازی رایانه‌ای نکته‌های آموزشی را می‌توان در قالبی جذاب بیان کرد. باید توجه داشت حضور گسترده‌ی جلوه‌های ویژه این فناوری در عرصه‌ی بازی‌های رایانه‌ای و فیلم‌ها، نشان‌دهنده‌ی قدرت نفوذ و تأثیر آن در یادگیری است. بنابراین استفاده از آن در آموزش می‌تواند نقش به سزایی داشته باشد.

برگزاری مسابقات فیزیک، گسترش کتاب‌خوانی، همکاری رسانه‌ها در معرفی این علم و همچنین برگزاری کنفرانس و سمینار در زمینه‌ی فرهنگ مفهومی فیزیک در سطح کشور جاذبه‌ی علم فیزیک را در بین دانش‌آموزان خواهد داد.

۷ ناکارآمدی روش‌های فرسوده‌ی فرسایشی

فیزیک علمی دقیق است. مُعلمان نباید در تدریس این درس سهل‌انگاری کنند. استفاده از روش‌های ناکارآمد و نامناسب در تدریس به دانش‌آموز، یادنگرفتن و درنتیجه بی‌انگیزه و گریزان شدن از فیزیک است. روش تدریس سنتی فیزیک امکان تفکر به دانش‌آموزان نمی‌دهد. چون این شیوه‌ی تدریس به دانش‌آموز اجازه نمی‌دهد از فیزیک لذت ببرد، حق دارد از این رشته ناخشنود باشد. نظام آموزشی ما به‌صورتی است که دانش‌آموز را وادار به حفظ کردن می‌کند و تفکر و خلاقیت را از او می‌گیرد. ما در مدارس دانش‌آموزانی را تربیت می‌کنیم که تفکر را یاد نگرفته‌اند. پس باید به فکر تغییر در روش تدریس در کلاس‌های درس باشیم.

اساس کار آن به جای انتقال اطلاعات غیر مرتبط و از هم گسیخته به دانش‌آموزان، مشارکت فعال و خلاق دانش‌آموزان در پیشبرد آموزش در کلاس است، باید با آموزش فعال فیزیک «چگونه اندیشیدن» را آموزش دهیم افرادی را تربیت کنیم که در عرصه‌ی مدیریت علمی و فناوری، انسان‌هایی موفق باشند.

محدودیت‌های اجرای فعال؟!

به‌طور کلی روش تدریس فعال در اصول با آموزش سنتی اختلاف دارد. بارزترین فرق این دو روش، در نوع نگرش به «مفهوم آموزش» است. آموزش سنتی براساس انتقال اطلاعات در قالبی خاص است، ولی آموزش فعال بر مبنای مشارکت دانش‌آموزان در امر آموزش و گفت‌وگوی بین معلم و دانش‌آموز ارائه می‌شود.

به دلیل این تفاوت‌ها، افرادی که به شیوه‌های سنتی تدریس عادت کرده باشند، در مقابل روش‌های نوین آموزش از خود مقاومت نشان می‌دهند. و هرقدر مؤلفه‌های تغییر و تحول در محیط آموزشی کمتر شکل گرفته باشد، میزان این مقاومت‌ها بیشتر است. در چنین محیطی، اجرای تدریس فعال با مشکلات بیشتری مواجه می‌شود و تلاش بیشتری می‌طلبد. بنابراین، در کل باید نوعی واکنش منفی از طرف این محیط انتظار داشت. برای کاهش مقاومت منفی، باید آگاهی افراد را از نتیجه‌های مثبت و کیفی روش تدریس فعال، بالا برد.

تدریس فعال فیزیک را در هر شرایطی می‌توان اجرا کرد

شاید به نظر خیلی از همکاران که به روش فعال تدریس به‌صورت آرمانی نگاه می‌کنند، این روش در اکثر کلاس‌های درس فیزیک عملی نباشد. اما باید توجه کرد که اصولاً آموزش و تدریس عملاً در محیط واقعی و با شرایط غیرآرمانی انجام می‌گیرد. نگرش آرمانی مشکل را حل نمی‌کند. یعنی باید به فرایند «**تدریس فعال**» و «**شرایط موجود**» واقعی نگریست. باید دید با توجه به شرایط واقعی و موجود (نه شرایط آرمانی) فرایند تدریس فعال در چه قالب‌هایی امکان‌پذیر است. باید به امکان اجرای تدریس فعال به‌صورتی نسبی نگریست و برحسب شرایط و با توجه به تمام عامل‌های موجود، تدریس فعال را معنا و اجرا کرد. نباید به‌خاطر نبود مجموعه شرایط آرمانی برای اجرای تدریس فعال روش غیر فعال را در آموزش پیش گرفت.

اصول استفاده از روش تدریس فعال

۱. به دانش‌آموز «فرصت تجربه‌ی شخصی» داده می‌شود. به‌هیچ‌وجه نباید به جای دانش‌آموز تجربه‌ی مشخصی را انجام داد.

۲. به دانش‌آموز فرصت «فکر کردن» یا «اندیشه شخصی» داده شود. نباید به جای دانش‌آموز فکر کرد، بلکه باید شرایطی را به‌وجود آورد که تدریجاً «اندیشیدن صحیح و علمی» را بیاموزد.

۳. به‌هیچ‌وجه نباید «اندیشه‌ها» را به صورت قالبی در کلیشه‌های مشخص به دانش‌آموز منتقل کرد.

۴. به جای آن‌که معلم، خود طراح پرسش و پاسخگوی آن نیز باشد باید شرایطی را به‌وجود آورد که دانش‌آموز «پرسش‌های اساسی» مطرح کند. تلاش دانش‌آموز در یافتن اصول درست پاسخگویی به پرسش‌ها، شکل‌گیری فرایند «بهتر اندیشیدن» است.

۵. به دانش‌آموز چگونگی ایجاد ارتباط بین مسأله‌ای مشخص و هدف‌های آموزشی طرح آن را آموزش دهیم.

۸. بسته‌ی آموزشی رویکردی نوین در آموزش فیزیک

استفاده معلمان از نرم‌افزارهای آموزشی و آزمایشگاه‌های مجازی و باور داشتن این نکته که می‌توان تحولاتی از طریق کاربرد آن‌ها در امر آموزش فیزیک به‌وجود آورد، سرآغاز تحولی مثبت و سازنده در جهت تفهیم عمق مطالب فیزیک به دانش‌آموزان است. با این کار می‌توان شیوه‌ی پژوهش و مکاشفه را به آنان آموزش داد تا مبتکران و پژوهشگران فیزیک در آینده باشند.

باور عمومی این است که با روی آوردن به ابزارهای جدید آموزشی و به‌ویژه آموزش مبتنی بر رایانه (نرم‌افزارهای آموزشی، آموزش آنلاین، ...) نقش معلم کمرنگ خواهد شد. البته این باوری است کاملاً منطقی و پذیرفتنی. اما میزان این کمرنگ شدن مهم است. برخی (عموماً تولیدکنندگان آموزش‌های مبتنی بر رایانه) می‌پندارند در تولید یک نرم‌افزار آموزشی فیزیک احتیاجی به متخصص فیزیک نیست مثلاً به کمک کتاب فیزیک یا با دانسته‌های خودشان می‌توانند نرم‌افزار آموزشی موفقی تولید کنند. گروهی نیز بر این باورند که با ورود رایانه و فناوری آموزشی، معلمان کم‌کم باید از صحنه کنار بروند. نتیجه این می‌شود که هزاران نرم‌افزار آموزشی فیزیک به بازار می‌آید که از میان آن‌ها به تعداد انگشتان هم نمی‌توان نرم‌افزار مفید یافت. اکثر این نرم‌افزارها محصول کار گروهی جوان است که عموماً مقداری برنامه‌نویسی بلدند و با چند رسانه‌ای هم آشنایی دارند. رایانه و فناوری زمانی در آموزش فیزیک مفید است که به‌عنوان ابزاری در دست معلم کار کشته فیزیک به کار گرفته شود. این که می‌توانیم در آموزش‌های رایانه‌ای فیلم نمایش دهیم، صدا پخش کنیم و از تعامل استفاده کنیم، دلیل نمی‌شود که بتوانیم آموزش موفقی هم بدهیم. برای آموزش دادن هر مبحث، حتی احاطه به آن مبحث نیز کافی نیست.

چه‌بسا متخصصانی که نرم‌افزاری را به‌طور کامل می‌شناسند و بهترین استفاده را از آن می‌برند، ولی اگر بخواهند کاربرد آن را به

کسی آموزش دهند، هیچ موفقیتی به دست نمی‌آورند. (آموزش محتوای آن هرچه باشد) به‌غیر از احاطه به مبحث، احتیاج به چیزی دارد که ما آن را (شمّ معلمی) می‌نامیم. شمّ معلمی یا شم تدریس است که باعث می‌شود معلم بداند بر کجای درس تأکید کند، کی بلند صحبت کند، چه زمانی سکوت کند و خلاصه به چه شکل عمل کند تا به اهداف آموزش برسد.

شمّ معلمی علاوه بر تدریس به روش سنتی، در آموزش‌های نوین نیز تأثیر بسیاری دارد. با این تفاوت که در این‌جا معلم باید چندین مهارت دیگر نیز داشته باشد. علاوه بر احاطه به مبحث تدریس، معلم باید با رایانه و امکاناتی که در اختیار دارد، آشنایی کامل داشته باشد. در اختیار داشتن فیلم و متحرک‌سازی آموزشی، ایجاد تعامل با کاربر، امکان تنظیم تدریس با نیازهای کاربر، توان محاسباتی بالای رایانه، و امکان ارائه‌ی بازخورد آنی، و همه‌ی آن‌چه ما به‌عنوان برتری‌های تدریس مبتنی بر رایانه بیان می‌کنیم، امکاناتی هستند که دبیر فیزیک بدون آشنایی با آن‌ها، نمی‌تواند آموزش موفقی داشته باشد. همین مسئله یکی از نقطه‌ضعف‌های مهم اکثر نرم‌افزارهای آموزشی است. اکثر دبیران زبده فیزیک، آشنایی زیادی با رایانه ندارند و نمی‌دانند رایانه چه امکاناتی برای تدریس در اختیارشان قرار می‌دهد. کسانی هم که با رایانه آشنایی دارند معمولاً معلم خوبی نیستند. افرادی که هر دو مهارت را داشته باشند، کمیابند. ولی به‌هرحال این باعث نمی‌شود که در تولید آموزش، نقش آن‌ها را به کس دیگری بدهیم، شاید بهترین کاری که دستگاه آموزشی و مسئولان این امر (دفتر تکنولوژی آموزشی، سازمان پژوهش وزارت آموزش و پرورش یا...) می‌توانند انجام دهند، آموزش دبیران و مجهز کردن آن‌ها به ابزارهای جدید است.

برخی پیشنهادهای علمی جهت رفع مشکلات آموزش فیزیک

۱. تجهیز آزمایشگاه‌های مدارس به‌عنوان اصلی مهم در اولویت قرار گیرد و متصدیان آزمایشگاه‌ها از افراد خلاق و علاقه‌مند انتخاب شود.

۲. معلمان فیزیک در هنگام تدریس به پیش‌دانسته‌های (ارزشیابی تشخیصی ورودی) یادگیرنده‌ها توجه داشته باشند.

۳. از روش‌های تشریحی و منطقی در حل مسأله‌ی فیزیک که موجب تقویت نظام فکری منطقی و همچنین افزایش قدرت تجزیه و تحلیل مطالب در دانش‌آموزان می‌شود، استفاده شود.

۴. برای حذف آزمون سراسری یا حداقل تجدیدنظر در نحوه‌ی اجرای آن باید فکری اساسی از طرف مدیران ارشد نظام صورت پذیرد.

۵. کاهش حجم کتاب‌های درسی فیزیک و افزایش هرچه بیشتر میدان فکری و انعطاف‌پذیری (چندتألیفی و چندرسانه‌ای) در آن‌ها ضروری به‌نظر می‌رسد.

۶. ارزش‌گذاری اجتماعی و مادی به فارغ‌التحصیلان رشته‌ی فیزیک باعث جذب افراد خلاق به‌عنوان مدرسان فیزیک و ایجاد انگیزه در دانش‌آموزان می‌شود.

۷. جهت ایجاد انگیزه و علاقه در دانش‌آموزان هماهنگی و زیبایی‌های علم فیزیک باید به تصویر کشیده شود نه فرمول‌ها و پیچیدگی‌های آن.

۸. لزوم کنار گذاشتن روش‌های سنتی تدریس و استفاده از روش فعال در این زمینه.

۹. بهره گرفتن از فناوری اطلاعات و روش‌های آموزش مجازی، شبیه‌سازی و متحرک‌سازی در آموزش فیزیک باعث افزایش یادگیری مؤثر می‌شود.

۱۰. آموزش معلمان فیزیک در زمینه‌ی نحوه‌ی استفاده از رایانه جهت تدریس فیزیک و استفاده از نرم‌افزارهای آموزشی، یکی از الزام‌های به‌کارگیری روش‌های نوین در آموزش فیزیک است.

منابع و مآخذ:

۱. شعبانی، حسن، مهارت‌های آموزشی و پرورشی، انتشارات سمت، تهران (۱۳۷۱).

۲. تقی‌پور ظهیر، علی، مقدمه‌ای بر برنامه‌ریزی آموزشی و درسی، مؤسسه‌ی انتشارات آگاه، تهران (۱۳۷۵).

۳. احدیان، محمد و آقازاده، محرم، راهنمای روش‌های نوین تدریس برای آموزش و کارآموزی، تهران، (۱۳۷۸).

۴. فصلنامه‌ی رشد آموزش فیزیک، شماره‌ی ۶۹.

۵. کتاب الگوهای تدریس برتر، چاپ هشتم ۱۳۸۰ـ مترجم، دکتر محمدرضا بهرنگی.

۶. مدیریت آموزشی و آموزشگاهی چاپ هفتم، ۱۳۸۰ـ مترجم، دکتر محمدرضا بهرنگی.

۷. آموزش دوره‌ی متوسطه، جلد اول، ۱۳۶۸ـ مؤلف، جوزف کالاهان- مترجم، جواد طهوریان.

۸. حسین حسین‌نژاد قندی، آزمایشگاه، بخش فراموش شده در مدارس.

۹. امیری، محمدعلی، (۱۳۶۹). تفکر درباره‌ی تحولات آینده‌ی آموزش و پرورش، تهران: انتشارات مدرسه.

۱۰. جاریانی، ابوالقاسم (۱۳۸۰). تأثیر ICT بر برنامه‌ریزی درسی، دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای کاردانش.

چالشی فیزیکی برای معلمان و دانش‌آموزان*

ترجمه : مرضیه هرمزی‌نژاد[1] و دستان هرمزی‌نژاد[2]
۱) مربی زبان انگلیسی آموزشگاه‌های اصفهان
۲) دبیر فیزیک شهرستان اصفهان

چالش: سنگی از سطح زمین با سرعت v تحت زاویه‌ی θ نسبت به افق پرتاب می‌شود. دقت شود که با گذشت زمان (نامعین) t، پس از پرتاب، فاصله سنگ و نقطه‌ی پرتاب، شروع به کاهش می‌کند. t را با نادیده گرفتن مقاومت هوا به‌دست آورید.

راه‌حل: مکان اولیه‌ی سنگ را مبدأ بگیرید. مؤلفه‌های عمودی و افقی مکان سنگ تابعی از زمان به‌شکل زیرند:

$$x = (v\cos\theta)t$$

و

$$y = (v\sin\theta)t - \frac{1}{2}gt^2$$

بهتر است مربع فاصله از نقطه‌ی پرتاب را درنظر بگیریم که به شکل زیر درمی‌آید:

$$r^2 = x^2 + y^2 = [(v\cos\theta)t]^2 + [(v\sin\theta)t - \frac{1}{2}gt^2]^2$$

$$= v^2t^2 - (vg\sin\theta)t^3 + \frac{1}{4}g^2t^4$$

با افزایش r^2 افزایش، فاصله هم افزایش می‌یابد و مشتق زمانی r^2 این‌گونه است:

$$d(r^2)/dt = 2v^2t - 3(vg\sin\theta)t^2 + g^2t^3$$

$$= t[2v^2 - 3(vg\sin\theta)t + g^2t^2].$$

اگر زمان به اندازه‌ی کافی کوچک باشد، مشتق مثبت و r با زمان افزایش می‌یابد. در زمان زیر:

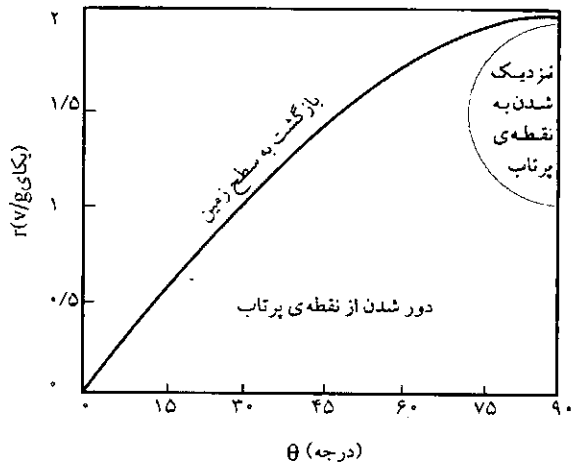
$$t = \frac{3vg\sin\theta \pm \sqrt{(3vg\sin\theta)^2 - 4(g^2)(2v^2)}}{2(g^2)}$$

مشتق صفر می‌شود و فاصله فرینه می‌شود. سه حالت برای بررسی وجود دارد:

۱. اگر زاویه‌ی θ به اندازه‌ی کافی کوچک باشد مقدار زیر رادیکال منفی می‌شود. در این مورد هیچ جواب حقیقی برای شرایط بالا وجود ندارد. بنابراین مشتق همواره مثبت است و فاصله هم‌چنان افزایش می‌یابد. کوچک‌ترین زاویه ای که برای آن مشتق به صفر برسد با عبارت زیر داده می‌شود:

$$9\sin^2\theta - 8 = 0$$

بنابراین فاصله برای زاویه‌های



$\theta < \sin^{-1}\sqrt{\frac{8}{9}} = 70/50$

همواره افزایش می‌یابد.

۲. اگر $\theta = \sin^{-1}\sqrt{\frac{8}{9}}$ باشد، یک جواب حقیقی برای شرایط زمانی $t_s = \frac{3vg\sin\theta}{2g} = \sqrt{2}v/g$ وجود دارد. در این حالت نقطه‌ای زینی در نمودار فاصله برحسب زمان وجود دارد، اما فاصله افزایش نمی‌یابد.

۳. اگر $\sin^{-1}\sqrt{\frac{8}{9}} < \theta \le 90^\circ$ باشد، دو جواب حقیقی وجود دارد که هر دو مثبت‌اند. فاصله‌ی بین سنگ و نقطه‌ی پرتاب نخست شروع به کاهش می‌کند:

$$t_1 = \frac{v}{2g}(3\sin\theta - \sqrt{9\sin^2\theta - 8})$$

جواب دوم زمان بعدی است که سنگ دوباره از نقطه پرتاب دور می‌شود:

$$t_2 = \frac{v}{2g}(3\sin\theta + \sqrt{9\sin^2\theta - 8}) > t_1$$

سنگ پس از زمان زیر به سطح زمین برمی‌گردد:

$$t_3 = \frac{2v\sin\theta}{g} \ge t_2$$

اگر $\sin^{-1}\sqrt{\frac{8}{9}} < \theta < 90^\circ$ باشد، سنگ قبل از آن‌که به زمین برسد، دوباره شروع به دور شدن از نقطه‌ی پرتاب می‌کند.

هنگامی که $\theta = 90^\circ$ (سنگ در راستای قائم رو به بالا پرتاب می‌شود) $t_2 = t_3$، سنگ به جای دور شدن دوباره به زمین برخورد می‌کند. سنگ نیمی از زمان را صرف دور شدن می‌کند که $(t_1 = \frac{1}{2}t_2)$ و نیمی از زمان را صرف برگشت.

این نتایج در نمودار زیر خلاصه شده است. برای هر زاویه یک قطعه‌ی عمودی از ناحیه‌ی سایه‌دار نشان می‌دهد که سنگ بر حسب زمان چه رفتاری دارد. سنگ در ناحیه تیره‌تر از نقطه پرتاب دور و در ناحیه روشن‌تر به نقطه پرتاب نزدیک می‌گردد. منحنی سیاه زمانی را نشان می‌دهد که سنگ به زمین برخورد می‌کند. زمان برحسب واحد v/g بیان می‌شود.

* زیرنویس:

۱. متن اصلی این ترجمه دارای عنوان فرعی (Paper Beats Rock) و اشاره به بازی کودکانه (سنگ ـ کاغذ ـ قیچی) است. با همین عنوان مقاله‌ها، فیلم‌ها و سایت‌های گوناگون ساخته و پرداخته شده است. ایهام در عنوان فرعی برای تأمل در لفظ Paper به معنی کاغذ است که یکی دیگر از معناهای آن، مقاله (علمی) است.

۲. در این ترجمه، «فرینه» معادل اکسترمم و «نقطه زینی» [نقطه زین اسبی] معادل (Saddle Point) اختیار شده است.

۳. برای اطلاع از نام و نشان و عنوان شرکت‌کنندگان و هم‌آهنگ کننده این چالش جالب که بسیار دقیق و موجز ارائه شده است، به منبع مقاله رجوع شود. (ویراستار)

منبع:

THE PHYSICS TEACHER, Vol. 45, P.483-4

واقعیت و نظریه در یک برخورد

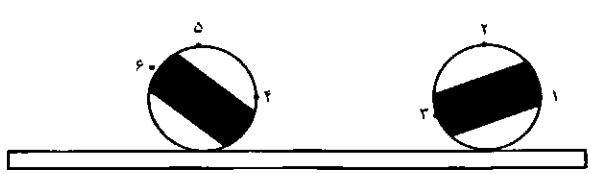
نُرمن دربی
ترجمه: هادی عباسی

برخورد توپ‌های بیلیارد موضوعی است که اغلب در کتاب‌های فیزیک مقدماتی معمولاً به‌صورت مثال‌هایی از برخورد کشسان ذکر می‌شود. مقاله‌های بسیاری که توصیف کننده چنین برخوردهایی هستند در این مجله و هرجای دیگر آمده است، اما مقایسه بین نتایج نظری و واقعی برخورد خیلی جالب است، به‌ویژه این‌که در بسیاری از تحلیل‌های نظری به سادگی اصطکاک هنگام برخورد نادیده گرفته می‌شود. دانش‌آموزان برخورد توپ بیلیارد را به‌صورت غیرواقعی در نظر می‌گیرند در حالی‌که در برنامه‌ای نظیر «فیزیک تعاملی» ممکن است که شخص با برخوردهای جالبی نظیر گوی بیلیاردی که به هوا پرتاب شده روبه‌رو شود گرچه مقادیر ضریب اصطکاک نسبتاً کم است. ما تصمیم گرفتیم که از یک ابزار ویدیوئی (video point) در کلاس فیزیک برای بررسی فیلمی با حرکت آرام یک برخورد سر به‌سر که چند سال پیش ساخته شده و اخیراً در سلسله فیلم‌های علمی تحت عنوان *فیزیک: کلاسیک‌های سینما* موجود است، استفاده کنیم. در این مقاله، ما برخی داده‌های تجربی را که از طریق نتایج نظری و شبیه‌سازی به‌دست آورده‌ایم مقایسه می‌کنیم.

○ فیلم و نظریه

الف: توصیف قطعه ویدیویی

دیسک فیزیک کلاسیک‌های سینما: فیلم برخورد شاخ به شاخ بین توپ‌های بیلیاردی که تقریباً ۳۰۰۰ عکس در ثانیه به‌وسیله یک دوربین ثابت برداشته شده تهیه کرده است. همان‌گونه که شکل(۱) نشان می‌دهد هر توپ یک نوار پهن مشخص دارد که دوران را مریی می‌سازد. فیلم نشان می‌دهد که یک گوی بیلیارد[1] بدون سُر خوردن در روی یک سطح افقی می‌چرخد.



شکل۱. از نقطه‌ها برای تعیین محل و زاویه چرخش برخورد توپ بیلیارد درابزار ویدئویی video point استفاده شده است.

توپ سپس به توپ هدف که ساکن است برخورد می‌کند. آن‌چه را که اتفاق می‌افتد واقعاً می‌تواند دانش‌آموزان از خودراضی فیزیک را که برخورد بین ذرات را تمام کرده‌اند و نمایش‌هایی از گهواره نیوتون را دیده‌اند تکان دهد. دانش‌آموزان با نگاه کردن می‌بینند که توپ هدف[۲] در یک سطح افقی بدون هیچ گونه حرکت دوران اولیه شروع به سُر خوردن می‌کند، اما به مرور با زیاد شدن چرخش، سُر خوردن آن کاهش می‌یابد. در ضمن گویی بیلیارد در ابتدا با افزایش حرکت دورانی به تدریج کند می‌شود، سپس شتاب می‌گیرد و به سمت توپ هدف می‌رود. البته اصطکاک بین توپ و سطح باعث این رفتار عجیب و غریب است.

عمدتاً در خلال برخورد، گشتاور نیروی اصطکاک روی هر توپ نسبتاً کم است، به طوری که تغییرات جزیی در چرخش توپ پدید می‌آید، اما سرانجام اثر این گشتاور نیرو می‌تواند قابل توجه شود.

ب: مدل ساده

مدل ساده‌ای که غالباً در کتاب‌های درسی هنگام بحث پیرامون برخورد ذکر می‌شود از این قرار است:

۱) برخورد کاملاً کشسان در نظر گرفته می‌شود یعنی (انرژی جنبشی پایسته است)

۲) از هر گونه اصطکاکی در هنگام برخورد نادیده گرفته می‌شود

۳) اصطکاک سطحی پس از برخورد هر دو توپ یکسان فرض می‌شود

حل چنین مدلی آسان است. بلافاصله پس از خورد، گوی بیلیارد تمام تکانه‌ی خطی خود را از دست می‌دهد، اما تکانه‌ی زاویه‌ای آن تغییر نمی‌کند. در ضمن توپ هدف تمام تکانه‌ی توپ اولی را گرفته در حالی که هنوز تکانه‌ی زاویه‌ای ندارد. با گذشت زمان، نیروی اصطاک بین هر توپ و سطح، تکانه‌ی خطی و تکانه‌ی زاویه‌ای آن‌ها را تغییر می‌دهد تا این‌که سرعت‌های خطی و زاویه‌ای در شرط حرکت بدون سُر خوردن $\omega = v/r$ صدق کند. اگر τ_i زمان سُر خوردن هر توپ و f نیروی اصطکاک سطحی باشد، دو معادله برای τ_i و سرعت‌های خطی نهایی v_{if} به‌دست می‌آوریم.

تکانه‌ی خطی:

توپ هدف	بیلیارد
$f\tau_T = mv_{\circ} - mv_{Tf}$	$f\tau_c = mv_{cf}$

تکانه‌ی زاویه‌ای:

توپ هدف	گوی بیلیارد
$fr\tau_T = \frac{2}{5}(mv_{Tf}r)$	$fr\tau_c = \frac{2}{5}(mv_{\circ}r - mv_{cf}r)$

جواب‌های به‌دست آمده از حل معادله‌های بالا عبارتند از:

$$v_{cf} = \frac{2}{7}v_{\circ}$$

$$v_{Tf} = \frac{5}{7}v_{\circ} \quad , \quad \frac{f\tau_c}{m} = \frac{f\tau_T}{m} = \frac{2}{7}v_{\circ}$$

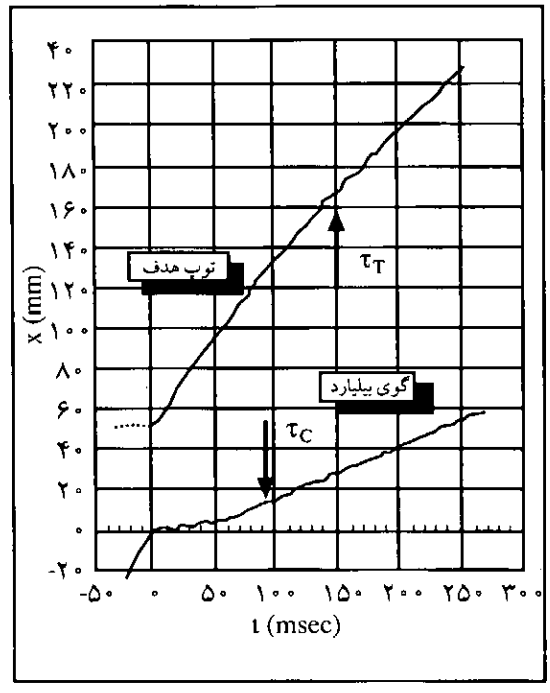
مشاهده می‌شود که زمان‌های مربوط به سُر خوردن هر دو توپ یکی است.

◯ داده‌ها

الف: گردآوری داده‌ها

سی‌سال پیش این فیلم به صورت حلقه فیلم موجود بود. از دانش‌آموزان *طرح فیزیک* خواسته می‌شد تا آن‌را به‌دقت نگاه کرده و به‌طور شفاهی آن‌چه را که اتفاق می‌افتد تا جایی که ممکن است به‌طور کامل توصیف و با یک اندازه‌گیری ساده بررسی کنند که تکانه در توپ پایسته است یا خیر. این کار می‌توانست با کمک تصویر کردن چهارچوب‌های ساکن و مشخص کردن مختصات توپ روی یک پرده انجام شود. چون مقادیر سرعت دوربین عکاسی و قطر توپ بیلیارد معلوم است، هم سرعت خطی و هم سرعت زاویه‌ای را می‌توان تقریباً برآورد کرد. به‌کمک بازی‌های ویدیویی موجود، دانش‌آموزان می‌توانند روی صفحه‌ای شفاف که روی صفحه تلویزیون چسبانده شده قطعه‌هایی را که می‌بینند علامت‌گذاری کنند و سپس اندازه‌گیری‌ها را انجام دهند.

در هریک از این حالت‌های ردگیری حرکت توپ‌ها در چهارچوب‌ها، خسته‌کننده و زمینه‌ساز خطا و اشتباه است. این روزها، یک قطعه ویدیویی را می‌توان دیجیتالی و آن را با رایانه به‌کمک نرم‌افزاری مثل Video Point به‌دقت مطالعه کرد. با چنین نرم‌افزاری، استفاده کننده می‌تواند قطعه‌های ویدئویی چارچوب را در یک زمان مطالعه و با استفاده از موش‌واره‌ی رایانه محل نقطه‌های جالب را مشخص کند. سپس مختصات نقطه‌ها را به‌صورت جدول تنظیم کند، این کار به‌دست آوردن داده‌های مربوط به چارچوب‌های مختلف را به‌صورتی که برای تجزیه و تحلیل راحت باشد امکان‌پذیر می‌سازد. اما داده‌های بسیاری را گردآوری کردیم مثل شکل۱ که دانش‌آموزان سه نقطه را روی هر توپ مشخص می‌کنند. در اصل، دو نقطه کافی است، اما تفکیک فیلم‌های تند محدود است. دوربین با سرعت زیاد عکس‌ها را



شکل۲ . جابه‌جایی توپ‌های بیلیارد برخورد کننده . برخورد در $t = 0$ اتفاق می‌افتد . داده‌های خام و منحنی‌های برازش یافته به روش حداقل مربعات نشان داده شده است . سرخوردن گوی بیلیارد در زمان τ_c و سرخوردن توپ هدف در زمان τ_T متوقف می‌شود .

