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

رشد آموزش

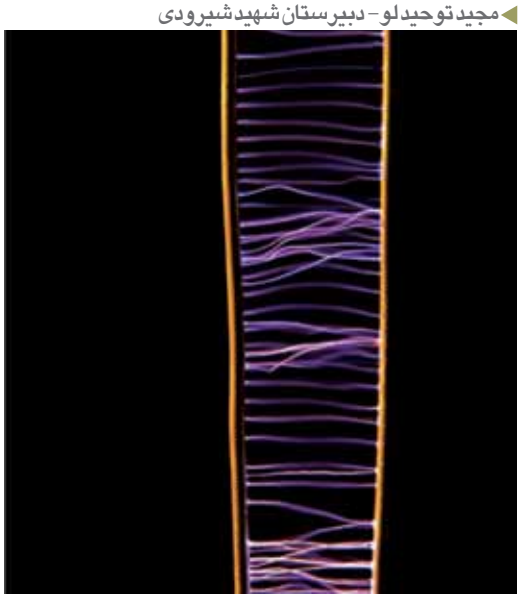
فیزیک ۱۰۶

www.roshdmag.ir
فصل نامهٔ آموزشی، تحلیلی و اطلاع رسانی
دورهٔ بیست و نهم، شمارهٔ ۳، بهار ۱۳۹۳، ۶۴ صفحه، ۸۵۰۰ ریال
ISSN: 1606-917x

- اسرار نورهای شمالی
- چالش‌های مکانیک کوانتومی
- کاربرد ریاضیات جمشید کاشانی در معماری
- انرژی‌های تجدیدپذیر و انقلاب صنعتی سوم

◀ فاطمه سادات میر حسینی - دبیرستان فرزانگان (۱)

◀ مجید توحیدلو - دبیرستان شهید شیرودی



◀ شکیبا ملکی - هنرستان تربیت

◀ مجید توحیدلو - دبیرستان شهید شیرودی

◀ مائده عمرانی - دبیرستان قلم چی

◀ فاطمه رضوان نیا - سرگروه علوم

مسابقهٔ عکاسی نواحی ۴ گانهٔ کرج

بسم الله الرحمن الرحیم

فیزیک ۱۰۶

رشد آموزش

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

آموزشی، تحلیلی و اطلاع رسانی

دورهٔ بیست و نهم، شمارهٔ ۳، بهار ۱۳۹۳

مدیرمسئول: محمد ناصری
سردبیر: دکتر منیژه رهبر
مدیر داخلی: احمد احمدی
هیئت تحریریه: احمد احمدی، روح الله خلیلی بروجنی، دکترسید حجت‌الحق حسینی، آزیتا سیدفدایی، دکتر منیژه رهبر، اسفندیار معتمدی
طراح گرافیک: نوید اندرودی
ویراستار: جعفرربانی
www.roshdmag.ir
Physics@roshdmag.ir
نشانی مجله: تهران صندوق پستی: ۱۵۸۷۵-۶۵۸۵
دفتر مجله: (داخلی ۳۷۴-۳۷۰) ۸۸۳۰۵۸۶۲-۰۲۱
پیام‌گیر نشریات رشد: ۸۸۳۰۱۴۸۲-۰۲۱
مدیر مسئول: ۱۰۲
دفتر مجله: ۱۱۳
امور مشترکین: ۱۱۴
چاپ: شرکت افست (سهامی عام)
شمارگان: ۵۵۰۰ نسخه

تصویر روی جلد: شفق قطبی،
مقاله اسرار نورهای شمالی

پیشگفتار / سیارهٔ ما آسیب پذیر است / ۲
انرژی‌های تجدیدپذیر و انقلاب صنعتی سوم / سلیمان معروفی، سلیمان آوری، انور اسمعیل پوری / ۳
اهمیت آموزش ماهیت و تاریخ علم / شهریار غفاری / ۷
چالش‌های مکانیک کوانتومی / یاسر کاسه‌ساز / ۱۴
چگونه انگیزهٔ فراگیری فیزیک را بیشتر کردم؟ / خدیجه حسن بیگ‌زاده کلور / ۱۶
اسرار نورهای شمالی / پال برک، ترجمهٔ ناصر مقبلی / ۲۰
لیزرهای الکترون آزاد و کاربرد آن‌ها / اسماعیل لشنی، مریم ایزد بخش / ۲۶
طرح درسی از جنس یک خاطره / مرضیه بلالی / ۲۹
مرزهای فیزیک / منیژه رهبر / ۳۰
زباله‌های فضایی / مازیار حسن‌زاده / ۳۴
چهاردهمین کنفرانس آموزش فیزیک و چهارمین کنفرانس... / اسفندیار معتمدی / ۳۶
حل مسائل فیزیک مکانیک با نیروی عمودی سطح ناپایستار / انور اسمعیل‌پوری، سلیمان معروفی / ۳۹
کاربرد ریاضیات جمشید کاشانی در معماری / مریم گوگردی / ۴۲
بیان مفاهیم فیزیک به کمک نمایش / مریم مهرابی / ۴۸
معرفی نرم‌افزار کروکودیل فیزیک / ابوالفضل عزیزی و آزیتا سیدفدایی / ۵۲
کاربردهایی از اثر فوتوالکتریک / کاتنل و جانسون، ترجمهٔ روح الله خلیلی / ۵۶
معرفی کتاب / رضا الله انصاری، ترجمهٔ سید حجت‌الحق حسینی / ۵۹

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

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

سیارهٔ ما آسیب‌پذیر است

ابر و باد و مه و خورشید و فلک در کارند
تا تو نانی به کف آری و به غفلت نخوری
همه از بهر تو سرگشته و فرمانبردار
شرط انصاف نباشد که تو فرمان نبری
«سعدی»

از رویدادهایی که در سال‌های اخیر در سراسر جهان بیش از پیش رخ داده و اخبار آن مدام به گوش می‌رسد وقوع توفان‌های شدید و ویرانگری است که به کشته و زخمی و بی‌خانمان شدن تعداد زیادی از افراد می‌انجامد. این موضوع از بی‌توجهی و نادیده گرفتن شرایط موجود در محیط‌زیست اطراف ما ناشی می‌شود. زمانی گمان می‌رفت که جوّ کرهٔ زمین بسیار گسترده است و ورود مواد مختلف به آن تغییری در ترکیب و عملکرد آن به‌وجود نمی‌آورد. همین‌طور منابع مختلف موجود در کرهٔ زمین نامحدود تصور می‌شد و کسی گمان نمی‌کرد که بهره‌برداری زیاد باعث کاهش جدی و تهی شدن آن‌ها شود: این موضوع تا اندازه‌ای درست هم بود: زیرا جمعیت جهان چندان زیاد نبود و آهنگ رشد آن تا پیش از قرن بیستم چندان سریع نبود.

اگر به آهنگ رشد جمعیت در جهان در قرن بیستم تا امروز نگاه کنیم متوجه می‌شویم که اکنون این روند شکل نمایی به خود گرفته است و جمعیت به‌سرعت افزایش می‌یابد. به‌ویژه در کشور ما صنعتی شدن و رواج مصرف‌گرایی باعث شده است که برداشت از منابع مختلف شتاب گیرد و در نتیجه آلاینده‌های زیادی را وارد جو شکنندهٔ زمین سازد. برای نمونه سال‌هاست مطالب زیادی را دربارهٔ موضوع‌هایی مانند گرم شدن گلخانه‌ای سوراخ شدن لایهٔ اوزون و چیزهایی مانند آن می‌شنویم. همین‌طور مصرف بی‌رویه و غیرعلمی آب باعث از بین رفتن منابع حیاتی آن و رشد بیابان‌زایی در نقاط مختلف در سراسر جهان شده است.

اکنون مسئلهٔ آلودگی هوا در کشور ما به‌صورت بسیار جدی درآمده است و در سال‌های اخیر شاهد آن هستیم که آلودگی هوا در بیشتر روزهای سال بسیار شدید شده و روزهایی که شهروندان بیشتر شهرهای بزرگ کشور ما از هوای سالم برخوردارند بسیار محدود است.

این موضوع گاهی چنان جدی می‌شود که مسئولان مجبور به تعطیل کردن فعالیت‌های مختلف از جمله فعالیت‌های آموزشی می‌شوند که زیان وارد از آن به اقتصاد فرهنگ کشور بدیهی است. بنابراین، چون هدف اصلی از آموزش تربیت شهروندانی است که بتوانند با استفاده از آموخته‌های خود زندگی بهتری برای خود و دیگر افراد تأمین کنند آموزش مسائل زیست‌محیطی باید در دستور کار برنامه‌ریزان آموزشی قرار گیرد: اما، متأسفانه به این موضوع بسیار مهم توجه چندانی نشده است.

اکنون شاهد آن هستیم که بخش محیط‌زیست در دانشگاه‌های بسیاری از کشورهای پیشرفته به‌سرعت در حال رشد است و پژوهش‌های زیادی در زمینهٔ کاهش آسیب‌های زیست‌محیطی و بهینه‌سازیِ بهره‌گیری از منابع موجود صورت می‌گیرد. جا دارد که برنامه‌ریزان آموزشی کشورمان از همان سال‌های ابتدایی به این نکته توجه کند و مطالب زیست‌محیطی را از دوران ابتدایی به شاگران بیاموزند و آن‌ها را شهروندانی آگاه و متعهد به محیط اطراف خود تربیت کنند. به‌همین ترتیب، انجام کارهای پژوهشی در زمینهٔ کاهش آسیب‌های زیست‌محیطی و اصلاح فعالیت‌های زیانبار باید یکی از اولویت‌های برنامهٔ پژوهشی در سطوح آموزشی بالاتر باشد تا همان‌طور که انتظار داریم هدف فعالیت‌های پژوهشی که در سطوح مختلف در کشور ما انجام می‌گیرد از تلاش در جهت بالا بردن آمار مقاله‌های علمی یا ارتقای شغلی فراتر برود و در جهت بهبود کیفیت زندگی و تأمین شرایط بهتر برای شهروندان نیز باشد.

انرژی‌های تجدیدپذیر و انقلاب صنعتی سوم

سلیمان معروفی، کارشناس مسئول پژوهش‌سرای دکتر حسابی، مهاباد
سلیمان آوری، دبیر ریاضی دبیرستان پسرانه امیرکبیر، مهاباد
انور اسمعیل‌پوری، کارشناس مسئول پژوهش‌سرای دکتر حسابی، مهاباد

چکیده

بـا بحران اقتصادی، گرمایش زمین و پیامدهای حاصل از اسـتفادهٔ بی‌رویهٔ بشر از سـوخت‌های فسیلی، به‌نظر می‌رسد تمدن بشـر به پایان یک دوره رسـیده است. جهت جلوگیری از مصرف انرژی‌های فسـیلی که آلوده کنندهٔ محیط زیسـت هسـتند؛ کشـورهای جهـان در تکاپـوی دسـتیابی مؤثرتر و ارزان‌تـر بـه انرژی‌هـای تجدیدپذیرنـد. جرمـی ریفکین[1]، اقتصاددان آمریکایی و مشـاور کمیسـیون اتحادیـهٔ اروپا به تازگـی کتابی با عنوان «انقلاب صنعتی سـوم» منتشـر کرده است. به باور او تنها انرژی‌های تجدیدپذیر در ترکیب با شبکه اینترنت می‌توانند بشر را از بحران انرژی موجود نجات دهند. در این مقاله دیدگاه‌های نوین اندیشـمندان علمی و اقتصادی پیرامون مقولهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر مطرح می‌شـود که مایهٔ اصلی تولد انقلاب صنعتی سوم است. بنابراین لازم است برای تربیت نسـلی از دانشـمندان و مهندسـان که در یک انقلاب علمی - صنعتی قرار می‌گیرند زمینه‌های مسـاعد آموزشـی و مهارت‌یابـی فراهـم گـردد و این مهم وظیفهٔ دسـتگاه‌های آموزشی، دست‌اندرکاران آموزش علوم و دبیران فیزیک است.

کلیدواژه‌ها: انرژی تجدیدپذیر، انقلاب صنعتی سوم، هیدروژن، پیل سوختی، ذخیره انرژی.

مقدمه

پیدایش زندگی ماشـینی و بسـط و تعمیم آن، پایه‌های اولیـن انقلاب صنعتـی بود. اصطـلاح «انقـلاب صنعتی» را نخسـتین بار نویسـندگان فرانسـوی در اوایل قـرن نوزدهم برای توصیف به‌کارگیری ماشـین‌هایی بـا نیروی محرکهٔ بخار در صنعـت پارچه‌بافی کتانی به کار بردنـد. این انقلاب برایند تغییراتـی بود که سـال‌های پیش از آن به تدریـج، اما به‌طور چشمگیر و گسترده، در نظام اقتصادی- اجتماعی اروپا، به‌ویژه در فاصلهٔ سال‌های ۱۷۶۰ تا ۱۸۳۰ میلادی در صنایع انگلستان پدیدار شد. بیشتر جامعه‌شناسان معتقدند انقلاب صنعتی دوم با ظهور علم الکترونیک شـروع شـد و در عصـر حاضر با ورود رایانه‌ها و روبات‌های هوشـمند به عرصهٔ صنعت به پایان دورهٔ خود رسید. برخی دیگر معتقدند به همراه پیشرفت‌هایی مانند هوش مصنوعی و مهندسـی ژنتیک انقلاب صنعتی سوم شروع شده است.

کورت وونـه‌گات[2] در مورد انقلاب‌هـای صنعتی می‌گوید: «انقـلاب صنعتـی اول کار عضلانی را بـی‌ارزش کرد و انقلاب صنعتـی دوم (الکترونیک و اینترنت) کار ذهنی یکنواخت را از ارزش انداخت. آیا تصور می‌کنید انقلاب سـومی در کار خواهد بود؟ انقلاب سوم ممکن است به چه چیزی شبیه باشد؟». [۱]

جرمی ریفکیـن انقلاب صنعتی سـوم را در اروپا در حال وقوع می‌بیند که براسـاس به‌کارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر است و به سه اصل زیر تقسیم می‌شود: [۲]

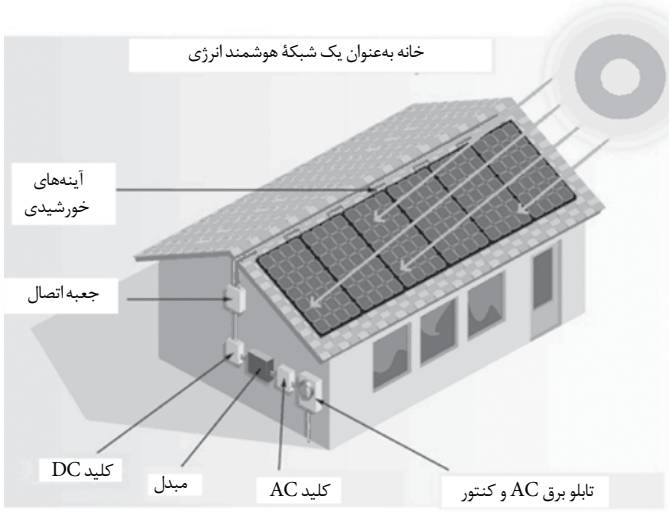
۱. انرژی‌های تجدیدپذیر
۲. سازوکار ذخیره‌سازی کارآمد برای گاز هیدروژن
۳. شبکه‌های هوشمند انرژی که قابلیت تولید غیرمتمرکز را دارند.

به‌منظـور اینکه هر یک از اجزای این انقلاب بتوانند به‌طور کامـل از همهٔ ظرفیت خود اسـتفاده کنند و برنامه‌های جدید اقتصادی، کاربردی و عملی شـوند، این سه اصل باید به روشی کاملاً تلفیقی طرح‌ریزی شـوند و به‌طور همزمان گسترش پیدا کنند.

اصل اول: انرژی‌های تجدیدپذیر

اشـکال مختلف انرژی‌های تجدیدپذیر عبارت‌اند از انرژی خورشید، باد، آب، زمین گرمایی، دریا، بیومس و... . این انرژی‌ها

نمایانگر درصد کمی از مجموع انرژی‌های کاربردی هستند اما به‌دلیل اینکه ذخایر انرژی‌های فسیلی (تجدیدناپذیر) روبه کاهش است، استفاده از این انرژی‌ها به سرعت روبه افزایش است. همچنین به‌علت تأثیر مثبتی که استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر بر بازار انرژی گذاشته است، دولت‌ها سیاست‌های حمایتی خود را برای ورود این انرژی‌ها به بازار به‌کار گرفته‌اند.



شکل ۱. طرح‌وارهٔ یک خانهٔ تولیدکنندهٔ انرژی

ترویج استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر نه‌تنها بر عهده دولت‌ها است و حمایت همه‌جانبه از آن‌ها را می‌طلبد، بلکه شهروندان را تشویق می‌کند تا با توجه به امکاناتی که در اختیار دارند، مانند خانه، مزرعه و...، خودشان یک تولیدکنندهٔ انرژی باشند.

اصل دوم: فناوری ذخیرهٔ انرژی

برای به حداکثر رساندن میزان استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و به حداقل رساندن قیمت آن‌ها، ابداع و گسترش روش‌هایی مطمئن جهت ذخیره‌سازی این‌گونه انرژی‌ها لازم است. انواع باتری‌ها، انتقال انرژی آب به‌وسیلهٔ پمپاژ و دیگر روش‌ها می‌توانند بخشی از ذخیره‌سازی محدود را فراهم کنند. با وجود این، روشی در دسترس‌تر و کارآمدتر نیز وجود دارد. [۳] و آن ذخیره‌سازی هیدروژن است.

تولید و ذخیره‌سازی هیدروژن روشی جهانی است که می‌تواند تمامی انواع انرژی‌های تجدیدپذیر را ذخیره کند. هیدروژن با قابلیتی پایدار و مطمئن برای تولید انرژی و حمل و نقل، در دسترس بودن همیشگی‌اش را تضمین می‌کند.

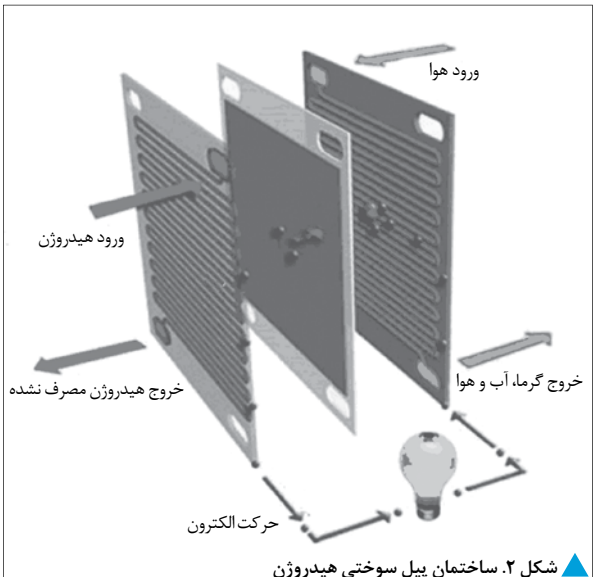
هیدروژن عنصری بسیار سبک است که به فراوانی در طبیعت یافت می‌شود و هنگامی‌که به‌عنوان منبع انرژی یا سوخت مورد استفاده قرار گیرد، تنها محصولات تولیدی آن آب پاک و گرماست. بیش از ۳۰ سال است که انرژی مورد نیاز فضاپیماها توسط پیل‌های سوختی با فناوری بالا، که با هیدروژن کار می‌کنند، تأمین می‌شود.

هیدروژن در همه جا یافت می‌شود، با وجود این به‌ندرت به حالت آزاد در طبیعت وجود دارد و باید آن را از سوخت‌های فسیلی، آب یا مواد آلی استخراج کرد. در حال حاضر، روش بسیار کارآمد تولید هیدروژن تجاری، الکترولیز آب است. امکان ذخیره‌سازی هیدروژن مانند نفت محدود است، بنابراین هم‌اکنون هیدروژن منبع قابل اطمینانی برای تولید انرژی به‌شمار نمی‌آید. بر پایه ذخیره‌سازی، روش دیگری نیز برای تولید هیدروژن وجود دارد. این روش استفاده از تمام انواع انرژی‌های تجدیدپذیر را برای تولید هیدروژن پیشنهاد می‌کند.

انرژی خورشید، باد، آب، امواج اقیانوس و زمین‌گرمایی بیش از پیش برای تولید الکتریسیته به‌کار می‌روند، این الکتریسیته می‌تواند طی فرایند الکترولیز آب که در رابطهٔ (۱) نشان داده شده، عناصر سازندهٔ آب (هیدروژن و اکسیژن) را از هم جدا کند.

$$2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2 + Energy \quad (۱)$$

و در نتیجهٔ سوخت آن در پیل سوختی، حاصل آن، چنانکه در شکل ۲ دیده می‌شود، الکتریسیته، گرما و آب است.



شکل ۲. ساختمان پیل سوختی هیدروژن

به‌علت تأثیر مثبتی که استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر بر بازار انرژی گذاشته است، دولت‌ها سیاست‌های حمایتی خود را برای ورود این انرژی‌ها به بازار به‌کار گرفته‌اند

هیدروژن مستقیماً از ضایعات حیوانی و گیاهی و آلی نیز استخراج می‌شود بدون آنکه نیازی به الکترولیز باشد. نکتهٔ مهم و قابل توجه این است که انرژی تجدیدپذیر زمانی پایدار خواهد بود که به‌صورت هیدروژن ذخیره شود زیرا خورشید همواره نمی‌تابد، باد همیشه نمی‌وزد، در زمان خشک‌سالی آب جریان ندارد و میزان محصولات کشاورزی هر سال نسبت به سال‌های دیگر متفاوت است.

وقتی انرژی‌های تجدیدپذیر در دسترس نباشند، الکتریسیته تولید نمی‌شود و فعالیت‌های اقتصادی متوقف می‌شوند، اما اگر قسمتی از الکتریسیتهٔ تولیدی هنگامی که انرژی‌های تجدیدپذیر به فراوانی وجود دارند برای استخراج هیدروژن آب به‌کار گرفته شود، هیدروژن تولیدی می‌تواند برای مصارف بعدی ذخیره شود، به این ترتیب تولید انرژی به‌صورت مداوم برای جوامع امکان‌پذیر خواهد بود. بخشی از ظرفیت ذخیره‌سازی شبکهٔ عظیم توزیع هوشمند انرژی را هیدروژن و بخش دیگر را دیگر فناوری‌های شناخته شدهٔ ذخیره‌سازی، باتری‌های الکتریکی، ایستگاه‌های انتقال انرژی هیدرولیکی (آبی) به‌وسیلهٔ پمپاژ، فراخازن‌ها و... تأمین می‌کنند. ترکیب هیدروژن و دیگر روش‌های ذخیره‌سازی منبع مطمئن و قابل دسترسی از انرژی را تشکیل می‌دهند. همچنین هیدروژن را می‌توان از بیومس استخراج و به همین روش ذخیره کرد.

برای مثال می‌توان کشور برزیل را نام برد. در برزیل نتایج سیاست انرژی متکی بر استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر برای تولید الکتریسیته بسیار موفقیت‌آمیز بوده است. هم‌اکنون ۸۰ درصد الکتریسیته تولیدی در این کشور از منابع انرژی‌های تجدیدپذیر تأمین می‌شود.

سال ۲۰۰۱ در برزیل خشکسالی روی داد. سطح آب‌های سطحی کاهش یافت و در نتیجه تولید برق با مشکلات جدی روبه‌رو شد و قطعی‌های مکرر برق در نقاط مختلف این کشور به‌وقوع پیوست. اما برزیل توانست مقداری از مازاد برق تولیدی خود را، در زمانی که سطح آب رودخانه‌ها برای الکترولیز مناسب بود، برای الکترولیز آب و تولید هیدروژن به‌کار گیرد تا در زمان خشکسالی انرژی جایگزین مناسبی برای آب رودخانه‌ها (سدها) برای تولید برق داشته باشد. به این ترتیب تولید برق در زمان خشکسالی نیز تضمین شد.

در حالی‌که تأمین هزینه‌های لازم برای به‌کارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر به‌سرعت رقابتی شده‌اند، قیمت تولید هیدروژن همچنان بالا مانده است، با وجود این فناوری‌های جدید و پیشرفته و الگوی اقتصادی نشانگر کاهش سالانهٔ این گونه هزینه‌هاست. به‌علاوه پیل‌های سوختی هیدروژنی تقریباً دو برابر کارآمدتر از موتورهای درونسوز است. هزینه فناوری‌های جدید بالا است اما قیمت‌های مستقیم و غیرمستقیم گاز و نفت نیز در بازارهای جهانی بی‌وقفه در حال افزایش است. با کاهش هزینه‌های انرژی‌های تجدیدپذیر و هیدروژن و افزایش قیمت سوخت‌های فسیلی، در آیندهٔ نزدیک شاهد تلاقی این دو نرخ خواهیم بود و پس از آن عصر جدیدی از انرژی آغاز خواهد شد.

پایه‌های گذار به‌سوی سومین انقلاب صنعتی در مارس ۲۰۰۷ در شورای اتحادیهٔ اروپا شکل گرفت. اتحادیه اروپا اولین ابرقدرتی است که همه کشورهای عضو را ملزم کرده است که، تا سال ۲۰۲۰ م. تا ۲۰ درصد انرژی مصرفی خود را از منابع انرژی‌های تجدیدپذیر تأمین کنند. [۴]

در اکتبر ۲۰۰۷ کمیسیون اروپایی، با تأکید بر تولید هیدروژن توسط منابع انرژی‌های تجدیدپذیر، از همکاری بخش‌های خصوصی و دولتی کشورهای عضو برای اختصاص میلیاردها یورو از منابع مالی‌شان جهت تسریع ورود تجارتی اقتصاد هیدروژن به دولت‌های عضو اتحادیهٔ اروپا خبر داد.

اصل سوم: شبکه‌های هوشمند انرژی

با توجه به اهمیت تغییر اساسی به نفع انرژی‌های تجدیدپذیر و سرمایه‌گذاری بر روی طرح‌های تحقیقاتی - توسعه‌ای در رابطه با انرژی و فناوری پیل‌های سوختی هیدروژنی، اتحادیهٔ اروپا دو اصل نخست از اصول سومین انقلاب صنعتی اروپا را نهادینه کرد. سومین اصل، شکل‌دهی دوبارهٔ شبکه برق اروپا بر مبنای شبکهٔ اینترنت است و به شرکت‌های خصوصی و دولتی اجازه خواهد داد تا انرژی مورد نیازشان را خودشان تأمین کنند و همگی در تولید انرژی سهیم باشند. این طرح به‌طور آزمایشی در شرکت‌های برق اروپایی در حال اجرا است. این شبکه درونی هوشمند از سه بخش اصلی تشکیل شده است.

۱. شبکه‌های کوچک مجاز بخش خصوصی

۲. شرکت‌های کوچک و متوسط، مانند شرکت‌های بزرگ تولید انرژی‌های تجدیدپذیر (به روش پیل‌های خورشیدی، مزارع بادی، نیروگاه‌های کوچک آبی، مراکز تولید انرژی از پسماندهای حیوانی، گیاهی و زباله)

۳. شبکه‌های بیرونی تأمین‌کنندهٔ انرژی مورد نیاز شرکت‌های خصوصی و دولتی.

فناوری محاسبهٔ هوشمند به تولیدکنندگان محلی امکان می‌دهد تا انرژی تولیدی خود را مستقیماً به شبکهٔ اصلی برق بفروشند. فناوری محاسبهٔ شبکهٔ هوشمند در تمام دستگاه‌ها و ریزپردازنده‌ها مستقر در دستگاه شبکه گنجانده شده است و این امکان را فراهم می‌کند تا هر دستگاه با شبکهٔ اصلی در ارتباط باشد. این نرم‌افزار به کل شبکه برق امکان محاسبهٔ

هیدروژن عنصری بسیار سبک است که به فراوانی در طبیعت یافت می‌شود و هنگامی که به‌عنوان منبع انرژی یا سوخت مورد استفاده قرار گیرد، تنها محصولات تولیدی آن آب پاک و گرماست

میـــزان انرژی مصرفـــی در همهٔ زمان‌ها و در تمـــام نقاط روی شـــبکه را می‌دهد. این اتصال درونی می‌تواند برای جهت دادن به مصرف انرژی و جریان برق طی ســـاعات اوج مصرف و دیگر ساعت‌ها، برای سازگاری شـــبکه با تغییرات مداوم قیمت برق، مورد استفاده قرار گیرد.

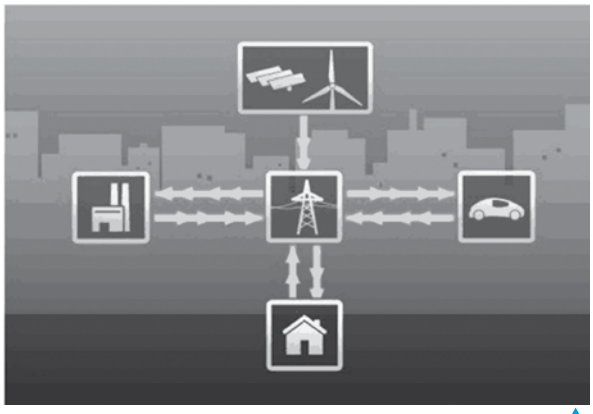
دورنمای شبکه‌های هوشمند تولید، فروش و مصرف انرژی

در آینده، شبکه‌های هوشمند به‌علت تغییرات آب‌وهوایی، میـــزان وزش باد، تابش خورشـــید یا تغییـــرات دمایی بیش از پیش کاربردی می‌شـــوند. با کارآمد بودن شبکه‌های هوشمند، شبکهٔ برق دارای ظرفیتی انعطاف‌پذیر نسبت به جریان متفاوت عبـــوری از شـــبکه به‌علت شـــرایط متغیر جـــوی بیرونی و نیاز مصرف‌کنندگان خواهد بود.

به‌عنوان مثال اگر شبکهٔ برق متوجه مصرف بیش از اندازهٔ انرژی یا اضافه بار در شـــبکه به‌علت سوء مصرف شود، نرم‌افزار هوشـــمند موجود در شـــبکه می‌تواند به‌طور مثال از ماشـــین لباسشـــویی بخواهد که اضافه بار تحمیلـــی را حذف کند یا از دســـتگاه تهویـــه بخواهد تا درجهٔ خود را پاییـــن بیاورد و بدین ترتیب اضافه بار تحمیلی برطرف خواهد شد.

شـــرکت برق در هزینه‌های برق مصرفی مصرف‌کنندگانی کـــه میزان مصرف خود را تنظیم کنند تخفیف قائل می‌شـــود. به‌دلیـــل اینکه قیمت واقعی برق شـــبکه دائمـــاً در حال تغییر اســـت، اطلاعات لحظه‌ای انرژی راه‌گشای «سیاستی مبتنی بر قیمت‌های پویا» اســـت، این سیاست به مصرف‌کنندگان امکان می‌دهد تـــا میزان مصرف برق خود را متناســـب با قیمت برق شـــبکه به‌طور خـــودکار افزایش یا کاهش دهند. این سیاســـت قیمت‌گذاری به شـــبکه‌های کوچک محلی تولید اختیار فروش خودکار انرژی تولیدی‌شان را به شبکه‌های اصلی می‌دهد.

شـــبکهٔ هوشـــمند نه‌تنها به مصرف‌کنندگان نهایی قدرت انتخاب میزان انرژی مصرفی‌شـــان را می‌دهـــد بلکه می‌تواند منبع و روش جدید و کارآمدی برای توزیع برق نیز باشد. طرح جدید اتحادیهٔ اروپا ایجاد شـــبکهٔ درونی انرژی را مدنظر دارد به این معنا که خواســـتار ترکیب شبکه‌ها و تشکیل شبکه‌ای واحد اســـت یا به‌عبارت دیگر خواهان شـــبکه‌ای مستقل‌تر از شـــرکت‌های تولید انرژی برق اســـت؛ به این ترتیب که تولید و فروش انرژی به شـــبکهٔ اصلی به‌راحتی و در شرایط یکسان امکان‌پذیر باشـــد و همه شبکه‌ها از تولید و انتقال اطلاعات در



شـــکل ۳. طرح‌واره‌ای از شبکهٔ هوشمند تولید، توزیع، مصرف و فروش انرژی‌های تجدیدپذیر توسط تمام شهروندان (شرکت زیمنس آلمان)

شبکه اینترنت بهره ببرند. [۵]

کمیسیون اروپایی شبکه‌های هوشمند را مبنای پیشرفت فناوری اروپا قرار داده است. این کمیسیون با تهیهٔ سند راهبردی در سال ۲۰۰۶ شـــکل‌دهی دوبارهٔ شبکه برق اروپا و تبدیل آن به شـــبکه‌ای هوشـــمند، یکپارچه و درون پویا را خواستار شد. پارلمان اروپایی در ســـال ۲۰۰۷، با صـــدور بیانیه‌ای از حرکت جدی اروپا به‌سوی اصول سه‌گانهٔ انقلاب صنعتی سوم خبر داد که عبارت اســـت از استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر اقتصادی، ذخیره‌سازی هیدروژن و ایجاد شبکهٔ هوشمند برق.

اکثریت قریب بـــه اتفاق اعضای پارلمان اروپایی این بیانیه را امضا کردند. پارلمان اروپایی اولین مجمع پارلمانی در جهان است که به‌طور رسمی راهبرد اصول سومین انقلاب صنعتی را برای ورود به آن پذیرفته است.

نتیجه‌گیری

بـــازار جهانی انرژی به‌دلیل مشـــکل‌های پیش‌رو ناگزیر به اســـتفادهٔ بیشـــتر از انرژی‌های تجدیدپذیر است. این موضوع خبر از به وقوع پیوســـتن انقلاب صنعتی ســـوم می‌دهد.

بنابراین کشـــورهای در حال توسعه و کمتر توسعه یافته نیـــز باید تلاش خود را در زمینهٔ دســـتیابی به این بازار چند برابر کنند و این امر مســـتلزم فرهنگ‌ســـازی، بومی‌ســـازی صنایع مربوط و آموزش نســـل آینده اســـت. بخش مهمی از این وظیفه نیز برعهدهٔ آموزش‌وپرورش و دیگر دســـتگاه‌های آموزشـــی‌اســـت.

پی‌نوشت‌ها

1. Jeremy Rifkin
2. Kurt Vonnegut

منابع

[1] Vonnegut;K.,Player Piano., (Jan 12, 1999)
[2] http://www.ayandeh.com/pagel.php?news_id=7552
[3] http://www.euronews.com/sci-tech/
[4] The U.S.Department of Energy (DOE)., Own
[5] Your Power!, Prepared by the National Renewable Energy Laboratory (NREL), January 2009.

شهریار غفاری
دبیر فیزیک و کارشناس ارشد فلسفهٔ علم؛ دانشگاه شریف

اهمیت آموزش ماهیت و تاریخ علم

مقدمه

اهمیت دوره‌های آموزش عمومی قبل از دانشگاه در آموزش فکری نسل جوان بر کسی پوشیده نیست. در بین مواد درسی مدارس، علوم تجربی - از جمله فیزیک، شیمی و زیست‌شناسی که در کنار ریاضیات از آن‌ها تعبیر به علوم پایه می‌شود - جایگاه خاصی در برنامهٔ درسی دارد. از ویژگی‌های علوم تجربی این است که تدریس این درس‌ها در تمام کشورها، با هر ملیت و فرهنگی، تقریباً با رویکردهای واحدی صورت می‌گیرد. با این حال، تجربه‌هایی که تاکنون در آموزش علوم کسب شده نشان می‌دهد که در رویکردهای موجود مشکلات مبنائی و ریشه‌ای وجود دارد که کمابیش مورد توجه بزرگان عرصهٔ آموزش علم نیز قرار گرفته و برای حل آن‌ها راهکارهایی پیشنهاد شده است. رویکردی که در این مقاله با عنوان رویکرد همه‌جانبه مورد تأکید قرار می‌گیرد، با برداشتی خاص از فلسفهٔ آموزش علوم، خواهان توجه لازم به همهٔ ابعاد و دستاوردهای علمی است. این رویکرد، همچنین خواستار توجه به ماهیت علم و تاریخ علم در آموزش علم است و در این مقاله به چرایی و چگونگی آن پرداخته و به بعضی از انتقادهای موجود در این راستا نیز پاسخ لازم داده می‌شود.

کلیدواژه‌ها: تاریخ علم، ماهیت علم، طرح هاروارد، تاریخ مکانیک ماخ

نگاهی به تاریخچهٔ آموزش علوم

علم[1] به‌طور رسمی در نیمهٔ قرن ۱۸ م. و پس از کشمکش‌هایی، با نام «فلسفهٔ طبیعی» وارد مدارس انگشت‌شمار آن زمان اروپا شد و در کنار الهیات و کلام و ادبیات کلاسیک جایی برای خود باز کرد. در قرن ۱۹ م. عده‌ای از بزرگان عرصهٔ علم و اندیشه از جایگاه علم در مدارس حمایت کرده و به آن رونق دادند[2]. اما پیشگامان آموزش علم سلیقه‌های مختلفی دربارهٔ نحوهٔ انجام این کار داشتند. ابتدا در جامعهٔ علمی انگلستان از آموزشی استقبال شد که علم را در خدمت جامعه و زندگی به‌کار می‌گرفت. به همین دلیل در کتاب‌های درسی سعی می‌شد به مسائل کاربردی بیشتر از مسائل نظری پرداخته شود. کتاب فلسفهٔ طبیعی (۱۷۵۰ م.) جیمز فرگوسن از اولین کتاب‌ها در این زمینه بود که در آن «شصت و دو صفحه از متن به ماشین‌ها و چهل صفحهٔ باقی‌مانده، به پمپ‌ها اختصاص داده شده بود[3]». به موازات این رویکرد، رویکرد دیگری، ابتدا در آمریکا و تحت تأثیر انتقادهای جامعهٔ دانشگاهی به رویکرد کاربردی، به‌وجود آمد که به آموزش علم با نظامات خاص آن تأکید داشت؛ به این صورت که علم با همان تشخص ویژه‌ای که در میان سایر علوم دارد باید آموزش داده شده و شناخته شود. بارزترین وجه نظام علم و تشخص آن، در نظر این عده، نظری بودن آن بود. به این معنی که عقیده داشتند در علمی مانند فیزیک یا زیست‌شناسی نظریه‌های مطرح و شناخته شده‌ای وجود دارد که این نظریه‌ها محتوای کلی این علوم را دربردارند، بنابراین در آموزش فیزیک باید مقادیر معتنابهی از نظریه‌های فیزیک و در آموزش زیست‌شناسی مقادیر معتنابهی از نظریه‌های زیست‌شناسی در رأس برنامه قرار گیرد. این رویکرد در نیمهٔ اول قرن بیستم، به‌ویژه در سال‌های آغازین قرن، رویکرد غالب بود، اما همان‌طور که انتظار می‌رفت آرام‌آرام انتقادها علیه آن شروع شد. یکی از انتقادها این بود که این رویکرد موضوع‌های بسیار زیادی را هم به لحاظ نظری و هم از نظر نیاز به زمان آموزش، به ذهن دانش‌آموز تحمیل می‌کند. به‌عنوان مثال، در سال ۱۹۰۹ یک معلم زیست‌شناسی با اشاره به بار سنگین نظری کتاب‌های آن دوره اعتراض کرد که این کتاب‌ها به‌حدی دایرةالمعارفی و نظری هستند که گویی برای آزمون دکتری تألیف شده‌اند[5]. تحت تأثیر این نوع انتقادها و نیز جو اجتماعی به‌وجود آمده در زمان جنگ جهانی دوم، رویکرد کاربردی بیش از پیش مدنظر قرار گرفت. در این میان، دیدگاه دیگری نیز در آموزش وجود داشت که احتمالاً اولین بار در کتاب‌های درسی که ارنست ماخ در اواخر قرن ۱۹ م. نوشت، مطرح شد. ماخ در علم فیزیک، به‌خاطر بازساخت مکانیک نیوتونی در کتاب «علم مکانیک» و رد دیدگاه‌های نیوتون دربارهٔ مفاهیم فضا و زمان مطلق، به‌عنوان دانشمند شناخته شده بود، در فلسفه نیز به‌خاطر مطرح کردن ایدهٔ پدیدارگرایی در فلسفهٔ علم، شهرت داشت، علاوه بر این‌ها معلمی صاحب‌نظر نیز بود. رویکرد خاص ماخ به آموزش