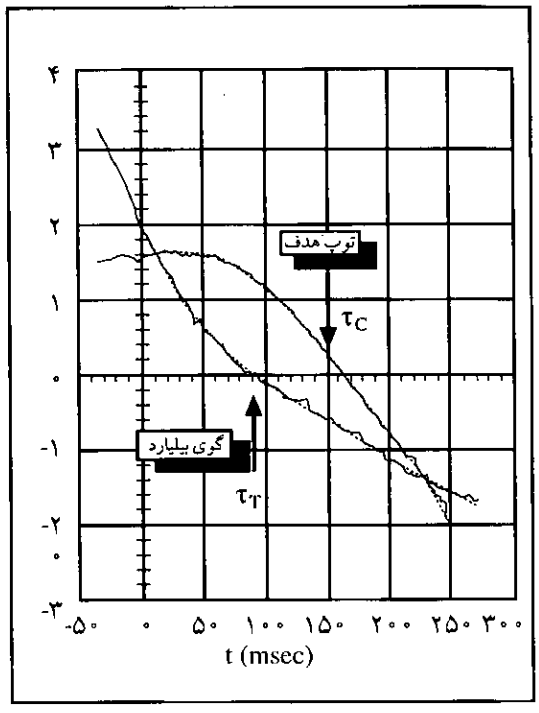
به‌خوبی ثبت نمی‌کند، بنابراین نقطه اضافی برای آزمون اضافی ثبت شد . ما به ازای هر ۱۰ عکس یک اندازه‌گیری انجام دادیم، قابل توجه است که بیشتر اندازه‌گیری‌هایی است که دانش‌آموزان با روش خط‌کش و مداد انجام داده بودند .

فرض کردیم که آهنگ تصویربرداری ۳۰۰۰در هر ثانیه صحیح است و فیلم به‌دقت به ویدئو منتقل شده است . اندازه‌ی توپ‌های بیلیارد برای بازی‌های مختلف ممکن است اندکی تغییر کند . به‌منظور مدرج کردن، ما از اعداد زیر همراه فیلم داده شده است استفاده کردیم :

جرم توپ = ۱۷۰/۳g

قطر توپ $= (۲\frac{۱}{۱۶}\text{in}) = ۵/۲۴\text{cm}$

همچنین فرض کردیم که چگالی توپ یکنواخت است به طوری که مقدار گشتاور لختی آن برابر $I = \frac{۲}{۵}mR^۲$ باشد . یک سری داده‌ها از Video Point را برای تحلیل به یک صفحه کاغذ منتقل کردیم . چون تفکیک تصویر محدود بود و چون تنها چند نقطه را در هر تصویر اندازه‌گیری کردیم، اندازه‌گیری‌های مکانی و زاویه‌ای نشان داده شده در شکل‌های ۲و۳ بی‌ثباتی قابل توجهی را نشان می‌دهد .



شکل۳ . زاویه‌ی چرخش توپ‌های بیلیارد برخورد کننده را نشان می‌دهد . همانند شکل ۲ که داده‌های خام و منحنی برازش یافته به روش حداقل مربعات را نشان می‌دهد . سُر خوردن گوی بیلیارد در زمان τ_c وسرخوردن توپ هدف در زمان τ_T متوقف می‌شود .

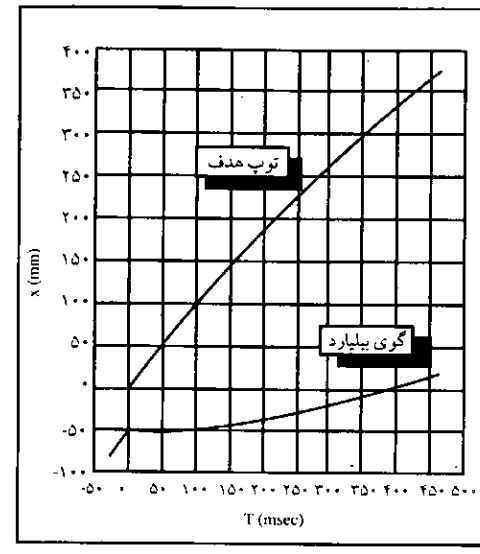
ب : تحلیل

به‌دقت مشخص کردیم که گوی بیلیارد قبل از برخورد با سرعت ۰/۹۸m/s حرکت می‌کند و با سرعت زاویه‌ای ثابتی بدون سُر خوردن می‌چرخد .

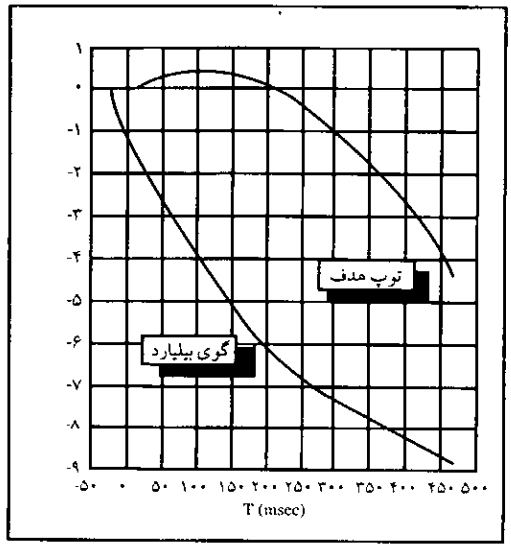
جنبه‌های کلی حرکت در شکل(۲) نمایش داده شده است . گوی بیلیارد با سرعت ثابت حرکت می‌کند، سپس ناگهان متوقف می‌شود و یک دوره‌ی شتاب گرفتن را می‌گذراند و سرانجام مجدداً به سرعتی ثابت می‌رسد . توپ هدف براثر برخورد حرکت می‌کند اما براثر سُر خوردن روی سطح کند می‌شود و شروع به چرخش می‌کند، سرانجام به سرعت ثابتی می‌رسد .

در فیلم به‌نظر می‌رسد که توپ هدف پس از برخورد اندکی به عقب می‌چرخد، اما حرکت به قدری ناچیز است و چنان سریع اتفاق می‌افتد که ناظر به سادگی می‌تواند آن‌را به‌عنوان خطای دید رد کند . اما شکل(۳) این احساس مشاهده شده را تأئید می‌کند . این معکوس شدن دوران نشان می‌دهد که اصطکاک بین توپ‌های بیلیارد در طی برخوردشان قابل‌اندازه‌گیری است .

حرکت‌های پس از برخورد در دو مرحله سُرخوردن و چرخش تقسیم شده است . داده‌های هر مرحله را روی منحنی‌های ساده‌ای



شکل۴. جابه‌جایی توپ‌های بیلیارد برخوردکننده با *فیزیک تعاملی*، سرعت اولیه گوی بیلیارد ۱m/s و ضریب‌های اصطکاک ۰/۰۸ است.



شکل۵. زاویه‌های چرخش توپ‌های برخورد برخوردکننده با *فیزیک تعاملی* شبیه‌سازی شده است. سرعت اولیه گوی بیلیارد ۱m/s و ضریب‌های اصطکاک ۰/۰۸ است. نگاه کنید به شکل ۴.

با استفاده از روشی تکراری برازش داریم. با توجه به نمودارها زمان توقف سُر خوردن را با استفاده از شیوه نگاه کردن به نمودارها در زاویه‌ای خراشان برآورد کردیم. سپس برازش‌های حداقل مربعات را برای حرکت‌های خطی و زاویه‌ای با تابع‌های درجه دوم t در مرحله غلتش (شتاب ثابت) و تابع خطی t در طی مرحله‌ی لغزش (بدون شتاب) محاسبه کردیم. سپس برآورد شروع مرحله غلتش را تنظیم کردیم تا سرعت‌های محاسبه شده در پایان مرحله‌ی لغزش با شروع مرحله‌ی غلتش هماهنگ شوند. زمان غلتش τ که از حرکت‌های خطی یا حرکت‌های دورانی مشخص شده بودند می‌توانستند تقریباً ۱۰٪ اختلاف داشته باشد. این برآوردی از داده‌های گردآوری شده ماست. منحنی‌های برازش داده شده روی داده‌های شکل۲ و۳ قرار می‌گیرند.

اگر فرض کنیم که تمام اندازه‌گیری‌ها به صورت بهنجار توزیع شده و دارای انحراف معیار یکسانی باشند، برازش منحنی به داده‌ها (همان‌طور که چشم هم نشان می‌دهد) خوب است. پس در مرحله لغزیدن حرکت، شتاب توپ هدف (با استفاده از ۵۰ نقطه داده شده) در حدود $-۱/۸۳ m/s^2$ با خطای استانداردی حدود ۵٪ و شتاب گوی بیلیارد (با استفاده از ۳۵نقطه داده شده) حدود $۳/۱۳ m/s^2$ با خطای استانداردی حدود ۱۰٪ است.

فهرست اندازه‌گیری‌های جالبی که به‌دست آورده‌ایم به‌قرار زیر است.

۱) پس از برخورد، ۱۰٪ تکانه‌ی خطی تلف شده است. (۰/۱۶۷kgm/s در مقابل ۰/۱۵۱kgm/s).

۲) پس از برخورد، ۱۷٪ از انرژی جنبشی انتقالی دستگاه تلف شده است.

۳) پس از برخورد، ۱۵٪ انرژی جنبشی دورانی تلف شده است.

۴) روی هم رفته، ۱۷٪ از کل انرژی جنبشی دستگاه در طی برخورد تلف شده است.

۵) در طی مرحله لغزش، به احتمال قوی تنها نیرویی که به هر توپ وارد می‌شود اصطکاک بین توپ و سطح است.

در نتیجه انتظار داشتیم شتاب‌هایی را ملاحظه کنیم که دارای اندازه یکسان باشند. اما، شتاب گوی بیلیارد ($۳/۱۳ m/s^2$) و شتاب توپ هدف ($-۱/۸۳ m/s^2$) تفاوت قابل ملاحظه‌ای داشتند. زمان‌های لغزش متفاوت بودند: $\tau_T = ۱۵۰ ms$، $\tau_c = ۹۰ ms$

۶) سرعت‌های نمایی گوی بیلیارد و توپ هدف به ترتیب ۰/۲۵۱m/s و ۰/۵۸۳m/s بود، به‌طوری‌که نسبت آن‌ها ۰/۴۳ می‌شد. در مدل ساده‌ای که ارائه شد، سرعت اولیه‌ی گوی بیلیارد ۰/۹۸m/s است در حالی‌که مقادیر محاسبه شده برای نسبت ۰/۴، ۰/۲۸m/s و ۰/۷m/s بود.

○ شبیه سازی ها

چون داده‌های واقعی حاوی مقدار قابل ملاحظه‌ای نوفه است، شاید شاگردان وسوسه شوند برای فهمیدن آن‌چه رخ می‌دهد از برنامه شبیه‌سازی رایانه‌ای استفاده کنند. چگونه یک برنامه شبیه‌سازی رایانه‌ای خوب مثل «*فیزیک تعاملی*» داده‌های مشاهده شده در این‌جا را باز تولید می‌کند؟ ترتیب دادن یک برخورد شاخ به شاخ در فیزیک تعاملی ساده است. محاسبه‌ها در *فیزیک تعاملی* با انتگرال گیری عددی از معادله‌های حرکت صورت می‌گیرد. در شبیه‌سازی برخوردها با محدود ساختن همپوشانی دوجسمی که به‌هم برخورد می‌کنند (نفوذ آن‌ها در یکدیگر) و انتخاب بازه‌های زمانی کوچک‌تر برای انتگرال‌گیری دقت لازم به دست می‌آید. می‌توانید جرم‌ها و اندازه‌های سرعت توپ‌هایی را که برخورد می‌کنند، ضریب‌های بازگشت (پارامترهای کشسانی) و ضریب‌های اصطکاک را انتخاب کنید.

جرم‌هایی که برای شبیه‌سازی برگزیدیم جرم واقعی توپ‌های بیلیارد بود، و سرعت اولیه را ۱m / s، و پارامتر کشسانی برخوردهای کاملاً کشسان را یک می‌گیریم. همین‌طور مشخص کردیم که اجسام بیشتر از ۰/۱mm همپوشان نمی‌شوند. انتخاب همپوشانی کوچک‌تر تعیین محل توپ‌ها در شروع شبیه‌سازی را دشوار می‌سازد، به‌طوری‌که توپ‌ها به محض رها شدن از سطح می‌جهند.

میان‌برهایی که در *فیزیک تعاملی* برنامه‌ریزی شده است مفید بودن آن در این وضعیت را محدود می‌سازد. به‌عنوان مثال، اگر به هر جسم ضریب اصطکاک مربوط به خود آن را اختصاص دهید وقتی دو جسم برهم کنش می‌کنند، برنامه از ضریب اصطکاک کوچک‌تر استفاده می‌کند. در این حالت این بدان معنی است که نمی‌توانید ضریب‌های اصطکاک بین توپ‌ها را از ضریب اصطکاک بین توپ و سطحی که برای نشان دادن وضعیت فیزیکی لازم است کمتر بگیرید.

در نتیجه، برای مدل‌سازی مناسب برهم‌کنش توپ ـ توپ، باید در همه‌جا از ضریب‌های اصطکاک کوچک استفاده می‌کردیم. به‌طوری که توپ‌ها خیلی شدید با هم برهم‌کنش نکنند، اما این بدان معنی است که در شبیه‌سازی توپ‌ها پس از برخورد برای مدت زمان خیلی طولانی‌تری می‌لغزند.

شکل‌های ۴ و ۵ نتیجه یک شبیه‌سازی به‌کمک ضریب اصطکاک $\mu = 0/08$ را نشان می‌دهد.

در برخوردهای واقعی جنبه‌های کیفی یکسان است، اما به‌طور کمّی، اندازه‌های سرعت نهایی توپ‌ها عبارتند از ۰/۲۲۹m / s و ۰/۶۵۷m / s. به‌طوری‌که گوی بیلیارد کندتر و توپ هدف سریع‌تر از آزمایش واقعی می‌چرخد. اما هر دو سرعت با مدل ساده‌ای که ارائه شده سازگارند. گرچه پارامتر کشسانی (e) برنامه برابر یک انتخاب شد، اما در شبیه‌سازی بیشتر از ۱۰٪ انرژی جنبشی گوی بیلیارد در طی برخورد تلف شد، بنابراین، اثرهای اصطکاک در زمان برخورد در آزمایش در شبیه‌سازی همان‌قدر اهمیت دارند که آزمایش واقعی.

○ نتیجه گیری ها

یک‌بار دیگر با بررسی دقیق دیدیم که طبیعت با رویدادهای ساده شناخت ما را به چالش می‌طلبد. جنبه‌های کیفی برخورد شاخ به شاخ توپ بیلیارد را نظریه‌های ساده‌ی ما به خوبی پیش‌بینی می‌کند. اما، هنگامی که به جزئیات آن می‌پردازیم برخی جنبه‌های آن برایمان گیج‌کننده است. به‌عنوان مثال در برخورد «کشسان» با اتلاف نسبتاً زیاد انرژی و اختلاف‌های زیاد در شتاب‌های پس از برخورد مواجه می‌شویم. ما از سایر برخوردهای بین توپ‌های بیلیارد فیلم نگرفتیم تا ببینیم آیا داده‌ها را می‌توان بازتولید کرد. اما آن را به دیگران پیشنهاد می‌کنیم. آن را به‌عنوان چالشی به کلاس‌های فیزیک ارائه می‌کنیم تا ببینند واقعاً چه اتفاقی می‌افتد؟

از معلمان فیزیک می‌خواهیم تا جایی که ممکن است از ابزار تحلیلی رایانه‌ها استفاده کنند تا شاگردان بتوانند رویدادهای روزمره را بررسی کنند. بگذارید شاگردان با شبیه‌سازی اسرار طبیعت غنای آن را کشف کنند. بگذارید آن‌ها از ایده‌های خود احساس رضایت و خشنودی کنند.

زیرنویس:

1. cue ball
2. target ball

منبع:

The Physics Teacher Vol. 37,Jan.1999,pp 25-27.

خورشیدگرفتگی بدون حضور ماه

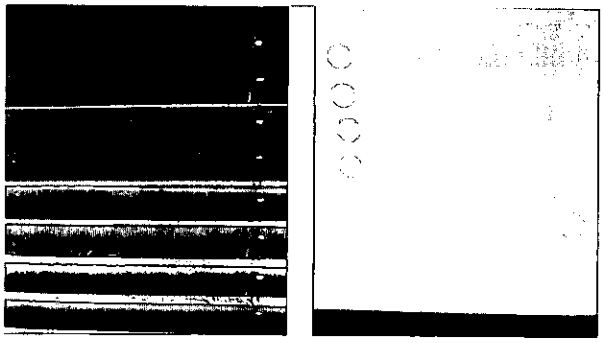
مویکا چپیک، دانشکده‌ی تعلیم و تربیت، دانشگاه لوبلیانا، اسلوونی
ترجمه از: انور اسمعیل‌پوری و سلیمان رسولی
مدرسان دانشگاه پیام نور مرکز مهاباد و دبیران فیزیک دبیرستان‌های شهرستان مهاباد

برخی از پدیده‌های اپتیکی جالب را می‌توان در طول خورشیدگرفتگی به دانش‌آموزان نشان داد. تصویرهای خورشید را که معمولاً در سایه‌ی زیر درختان دیده می‌شوند می‌توان از جمله‌ی این اثرهای جالب به‌حساب آورد. لکه‌های نورانی که روی صفحه‌ی پشت روزنه‌ای روشن ظاهر می‌شود، در صورتی که صفحه به روزنه نزدیک باشد به شکل روزنه است و اگر صفحه از روزنه دورتر باشد، لکه به شکل چشمه‌ی نور درمی‌آید [۱]. بنابراین، زیر درختان، پشت روزنه‌های دور به شکل‌های بسیار متنوع (که بین برگ‌های درختان که با نور خورشید روشن شده‌اند تشکیل می‌شود) فقط لکه‌های نورانی دایره‌ای و بیضی‌وار یا محو تولید می‌شود (چون چشمه‌ی نورانی خورشید است).

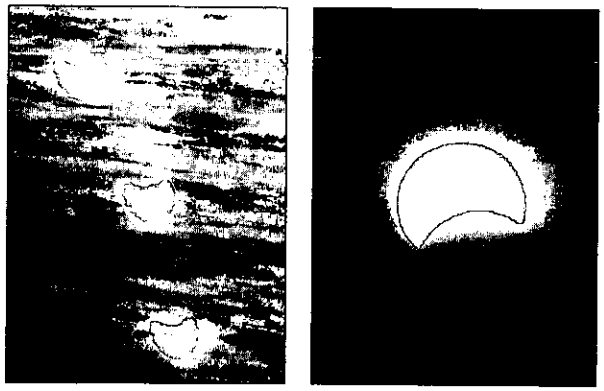
به هرحال، در طول خورشیدگرفتگی، بخشی از خورشید پوشیده می‌شود و دیگر دایره‌ای کامل نیست. لذا لکه‌های نورانی زیر درختان به صورت نیمدایره‌ای داسی‌شکل درمی‌آیند [۲].

چون لکه‌های نورانی زیر درختان بلند پدیده‌ای تکرارشونده است، می‌توان هر روز موقعیت‌های لکه‌های نورانی را، که به صورت تصویرهایی از خورشید قابل رؤیت هستند، در کلاس به دانش‌آموزان نشان داد. لکه‌های نورانی به شکل خورشید را می‌توان پشت سوراخ‌های کوچک کرکره‌ای که دارای روزنه‌های کوچکی جهت حرکت نخ‌های تنظیم از میان آن هستند نیز مشاهده کرد. آن‌ها اغلب ردیفی از تصویرهای خورشید را تشکیل می‌دهند (شکل ۱) و امکان مشاهده‌ای جالب را در طول مدت خورشیدگرفتگی مهیا می‌کنند.

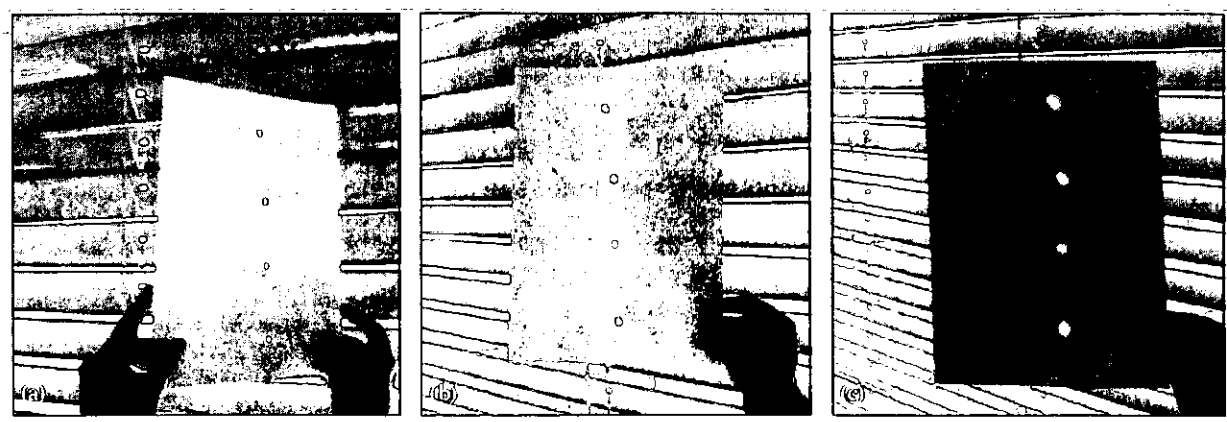
ردیف تصویرهای خورشید به شکل داس درآمده در شکل ۲ـالف در طول خورشیدگرفتگی جزیی ماه مارس ۲۰۰۶ عکس‌برداری شده است. درباره‌ی علت آن، در تعدادی از مقاله‌هایی که تشکیل تصویر «اتاقک تاریک دوربین عکاسی» را در



شکل ۱ (الف) روزنه‌های واقع در سایه‌ای که خورشید می‌افکند با دستکاری ریسمان‌ها. (ب) تصویرهای خورشید که در طرف دیگر روزنه‌ها روی صفحه‌ای سفید دیده می‌شوند.



شکل ۲ (الف) تصویرهای خورشید که در طول مدت خورشیدگرفتگی ۲۳ مارس ۲۰۰۶ بر روی زمین و در طرف دیگر روزنه‌های پرده ظاهر شدند. (ب) خورشیدگرفتگی جزئی در همان موقع قبل.



شکل۳ (الف) شکل لکه‌ی نورانی به همان شکل روزنه‌ی واقع در سایه‌ی خورشید است (ب) برای پرده‌ی در فاصله‌ی دورتر، شکل نامشخص به‌نظر می‌رسد اما هنوز قابل تشخیص است. (ج) در فاصله‌های دور شکل لکه‌ی نور، بدون توجه به شکل روزنه دایره‌ای است.

نظر می‌گیرند، بحث شده است [۳، ۲].

به هرحال برای اثبات این پدیده‌ی طبیعی معلمان باید منتظر یک خورشیدگرفتگی بمانند.

خورشیدگرفتگی خانگی!

آن‌چه در پی می‌آید آزمایش ساده‌ای جهت مطالعه‌ی تصویرهای خورشید گرفته بدون نیاز به خورشیدگرفتگی است. کلاس باید دارای پنجره، دارای پرده‌های کرکره‌ای رو به جنوب همراه با ساختمان‌ها و درختان در همان نزدیکی باشد. اگر این امکان وجود نداشته باشد، می‌توان آزمایش را در یک روز آفتابی در خارج با به کار بردن مقوا جهت جلوگیری از تابش نور و یک تکه کاغذ سفید به‌عنوان پرده انجام داد.

چهار جزء اساسی مورد نیاز هستند: خورشید، جسمی دور که سایه می‌افکند (مدلی برای ماه در طول مدت خورشیدگرفتگی)، روزنه یا مجموعه‌ای از روزنه‌ها روی جسم کدر و پرده‌ای که بتوان تصویرهای خورشید را روی آن مشاهده کرد.

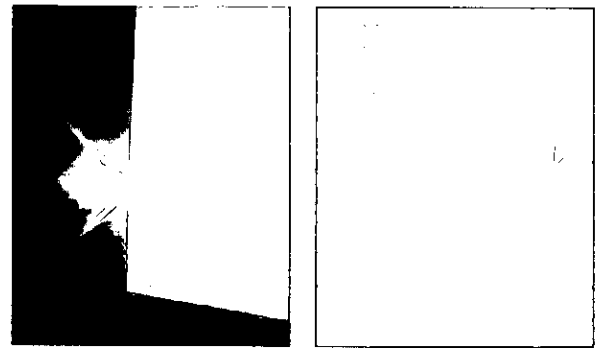
مهم‌ترین بخش این نمایش و اثبات آن انتخاب چشمه‌ی دور نسبت به سایه است، سایه روی پرده به صورت ناحیه‌ای ظاهر می‌شود که کمتر از محیط پیرامونش روشن شده است.

با ترتیب عادی روزنه یا مجموعه‌ی روزنه‌ها و پرده کار را شروع می‌کنیم [۱]. در ابتدا، پرده نزدیک روزنه(ها) (به عبارتی سوراخ‌های پرده‌ی کرکره‌ای پنجره) کار گذاشته شده است و به آرامی پیوسته از آن دور می‌شود. رفته رفته لکه‌ی نورانی از شکل روزنه به شکل چشمه‌ی نور ـ خورشید ـ تغییر شکل می‌دهد (شکل۳). سپس پرده در وضعیت ثابت نگه داشته می‌شود که در آن لکه‌ی نورانی دارای قطر دست‌کم چند سانتی‌متر است. با مشاهده‌ی دقیق، ساختمان‌ها، ابرها، و حتی درختان دور و بر می‌توانند به‌عنوان جایگزین خوبی برای ماه به‌کار روند. طلوع یا غروب خورشید بر پشت‌بام چشم‌اندازی عالی از خورشیدگرفتگی جزیی را به نمایش می‌گذارد. در این موقعیت لبه‌ی شیروانی افقی (حلبی که دو شیب شیروانی را به هم متصل می‌کند) جایگزین ماه می‌شود و تصویرهای وارونه‌ی گرفتگی جزیی خورشید روی پرده ظاهر می‌شوند.

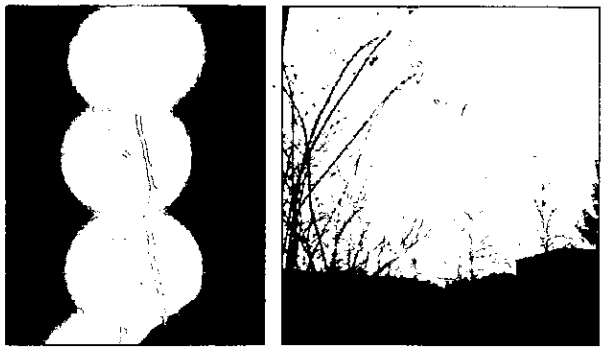
چون پرده‌ی کرکره‌ای مجموعه‌ای از سوراخ‌ها را در اختیار می‌گذارد، این واقعیت که تمام تصویرها یکی نیستند قابل بحث است. در قسمت بالای پرده، تصویرهای کامل از خورشید ظاهر می‌شوند، ولی در قسمت پایینی پرده، فقط تصویرهای گرفته‌ی جزیی قابل رؤیت هستند (شکل۴).

علت آن این است که چشمه‌ی مربوط به هر سایه در مقایسه با فاصله‌ی ماه در طول یک خورشیدگرفتگی ـ که در آن تمام تصویرها مشابه هم هستند ـ کاملاً به روزنه نزدیک است (شکل۱ ب). همان‌گونه که اکثر مردم می‌دانند، هنگام غروب می‌توان قسمت پوشیده‌شده‌ی خورشید توسط تپه‌ها یا ساختمان‌ها را به‌وسیله‌ی حرکت در راستای قائم تغییر داد. دلیل این‌که تعدادی از تصویرها گرفتگی جزیی را نشان می‌دهند این است که قسمت‌های متفاوتی

شکل۴ تصویرهای خورشید پشت روزنه‌های پرده وارون شده‌اند. لیوان آب بالا و پایین تصویر را نشان می‌دهد.



شکل۵ (الف) خورشید به صورت افقی از چپ به راست نمایان می‌شود. (ب) تصویرهای خورشید مربوط به حالت (الف).



شکل ۶ (الف) داخل تصویر خورشید سایه‌ی وارونه شاخه‌های درخت با چند برگ باقیمانده را می‌توان دید. (ب) در این وضعیت مشاهده بدون پرده صورت گرفته است.

از خورشید پشت لبه‌ی افقی شیروانی در وضعیت‌های مختلف در امتداد قائم پوشیده می‌شوند.

گاهی، در همان نزدیکی ساختمان‌ها امکان مشاهده‌ی طلوع «قائم» خورشید مهیا می‌شود (شکل ۵الف). در این مورد وارونگی جانبی را نیز می‌توان به‌وضوح مشاهده کرد. شکل۵ب تصویرهای خورشید را نشان می‌دهد که نیمه‌ی سمت چپ آن پشت دیوار یک ساختمان پوشیده شده است. ناظر (دوربین) در بین خورشید و جسم کدر رو به طرف خورشید قرار گرفته است. برای مشاهده‌ی تصویر خورشید، ناظر ناگزیر است ۱۸۰ درجه بچرخد تا تصویرهای شکل۵ الف را ببیند. در هر دو مورد خورشید و تصویرش در سمت راست درخشان و تابناک است. به هرحال با توجه به چرخش ناظر، وارونگی جانبی مشهود است. دوباره، همان‌گونه که قبلاً توضیح داده شد، تصویرهای سمت چپ این موقعیت که در آن خورشید قبلاً پوشیده نشده بود، کامل هستند، اما تصویرهای سمت راست این وضعیت که در آن دیوار هنوز خورشید را تا اندازه‌ای پوشانده است، ناکامل و ناقص هستند.

سرانجام جالب‌ترین نمونه (دست کم برای خود من) سایه‌ی حاصل از جسمی دور در هنگامی است که خورشید در اواخر پاییز از لابه‌لای درختی بتابد. درخت باید تقریباً بی‌برگ، پرده کرکره‌ها پایین خورشید تابناک، و آسمان صاف باشد. در زمینه‌ی تصویرهای خورشید طرح‌هایی وجود دارد (شکل۶الف). این طرح را می‌توان مربوط به سایه‌ای دانست که شاخ و برگ درختان انداخته‌اند. (شکل۶ ب).

مشاهده‌ی دقیق، وارونگی بالا ـ پایین را نشان می‌دهد، و مقایسه با شکل درختان وارونگی جانبی را نیز به نمایش می‌گذارد.

متأسفانه نمی‌توان این پدیده را از روی عکس تجزیه و تحلیل کرد چون نور خورشیدی که از بین برگ‌ها می‌گذرد بسیار شدید است. سایه‌ی مضاعف داخل دایره‌ی بالایی شکل ۶(الف) منشأ ساده‌ای دارد. نخ‌های تنظیم سوراخ‌های کرکره را به دو نیم می‌کنند، و دو سوراخ بسیار نزدیک به‌هم به‌وجود می‌آورند و تصویرهای بسیار نزدیک و همپوشان با سایه‌ها را تشکیل می‌دهند. چون وضوح تصویر اتاق تاریک دوربین، نتیجه‌ی اثر متقابل فاصله بین سوراخ (روزنه) و پراش نور است [۲ و ۳]، می‌توان تیزی و دقت سایه‌ی منفرد و سایه‌ی مضاعف (دوگانه) شکل۶ الف را با هم مقایسه کرد. هنگامی که روزنه برای سایه‌ی مضاعف (دوگانه) کوچک‌تر گردد، پراش یا تداخل افزایش می‌یابد و سایه نامشخص به‌نظر می‌رسد.

برای انجام این مشاهده‌ها از کرکره استفاده شد. اما می‌توان این کار را با استفاده از مقوای دارای روزنه‌های به قطر ۰٫۵cm و پرده‌ی سفید پشت ساختمان‌ها و یا درختان مجاور آن‌ها در بیرون نیز انجام داد.

بازی با سایه

اغلب سایه پدیده‌ای ساده که به راحتی قابل فهم و تدریس است نادیده گرفته می‌شود و یا توجه و دقتی که شایسته و مناسب است به آن نمی‌شود. می‌توان تعدادی از پدیده‌های مربوط به سایه‌ها را در زندگی روزمره پیدا کرد که نمی‌شود آن‌ها را ساده و حتی سرراست پنداشت [۴، ۵]. این پدیده‌ها اغلب برای دانش‌آموزان هیجان‌انگیزند و می‌توانند به عنوان حلقه‌ی پیوند با ریاضی، فناوری و علوم طبیعی به‌کار روند.

فهرست منابع:

1. Minnaert M G J 1993 *Light and Color in the Outdoors* (New York: Springer Verlag) p 1. Original Dutch edition: *De natuur kundevan't vrige veld. I. Licht en kleur in hetlandschap* (Zutphen: B V W J Thieme).

2. Young M 1989 The pinhole camera: imaging without the lenses or mirrors *Phys. Teach.*

3. Jakovidis G 1993 A pinhole imaging.

4. Stephenson P and Warwick P 2002 Using concept cartoons to support progression in students' understanding of light *Phys. Educ.* 41 295.

5. Čepič M 2006 Does a virtual image cast a

تحلیل گامای آنی با روش فعال سازی نوترونی (PGNAA)[1]

گردآوری: پیام بهرامی چگنی
دبیر فیزیک ناحیه(۲) شهرستان خرم‌آباد

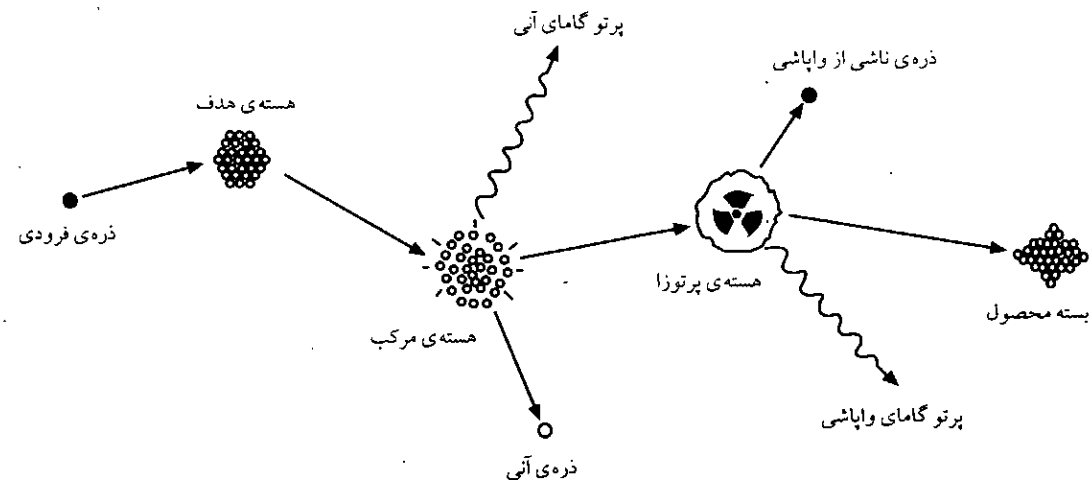
مقدمه

به طور کلی، واکنش هایی که در آن‌ها هسته‌ی مرکب تشکیل می شود، برای تحلیل هسته‌ای مفیدتر از انواع دیگر واکنش‌ها هستند، چون در آن‌ها امکان انتخاب بهتر و حساسیت بالاتری برای تشخیص عناصر وجود دارد. استفاده از واکنش‌های هسته‌ای با تشکیل هسته‌ی مرکب برای فعال کردن عناصر هدف را معمولاً تحلیل به‌روش فعال‌سازی می‌نامند و روش‌های تحلیل عناصر که در آن‌ها اندازه‌گیری آنی و تأخیری پس از فعال‌سازی مقدور باشد را به ترتیب تحلیل به طریق فعال‌سازی آنی و تحلیل به طریق فعال‌سازی تأخیری می‌نامیم. در این مقاله به طور خلاصه این دو روش هسته‌ای در تحلیل عناصر بررسی می‌شوند. در پایان ضمن برشمردن مزایا و معایب روش PGNAA، کاربردهای این روش ارائه می‌شود.

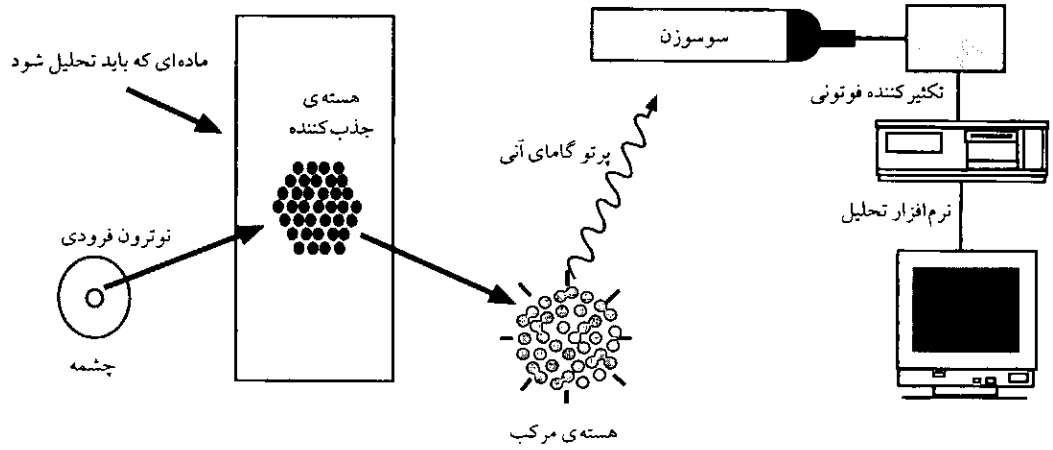
تحلیل عناصر با واکنش‌های هسته‌ای

همه‌ی روش‌های هسته‌ای برای تحلیل عناصر مبتنی بر دو فرآیند اصلی هستند. نخست، باید تغییری در اجزای تشکیل دهنده‌ی هسته‌ی هدف یا انرژی آن‌ها صورت گیرد. این فرآیند با برهم کنش پرتابه‌ای مانند نوترون، ذره‌باردار یا پرتو گاما صورت می‌گیرد. فرآیند دوم، اندازه‌گیری پرتوهای گسیل‌شده پس از برهم کنش و تعیین نوع، انرژی و در برخی موارد جهت آن‌ها است.

در هنگام برهم کنش پدیده‌های مختلفی می‌تواند رخ دهد. نمودار شکل(۱) برهم کنش‌های ممکن یک پرتابه با هسته هدف را به تصویر می‌کشد. در نتیجه‌ی پرتودهی، دارای دو فاز متمایز است که در خلال آن گسیل ذرات و پرتوهای گاما می‌تواند رخ دهد، فاز اول در طی برهم کنش هسته‌ای و فاز دوم پس از آن رخ می‌دهد. از



شکل۱. چگونگی تشکیل هسته‌ی مرکب [۱].



شکل۲ . طرحی از ترتیب آزمایش PGNAA

هر دو فاز می‌توان در تحلیل عناصر استفاده کرد . بنابراین ، کلیه روش‌های هسته‌ای تحلیل عناصر در دو نوع خلاصه می‌شوند .

تحلیل آنی ، که در آن اندازه‌گیری‌های تابش در طی برهم‌کنش انجام می‌گیرد . تحلیل تأخیری ، که در آن اندازه‌گیری‌ها پس از واپاشی انجام می‌گیرد .

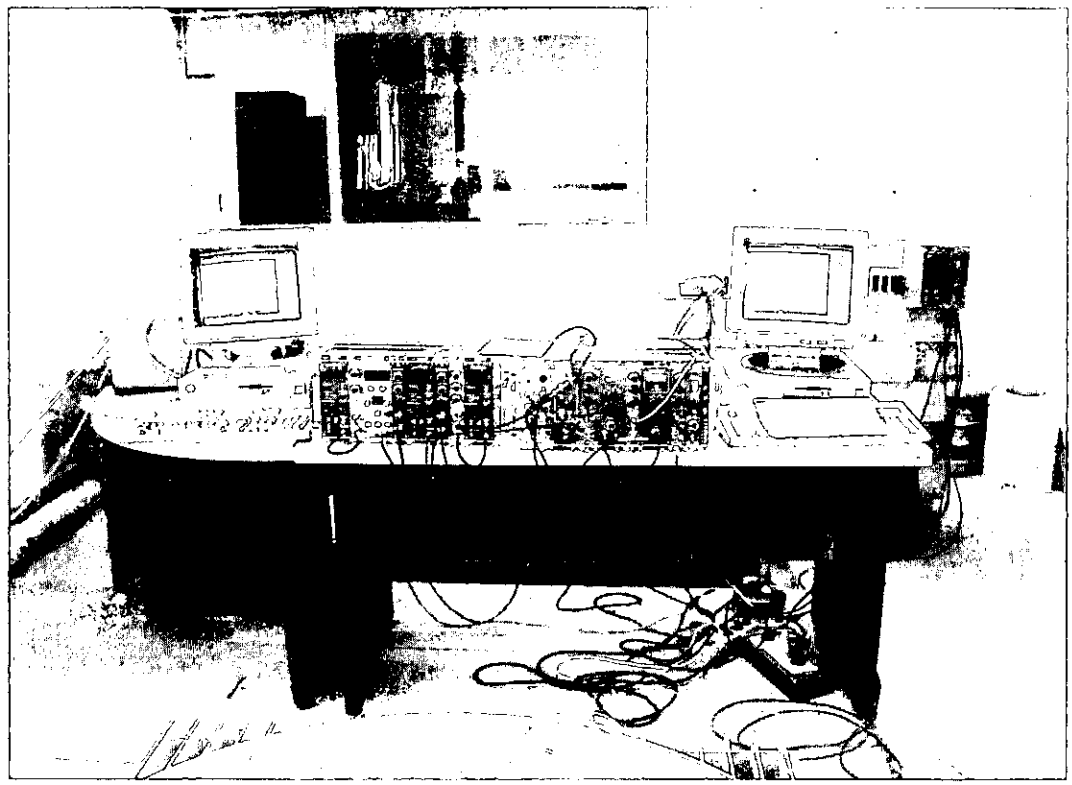
تحلیل گاماهای تأخیری با روش فعال‌سازی نوترونی (DGNAA)[۲]

در این روش ، نمونه مورد نظر در معرض شار نوترونی قرار می‌گیرد و فعال می‌شود . پس از این‌که نمونه زمان مشخصی در برابر شار نوترونی معلوم قرار گرفت ، به محل دیگری منتقل می‌شود و طیف گامای آن به مدت زمان مشخصی گرفته می‌شود . از مزایای مهم این روش امکان شناسایی همزمان چند عنصر و نیز غیرمخرب بودن آن است . در نتیجه برای تحلیل نمونه‌های کمیاب مانند طلا و سنگ‌های قیمتی ، سکه‌های باستانی و نمونه‌های قدیمی دیگر و امثال آن‌ها مفید خواهد بود .

تحلیل گامای آنی با روش فعال‌سازی نوترونی

تحلیل گامای آنی به کمک فعال‌سازی نوترونی روشی است که به سرعت پاسخ می‌دهد و تأخیر ناشی از واپاشی پرتوزا در آن وجود ندارد . هنگامی که هسته در حالت برانگیخته باشد در مدت زمانی بسیار کوتاه حدود 10^{-14} s ثانیه تابش می‌کند ، به همین علت این روش را «آنی» می‌نامند . در این روش پرتوهای گامای آنی گسیل شده بی‌درنگ آشکار می‌شود . عمق نفوذ برای نوترون‌ها در ماده از یک طرف و حداقل جذب پرتوهای گاما با انرژی زیاد از طرف دیگر PGNAA را روشی ایده‌آل برای نمونه‌های حجیم می‌سازد . روش PGNAA سه مشکل اساسی دارد که عبارتند از : تابش زمینه ، پراکندگی نوترون از مواد اطراف ، پراکندگی نوترون در نمونه .

در مورد اول ، پرتوزایی زمینه ناشی از برهم‌کنش‌های بین باریکه‌ی فرودی و مواد غیر از نمونه (لوله‌های باریکه ، مواد حفاظ ، نگهدارنده‌های نمونه) است . بالا بودن زمینه ، تعیین و اندازه‌گیری قله‌های کوچک را مشکل می‌کند . در مورد دوم ، نوترون‌های پراکنده ممکن است با مواد آشکارساز برهم‌کنش کنند ، در نتیجه در زمینه تأثیر می‌گذارند ، شکل قله را تغییر می‌دهند ، و تفکیک قله‌ها در طیف را مشکل‌تر می‌سازند . مسأله سوم پراکندگی نوترون از نمونه‌های هیدروژن‌دار است . مشکلات ناشی از پراکندگی نوترون از نمونه‌های حاوی هیدروژن با به‌کاربردن نمونه‌های کروی شکل به حداقل می‌رسد [۲] . در شکل(۲) طرحی از یک آزمایش PGNAA نشان داده شده است . طیف‌های گامای آنی تولید شده به یک آشکارساز سوسوزن برخورد می‌کنند . سپس از طریق تکثیر کننده‌ی فوتونی[۳] وارد دستگاه ADC[۴] می‌شوند . دستگاه ADC مبدل آنالوگ به دیجیتال است . طیف‌های رقمی وارد رایانه می‌شوند و



شکل۳. ترتیب کلی آزمایش

از طریق نرم افزار به طیف انرژی نمونه ها به‌دست می‌آیند.

در شکل(۳) تصویری از چیدمان آزمایش PGNAA در مرکز سوخت هسته‌ای اصفهان را نشان می‌دهد.

کاربردهای روش PGNAA

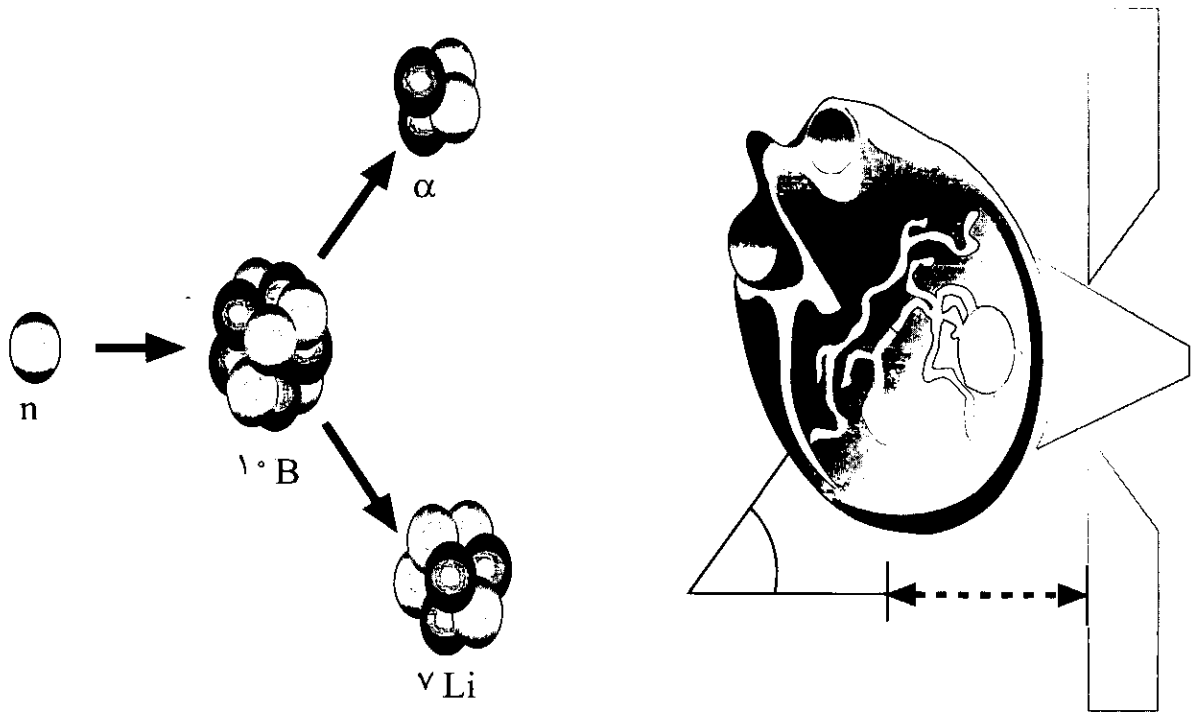
چون PGNAA برای تعیین عناصر سمی مانند جیوه و کادمیم حساسیت بالایی دارد، ابزار مناسبی برای تشخیص آلودگی‌های زیست‌محیطی است. به کمک این روش مقدار کادمیم موجود در رسوبات رودخانه‌ها، استخرها، و ذرات دود ناشی از وسایل نقلیه تعیین شده است. همچنین تعیین عناصر کم‌مقدار مانند جیوه، در موی سر انسان با کمک این روش گزارش شده است [۳و۴].

در سال ۱۹۹۸ با همکاری بین آژانس بین‌المللی اتمی (IAEA)[۵] و مرکز تحقیقات انرژی اتمی ژاپن (JAERI)[۶] میزان آلودگی‌های نفتی خلیج‌فارس بعد از دوران جنگ در نمونه‌های مرجانی و رسوبات ته‌نشین شده به کمک روش PGNAA بررسی شد. نتایج حاصل از این تحقیق با روش تحلیل تأخیری (DGNAA) مقایسه شد. ۴۰عنصر شامل عناصری مانند هیدروژن، بور، نیتروژن، سیلسیم، کلسیم که با روش (DGNAA) مشخص نشدند، با روش PGNAA به دست آمدند و ۴۳ عنصر دیگر با کمک هر سه روش تعیین شدند [۵].

به کمک روش PGNAA مطالعات زیادی در سازوکار رشد گیاهان انجام شده است. بور یکی از شناخته شده‌ترین اجزای فرآیند رشد گیاهان است نمونه‌های گیاهی زیادی (اسفناج، برگ درخت گوجه و...) به کمک این روش مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفته‌اند [۶].

یکی از کاربردهای PGNAA شناسایی مواد منفجره در مسافرت‌های هوایی است. با استقرار امکانات این روش در فرودگاه‌ها آشکارسازی مواد منفجره صورت می‌گیرد. ایده‌ی اصلی، آشکارسازی پرتوهای گامای آنی با انرژی بسیار زیاد است، که از نیتروژن یعنی عنصر اصلی ماده منفجره گسیل می‌شود. این روش هسته‌ای برای آشکارسازی مواد منفجره پنهان در لوازم مسافران به روش‌های شیمیایی دیگرچون تجزیه بخار ماده منفجره یا روش‌های سنتی نظیر بازرسی دستی یا استفاده از حس بویایی حیوانات را از دور خارج کرده است[۷]. از کاربردهای صنعتی PGNAA می‌توان به اکتشاف مواد معدنی زیرزمینی و بررسی لایه‌های حفاری چاه‌ها و کنترل جریان‌ها اشاره کرد که این روش‌ها به ISPGAA[۷] مشهور است.

استفاده از روش PGNAA در نمونه مورد آزمایش زنده IVPGAA[۸] نامیده می شود که در پزشکی کاربرد دارد. روبش عناصر حیاتی بدن، تعیین مقدار کادمیم در کبد و مقدار کلر در کلیه با کمک این روش صورت گرفته است. همچنین در سال ۱۹۷۹ وارتسکی[۹] و همکارانش مقدار کلی نیتروژن داخل بدن را با این



شکل۴. طرحی از گیراندازی نوترون برای درمان با بور

روش تعیین کردند (TNB)[10]، که در شکل (۵) طرحی از این آزمایش دیده می‌شود [۵].

از مهم‌ترین کاربردهای PGNAA در پزشکی می‌توان به گیراندازی نوترون برای درمان به وسیله بور اشاره کرد (BNCT)[11]. پرتو درمانی یکی از روش‌های کارآمد و موثر برای درمان تومورهاست. در این کار همواره بر این نکته تأکید می‌شود که میزان دز جذبی بافت سالم اطراف تومور کمترین مقدار ممکن باشد و در عین حال بافت تومور با جذب نور زیاد دچار تخریب شود. تحقق این امر به نوع ذرات به‌کار رفته بستگی دارد. از این رو استفاده از نوترون‌ها به دلیل نداشتن بار الکتریکی مورد توجه قرار گرفت. نوترون درمانی با بور روش مناسبی برای درمان تومورهایی است که در نقاط حساس بدن مانند مغز تولید می‌شوند در این روش ابتدا داروی $Na_2B_{12}H_{11}SH$ که با ایزوتوپ ^{10}B غنی شده است به بافت‌های مورد نظر در سر بیمار تزریق می‌شود. سپس با تاباندن باریکه نوترون گرمایی به سر بیمار و استفاده از انرژی واکنش $^{10}B(n,\alpha)^{7}Li^{*}$ به طور موضعی سلول‌های سرطانی و قسمت‌های بدخیم را ازبین می‌برند. طرحی از این آزمایش در شکل(۴) نشان داده شده است [۸]. سربیمار را در محلی که نوترون‌های گرمایی قرار دارد با زاویه‌ی مشخصی قرار می‌دهند. تومور در این شکل روشن‌تر از بافت‌های دیگر است.

مزایا و معایب تحلیل گامای آنی با فعال‌سازی نوترونی

مزایای عمده‌ی PGNAA

۱) عناصر سمی مانند، جیوه و کادمیم با این روش تعیین می‌شوند.

۲) این روش خواص شیمیایی و فیزیکی نمونه را ازبین نمی‌برد.

۳) عناصر سبک مانند هیدروژن، بور، گوگرد و فسفر که به روش تحلیل تأخیری به‌دست نمی‌آیند به خوبی تعیین می‌شوند.

۴) این روش توانایی تعیین همزمان چندعنصر را دارد.

۵) عناصر با جرم کم را به کمک این روش می‌توان تعیین کرد.

۶) واکنش‌های تولید کننده نوکلیدهای پایدار، می‌توانند مورد مطالعه قرار گیرند.

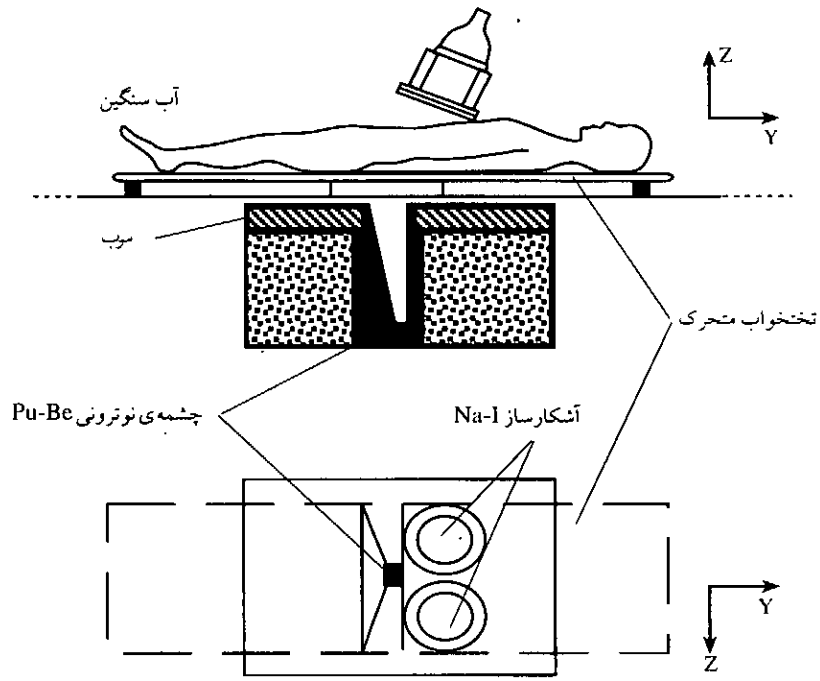
۷) تشخیص عناصر، تنها به سطح مقطع، جرم نمونه و شار فرودی بستگی دارد و تابع میزان و سرعت واپاشی نیست.

۸) پرتوگاما با انرژی بالاتر با احتمال کمتری جذب می‌شود.

۹) حالت‌های برانگیخته را می‌توان با تنظیم انرژی‌های باریکه افزایش داد.

۱۰) نمونه‌ها پس از پرتودهی دارای پرتوزایی باقیمانده‌ی کمی هستند.

۱۱) تحلیل نمونه‌های حجیم با به کار بردن باریکه‌های نوترون و فوتون صورت می‌گیرد.



شکل(۵) روبش نیتروژن داخل بدن

۱۲) باریکه‌های نوترون و ذره ی باردار را می‌توان برای مطالعه‌ی نمایه‌ی عمق غلظت به‌کار برد.

۱۳) تجهیزات قابل انعطاف برای شناسایی نمونه‌های زمین‌شناسی و زیست‌محیطی در این روش موجود است.

معایب عمده‌ی PGNAA

۱) شارهای کم به حساسیت پایین تر می انجامند.

۲) طیف‌های به‌دست آمده پیچیده هستند.

۳) نوترون‌های پراکنده موجب افت کار آشکارساز می‌شوند و به حفاظت بیشتری از بلور آشکارساز نیاز است.

۴) زمینه‌های مختلف موجود در آزمایشگاه در اثر واکنش نوترون ایجاد طیف‌های مزاحم تداخلی می‌کنند.

۵) طیف نمایی ذره، نیاز به هدف‌های نازک دارد.

زیرنویس:

1. Prompt Gamma Neutron Activation Analysis
2. Delayed Gamma Neutron Activation Analysis
3. Photomultiplier
4. Analoge Digital Converter
5. International Atomic Energy Agency
6. Japan Atomic Energy Research Institue
7. In Situe Prompt Gamma Activation Analysis
8. In Vivo Prompt Gamma Activation Analysis
9. Vartski
10. Total Nitrogen Body
11. Boran Neutron Capture Teraphy

مراجع:

1. Z.B. Alfassi, "Chemical Analysis by Neuclear Methods", Wiley Press, (1994).
2. Z.B. Alfassi, C.Chung, "Prompt Gamma Neutron Activation Analysis", CRC Press, (1995).
3. C.Yonezawa, H. Matsue, T.Adachi, M. Hoshi, "Extended Synopses of the Intern. On Marine Pollution", IAEA, Vol. 296(1998).
4. Y. Sakai et al, "Measerment and Analysis of the Line Shape of Prompt Gamma-rays from Recoiling $^{7}Li^{*}$ Produced in the $^{10}B(n,\alpha)^{7}Li^{*}$ Reaction, Nucl. Inst. And Meth. A, Vol. 353(1994).
5. D.Vartsky et al, "In Vivo Measerment of Body Nitrogen by Analysis of Prompt Gammas from Neutron Capture", J.Nucl. Med., 20(1979).
6. S.J.Parry, "Activation Spectrometry in Chemical Analysis", Wiley, New York, (1910).
7. H.Yonezawa, C.Yonezawa, T.Shigematsu, "Determination of Boron in the Thin Surface Layer of A Silicon Wafer by Instrumental Charged Partical Activation Analysis", J. Radioanal. Nucl. Chem., Vol. 198(1995).
8. G.F. Knoll, "Radition Detection and Measurment", Wiley, New York, (1989).

مرزهای فیزیک

اخبار علمی

تازه‌ترین اخبار پژوهشی

مترجم: منیژه رهبر

کشف حالت کوانتومی شگفت‌انگیزی از ماده

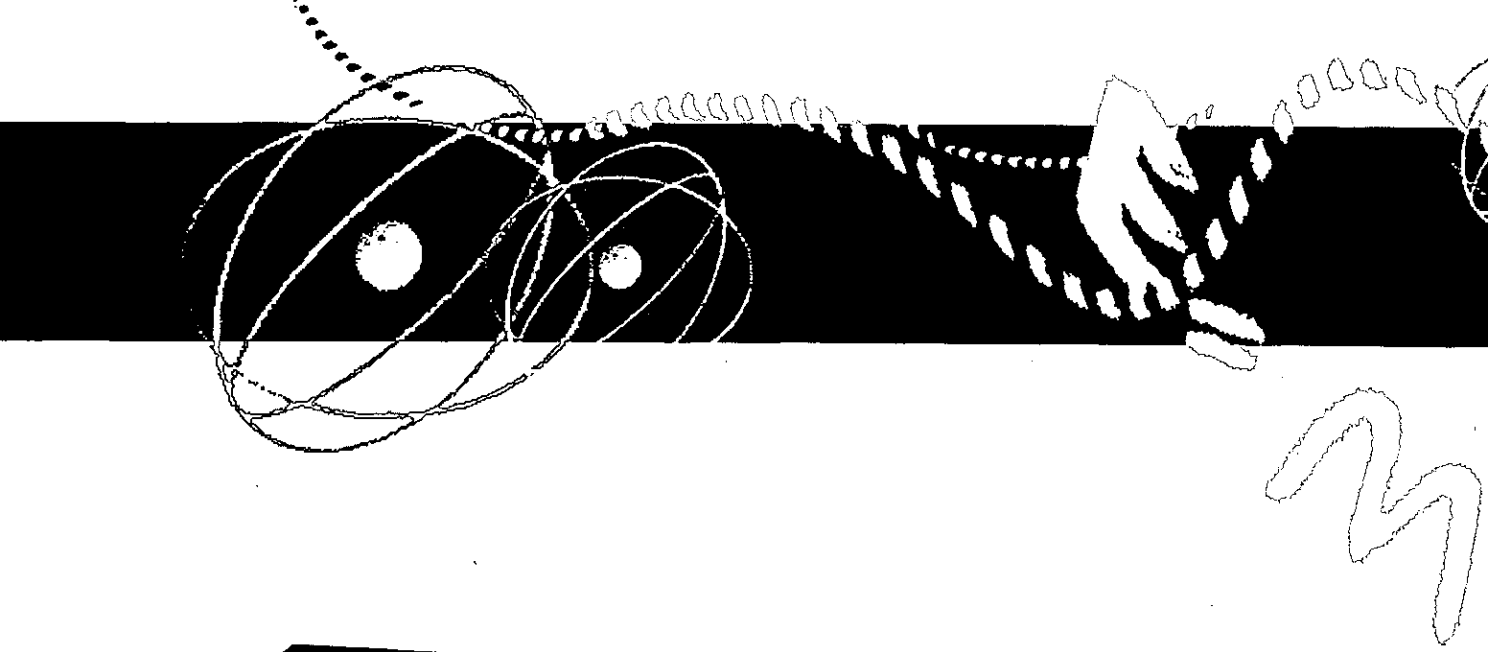
گروهی از دانشمندان دانشگاه پرینستون دریافته‌اند که یکی از چشم‌گیرترین پدیده‌های فیزیک ماده چگال موسوم به اثر کوانتومی هال می‌تواند به صورتی در طبیعت رخ دهد که قبلاً مشاهده نشده است.

در شماره‌ی ۲۴ آوریل مجله‌ی **نیچر**، دانشمندان این رفتار عجیب الکترون‌ها را در بلور بیسموت- آنتیموان بدون هیچ میدان مغناطیسی خارجی مشاهده کرده‌اند. این کار که اهمیتی بنیادی دارد، ممکن است به توسعه‌ی نوع جدیدی از ابزارهای محاسباتی کوانتومی سریع یا «اسپینترونیک»[1] بینجامد که در فناوری‌های الکترونیکی آینده مورد استفاده قرار می‌گیرند.

زاهد حسن[2] استادیار فیزیک و رهبر این گروه با استفاده از روش مبتنی بر شتاب‌دهنده‌ی موسوم به «طیف‌نمایی فوتو- الکترون» و هدایت فوتون‌های پرتو x به سطح بلور متوجه این اثر شده است. اثر کوانتومی هال قبلاً فقط در لایه‌های بسیار نازک به ضخامت اتم در مواد غیررسانا و در میدان‌های مغناطیسی خارجی بسیار قوی مشاهده شده بود. دانشمندانی که در پی به دست آوردن شناخت عمیق از چگونگی حرکت الکترون‌ها بودند، مواد را در این شرایط جدی قرار می‌دادند.