این افتخار را برایش همراه آورد که اینشتین دربارهٔ آن گفت: «در فضایی که جهان‌بینی مکانیکی بر افکار فیزیک‌دان‌ها سایه افکنده بود، این کتاب «تاریخ مکانیک» ماخ بود که مسیر را عوض کرد و در دیدگاه من، بیشترین سهم را در از بین بردن این جهان‌بینی جزمی داشت[۶].» ماخ کتاب‌های درسی زیادی برای دانش‌آموزان نوشت که اولین آن‌ها در ۱۸۸۶ م. منتشر شد. خیلی از بزرگان فیزیک قرن بیستم، با همین کتاب‌ها وارد جهان فیزیک شدند. ماخ در کتاب‌هایش مقدمه‌ای تاریخی و منطقی برای آن علم تدارک می‌دید؛ به این ترتیب که در آن‌ها سعی می‌کرد، دانش‌آموز را با چند پدیده و تفکر اولیهٔ ساده و کلاسیک، که فیزیک‌دانان بزرگ، فیزیک را با آن‌ها ساخته بودند، آشنا سازد[۷]. رویکرد ماخ در آموزش، البته، مدتی مسکوت ماند ولی با جنبشی که در نیمه‌های قرن بیستم در دانشگاه هاروارد به راه افتاد، به شکل گسترده‌ای احیا شد. رئیس دانشگاه هاروارد در آن زمان ج. ب. کونانت[۸] بود که رویکرد موردی[۹] و تاریخی او در آموزش علم بسیار مورد قبول جامعهٔ علمی و حتی دولت‌مردان ایالات متحده قرار گرفت. او تلاش‌های زیادی را برای معرفی این سبک، در سطح آموزش عمومی (قبل از دانشگاه) انجام داد. از جمله اینکه طی گزارش‌هایی که با نام کمیتهٔ هاروارد منتشر می‌شد دیدگاه جدید خود در آموزش علوم را معرفی کرد. در بخشی از گزارش سال ۱۹۴۵ م. که تحت عنوان «آموزش آزاد در جامعهٔ باز» منتشر شد، آمده است:

«آموزش علوم در دورهٔ آموزش عمومی باید توسط چند عنصر تلفیقی انجام گیرد: مقایسهٔ تفکر علمی با انواع دیگر تفکر، مقایسه و مقابلهٔ یک علم خاص با علوم خاص دیگر، بررسی رابطهٔ علم با گذشتهٔ آن و با تاریخ عمومی و مسائل جامعهٔ بشری.»[۱۰]

رویکرد اخیر از این جهت با دو رویکرد دیگر تفاوت داشت که در دو رویکرد قبلی سعی می‌شد تنها به یک بُعد از علم پرداخته شود، اما این رویکرد همه‌جانبه بود و علم را به‌عنوان دستاوردی انسانی و ثمره‌ای خاص از تفکر بشری، با اوصاف خاص، که در تعامل آشکار باوجوه دیگر اندیشه و زندگی اجتماعی انسان است، معرفی می‌کرد. نمونهٔ بارز و عملی چنین آموزشی، بعد از تلاش‌های ده‌سالهٔ جنبش هاروارد، در فیزیک و باعنوان طرح «فیزیک هاروارد»، تجلی کرد. این طرح که در زمان خود یک طرح ملی در برنامه‌ریزی درسی محسوب می‌شد چند هدف را دنبال می‌کرد، از جمله اینکه به‌جای گفت‌وگو دربارهٔ اطلاعات پراکنده و مجزا از هم می‌کوشید، با تمرکز بر اندیشه‌هایی که علم فیزیک را به بهترین وجه به‌عنوان یک علم مشخص کند، یاری دهندهٔ افزایش شناخت شاگردان نسبت به جهان فیزیک باشد و شاگردان را یاری دهد تا علم فیزیک را به‌صورتی واقعی و آن‌چنان که هست، به‌صورت فعالیت انسانی همه‌جانبه، بنگرند؛ و این بدان معناست که موضوع به‌صورت چشم‌انداز تاریخی و فرهنگی آن ارائه شود...»[۱۱]. طرح فیزیک هاروارد در دههٔ ۶۰ قرن بیستم اجرایی شد «به‌طوری که ده‌ها فیزیک‌دان و کارشناس آموزش‌وپرورش، طی تلاشی نزدیک به هشت سال، کتاب‌های درسی و یا پیوست‌هایی از کتاب‌های کار و فیلم‌ها و دستاوردهای دیگر تهیه کرده و آن را در بیش از صد دبیرستان با هزاران دانش‌آموز آزموده بودند.»[۱۲] طرحی که گفته شد «بیش از شصت پژوهش در خصوص موفقیت آن انجام گرفته و چاپ شده بود که همگی نتیجه‌ای مثبت و رضایت‌بخش را برآورد کرده بودند»[۱۳].

باری، هر سه رویکرد گفته شده در نیمهٔ دوم قرن بیستم به حیات خود ادامه دادند و هنوز هم ادامه می‌دهند. باید دانست که نمی‌توان هیچ یک از این رویکردها را منسوخ یا یکی را برتر از دیگری دانست. لیکن، هر یک از آن‌ها، به تناوب، در جوامع آموزشی در حال جایگزینی با یکدیگر بوده‌اند. آنچه در حال حاضر و در ابتدای قرن بیست و یک میلادی مشاهده می‌شود این است که پس از دوره‌ای که رهیافت نظری رواج داشته، انتقادها علیه آن شدت گرفته است و در بین منتقدان، طرفداران رویکرد تاریخی با شدت بیشتری خواهان تغییر این رویه هستند. از جملهٔ تلاش‌هایی که در این زمینه صورت گرفته است، تشکیل «گروه بین‌المللی تاریخ، فلسفه و آموزش علم» است که با انجام کنفرانس‌های متعدد در دو دههٔ اخیر و انتشار مجله‌ای با نام «علم و آموزش»، در این جهت فعالیت می‌کند. این تلاش‌ها با محوریت مایکل متیوس استاد دانشگاه نیو ساوت ولز[۱۴] انجام گرفته است و همچنان، به‌طور مستمر، ادامه دارد.

فلسفهٔ آموزش علم

با مروری که تا اینجا بر تاریخچهٔ آموزش علم داشتیم وجود سه نوع رویکرد در آن مسلم شد،

۱. رویکرد کاربردی
۲. رویکرد نظری
۳. رویکرد همه‌جانبه

هر یک از این سه رویکرد، در واقع، با سه برداشت مختلف از فلسفهٔ آموزش علم به‌وجود آمده‌اند. به‌عبارت دیگر، هر یک از این رویکردها تلقی خاصی از اهداف و ضرورت‌های آموزش علم دارند.

رویکرد کاربردی هدف اصلی آموزش علم را استفاده از آن علم به‌منظور بهبود زندگی فردی و اجتماعی و افزایش آگاهی بشر در این زمینه‌ها می‌داند. برای مثال، معتقد است که دانش شیمی تنها در آن حدی مورد نیاز است که ما را از ماهیت مسائلی چون سوراخ شدن لایهٔ اوزون و غیره آگاه کند. یا در سطح آموزشی عمومی فیزیک و زیست‌شناسی، نیازی به بسط دقایق و ظرایف نظریه‌های علمی نیست و تنها، آن اندازه آشنایی با نظریه‌ها مورد نیاز است که این نظریه‌ها بتوانند ما را با دستاوردهای این علوم در زندگی روزمره آشنا و سواد لازم برای زندگی در شرایط فعلی را در ما ایجاد کنند. این رویکرد مورد نقد رویکرد نظری است، چون، به اعتقاد ناقدان، در صورت رواج چنین آموزشی، کاروان علم، شتاب حرکت خود را از دست خواهد داد. به‌نظر می‌رسد در آموزش نظری، تصوری پس‌زمینه‌ای دربارهٔ ماهیت علم وجود دارد که نقش اصلی را در تشخص بخشیدن به علم ایفا می‌کند، و آن، این است که علم مجموعه‌ای از اطلاعات را دربارهٔ انسان و جهان در اختیار

آموزش علوم در دورهٔ آموزش عمومی باید توسط چندعنصر تلفیقی انجام گیرد: مقایسهٔ تفکر علمی با انواع دیگر تفکر، مقایسه و مقابلهٔ یک علم خاص با علوم خاص دیگر، بررسی رابطهٔ علم با گذشتهٔ آن و با تاریخ عمومی و مسائل جامعهٔ بشری

بشر می‌گذارد که قابل توجه‌اند. فیزیک دربارهٔ ساختار این جهان، کهکشان‌ها و...؛ شیمی دربارهٔ ساختار مواد، فرایندهای شیمیایی و... و زیست‌شناسی دربارهٔ بدن موجودات زنده، اطلاعاتی در اختیار ما می‌گذارند که اگر چه در معرض ابطال‌اند، لیکن چون به شیوه‌ای علمی به‌دست آمده‌اند باارزش‌اند و این اطلاعات باارزش باید در ذهن دانش‌آموزان ذخیره شوند.

نگارنده فعلاً به‌درستی یا نادرستی این تصور کاری ندارد.[۱۵] اما به یک دلیل، که برای اصحاب آموزش باید مهم باشد، با رویکردی که بر مبنای این تصور ساخته شود، مخالف است، زیرا بحران‌هایی که در قلمرو آموزش علم پدید آمده و یا پدید می‌آید؛ اغلب تحت تأثیر چنین رویکردی شکل می‌گیرند؛ بحران‌هایی که در فضاهای آموزشی، ابتدا به‌صورت گریزان شدن دانش‌آموزان از علم و کم‌علاقگی آن‌ها به کلاس‌های علمی و سپس به‌صورت کاهش سطح سواد علمی بروز می‌کند. نمونه‌ای از این بحران‌ها در دهه‌های ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰ در ایالات متحده به‌وجود آمد: «در دههٔ ۱۹۸۰ در ایالات متحده هر سال ۶۰۰ نفر از فارغ‌التحصیلان دورهٔ کارشناسی علوم وارد حرفهٔ معلمی شده‌اند درحالی‌که ۸۰۰۰ نفر آن را ترک کرده‌اند. در ۱۹۸۶، ۷۱۰۰ دبیرستان ایالات متحده فاقد دورهٔ آموزش فیزیک و ۴۲۰۰ دبیرستان، فاقد دورهٔ شیمی بوده‌اند. در ۱۹۹۰ تنها چهار مدرسهٔ دولتی بودند که دورهٔ سه ساله در آموزش علوم داشتند و نتیجه این شد که فارغ‌التحصیلان دبیرستانی زیادی داشتیم که فقط دو سال آموزش علوم داشتند. بدون توجه به آمار سنوات، هفتاد درصد کل دانش‌آموزان مدرسه در اولین فرصتی که به‌دست می‌آوردند از علوم فرار می‌کردند. این موضوع به خوبی نشان می‌دهد که چرا در ۱۹۸۶ کمتر از یک پنجم فارغ‌التحصیلان دبیرستان‌ها اصلاً فیزیک نخوانده‌اند. در سال ۱۹۹۱ کمیسیون علم، فناوری و حکومت در بنیاد کارنگی هشدار داد افول آموزش علم با قدری جدی است که خطری بزرگ برای آیندهٔ ملت‌ها محسوب می‌شود.»[۱۶]

نمونهٔ بارز چنین بحرانی هم اکنون در ایران نیز وجود دارد[۱۷] که در ریشه‌یابی آن‌ها اغلب سعی می‌شود مسائل روان‌شناختی و شرایط زندگی اجتماعی به‌عنوان علت‌های اصلی معرفی شوند. غافل از اینکه چنین بحران‌هایی در سطح بین‌المللی و به‌دلیل رویکردهای نامناسب در آموزش به‌وجود آمده‌اند. به‌وجود آمدن همین بحران‌ها بود که انجمن گسترش علوم آمریکا (AAAS)[۱۸] را واداشت تا در سال ۱۹۸۵ م. با اجرای طرحی به نام «طرح ۲۱۰۶» در فلسفهٔ آموزش خود تجدیدنظر کند. در گزارش سال ۱۹۸۹ این انجمن، در تعریف شخص «باسواد علمی» آمده است: «از نظر علمی، شخصی باسواد محسوب می‌شود که؛ واقف باشد علوم، ریاضیات و فناوری، فعالیت‌های بشری وابستهٔ به هم هستند و نقاط قوت و ضعف خاص خود را دارند، مفاهیم و اصول اساسی علم را بفهمد، با جهان طبیعت آشنا شود و وحدت و کثرت مندرج در آن را تشخیص دهد و بالاخره دانش علمی و روش‌های علمی تفکر را برای نیل به اهداف شخصی و اجتماعی مورد استفاده قرار دهد.» (AAAS ۱۹۸۹)[۱۹]. رویکردی که AAAS در آموزش اتخاذ کرده بود اهداف همه‌جانبه‌ای را دنبال می‌کرد که در گزارش ۱۹۸۹ طی دوازده فصل با عناوین ریاضیات، فناوری، جهان فیزیکی، فلسفهٔ علم، تاریخ علم، محیط‌زیست، اندامگان انسان، جامعهٔ انسانی، طراحی جهان و... به تفصیل ارائه شده بود. در نزد معتقدان به رویکرد همه‌جانبه، فلسفهٔ آموزش، منطبق برچنین نگاه جامعی به آموزش علم است.

توجه به ماهیت علم

رویکرد همه‌جانبه در آموزش علوم مبتنی بر این است که در تدریس یک موضوع علمی باید ماهیت خود آن علم را نیز، حتی‌الامکان برای دانش‌آموزان روشن کرد. پرسش از ماهیت علم اساساً پرسشی فلسفی است. بنابراین، توجه به این پرسش در کلاس درس، کتاب درسی و... به‌معنای ترویج تفکر فلسفی در کلاس است. از این نکته نباید برآشفت و گمان کرد که فضای آموزش علم، انحرافی به‌سمت مسائل انتزاعی فلسفه خواهد داشت. بلکه تفکر فلسفی با موضوع علم، چنانچه با مهارت اعمال شود می‌تواند به مفهومی شدن کتاب‌های درسی علوم و کلاس‌های آن و ارتباط ذهنی دانش‌آموزان با مادهٔ درسی کمک شایانی بکند.

یکی از اشکال‌های جدی که به رویکردهای نظری و کاربردی گرفته می‌شود این است که با این رویکردها نمی‌شود تدریسی مفهومی، به‌معنی واقعی، از یک موضوع علمی ارائه داد. زیرا فهم عمیق از یک موضوع، زمانی حاصل خواهد شد که هرگونه تحلیل از آن، با تحلیلی فلسفی همراه شود. تحلیل و تفکر فلسفی دربارهٔ علم به دو صورت می‌تواند در آموزش اعمال شود: اول ایضاح ماهیت علم، و دوم باایضاح مفاهیم علمی از قبیل لختی و انرژی و... . تجربهٔ شخصی نگارنده نشان می‌دهد که ارائهٔ این دو توضیح به‌صورت جدا از هم امکان‌پذیر نیست لذا نتیجهٔ رضایت‌بخش، زمانی حاصل می‌شود که ما این دو کار را با هم انجام دهیم. به‌عنوان مثال اگر در کلاس فیزیک، برای فهم هر چه بیشتر دانش‌آموز، قصد داشته باشیم ماهیت علم فیزیک را بر دانش‌آموز روشن کنیم باید این کار را در ضمن آشنا نمودن او با مفهوم انرژی و لختی و مانند این‌ها انجام دهیم. چنین روشی از طرفی ماهیت فیزیک و از طرف دیگر ماهیت خود آن مفهوم را بسیار روشن خواهد کرد. نکتهٔ اخیر، به‌خوبی تفاوت یک کلاس آموزش همه‌جانبهٔ علم را با کلاس فلسفهٔ علم آشکار می‌کند. در فلسفهٔ علم معمولاً مباحث، صورت انتزاعی محض دارند درحالی‌که در کلاس آموزش علم، به‌دلیل ارائهٔ تلفیقی مسائل فلسفهٔ علم با نظریه‌ها و مفاهیم، به‌هیچ‌وجه مباحث از حالت ملموس خارج نمی‌شوند.[۲۰]

مسائل فلسفهٔ علم که باید در آموزش علم مورد توجه قرار گیرند عمدتاً از نوع معرفت‌شناختی[۲۱] هستند و پاره‌ای از آن‌ها عبارت‌اند از:

۱. دانشمند چگونه به یک مسئلهٔ خاص علم پیدا می‌کند؟ به‌عنوان مثال چرا گالیله متوجه شد سقوط آزاد حرکتی است با

رویکرد همه‌جانبه در آموزش علوم مبتنی بر این است که در تدریس یک موضوع علمی باید ماهیت خود آن علم را نیز، حتی‌الامکان برای دانش‌آموزان روشن کرد. پرسش از ماهیت علم اساساً پرسشی فلسفی است

نکتهٔ ظریفی که در بیان متیوس وجود دارد این است که در روش‌های فعلی که عمدتاً روش‌هایی مبتنی بر رویکرد نظری هستند، تفاوت‌های سنی به هیچ‌وجه مورد توجه قرار نمی‌گیرد

شتاب ثابت ولی فلاسفهٔ طبیعی قبل از او به این مسئله علم پیدا نکردند؟

۲. نظریه‌های علم جدید نظریه‌هایی دربارهٔ جهان واقعی‌اند؛ معنای این جمله چیست؟

۳. تأیید یا رد یک نظریهٔ علمی بر چه اساسی صورت می‌گیرد؟

۴. تبیین[۲۲]های علمی چه ویژگی‌هایی دارند؟

۵. نظریه‌های علمی تا چه اندازه از استحکام و اطمینان برخوردارند؟

۶. جایگاه ریاضیات در صورت‌بندی علوم چیست؟

۷. مفاهیم علمی چه تفاوت‌هایی با هم دارند؟ کدام مفاهیم را «تجربی» و کدام مفاهیم را «نظری» می‌گویند و وجه تمایز آن‌ها چیست؟

۸. ایده‌آل‌سازی در علم یعنی چه و این امر چگونه به ریاضیاتی شدن علم کمک می‌کند؟ آیا نظریه‌هایی که در این شرایط ارائه می‌شوند قابل تطبیق با جهان واقعی هستند؟

۹. مفهوم «قانون» در علم چیست؟ اعتقاد به «وحدت» طبیعت در مقابل «کثرت» چگونه در این مفهوم متجلی می‌شود؟

۱۰. روش‌های علمی کدامند؟ دانشمندان در کجاها و از چه روش‌هایی استفاده می‌کنند؟

مسائلی از نوع مسائل متافیزیکی نیز وجود دارد که می‌تواند مورد توجه آموزش علوم قرار بگیرد. از جمله مسئلهٔ واقع‌گرایی - ابزارگرایی[۲۳] است که به دانش‌آموز یاد می‌دهد که باید بین «جهان علم» و «جهانی که علم می‌خواهد آن را توصیف کند» تمایز قائل شود.

لازم به یادآوری است که ورود چنین مسائلی به کلاس‌های درس به این معنا نیست که علم بایستی رنگ و بوی مکتب خاصی از مکاتب فلسفهٔ علم مانند استقراءگرایی، ابطال‌گرایی، فلسفهٔ علم کوهنی، واقع‌گرایی - ابزارگرایی و غیره را بگیرد. اتفاقاً برعکس، چنانچه این مسائل به روشی که در بخش بعد گفته خواهد شد، در کلاس طرح شوند، موجب ایجاد فکر در ذهن دانش‌آموز خواهند شد و این هدفی است که امروزه بسیاری از برنامه‌ریزان درسی می‌کوشند با چیدمانی خاص و تغییراتی اساسی در نحوهٔ ارائهٔ دروس، به آن نایل شوند. اما روشی که مدنظر ماست «مبنا قرار دادن تاریخ علم در تدریس» است. منبعی که، چون گنجینه‌ای مسکوت، اگر با رویکرد مناسب مورد استفاده قرار گیرد، ایضاح ماهیت علم، مفاهیم و نظریه‌های علمی را به بهترین شکل به‌همراه خواهد آورد و به‌علاوه جوانب دیگری از علم را برای فراگیر، روشن خواهد کرد، به‌طوری‌که می‌توان گفت آموزش همه‌جانبهٔ علم تحقق پذیرفته است.

تاریخ علم مبنای تدریس علوم

تاریخ علم بستر بیان چگونگی تکوین نظریه‌های علمی است. در رویکرد همه‌جانبه اعتقاد بر این است که این بستر می‌تواند زمینهٔ مناسبی نیز برای یادگیری همه‌جانبه از علم فراهم کند. اغلب در کتاب‌های آموزشی علوم، آن دسته از کتاب‌هایی که معتقد به بیان تاریخ علم در ضمن مطالب هستند، دوگونه توجه به تاریخ علم را شاهد هستیم. در بعضی از کتاب‌ها، فقط آن بخش‌هایی از تاریخ علم که جنبهٔ تقویمی و داستانی دارد، طوری در حاشیه یا متن کتاب طرح می‌شود که کاملاً مشخص است در متن با یک موضوع اصلی روبه‌رو هستیم و این مطالب نیز به آن‌ها ضمیمه شده است؛ به‌گونه‌ای که حذف آن‌ها هیچ خللی در بحث وارد نخواهد کرد. این نحوهٔ توجه به تاریخ علم مدنظر رویکرد همه‌جانبه نیست و چنین دیدگاهی را با کاری که در آموزش همه‌جانبه انجام می‌گیرد بیگانه می‌داند. آنچه در اینجا مورد نظر است این است که نظریه‌های علمی در بافت تاریخی‌شان و همراه با مسائلی از سنخ مسائل فلسفهٔ علمی آن‌ها به‌صورت تلفیقی ارائه شوند. به‌عنوان مثال در موضوع «حرکت پرتابی» در فیزیک، ابتدا به این مسئله توجه شود که این موضوع برای اولین بار چگونه در تاریخ فیزیک مطرح شد؟ آیا روشی که گالیله برای بررسی آن به‌کار گرفت - روش تحلیل هندسی - یک روش بدیع بود یا روشی مشابه آن‌چه قبلاً نیز وجود داشت؟ همچنین در موضوع «قانون شکست نور»، باید ابتدا فهمید این مسئله که «آیا با داشتن زاویهٔ تابش می‌توان زاویهٔ شکست را پیدا کرد؟» چگونه به دغدغهٔ ذهنی فلاسفهٔ طبیعی قرن شانزدهم تبدیل شده بود و سرانجام چگونه و با چه روشی این مسئله توسط دکارت حل شد؟ چگونه پای مثلثات به این موضوع باز؟ و موضوع‌هایی از این قبیل.