رفتار الکترون‌های باردار در میدان مغناطیسی شبیه حرکت ابری از پشه‌ها در باد مخالف است. در ماده‌ای رسانا مانند مس، باد مخالف مغناطیسی الکترون‌ها را به طرف لبه‌ها می‌راند و ولتاژ، الکتریکی در جهت این باد- و عمود بر جهت جریان بار- افزایش می‌یابد. این اثر غیرمنتظره را **ادوین هال**[3] در سال ۱۸۷۹ کشف کرد. اثر هال ابزار استاندارد برای ارزیابی مقدار بار موجود در مواد الکتریکی در آزمایشگاه‌های سراسر جهان است.

در سال ۱۹۸۰ **کلاوس فون کلیتسینگ**[4] فیزیکدان آلمانی اثر هال را با ابزارهای جدید بررسی کرد. او الکترون‌ها را در لایه‌ی نازکی به ضخامت اتم محدود و آن را در میدان‌های مغناطیسی قوی تا نزدیکی صفر مطلق سرد کرد. وی متوجه شد با الکترون‌هایی که بدین ترتیب وادار به حرکت در صفحه شده بودند، ولتاژ به جای این‌که طبق روال اثر هال اندک‌اندک افزایش یابد، به صورت گسسته



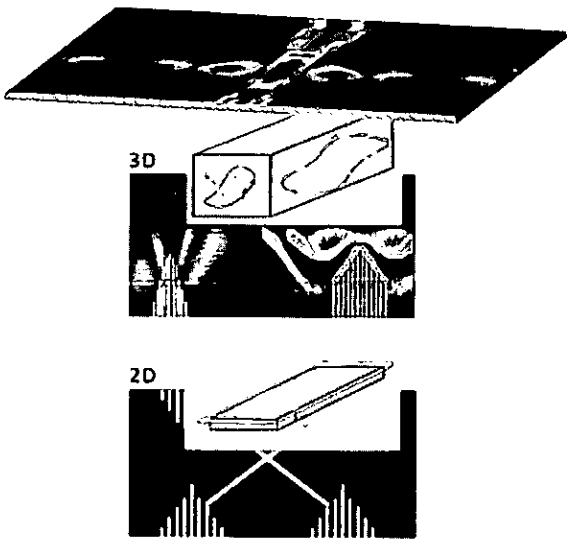
تغییر می‌کند. فون کلیتسینگ متوجه شد وقتی الکترون‌ها دور هم جمع شوند رفتاری غیر عادی از خود نشان می‌دهند. این کار جایزه‌ی نوبل فیزیک سال ۱۹۸۵ را برایش به ارمغان آورد.

اندکی پس از فون کلیتسینگ، **دانیل دزویی**[۵] (اکنون در پرینستون) و **هورست استورمر**[۶] از آزمایشگاه بل آزمایش‌های مشابهی را انجام دادند. آن‌ها با استفاده از لایه‌های غیررسانای بسیار خالص که تا حوالی صفر مطلق سرد شده بود و قرار دادن آن در قوی‌ترین آهنربای جهان در سال ۱۹۸۲ متوجه چیز جدیدی شدند. به نظر می‌رسید الکترون‌های موجود در لایه‌های نازک به ضخامت اتم در «تقارن» با یکدیگر چیز جدیدی را به وجود می‌آورند که دانشمندان آن را «شاره کوانتومی» می‌نامند که حالت نادری است که در آن الکترون‌ها با رفتار یکسان و همگام با هم به گونه‌ای عمل می‌کنند که بیشتر شبیه سوپ است تا واحدهای تا ذرات چرخان مستقل.

رابرت لافلین[۷] (اکنون در دانشگاه استنفورد)، پس از یک سال تفکر مدلی را ابداع کرد که شبیه به توفان در دریا بود و در آن نیروی باد مغناطیسی و الکترون‌های این «شاره کوانتومی» بدون تغییر ماهیت، پدیده‌های جدید متشکل از امواج و گردبادها را به وجود می‌آوردند. لافلین به سادگی نشان داد که در میدان مغناطیسی قوی، الکترون‌ها با چگالیده شدن شاره‌ای کوانتومی را به وجود می‌آورند که شبیه شاره‌های کوانتومی در ابَررسانایی و هلیم مایع است.

دزویی، استورمر، و لافلین برای این کارهای خود برنده‌ی جایزه‌ی نوبل فیزیک سال ۱۹۹۸ شدند.

اخیراً، **چارلز کین**[۸] نظریه‌پرداز و گروهش در دانشگاه پنسیلوانیا مشغول کار روی مدلی هستند که پیش‌بینی می‌کند الکترون‌ها در شرایط ویژه‌ای از حرکت مداری واسپین حتی در غیاب میدان مغناطیسی خارجی، شاره‌ی کوانتومی هال گونه‌ای را به وجود می‌آورند. انتظار می‌رود وقتی الکترون‌های این مواد در شرایط خاصی از حرکت‌مداری واپسین باشند، در سرعت‌های نزدیک به



سرعت نور و با پیروی از قانون‌های نسبیت، میدان‌های مغناطیسی داخلی مربوط به خود را به وجود آورند.

گروه حسن در جستجوی این رفتار شگفت‌انگیز الکترون تصمیم گرفت برای اندازه‌گیری اثر کوانتومی هال فراتر از روش‌های متداول بروند. آن‌ها بلوربیسموت-آنتیموان سه‌بعدی را در معرض فوتون‌های فوق‌العاده سریع پرتو x قرار دادند و تصویرهای مستقیمی از طرح حرکت‌های موزون الکترون‌ها در لبه‌های نمونه گرفتند. سپس با تحلیل این طرح‌ها در سطح ماده، رفتار کوانتومی هال را در توده‌ی ماده مشخص کردند.

کین این کار را بسیار مهم توصیف می‌کند و عقیده دارد که راه‌گشای گستره‌ی وسیعی از مطالعات در آینده خواهد بود. تصاویر به دست آمده اولین دلیل مستقیم برای رفتار کوانتومی هال گونه بدون میدان مغناطیسی خارجی است.

به گفته‌ی حسن «پدیده‌ی هیجان‌انگیز در این روش جدید نگریستن به رفتار کوانتومی هال گونه آن است که می‌توان تصویر الکترون‌ها را در لبه‌های نمونه به دست آورد. این کار قبلاً انجام

نشده بود. این نگاه مستقیم گستره‌ی وسیعی از امکانات انجام پژوهش در رفتار کوانتومی هال ماده را در اختیار می‌گذارد.»

این تصاویر که توسط دانشمندان دانشگاه پرینستون گرفته شده‌اند، اولین تصویر مستقیم از طرح حرکت‌های موزون الکترون‌ها در لبه‌ی بلور بیسموت ـ آنتیموان را نشان می‌دهد که برای اثر کوانتومی هال عایق است (بالا)، طرح کلی و تصویر دیگری که توزیع الکترون‌ها را در سه بعد نشان می‌دهد (وسط)، و طرح کلی و تصویری که توزیع دو لبه‌ی الکترون‌ها را نشان می‌دهد (پایین).

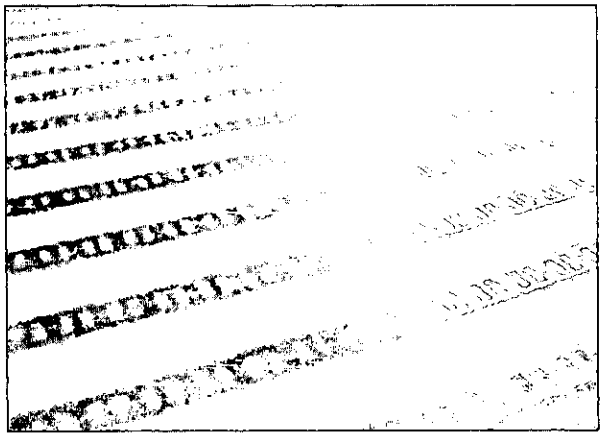
ماده‌ی جدید جذب کننده‌ی «کامل» نور

گروهی از دانشمندان کالج بوستون و دانشگاه دوک ماده‌ی جدیدی را طراحی کرده‌اند که می‌تواند تمام نور فرودی را کاملاً جذب کند. گزارش این کار در فیزیکال ریویو لترز آمده است.

این گروه ماده‌ای را برنامه‌ریزی و طراحی کرده‌اند که از ویژگی‌های هندسی بسیار ریز سطح برای گیراندازی موفق خواص الکتریکی و مغناطیسی یک ریز موج تا حد جذب کامل بهره می‌گیرد.

ویلی. جی. پادیلا[۴] فیزیکدان کالج بوستون می‌گوید «نور در هنگام برخورد با ماده می‌تواند مثل آنچه در آینه رخ می‌دهد، باز بتابد یا چون گذر از پنجره‌ی شیشه‌ای از آن عبور کند، یا جذب و تبدیل به گرما شود. اما ماده‌ی مورد نظر طوری طراحی شده است که در آن بازتاب و عبور صورت نمی‌گیرد، بلکه نور کاملاً جذب و به گرما تبدیل می‌شود. این موضوع نشان می‌دهد که می‌توان شبه‌ماده‌ای را طراحی کرد که در بسامد خاص تمام فوتون‌هایی را که به سطح آن می‌تابانند جذب کند.»

گروه پادیلا که شامل دانشمندانی از دانشگاه دوک نیز هست از شبیه‌سازی‌های رایانه‌ای مبتنی بر یافته‌های قبلی خود در این زمینه برای طراحی تشدیدکننده‌هایی استفاده کرده‌اند که می‌تواند با جفت



شدن با میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی تمام تابش فرودی را به‌طور موفقیت‌آمیز جذب کند.

چون اجزای این ماده مؤلفه‌های الکتریکی و مغناطیسی موج را جداگانه جذب می‌کنند، «شبه‌ماده‌ی جذب‌کننده کامل» تولیدی این پژوهشگران می‌تواند در گستره‌ی باریکی از بسامد دارای ضریب جذب بسیار بالا باشد.

این شبه‌ماده اولین موردی است که خاصیت جذب کامل را نشان می‌دهد و برخلاف جذب‌کننده‌های معمولی فقط از عناصر فلزی ساخته می‌شود که به آن انعطاف‌پذیری بیشتری برای گردآوری و آشکارسازی نور در تصویرگیری می‌دهد.

طراحی‌های شبه‌ماده به مواد ویژگی‌هایی فراتر از حد اجزای فیزیکی واقعی آن‌ها می‌دهد و امکان تولید واکنش «حساب شده» به تابش را فراهم می‌سازد.

چون طراحی شبه مواد به گونه‌ای است که می‌توان آن‌ها را به لحاظ هندسی درجه‌بندی کرد، بنابراین می‌توان آن‌ها را در بخش قابل ملاحظه‌ای از طیف الکترومغناطیسی به کار برد.

پژوهشگران شبه‌ماده‌ای را طراحی کرده‌اند که از ویژگی‌های هندسی بسیار ریز سطح برای گیراندازی موفقیت‌آمیز خواص الکتریکی و مغناطیسی یک ریز موج تا مرحله‌ی جذب کامل استفاده می‌کند.

ایجاد مصونیت مؤثرتر

راه‌بُرد مصون‌سازی جدیدی مطرح شده است که می‌تواند دوز لازم برای حفاظت جمعیت از بیماری‌ها (و روزآمد کردن پادویروس‌های لازم برای محافظت از شبکه‌ی رایانه‌ای) را تا ۵۰٪ کم کند.

این طرح مصون‌سازی را فیزیکدانان دانشگاه بوستون با همکاری سایر دانشمندان به وجود آورده‌اند. این راه‌بُرد مانند مواردی است که توجه را ابتدا صرف مصون‌سازی افراد (و رایانه‌هایی) می‌شود که بیشترین ارتباط را با یکدیگر دارند.

هرچه ارتباط شما با همسایگان، همکاران، مشتریان، و بستگان بیشتر باشد، اطمینان یافتن از بیمار نشدن شما و انتقال آن به دیگران مهم‌تر می‌شود. وقتی افراد با ارتباط زیاد با هم محافظت شدند، زمان توجه به گروه بعدی فرامی‌رسید، و به همین ترتیب تا آخر فهرست این نوع افراد. امتیاز این روش آن است که فقط کسری از جمعیت جامعه را باید برای فرونشاندن بیماری‌های همه‌گیر واکسینه کرد.

نوآوری در این راه‌بُرد ایمن‌سازی آن است که برای این کار از ارتباط بین شبکه‌ای از افراد استفاده می‌کند و آن را به تعداد کمی از گروه‌های با جمعیت یکسان نسبت می‌دهد.

افراد هر گروه با توجه به ارتباطشان با گروه‌های دیگر ایمن‌سازی می‌شوند.

همپارسازی اساس این روش است- دیگر روش‌های ایمن‌سازی از این‌رو کارآیی کمتری دارند که بر ایمن‌سازی گروه‌های کوچک افراد نسبت به گروه‌های بزرگ‌تر بسیار تأکید می‌کنند. اگر جمعیت جامعه به گروه‌های با اندازه‌ی مساوی تقسیم شوند، این اتفاق رخ نمی‌دهد.

فیزیکدانان تأثیر این روش را با شبیه‌سازی ابتلای جمعیت‌های مختلف، از جمله رایانه‌های موجود در اینترنت و شبکه‌ی کارگران سوئدی و خانواده‌هایشان که دولت سوئد گردآوری کرده بود نشان داده‌اند. به این ترتیب ضرورت ایمن‌سازی از ۵ تا ۵۰ درصد در هر شبکه کاهش یافت و هزینه و زمان لازم برای محافظت افراد و شبکه‌ها از ابتلای به بیماری‌های همه‌گیر کم شد.

مقاله مربوط به این کار به زودی در **فیزیکال ریویوی A** چاپ خواهد شد.

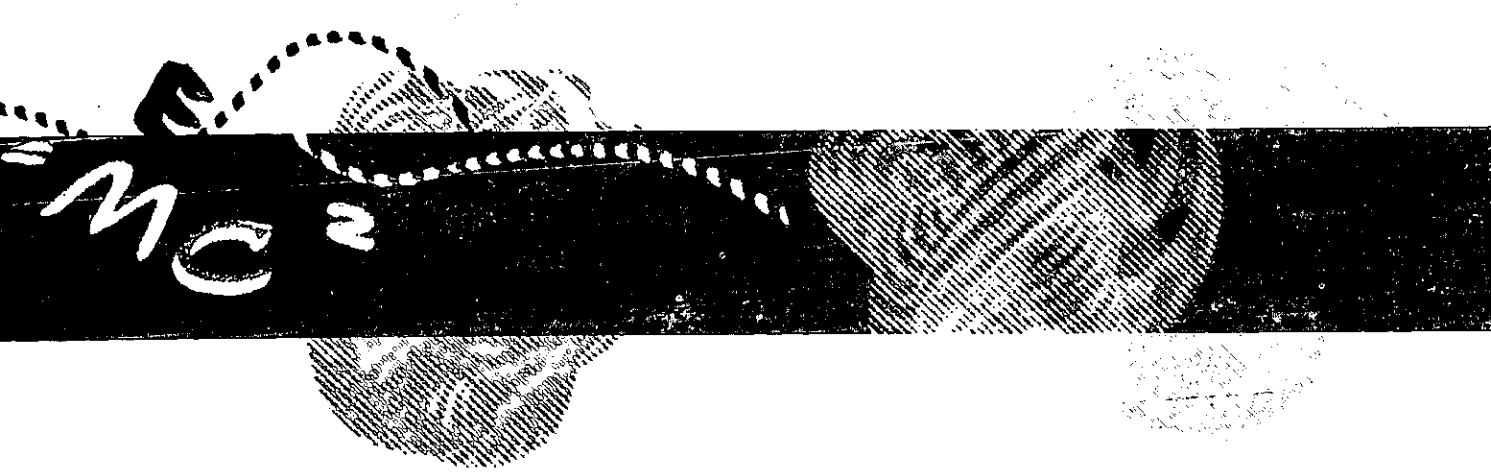
نوید روشنایی کارآمدتر

آخرین ایده‌ی درخشان در تولید روشنایی کارآمدتر در خانه‌ها و محیط‌های کار از بسته‌های کوچک نانومتری برای تضعیف لامپ‌های روشنایی ادیسون استفاده می‌کند.

در شماره‌ی اوت **نیچر فوتونیکز**[10] که به صورت آنلاین موجود است، دانشمندان دانشگاه‌های میشیگان و پرینستون کشف منتهی به تولید نور سفید قابل ملاحظه‌ای را از ابزارهای نور گسیل آلی[11] اعلام کرده‌اند.

نور سفید بیشتر، رسالت مقدس نسل بعدی وسایل روشنایی است. نوآوری ارائه‌شده در مقاله‌ی «نور خروجی بیشتر از ابزارهای نور گسیل نصب‌شده در شبکه‌های با ضریب شکست کم» روشی را بیان می‌کند که به‌ازای هر وات انرژی نور سفید بسیار بیشتر از لامپ‌های رشته‌ای را تولید می‌کند.

استیون فارست[12] استاد مهندسی برق و فیزیک و معاون این طرح پژوهشی می‌گوید «روش ما فناوری هیجان‌انگیزی را برای استفاده در روشنایی داخلی به نمایش می‌گذارد. امیدواریم که



OLEDS[13] نقش مهمی را در بهینه‌سازی مصرف انرژی در جهان ایفا کند.»

فارست و همکارانش در تولید این نوع نور با مسئله‌ی مهمی دست‌وپنجه نرم کرده‌اند که آزاد کردن نور به دام افتاده در داخل وسیله‌ی ساخته شده بود.

در لامپ‌های رشته‌ای، نور یک محصول فرعی گرماست. نور گسیل شده از این لامپ‌ها دل‌انگیز اما ناکارآمد است و برای هر وات انرژی مصرفی فقط ۱۵ لومن نور تولید می‌کند.

خروجی نور بهترین لامپ‌های فلوئورسان ۹۰ لومن به ازای هر وات است، اما نور این لامپ‌ها زننده، نصب آن‌ها پرهزینه است و کارآیی لامپ‌ها به مرور زمان کم می‌شود. همچنین برای تولیدشان باید از موادی مانند جیوه استفاده کرد که برای محیط زیست زیان‌آورند.

وسایل جدید نوری را تولید می‌کنند که از مزیت کار راحت، دوام زیاد، و قابلیت ساخت به شکل‌های مختلف از قاب گرفته تا لامپ و شکل‌های دیگر برخوردارند. این وسایل نور سفید را با گسیل الکترون به لایه‌هایی از مواد آلی به ضخامت نانومتر تولید می‌کنند که دارای خواص نیمرسانا هستند. این مواد مبتنی بر کربن از جنس رنگ‌هایی هستند که در چاپ عکس‌ها و به عنوان رنگ اتومبیل به کار می‌روند، بنابراین گران نیستند و می‌توان قیمت آن‌ها را با قرار دادن روی ورقه‌های پلاستیکی و پولک‌های فلزی باز هم کمتر کرد.

الکترون برانگیخته در این لایه‌ها نور می‌افشاند. به گفته‌ی فارست «خبر بد آن بود که ۶۰ درصد نور در این لایه‌ها، مانند نوری که در زیر آب به داخل استخر باز می‌تابد و باعث می‌شود که سطح آب از کف استخر مثل آینه به نظر برسد، گیر می‌افتاد.»

مقاله‌ی چاپ شده در **نیچر فوتونیکز** دستگاه پشت‌سرهمی از شبکه‌های آلی و عدسی‌های میکروسکوپی را توصیف می‌کند که نور را از لایه‌های نازک به خارج و به داخل هوا هدایت می‌کنند. این شبکه‌ها با شکست نور گیر افتاده، آن را به لایه‌های گنبدی‌شکل از عدسی‌ها می‌فرستند و باعث خروج نور می‌شوند.

این فرایند- که کل آن در ساندویچ نوری به ضخامت تقریباً یک ورقه‌ی کاغذ قرار دارد- به ازای هر وات توان تقریباً ۷۰ لومن نور گسیل می‌کند.

این خروجی نور بیشتر مسئله‌ی بسیار مهمی برای بیشتر مردم در سراسر جهان است زیرا در حدود ۲۲ درصد الکتریسیته مصرفی در ایالات متحده صرف روشنایی می‌شود.

اگر بتوان کارآیی تولید نور را چند درصد زیاد کرد، به نیروگاه‌های تولید برق کمتری نیاز خواهیم داشت که هریک از آن‌ها مسئله‌های زیست محیطی بسیاری را به وجود می‌آورند.

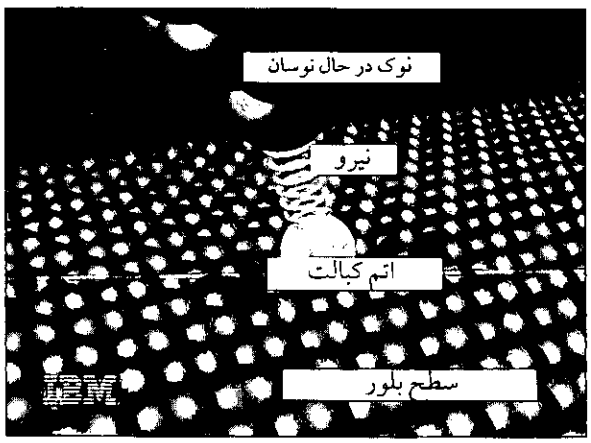
فارست می‌گوید: «این وسایل تولید نور کارآمد را می‌توان از موادی ساخت که در رنگ اتومبیل به کار می‌روند و آن‌ها را می‌توان بسیار نازک درست کرد. این یکی از امتیازهای هیجان‌انگیزی است که از این پژوهش به دست می‌آید و نوعی نوآوری لازم برای تداوم تولید انرژی مورد نیاز است.»

به گفته‌ی او «چالش بعدی، کاهش هزینه‌ی تولید این وسایل است که در حال حاضر بیشتر از آن هستند که قابلیت رقابت تجارتی را داشته باشند. باید بتوانید این کار را با قیمت ارزان انجام دهید. مردم پول زیادی را صرف لامپ‌های روشنایی نمی‌کنند.»

زیرنویس:

1. Spintronic
2. Zahid Hasan
3. Edwin Hall
4. Klaus von Klitzing
5. Daniel Tsui
6. Horst Stormer
7. Robert Laughlin
8. Charles Kane
9. Wilie J. Padila
10. Nature Photonics
11. Organic Light Emitting Devices
12. Stephen Forrest
13. Organic Light Emitting Devices Using Embeded Low-Index Grids

ترجمه : علی‌اصغر محبی
دبیر فیزیک، منطقه خور و بیابانک، استان اصفهان



دانشمندان نیروی لازم برای جابه‌جایی تک‌تک اتم‌ها را اندازه می‌گیرند

دانشمندان IBM با همکاری دانشگاه رگنسبرگ آلمان اولین کسانی هستند که نیروی لازم برای جابه‌جایی تک‌تک اتم‌های سطح را اندازه می‌گیرند. این اندازه‌گیری بنیادی اطلاعات مهمی در مورد طراحی دستگاه‌های اتمی آینده مثل تراشه‌های رایانه، وسیله‌های ذخیره‌سازی اطلاعات مینیاتوری و غیره فراهم می‌کند.

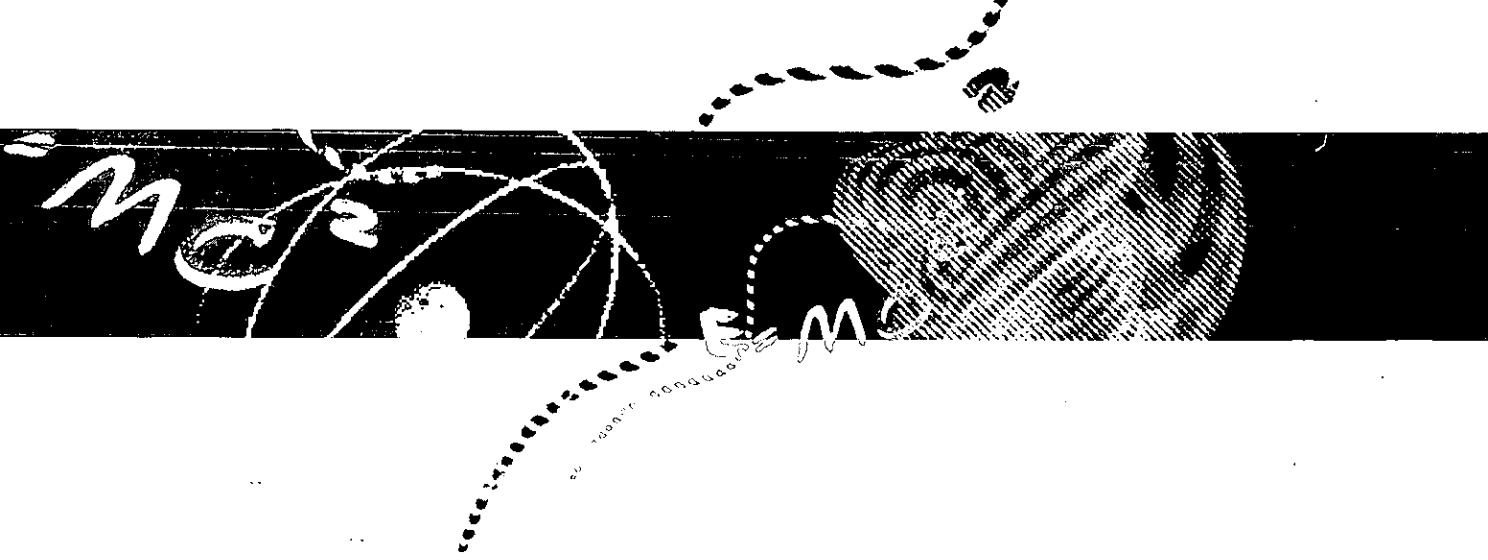
حدود بیست سال پیش، یافته‌های دانشجویی به نام **دان ایگلر**[1] در مرکز پژوهشی آلمادن IBM در یک آزمایشگاه مجهز به ابزارهای پیشرفته در تپه‌های دره‌ی سیلیکون نقطه عطفی را در توانایی‌های بشر در ساختن ساختارهای کوچک به‌وجود آورد. او در ۲۹ سپتامبر ۱۹۸۹ قابلیت جابه‌جا کردن تک‌تک اتم‌ها را با دقتی اتمی ثابت کرد و کار خود را تا نوشتن حروف I-B-M با اتم‌های زنون انجام داد. کاری که شبیه اولین پرواز برادران رایت در کیتی‌هاوک بود.

اکنون گروهی از دانشمندان در همان آزمایشگاه با کمک دانشگاه رگنسبرگ کار خارق‌العاده‌ای در اندازه‌گیری نیروی ضعیف لازم برای جابه‌جا کردن اتم‌ها را انجام داده‌اند. این یافته‌ها در ۲۲ فوریه ۲۰۰۸ در مجله ساینس منتشر شده است.

دانستن اندازه نیروی لازم برای جابه‌جایی اتم‌های خاص روی سطح خاص، کلید طراحی و ساخت ساختارهای کوچکی در نانوفناوری‌های آینده است. مشکل همان چیزی است که دانشمندان و مهندسان چند دهه‌ی پیش در مورد فهم ساختارهای میکروسکوپی داشتند. مثلاً ساختن یک پل جدید بدون اندازه‌گیری‌های اولیه درمورد استحکام مواد مختلف، تعیین نیروهای مربوطه و درک برهم‌کنش‌های اجسام غیرممکن است. در حوزه نانوفناوری اگر بخواهید ساختاری بسازید که محکم سر جای خود بماند باید از پیوندهای محکم استفاده کنید، در حالی که برای گروه اتم‌هایی که باید حرکت کنند باید از اتم‌های با پیوندهای شیمیایی ضعیف بهره بگیرید.

آندراس هایزیش[2] رئیس گروه تحقیق در مرکز تحقیقات آلمادن متعلق به IBM گفت: «این نتایج اطلاعات اساسی درباره ساختارها در مقیاس اتمی فراهم می‌کند و می‌تواند راه را برای دستگاه‌های جدید حافظه و ذخیره اطلاعات هموار کند. مأموریت ما ایجاد مبنایی است که روزی شرکت نانوساختار آی‌بی‌ام نامیده خواهد شد.»

در مقاله‌ی «نیروی لازم برای جابه‌جایی اتم روی سطح» دانشمندان نشان می‌دهند که نیروی لازم برای حرکت اتم کبالت روی سطح نرم پلاتین ۲۱۰ پیکونیوتون است در حالی که جابه‌جایی اتم کبالت روی سطح مس فقط به ۱۷ پیکونیوتون نیرو نیاز دارد. برای درک این مطلب توجه کنید که برای بلند کردن سکه‌ی مسی یک پنی که فقط ۳ گرم جرم دارد نیرویی تقریباً برابر ۳۰ بیلیون



پیکونیوتون (۲ بیلیون برابر نیروی لازم برای حرکت اتم کبالت روی سطح مسی) لازم است. این دانش شناخت عمیق‌تر فرایندها در مقیاس اتمی را که قلب تلاش‌های نانوفناوری در آینده است امکان‌پذیر می‌کند. روند معمول در سخت‌افزار رایانه قانون مور است که براساس آن تعداد ترانزیستورهایی که می‌توان در مدارهای مجتمع قرار داد به‌طور نمایی افزایش می‌یابد. قابلیت کوچک کردن ترانزیستورها به سازندگان اجازه می‌دهد که با صرف انرژی و هزینه کمتر، سرعت بالاتری ارائه کنند. یکی از چالش‌های مهم صنعت آی‌تی که دانشمندان سخت درگیر آن هستند تلاش برای یافتن طرح‌ها و روش‌های تولیدی است که دستگاه‌ها را روز به روز کوچک و کوچک‌تر کنند. کوچک کردن این دستگاه‌ها به طور نامحدود ـ تا حد چند اتم ـ به طور بنیادی نیازمند طرح‌ها و روش‌های تولید جدید است. توانایی اندازه‌گیری نیروی لازم برای جابه‌جا کردن یک اتم پنجره‌ی جدیدی به سوی کار با ساختار اتم به اتم و اسباب‌های نانومقیاس در آینده می‌گشاید.

شناخت نیروی لازم برای جابه‌جایی اتم

نیم قرن پیش برنده‌ی جایزه‌ی نوبل ریچارد فاینمن پرسید چه می‌شد اگر می‌توانستیم تک تک اتم‌ها را با دقت در جایی که می‌خواهیم قرار دهیم. امروزه این رویا به حقیقت پیوسته و جابه‌جا کردن اتم‌ها به‌طور گسترده‌ای در ساخت و بررسی اشیأ در مقیاس اتمی به کار گرفته می‌شود، اگرچه این پرسش بنیادی که نیروی لازم برای جابه‌جا کردن اتم روی سطح چقدر است عملاً تا کنون دست‌نیافتنی بوده است.

در این مقاله پژوهشگران چگونگی استفاده از میکروسکوپ حساس به نیروی اتمی[1] (AFM) برای تعیین اندازه و جهت نیروی وارد به یک اتم یا مولکول برای جابه‌جایی آن بر روی سطح را با استفاده از نوک فلزی تیز شرح می‌دهند. این گروه کشف کرده است نیروی لازم با توجه به جنس سطح مورد استفاده تغییر می‌کند. مقدار نیرو برای یک مولکول کوچک به جای یک اتم نیز به میزان زیادی تغییر می‌کند.

جدیدترین تحول ترکیبی از یک اندازه‌گیری نیروی فوق‌العاده حساس همراه با دقت و پایداری فوق‌العاده برای جابه‌جایی اتم‌هاست. این کار در آزمایشگاه میکروسکوپی نیروی اتمی IBM انجام می‌شود که دارای سابقه‌ای طولانی است. این آزمایشگاه را دانشجوی IBM و برنده‌ی جایزه‌ی نوبل **گرد بینیگ**[3] و دانشمند IBM به نام **کریستوف گربرفی**[4] و استاد دانشگاه استنفورد **کالوین کویت**[5] بیش از بیست سال پیش پایه‌گذاری کردند. میکروسکوپ نیروی اتمی[6] (AFM) متشکل از یک نوک تیز است که روی میله‌ای قابل انعطاف تعبیه شده است ـ شبیه نوک پیکان ـ که برای اندازه‌گیری برهم‌کنش بین نوک و اتم‌ها بر روی سطح به کار می‌رود. در تحقیق جاری میله‌ی انعطاف‌پذیر در واقع دیاپازون بسیار کوچک کوارتز بود که معمولاً در ساعت‌های شماطه‌دار و ساعت‌های مچی یافت می‌شود. هنگامی که نوک نزدیک اتم بر روی سطح قرار می‌گیرد بسامد دیاپازون اندکی تغییر می‌کند. تغییر بسامد برای تعیین نیروی وارد بر اتم تحلیل می‌شود. استاد فرانتس از دانشگاه رگنسبرگ گفت: «نکته‌ی اعجاب‌آور آن است که این دستگاه که اساس دیاپازونی مثل ساعت‌های مچی روزمره است چگونه می‌تواند برای اندازه‌گیری نیروی بین تک‌تک اتم‌ها به کار رود».

زیرنویس:

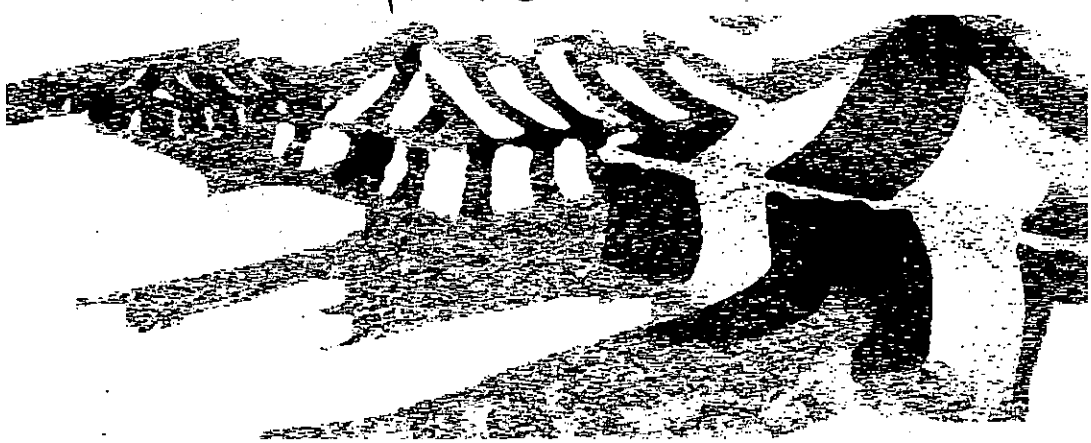
1. Don Eigler
2. Andreas Heinrich
3. Gerd Binnig
4. Chrsitoph Gerberfi
5. Calvin Quate
6. AFM: Atomic Force Microscope

منبع:

http://www.sciencedaily.com/releases/2008/02/080228111350.htm

نمایش هیجان‌انگیز فیزیک

بخش چهارم



یرل واکر
ترجمه: محمدرضا خوش‌بین خوش‌نظر

اشاره

مطالب مقاله بخش‌هایی از کتاب «نمایش هیجان‌انگیز فیزیک» تألیف یرل واکر است که به کاربردهای فیزیک در زندگی روزمره می‌پردازد.

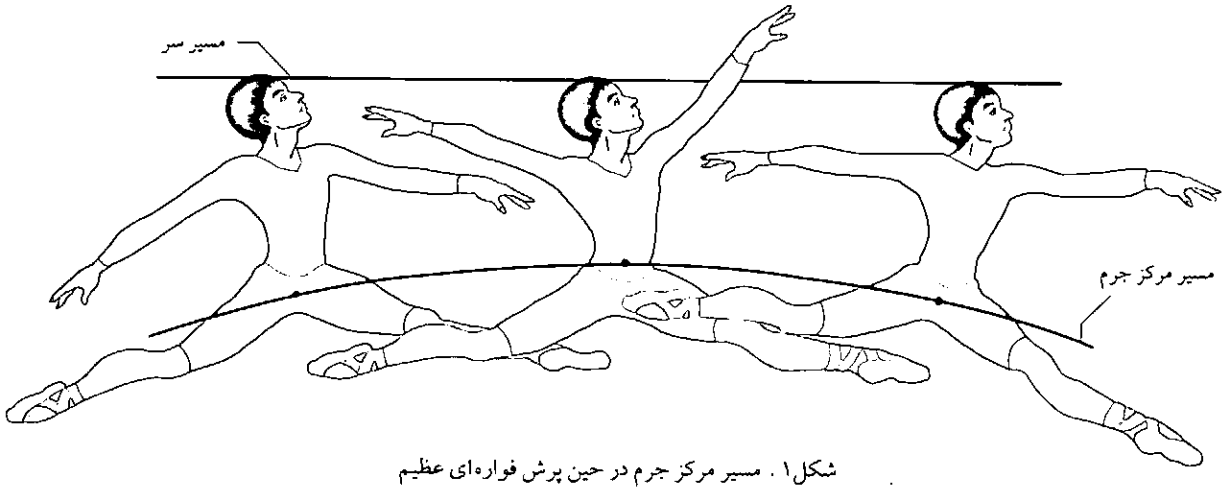
پرتاب‌های بسکتبال

البته بازی بسکتبال هم به مهارت مربوط می‌شود و هم به بخت و اقبال. آیا راهی برای پرتاب توپ وجود دارد که احتمال موفقیت را افزایش دهد؟ مثلاً، بهتر است توپ را در قوسی بلند پرتاب کرد یا در مسیری کم‌ارتفاع؟ چه موقع چرخش توپ مطلوب و کی نامطلوب است؟

در پرتاب آزاد (که بازیکن بدون هیچ مانعی از فاصله‌ی حدود ۴٫۳m به سوی سبد پرتاب می‌کند)، بازیکن می‌تواند پرتاب بالای شانه‌ای[1] بکند، که در آن توپ تا حدود شانه بالا آورده شده و سپس پرتاب می‌شود، یا ممکن است از پرتاب زیرشانه‌ای حلقوی[2] استفاده کند، که در آن توپ از پایین تا حدود کمر بالا آورده و سپس پرتاب می‌شود. روش اول همان روشی است که همه‌ی بازیکنان حرفه‌ای به کار می‌گیرند، ولی ریک بری[3] افسانه‌ی رکوردی برای پرتاب آزاد به روش دوم به جای گذاشت. آیا یک روش شانس بهتری برای به ثمر رساندن یک شوت فراهم می‌سازد؟

پاسخ. از هر نقطه‌ای روی زمین، گستره‌ی وسیعی از زاویه‌ها وجود دارد که در آن‌ها می‌توانید توپ را وارد سبد کنید، به شرط آن‌که به توپ سرعت مناسب را بدهید. ولی، این واقعیت که قطر توپ کوچک‌تر از قطر سبد است حاشیه‌ی خطای معینی را در سرعت پرتاب در اختیار می‌گذارد. اگر زاویه‌ی کوچکی را انتخاب کنید، این حاشیه‌ی خطا کوچک است و باید دقت کافی را داشته باشید. همچنین باید به توپ سرعت بیشتری بدهید، که به نیروی بیشتری نیاز دارد که با اعمال آن، دقت کم می‌شود. اگر در عوض زاویه‌ی متوسطی را انتخاب کنید حاشیه‌ی خطای سرعت بزرگ‌تر می‌شود و به سرعت و نیروی کمتری نیاز دارید. بنابراین شانس بهتری برای موفقیت دارید. برای زاویه‌های حتی بزرگ‌تر، حاشیه‌ی خطا تقریباً یکسان است، ولی سرعت و نیروی لازم بزرگ‌تر می‌شود که مطلوب بودن زاویه‌های بزرگ‌تر را کم می‌کند.

بازیکنان تازه‌کار معمولاً توپ را در مسیری بسیار تخت پرتاب



شکل۱ . مسیر مرکز جرم در حین پرش فواره‌ای عظیم

می‌کنند، ولی بازیکنان ماهر به تجربه آموخته‌اند که توپ را در مسیری قوسی به طرف سبد پرتاب کنند. هرچه ارتفاع پرتاب بیشتر باشد، سرعت مورد نیاز پرتاب کمتر می‌شود که مزیتی برای بازیکنان بلندقد است. امتیاز ارتفاع به قدری زیاد است که بازیکنان حتی در صورتی که حریف تقلایی نکند، سعی می‌کنند توپ را با یک پرش پرتاب کنند. اگر به توپ چرخشی رو به عقب[۴] بدهید و به جای سبد به تخته‌ی پشت آن برخورد کند، این چرخش اصطکاکی را به‌وجود می‌آورد که می‌تواند باعث برگشت توپ به سبد شود. وقتی توپ از گوشه‌ای پرتاب شود، چرخش جانبی[۵] نیز می‌تواند مؤثر باشد.

شانس موفقیت پرتاب آزاد از بالای شانه نسبت به پرتاب از زیر شانه به بالا بیشتر است، ولی دلایل آن هنوز جای بحث دارد. این موفقیت ممکن است به دلیل آن باشد که پرتاب از بالای شانه آسان‌تر است، ولی به نظر می‌رسد مزیت اصلی در این واقعیت باشد که بازیکن در هنگام پرتاب می‌تواند چرخش ساعتگرد بیشتری به توپ بدهد، که می‌تواند احتمال پرتاب به تخته‌ی پشت سبد را جبران کند.

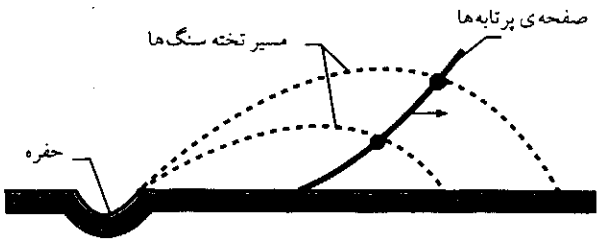
داستان کوتاه رکوردهای پرتاب آزاد

در سال ۱۹۷۷، تد مارتین[۶] در حالی‌که در خط پرتاب آزاد ایستاده بود، رکوردی جهانی برای گل کردن توپ بسکتبال به جای گذاشت که ۲۰۳۶ بار بود. سال بعد، فردنیومن[۷] رکورد عجیب‌تری بر جای گذاشت. در حالی‌که چشمانش بسته شده بود، از همان خط پرتاب، ۸۸ توپ وارد سبد کرد. چند سال بعد، نیومن با چشمان باز در طی ۲۴ ساعت ۱۲۸۷۴ توپ از ۱۳۱۱۶ پرتاب را وارد سبد کرد.

زمان تعلیق در بسکتبال و باله

به نظر می‌رسد برخی از بازیکنان ماهر بسکتبال در هنگام پرش به سوی سبد در هوا معلق می‌مانند که به آن‌ها زمان بیشتری را برای انتقال توپ از یک دست به دست دیگر و سپس به داخل سبد می‌دهد. همین‌طور به‌نظر می‌رسد بعضی از بالرین‌های حرفه‌ای در هنگام پرش موسوم به *فواره‌ی عظیم*[۸] در صحنه‌ی نمایش شناور می‌شوند. بدیهی است هیچ‌کس نمی‌تواند گرانش را در حین یک جهش یا پرش حذف کند، پس دلیل تعلیق ظاهری در این دو مثال چیست؟

پاسخ. تعلیق در هوا هم برای بازیکنان بسکتبال و هم بالرین‌ها توهم است. در بسکتبال این توهم اساساً ناشی از چالاکی بازیکن در انجام حرکت‌های زیاد در حین پریدن است. در باله‌ی فواره‌ی عظیم این توهم ناشی از جابه‌جایی دست‌ها و پاهای بالرین در حین پرش است: بالرین بلافاصله پس از جدا شدن پاهایش از صحنه‌ی نمایش دستان خود را بالا می‌برد و پاهایش را به‌طور افقی به دو طرف باز می‌کند. این کارها مرکز جرم بدنش را بالا می‌برد (شکل۱). گرچه مرکز جرم مسیری سهموی (خمیده) را روی صحنه‌ی نمایش طی می‌کند، ولی حرکت آن نسبت به بدن، ارتفاعی را که سر و تنه باید در یک پرش طبیعی به آن برسند، کاهش می‌دهد. در نتیجه سر و تنه در میانه‌ی



شکل ۲ . تخته سنگ‌های پرت شده ناشی از برخورد یک شهاب‌سنگ

پرش، مسیری تقریباً افقی را طی می‌کند. این مسیر از آن رو برای تماشاچیان عجیب به‌نظر می‌رسد که خلاف تجربه‌ی متداول مسیر سهموی است، گرچه شاید اصطلاح آن را هم ندانند. بازیکن بسکتبال به همین ترتیب می‌تواند پاهایش را بالا بکشد و دستان خود و توپ را بالا ببرد، تا مسیر سر خود را در حین پرش افقی کند. ولی، فکر نمی‌کنم همه‌ی بازیکنان از این روش استفاده کنند. گرچه بازیکن دست‌ها و توپ را در حین پرش نزدیک به سبد بالا می‌برد، ولی به ندرت پاهایش را بالا می‌کشد تا سرش مسیر نسبتاً تختی را طی کند که بازیکن مدافع را که در کنار بازیکن پرتاب کننده می‌پرد فریب دهد.

داستان کوتاه
پرده‌ی مرگ برخورد یک شهاب‌سنگ

هرگاه شهاب‌سنگی فلزی (به جای سوختن در جوّ) به سطح زمین برسد، با پرتاب سنگ‌ها به هوا، دهانه‌ای در سطح زمین به‌وجود می‌آورد. ولی، این مواد پرت شده به‌طور کاتوره‌ای پرت نمی‌شوند. بلکه، سنگ‌های سریع‌تر در زاویه‌هایی با شیب بیشتر نسبت به سطح زمین پرتاب می‌شوند. اگر شاهد پرتاب این پرتابه‌ها به سوی خود بودید، درمی‌یافتید که در هر لحظه پرده‌ی خمیده‌ی نازکی را تشکیل می‌دهند (شکل ۲): ذراتی که در این پرده بالاترند با سرعت بیشتر و زاویه‌های بزرگ‌تری نسبت به ذرات پایینی، پرتاب می‌شوند. سنگ‌های کُندتر زودتر از سنگ‌های بالاتر به زمین برخورد می‌کنند؛ بنابراین با حرکت پرده به سوی شما، کوبش‌های شدید و مداومی را با زمین می‌بینید و می‌شنوید.

پرش ارتفاع و پرش طول

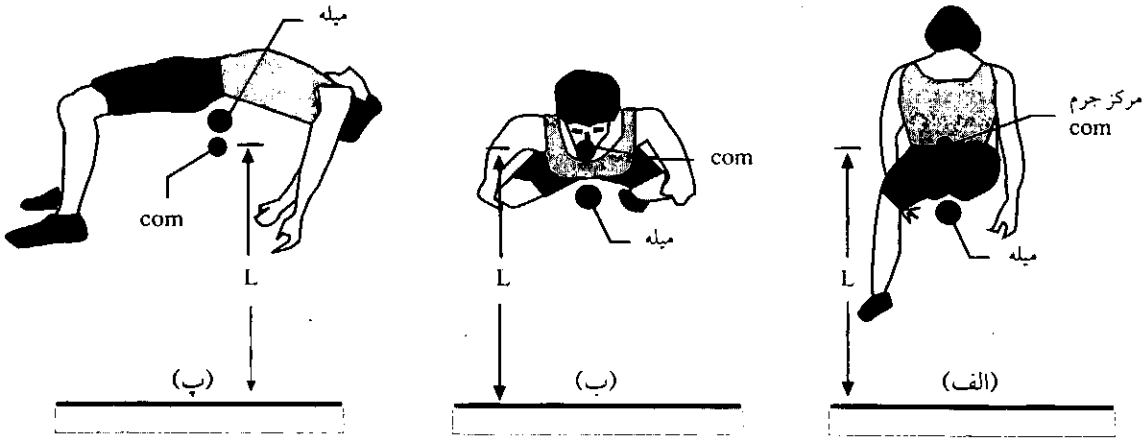
فرد تازه‌کار در ورزش پرش ارتفاع شاید وسوسه شود تا با پرتاب رو به بالای یک پا و سپس کشیدن پای دیگرش بر فراز آن در حالی که کمرش را به جلو خم می‌کند از روی میله بپرد. پرش موفق‌تر به صورت *استرادل*[9] صورت می‌گیرد، که در آن در حالی که صورت شخص به پایین و طول بدنش به موازات میله است، بر فراز میله می‌غلتد.

وقتی **دیک فوسبری**[10] در مسابقه‌ی پرش ارتفاع المپیک سال ۱۹۶۸ مکزیکوسیتی برنده شد، روش پرشی را مطرح کرد که عجیب به‌نظر می‌رسید. این روش اکنون به **پرش فوسبری** معروف است و تقریباً همه‌ی ورزشکاران پرش ارتفاع جهان از آن استفاده می‌کنند. شخص با گام‌های حساب شده به طرف میله می‌دود، سپس با پیچ خوردن در آخرین لحظه و در حالی که صورتش رو به بالاست، از فراز میله می‌گذرد. مزیت این روش چیست؟ چرا نزدیک شدن به میله با گام‌های حساب شده صورت می‌گیرد؟ بدون شک گام برداشتن سریع‌تر به ورزشکار انرژی بیشتری برای پرش می‌دهد.

یکی از حیرت‌انگیزترین رویدادهای تاریخ دو و میدانی نیز در المپیک مکزیکوسیتی رخ داد. در بعد از ظهر ۱۸ اکتبر، **باب بیمون**[11] با اندازه‌گیری گام‌هایش در مسیر ورودی‌اش خود را برای نخستین تلاش از سه تلاش مجاز برای پرش طول آماده کرد. سپس برگشت، دوباره روی مسیر ورودی پرش دوید، به تخته‌ی پرش ضربه زد، و در هوا به پرواز درآمد. این پرش به حدی بلند بود که وسیله‌ی وارسی اپتیکی اندازه‌گیری پرش‌ها نتوانست عمل کند و ناچار از یک متر نواری برای ثبت آن استفاده شد. یکی از داورها به بیمون، که پس از پرش، گیج و مبهوت در گوشه‌ای نشسته بود، گفت «خارق‌العاده، خارق‌العاده». این پرش به طول حیرت‌آور ۸/۹۰ متر به سادگی رکورد ۸/۱۰ متر پیشین را شکست (با اختلاف تقریباً برابر با شصت سانتی‌متر!)

بدون شک باد پشت سر بیمون تا اندازه‌ای به او کمک کرد، زیرا سرعت باد درست در حدّ بالای مقدار مجاز ۲/۰ متر بر ثانیه بود. آیا ارتفاع زیاد و عرض جغرافیایی کم مکزیکوسیتی نیز به او کمک کرد؟ یعنی، آیا چگالی هوا و شدت گرانی به این پرش حیرت‌انگیز مربوط می‌شود؟

مقدار پرش طول تا جایی اندازه گرفته می‌شود که پاشنه‌های پای شخصی که می‌پرد حفره‌ای در شن محل فرود ایجاد کند، مگر



شکل ۳. (الف) پرش از روی مانع (ب) پرش استرادل (پ) پرش فوسبری

آن که با فرود آمدن کپل های شخص، جای پاشنه ها پاک شود که در این طول صورت، طول پرش فقط تا نزدیکی لبه ی حفره ای اندازه گرفته می شود که کپل ها روی شن بر جای گذاشته اند. بنابراین، فرود با سمت گیری مناسب در پرش طول اهمیت دارد.

وقتی شخصی در پرش طول خیر برمی دارد، در آخرین قدم روی تخته ی خیز، سر و تنه ی او تقریباً عمودی، پای خیز او پشت سر و تنه، و پای دیگرش رو به جلو کشیده شده است. وقتی شخص فرود می آید، پاها باید در کنار هم باشند و در زاویه ای رو به جلو کشیده شده باشند تا پاشنه ها در طولانی ترین مسافت، علامتی بر روی شن برجای گذارند و کپل ها نتوانند آن علامت را پاک کنند. چگونه شخصی که می پرد می تواند ترتیبی دهد که در حین پرواز، از وضعیت خیز به وضعیت فرود برسد؟

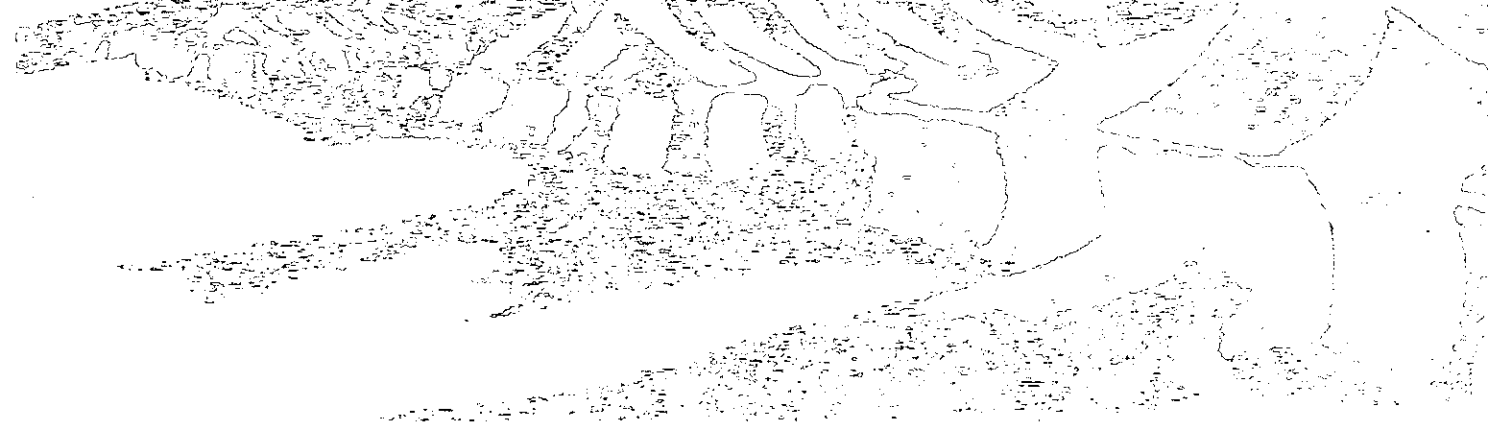
چرا در پرش طول ایستاده در المپیادهای باستانی برخی از ورزشکاران در هنگام پرش اشیائی موسوم به *هالتر* در دست می گرفتند که چندین کیلوگرم جرم داشتند؟

پاسخ. البته ارتفاعی که در پرش ارتفاع ثبت می شود ارتفاع میله است و نه ارتفاع بیشینه ی سر یا سایر بخش های بدن کسی که می پرد. فرض کنید که در حین پرش، ورزشکار بتواند مرکز جرم (com) خود را تا ارتفاع L بالا ببرد. اگر ورزشکار از روی میله ببرد، برای این که بدن با آن تماس پیدا نکند، میله باید به میزان قابل توجهی پایین تر از L باشد، و در نتیجه ارتفاع پرش چندان زیاد نیست (شکل ۳ الف). در پرش استرادل، بدن به طور افقی قرار می گیرد و شخص می تواند از میله ای که به مرکز جرم بسیار نزدیک تر است بگذرد و در نتیجه میله می تواند بالاتر باشد (شکل ۳ ب). در روش فوسبری، خم شدن بدن دور میله، مرکز جرم را تا نقطه ای زیر بدن پایین می آورد، و ورزشکار می تواند از میله ای حتی بلندتر از پرش استرادل عبور کند (شکل ۳ ج). تاب خوردن در لحظه ی آخر و خیز رو به عقب نیز باعث پرتاب قوی تری می شود.

نزدیک شدن به نقطه ی پرش در مقایسه با، مثلاً، دوی سرعت کندتر است، زیرا کلید موفقیت در انجام بی عیب و نقص پرش است و در نتیجه زمان بندی ضروری است. در نقطه ی پرش، ورزشکار پای خیز را کاملاً جلوی مرکز جرم خود به زمین می زند و سپس با خم شدن ساق این پا، بدن دور آن پا تاب می خورد. این کار باعث ذخیره ی بخشی از انرژی جنبشی دویدن در ساق خم شده ی پا می شود. ورزشکار با فشردن ساق پا به زمین بالا می رود و بخشی از این انرژی ذخیره شده و نیز انرژی اضافی حاصل از تلاش عضلانی او باعث پروازش می شود.

باد و مکان مناسب کمک کمی به پرش پیمودن کردند. ارتفاع مکزیکوسیتی ۲۳۰۰ متر است که بسیار بلندتر از بسیاری از مکان هایی بود که المپیک در آن برگزار می شود. ارتفاع زیاد به معنی پایین بودن چگالی هوا بود، و در نتیجه پس کشی هوایی که پرش را کند می کرد کمتر از پرشی در ارتفاع کمتر بود. ارتفاع زیاد به معنی شتاب گرانی کمتر نیز بود، و در نتیجه کشش گرانشی در خلاف جهت پرش بیمون که سرانجام او را به طرف زمین می کشید، کوچک تر بود. همچنین به دلیل نیروی مرکز گرای مؤثر ناشی از چرخش زمین، این شتاب و کشش کاهش می یافت. این نیروی مؤثر در ارتفاع های کمتر، بزرگ تر است زیرا این مکان ها در حین چرخش، سریع تر حرکت می کنند.

ولی همه ی این عامل ها فقط نقش کوچکی در پرش داشتند. پس، چرا بیمون آن قدر دور پرید؟ دلیل اصلی آن برخورد با تخته ی پرش در هنگام دویدن سریع بود. اغلب افراد در پرش طول آرام تر به تخته ی پرش نزدیک می شوند تا از گذشتن آخرین گام پس از تخته که خطا محسوب می شود اجتناب کنند. همچنین نمی خواهند پیش از رسیدن به تخته خیز بردارند و از داشتن این پایگاه محکم در طول پرش محروم شوند و مسافتی در پرش را از دست بدهند، زیرا طول پرش از محلّ تخته اندازه گرفته می شود. چون طول تخته



فقط ۲۰ سانتی‌متر است، آخرین گام باید برنامه‌ریزی شده باشد.

بیمون که به خاطر پرش‌های خطایش معروف بود، ظاهراً تصمیم گرفت در نخستین تلاش خود ریسک کند و به‌سوی تخته‌ی پرش بدود. آخرین گام به زحمت توانست فراتر از تخته نرود. اگر از تخته فراتر رفته بود، احتمالاً دو پرش بعدی خود را با نگرانی بیشتر نسبت به تخته و با سرعت کمتر انجام می‌داد.

در ۲۳ سال بعد، هیچ‌کس از جمله خود بیمون، نتوانست به این اندازه بپرد. تااین‌که، سرانجام در مسابقات دو و میدانی جایزه بزرگ ۱۹۹۱، مایک پاول[12] به میزان ۸/۹۵ متر پرید که ۵ سانتی‌متر بیشتر از بیمون بود. او این کار را در توکیو انجام داد که ارتفاع زیادی نداشت، و در هنگام پرش فقط باد ملایم ۰/۳ متر بر ثانیه به پشت او می‌وزید. پاول به طرز حیرت‌آوری نشان داد که تأثیر ارتفاع و باد نسبت به توانایی ورزشکار در درجه‌ی دوم اهمیت قرار دارند.

برای بررسی تغییر سمتگیری ورزشکار پرش طول در حین پرواز، فرض کنید که پرش از دیدگاه شما به طرف راست باشد. در حین پرتاب از تخته، نیرویی که از آن بر پای خیز برداشته وارد می‌شود چرخش ساعتگردی را به‌وجود می‌آورد که سر و تنه را به جلو و پای جلویی را به عقب متمایل می‌سازد. این تمایل به چرخش ساعتگرد با جلو آمدن پای عقبی به جلو برای فرود افزایش می‌یابد. علت آن آزاد بودن شخص از زمین و پایستگی تکانه‌ی زاویه‌ای بدن است. پس، وقتی پای عقبی برای جلو آمدن در جهت پاد ساعتگرد می‌گردد، بقیه‌ی بدن تمایل به گردش در جهت ساعتگرد دارد.

برای کاهش چرخش ساعتگرد، به‌گونه‌ای که شخص دارای سمتگیری مناسبی برای فرود باشد، بازوها به سرعت در جهت ساعتگرد دور شانه‌ها می‌چرخند. به‌علاوه، پاها ممکن است مانند دویدن به حرکت خود ادامه دهند، یعنی پایی که در جهت ساعتگرد می‌گردد، رو به بیرون، و وقتی درجهت پاد ساعتگرد می‌گردد به جلو کشیده می‌شود. (هیچ یک از این حرکت‌ها طول پرش را تغییر نمی‌دهند؛ فقط سمتگیری بدن را تغییر می‌دهند.) افرادی که در پرش مبتدی هستند اغلب نمی‌توانند بازوانشان را به اندازه‌ی کافی بچرخانند، یا بدتر از آن، یکی از بازوها یا هردوی آن‌ها را در جهتی غلط می‌چرخانند. در نتیجه، سر و تنه و پاها دارای بهترین سمتگیری نیستند و پرش به دلیل آن‌که علامت‌های پاشنه کوتاه هستند و یا کپل‌ها این علامت‌ها را پاک می‌کنند، کوتاه می‌شود.

هالترهایی که ورزشکاران در المپیادهای باستانی به‌کار می‌بردند می‌توانست طول پرش را زیاد کند. ورزشکار در آماده شدن برای پرش، اشیا را در دستانش جلو و عقب می‌برد و سپس در نخستین بخش پرش، آن‌ها را به جلو، و در هنگام آماده شدن برای فرود، به عقب تاب می‌داد. اگر این کار به درستی انجام می‌شد به دو دلیل می‌توانست طول پرش را ۱۰ یا ۲۰ سانتی‌متر اضافه کند: (۱) با حرکت مرکز جرم دستگاه ورزشکار ـ هالترها در هوا، آخرین پیچ و تاب رو به عقب، هالترها را نسبت به مرکز جرم عقب می‌برد و در نتیجه ورزشکار نسبت به مرکز جرم به جلو حرکت می‌کرد. (۲) در حین پرش، حرکت رو به جلوی هالترها، نیروی رو به پایین وارد بر نقطه‌ی خیز را افزایش می‌داد که به نیروی خیز بزرگ‌تری بر ورزشکار می‌انجامید. (در واقع، ورزشکار در حین خیز علاوه بر ماهیچه‌های پا از ماهیچه‌های شانه و بازو نیز استفاده می‌کرد.) اگر ورزشکار هالترها را در حین آخرین بخش پرواز به عقب پرت می‌کرد و عملاً به جلو پرت می‌شد، طول پرش افزایش می‌یافت. مرکز جرم دستگاه ورزشکار ـ هالترها هم‌چنان در همان نقطه فرود می‌آمد، اما اکنون ورزشکار اندکی جلوتر از آن نقطه بود.

زیرنویس:

1. Over push shot
2. Underhand loop shot
3. Rick Barry
4. backspin
5. sidespin
6. Ted st. Martin
7. Fred L.New man
8. grand jeté
9. Straddle
10. Dick Fosbury
11. Bob Beamon
12. Mike Powel

منبع:

The Flying Circus of Physics, Jearl Walker, John Wiley & Sons, 2007.