اما عملاً چگونه می‌توان این روش تلفیقی را در آموزش علم پیاده کرد؟ متیوس با اشاره به این مسئله از راهکارهایی در این زمینه نام می‌برد: «روش‌های مختلفی هست که معلمان می‌توانند تاریخ علم را به کلاس درس وارد کنند: از جمله از طریق در سالهها، بازتولید آزمایش‌های تاریخی، بازسازی‌های نمایشی و ایفای نقش[۲۴]های مناظره‌ها و وقایع تاریخی، چهره‌پردازی‌هایی از شخصیت‌های اصلی، رساله‌ها، طرح‌های فردی و گروهی، خواندن و تفسیر منابع اصلی. طرح‌ها و زندگی‌نامه‌ها برای بچه‌های مدارس ابتدایی، بهترین گزینه است. حمام ارشمیدس، فشار هوا، شکارچی‌های میکروب، کوپرنیک و... همه عناوینی هستند که نوجوانان را می‌توانند جذب خود سازند.»[۲۵]

نکتهٔ ظریفی که در بیان متیوس وجود دارد این است که در روش‌های فعلی که عمدتاً روش‌هایی مبتنی بر رویکرد نظری هستند، تفاوت‌های سنی به هیچ‌وجه مورد توجه قرار نمی‌گیرد. به‌عنوان مثال، در کشور ما کتاب‌های علوم دورهٔ ابتدایی از همان آغاز اصرار دارند به دانش‌آموزان بگویند «کار چیست؟»، «نیرو چیست؟» و... همان مفاهیمی که بعدها در کتاب‌های علوم دورهٔ راهنمایی و فیزیک و شیمی و زیست‌شناسی و زمین‌شناسی دورهٔ دبیرستان بارها به‌صورت مکرر با تفاوتی که نویسندهٔ کتاب، با در نظر گرفتن گروه سنی، اعمال کرده، ظاهر می‌شود. روش تاریخی به بهترین شکل می‌تواند این دوره‌های مختلف را مورد توجه قرار دهد. روشن است که نگارش کتاب‌های درسی که از طرفی بتوانند

مورد استفادهٔ آموزشی قرار بگیرند و از طرف دیگر تاریخ علم را به شیوه‌ای مناسب مورد بررسی قرار دهند به تلاشی وافر و افرادی صاحب‌نظر و با دید وسیع نیاز دارد. خوشبختانه چنین تلاش‌هایی، مخصوصاً در علم فیزیک، صورت گرفته است که می‌تواند به‌عنوان منبع درسی مورد استفاده قرار گیرد.[۲۶] نکتهٔ قابل ذکر که می‌توان در توضیح هر نظریه‌ای به منابع اصلی آن‌ها اشاره کرد. این کار، یک حسن بزرگ خواهد داشت و آن، اینکه کتاب‌های بزرگی در مورد این کتاب‌ها این است چون «دو علم جدید» گالیله، «اصول ریاضی فلسفهٔ طبیعی» نیوتون، «اپتیک» هویگنس، «منشأ انواع» داروین و غیره را از انزوا خارج و به جامعه معرفی خواهد کرد. چه دلیلی وجود دارد که کتاب‌های کلاسیک فلسفه و ادبیات این همه بازار گرمی داشته باشند و در مقابل کتاب‌های کلاسیک علم چنین فراموش شده باشند، جز این نگرش غلط که می‌خواهد گذشتهٔ علم را با عینک امروز ببیند. توضیح اینکه، در نیمه‌های قرن بیستم میلادی تحولی در عرصهٔ تاریخ علم‌پژوهی به‌وجود آمد که به سختی، این نگرش را به چالش کشید. کسانی چون هربرت باترفیلد، الکساندر کویره، پیردوئم، آرتور برت و... که سرآمد این تحول بودند عنوان می‌کردند که نظریه‌های علمی را باید در بافت فرهنگی، تأسیساتی، عقیدتی، دینی و فلسفی آن‌ها مورد مطالعه قرار داد. آن‌ها می‌گفتند برای شناخت نظریه‌ای که در زمانه‌ای خاص ارائه شده است، باید کلاه فکری آن زمانه را به سر کرد.[۲۷] نگاه به تاریخ علم در روش تلفیقی، باید چنین نگاهی باشد.

مایکل متیوس در کتاب خود، هفت دلیل در جهت لزوم استفاده از **تاریخ علم** در آموزش، اقامه می‌کند[۲۸]:

۱. تاریخ علم موجب درک بهتر مفاهیم و روش‌های علمی می‌گردد.

۲. تاریخ علم بستر ذهنی رشد تفکر فردی را به بستری که ایده‌های علمی در آن تکوین یافته‌اند متصل می‌گرداند.

۳. تاریخ علم ذاتاً ارزشمند است. وقایع مهم تاریخ علم و فرهنگ، از جمله انقلاب علمی، نظریهٔ داروین، کشف پنی سیلین و غیره، باید برای دانش‌آموزان تفهیم شوند.

۴. تاریخ علم برای فهم ماهیت علم ضروری است.

۵. تاریخ علم به مقابلهٔ با علم‌زدگی افراطی و تحجر که در متون و دوره‌های علمی شایع است، می‌پردازد.

۶. تاریخ علم با واکاوی زندگانی دانشمند و زمانهٔ او، موضوع‌های علمی را انسانی و ضمن کاهش ابعاد انتزاعی آن، دانش‌آموز را درگیر آن می‌کند.

۷. تاریخ علم با ایجاد ارتباط میان شاخه‌های علمی با یکدیگر و با گونه‌های دیگر دانش، ماهیتی تلفیقی و وابسته به هم، از دستاوردهای بشری به نمایش می‌گذارد.

ما به‌منظور طولانی نشدن مقاله از تفصیل یکایک این دلیل‌ها صرف‌نظر می‌کنیم و تنها به توضیح در مورد دلیل (۲) و (۷) بسنده می‌کنیم. در دلیل (۲) منظور این است که تکوین علم در تاریخ، فرایندی مشابه با فرایند تکوین علم در ذهن دانش‌آموز دارد. معلمان از این نکته می‌توانند بهره‌های فراوان ببرند. به‌عنوان

مثال وقتی گالیله نظریه‌های مهم خود در مورد حرکت آونگ، مثل «نوسان نامیرای آونگ در شرایط خلأ»، «بستگی دورهٔ تناوب نوسان با جذر طول نخ و مستقل بودن آن از جرم گلوله و دامنهٔ نوسان» را ارائه داد دانشمند دیگری به نام «دل مونته[۲۹]» به او ایراد گرفت که آنچه او بیان می‌کند در مورد آونگ‌های واقعی درست نیست. چنین چالشی ذهن دانش‌آموز صد سال پیش از این و دانش‌آموز زمانهٔ ما را نیز مشغول خود خواهد کرد. بنابراین معلم می‌تواند با توضیحی در خور این مسئله، مشکل ذهنی دانش‌آموز را برطرف کند؛ توضیحی که البته بهتر است با اشاره به پاسخ گالیله به دل‌مونته صورت گیرد.

دلیل (۷) اشاره به این دارد که در تدریس علم همراه با تاریخ، باید از ارتباط‌هایی که این نوع شناخت با انواع دیگر دارد، سخن گفت. علم در تعامل با ریاضیات، فلسفه، فرهنگ و اقتصاد رشد کرده است. بنابراین چنانچه با روشی تلفیقی به مطالعهٔ علم در تاریخ بپردازیم علاوه بر فهم متعالی از علم و نظریه‌های علمی (دلایل ۴ و ۱) در کلاس علم با ریاضیات، فلسفه و... نیز آشنا خواهیم شد. چنین شیوه‌ای برای دوره‌های آموزش عمومی نتیجهٔ بسیار پربرکتی دارد و سرانجام به «باسواد» شدن دانش‌آموزان منجر خواهد شد. آیا این عجیب نیست، دانش‌آموزان دورهٔ دبیرستان که فیزیک می‌خوانند حتی دوره‌ای دو ساعته در درس فلسفه را نگذرانده باشند؟[۳۰]

رویکرد آموزش همه‌جانبه در آموزش علم ممکن است از چند جهت مورد نقد قرار گیرد که با توجه به توضیحاتی که در بخش‌های قبل دادیم بعضی از این انتقادها به‌راحتی قابل پاسخگویی‌اند

انتقادها

رویکرد آموزش همه‌جانبه در آموزش علم ممکن است از چند جهت مورد نقد قرار گیرد که با توجه به توضیحاتی که در بخش‌های قبل دادیم بعضی از این انتقادها به‌راحتی قابل پاسخگویی‌اند. مثلاً اگر گفته شود که چه لزومی هست که در آموزش علوم علاوه بر نظریه‌ها، چیزهایی نیز دربارهٔ خود علم گفته شود، پاسخ خواهیم داد آموزش نظریه‌ها به تنهایی، آموزشی ناقص و ابتر است. چه از نظر فهم خود آن نظریه‌ها و چه از نظر نتایجی که به بار می‌آورد. یا اگر این اشکال مطرح شود که امکان اجرای آموزش همه‌جانبه وجود ندارد یا بسیار سخت است، پاسخ خواهیم داد که تجربه‌های قبلی، از جمله تجربهٔ «طرح هاروارد» در فیزیک، نشان می‌دهد این کار شدنی است و تنها لازم است چند صاحب‌نظر در علم، تاریخ علم و فلسفهٔ علم با کاری جمعی، متون اولیهٔ آن را تدارک ببینند. باز، ممکن است اشکال گرفته شود که چون معلمان علوم، آموزشی در این راستا ندیده‌اند اجرای این طرح، عملاً امکان‌پذیر

نیســت که باید گفت: «می‌توان زمینهٔ این آموزش را آماده کرد و معلمان را، مشــابه آنچه از سال‌ها قبل در بعضی جاهای دنیا مثل فرانسه و استرالیا انجام می‌گیرد، در دورهٔ آموزش، کارشناسی آن‌ها را با فلســفهٔ علم و تاریخ علم آشنا کرد. اما نوعی دیگر از انتقادها هســت که متوجه توجه به تاریخ علم در این رویکرد اســت. این انتقادها را متیوس در دو نوع مطرح کرده و به آن‌ها پاسخ می‌دهد[۳۱]. نوع اول، اشکالاتی است که از جانب مورخان علم گرفته می‌شود، به این مضمون که استفاده از تاریخ علم در آموزش، به سبب دیکته کردن اهداف آموزشــی و نیز به ســبب محدودیت‌ها و قالب‌های ذهنی دانش‌آموزان، آن درس را به یک شــبه تاریخ تبدیل خواهد کرد. اشــکالاتی نیز از جانب دانشمندان مطرح است که معتقدند تدریس علم با مبنا قرار دادن تاریخ علم، به ســبب واگرایی‌ای که در آموزش ایجاد می‌کند، با اهداف جامعهٔ رو به پیشــرفت علمی ناسازگار است. اشکال اخیر با توجه به آموزه‌های فلسفهٔ علم کوهنی شدت بیشتری گرفته است، به‌ویژه آنکه خود کوهن در بعضی جاها صراحتاً بر این نکته پافشــاری کــرده که اگر همگرایی خاصی در جامعهٔ آموزشی علمی، بر روی یک پارادایم خاص وجود نمی‌داشت، علم به پیشرفتی که هم‌اکنون دارد نائل نمی‌شد.[۳۲] اما نوع دیگری از انتقادها هم می‌تواند وجود داشته باشد که - به‌دلیل تصور غلطی که معمولاً در جوامع علمی غیرآشنا به تاریخ‌پژوهی جدید و فلسفهٔ علم نســبت به تاریخ علم وجود دارد - توجه به تاریخ علم را صرفاً برای افزایش اطلاعاتی دربارهٔ زندگی دانشمندان و تقویم علم مفید می‌دانند. این عده چنانچه با هشــدارهایی از سنخ هشدار کوهن روبه‌رو شوند به‌طوری‌که او در ابتدای کتاب «ساختار انقلاب‌های علمــی» می‌گوید: «تاریــخ، چنانچه چیزی بیش از گاه‌شــماری حکایت‌نگاری دانسته شــود، می‌تواند تصویری را که از علم داریم دگرگــون کند»، باید خود را مکلف کنند که در مورد نگرش‌هایی جدید به تاریخ علم بیشتر تأمل و مطالعه کنند.

بــا توجه به توضیحاتی که در بــالا دادیم، مهم‌ترین انتقادها، انتقادهایی است که مورخان، و به‌خصوص دانشمندان و فیلسوفان علم هــم‌رأی با کوهن، به رویکرد همه‌جانبه کرده‌اند. پاســخ این انتقادها‌چیست؟

بایــد تصدیق کرد که روش اســتفاده از تاریــخ علم نیازمند ساده‌ســازی و توجــه به قســمت‌هایی خــاص و کمرنگ کردن قســمت‌هایی دیگر و جرح و تعدیل‌هایی از این دســت است. این ســبک رفتار با تاریخ علم به‌هیچ‌وجه با آن اهدافی که در رویکرد همه‌جانبه داشتیم منافات ندارد. هدف ما این است که با استفاده از تاریخ علم، نظریه‌ها را در بافت آن‌ها مطالعه کنیم تا هم این نظریه‌ها و مفاهیم علمی را خوب متوجه شویم و هم تصویر درستی از علم و کار علمی داشته باشیم. هدف این نیست که پیچیدگی‌های تاریخ علم را به رخ بکشــیم و احیاناً در جهت حل آن‌ها باشیم. بنابراین هدف ما این اجــازه را می‌دهد، طوری با تاریخ علم برخورد کنیم کــه همگرایی لازم در کلاس‌هــای درس از بین نرود. آن‌هایی‌که می‌گویند در آموزش علم باید تاریخ علم را مبنا قرار داد حرفشان این نیست که کلاس علمی را به کلاس تاریخ علم تبدیل کنیم بلکه منظورشــان این است که با حفظ همگرایی، تدریس را به‌گونه‌ای انجــام دهیم که فقط به نتیجه‌ها اکتفا نشــود و از افقی بالاتر به آن‌ها نگریســته شود. بدیهی است که این کار، محتوای تدریس را به‌شدت دگرگون خواهد کرد، اما اینکه حتماً آن را پراکنده خواهد کرد حرف درســتی نیست. ما از روشــی که خود دانشمندان در رویارویی با طبیعت دارند می‌توانیم الهام بگیریم و کاری مشابه را مبنای آموزش همه‌جانبه قرار دهیــم. آن‌ها معمولاً آن چیزی را که در جهان واقع هســت، با تمام پیچیدگی‌هایش یک‌جا مطالعه نمی‌کنند. بلکه ساده‌ســازی‌هایی را انجام می‌دهند، عوامل مخلی را حذف می‌کنند و فرض‌هایی را مطرح می‌کنند که در نگاه اول، این شائبه را به ذهن می‌آورد که آیا علمی با این اوصاف، می‌تواند توصیف‌گر جهان واقع باشــد؟[۳۳] پیشرفت علم نشان داده است که می‌تواند، اما همیشه باید جا را برای این تذکر بازگذاشت که نباید تصویر علمی جهان را با خود جهان اشــتباه گرفت[۳۴]. کاری که در رویکرد همه‌جانبه با تاریخ علم انجام می‌گیرد می‌تواند به همین نحو باشد. ما در مواجههٔ با تاریخ علم با موضوعی پیچیده روبه‌رو هستیم. اما وقتی درخصوص مسئله‌ای خاص به تاریخ علم مراجعه می‌کنیم می‌خواهیم ببینیم این مسئله به چه صورت در تاریخ مورد بحث قرار گرفته است، رویکردهای دانشمندان مختلف در برخورد با آن چگونه بوده است، این مسئله چه جایگاهی در کل شاکلهٔ علم دارد و... همهٔ این کارها می‌تواند با تمرکز بر یک موضوع خاص و حفظ همگرایی صورت گیرد.

یکی از منتقدان تذکر داده است[۳۵] که دانش‌آموزان رشته‌های علمی، برعکس دانش‌آموزان دیگر رشــته‌ها، حالت ذهنی همگرا دارند و فقط دنبال پاسخ‌های درست هستند. اگر معنای این حرف این باشد که دانش‌آموزان علوم فقط میل دارند نظریه‌های علمی را بدانند و لاغیر، حرف اشتباهی است. چون اغلب این دانش‌آموزان، از این شیوه تدریس به ستوه آمده‌اند و تشنهٔ تدریس‌های مفهومی‌اند[۳۶]. تدریس‌هایی که طبق توضیح‌های قبلی گفته شــده، در آن‌ها به ماهیت علم نیز توجه می‌شود؛ اگر هم معنایش این است که آن‌ها می‌خواهند بدانند که علم در مورد جهان چه می‌گوید، می‌توان از همان آغاز به آن‌ها یاد داد که برای فهم جهان از منظر علم باید خود علم را هم شناخت. باید گفت که چه نگاه‌های متفاوتی به جهان در علم وجود داشته. آیا نگاه علمی به جهان نگاهی است واحد؟ یا در آن تکثر وجود دارد؟

انتقاد شبه‌تاریخ شدن درس‌های علمی، انتقاد دیگر مورخان به «رویکرد همه‌جانبه» بود. این انتقاد، خود به دو صورت مختلف طرح شــده اســت. ۱. تاریخی که در دوره‌های آموزش علم عرضه شود، به‌دلیل اینکه در خدمت آموزش است، شبه تاریخ خواهد بود. ۲. تاریخی که در دوره‌های آموزشی عرضه می‌شود به‌دلیل اهداف و محدودیت‌های شخص متعلم شبه‌تاریخ خواهد بود.

مورد (۱)، درســت عکس انتقاد همگرایی و واگرایی را مطرح می‌کنــد؛ به این معنا که معتقد اســت تاریخ علــم با دید همگرا،

باید تصدیق کرد که روش استفاده از تاریخ علم‌نیازمند ساده‌سازی و توجه به‌قسمت‌هایی خاص و کمرنگ کردن‌قسمت‌هایی دیگر و جرح و تعدیل‌هایی از این دست است

سازگاری ندارد، و چون در آموزش، این دید همگرا، لزوماً وجود خواهد داشت، تاریخ علم دچار تحریف خواهد شد. مورد (۲) قدری متفاوت‌تر از این، تحریف تاریخ را نه به همگرایی نگاه متعلمان بلکه به عوامل درونی و بیرونی علم نسبت می‌دهد که می‌تواند تاریخ‌نگاری علمی را با مشکل مواجه کند. برای مثال، تأثیر گرفتن تاریخ‌نگاری‌ها از نگاه‌های ایدئولوژیک (عامل بیرونی) و تصویری که معلم از علم دارد (عامل درونی)، به تاریخ عرضه شده در کلاس شکل خاصی می‌دهند. در پاسخ به هر دو شکل این انتقاد باید گفت که نباید استفادهٔ از تاریخ را با تاریخ علم‌نگاری اشتباه گرفت، زیرا معلم، به آن معنا که در این انتقادها مطرح شده، مورخ نیست. تحریف تاریخ، آنگاه خطرساز خواهد بود که مورخی به‌جای توجه به همهٔ جوانب، روی نکاتی خاص متمرکز شود (دید همگرا) یا مکتبی عقیدتی، نگرش او را تحت تأثیر قرار دهد و یا با فلسفهٔ علمی خاص به تاریخ علم نظر کند (شبیه آنچه ایمره لاکاتوش[۳۷]، آن را «بازسازی معقول تاریخ علم» خوانده است). این‌ها همه در ساحت تاریخ‌نگاری مسائلی جدی‌اند و در ساحت آموزش، خطری محسوب نخواهند شد. برعکس، آوردن تاریخ علم و طرح آن در کلاس دبیرستان خدمتی به تاریخ علم محسوب خواهد شد، هم‌چنان که خدمتی به فلسفهٔ علم نیز هست.

پی نوشت ها

۱. کلمهٔ علم در این مقاله دلالت بر علم به معنایی دارد که در زبان و متون علمی انگلیسی science نامیده می‌شود.

۲. مایکل متیوس در کتاب «آموزش علم: نقش فلسفهٔ علم و تاریخ علم» از این اشخاص چنین نام برده: توماس هاکسلی، هنری آرمسترانگ و ت.پ. نان در انگلستان، جان دیوئی در ایالات متحده، و ارنست ماخ و ج. ف هربرت در آلمان. برای مطالعهٔ مفصل تاریخچهٔ آموزش علم فصل دوم کتاب متیوس را ببینید:
Michael Matthews 1994: sience teaching, the role of history and philophy of science

4. Mattews 1994.p.12
5. Ibid p.13
6. Ibid p.49
7. Ibid p.97
8. J.B.conant

توماس کوهن، در مقدمهٔ کتاب خود «ساختار انقلاب‌های علمی» از کونانت به‌عنوان اولین کسی نام می‌برد که او را به سمت تاریخ علم کشاند و متوجه «ماهیت تاریخی علم» نمود. مراجعه کنید به «ساختار انقلاب‌های علمی» ترجمهٔ عباس طاهری: دیباچه

9. Case study approach
10. Conannt 1945: General Education in a free society: Report of Harvard Committee from Matthews ۱۹۹۴,p.۵۴

۱۱. طرح فیزیک هاروارد هولتون، رادرفورد و واتسون. واحد ۱ ترجمهٔ فارسی - احمد خواجه‌نصیر طوسی و هوشنگ شریف‌زاده، صفحهٔ ۶.

همان: مقدمه.۱۲
13.Matthews 1994 p.6
14. New South Wales

۱۵. چنین تصوری از علم را توماس کوهن در کتاب خود با نام «ساختار انقلاب‌های علمی» به چالش کشیده است. این تصور به‌دلیل تأکید بر انبار اطلاعات درست در علم «تصور انباشتی» خوانده می‌شود. کوهن در کتاب خود تصوری دیگر به نام «تصور پارادایمی» را جایگزین آن می‌کند.

16. Matthews 1994: p.xv

۱۷. بحران آموزش در کشور ما فقط شامل علم (به‌معنای خاص) نمی‌شود بلکه به‌دلیل وجود معضلی به‌نام «کنکور» به همهٔ دانش‌ها سرایت کرده است. نگارنده که در جو آموزشی کشور و در سه منطقهٔ مختلف حضور مستمر داشته، به یاد ندارد که در ده سال اخیر در یک جلسهٔ شورای دبیران شرکت کرده باشد و موضوع اصلی آن جلسه «مقابله با افت تحصیلی؟!» نبوده باشد.

18. American Association for the Advancement of Science
19. Matthews 1994 p.36

۲۰. مایکل متیوس از طرفداران این شیوهٔ پرداخت به موضوع، حتی در سطوح دانشگاهی فلسفهٔ علم است. یکی از برنامه‌هایی که خود او در استرالیا عملی کرده این است که به معلمان و دبیران علوم در دورهٔ کارشناسی دانشگاه، درس فلسفهٔ علم را تدریس کرده است.

نحوهٔ تدریس او به این صورت بوده که ابتدا متونی را از گالیله، نیوتن، هویگنس، بویل، داروین و... فراهم آورده و سپس آن مسائلی را که در فلسفهٔ علم امروز شناخته شده‌اند با بررسی دقیق آن متن‌ها آموزش داده است. متیوس عنوان می‌کند که معلمان علوم از این شیوه حالت شعف خاصی پیدا کرده بودند و به نقل از یکی از معلمان گفته است: «معلمان تشنهٔ چنین آموزشی هستند.»

21. Epistemological
22. explantions
23. Realism - Instrumentalism
24. Role -play
25.Matthews 1994 p.70

۲۶. کتاب‌های «طرح فیزیک هاروارد» اثری با این ویژگی هستند که در رأس نویسندگان آن‌ها، جرالد هولتون، استاد فیزیک دانشگاه هاروارد، فیلسوف و مورخ برجسته علم قرار دارد. نوع گرایش هولتون در فلسفهٔ علم نمونهٔ خوبی است که به ما نشان دهد پژوهش در فلسفهٔ علم همیشه به‌معنای متداول آن، تجویزی نیست بلکه می‌تواند توصیفی باشد. نگرشی که بیشتر با اهداف آموزش تلفیقی سازگاری دارد. متیوس در کتاب خود به کتاب‌های زیست‌شناسی که «شواپ» به همین سبک نوشته نیز اشاره می‌کند.

۲۷. جملهٔ مشهور باترفیلد

28.Matthews 1994 p.52
29. Del Monte

۳۰. در کشور ما درس فلسفه فقط در سال‌های سوم و چهارم دبیرستان برای رشته‌های علوم انسانی تدریس می‌شود و دانش‌آموزان رشته‌های ریاضی فلسفه نمی‌خوانند.

31 . Matthews 1994 p.71-80

۳۲. برای مطالعهٔ دیدگاه کوهن مراجعه کنید به مقالهٔ «اصطکاک اساسی» او در Essential Tension. این مقاله در کتاب «دیدگاه‌ها و برهان‌ها» اثر شاپور اعتماد به فارسی برگردانده شده است.

۳۳. گالیله در مطالعهٔ آونگ، ساده‌سازی‌هایی انجام داد، همان‌طور که اشاره شد، ریاضیدان بزرگ هم عصر او دل‌مونته به او اشکال گرفت و گفت: «آیا گالیله با چنین روشی می‌خواهد جهان واقعی را توضیح دهد؟! می‌دانیم روشی که گالیله در آونگ و مسائلی نظری حرکت پرتابی و سقوط آزاد به‌کار گرفت، بعدها روش مطالعه در فیزیک شد. به یک معنا ریاضیات هم با این ساده‌سازی‌هاست که مجوز ورود به فیزیک را دریافت می‌کند. چه، جهان پیچیدهٔ موجود اگر هم بتواند ریاضیاتی شود ریاضیات بسیار پیچیده‌ای را لازم خواهد داشت.

۳۴. این تمایز میان جهان علمی و جهان فیزیکی مورد توجه اغلب دانشمندان بوده، چنانچه در کارهای گالیله بیانی شبیه به همین موضوع دیده می‌شود. نمونهٔ دیگری که نگارنده مستقیماً با آن برخورد کرده حرف‌هایی است که ماکس پلانک در کتاب «تصویر جهان در فیزیک جدید» می‌زند. پلانک از سه جهان سخن می‌گوید: «جهان واقعی خارجی، جهان فیزیک و جهان حس. برای کسب اطلاعات بیشتر مراجعه کنید به ترجمهٔ فارسی کتاب مذکور.

۳۵. نام این منتقد را متیوس در صفحهٔ ۷۵ «آموزش علم» برشتاین و به‌عنوان مدرس تاریخ علم معرفی کرده و عبارتی را به این شکل از او نقل کرده است: «شواهد زیادی وجود دارد (تجارب شخصی من در تدریس تاریخ علم برای دانش‌آموزان علوم) که نشان می‌دهد دانش‌آموزان علمی و دانش‌آموزان دروس دیگر از منظرهای متفاوتی به جهان می‌نگرند که اگر بخواهیم آن را بدبینانه بیان کنیم، دانش‌آموزان علم در جست‌وجوی پاسخ‌های درست هستند؛ آن‌ها تفکر همگرا دارند نه واگرا.

۳۶. اینجا باید به یک نکته اشاره کنم. تدریس با رویکرد همه‌جانبه در فیزیک (به‌عنوان یکی از علوم) به هیچ‌وجه به‌معنای غیر ریاضیاتی کردن آن نیست. اتفاقاً تجربهٔ شخصی نگارنده نشان می‌دهد چنانچه در مباحث ابتدایی مانند حرکت‌شناسی و دینامیک، توضیح درخوری از ریاضی‌محور بودن فیزیک ارائه شود دانش‌آموز رغبت خواهد داشت که ریاضیات را در فیزیک مورد استفاده قرار دهد و بنابراین به هیچ‌وجه از بار ریاضیاتی کلاس کاسته نخواهد شد. من یک بار با توضیحی که در مورد فیزیک ریاضیاتی نیوتن دادم (برای این کار قسمت‌هایی از کتاب «انقلاب نیوتنی» آی. برنارد کوهن را خواندم و از آن استفاده کردم) مقدمهٔ این کار را آماده کردم و چنین نتیجه‌ای را مشاهده کرده‌ام.

37. Imre Lakatos

تحریف تاریخ، آنگاه خطرساز خواهد بود که مورخی به‌جای توجه به همهٔ جوانب، روی نکاتی خاص متمرکز شود (دید همگرا) یا مکتبی‌عقیدتی، نگرش او را تحت تأثیر قرار دهد و یا با فلسفهٔ علمی خاص به تاریخ علم نظر کند

منابع

۱. سیندبرگ، دیوید، **سر آغازهای علم در غرب**، ترجمهٔ فریدون بدره‌ای، انتشارات علمی فرهنگی، ۱۳۷۷.
۲. پلانک، ماکس، **تصویر جهان در فیزیک جدید**، ترجمهٔ مرتضی صابر، انتشارات امیرکبیر، تهران، چاپ چهارم، ۱۳۶۴.
۳. کوهن، توماس، **ساختار انقلاب‌های علمی**، ترجمهٔ عباس طاهری، نشر قصه، تهران، ۱۳۸۳.
۴. هولتون، رادرفورد و واتسون، **طرح فیزیک هاروارد**، ترجمهٔ احمد خواجه‌نصیر طوسی و هوشنگ شریف‌زاده، انتشارات فاطمی، چاپ دوم، ۱۳۷۱.
۵. اعتماد، شاپور، **دیدگاه‌ها و برهان‌ها**، نشر مرکز، ۱۳۷۵.
6. Science teaching, role of history and philosophy of science, Michael R. Matthews, Routledge, 1994.
7. Galileo and scientific revolution of the seventeenth century, Alexander Koyre, The Philosophical Review, 1943.
8. Newotonian Revolution, I. Bernard Cohen, cambridge university press, 2002 (first published 1980).

چالش‌های مکانیک کوانتومی

گفت‌وگو با استاد دکتر محمد لامعی

یاسر کاسه‌ساز

● نظر شما در مورد ویژگی موجی و ذره‌ای چیست؟ بالاخره الکترون موج است یا ذره؟

○ پاسخ مکانیک کوانتومی به این پرسش این است که شما یک حالت اولیه دارید، یک دستگاه اندازه‌گیری دارید و بعد یک نتیجه آزمایش دارید. مکانیک کوانتومی می‌گوید با این آزمایش و با این شرایط اولیه این نتیجه‌ای است که مشاهده می‌کنید. بنابراین برای خود مکانیک کوانتومی پرسشی وجود ندارد؛ یعنی تا وقتی ذره‌ای یا موجی اندازه‌گیری نشده یک «چیزی» هست که مکانیک کوانتومی متعارف یا «عمل‌گرا» اصلاً به این قسمت کاری ندارد.

● یعنی به قبل از آزمایش کاری ندارد؟

○ بله. به اینکه قبل از آزمایش این پدیده چیست و چه ماهیتی دارد و اینکه موج است یا ذره، کاری ندارد. به‌طور کلی بیان می‌دارد که ما تا زمانی‌که آزمایشی انجام نداده باشیم اصلاً نمی‌توانیم از حالت یک دستگاه حرف بزنیم، بلکه حالت دستگاه وقتی معنی دارد که آزمایشی انجام شود. بعد از آزمایش «من» به شما می‌گویم که شما چه خواهید دید. پس این پرسش اساساً برای مکانیک کوانتومی بی‌معنی است.

شاید چیزی که ما را آزار می‌دهد و اکثراً هم به آن اعتقاد داریم این باشد که «در ورای قوانین فیزیک واقعیتی است که حتی اگر آن را مشاهده نکنیم، باز هم وجود دارد»، اما مکانیک کوانتومی اعتقاد به چنین واقعیتی را رد می‌کند. این واقعیت را «واقعیت قوی» می‌نامند.

واقعیت قوی را، که اساس کار فیزیک کلاسیک تا اواخر قرن نوزدهم بود، مکانیک کوانتومی رد می‌کند، ولی شما یک «واقعیت ضعیف» دارید و آن این واقعیت است که اگر کسی آزمایشی را انجام دهد به همان نتایجی می‌رسد که افراد دیگر آن را انجام می‌دهند. به بیان دیگر «هر پدیدهٔ فیزیکی بدون مشاهده‌گر بی‌معنی است.» یعنی مکانیک کوانتومی به نوعی «انسان‌محور» یا انسان‌گراست.

تمام معادله‌های مکانیک کوانتومی خطی هستند ولی تبدیل تابع موج به یکی از مؤلفه‌هایش یک پدیدهٔ غیرخطی است. این پرسش مطرح است که این پدیدهٔ غیرخطی کجا اتفاق می‌افتد؟

در مکانیک کوانتومی هیچ چیز غیرخطی وجود ندارد: معادلهٔ شرودینگر خطی است، برهم نهی توابع موج خطی است، تداخل خطی است و ... اما در برهم‌کنش با دستگاه اندازه‌گیری، تابع موج به یکی از مؤلفه‌هایش «جهش» می‌کند. چرا؟ فیزیکِ این دستگاه اندازه‌گیری چیست که چنین اتفاقی می‌افتد؟ کجای این معادله‌ها غیرخطی است؟ آیا در مغز ما اتفاق می‌افتد؟ مغز ما نیز مجموعه‌ای از سلول‌هاست که قوانین مکانیک کوانتومی بر آن‌ها حاکم است! اگر در ذهن ما اتفاق می‌افتد، «ذهن» چیست؟

همان‌طور که ملاحظه می‌شود در پایه‌های مکانیک کوانتومی پرسش‌های عجیب و غریبی مطرح می‌شود. به‌هرحال به‌نظر می‌آید که اگر مشاهده‌گر در این مجموعه نقش داشته باشد آنگاه قبول کرده‌ایم که «فیزیک بدون مشاهده‌گر» معنی ندارد.

● پس ممکن است از یک مشاهده‌گر به مشاهده‌گر دیگر فرق کند؟

○ نه. خوبی فیزیک این است که از یک مشاهده‌گر به مشاهده‌گرِ دیگر فرقی نمی‌کند. نتیجهٔ یک آزمایش با شرایط اولیهٔ کاملاً یکسان، برای هر شخصی که این آزمایش را درست انجام داده باشد یکسان است.

آیا واقعاً یک «چیز» غیرخطی وجود دارد؟ برخی‌ها به معادلهٔ شرودینگر جمله‌های غیرخطی اضافه کردند و سعی کردن آن را حل کنند. افرادی مثل «لوئی دوبروی» و «دیوید بوم» گفتند که مثلاً موج و ذره با یکدیگر هم‌زمان‌اند و موج به نوعی ذره را هدایت می‌کند. آن‌ها معادلات غیرخطی برای ذره در نظر گرفتند، اما نتایج بسیار پیچیده‌ای گرفتند. محاسبات اصلاً ساده نیست!

● دیراک می‌گوید که قبل از اندازه‌گیری، حالت دستگاه ترکیبی از همه حالت‌های دستگاه است ولی پس از اندازه‌گیری، دستگاه به یک حالت خود «جهش» می‌کند.

○ سؤال دقیقاً همین است که در فرایند اندازه‌گیری چه اتفاقی می‌افتد؟ در فیزیک کلاسیک فرایند اندازه‌گیری معلوم است. مثلاً در اندازه‌گیری فشار یک دستگاه می‌دانیم که فنری فشرده می‌شود و عقربهٔ فشارسنج را می‌چرخاند؛

یعنی فرایند اندازه‌گیری کاملاً واضح است. به‌عبارت دیگر، اندازه‌گیری با فیزیکی بیان می‌شود که بقیهٔ پدیده‌ها نیز بیان می‌شود، اما در مکانیک کوانتومی معادلهٔ حاکم بر سیستم معادلهٔ شرودینگر یعنی که یک معادلهٔ خطی است. حالا یک دستگاه اندازه‌گیری داریم که با تمام حالت‌هایش وارد دستگاه اندازه‌گیری می‌شود و در نهایت فقط یک مؤلفهٔ سیستم خارج می‌شود با احتمال معلوم. سؤال این است که فیزیک این دستگاه اندازه‌گیری چیست؟ چه کار می‌کند؟

در مکانیک کوانتومی اندازه‌گیری نوعی «معجزه» است. این بحث یک بحث مفصل و طولانی است.

● پس جواب قطعی چیست؟

○ جواب قطعی این است که مکانیک کوانتومی درست است. ولی اینکه فرایند اندازه‌گیری چیست هنوز روشن نیست.

● پس چرا اینشتین مکانیک کوانتومی را قبول نکرد؟

○ اینشتین با پایه‌های مکانیک کوانتومی مشکل داشت. می‌گفت اگر قبول کنیم که یک واقعیت مستقل از مشاهده‌گر وجود دارد آنگاه پایه‌های مکانیک کوانتومی مشکل خواهد داشت. اما مکانیک کوانتومی وجود چنین واقعیتی را رد می‌کند.

● اما ذهن ما این را بدیهی می‌داند که واقعیتی خارج از ذهن ما و مستقل از ما وجود دارد.

○ درست است. برخی‌ها می‌گویند که فیزیک‌دانان مکانیک کوانتومی اعتقادشان این است که چنین واقعیتی وجود دارد ولی وقتی صحبت از پایه‌های مکانیک کوانتومی می‌شود این فرض را قبول نمی‌کند.

● اعتقاد شما چیست؟

○ من فکر می‌کنم که اگر مشاهده‌گر وجود نداشت آنگاه واقعیت هم وجود نداشت. مشاهده‌گر بخشی از تعبیر واقعیت است. واقعیت مستقل از ما وجود ندارد. اگر ما نباشیم آن واقعیت هم وجود ندارد. به قول برخی بزرگان، همان‌طور که گفتیم، مکانیک کوانتومی به یک تعبیر انسان‌محور است.

● یعنی اگر هیچ انسانی وجود نداشته باشد خورشید دیگر طلوع نمی‌کند؟ (یک پدیدهٔ فیزیکی). به‌هرحال این‌طور به‌نظر می‌رسد که چه ما باشیم و چه نباشیم و چه اندازه‌گیری انجام دهیم و چه ندهیم خورشید طلوع خواهد کرد!؟

○ معلوم نیست. در واقع این پرسش معنی ندارد. اگر مشاهده‌گری نباشد این پرسش معنی ندارد. فیزیک‌دانان بزرگی مثل برنارد دسپانیا، ویلر و ویگنر عقیده دارند که بالاخره انسان «یک جایی» در این زنجیره باید داشته باشد.

یک پرسش‌هایی هستند که پاسخ دارند ولی ما این پاسخ را نمی‌دانیم. مثلاً اینکه اولین کسی که وارد محله امیرآباد شد آیا روی صورتش خال داشت یا نه؟ ما پاسخ این پرسش را نمی‌دانیم اما یقین دارم که پاسخی برای این پرسش وجود دارد. اما این پرسش که الکترون از کدام شکاف عبور کرده پرسشی است که پاسخ ندارد. یعنی اصلاً پرسش بی‌معنی است. مکانیک کوانتومی به این پرسش «اصولاً» نمی‌تواند پاسخ دهد. به‌محض پرسیدن این پرسش فرض کرده‌ایم که قبل از آزمایش موجودی به اسم الکترون وجود دارد، اما مکانیک کوانتومی این را رد می‌کند و می‌گوید این پرسش غلط است. الکترون وقتی ظاهر می‌شود که مثلاً به صفحهٔ عکاسی برخورد کند.

● آیا ممکن است یک ویژگی (مثل اسپین) برای الکترون وجود داشته باشد که هیچ همانند کلاسیک نداشته باشد و بشر هنوز آن را کشف نکرده باشد و در مورد آن بتوان پرسید که از کدام شکاف عبور کرده است؟

○ اسم این متغیرها «متغیرهای پنهان» است و اگر وجود آن‌ها را بپذیریم نتایجی حاصل می‌شود که مغایر با مکانیک کوانتومی است. در واقع هیچ شرح کامل‌تری از «مجموعهٔ مشاهده‌پذیرهای جابه‌جا شونده» برای توصیف یک دستگاه وجود ندارد.

همان‌طور که معلوم است این مباحث مخلوطی از فیزیک و فلسفه است.

● به‌نظر شما فیزیک در آینده چگونه خواهد بود؟ پیشرفت آن را چگونه ارزیابی می‌کنید؟

○ قرن بیستم قرن فیزیک بود. کشف‌های بسیاری در این قرن رخ داد و فیزیک پیشرفت چشمگیری داشت. ولی فیزیک ابزارهایی ساخته است که قرن بیست و یکم احتمالاً قرن کاربردهای فیزیک در زیست‌شناسی و بیوفیزیک خواهد بود.