مروری

ابررساناها

گردآوری: سوسن رجایی
دانشکده‌ی فنی دکتر شریعتی

چکیده

این مقاله به بررسی انواع مواد ابررسانا می‌پردازد. ابررساناهای نوع اول که ابتدا کشف شدند (ابررساناهای نرم) برای ابررسانا شدن نیازمند سردترین دماها هستند و بالاترین دمای گذار (T_c) آن‌ها ۲۳ درجه کلوین است. ولی در حال حاضر در ابررساناهای نوع دوم دمای گذار به ۱۳۸ درجه کلوین رسیده است. به‌تازگی ابررسانایی در ترکیب‌های شیمیایی فولرن کشف شده است. و این‌ها بخشی از خانواده بزرگ‌تر ابررساناهای آلی هستند که شامل نمک‌های مولکولی، پلیمرها و دستگاه‌های کربن خالص (شامل کربن نانولوله و ترکیبات C_{60}) است و در برابر میدان‌های مغناطیسی قوی مقاوم هستند. برخی از پلیمرهای آلی در دمای اتاق مقاومت الکتریکی‌شان به مراتب کمتر از بهترین رساناهای فلزی است.

کلیدواژه: ابررسانا، نانولوله، فولرن

مقدمه

ابررساناها عناصر یا ترکیب‌هایی هستند که می‌توانند در کمتر از دمای گذار (T_c)، جریان الکتریکی را بدون مقاومت، هدایت کنند. البته این امر تنها در مورد جریان dc (جریان مستقیم) و برای مقدار معینی از شدت جریان صادق است. تمام ابررساناهای شناخته‌شده جامد هستند و هیچ‌یک از آن‌ها مایع یا گاز نیستند. هرگاه جریان در یک حلقه بسته از ماده ابررسانا روان شود، می‌تواند به‌طور دائم در آن تداوم یابد. دانشمندان ابررسانایی را «پدیده‌ی کوانتومی ماکروسکوپی» می‌نامند. علاوه بر دسته‌بندی آن‌ها به نوع اول و دوم، می‌توان آن‌ها را برحسب ابعادشان دسته‌بندی کرد. بیشتر آن‌ها سه‌بعدی هستند. ولی برخی از ترکیب‌ها مانند NaO_2 و برخی ابررساناهای آلی، دوبعدی هستند. از Li_2CuO_2 و نانولوله‌های تک‌جداره‌ی کربن به‌عنوان معدود ابررساناهای تک‌بعدی می‌توان نام برد. از دیگر ویژگی‌های ابررساناها علاوه بر دفع کردن میدان‌های مغناطیسی و افزایش رسانایی گرمایی، می‌توان از تشدید بازتاب نور و کاهش اصطکاک سطح نام برد.

نوع اول ابررساناها و جدول دوره‌ای مقایسه‌ای

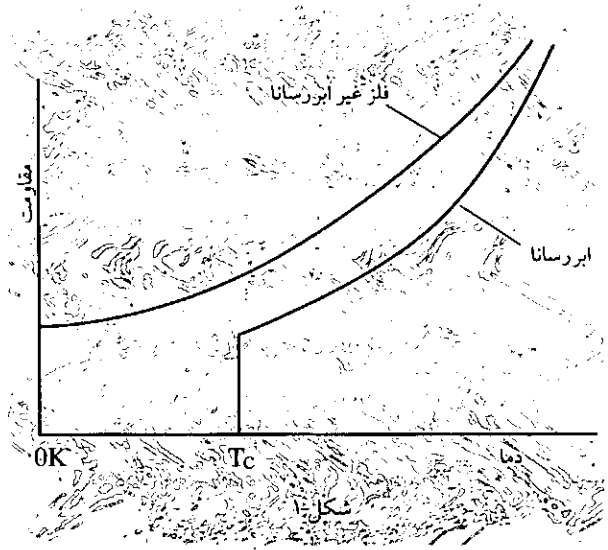
نوع اول ابررساناها عمدتاً، شامل فلزها و شبه‌فلزهاست که قابلیت رسانش را در دمای محیط از خود نشان می‌دهند.

طبق تحقیقات نظری شناخته شده تحت عنوان نظریه‌ی «BCS»* ابررساناها نیاز به سرمای فوق‌العاده دارند. این کار برای کندکردن ارتعاش‌های مولکولی به گونه‌ای مؤثر برای سهولت روان‌شدن الکترون‌های آزاد صورت می‌گیرد.

نظریه BCS، اظهار می‌دارد که الکترون‌ها برای غلبه بر مقاومت مولکولی به‌صورت زوج در رسانش شرکت می‌کنند که هریک از این زوج‌ها را یک «زوج کوپر» می‌نامند، مقاومت در مقابل حرکت زوج‌های کوپر بسیار ناچیز است.

دلیل این که چرا حالت ابررسانایی در دماهای کم دیده می‌شود این است که انرژی بستگی دو الکترون در زوج کوپر بسیار کم است. و در دماهای بالاتر جنبش گرمایی باعث می‌شود که پیوند دو الکترون زوج کوپر از هم گسسته شود.

دانشمندان این فرایند را، به علت بسته‌های صوتی که در خم‌شدن شبکه بلوری تولید می‌شود، تولید صوت توسط جفت‌شدن می‌نامند.



شکل ۱

نوع اول ابررساناها را که در ابتدا کشف شد به‌عنوان ابررساناهای نرم می‌شناسند که برای ابررسانا شدن نیازمند سردترین دماها هستند. انتقال آن‌ها به حالت ابررسانایی بسیار سریع است. (نگاه کنید به شکل ۱). و نیز دیامغناطیسی بسیار خوبی هستند که میدان مغناطیسی را به‌طور کامل دفع می‌کنند.

در جدول ۱ فهرستی از برخی ابررساناهای شناخته شده نوع اول با دمای گذار (T_C) که در آن دما ابررسانا می‌شوند آمده است. نکته‌ی جالب آن است که مس، طلا، نقره، سه تا از بهترین رساناهای فلزی، در گروه ابررساناها قرار ندارند!

عناصر دیگری نیز می‌توانند به صورت ابررسانا درآیند که این امر در فشارهای بالا امکان‌پذیر است. برای مثال، فسفر ابررسانای نوع یک، با بالاترین T_C است، اما این امر مستلزم به‌کارگیری فشار زیادی به مقدار ۲/۵Mbar برای رسیدن به دمای گذار K ۲۲-۱۴ است. فهرست بالا، برای عناصر، در فشار عادی (محیط) است.

جدول ۱. ابررساناهای نوع اول

کربن (C)	۱۵K
سرب (Pb)	۷,۱۹۶K
لانتانم (La)	۴,۸۸K
تانتانم (Ta)	۴,۴۷K
جیوه (Hg)	۴,۱۵K
قلع (Sn)	۳,۷۲K

* T_C های داده شده در حالت توده جرمی (نوع آلفا) است.

** معمولاً توده‌ی کربن (بی‌شکل، الماس، گرافیت، سفید) در هیچ دمایی ابررسانا نمی‌شود. ولی یک دمای ۱۵K برای عنصر کربنی گزارش شده است که اتم‌های آن به شدت ردیف شده باشند که آن را «نانو لوله‌ی تک‌جداره» می‌نامند. همین‌طور نانولوله‌هایی از جنس سیلیسیم، کربن- نیترابد یا تنگستن- دی‌سولفاید نیز می‌توانند وجود داشته باشند.

نوع دوم ابررساناها

به استثنای عناصر و انادیم، تکنسیم، ونیوبیم نوع دوم دسته ابررساناها از ترکیب‌های فلزی و آلیاژها تشکیل می‌شود.

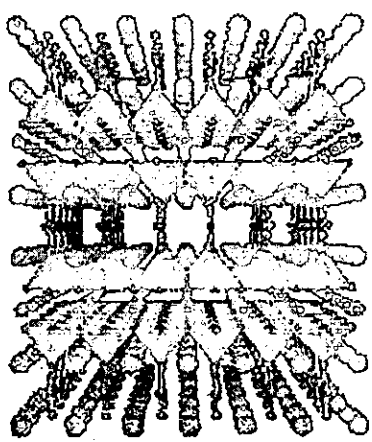
آخرین کشف ابررسانایی یعنی **پرووکایت‌ها** یا سرامیک‌های اکسید فلزی که معمولاً دارای نسبت ۲ اتم فلز به ۳ اتم اکسیژن هستند نیز متعلق به دسته نوع دوم است.

این مواد در ساز و کاری که چندان شناخته‌شده نیست به T_C بالاتری نسبت به نوع اول رسیده‌اند. معمولاً این مسأله را مربوط به لایه‌گذاری سطحی با ساختار بلوری می‌دانند (نگاه کنید به شکل ۲).

اگرچه پژوهش‌های اخیر نشان می‌دهند که حفره‌های اکسیژن کمتر باردار شده در مخزن‌های بار عامل مؤثر هستند (حفره‌ها محل بارهای مثبت در شبکه هستند).

در حال حاضر دمای به‌دست آمده برای ابررساناهای اکسیدهای مس به در فشار محیط ۱۳۸K است.

مقوله جدید ابررساناها در سال ۱۹۳۶ شناخته شد در آن هنگام دو میدان مغناطیسی مجزای حدی (به عنوان H_{c_1}, H_{c_2} *) در $PbTL_2$ یافت شد.


شکل ۲. یک اکسید مس ابررسانای نوع دو

جدول۲ . برخی از ابررساناهای نوع دو

$Hg_{۰.۸}Tl_{۰.۲}Ba_۲Ca_۲Cu_۳O_{۸.۳۳}$	۱۳۸K*
$HgBa_۲Ca_۲Cu_۲O_۸$	۱۳۳–۱۳۵K
$HgBa_۲Ca_۳Cu_۴O^+_۱۰$	۱۲۵–۱۲۶K
$HgBa_۲Ca_{۱-x}Sr_xCu_۲O^+_۶$	۱۲۳–۱۲۵K
$HgBa_۲CuO^+_۴$	۹۴–۹۸K

تفاوت ابررساناهای نوع دوم که به ابررساناهای سخت نیز معروفند با ابررساناهای نوع اول، در آن است که گذرشان از حالت عادی به ابررسانایی به صورت تدریجی صورت می‌گیرد. چون در نوع دوم، میدان مغناطیسی خارجی می‌تواند در سطح نفوذ کند، برخی پدیده‌های بدیع مزوسکوپی (نظیر نوارهای ابررسانا) و «جریان گردابی شبکه» در آن‌ها دیده می‌شود. درحالی‌که تعداد ابررساناهای نوع دوم زیاد است، برخی از جالب‌ترین آن‌ها که در دسترس هستند در جدول ۲ به‌ترتیب دمای نزولی آورده شده‌اند. همین‌طور ساختار شبکه‌ای دستگاه نیز ذکر شده است.

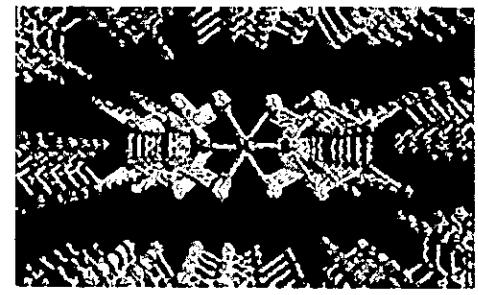
ابررسانای نوعی

گرچه نیمرساناهای سرامیکی چندان عجیب نبودند، اما، در حال حاضر بسیاری از ابررساناهای اعجاب‌انگیز کشف شده‌اند. یکی از این‌ها براساس ترکیب‌هایی است که در محدوده «فولرن» متمرکز شده‌اند.

باک مینستر فولرن که «باکی بال» نیز نامیده می‌شود از ۶۰ اتم کربن متصل به هم در یک سطح کروی بسته تشکیل شده است. هرگاه این ترکیب با یک یا چند فلز قلیایی ترکیب شود، فولرن به «فولراید» تبدیل می‌شود و گستره‌ی دماهای گذار از هشت درجه کلوین برای $Na_۲\ Rb_{۰.۵}\ Cs_{۰.۵}\ C_{۶۰}$ تا ۴۰K برای $CS_۲C_{۶۰}$ را فراهم می‌آورد. در سال ۱۹۹۳ پژوهشگران در دانشگاه ایالتی نیویورک واقع در بوفالو دماهای گذار بین ۶۰K تا ۷۰K برای $(C_{۶۰})$ که با ترکیبات هالوژنی IcI ترکیب شده بودند را گزارش کردند. فولرن‌ها، مانند ابررساناهای سرامیکی، تقریباً یک کشف جدید هستند که به‌طور اتفاقی به آن برخورد کردند.

کربن‌های فولرن خالص غیرکروی که می‌توانند ابررسانا شوند نیز به‌تازگی کشف شده‌اند. در آوریل ۲۰۰۱ پژوهشگران چینی در دانشگاه هنگ‌کنگ ابررسانای یک‌بعدی‌ای را در نانولوله‌ای یک‌جداره کربن در حوالی ۱۵K کشف کردند. فولرایدهایی با پایه سیلیسیم مانند $Na_۲Ba_۶Si_{۴۶}$ نیز ابررسانا می‌شوند. ساختمان آن‌ها به جای مولکول‌های مجزا از شبکه‌های لایتناهی تشکیل شده است.

فولرن‌ها به صورت فنی بخشی از خانواده بزرگ‌تر رساناهای آلی هستند که شامل، نمک‌های مولکولی، پلیمرها، دستگاه‌های کربن خالص (شامل کربن نانولوله و ترکیب‌های $C_{۶۰}$) می‌شوند. نمک‌های مولکولی در این خانواده مولکول‌های آلی بزرگی هستند که خاصیت ابررسانایی را در دماهای خیلی پایین نشان می‌دهند و به این جهت از آن‌ها به عنوان ابررساناهای «مولکولی» یاد می‌شود. موجودیت آن‌ها را در سال ۱۹۶۴ بیل لیتل از دانشگاه استنفورد پیش‌بینی کرد. تاکنون در حدود ۵۰ نوع ابررسانای آلی در دماهای بین ۵۰۴K تا نزدیک ۱۲K (در فشار محیط) یافت شده است. چون این دماها در گستره‌ی ابررساناهای نوع ۱ هستند، مهندسان درصدد یافتن کاربردهای عملی برای آن‌ها هستند. به‌هرحال، ویژگی‌های نسبتاً غیرعادی آن‌ها، باعث توجه زیاد به آن‌ها شده است. این ویژگی‌ها شامل مقاومت مغناطیسی بسیار زیاد، ارتعاش‌های سریع، اثر کوانتومی هال، و نیز شباهت به رفتار InAs و InSb است. در اوایل ۱۹۹۷، یک گروه تحقیقاتی در SUNY، کشف کرد $(TMTSF)_۲PF_۶$ می‌تواند در برابر میدان مغناطیسی با اندازه‌ی بیش از ۶ تسلا مقاومت کند، (شکل ۳). در حالت عادی، میدان‌های مغناطیسی با شدت کسری از این مقدار، ابررسانایی در ماده را به‌طور کامل از بین می‌برند. مواد



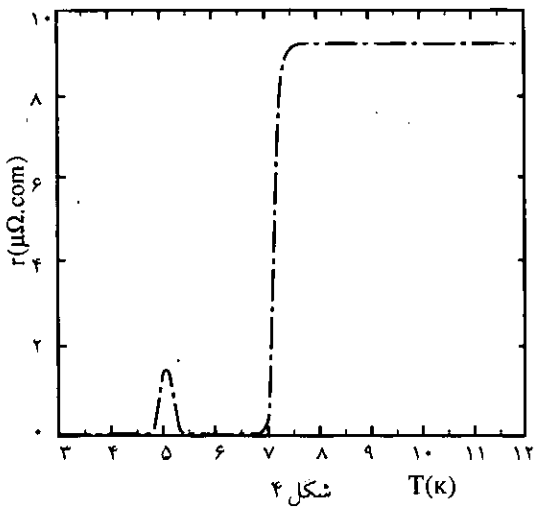
شکل ۳

ابررسانای آلی متشکل از یک الکترون‌دهنده (مولکول آلی مسطح) و یک الکترون گیرنده (انیون غیر آلی) است.

باب کاوا و آزمایشگاه‌های بل در سال ۱۹۹۳ «بوروکربیدها» را کشف کردند، که یکی از دستگاه‌های ابررسانا است که کمتر از بقیه درباره آن اطلاعات وجود دارد. همواره گمان می‌رفت که ابررساناها نمی‌توانند از فلزهای رسانای فرومغناطیس نظیر آهن، کبالت یا نیکل ساخته شوند. این امر شبیه مخلوط کردن روغن و آب است. با این همه، در بعضی «بوروکربیدها» صابونی وجود دارد که این عمل را انجام می‌دهد.

چنین به‌نظر می‌رسد که جایگاه‌های بلورشناختی یون‌های مغناطیسی جدای از موضوع رسانایی باشد. این به جفت‌های مس امکان می‌دهد که در اطراف یون‌های مغناطیسی منحرف شوند. به‌علاوه، هنگامی که با عنصری مانند «هولمیم» که خواص مغناطیسی غیرعادی دارد ترکیب می‌شوند رفتار بازگشتی در برخی بوروکربیدها آشکار می‌شود. یعنی در زیر دماهایی که باید ابررسانا باقی بمانند، دمای خاصی وجود دارد که در آن دما، مواد، مانند حالت عادی غیر ابررسانا رفتار می‌کنند! (شکل ۴ را ببینید). نه‌تنها بوروکربیدها در دماهای خیلی پایین از حالت ابررسانایی خارج می‌شوند، بلکه در ترکیب‌های $HoMo_6S_8$ (چورل) $ErRh_4B_4$، ابررسانایی ناگهان در حوالی دمای ۱K از بین می‌رود.*

همان‌طور که در برخی از مثال‌های جدول۳ دیده می‌شود، اولین جایگاه فلز در مولکول را همیشه یک اتم نادر خاک اشغال می‌کند.



شکل ۴

جدول۳

مقاومت در زیر این دما کاهش می‌یابد	فرومغناطیس
۲۳K	YPd_2B_2C
۱۶/۶K	$LuNi_2B_2C$
۱۵/۵K	YNi_2B_2C
۱۱K	$TmNi_2B_2C$
۱۰/۵K	$ErNi_2B_2C$
۷/۵K	$HoNi_2B_2C$

فرمیون‌های سنگین

«فرمیون‌های سنگین» که نمایش سیرک در خانواده‌ی فوق سنگین به حساب می‌آیند، مثال دیگری از ابررساناهای نوعی هستند. فرمیون‌های سنگین، ترکیباتی شامل عناصر خاکی نادر نظیر Ce یا Yb یا عناصر آکتینید نظیر U است. الکترون‌های رسانش آن‌ها که (به‌عنوان شبه‌ذره[1] شناخته می‌شوند) اغلب جرمی چند صد برابر جرم الکترون‌های معمولی را دارند، که نتیجه‌اش همان چیزی است که به انرژی فرمی سطح پایین[2] معروف است (E_f). گرچه در دماهای پایین، بسیاری از این مواد به‌صورت مغناطیسی مرتب می‌شوند ولی بقیه، رفتار پارامغناطیسی شدیدی از خود نشان می‌دهند. و برخی ابررسانایی را از طریق سازوکاری نشان می‌دهند که به سرعت در تضاد با نظریه‌ی BCS قرار می‌گیرد.

پژوهشگران عقیده دارند که پیوستن مس به دستگاه‌های فرمیون سنگین از واکنش‌های مغناطیسی اسپین‌های الکترون (موج D*، موج P، موج S) است نه از ارتعاش‌های شبکه‌ای. حتی برخی فلزات فرومغناطیس را نیز در این رده جای می‌دهند. اخیراً دکتر ار. دبلیو. هیل[3] از دانشگاه تورنتو ترکیب $pr_{1.85}Ce_{0.15}CuO_4$ را یافته است که با داشتن رسانندگی گرمایی‌ای بیش از آن‌چه که می‌بایستی داشته باشد، قانون **وایدمن-فرانتز**[4] را نقض کرده است.* اولین مشاهدات درباره ابررسانایی فرمیون‌های سنگین در سال ۱۹۷۳ در ترکیب UBe_{13} مشاهده شد ولی، در آن زمان این امر را به اورانیم نسبت دادند. برخی ترکیب‌های فرمیون‌های سنگین با دماهایی که در آن می‌توانند ابررسانا شوند در زیر آورده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌گردد دمای گذار آن‌ها در گستره ابررساناهای نوع ۱ است که استفاده‌ی آن‌ها را به‌شدت محدود می‌سازد.

در اواسط سال ۱۹۹۰ کشف شده بود که صفحه‌های مس-اکسیژن تنها

تسهیل کننده‌های ابررسانایی در صفحه‌های پرووسکیت نیستند. فیزیکدانان به مطالعه صفحات اتمی روتنیم ـ اکسیژن پرداختند که شبیه صفحه‌های مس ـ اکسیژن بود. **یوشیترومینو** و همکارانش پی بردند که ترکیب Sr_2RuO_4 در دمای ۱٫۵K خواص ابررسانایی از خود نشان می‌دهد. در حالی که این دما برای ابررسانای پرووسکیت به شدت سرد است، اما توانایی ابررسانا شدن را در حیطه‌ی جدیدی که «روتنات» خوانده می‌شود آشکار کرد.

وقتی در دماهای پایین، ساختار بلوری برخی از این مواد شکسته شود، خاصیت فرومغناطیسی سطح آن‌ها افزایش می‌یابد. این پدیده برخلاف نظریه‌ی مواد چگال است. محققان رفتار آن‌ها را شبیه به هلیم ـ ۳ ابرشاره طبقه‌بندی کرده‌اند. هنگامی که مس به مخلوط اضافه گردد، پدیده جالب‌تری اتفاق می‌افتد.

در ژوییه ۱۹۹۹ کشف شد که اکسید مس روتنیم[5] هر دو خاصیت ابررسانایی و مغناطیسی را داراست. اگرچه این اولین ترکیبی نبود که هر دو خاصیت را داشت، ولی دمای بالای ۵۸K آن را در جهان ابررسانایی کاملاً ممتاز می‌سازد. برخلاف ابررساناهای عادی این ترکیب در نصف این دما دیامغناطیسی می‌شود.

بسیاری از فازهای گذار وجود دارد که ماده را از یک حالت به حالت دیگر تبدیل می‌کند. (به عنوان مثال یخ برای تبدیل به آب به افزایش ناگهانی انرژی گرمایی نیاز دارد) (گرمای ویژه). در میان ابررساناها این موضوع در موارد T_c، H_c و J_c وجود دارد.

به هرحال نوعی ابررسانا کشف شده است که هنگامی که در بیش از سه میدان مغناطیسی «بحرانی» قرار گیرد، تغییر قابل ملاحظه‌ای در گرمای ویژه‌اش به وجود نمی‌آید. به‌نظر می‌رسد که $Ba_{0.6}K_{0.4}BiO_3$ اولین ماده‌ای باشد که وارد فاز گذار «درجه چهار» (طبق طرح طبقه‌بندی انتقال فاز ارنفست)، می‌شود و این چیزی است که در طبیعت قبلاً مشاهده نشده بود.

در ژوییه ۱۹۹۹ پژوهشگران «انستیتوی وایزمن» امکان ابررسانایی در سدیم آغشته به تنگستن ـ برنز $Na_{0.5}WO_3$ را گزارش دادند که ممکن است اولین HTSای باشد[6] که از جنس مس نیست. بسیاری از ترکیب‌های تنگستن برنز دارای خاصیت ابررسانایی در زیر ۴K هستند.

سایر گونه‌های فلزی که به لحاظ نظری می‌توانند ابررسانا تولید کنند فلورید نقره و فلوریدها هستند که فلوئورودترجنت خوانده می‌شوند. این‌ها شباهت زیادی به اکسیدهای مس دارند، ترکیب‌هایی که به صورت معمول بالاترین دمای انتقال را در بین تمام ابررساناهای شناخته شده دارند.

بیشتر پلیمرها به استثنای معدودی از آن‌ها (به‌طور مثال پلی‌سولفور نیترایید) در برابر ابررسانا شدن مقاومت می‌کنند. در هر حال، برخی پلیمرهای آلی مقاومت الکتریکی به مراتب کمتر از بهترین رساناهای فلزی دارند. و این ویژگی را در دمای اتاق نشان می‌دهند! این «فرارساناها» نظیر اکسید اتاکتیک پروپیلن دردما و فشار اتاق دارای قابلیت رقابت با ابررساناهایی در میدان‌های معین هستند. برای مثال، پروپیلن در حالت عادی عایق است، ولی یک لایه نازک اکسید پروپیلن رسانایی‌اش را ۱۰[5] تا ۱۰[6] مرتبه بیشتر از بهترین فلزات می‌سازد.

اثر مایسنر[5] که معیار کلاسیک ابررسانایی است در هنگامی که دمای گذار بالاتر از دمایی شود که در آن پلیمر می‌شکند (>۷۰۰K) مشاهده نمی‌شود. با این همه، دیامغناطیس بسیار قوی تأیید شده است.

جدول ۴. برخی از ترکیب‌های فرمیون‌های سنگین که در دماهای نوشته شده ابررسانا می‌شوند

$CeRu_2$	۶/۰K
$Ce_xGd_{1-x}Ru_2$*	۳/۲-۵/۲K
$CeIr_3$	۳/۳۴K
UPd_2Al_3	۲K
Pd_2SnYb	۱/۷۹K
URU_2Si_2	۱/۲K
UNi_2Al_3*	۱K
Al_3Yb	۰/۹۴K
UBe_{13}	۰/۸۷K

پانوشت :

۱ . **نظریه‌ی BCS** : اولین نظریه‌ای که ابررسانائی را توضیح داد ، نظریه‌ای بود که توسط جان باردین ، لئون کوپر و جان شریفر ارائه شد . این نظریه با استفاده از سه حرف اول نام‌های آن‌ها BCS خوانده می‌شود . بر طبق این نظریه هنگامی که الکترون از یک شبکه بلوری عبور می‌کند ، شبکه به طرف داخل تغییرشکل می‌دهد و الکترون بسته‌های کوچک صوتی به نام **فونون** تولید می‌کند . این فونون‌ها فضایی از بارهای مثبت در فضای تغییرشکل‌یافته تولید می‌کنند که الکترون‌های بعدی را در عبور از همان ناحیه یاری می‌کند . این فرایند به عنوان تولید جفت ـ **فونون** نامیده می‌شود . این پدیده مثل آن است که توپ بولینگی را به طرف مرکز تشکی هل دهیم . اولین توپ یک فرورفتگی را در مرکز تشک به‌وجود می‌آورد . حال اگر توپ بولینگ دومی در پائین تشک باشد به راحتی به طرف مرکز تشک می‌غلتد .

۲ . **اثر مایسنر**[6] : ویژگی دیامغناطیسی دفع همه‌ی میدان‌های مغناطیسی که به نام والتر مایسنر نام‌گذاری شده است . این نشانه‌ی کلاسیک ابررسانا بودن است و می‌تواند برای کم کردن یا بی‌اثر کردن میدان‌های قوی زمین که نادر است به کار رود .

Hc : علامت اختصاری علمی برای «میدان بحرانی» یا حداکثر میدان مغناطیسی‌ای که ابررسانا می‌تواند قبل از آن‌که به حالت غیر ابررسانا برگردد تحمل کند . معمولاً دمای گذار (Tc) بالاتر ، Hc بالاتری نیز به‌همراه دارد .

موج D : حالتی از جفت الکترون که در آن الکترون‌ها با هم در مدارهایی شبیه به شبدر چهار پر حرکت می‌کنند . تابع‌های موج به نظریه‌پردازان کمک می‌کند که حالت الکترون را توصیف یا پیش‌بینی کنند .

موج S : حالتی از جفت الکترون که در آن الکترون‌ها در یک اوربیتال کروی در خلاف جهت هم حرکت می‌کنند .

زوج کوپر : دو الکترونی که جفتی را تشکیل می‌دهند (مطابق با نظریه‌ی BCS یا دیگر نظریه‌ها) . به رغم این واقعیت که هر دو بار منفی دارند و باید یکدیگر را دفع کنند (به نام لئون کوپر نامیده شده .)

فازهای چورل : دسته‌ای از ترکیبات شامل عناصر گروه ۶ ، S ، Se یا Te که در آن مولیبدن و یک یون فلزی با بار مثبت وجود دارد به نام راجر چورل .

مخزن‌های بار : در ابررساناها انبار بار لایه‌هایی هستند که می‌توانند حالت اکسایش صفحه‌های ابررسانای مجاور را کنترل کنند گرچه خودشان ابررسانا نیستند . در اکسیدهای مس لایه‌دار شده این‌ها شامل زنجیره‌های اکسید مس هستند .

J_c : علامت علمی اختصاری برای «چگالی جریان بحرانی» یا «بیشینه‌ی جریانی» که ابررسانا می‌تواند حمل کند . توجه داشته باشید معمولاً هر چه جریانی که در یک ابررسانا روان می‌شود افزایش یابد T_c کم می‌شود .

پروسکیت‌ها : خانواده بزرگی از سرامیک‌های بلورین که نامش از معدنی به نام پروسکیت گرفته شده است .

شبه‌ذرات : ذره‌ای که ابری از ذرات آن را در بر گرفته باشد . شبه‌ذره شبیه ذرات معمولی رفتار می‌کند اما معمولاً جرم مؤثر بزرگ‌تری دارد که به خاطر واکنش‌های این ابر دربرگیرنده با سایر ذرات است .

نوارها : رودخانه‌های میکروسکوپی‌ای از بار که در سطح ابررساناهای نوع ۲ روان هستند . این موضوع به صورت نظریه‌ای درآمده است که نوارها حفره‌ها را به جفت‌شدن ترغیب می‌کنند و بدین ترتیب می‌توانند در انتقال بار نقش مهمی داشته باشند .

HTS : ابررسانایی دما بالا[9]

قانون وایدزمن ـ فرانتز : طبق این قانون نسبت رسانایی گرمایی (K) به رسانایی الکتریکی (σ) یک فلز با دما (T) متناسب ، و تقریباً برای فلزات مختلف در یک دمای یکسان مقدارش یکسان است :

$$\frac{K}{\sigma} = LT$$

ضریب تناسب L که به نام عدد لورنتز خوانده می‌شود برابر است با :

$$L = \frac{K}{\sigma T} = \frac{\pi^2}{3}\left(\frac{k_B}{e}\right)^2 = 2/44\times10^{-8}\ W\Omega K^{-2}$$

بوروکربیدها : ترکیباتی هستند که برخی از آن‌ها قابلیت غیرعادی بازگشت به حالت عادی غیر ابررسانا را در دماهای زیر T_c از خود نشان می‌دهند .

زیرنویس :

1. quasi particle
2. low Fermi energy
3. R. W. Hill
4. Wiedmann - Franz law
5. Ehrenfest
6. Meissner effect
7. Cooper Pair
8. Roger Chevrel
9. High temperature superconductivity

منابع :

Handbook of chemistry and physics (CRC)
Wikipedia handbook of thermodynamic

آزمایش‌های عملی در مورد قانون فاراده

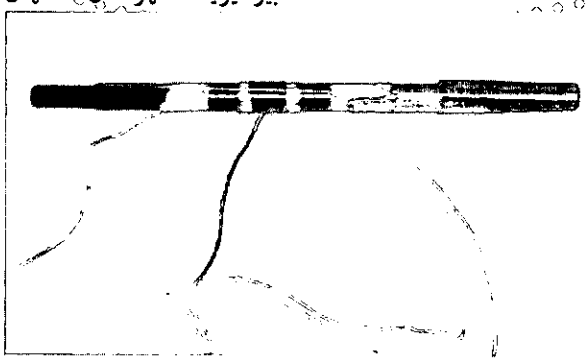
ادواردو ای. رودریگوز
ترجمه: مرضیه هرمزی‌نژاد
مربی زبان انگلیسی آموزشگاه‌های اصفهان
دستان هرمزی‌نژاد
دبیر فیزیک شهرستان اصفهان

این مقاله یک فعالیت آزمایشگاهی فیزیک را با هدف به تصویر کشیدن قانون القای فاراده به روش عملی توصیف می‌کند. با پیچیدن دو پیچه از سیم مسی روی خودکار، دانش‌آموزان می‌توانند مبدلی[1] را در زمان کوتاه بسازند. نیروی محرکه‌ی القایی (emf) در سیم‌پیچ دوم بر حسب جریان اولیه برای شکل موج‌های[2] مختلف، مشاهده می‌شود. چگونگی ساختن این وسیله و نتایج آزمایشگاهی به دست آمده با این وسیله را شرح می‌دهم.