مثلاً در مورد روش معالجهٔ بیماری‌ها، ابزارهای تشخیص و... پیشرفت‌های زیادی حاصل شده است ولی شناخت ما از فیزیک و شیمی بیماری‌ها پیشرفت چندانی نداشته است و در حد همان پزشکی قرن هفدهم است. ابزاری که فیزیک درست کرده است این امکان را می‌دهد که در قرن بیست و یکم بتوان به خیلی از این پرسش‌ها پاسخ داد. بله، من فکر می‌کنم که قرن بیست و یکم قرن کاربردهای فیزیک به‌ویژه در پزشکی و زیست‌شناسی خواهد بود.

شاید چیزی که ما را آزار می‌دهد و اکثراً هم به آن اعتقاد داریم این باشد که «در ورای قوانین فیزیک واقعیتی است که حتی اگر آن را مشاهده نکنیم، باز هم وجود دارد»

چگونه انگیزهٔ فراگیری فیزیک را بیشتر کردم؟

خدیجه حسن‌بیگ‌زاده کلور
دکترای علم و تکنولوژی و دبیر فیزیک منطقهٔ ۵ تهران

چکیده

آماده سازی ذهنی دانش‌آموزان برای مباحث جدید درسی از مهارت‌های کلاس‌داری معلم به شمار می‌رود. یکی از این مهارت‌ها چگونگی ایجاد انگیزه در دانش‌آموزان است. اگر چه ایجاد انگیزه شرط کافی برای درک مفاهیم درسی نیست، اما شرط لازم برای آن محسوب می‌شود. من به‌عنوان یک دبیر فیزیک برای ایجاد انگیزه در بین دانش‌آموزانم کارهای زیر را انجام دادم:

ابتدا پرسش‌نامه‌ای با هدف تشخیص عوامل بی‌علاقگی به فیزیک در اختیار دانش‌آموزان و همکاران هم‌رشتهٔ خود قرار دادم و بعد از تفسیر نتایج راهکارهای زیر را انتخاب و در کلاس درس اجرا کردم. ارزشیابی‌های انجام گرفته در پایان کار، حاکی از رضایت‌بخش بودن این راهکارهاست. این راهکارها عبارت‌اند از:

۱. استفاده از طرح درس تصویری[1] و جورچین[2] برای درک مفاهیم.

۲. استفاده از طرح درس تاریخی؛ از جمله زندگی نامهٔ دانشمندان، نیازهای انسان و اینکه چگونه این مفاهیم وارد عرصه زندگی شدند.

۳. همراه داشتن وسایل سادهٔ آزمایشگاهی در ورود به کلاس برای ایجاد پرسش، برانگیختن کنجکاوی دانش‌آموزان و آموزش برخی مفاهیم به کمک آن.

۴. استفاده از مطالب جالب و خواندنی، طنز، اکتشافات و اختراعات جدید، پیرامون موضوع مورد تدریس با مشارکت دانش‌آموزان.

۵. دادن دو وقت استراحت به دانش‌آموزان در حین تدریس.

۶. ایجاد اعتمادبه‌نفس در دانش‌آموزان ضعیف

۷. تهیهٔ خلاصه درس جدید قبل از تدریس معلم.

۸. تهیهٔ کارپوشه[3] توسط دانش‌آموزان.

کلیدواژه‌ها: فراگیری فیزیک، فیزیک، انگیزه‌های فراگیری فیزیک

مقدمه

آموختن فیزیک احتیاج به تمرکز، تمرین، دقت و سازگاری با محیط پیرامون و درک ذهنی بالایی برای شناخت آن دارد. برای بسیاری از دانش‌آموزان، فیزیک، جزء درس‌های دیرفهم و سخت فهم به‌شمار می‌آید. حال در نظر بگیرید که چنین درسی در زنگ‌های آخر مدرسه قرار گیرد؛ چه فضای کسل کننده‌ای را برای معلم و دانش‌آموزان ایجاد می‌کند؟ استفاده از الفاظ ناملموس در علم فیزیک و روابط ریاضی مربوط به آن‌ها بدون آنکه دانش‌آموزان بدانند این‌ها از کجا آمده و اصلاً به چه درد می‌خورد. حفظ چند مفهوم از کتاب و حل مسائل نمونه و حل پرسش‌های کتاب توسط معلم یا دانش‌آموزان، اغلب، از ویژگی‌های عمدهٔ این کلاس‌ها به‌شمار می‌رود. یکنواختی معلم در تدریس خود نیز یک عامل اصلی در بی‌علاقگی دانش‌آموزان به درس فیزیک است؛ در حالی که می‌توان با رویکرد ایجاد پرسش، تحریک حس کنجکاوی و انگیزه، کلاس درس را به یک کلاس فعال و با نشاط تبدیل کرد.

تعریف و طرح مسئله

چگونه می‌توانیم توجه دانش‌آموزان را به مفاهیم درس فیزیک جلب و قدرت فراگیری آن‌ها را زیاد کنیم؟

توصیف وضع موجود (تشخیص مسئله)

من دبیر فیزیک دبیرستان سمیه واقع در منطقهٔ ۵ تهران هستم. مدت ۱۵ سال است که به تدریس مشغولم. در این مدت کلاس درس من نیز، مانند سایر کلاس‌های درس فیزیک در مدارس، چندان با نشاط و قابل توجه همه دانش‌آموزان نبود. در مشورت‌هایی که با همکارانم داشتم متوجه شدم که آن‌ها نیز از خستگی زودهنگام دانش‌آموزان شکایت دارند. بنابراین به فکر افتادم روشی اتخاذ کنم که با ایجاد انگیزهٔ قوی در بین دانش‌آموزان، شور و شوق بیشتری در کلاس به وجود آورم.

گردآوری اطلاعات (شواهد۱)

برای اینکه در مورد پرسش مطرح شده، اطلاعات دقیقی به‌دست آورم تصمیم گرفتم با دو گروه مشورت کنم. یک گروه دانش‌آموزان سال قبل خودم و گروه دیگر، همکاران همرشته‌ام در چند مدرسه. سعی کردم از نظرات آن‌ها در اجرای پروژه استفاده کنم. این کار را، هم به صورت شفاهی (گفت‌وگو) و هم از طریق پرسش‌نامه‌ای انجام دادم که برای این منظور تدارک دیده بودم. (پرسشنامهٔ پیوست ۱)

تجزیه و تحلیل داده‌ها

پس از بررسی پاسخ‌های داده شده به پرسشنامه و صحبت‌هایی که با دانش‌آموزان و معلمان داشتم، اطلاعات حاصل از این فعالیت را مورد تجزیه و تحلیل قرار دادم و خلاصهٔ یافته‌های اولیه‌ام را به این ترتیب تنظیم کردم: از دیدگاه دانش‌آموزان، عدم مهارت معلم در کلاس‌داری، روش تدریس او و تدریس بی‌وقفهٔ او، به ترتیب، از مهم‌ترین عوامل بی‌انگیزگی آن‌ها به درس است ۱. از آنجا که روش باید تمام ابعاد را مورد پوشش قرار دهد پس باید با اتخاذ یک روش مناسب هم توانایی انتقال مفاهیم را آسان‌تر کرد (بعد تخصصی آموزشی) و هم شور و شوق بیشتری در بین دانش‌آموزان به وجود آورد (بعد عاطفی). بدین منظور روش‌های زیر را به‌کار بستم:

راه‌حل‌های پیشنهادی

۱. استفاده از طرح درس تصویری و جورچین برای درک بهتر دانش‌آموزان از مفاهیم.

۲. استفاده از طرح درس تاریخی از جمله؛ زندگی‌نامهٔ دانشمندان مربوط به همان مباحث درسی از جمله نیوتون، جیمزوات، سلسیوس و ...، همچنین طرح نیازهای زیست‌شناختی و اجتماعی بشری و اینکه چگونه این مفاهیم در گذر زمان وارد عرصهٔ زندگی انسان‌ها شدند.

۳. به همراه داشتن وسایل سادهٔ آزمایشگاهی در بدو ورود به کلاس برای ایجاد پرسش و کنجکاوی و آموزش برخی مفاهیم به کمک آن، همانند: آینه‌های دندان‌پزشکی، آینه‌ها، عدسی‌ها، دماسنج‌های مختلف، سکه و آب و لیوان و... (البته آزمایش‌های علمی در آزمایشگاه انجام می‌گیرد).

۴. استفاده از مطالب جالب و خواندنی، استفاده از کتابی به اسم ۱۰۰ کشف و اختراع جدید پیرامون موضوع مورد تدریس و نیز مطالبی از سایت‌های معتبر و مجلات علمی.

۵. دادن دو وقت استراحت به دانش‌آموزان در حین تدریس، به پیشنهاد دانش‌آموزان.

۶. مشارکت دادن بیشتر دانش‌آموزان ضعیف در فعالیت‌های کلاسی مثل بازبینی تکالیف درسی دیگران، ساختن کاردستی و... .

۷. خلاصه کردن هر درس یا مبحث روی یک برگهٔ تلق قبل از تدریس در کلاس؛ این امر باعث می‌شود دانش‌آموزان پیش زمینه‌ای برای فراگیری درس داشته باشند.

چگونگی اجرای راه حل‌های جدید

اولین قدم: تمهید مقدمات اجرای پروژه؛ دسته‌بندی کردن مفاهیم همراه با تهیه طرح درس تصویری و مطالب تاریخی و جالب در مورد آن‌ها و یا تهیه وسایل آزمایشگاهی ساده، جورچین، مطالب طنز، اخبار و اطلاعات جدید در مورد آن‌ها (نمونه‌های ۱ و ۲ و ۳ و ۴).

دومین قدم: اجرای راهکارهای پیشنهادی در کلاس درس در دو دوره: از اول مهر تا امتحانات پایانی ترم اول، و از اول بهمن تا امتحانات پایانی ترم دوم و در دو سطح برای کلیهٔ دانش‌آموزان، و برای دانش‌آموزان ضعیف.

لازم به ذکر است که روش تدریس من در کلاس روش تعاملی بین معلم و دانش‌آموز است. از این رو در طی زمان تدریس، فعالیت دانش‌آموزان در راستای فعالیت معلم و یا منطبق با آن است. علاوه بر آن، دو وقت استراحت نیز به دانش‌آموزان داده می‌شود که می‌تواند با تبادل خاطرات شیرین معلم و دانش‌آموزان سپری شود. به رغم اینکه بسیاری از معلمان محترم از کمی زمان تدریس، گله‌مند هستند اما با برنامه‌ریزی مناسب و با کمک خود دانش‌آموزان می‌توان زمان را مدیریت کرد و از مزایای زمان استراحت در کلاس بهره‌مند شد. استراحت دادن به دانش‌آموزان محاسن زیادی دارد از جمله:

- تجدید قوای جسمی
- تجدید قوای ذهنی
- ارائه مطالب اخلاقی به دانش‌آموزان (پیوست ۴)
- ارتباط عاطفی بین معلم و دانش‌آموز با صحبت پیرامون مباحث خارج از درس.
- تقویت حس قانون‌مداری در دانش‌آموزان (فعالیت، استراحت و باز فعالیت)

برای ایجاد انگیزه در بین دانش‌آموزان ضعیف که اغلب در انتهای کلاس می‌نشینند کارهای زیر انجام شد:

- سپردن بازدید تکالیف سایر همکلاسی‌ها (تقویت مسئولیت‌پذیری).
- کمک گرفتن از آن‌ها در انجام آزمایش‌ها.
- ارائه کارپوشه و خلاصهٔ درس به کلاس.
- بررسی تکالیف دوستان خود در کلاس.

نمونه‌هایی از اجراها در کلاس

نمونه۱ سال اول: با موضوع بهینه‌سازی مصرف انرژی (طرح درس تصویری)

کشیدن یک خانه با دودکش، درخت، حیاطی بافوارهٔ آب، پردهٔ خانه و ...

این کار دانش‌آموزان را به یاد دورهٔ بچگی‌شان می‌اندازد. آن‌ها دستور می‌دهند و من می‌کشم. در حین کشیدن، از آن‌ها می‌پرسم؛ پنجره از چه نوعی بهتر است تا خانه را گرم‌تر نگه دارد؟ از چه جاهایی گرما خارج می‌شود و چه باید کرد؟... و آن‌ها با اشتیاق با من همراه می‌شوند.

نمونه۲ سال اول: با موضوع منابع انرژی (طرح درس تصویری)

کشیدن یک جزیره که چند نفر به آن راه یافته‌اند. این جزیره شامل: جنگل، کوه آتش‌فشان، امواج خروشان دریا، آفتاب سوزان، بادهای ساحلی و ... است. از دانش‌آموزان می‌پرسم منابع انرژی موجود و همچنین نوع آن را (تجدیدپذیر، تجدیدناپذیر) نام ببرید. چگونه می‌توان از این منابع استفاده کرد؟ و ...

برای بسیاری از دانش‌آموزان، فیزیک، جزء درس‌های دیرفهم و سخت‌فهم به‌شمار می‌آید

نمونهٔ ۳: بـا موضوع اندازه‌گیری (بیـان تاریخی و فعالیت کلاسی)

بحث را از دورهٔ باستان آغاز می‌کنم؛ زمانی‌که رعیت‌ها ملزم به دادن مالیات به اربابان خود بودند و نیاز به یک وسیلهٔ اندازه‌گیری ضروری بود از طرف دیگر برای اینکه ایام مقدس و روزهای معین در خاطره‌ها باقی بماند ایجاد تقویم برای اندازه‌گیری زمان لازم شد که بعدها تکامل یافت (نشان دادن وسایل اندازه‌گیری و تعریف).

نمونه۴: یکای استاندارد: در اینجا از آن‌ها می‌خواهم هر کس بـا وجب خود، طول یک میز را اندازه بگیرد تا همگی بیشـتر با مفهوم یکای استاندارد آشـنا شوند. تعریف یک فیلم سینمایی مرتبط با بحث اندازه‌گیری پایان کلاس درس را رقم می‌زند.

نمونه۵: استفاده از جورچین (سه قطعه‌ای) برای یادگیری بهتر رسم تصویر در آینه‌ها:

نمونه ۶: ارائه و بازخوانی خلاصهٔ درس قبل از تدریس معلم.

نمونه ۷: تشکیل گروه رفع اشکال قبل از امتحان برای کم کردن استرس در دانش‌آموزان ضعیف با یک سر گروه قوی.

نظارت بر اجرای راه‌حل‌های پیشنهادی

تبادل نظر با دانش‌آموزان کلاس در مورد اجرای کار، یادداشت برداری از مشاهدات، درخواسـت نظارت اولیای دانش‌آموزان بر اجـرای راه حل‌ها از طریق مکالمهٔ تلفنی (دانش‌آموزان ضعیف) و ارزشـیابی کارپوشه توسط آن‌ها و در نهایت ارائهٔ پیشنهادهای سازنده برای پیشبرد فعالیت‌های مذکور.

گردآوری اطلاعات (شواهد۲)

برای اینکه برایم دقیقاً مشخص شود که راه کارهای اجرایی تـا چه حد در ایجـاد انگیزه برای فراگیـری مفاهیم فیزیک در شـاگردانم مؤثر بوده است، از راه‌های زیر به جمع‌آوری اطلاعات عینی(شواهد ۲) پرداختم:

- نظرخواهـی کتبـی از دانش‌آمـوزان بـه صورت پرسشـنامه (پیوست۲)
- مصاحبه شفاهی به‌منظور کسب رضایتمندی دانش‌آموزان در طی اجرای دوره.
- ارزشـیابی نمرات فیزیک در امتحانات پایانی و مقایسهٔ درصد قبولی کلاس‌ها با درصد قبولی سال قبل.
- مصاحبه با سایر همکاران و نقد و بررسی این روش
- رسم نمودار.

چگونگی ارزیابی از نتایج راه‌حل‌های جدید

شواهد جمع‌آوری شده، رضایتمندی کلی دانش‌آموزان را از روش‌های به‌کار رفته نشان می‌داد. نتایج حاصل از فرم نظرسنجی شـماره ۲ حاکی از دید مثبت دانش‌آمـوزان به عملکرد من در ایجاد انگیزهٔ لازم برای فراگیری درس با برقراری فرصت استراحت کافی و ارتباط عاطفی و سـایر راهکارهای اجرایی است. (نمودار اقدام پژوهی ۲) همچنین مقایسـهٔ نمرات در نیمسال اول و دوم آن‌ها نیز نشان دهندهٔ این واقعیت و حاکی از آن بود که حدود ۳ درصد به میانگین کل نمرات در نیم سال اول افزوده شده است. (نمودار پیوست۳)

نتیجه‌گیری و پیشنهاد

در پایان توصیه‌های زیر، برای ایجاد شوق و انگیزه در دانش‌آموزان برای فراگیری مباحث درسی، به همکاران پیشنهاد می‌شود:

- به جای اسـتفاده از مفاهیم دشـوار و غیر قابل درک، از مفاهیم ملموس و کاربردی در زندگی روزمره استفاده کنیم.
- استفاده از وسایل آزمایشگاهی ساده برای بیان بهتر مفاهیم.
- استفاده از طرح درس تصویری در کنار روش سخنرانی.
- مشارکت دادن بیشتر دانش‌آموزان ضعیف در فعالیت‌های کلاسی و همراه کردن آن‌ها با خود در امر تدریس (ایجاد اعتماد به نفس).
- ارائهٔ آخرین اخبار مربوط به علم فیزیک، طنز و مطلب خواندنی در زمان‌های استراحت دانش‌آموزان در کلاس.
- تنظیم دو وقت استراحت در کلاس.
- ایجاد ارتباط عاطفی بین خود و دانش‌آموزان.

- بیان شرح حال دانشمندان و چگونگی اکتشافات علمی در ابتدای هر مبحث کلی.
- درخواست خلاصهٔ درس از دانش‌آموزان.
- داشـــتن کارپوشـــه برای هر دانش‌آموز برای نظم‌دهی و ارتباط مستمر با اولیا که سبب صرفه‌جویی در وقت می‌شود.

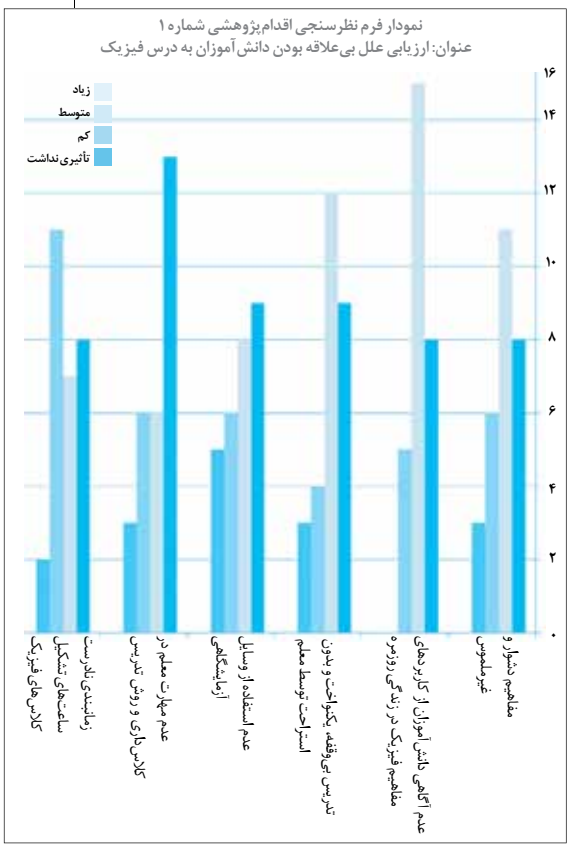
نکته: بسیار در این روش مدیریت زمان اهمیت دارد، و بدون آن نمی‌توان کلاســـی پر بار از لحاظ درسی در کنار بعد عاطفی و فعالیت تکمیلی داشت.

پیوست‌ها (پرسشنامه‌ها و نمودارهای مربوط به آن‌ها)

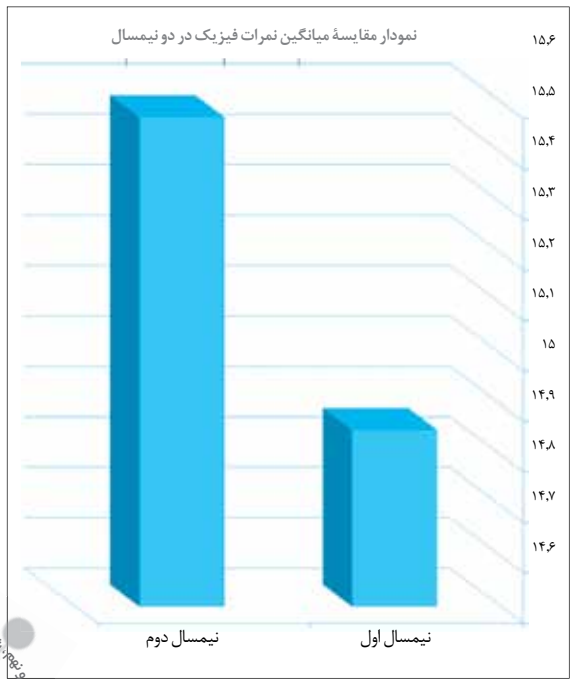
فرم نظرسنجی اقدام‌پژوهشی شماره ۱

عنوان: ارزیابی علل بی‌علاقگی دانش‌آموزان به درس فیزیک					
الف. لطفاً خانهٔ مناسب را علامت بزنید					
ردیف	چگونگی تأثیر عوامل زیر بر بی‌علاقگی دانش‌آموزان به فراگیری مفاهیم فیزیک	زیاد	متوسط	کم	تأثیر ندارد
۱	مفاهیم دشوار و غیرملموس				
۲	آگاهی دانش‌آموزان از کاربردهای مفاهیم فیزیک در زندگی روزمره و اطلاعات جانبی				
۳	تدریس بی‌وقفه، یکنواخت و بدون استراحت توسط معلم				
۴	عدم استفاده از وسایل آزمایشگاهی				
۵	عدم مهارت معلم در کلاسداری و روش تدریس				
۶	زمان‌بندی نادرست ساعات تشکیل کلاس‌های فیزیک				

ب. اگر پیشنهادی دارید، مطرح کنید:



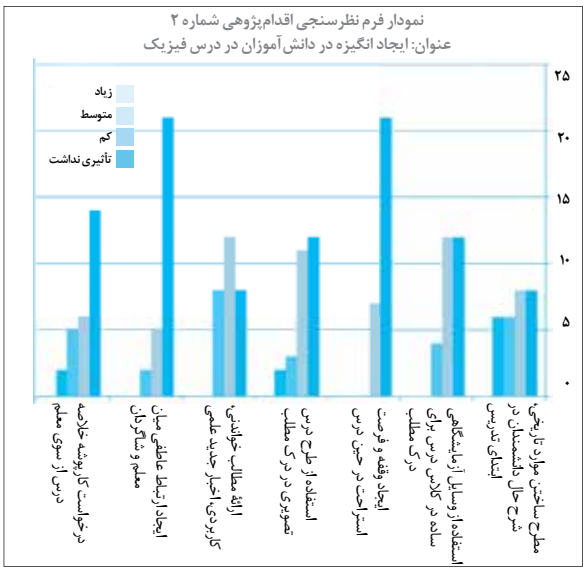
* عدم مهارت معلم در کلاسداری و روش تدریس، و تدریس بی‌وقفه، و عدم استفاده از وسایل آزمایشگاهی بیشترین تعداد آرا را به خود اختصاص داده است.



فرم نظرسنجی اقدام‌پژوهی شماره ۲

عنوان: ایجاد انگیزه در دانش‌آموزان در درس فیزیک معلم: سرکار خانم بیگ‌زاده تاریخ: سال تحصیلی ۱۳۹۰					
الف. لطفاً خانه مناسب را علامت بزنید					
ردیف	چگونگی تأثیر عوامل زیر در ایجاد و ارتقای انگیزه در شما توسط معلم	زیاد	متوسط	کم	تأثیری نداشت
۱	مطرح ساختن موارد تاریخی، شرح حال دانشمندان در ابتدای تدریس				
۲	استفاده از وسایل آزمایشگاهی ساده در کلاس درس برای درک مطلب				
۳	ایجاد وقفه و فرصت استراحت در حین درس				
٤	استفاده از طرح درس تصویری در درک مطلب				
٥	ارائه مطالب خواندنی، کاربردی، اخبار جدید علمی از مفاهیم فیزیک				
٦	ایجاد ارتباط عاطفی میان معلم و شاگردان				
۷	درخواست کارپوشه و خلاصهٔ درس از سوی معلم				
۸	گروه‌بندی دانش‌آموزان با یک سرگروه قوی				

ب. اگر پیشنهادی دارید، مطرح کنید:



* طبق نتیجه‌ای که از پاســـخ‌نامه‌ها به‌دست آمد دانش‌آموزان وجود دو استراحت و ایجاد ارتباط عاطفی را برگزینه‌های دیگر ترجیح داده‌اند و این نشان دهندهٔ تأثیر بیشتر عوامل روحی و روانی بر فراگیری بهتر درس نسبت به سایر عوامل است.

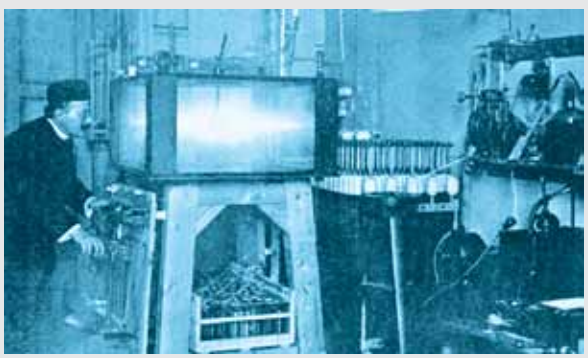
اسرار نورهای شمالی

پال برک[1]
ترجمهٔ ناصر مقبلی

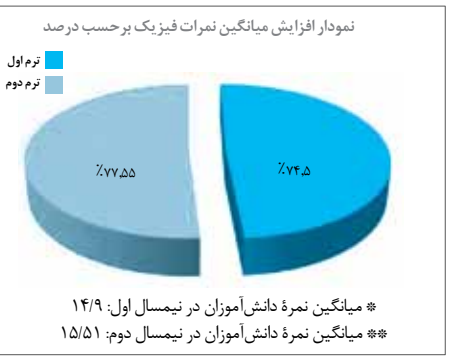
کلیدواژه‌ها: خورشید، نورهای شمالی، شفق‌ها، مغناطیس سپهر، دنبالهٔ مغناطیسی

پس از قرن‌ها شگفت‌زدگی از جلوه‌های تماشایی و پرهیبت شفق‌های قطبی، بسیاری از موارد ابهام در مورد آن‌ها برای مردمان حل شده است.

اولین توضیح تفصیلی از ورقه‌های خیال‌انگیز نور که از آسمان شمالی آویزان است در کتاب آینهٔ پادشاه دیده می‌شود که وقایع‌نگاری نروژی در حدود سال ۱۲۳۰ بعد از میلاد احتمالاً به‌صورت رساله‌ای برای یک فرمانروا نوشته است. مؤلف چندین سطر را به توصیف درخشش عجیب مشاهده شده توسط وایکینگ‌ها اختصاص داده است، ولی تصدیق می‌کند که هیچ کس دلیل وجود چنین پدیده‌ای را نمی‌داند، (در میان نظریه‌های ارائه شده وجود آتش‌هایی است که در لبهٔ جهان وجود دارند و از خورشید پرتو می‌گیرند و زیر افق پنهان هستند) تنها از حدود یک قرن پیش بود که مردمان به ارتباط مستقیم‌تری با خورشید پی بردند. امروزه می‌دانیم که این نورها که برای اولین بار توسط گالیلئو گالیله شفق قطبی شمالی یا «سپیدهٔ شمالی» نامیده شد وقتی رخ می‌دهند که توفان‌هایی از ذرات باردار پرانرژی در لایهٔ مغناطیسی محافظ زمین رخنه می‌کنند و به جو سیاره برمی‌خورند. ولی رفع ابهام از این کشف دهه‌ها طول کشید. و حتی امروزه نیز هنوز با اسرار نور شمالی دست به گریبان هستیم. چیزی که در مورد این نمایش‌های وهم‌آمیز کشف شده است فقط زیبایی روبه‌افزایش آن‌هاست.



▲ کریستین بریکلند شفق قطبی را هم در طبیعت و هم در آزمایشگاه خود مطالعه می‌کند. در اینجا او با ترلّا (به معنی زمین کوچک) دیده می‌شود که کره‌ای مغناطیده درون یک جعبهٔ خلأ است.



* میانگین نمرهٔ دانش‌آموزان در نیمسال اول: ۱۴/۹
** میانگین نمرهٔ دانش‌آموزان در نیمسال دوم: ۱۵/۵۱

بیان مطالب اخلاقی برای دانش‌آموزان

استادی در شروع کلاس درس، لیوانی پر از آب به دست گرفت. آن را بالا گرفت که همه ببینند. بعد از شاگردان پرسید:

- به نظر شما وزن این لیوان چقدر است؟

شاگردان جواب‌های متفاوت دادند:

۵۰ گرم، ۱۰۰ گرم، ۱۵۰ گرم و... .

استاد گفت: من هم بدون وزن کردن، نمی‌دانم دقیقاً وزنش چقدر است. اما سؤال من این است که اگر من این لیوان آب را چند دقیقه همین طور نگه دارم، چه اتفاقی خواهد افتاد؟

شاگردان گفتند: هیچ اتفاقی نمی‌افتد.

استاد پرسید:

خوب، اگر یک ساعت همین‌طور نگه دارم، چه اتفاقی می‌افتد؟

یکی از شاگردان گفت: دست‌تان کم‌کم درد می‌گیرد.

حق با توست... حالا اگر یک روز تمام آن را نگه دارم چه؟

شاگرد دیگری گفت: دست‌تان بی‌حس می‌شود. عضلات آن به شدت تحت فشار قرار می‌گیرند و فلج می‌شوند. و مطمئناً کارتان به بیمارستان خواهد کشید؛ و همه شاگردان خندیدند.

استاد گفت: خیلی خوب است. ولی آیا در این مدت وزن لیوان تغییر کرده است؟

شاگردان جواب دادند: نه

پس چه چیز باعث درد و فشار روی عضلات می‌شود؟ و من چه باید بکنم؟

شاگردان گیج شدند. یکی از آن‌ها گفت: لیوان را زمین بگذارید.

استاد گفت: دقیقاً؛ مشکلات زندگی هم مثل همین است.

اگر آن‌ها را چند دقیقه در ذهن‌تان نگه دارید اشکالی ندارد. اما اگر مدت طولانی‌تری به آن‌ها فکر کنید، به درد خواهند آمد، و اگر بیشتر از آن نگه‌شان دارید فلج‌تان می‌کنند و دیگر قادر به انجام کاری نخواهید بود.

بعد گفت: فکر کردن به مشکلات زندگی مهم است. اما مهم‌تر آن است که در پایان هر روز و پیش از خواب، آن‌ها را زمین بگذارید. به این ترتیب تحت فشار قرار نمی‌گیرند، هر روز صبح سر حال و قوی بیدار می‌شوید و قادر خواهید بود از عهدهٔ هر مسئله و چالشی که برایتان پیش می‌آید، برآیید!

دوست من، یادت باشد که لیوان آب را همین امروز زمین بگذاری.

زندگی همین است!

پی‌نوشت‌ها

۱. طرح درس تصویری: یک موضوع درسی، برای بیان بهتر و ملموس‌تر مسئله و بیان راهکارهای عینی‌تر به صورت طراحی و نقاشی روی تابلوی کلاس کشیده می‌شود.

۲. جورچین: سه تکهٔ طرحدار چوبی است که در کنار هم یک شکل کامل را تشکیل می‌دهند و برای آموزش بهتر رسم‌ها از جمله رسم تصویر در آینه‌ها مناسب‌اند.

۳. کارپوشه عبارت است از پروندهٔ تمام فعالیت‌های انجام شده توسط دانش‌آموز در طول سال تحصیلی، شامل اوراق امتحانی و ارزشیابی آن توسط معلم و اولیای دانش‌آموزان، خلاصه درس‌ها، تست‌های مربوط به هر درس، گزارش آزمایشگاهی، برگه ارزشیابی انضباطی، کار گروهی و حل تمرین که هر ماه باید مورد بازبینی معلم و اولیا قرار گیرد.

منبع

قاسمی پویا، اقبال، **راهنمای معلمان پژوهنده**، تهران: نشر مؤلف، ۱۳۲۴.

▲ الکترون‌هایی که به کرهٔ فلزی مغناطیده شلیک می‌شوند توسط میدان مغناطیسی گرفته شده و به ناحیه‌های قطبی کره کشیده می‌شوند و ویژگی‌هایی نظیر شفق قطبی ایجاد می‌کنند.

در سال ۱۸۹۶ در شناخت امروزی ما از شفق قطبی تحول بزرگی توسط دانشمند نروژی کریستین بریکلند[۲] (۱۹۱۷-۱۸۶۷) صورت گرفت؛ کسی که پیشنهاد کرد ذرات باردار حاصل از خورشید وقتی میدان مغناطیسی زمین آن‌ها را به‌طرف ناحیه‌های قطبی بکشند می‌توانند شفق‌های قطبی را به‌وجود آورند.

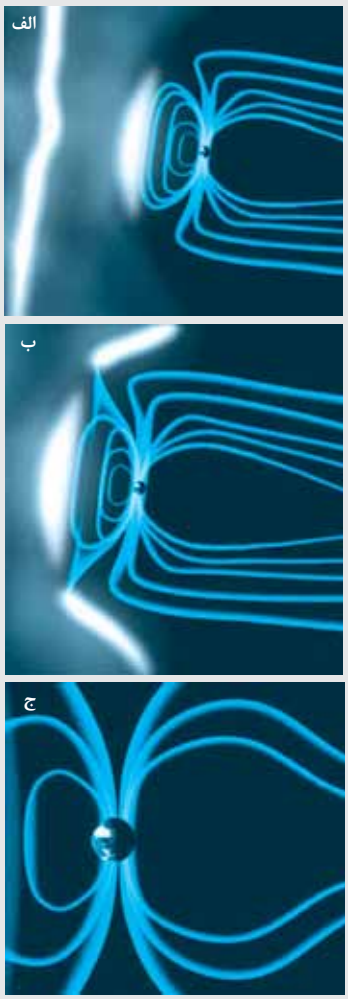
بریکلند اولین کسی نبود که ارتباط با ذرات خورشیدی را پیشنهاد کرد، ولی چیزی که کار او را متمایز می‌کرد اساس آن در آزمایش‌های کنترل شده بود. او برای اثبات نظریه‌اش، «جهان در جعبهٔ شیشه‌ای» یا ترلّا را ساخت که یک اتاقک خلأ بود که در آن کرهٔ فلزی مغناطیدهٔ کوچکی (به‌جای زمین) قرار داشت که با الکترون‌های ورودی به جعبه بمباران می‌شد. میدان مغناطیسی سیارهٔ مدل او این ذرات را می‌گرفت و آن‌ها را به ناحیه‌های قطبی کره هدایت می‌کرد که در آن درخشش‌هایی نظیر شفق به‌وجود می‌آمدند.

براساس این کار، و نیز عزیمت‌های گستردهٔ زمین مغناطیسی که نشان‌دهندهٔ فعالیت غیرشفقی سد نشده در اطراف قطب‌ها بود، بریکلند به این نتیجه رسید که «پرتوهای ذرات الکتریکی گسیل شده از خورشید مدام سیارهٔ ما را بمباران می‌کنند». امروزه این ذرات باردار را باد خورشیدی می‌نامیم. ولی به‌رغم اهمیت این کار در گذشته، بسیاری از نظرات بریکلند تا عصر فضا تأیید نشدند. از آن موقع بسیاری از اسرار شفق برملا شده است.

پیامی از خورشید

نورهای شمالی به شکل‌ها و ساختارهای گوناگونی به نمایش درمی‌آیند که می‌توانند طی دقایقی به‌طرز شگفت‌انگیزی جابه‌جا شوند. عادی‌ترین نوع آن نظیر ورقه‌ای پرده مانند است که حرکت می‌کند و نظیر چین‌های شبرنگی از ابریشم در آسمان سوسو می‌زند. این نقش‌ها یک جلوهٔ دیداری از باد خورشیدی است که با میدان مغناطیسی زمین مواجه می‌شود.

باد خورشیدی بیشتر شامل الکترون‌ها و پروتون‌هایی است که از جو بیرونی خورشید به فضا جریان می‌یابند. این ذرات با سرعت نوعی ۱/۵ میلیون کیلومتر بر ساعت (۹۳۰/۰۰۰ مایل بر ساعت)، تقریباً ۴۰ برابر سریع‌تر از فضاپیمایی که باید از گرانش زمین فرار کند، به منظومهٔ شمسی می‌وزند. توفان‌های شدید باد خورشیدی می‌توانند با دو برابر این سرعت حرکت کنند.



▲ نیمه توفان وقتی پیش می‌آید که دنبالهٔ مغناطیسی زمین کنده می‌شود. ابتدا، جرم تاج بیرون رانده شده به مغناطیس سپهر طرف روز کوبیده می‌شود (الف). این برخورد ذرات، انرژی مغناطیسی را به طرف شب سیاره می‌فرستد (ب). تغییرات دنبالهٔ مغناطیسی را فشرده می‌کند (پ) و سرانجام باعث پیوند دوبارهٔ مغناطیسی می‌شود، که گرما و انرژی آزاد می‌کند (ت). این پیوند دوباره ذرات را به طرف زمین پرتاب می‌کند و در آنجا ورقه‌ای از پلاسما تشکیل می‌شود (ث). از آنجا ذرات با جو بالایی زمین برهم‌کنش می‌کنند و شفق قطبی را به‌وجود می‌آورند (ج). ویدئوی آن را در skypub.com/auroasci ببینید.

این توفان‌ها گاهی با فوران‌های گاز خورشیدی زیادی همراه‌اند که خروج جرم تاجی یا CMEs نامیده می‌شوند، که حباب‌های عظیمی از گاز یونیده در فضا گسیل می‌کنند. این حباب‌ها می‌توانند سرعت‌هایی متجاوز از ۸ میلیون کیلومتر بر ساعت داشته باشند.

لایهٔ مغناطیسی محافظ و نامرئی زمین از ما در مقابل این ذرات محافظت می‌کند. باد خورشیدی بر این مغناطیس سپهر می‌کوبد، و آن را به سوی طرف روز زمین متراکم می‌کند و به صورت دنبالهٔ درازی به طرف شب می‌کشد تا دنباله‌ای در مقیاس سیاره به شکل یک پیلهٔ مغناطیسی به وجود آید.

ضعیف‌ترین مکان‌های این محافظ نوک‌های قطب هستند، دو ناحیه‌ای که بالای قطب‌های مغناطیسی سیاره قرار دارند. ذرات ناشی از باد خورشیدی می‌توانند از نوک‌ها به‌طور مستقیم به لایهٔ بالایی جو زمین برسند و شفق طرف روز را به وجود آورند

که برای ما مرئی نیستند. بعضی از ذرات نیز وارد دنبالهٔ مغناطیس سپهر می‌شوند (در طرف شب) و به طرف زمین فشرده می‌شوند که در آنجا شفق (تمام روز) را به وجود می‌آورند که دور قطب‌های مغناطیسی می‌چرخد.

ذرات باد خورشیدی نیز وقتی CMEs به داخل مغناطیس سپهر برخورد می‌کنند، با روش‌های سخت‌تری افزایش بیشتری به دست می‌آورند. این برخورد توفان‌های زمین مغناطیسی را به وجود می‌آورد، اغتشاش‌هایی جهانی که در آن‌ها CME میدان را متراکم می‌کند، و اندازهٔ طرف روز را تقریباً ۴۰٪ کاهش می‌دهد. تمامی مغناطیس سپهر در طی این توفان‌ها مختل می‌شود و حتی عقربهٔ قطب‌نما از وضعیت درست خود منحرف می‌گردد.

ولی خود ذرات خورشیدی باعث باد و توفان فضایی شدید نمی‌شوند. آن‌ها با فرایندهای مغناطیسی به انرژی نیاز دارند. توفان‌های زمین مغناطیسی به شدت به چگالی گاز و ساختار میدان مغناطیسی موجود در CME بستگی دارند. میدان مغناطیسی خورشید در فاصلهٔ نزدیک از ستارهٔ ما محدود نشده است، باد خورشیدی؛ این میدان را در تمامی منظومهٔ شمسی پخش می‌کند. ما میدان مغناطیسی ادامه یافته تا خورشید را میدان مغناطیسی میان سیاره‌ای (IMF) می‌نامیم. چون خورشید می‌چرخد (یک دور در هر ۲۵ روز در استوا)، در واقع IMF شکلی مارپیچی دارد- به نام «مارپیچ پارکر» به احترام یوجین پارکر اختر فیزیک‌دان امریکایی که اولین بار آن را توضیح داد. خورشید در مرکز این مارپیچ قرار دارد.