تقریباً ۱۵۰ دور سیم مسی با قطر ۲۵۰μm با فاصله‌ی کم دور لوله‌ی پلاستیکی خودکاری به طول حدود ۴cm پیچیده می‌شود. این پیچه‌ی اولیه‌ی مبدل را نشان می‌دهد. پیچه‌ی دوم روی یک‌سوم مرکزی پیچه‌ی اولیه پیچیده شده است. این پیچه با ۶۰-۴۰ دور سیم، طولی در حدود ۲cm دارد. یکی از این مبدل‌ها در شکل ۱ نشان داده شده است.

ساختن این مبدل- وقتی کار را گروهی متشکل از سه دانش‌آموز انجام دهند- کمتر از ۳ دقیقه وقت می‌گیرد.

این وسیله که دانش‌آموزان آن را «گجت»[3] نامیده‌اند- با ولتاژ ورودی ac تولیدی توسط مبدل که برای سیم‌پیچ اولیه با مقاومت متوالی ۱۰۰Ω به‌کار می‌رود، تغذیه می‌شود. شکل موج ولتاژ ورودی می‌تواند سینوسی، مثلثی یا مربعی انتخاب شود، سه انتخابی که در همه‌ی مولدهای کاربردی موجود است. افت پتانسیل در مقاومت یعنی V_R به کانال ۱ نوسان‌نما[4] داده می‌شود تا بتواند

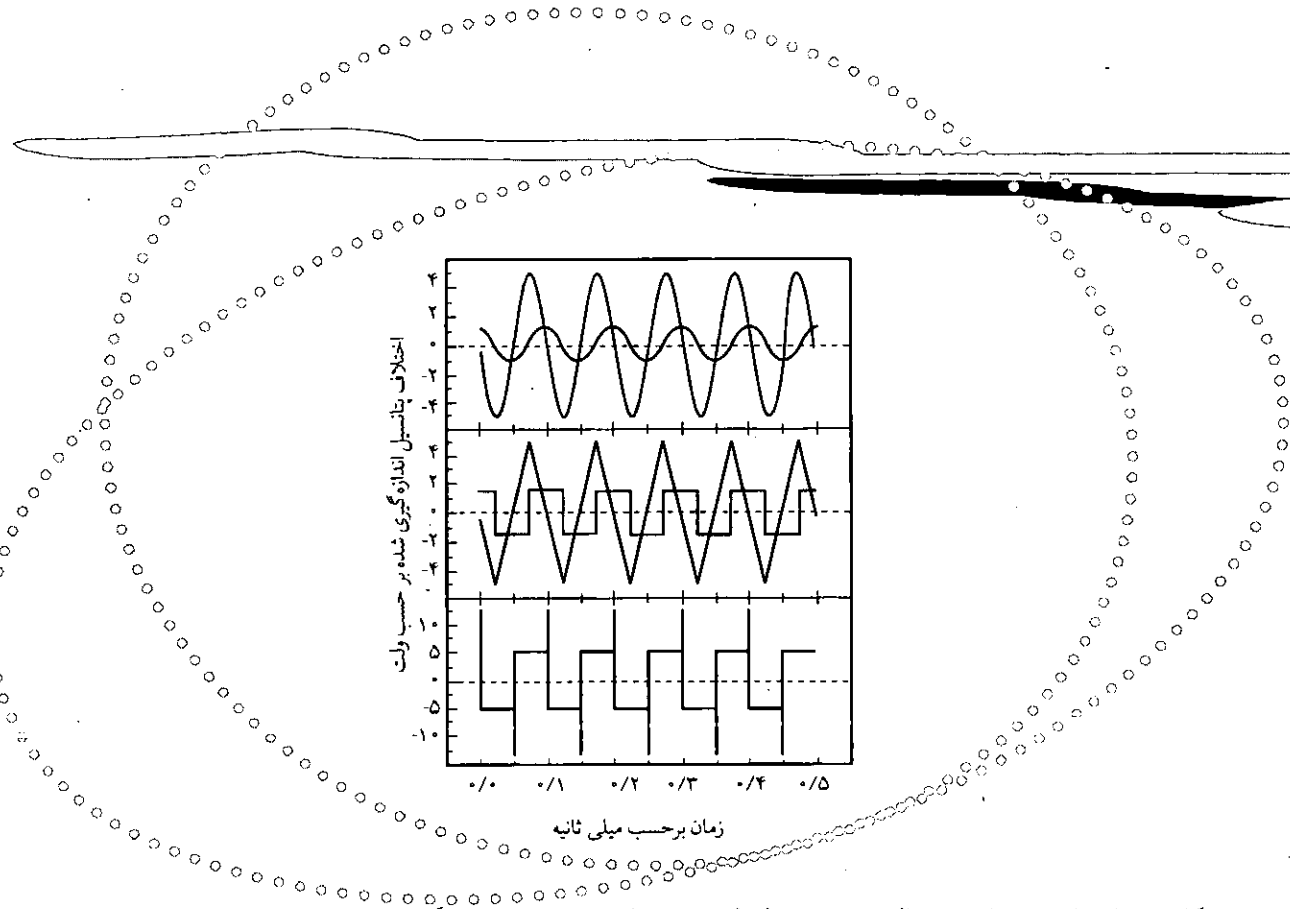


شکل ۱. ساخت یک مبدل با سیم نازک روی یک خودکار پلاستیکی.

شکل موج ورودی را نمایش داده و دامنه‌ی جریان در سیم‌پیچ اولیه را اندازه‌گیری کند: $I_P = V_R / R$. پایانه‌های سیم‌پیچ ثانویه به کانال ۲ نوسان‌نما وصل می‌شوند تا نیروی محرکه‌ی القایی مشاهده شود. قانون القای فاراده بیان می‌کند[5] که نیروی محرکه‌ی ε که در سیم‌پیچ ثانویه ظاهر می‌شود به علت تغییر شار مغناطیسی φ_B ناشی از میدان مغناطیسی B_P در سیم‌پیچ اولیه است.

$$\varepsilon = -d\varphi_B / dt \qquad (1)$$

چون $\varphi_B \propto B_P$ و $B_P \propto I_P$ انتظار داریم که $\varepsilon \propto -dI_P / dt$ که این رابطه با وسیله‌ی ما کاملاً بررسی می‌شود.



شکل ۲ . نمایش اختلاف پتانسیل اعمال‌شده به مدار اولیه (نمودار ساده) و نیرومحرکه‌ی اندازه‌گیری‌شده در مدار ثانویه (نمودار نقطه‌چین‌دار) برحسب زمان در حالت‌هایی که جریان اولیه (الف) سینوسی است و نیرومحرکه القایی در ۱۶ ضرب شده، (ب) مثلثی است و نیرومحرکه القایی در ۳۲ ضرب شده و (ج) مربعی است.

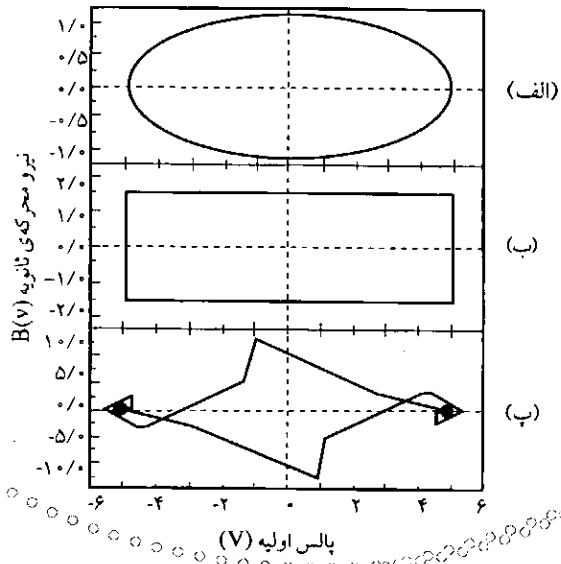
نتایج

در اولین بخش فعالیت آزمایشگاهی واکنش مبدل به شکل موج‌های به‌کاربرده‌شده‌ی مختلف را مطالعه می‌کنیم. در مرحله‌ایی که می‌خواهیم دو سر سیم‌پیچ ثانویه را به نوسان‌نما متصل کنیم- تا ε با علامت مخالف با علامتی که در مشتق تپ اولیه $V_R(t)$ آشکار شود- باید نهایت دقت را داشته باشیم. این پدیده، پیش‌بینی قانون فاراده است [به یاد آورید که $V_R(t) \propto I_P(t)$] و یادآوری این نکته به دانش‌آموزان اهمیت دارد. برای جریان سینوسی به کار برده شده در سیم‌پیچ اولیه، نیرومحرکه‌ی القایی به گونه‌ای است که در شکل ۲ (الف) مشاهده می‌شود:

۱) وقتی که جریان سینوسی سیم‌پیچ اولیه بیشینه شود، مشتق زمانی آن صفر می‌شود بنابراین نیرومحرکه‌ی القایی باید به صفر میل کند.

۲) از سوی دیگر، هنگامی که جریان سیم‌پیچ اولیه از صفر با بیشینه مقدار مثبت (منفی) شیب می‌گذرد، ε به مقدار بیشینه‌ی منفی (مثبت) می‌رسد.

این دو مرحله آزمون خوبی از دستگاه آزمایشگاهی به دست می‌دهند. وارون وصل کردن دو سر سیم پیچ‌های ثانویه، به وارد شدن خروجی کانال ۲ می‌انجامد. نتیجه‌ی خیره‌کننده وقتی ظاهر می‌شود که موجی مربعی یا مثلثی در اولیه به کار برده شود. دانش‌آموزان از کشف این‌که ولتاژ به صورت شکل موج مربعی یا تپی ظاهر می‌شود لذت می‌برند [شکل‌های ۲ (ب) و (پ)]. منحنی شکل موج نیرومحرکه‌ی القایی متناظر با هر جریان ورودی کمک عمده‌ای به فهم پیش‌بینی‌های کیفی قانون فاراده می‌کند. در این موارد ترجیح می‌دهیم که ابتدا مشتق توابع ورودی را محاسبه و سپس خروجی پیش‌بینی‌شده را با علامت‌های مشاهده شده روی نوسان‌نما مقایسه کنیم. در اولین قسمت فعالیت، نوسان‌نما را در مد X – Y به کار می‌بریم. به‌طور کلی از نوسان‌نمای قیاسی[۶] که این مد را شامل می‌شود استفاده می‌کنیم. همچنین نوسان‌نمایی رقمی[۷] به کار می‌بریم که داده‌های علامت‌های کانال‌های ۱ و ۲ را برحسب زمان نمایش دهد و سپس آن‌ها را در صفحه‌ی داده‌ها تجزیه



شکل ۳. نوسان‌نگار به کار رفته در مد X – Y : نیرو محرکه‌ی القایی در ثانویه برحسب شکل موج تپ اولیه در حالت‌هایی که جریان اولیه : (الف) سینوسی است، نیرومحرکه در ۱۶ ضرب‌شده، (ب) مثلثی، نیرومحرکه در ۳۲ ضرب شده، (پ) مربعی.

کند و نتایج نشان داده شده در شکل ۳ را به‌وجود آورد. این نتایج برای بحث‌های بیشتر در کلاس مفیدند. در شکل ۳ (الف) در نتیجه‌ی اختلاف فاز ۹۰° بین نیرومحرکه‌ی ثانویه (کسینوسی) و جریان ورودی (سینوسی) بیضی دیده می‌شود. در شکل ۳ (ب) در نتیجه‌ی اعمال جریان مثلثی به سیم‌پیچ اولیه تابع موج مربعی به‌عنوان پاسخ ثانویه‌ی راست- گوشه‌ای مشاهده می‌شود. هنگامی که اختلاف پتانسیل ورودی موجی مربعی است، نیرومحرکه‌ی القایی به شکل قطاری از تپ‌هایی است که به صورت «شبه- گل- چهارگوشه»[8] یا یک «شبه- ستاره»[9] چهارگوش دیده می‌شود [شکل ۳ (پ)].

حلقه‌های موجود در گوشه‌ها، نتیجه‌ی چرخیدن در لبه‌ی تیز تپ‌هاست. می‌توان از شکل موج‌های دیگری برای سیم‌پیچ اولیه استفاده کرد- امکانی که در خروجی برخی مولدها وجود دارد- و پاسخ ثانویه‌ای که با همین روش آشکار می‌شود.

آزمایش‌های شرح داده شده با این مبدل که به‌سادگی ساخته می‌شود، در دامنه‌ی بسامد بین ۱ تا ۱۰۰ کیلو هرتز با اختلاف پتانسیل القایی با دامنه‌ی ۰/۱ تا ۱ ولت که نوسان‌نما با نسبت پالس- به- نوفه‌ی خوبی اندازه‌گیری می‌کند، عمل می‌کند.

به‌طور خلاصه دستگاه ساده‌ای راه انداختیم که در کشف قانون فاراده در تمرین‌های آزمایشگاهی عملی بسیار سودمندند.

زیرنویس:

1. transformer
2. waveforms
3. The gadget
4. oscilloscope
5. برای نمونه نگاه کنید به فیزیک دانشگاهی هیوانگ و دیگران.
6. digital
7. analog
8. Pseudo-flower
9. pseudo-Four-corner star
10. A. Moreno
11. F. Di la Cruz
12. M. Eguia
13. J. Luzuriaga

منبع:

The Physics Teacher-Vol. 43, April 2005, P. 228-230.

برخورد با چالش درک دانش‌آموزان از فرمول‌های فیزیک دبیرستان:

یک ابزار یادگیری

استر باگنو[1] و همکاران
ترجمه: زهره شیخ
دبیر فیزیک شهرستان زابل

چکیده

در این مقاله بررسی تشخیصی برای شناخت دانش‌آموزان از دو فرمول بنیادی فیزیک بیان می‌شود. با توجه به یافته‌های این تحقیق فعالیتی کلاسی بر مبنای تفسیر فرمول‌ها را به‌وجود آورده‌ایم. این تحقیق با همکاری پژوهشگران آموزش فیزیک و دبیران فیزیک صورت گرفته است و دبیران آن را در کلاس‌های درس امتحان کرده‌اند. مقاله این فعالیت و نتایج آن درباره‌ی درک دانش‌آموزان از سه فرمول و پیشرفت و تغییر نگرش آن‌ها در این پژوهش را بیان می‌کند.

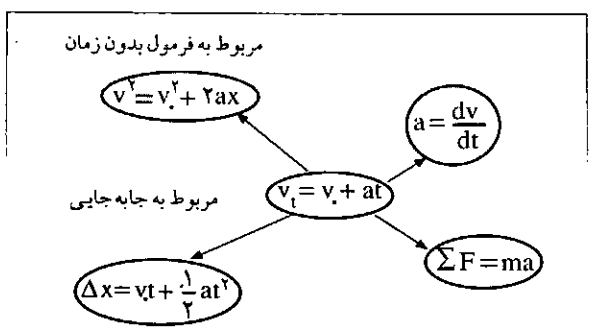
مقدمه

آیا از دانش‌آموزان خود که به راحتی از فرمول برای حل مسأله استفاده می‌کنند انتظار دارید که معنی اجزای تشکیل‌دهنده، و شرایطی که این فرمول‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند را بدانند؟

در این‌جا تجربه‌ای را در این مورد بیان می‌کنیم!

یک دبیر فیزیک از ۳۲ نفر دانش‌آموز کلاس خود خواست که «نمودار ارتباط» فرمول $v = v_0 + at$ را در شکلی رسم کنند.

شکل ۱ نموداری را نشان می‌دهد که یکی از آن‌ها رسم کرده است.



شکل ۱ «نمودار ارتباط» مربوط به $v = v_0 + at$ که یک دانش‌آموز رسم کرده است.

شگفت این که دوسوم دانش‌آموزان کلاس «شتاب ثابت» در این حرکت را نشان ندادند و نمودار آن‌ها شامل وضعیتی نبود که در آن می‌توان از این فرمول استفاده کرد: سایر دبیران هم به همین نتیجه رسیدند. به عنوان مثال، دانش‌آموزان آن‌ها تمایل داشتند سرعت لحظه‌ای در حرکت نوسانی را به‌طور نادرست از فرمول $v = v_0 + at$ محاسبه کنند.

پرکینز[1] و بلیته[2] در مقاله‌ی سال ۱۹۹۴ خود در پاسخ به این پرسش که *فهمیدن چیست* چنین پاسخ داده‌اند: *فهمیدن توانایی انجام انواع کارهایی است که به تفکر در مورد موضوعی نیاز دارد، مثل توضیح دادن، یافتن مثال‌ها و دلایل، تعمیم بخشیدن، کاربرد، مقایسه کردن و پاسخ‌گویی به موضوع مورد بحث به شیوه‌ای جدید.*

طبق این تعریف، دانش‌آموزان می‌توانند درکشان از فرمول را با کشیدن «نمودار ارتباط» فرمول، توضیح اجزای تشکیل دهنده‌ی آن، شناسایی شرایط خاص فرمول، یا کاربرد آن در حل مسائل توسعه یا نشان دهند. مثلاً، آردنز[3] اغلب از شاگردان می‌خواهد که اجزای تشکیل دهنده‌ی فرمول را به‌طور شفاهی بیان کنند.

در این مقاله به مطالعه‌ای تشخیصی می‌پردازیم که درک دانش‌آموزان را از دو فرمول بنیادی فیزیک از جنبه‌های مختلف بررسی می‌کند. بر مبنای یافته‌های این بررسی، فعالیتی کلاسی را طراحی کرده‌ایم. این فعالیت با همکاری مشترک پژوهشگران آموزش فیزیک و دبیران فیزیک توسعه یافته است و دبیران آن را در کلاس درس امتحان کرده‌اند. پس از توصیف این فعالیت، یافته‌های خود در مورد درک دانش‌آموزان از سه فرمول و تغییر نگرش آن‌ها را بیان می‌کنیم.

تشخیص درک دانش‌آموزان از فرمول‌ها

یک آزمون تشخیصی، جنبه‌های مختلف درک ۳۵ دانش‌آموز فیزیک دبیرستان از دو فرمول فیزیک پایه را پس از این که سینماتیک و دینامیک را خوانده بودند (نگاه کنید به پیوست) بررسی کرد. فرمول‌ها عبارت بودند از:

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2$$

$$\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$$

از دانش‌آموزان خواسته شد که:

۱. معنی هر یک از اجزای فرمول را به بیان فیزیکی بنویسید.

۲. مشخص کنند که هر فرمول در چه شرایطی به‌کار می‌رود.

۳. نشان دهند که یکاهای سمت راست با یکاهای سمت چپ یکسانند.

تجزیه و تحلیل پاسخ دانش‌آموزان به پرسش‌های بالا مشکلات مختلف دانش‌آموزان را نمایان می‌سازد.

به‌طور دقیق‌تر، جنبه‌های زیر را شناسایی کردیم:

توصیف مبهم اجزای یک فرمول

بررسی توصیف اجزای تشکیل دهنده‌ی در هر یک از دو فرمول در ۷۰٪ موارد توصیفی مبهم را به دست می‌داد.

- در فرمول $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0$ ، t به عنوان زمان تعریف شد، در حالی که تعریف دقیق باید «زمان سپری شده از لحظه‌ی $t = 0$ باشد.»
- از سوی دیگر، در فرمول $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$ دانش‌آموزان Σ را نادیده گرفتند و به جای نیروی خالص از نیرو استفاده کردند.

مشکلات مشخص کردن شرایطی که می‌توان از هر فرمول استفاده کرد

۸۰٪ دانش‌آموزان در تشخیص شرایط به‌کارگیری فرمول مشکل داشتند.

- در فرمول $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0$ دانش‌آموزان به این واقعیت اشاره نکردند که فرمول فقط برای اجسامی به‌کار می‌رود که با شتاب ثابت حرکت می‌کنند.
- از سوی دیگر، در فرمول $\vec{F} = m\vec{a}$ بسیاری از دانش‌آموزان گفتند: *قانون دوم فقط با اجسامی سروکار دارد که با شتاب ثابت حرکت می‌کنند.*

مشکلات به‌کار بردن درست یکاها در فرمول

۶۷٪ دانش‌آموزان در نشان دادن این که یکاهای طرف راست و چپ فرمول یکسانند مشکل داشتند.

- در فرمول $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0$ بیشتر دانش‌آموزان نتوانستند نشان دهند که یکاهای دو طرف فرمول متر (m) است، تعداد کمی هم به رابطه‌ی $[m] = [m] + \frac{[m]}{2}$ رسیدند، اما نتوانستند جلوتر بروند.
- در فرمول $\vec{F} = m\vec{a}$ بسیاری از دانش‌آموزان نتوانستند نشان دهند که یکاهای دو طرف نیوتون (N) است.

فعالیت: «تفسیر فرمول»

نتایج «نمودار ارتباط» و بررسی تشخیصی که به دبیرانی ارائه شد که در برنامه‌های طرح‌ریزی‌شده ما حضور داشتند. این نتایج

تجربه‌ی شخصی آن‌ها از درک کیفی ناقص دانش‌آموزان از فرمول‌ها را تقویت کرد. گرچه دبیران فیزیک معمولاً درگیر مسابقه‌ی «تمام کردن مطالب کتاب هستند»، اما مایل بودند به ما ملحق شوند و فعالیتی عمومی را که تفسیر فرمول می‌نامیم گسترش دهند.

این فعالیت دانش‌آموزان را به توصیف واضح‌تر اجزای فرمول، یکاهای آن، و طرز به‌کار بردن فرمول هدایت می‌کند. دانش‌آموزان باید ارتباط بین اجزای فرمول را از راه‌های متعدد بدانند تا بتوانند موارد خاص آن را تمیز داده و معنی فیزیکی فرمول را به بیان خودشان شرح دهند. سرانجام، این فرمول دانش‌آموزان را در به‌کار بردن فرمول در «حل مسائل مدرسه» و صحنه زندگی واقعی هدایت می‌کند.

مشخصات این فعالیت از راه پژوهش به‌دست آمد و پذیرفته شد که به آموزش بهتر می‌انجامد. این شیوه دانش‌آموزان را در یادگیری فعال، برهم‌کنش با دوستان، استفاده از چندین روش ارائه، مرتبط ساختن فرمول با تجربه‌های شخصی، و بازگو کردن آن درگیر می‌کند.

فعالیت «تفسیر فرمول» در شکل ۲ نشان داده شده است.* برای روشن شدن مطلب به تک‌تک جمله‌های فرمول $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$ پرداختیم.

انجام فعالیت

این فعالیت در یک تا دو جلسه انجام می‌شود و از دوره‌ای پنج مرحله‌ای به شرح زیر تشکیل شده است.

(۱) کار انفرادی که در آن دانش‌آموزان پس از این‌که با وظایف خود آشنا شدند، اطلاعات در مورد فرمول ۱ را به صراحت بیان می‌کنند.

(۲) کار گروهی که در آن دانش‌آموزان همان کارها را در گروه‌های کوچک انجام می‌دهند و پس از اضافه کردن ایده‌های جدید به توافق (یا عدم‌توافق) می‌رسند. اگر دانش‌آموزان کار انفرادی را دو نفری انجام داده‌اند، در این مرحله جایشان عوض می‌شود.

(۳) بحث کلاسی در این مرحله نماینده‌ی هر گروه نتیجه‌ی مرحله‌ی قبل را ارائه می‌دهد، و تمام نتایج به‌دست آمده از کار گروهی زیرنظر دبیر به بحث گذاشته شده و خلاصه‌ی آن فرمول‌بندی می‌شود. بحث کلاسی را می‌توان به صورت‌های مختلف انجام داد. مثلاً، تخته سیاه را به چند ستون تقسیم کرد تا نماینده هر گروه نتایج گروه خود را در یک ستون ارائه دهد. گردآوری اطلاعات گروه‌ها قبل از بحث کلاسی مدیریت این مرحله را راحت می‌کند.

(۴) تکلیف خانه در مورد کاربردها که در آن دانش‌آموزان فرمول را در موارد دیگر آموزشی و در زندگی واقعی به‌کار می‌برند.

(۵) تفکر فردی که در آن دانش‌آموز آن‌چه را در چهار مرحله‌ی قبل یاد گرفته است و چیزهایی را که هنوز مبهم مانده‌اند مشخص می‌کند. بحث در مورد تفکر فردی دانش‌آموزان در جلسه‌ی بعد مفید است.

انجام مکرر این فعالیت در کلاس نشان می‌دهد که هر کدام از مرحله‌های پنج‌گانه دارای اهمیت و سهم خاص خود در درک دانش‌آموزان هستند. به شدت توصیه می‌کنیم اولین باری که این فعالیت را در کلاس درس انجام می‌دهید، تمام مرحله‌ها را با فرمول‌های شناخته‌شده مدل‌سازی کنید.

اثرات این فعالیت

در ادامه موارد زیر ارائه می‌شوند:

۱. نظر دانش‌آموزان در مورد این فعالیت

۲. گسترش درک دانش‌آموز از سه فرمول پایه با بهره‌گیری از:

- شناسایی شرایطی که در آن می‌توان از فرمول استفاده کرد.
- شناسایی با توصیف موارد خاص فرمول.

دیدگاه‌های دانش‌آموزان در مورد این فعالیت

این فعالیت در هشت کلاس درس با ۱۴۰ دانش‌آموز انجام شد. پاسخ‌های دانش‌آموزان به این پرسش که *از این فعالیت* چه چیزی *یاد گرفتید؟* (که اولین پرسش در مرحله‌ی تفکر فردی فعالیت بود) با ذکر گروه‌های مختلف، درصد دانش‌آموزان در هر گروه، و مثال‌هایی از پاسخ دانش‌آموزان در جدول ۱ ذکر شده است.

تفسیر یک فرمول

کار انفرادی

فرمول $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$ را در نظر بگیرید

۱. با بهره‌گیری از عبارت‌های فیزیکی معنی هر جمله‌ی فرمول را بنویسید.

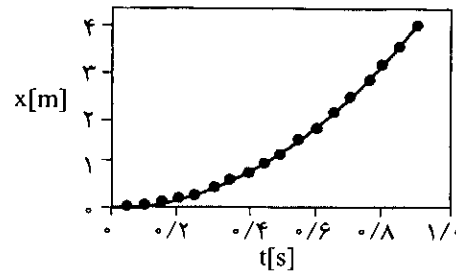
جزء	معنی فیزیکی	یکاها
x	*مکان جسم در هر زمان*	m
x_0	*مکان جسم در* $t = 0$	m
a	شتاب جسم	m/s^2
t	زمان سپری شده از $t = 0$	s

۲ . نشان دهید یکاهای سمت راست با یکاهای سمت چپ یکسانند .

$$[m] = [m] + \left[\left(\frac{m}{s}\right)(s)\right] + \left[\left(\frac{m}{s^2}\right)(s^2)\right] = [m] + [m] + [m] = [m]$$

۳ . در چه شرایطی می‌توان فرمول را به کار برد؟ *شتاب جسم ثابت است ، x_0 و v_0 داده شده‌اند .*

۴ . رابطه‌ی بین اجزای فرمول را با نمودار یا نقشه نشان دهید .



۵ . با بهره‌گیری از جدول زیر شرایط خاص / مرزی (مثلاً ، وقتی یکی از اجزای فرمول صفر است یا موردی که a=g است) را تحلیل کنید .

۶ . اگر فرمول دارای اجزای مرکب (به صورت حاصل ضرب یا تقسیم) باشد ، معنی فیزیکی آن را بنویسید (از جدول زیر استفاده کنید)

۷ . معنی فرمول را به بیان خود بنویسید .

فرمول مکان جسمی را که با سرعت اولیه‌ی معین و شتاب صفر در حرکت است در هر لحظه بیان می‌کند .

کار گروهی

با گروه خود در مورد هر پرسش در مرحله‌ی کار انفرادی بحث کنید . کار خود را تصحیح کنید .

بحث کلاسی

بعد از بحث کلاسی جدول کار انفرادی را دوباره پر کنید .

تکلیف خانه در مورد کاربردها

۱ . آیا این فرمول برای شما معنایی دارد؟ چرا آری (یا چرا نه)

۲ . فرمول بالا را برای موردی از زندگی روزمره یا مسأله‌ای فیزیکی به کار برید .

۳ . حالت خاصی از مورد بالا یا مسئله‌ی فیزیکی را توصیف کنید .

۴ . در مورد مربوط به زندگی روزمره یا مسأله‌ی فیزیکی که در بالا مطرح کردید چه تغییری باید بدهید تا فرمول دیگر به کار نرود؟

تفکر فردی

۱ . از این فعالیت چه چیزی یاد گرفتید؟

۲ . بحث گروهی چه چیزی را به درک شما اضافه کرد؟

۳ . بحث کلاسی چه چیزی را به درک شما اضافه کرد؟

۴ . چه چیزی هنوز برایتان مبهم است

مورد خاص	شکل فرمول در این مورد	معنی فرمول در این مورد
$a = 0$	$x = v_0 t + x_0$	*مکان جسمی که با سرعت ثابت حرکت می‌کند در هر زمان*
$a = g$	$x = \frac{1}{2} g t^2 + v_0 t + x_0$	*مکان جسمی که در میدان گرانشی ثابت حرکت می‌کند*

جزء مرکب	معنی فیزیکی
$v_0 t$	*جابه‌جایی جسم در بازه‌ی زمان t در صورتی که برایند نیروهای وارد بر جسم صفر باشد .*
$\frac{1}{2} a t^2$	*جابه‌جایی جسم در بازه‌ی زمان t در صورتی که سرعت اولیه صفر باشد*

چون بسیاری از دانش‌آموزان بیش از یک پاسخ به پرسش داده‌اند مجموع درصدها از ۱۰۰٪ بیشتر شده است.

جدول نشان می‌دهد که بیشتر دانش‌آموزان فکر می‌کنند این فعالیت باعث شده است تا فرمول‌های خاصی را که با آن‌ها سروکار دارند بهتر بفهمند. همین‌طور تعدادی از دانش‌آموزان درک بهتری از سایر فرمول‌ها به دست آوردند. برخی هم گفتند که فعالیت اثر مثبتی در مهارت‌های کلی یادگیری آن‌ها داشته است.

این‌که بسیاری از دانش‌آموزان خواستند تا ورقه‌های کار آن‌ها در پایان پنج مرحله فعالیت برای فعالیت‌های بعدی در اختیارشان قرار گیرد نشان می‌دهد که این کار برای آن‌ها مفید بوده است. دانش‌آموزی گفت: *«این ورقه‌های کار مرا در آماده شدن برای امتحان کمک می‌کند»* و دانش‌آموز دیگری به معلمش گفت: *«چه خوب است اگر این پرسش‌ها را به‌عنوان تکلیف خانه به ما بدهند»*. همچنین آن‌ها درخواست کردند این نوع فعالیت حتی به جای کارهای معمولی حلّ مسئله، بیشتر انجام شود.

توسعه‌ی درک دانش‌آموزان از یک فرمول

سه دبیر باتجربه‌ی فیزیک پنج مرحله فعالیت را در کلاس‌هایشان انجام دادند. دانش‌آموزان دبیر اول روی فرمول $\sum \vec{F} = m\vec{a}$ کار کردند. دانش‌آموزان دبیر دوم روی فرمول $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$ و دانش‌آموزان دبیر سوم روی $v_f^2 - v_0^2 = 2a(x_f - x_0)$. ورقه‌های کار دانش‌آموزان را از نظر «درک» یک فرمول به‌صورت زیر بررسی کردیم:

- شناسایی وضعیتی که می‌توان فرمول را به‌کار برد.
- شناسایی یا توصیف موارد خاص یک فرمول.

درصد دانش‌آموزان در هر مورد از پاسخ‌هایشان به تکالیف ۳و۵ در تکالیف انفرادی، گروهی، و کلاسی محاسبه شد. این درصدها را همراه با یافته‌های مربوط به اظهارات دانش‌آموزان در مورد تغییر تفکرشان را در جدول‌های ۲ و ۳ توصیف کرده‌ایم.

همان‌طور که از گذار بین مرحله‌های مختلف فعالیت مشاهده می‌شود، توانایی آن‌ها در تشخیص موارد کاربرد دو فرمول به طور چشمگیری افزایش یافته است. در گذار از کار انفرادی به بحث کلاسی تعداد دانش‌آموزانی که در کلاس دبیر اول گفتند فرمول $\sum \vec{F} = m\vec{a}$ فقط در شرایط شتاب ثابت به‌کار می‌رود به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافت. در حالی‌که در کلاس دبیر دوم تعداد دانش‌آموزانی که اظهار داشتند فرمول $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$ برای جسم با شتاب حرکت ثابت به‌کار می‌رود افزایشی قابل ملاحظه داشت. درضمن، این دبیر گفت که در کار انفرادی بیشتر دانش‌آموزان متقاعد شدند که فرمول $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$ ابزاری حسابی برای محاسبه‌ی متغیرهای ناشناخته در یک مسأله است. یکی از دانش‌آموزان نوشت: *وقتی می‌توان از این فرمول استفاده کرد که چهار متغیر معلوم است و می‌خواهیم متغیر پنجم را محاسبه کنیم.*

جدول۱. طبقه بندی دیدگاه‌های دانش‌آموزان در مورد این فعالیت. درصد دانش‌آموزان در هر گروه، و مثال‌هایی از پاسخ آن‌ها.

گروه مربوطه	درصد	مثال‌هایی از دیدگاه دانش‌آموزان در مورد این فعالیت
درک فرمول مربوط به فعالیت	٪۶۲	در ابتدا وقتی به $\Delta x = 0$ بر می‌خوردم فکر می‌کردم جسم ساکن است. اما، می‌دانم شاید جسم جهت حرکتش را تغییر داده و به مکان اولش برگشته باشد. این به درک منطقی (نه برداشت طوطی‌وار) کمک کرده است.
درک فرمول دیگری که به فعالیت مربوط نیست	٪۲۰	این فعالیت به من کمک کرد تا فرمول‌های مبهم را بفهمم.
مهارت‌های یادگیری	٪۳۰	یاد گرفتم کار را با فکر کردن شروع کنم و بلافاصله پاسخ ندهم. مثلاً، تصمیم بگیرم چیزی که می‌نویسم مسأله‌ای خاص است، یا این‌که محاسبه‌هایم درست است و غیره...
چیزی یاد نگرفتم	٪۱۰	وقتی مسأله‌ای را حل می‌کنید به این چیزها نیاز ندارید. هیچ چیز تازه‌ای یاد نگرفتم.
بدون پاسخ	٪۳	

جدول ۲ . الگوهای تغییر توانایی دانش‌آموزان در شناسایی شرایطی که می‌توان از فرمول‌ها استفاده کرد در هنگام گذار از مرحله‌ی انفرادی به مرحله‌ی گروهی و کلاسی نمایان می‌شود همراه با مثال‌هایی از تغییر تفکر آن‌ها .

چگونگی تغییر در مرحله‌های مختلف	اهمیت	مثال‌هایی از تغییر تفکر دانش‌آموزان
کلاس دبیر اول (N = ۱۸)	P < ۰/۰۰۵ در گذار از بحث انفرادی به کلاسی	تاکنون فکر می‌کردم این فرمول فقط وقتی به‌کار می‌رود که شتاب ثابت است . حال می‌دانم که اگر جرم تغییر نکند ، می‌توان آن را برای شتاب متغیر هم به‌کار برد .
کاهش در تعداد کسانی که می‌گفتند فرمول $\sum \vec{F} = m\vec{a}$ فقط در مورد اجسامی به‌کار می‌رود که با شتاب ثابت حرکت می‌کنند		
کلاس دبیر دوم (N = ۱۷)	P < ۰/۰۰۱ در گذار از بحث انفرادی به کلاسی	یاد گرفتم فقط می‌توان از این فرمول استفاده کرد که شتاب ثابت باشد .
کاهش تعداد کسانی که می‌گفتند فرمول $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ فقط برای حرکت با شتاب ثابت به‌کار می‌رود .	P < ۰/۰۰۱ در گذار از بحث گروهی به کلاسی	

با افزایش شمار دانش‌آموزانی که فرمول را موجودی فیزیکی در نظر می‌گرفتند ، تعداد آن‌هایی که آن را ابزاری محاسباتی به حساب می‌آورند کاهش یافت . دبیر دوم از جمله‌های دانش‌آموزانش که می‌گفتند : «*فرق بین کاربرد فیزیکی و محاسباتی فرمول را یاد گرفتم ، خرسند شد .*»

درحالی که بیشتر دانش‌آموز دبیر اول در تشخیص $\sum \vec{F} = 0$ و $\sum \vec{F} = mg$ به‌عنوان حالت‌های خاص فرمول (در جدول ۳ نشان داده نشده است) موفق بودند . اما در کار گروهی و انفرادی تعداد اندکی «ثابت $= \sum \vec{F}$» را به‌عنوان حالتی خاص از فرمول گرفتند . این یافته‌ها با این گرایش دانش‌آموزان به در نظر گرفتن قانون دوم حرکت نیوتون فقط برای اجسامی که با شتاب ثابت حرکت می‌کنند سازگار است . بحث کلاسی با راهنمایی معلم دانش‌آموزان را متقاعد ساخت تا در $\sum \vec{F} = m\vec{a}$ نیروی مرکزگرا و نیروی هماهنگ را حالت‌های خاصی از قانون دوم نیوتون در نظر بگیرند .

در حدود نیمی از دانش‌آموزان دبیر سوم موفق شدند در بحث انفرادی ، مورد $x_1 - x_0 = 0$ را حالت خاصی از $x_1^2 - x_0^2 = 2ax$ (که در شکل نشان داده نشده است) در نظر بگیرند ؛ اما فقط تعداد کمی (در حدود ۱۰٪) توانستند توضیح دهند که معنی فیزیکی آن این است که جسم با سرعت معکوس به مکان اولیه‌اش برمی‌گردد .

این دبیر به ما گفت گرچه دانش‌آموزان در مرحله‌ی کار گروهی پیشرفت کردند ، اما در بحث کلاسی ، مفاهیم جابه‌جایی و سرعت را دوباره مرور خواهند کرد .

بحث

در این مقاله یک بررسی تشخیصی را توصیف کردیم که فعالیتی عمومی برای افزایش درک دانش‌آموزان از فرمول‌هاست . همین طور دیدگاه‌های دانش‌آموزان در مورد سهم این فعالیت در یاد گرفتن فیزیک را بیان کردیم و مرحله‌های مختلف پیشرفت را در درک سه فرمول نشان دادیم .

صحبت‌های خودمانی با معلمان ، فایده‌های دیگری را که معلمان و شاگردان از این فعالیت بردند نمایان ساخت .

با بهره‌گیری منظم از این فعالیت ، معلمان می‌توانند کاستی‌های علمی دانش‌آموزان را تشخیص دهند و فعالیت‌هایی را در جهت برطرف ساختن آن‌ها انجام دهند . بعضی از این کاستی‌ها معلمان را به تعجب واداشت و باعث شد که بلافاصله درصدد رفع آن‌ها برآیند .

این فعالیت زمینه‌ای را نیز برای گفت‌وگوهای فیزیکی به‌وجود آورد . گفتمان دانش‌آموزان شامل استفاده از عبارت‌هایی جدید چون **شرایط به کار بردن فرمول** ناشی از این فعالیت است .

سرشت جمعی این نوع فعالیت باعث می‌شود که دانش‌آموزانی

جدول ۳. الگوی تغییر توانایی دانش‌آموزان در شناسایی حالت‌های خاص یک فرمول و/ یا توضیح معنی آن در گذار از مرحله‌ی انفرادی به کار گروهی و بحث کلاسی به همراه مثال‌هایی از طرز تفکر دانش‌آموزان در مورد این تغییر.

الگوی تغییرات در مراحل مختلف	اهمیت	مثال‌هایی از طرز تفکر دانش‌آموزان در مورد تغییر
کلاس دبیر اول ($N = ۱۸$)	$P < ۰/۰۰۱$ در گذار از بحث انفرادی به کلاسی	یاد گرفتم که «ثابت $= \sum \vec{F}$» حالتی خاص است و در این مورد هم شتاب ثابت است.
افزایش توانایی دانش‌آموزان در شناسایی $\sum \vec{F} = \text{const}$ به‌عنوان موردی خاص از $\sum \vec{F} = m\vec{a}$		
کلاس دبیر دوم ($N = ۳۳$)	$P < ۰/۰۰۵$ در گذار از کار انفرادی به گروهی	
افزایش در تعداد کسانی که حالت خاص $(x_+ - x_۰) = ۰$ را در فرمول $v_۱^۲ = v_۰^۲ + ۲a(x_+ - x_۰)$ به درستی توصیف کردند.	$P < ۰/۰۰۱$ در گذار از بحث انفرادی به کلاسی	پیش از این فعالیت نمی‌دانستم که معنی $x_۱ - x_۰ = ۰$ آن است که جسم با تغییر جهت سرعت به مکان اولش برگشته است.

که معمولاً همکاری نمی‌کنند فعال‌تر شوند. یکی از دبیران همکار ما گزیده‌ای از تفکر دانش‌آموز تنبلی را ارائه کرد که اظهار می‌داشت: «این فعالیت اعتماد به نفس مرا در کار انفرادی افزایش داد و متوجه شدم که می‌توانم در کار گروهی سهیم باشم. این واقعیت که بحث کلاسی روی تخته نوشته شده بود باعث شد احساس خوبی نسبت به فیزیک پیدا کنم.»

چون این فعالیت کلی است، می‌توان آن را در گستره‌ی وسیعی از موضوع‌های مختلف به کار برد، و بدون نیاز به منابع اضافی در بخش وسیعی از روش‌های آموزشی مورد استفاده قرار داد.

پیوست :

فرمول‌های زیر را در نظر بگیرید:

$$x = x_۰ + v_۰t + \frac{۱}{۲}at^۲$$

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

(۱) معنی اجزای این فرمول را به بیان فیزیکی بنویسید.

(۲) شرایطی را مشخص کنید که می‌توان از این فرمول‌ها استفاده کرد.

(۳) نشان دهید یکاهای سمت راست فرمول‌ها با یکاهای سمت چپ آن‌ها یکسانند.

زیرنویس :

1. Esther Bagno
2. Perkins
3. Blythe
4. Arons

مرجع :

Physics Education, 43 (1), January 2008, PP 75-82.

منابع :

1. Perkins D and Blythe T 1994 *Educ. Leadersh.* **51** (5).
2. Arons A 1997 *Teaching Introductory Physics* (New Yrok: Wiley).
3. Eylon B and Reif F 1984 *Cogn. Instr.* **15** - 44.
4. Chi M T H, Feltovitch P J and Glaser R 1981 *Cogn. Sci.* **5** 121-25.
5. Bagno E, Eylon B and Ganiel U 2000 *Am. J. Phys.* **68** 16-26.
6. Reif F and John M St 1979 *Am. Phys.* **47** 950-7.

مفهوم نظم در آموزش نوین

جهانگیر ریاضی

درآمد

هر فعالیت اجتماعی با اهداف معین، از اصول و نظم خاصی پیروی می‌کند. اصول و نظم حاکم در فرایند دست‌یابی به این اصول، ارتباطی منطقی با اهداف مورد نظر دارد. یکی از اساسی‌ترین مؤلفه‌های مدیریت موفق در این فرایند، یافتن مناسب‌ترین «شکل نظم» در راستای تحقق اهداف تعیین شده است.

«نظم» یا «بی‌نظمی»

وجود طیف گسترده‌ای از برداشت‌ها از مفهوم «نظم» و «بی‌نظمی» باعث می‌شود افراد و گروه‌های اجتماعی در فرایند فعالیت‌های مختلف، شیوه‌هایی مختلف برای برقراری نظم و رعایت اصول معین، اعمال کنند.

در این رابطه، آن‌هایی موفق‌ترند که درک درست‌تر و اصولی‌تری از مفهوم نظم و رابطه‌ی آن با «اهداف مشخص» داشته باشند. هراس و نگرانی در زمینه‌ی «از دست رفتن نظم» و «گرایش به بی‌نظمی» و «غالب شدن» اغتشاش و بی‌نظمی «در بسیاری از موارد باعث از دست رفتن بسیاری از فرصت‌هایی می‌شود که افراد در یک گروه اجتماعی با فعالیت‌های معین» می‌توانند به خودباوری و کسب مهارت‌ها و نگرش‌ها برسند. چنین تفکری، همان برداشت سنتی از مفهوم نظم و بی‌نظمی است. این تفکر، هرگونه تلاش و فعالیتی را که باعث برهم زدن «نظم ایستای موجود» باشد، نوعی اغتشاش و بی‌نظمی تلقی می‌کند و مانع از انجام آن می‌شود.

برداشت «سنتی» از مفهوم «نظم»

معمولاً در گفتگو از نظم باید پرسید: کدام نظم؟ با چه محتوایی؟ در رابطه با کدام اهداف؟... یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های آموزش سنتی، پدیده‌ی «یکسان‌سازی» و عدم توجه به «تفاوت‌ها» است. این ویژگی آن‌قدر مهم است که گاه به هدف اصلی در فرایند آموزش تبدیل می‌گردد. از این منظر، افرادی با ویژگی‌هایی متفاوت و تنوع در برداشت‌ها، وارد محیط آموزش سنتی می‌شوند، در حالی که خروجی این محیط براساس تفکر سنتی، افرادی با هویت یکسان شده است. پس، نظم در آموزش سنتی یکسان می‌بیند، یکسان می‌شنود، یکسان بررسی می‌کند، یکسان نتیجه می‌گیرد و بسیاری «یکسان‌های دیگر» که نتیجه‌ی نهایی آن، ندیدن تفاوت‌ها، نشنیدن صدای اندیشیدن‌های متفاوت، و عدم توجه‌های دیگر به تنوع در برداشت‌هاست. نبود فرصت برای کسب تجربه‌ی شخصی، اندیشیدن شخصی، رضایت و لذت شخصی، باعث می‌شود که این «نظم ایستا» نتواند مهارت‌ها و نگرش‌هایی را به دانش‌آموزان بدهد که قاعدتاً باید نتیجه‌ی نهایی یک محیط آموزشی باشد. این نگرش، دانش‌آموز منظم را کسی می‌داند که کم حرف می‌زند یا اصلاً حرف نمی‌زند، منظم می‌نشیند، اظهار نظر نمی‌کند، هیچ حرکتی انجام نمی‌دهد تا نظم از قبل تعیین شده را برهم بزند. نظم سنتی نمی‌تواند از توانمندی‌ها و استعدادها و خلاقیت افراد، استفاده فعال کند. بنابراین برداشت ما از مفهوم «نظم و بی‌نظمی» اهمیت دارد. «نظم ایستا» عناصر محیط را به پویایی و فعالیت دعوت نمی‌کند. در این نظم، هر چیز باید همیشه در جای خود قرار بگیرد و جابه‌جا نشود، این نظم در محتوای ایستای خود، همه چیز را فدای حفظ «شرایط و وضعیت اولیه» می‌کند، نمی‌پذیرد که رویدادها و متغیرها و تعامل‌ها، مجموعه را از شرایط ایستای اولیه‌اش دور کند، این نظم هراس دور شدن و گم کردن راه بازگشت را دارد... پس اجازه‌ی دور شدن نمی‌دهد، اجازه‌ی پویایی نمی‌دهد، به عناصر مجموعه می‌گوید: شما تا این حد مجاز هستید از وضع اولیه دور شوید، باید بلافاصله به موقعیت اول برگردید. همان‌طور که می‌بینیم، اشکال در برداشت از مفهوم نظم از یک طرف، و اهداف تعین شده از طرف دیگر است.

دفتر انتشارات کمک آموزشی

آشنایی با مجله‌های رشد

مجله‌های رشد توسط دفتر انتشارات کمک‌آموزشی سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وابسته به وزارت آموزش و پرورش تهیه و منتشر می‌شوند:

مجلات دانش‌آموزی (به صورت ماهنامه و ۸ شماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شوند)

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

مجلات عمومی (به صورت ماهنامه و ۸ شماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شوند)

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

مجلات تخصصی (به صورت فصلنامه و ۴ شماره در سال منتشر می‌شوند)

- رشد برهان راهنمایی (مجله ریاضی برای دانش‌آموزان دوره‌ی راهنمایی تحصیلی)، رشد برهان متوسطه (مجله ریاضی برای دانش‌آموزان دوره‌ی متوسطه)، رشد آموزش قرآن، رشد آموزش معارف اسلامی، رشد آموزش زبان و ادب فارسی، رشد آموزش هنر، رشد مشاور مدرسه، رشد آموزش تربیت‌بدنی، رشد آموزش علوم اجتماعی، رشد آموزش تاریخ، رشد آموزش جغرافیا، رشد آموزش زبان، رشد آموزش ریاضی، رشد آموزش فیزیک، رشد آموزش شیمی، رشد آموزش زیست‌شناسی، رشد آموزش زمین‌شناسی، رشد آموزش فنی و حرفه‌ای

مجلات رشد عمومی و تخصصی برای آموزگاران، معلمان، مدیران و کادر اجرایی مدارس، دانشجویان مراکز تربیت‌معلم و رشته‌های دبیری دانشگاه‌ها و کارشناسان تعلیم و تربیت تهیه و منتشر می‌شوند.

- نشانی: تهران، خیابان ایرانشهر شمالی ـ ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش ـ پلاک ۲۶۸ ـ دفتر انتشارات کمک‌آموزشی
- تلفن و نمابر ۸۸۸۳۹۱۸۶

شرایط:

۱. واریز مبلغ ۳۰/۰۰۰ ریال به ازای هر عنوان مجله درخواستی، به صورت علی‌الحساب به حساب شماره‌ی ۳۹۶۶۲۰۰۰ بانک تجارت شعبه سه راه آزمایش (سرخه حصار) کد ۳۹۵ در وجه شرکت افست

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

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

استان: ..... شهرستان: .....

خیابان: .....

.....

پلاک: ..... کدپستی: .....

- **مبلغ واریز شده:** .....
- **شماره و تاریخ رسید بانکی:** .....
- **آیا مایل به دریافت مجله درخواستی به صورت پست پیشتاز هستید؟ بله☐ خیر☐**

امضا:

نشانی: تهران ـ صندوق پستی ۱۶۵۹۵/۱۱۱

نشانی اینترنتی: www.roshdmag.ir

پست الکترونیک: Email:info@roshdmag.ir

☎امور مشترکین: ۷۷۳۳۶۶۵۶ـ۷۷۳۳۵۱۱۰

☎ پیام گیر مجلات رشد: ۸۸۳۰۱۴۸۲ ـ ۸۸۸۳۹۲۳۲

یادآوری:

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

برداشت نوین از مفهوم نظم

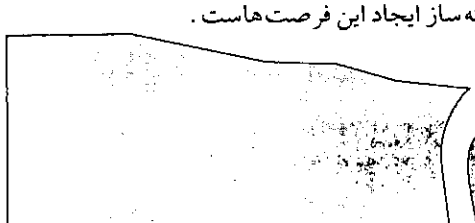
در آموزش نوین، تأکید اصلی بر مشارکت فعال دانش‌آموزان در فرایند یادگیری است. از جمله قالب‌های بسیار مؤثر برای این مشارکت، فعالیت دانش‌آموزان در کار گروهی است. چنین مشارکتی در فرایند یادگیری، نیازمند «نظمی پویا» است. نظمی که از سخن گفتن دانش‌آموز نمی‌هراسد، از فعالیت، تحرک، اظهارنظر، تعامل با سایرین جلوگیری نمی‌کند، نگران این نیست که عناصر مجموعه از وضعیت اولیه‌ی خود دور شوند، چرا که می‌داند هدف خارج شدن از وضع اولیه، ایجاد اغتشاش و بی‌نظمی نیست. این نظم، پویایی را باور می‌کند، ایستایی را نمی‌پذیرد، پویایی را اساس حضور فعال در فرایند یادگیری می‌داند... فرصت تجربه و اندیشه‌ی شخصی ایجاد می‌کند. آموزش می‌دهد که بین پویایی و اغتشاش تفاوتی کیفی وجود دارد. تفاوتی که بر اساس تعریف درست از ساختاری خلاق در رابطه با پویایی، معنا می‌یابد. نظم نوین از توانمندی‌ها و استعدادهای دانش‌آموزان، حداکثر استفاده را می‌کند، چرا که به آن‌ها فرصت حضور و خودباوری می‌دهد.

«تعریف اصول و ساختار اخلاقی در مورد نظم»

تداوم سلطه‌ی تفکر و شیوه‌های کهنه و ناکارآمد بر محیط‌های آموزشی باعث شده است که فرایند یادگیری از قواعد و نظم وابسته به این تفکر پیروی کند. در چنین شرایطی، تمایل و علاقه و انگیزه به ایجاد تغییر و تحول در عناصر محیط آموزشی و شیوه‌های یادگیری، ضعیف است به‌ویژه تغییراتی در جهت به وجود آوردن نظم و اصولی که با شرایط فعلی ناسازگاری بنیادی دارد. وجود چنین موانعی به معنی نفی امکان تغییر نیست، بلکه لازمه‌ی دست‌یابی به این تغییرات، شناخت صحیح موانع است. دانش‌آموزان در محیط آموزشی، تحت تأثیر مجموعه شرایط و عواملی که یکی از مهم‌ترین آن‌ها نگرش معلمانی است که به نظم و اصول موجود عادت کرده‌اند. بنابراین برای هر نوع تغییر، باید معلم، دانش‌آموز و سایر مؤلفه‌های مؤثر در فرایند آموزش، با راه‌بُردهای آموزش نوین و روش‌های تدریس فعال آشنا شوند و نتایج کوتاه‌مدت و درازمدت آن را بدانند. در فرایند کارگروهی و مشارکت در یادگیری، این امکان وجود دارد که تحت تأثیر رفتارهای هیجانی، نوعی بی‌نظمی و اغتشاش در محیط آموزشی ایجاد شود. معلم علاقه‌مند، دلسوز و معتقد به شیوه‌های نوین در

ما و خوانندگان

آموزش، می‌تواند مؤلفه‌های نظم مورد نیاز در مسیر تحقق اهداف آموزش نوین را به دانش‌آموزان بیاموزد. این نظم می‌تواند در چهارچوب اصول و قراردادهای اخلاقی مطرح گردد. دانش‌آموزان را متعهد به انجام این اصول اخلاقی کند به‌طوری که خروج از این اصول را نوعی نقض قوانین بشمارد. با دانش‌آموزان صبورانه حرف بزنیم، بگوئیم که مشارکت فعال در فرایند یادگیری، با بی‌نظمی و اغتشاش تفاوت دارد، می‌توان آرام بود و فعالانه در کارهای آموزشی شرکت کرد، می‌توان منظم بود و رفتاری پویا داشت، می‌توان اظهار نظر کرد و نسبت به حفظ اصول اخلاقی متعهد بود. در چنین شرایطی است که نظم نوین ضمن احترام به تفاوت‌ها و تنوع در برداشت‌ها، مجموعه را به سمت اهداف مشخص هدایت می‌کند. بنابراین، بدون تعریف ساختار اخلاقی لازم مرتبط با رعایت نظم آموزش نوین، نمی‌توان انتظار همراهی و برخورد فعال دانش‌آموزان را داشت. در این راستا باید صبور بود، باید توجه کرد که دانش‌آموزان، فرصت لازم برای «تجربه کردن زیبایی و رضایت‌مندی و نشاط حاصل از کار گروهی و مشارکت در فرایند یادگیری را کمتر داشته‌اند. پس ضمن توضیح و آموزش این اصول اخلاقی، باید به آن‌ها فرصت لازم برای شناخت و پذیرش این اصول داده شود. باید با «تجربه» و «اندیشه‌ی شخصی» بپذیرند که «نظم نوین»، نظمی پویا، زیبا و ایجاد رضایت می‌کند. نظمی آزاردهنده و منشاء انفعال نیست، با خود آرامش را به محیط آموزشی می‌آورد... به ما فرصت کسب مهارت و نگرش‌های لازم برای بهتر زیستن را می‌دهد، پس ایجاد این نظم آن‌قدر ارزش دارد که تلاش کنیم بر عادت‌های غلط خودمان غلبه کنیم، نگرشی که بیشتر به ظاهر تعامل‌ها توجه می‌کند، مشارکت فعال دانش‌آموزان در فرایند یادگیری را نوعی «بی‌نظمی» توصیف می‌کند و نشاط آن را نمی‌بیند، زیبایی را نمی‌بیند، در نظم ایستای حاصل از چنین نگرشی، بسیاری از بخش‌های وجود یک انسان، دست‌نخورده باقی می‌مانند. بخش‌های دست نخورده در وجود انسان، همان مهارت‌های به‌دست نیامده و اجزای رشد نایافته‌اند. در حالی که نظم نوین با ایجاد محیط تعاملی با مؤلفه‌هایی متنوع، فرصت کسب تجربیاتی وسیع و گسترده‌تر را به‌وجود می‌آورد. فرصت‌هایی که بخش‌هایی بیشتر از وجود انسان از سکوت خود خارج و به محیط تعاملی فعال وارد می‌شوند. دوران طفولیت را پشت سر گذاشته و گام در مسیر «بزرگ شدن» می‌گذارند... نظم نوین به صورتی گسترده، زمینه‌ساز ایجاد این فرصت‌هاست.



سرکار خانم مهشید نژادنیک ـ سرکار خانم زهرا چراغی شمامی ـ دانشگاه آزاد اسلامی ـ واحد تهران جنوب ـ با استفاده از کتاب دانشگاهی هالیدی شرح مبسوطی درباره طراحی دستگاه‌های رسانش گرمایی فلزات و اتمیسیته هوا مرقوم و برای انتشار در مجله ارسال داشته‌اند.

معمولاً پژوهشگران، این گونه طرح‌ها را برای ارزیابی به **«سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران»** وابسته به وزارت علوم، ارائه می‌نمایند.

آقای مهندس همایونفر

برای **«تعیین زاویه تابش خورشید و تعیین جهت قبله»** یک صفحه تصویر با چند خط نوشته ارسال داشته‌اند، امیدواریم در این مورد با توضیح لازم و کافی خوانندگان مجله را بهره‌مند سازند. ریاضی‌دان‌ها و منجمان اسلامی درباره تعیین جهت قبله کتاب‌های فراوانی نوشته‌اند رجوع به آن‌ها و تطبیق با منابع غیراسلامی قابل توجیه و مفید به‌نظر می‌رسد.

IN THE NAME OF ALLAH

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

Roshd 85

Physics Education Journal

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

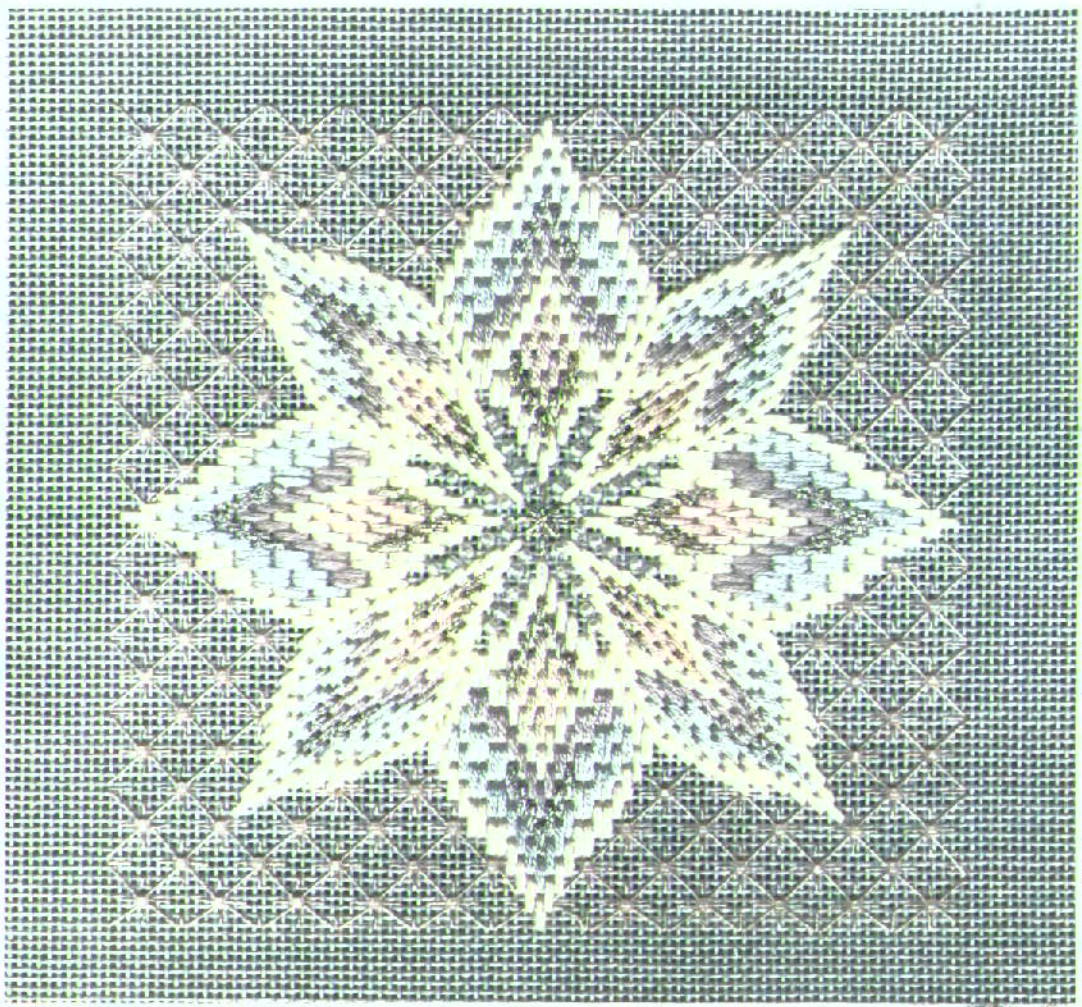
Vol.24 - No.85 - 2009
ISSN : 1606 - 917X

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

The world's biggest experiment 2 *Editor*
IT application in physics education 3 *H. Sadjadi*
What is virtual force? 10
Physics education and laboratories of high schools 11 *H. Etehad Mehrabad and M. Ravanbakhsh*
A physical challenge for teachers and students 17 *M. Hormozinejad and D.Hormozinejad*
Theory and reality in a collision 19 *Norman Derby*
Sun's esclipse without moon 24 *Mojca Cepic*
Prompt gamma neutron activation analysis 27 *P. Bahrami Chageni*
Physics frontrier 32
The flying circus of physics 39 *Jearl Walker*
Superconductors 44 *S. Rajaie*
Practical experiments about Faraday law 50 *Edvard E. Rodrigez*
Facing tle challenge of students understanding of physics formula 53 *Esther Bagno*
The concept of order in modern education 60 *J.Riazi*
With the readers 63

دوره ی بیست و چهارم، شماره ی ۲، زمستان ۱۳۸۷

خطوط راه میدان مغناطیسی



بلور یخ که توسط نخ‌های ابریشمی و فلزی منجوق دوزی شده است