IMF با میدان مغناطیسی زمین در مغناطیس مرز (مرز مغناطیس سپهر و پلاسما) برخورد می‌کند و در اینجاست که توان توفان معین می‌شود. میدان مغناطیسی زمین در طرف روز متوجه شمال است، ولی سمتگیری IMF اغلب تغییر می‌کند. اگر IMF به طرف شمال باشد، با میدان مغناطیسی زمین برهم‌کنش کمی دارد: دو میلهٔ مغناطیسی هم خط شده یکدیگر را دفع می‌کنند، از این‌رو CME اصولاً به دور مغناطیس سپهر زمین می‌لغزد.

ولی اگر IMF به طرف جنوب باشد، مخالف میدان مغناطیسی زمین، دو میدان به هم وصل می‌شوند. این اتصال پیوند دوبارهٔ مغناطیسی نامیده می‌شود و وقتی پیش می‌آید که خط‌های نیروی مغناطیسی آرایش‌های جدیدی به خود می‌گیرند و گرما و انرژی آزاد می‌کنند (ترتیب زمانی در تصاویر را ببینید). فرایند میدان زمین در طرف روز را باز می‌کند و می‌گذارد تا ذرات و انرژی مغناطیسی وارد مغناطیس سپهر شوند. سپس این انرژی به طرف شب حرکت می‌کند و دنبالهٔ مغناطیسی را می‌کشد، سرانجام باعث باریک‌تر شدن آن شده و در رویدادی به نام نیمه توفان به سیاره برمی‌گردد. وقتی این نیمه‌توفان پیش بیاید ذرات باد خورشیدی را به طرف ناحیه‌های قطبی زمین می‌فرستد.

نیمهٔ توفان‌ها شفق روشنی را که می‌بینیم ایجاد نمی‌کنند. ورقه‌های بزرگی از جریان الکتریکی در بالای جو زمین به ذرات شتاب بیشتری می‌دهد. این شتاب به چگونگی عقب کشیدن و کوبیدن دنبالهٔ مغناطیسی به میدان زمین در نزدیکی مدار زمین همگام بستگی دارد (۶/۶ شعاع زمین، خیلی نزدیک‌تر از کنده شدن نیمه‌توفان که تقریباً در ۲۰ شعاع زمین صورت می‌گیرد). این فرایند مانند لامپ پرتوی کاتدی تلویزیون‌های قدیمی است: یک سیم الکتریکی (پدیدهٔ عقب کشیدن مغناطیسی) الکترون‌ها را به تفنگ الکترونی می‌آورد (ورقه‌های جریان)، که الکترون‌ها را به صفحهٔ TV (جو) پرتاب می‌کند.

این ذرات تقویت شده با برخورد با اتم‌ها که عمدتاً نیتروژن و اکسیژن هستند نورهای شمالی را به‌وجود می‌آورند. این برخوردها نوعاً در ارتفاع‌های بین ۸۰ و ۳۰۰ کیلومتر صورت می‌گیرند- که خیلی بالاتر از پدیدهٔ باد و توفان است که غالباً در ۲۰ کیلومتر اول بالای سطح پیش می‌آید. برخوردها انرژی را به اتم‌ها منتقل می‌کنند و باعث می‌شوند تا آن‌ها در طول موج معینی نور گسیل کنند.

اتم‌های اکسیژن نور سبز و قرمز روشن تولید می‌کنند، که دو رنگ غالب در شفق هستند. گسیل قرمز در اکسیژن در ارتفاع‌های بالا صورت می‌گیرد، از این رو روشن‌ترین قسمت پردهٔ شفق معمولاً قرمز است. مولکول‌های نیتروژن نور آبی رنگ و قرمز پررنگ تولید می‌کنند.

درست نمی‌دانیم که چرا شفق‌ها چنین شکل‌هایی را دارند. ولی می‌دانیم که پرده‌های شفق و ساختارهای دانه مانند آن‌ها پس از کنده شدن دنبالهٔ مغناطیسی ظاهر می‌شود. پرده‌های ضخیم شفق که گاهی ده‌ها کیلومتر کشیده شده است از ورقه‌های بزرگ مقیاس جریان الکتریکی ناشی می‌شود که به ذرات به طرف پایین شتاب می‌دهند. طول شفق‌ها احتمالاً به فعالیت مغناطیس سپهر بستگی دارد، و موج‌های مغناطیسی کوچک‌تر ممکن است به ذرات انرژی دهند تا پرده‌های باریک‌تر (به پهنای یک کیلومتر) را پدید آورند. ولی غیر از این‌ها، این شکل‌ها هنوز از اسرارند.

مرزهای شمالی به شکل‌ها و ساختارهای گوناگونی به نمایش درمی‌آیند که می‌توانند طی دقایقی به‌طور شگفت‌انگیزی جابه‌جا شوند

به آزمون نهادن شفق‌ها

امروزه نورهای شمالی را هم از زمین و هم از فضا مورد مطالعه قرار می‌دهند. تعداد زیادی دوربین‌های تمام آسمان و ابزارها این پدیده را در بسیاری از کشورهای شمالی مورد مطالعه قرار داده‌اند. این نقشه‌برداری‌ها از جمله با پخش ناهمدوس رادارها صورت می‌گیرد، نظیر رادارهای بزرگ انجمن علمی اروپایی پخش ناهمدوس در مجمع الجزایر نروژی اسوالبارد[3]. همچنین در اسوالبارد پایگاه‌های جدید رصدخانهٔ کجل هنریکسن[4] در سال ۲۰۰۸ و نیز بزرگ‌ترین رصدخانهٔ مربوط به شفق از این نوع با ۳۰ اتاقک ابزار به شکل گنبد در بالا گشایش یافته است. در اینجا، دانشمندان از اطراف جهان می‌توانند با ابزارهای مؤسسه‌های کشور خود از فاصلهٔ دور کار کنند.

چیزی که اسوالبارد را متمایز می‌کند این است که پایگاه آن در طی روز مستقیماً زیر نوک قطب شمالی قرار دارد. در اینجا، ذرات باد خورشیدی می‌توانند بدون در مسیر دنبالهٔ مغناطیسی قرار گرفتن نظیر شفق شب هنگام وارد جو شوند.

برای دهه‌ها، رصدخانه‌های زمینی شفق پیچیده و پرانرژی را آشکار کرده‌اند. فناوری دوربین‌های جدید به پژوهشگران این امکان را داده است تا دسته تصویرهایی زمانی با توان تفکیک بالا به دست دهند که ساختارهای نازک با پهنای کمتر از ۱۰۰ متر و نیز نقش‌هایی را نشان می‌دهند که می‌توانند در کسری از ثانیه پدیدار و ناپدید شوند. هنوز هیچ اتفاق‌نظری در مورد فرایندهای پشت این شکل‌های کوچک مقیاس وجود ندارد.

▲ ابزارهای نظاره‌گر شفق از درون ۳۰ گنبد که درون پشته‌ای از برف و یخ در رصدخانهٔ کجل هنریکسن در اسوالبارد قرار گرفته‌اند.

موشک‌های پرتاب‌شده از فیربنکز[۵] در آلاسکا، اسوالبارد و آندویا[۶] (بیرون از سرزمین اصلی نروژ) به طرف شفق بوده‌اند و می‌توانند در واقع ویژگی‌های فیزیکی آن را اندازه بگیرند. حتی از بالاتر، ماهواره‌ها منظره‌ای جهانی از شفق بیضی شکل که حلقه‌ای از نور به دور هر قطب زمین مغناطیسی است به‌دست می‌دهند. دانشمندان در سال ۲۰۰۹ در دانشگاه برگن در نروژ تصویرهایی ماهواره‌ای از شفق را به نمایش گذاشتند که همزمان از بالای نروژ و نیمکرهٔ جنوبی گرفته شده بودند. این تصویرها نشان می‌دادند که شفق‌ها در دو نیم‌کره می‌توانند کاملاً نامتقارن باشند، که این با فرض عمومی (بریکلند و دیگران) که شفق شمالی و شفق جنوبی تصویرهای آینه‌ای یک‌دیگرند در تناقض است.

▲ خروج جرم تابع آزاد شده از خورشید در ۲۳ ژانویهٔ ۲۰۱۲ شفق تماشایی را در شب پس از آن به‌وجود آورده است، مؤلف این عکس را در شهر نروژی ترومسو گرفته است.

مطالعات، ماهواره‌ای اطلاعات جدید زیادی را از برهم‌کنش باد خورشیدی، مغناطیس سپهر، و جو به‌دست داده‌اند. در سال ۲۰۰۷ در تاریخ زمانی رویدادها و برهم‌کنش‌های کلان مقیاسی در طی نیمه توفان‌ها (THEMIS) در پرواز فضایی مربوط به ناسا همراه با زنجیره‌ای از دوربین‌های زمینی، چندین کشف جدید در مورد فوران‌های شفقی به علت انرژی آزاد شده موقع کنده شدن دنبالهٔ مغناطیس سپهر به دست آمده‌اند. دانشمندان که در بیشتر از یک قرن این رویدادها را بررسی کرده‌اند از مشاهدات جدید حیرت‌زده شدند. شفق روشن‌شده بود و با دو برابر سرعتی که ممکن بود تصور شود حرکت می‌کرد، در جو به طرف غرب می‌رفت و در کمتر از ۶۰ ثانیه تمامی منطقهٔ زمانی را می‌پیمود. توان الکتریکی تلف شده توسط جریان‌هایی از الکترون‌های پرانرژی نیز قابل ملاحظه است - ۵۰۰ تریلیون ژول، معادل انرژی زلزله‌ای با بزرگی ۵/۵ ریشتر.

THEMIS همچنین کمک کرد تا راز دیرپای مغناطیس سپهر روشن شود. قبلاً باعث تعجب بود که چگونه این تعداد ذرات پرانرژی درون مغناطیس سپهر رفت‌وآمد می‌کنند، زیرا ضعیف شدن نوک امکان این تعداد را نمی‌دهد. با مشاهدات توسط پنج فضاپیمای THEMIS شواهدی به دست آمد که نشان می‌داد ارتباط بین مغناطیس سپهر و باد خورشیدی با انفجارهای کوتاهی حاصل می‌شود. این‌ها دسته‌هایی عظیم، پیچ‌خورده و طناب مانند از میدان مغناطیسی‌ای هستند که جو بالای زمین را مستقیماً به باد خورشیدی وصل می‌کنند. وقتی این طناب‌ها به باد وصل شدند- به‌طور میانگین در هر ۸ دقیقه- ذرات می‌توانند در مغناطیس سپهر رفت‌وآمد کنند. سپس طناب‌ها به بالا و زیرزمین به طرف شبانه کشیده می‌شوند، جایی که انرژی آن‌ها حدود ۳۰ دقیقه بعد در طی یک نیمه توفان آزاد می‌شود. مشاهده‌های اخیر با ماهواره‌های کلاستر ESA حاکی از آن است که مغناطیس سپهر بیش از یک محافظ نظیر یک غربال است، گاهی امکان می‌دهد تا باد خورشیدی به درون آن جریان یابد.

THEMIS همچنین کمک کرده است تا بفهمیم کجا ذرات خورشیدی که وارد دنبالهٔ مغناطیس سپهر می‌شوند افزایش انرژی خود را به دست می‌آورند. در سال ۲۰۱۱ پژوهشگران دریافتند که بیشتر شتاب ذرات خیلی نزدیک‌تر به زمین پیش می‌آید تا کنده شدن دنباله که در ابتدا ذرات را به سیاره پرتاب می‌کند. در عوض، ذرات موقع گذشتن از میدان‌های مغناطیسی در حال تغییر انرژی به‌دست می‌آورند که انرژی ذرات ده برابر افزایش می‌یابد. ولی جریان‌های الکتریکی بالای زمین هنوز اثر نهایی را دارند که به شفق‌ها می‌انجامد.

مشاهدات تازه در ورای نور به مطالعات شنودی نیز پرداخته‌اند. افراد زیادی گفته‌اند که در طی نمایش شفقی صداهای ترق‌تروقی را شنیده‌اند که اغلب با پدیده‌های حرکتی همگام هستند. در واقع، مردم سامی (Sami People) در نروژ

شدیدترین شفق‌ها در اروپا بین ۸ شب و ۲ صبح به وقت محلی و در آمریکای‌شمالی بین‌نیمه‌شب تا ۴ صبح رخ می‌دهند

نورهای شـمالی را نوری که می‌توان شنید می‌نامند. چون شفق دسـت کم در ۸۰ کیلومتری بالای سطح و در نزدیک خلأ پیش می‌آید، برای صوت ناممکن است که از محل گسیل به پایین به طرف زمین حرکت کند.

کجا و کی نورهای شمالی را می‌بینیم؟

شـفق قطبی درون یک بیضی‌شـکل حدود ۵۰۰ تا ۱۵۰۰ کیلومتر پهنا به مرکز قطب‌های زمین مغناطیسی روی می‌دهد. آن‌ها شـب و روز در تمامی سال رخ می‌دهند ولی فقط از زمین در طی شـب‌های تاریک و آسمان صاف دیده می‌شوند زیرا نور روز آن‌ها را تحت‌الشعاع قرار می‌دهد. پهنای بیضی‌شکل در طی توفان‌های زمین مغناطیسی گسترش می‌یابد و به طرف لبهٔ دورتر جنوب حرکت می‌کند.

در بخش‌های شـمالی نروژ شـفق تقریباً در هر شب صاف دیده می‌شـود. ولی بخش شـمالی نروژ در همان ارتفاع بارو در آلاسکاست، بنابراین لازم است در امریکای شمالی کاملاً به‌طرف شمال حرکت کنیم تا شفق به دفعات دیده شود. وقتی خورشید فعال اسـت (مثل حالا). نورهای شـمالی در هر سال ۱۰ تا ۱۵ بار در بالای قـارهٔ امریکا و چندین بار در ایالت‌های میانی ظاهر می‌شود. توفان‌های خورشیدی بسیار شدید گاهی شفق را کاملاً پایین به سمت فلوریدا، نظیر مورد جولای ۲۰۰۰ می‌رانند.

شـدیدترین شـفق‌ها اغلب در اروپا بین ۸ شـب و ۲ صبح به وقت محلی و نیمه شـب تا ۴ صبح در امریکای شـمالی روی می‌دهند. بهترین دوره، از سـپتامبر تا آوریل در وقتی اسـت که شـب‌ها تاریک است. شفق‌های شدید بیشتر در اطراف اعتدالین اسـت، بهترین موقع برای مشـاهده، سـپتامبر و اکتبر، مارس و آوریل اسـت. پژوهشـگران بر اینکه اعتدالین زمان شفق اولیه هسـتند توافق ندارند، ولی پاسخ می‌تواند متضمن این باشد که چگونه حرکت سـالانهٔ محـور چرخش زمیـن در جهت دور و نزدیک شدن به خورشید روی برهم‌کنش میدان‌های مغناطیسی خورشیدی و زمینی تأثیر می‌گذارد.

این زمسـتان برای شکار کردن شفق بسیار خوب است زیرا انتظار این است که فعالیت خورشیدی در ۲۰۱۳ به اوج برسد و در دو سال پیش رو بیشینهٔ فعالیت خورشیدی اغلب شدیدترین شـفق‌ها را ایجاد می‌کند. این بدان معناسـت که ممکن اسـت چندین امکان برای روی دادن شفق در ارتفاع‌های پایین‌تر در سه سال بعدی وجود داشته باشد.

برای برنامه‌ریزی سفر از شهر با نور زیاد و ماه کامل اجتناب کنید و محلی تاریک با منظرهٔ صاف از افق شمالی را پیدا کنید. قبل از حرکت فعالیت خورشیدی را بررسی کنید. چندین ماهواره در ۲۴ سـاعت روز خورشید را در دید دارند و با زیر نظر داشتن خورشید و اندازه‌گیری سرعت ذرات باد خورشیدی درست بیرون مغناطیس سپهر، دانشمندان می‌توانند شدت و محل شفق را در یکی دو روز آینده پیش‌بینی کنند.

▲ جنوبی‌ترین بخش جزیرهٔ ترومسویا یک مکان عمومی برای مشاهدهٔ شفق اسـت (درخشنده‌ها به صورت لکه‌های سـیاهی در بندرگاه دیده می‌شوند. مؤلف این عکس از نورهای شـمالی را در ۲۴ ژانویهٔ ۲۰۱۲ گرفته است.

بالا و پایین رفتن‌های طولانی مدت

نورهای شمالی با چند مقیاس زمانی تغییر می‌کنند. بسامد شفق‌های شدید به سطح کلی فعالیت خورشیدی بستگی دارد که یک دورهٔ ۱۱ ساله دارد. خورشید نیز دوره‌های طولانی‌تری نشان می‌دهد که بر شـفق تأثیر دارد، و در چند قرن اخیر افزایش در فعالیت خورشیدی مشاهده شده است. از این رو، امروزه مردمان نسبت به قرن‌های اولیه نورهای شمالی بیشتری را می‌بینند.

اینکه نورهای شـمالی در آینده بسـامد بیشـتر یا کمتری خواهند داشـت نامعلوم اسـت. این امر بسـتگی به این دارد که در قرن بعد خورشـید چه خواهد کرد. بررسی‌های اخیر حاکی از آن اسـت که ما به بیشـینهٔ فعالیت خورشـیدی رسیده‌ایم و خورشـید دوباره به سمت دورهٔ آرام‌تری خواهد رفت- اگرچه نه الزاماً آرامشـی نظیر رکورد معروف ۱۶۴۵ تا ۱۷۱۵، که لکه‌های خورشـیدی به‌ندرت ظاهر می‌شدند و وقتی که شفق به کلی از دید بسیاری از مردم پنهان می‌شد.

ولی حتی اگر خورشید آرام شود هنوز شفق‌های خوبی وجود خواهند داشـت. در طی دورهٔ آرامـش، اغلب حفره‌هایی نزدیک اسـتوای خورشـید در بیرونی‌ترین لایهٔ جوی به‌نـام تاج ظاهر

▲ این تصویر مرئی و فروسـرخ ماهوارهٔ یک پردهٔ شـفقی دالبردار را نشـان می‌دهد که چند روز پس از اینکه خورشید فوران جرم تابع را رها کرده است در ۸ اکتبر سال ۲۰۱۲ در ناحیه‌ای در امریکای شمالی گرفته شده است.

خواهند شد. در این حفره‌ها خط‌های میدان مغناطیسی خورشید به فضا کشیده می‌شوند و باعث می‌شوند که باد خورشیدی با سرعتی بیشتر راحت‌تر رها شود. اگر حفرهٔ تاج به طرف زمین باشد، توفان باد خورشیدی چند روز بعد به ما خواهد رسید.

هیچ تغییر واقعی در فعالیت شفق ناشی از میدان مغناطیسی زمین نیست. بیضی‌شکل شفق حلقه‌ای به دور قطب زمین مغناطیسی زمین ایجاد می‌کند. برخلاف قطب مغناطیسی که در آنجا عقربهٔ مغناطیسی عمودی قرار می‌گیرد، قطب زمین مغناطیسی محل برخورد سطح زمین با میلهٔ مغناطیسی فرضی است.

اخیراً گروهی از دانشمندان فنلاندی ادعا کرده‌اند که توضیحی برای این تناقض به دست آورده‌اند. آن‌ها در طی یک فعالیت شفقی شدید از سه بلندگو در روی زمین استفاده کردند تا چشمهٔ ترق تروق را به‌صورت مثلثی دربرگیرند. مشاهدات آن‌ها به سرچشمه‌ای فقط ۷۰ متر بالای زمین مربوط می‌شد، اگرچه آن‌ها نتیجه گرفتند که صداها با همان ذرات خورشیدی که شفق را به‌وجود آورده‌اند تولید شده‌اند. این گروه هنوز مطمئن نیستند که سازوکار دیگر چیست، زیرا انواع زیادی صدا وجود دارد و هریک ممکن است به سازوکار متفاوتی مربوط باشد.

نورهای هنوز مرموز

به‌رغم این پیشرفت‌ها، پرسش‌های زیادی باقی است. ماهواره‌ها و رادارهای زمینی آشکار کرده‌اند که جریان خروجی عجیبی از اتم‌های اکسیژن یونیده از منطقهٔ شفق در فضا وجود دارد. این جریان در خلاف جهت جریان ذرات خورشیدی است که خیلی سریع پایین می‌آیند و باعث شفق می‌شوند. افزون بر این، این ناحیه‌ها اغلب پر از ذرات با انرژی بالاست، که بحث‌های طولانی در مورد چگونگی و اینکه این ذرات کجا شتاب می‌گیرند در میان بوده است. مشاهدات جدید با مأموریت کلاستر ناسا ادعا می‌کند که این ذرات خودشان در نوک‌ها و نیز تجدید اتصال مغناطیسی شتاب می‌گیرند.

ناسا برنامه‌ای دارد که هیئت مغناطیس سپهری چند مقیاسی (MMS) را در ۲۰۱۴ به فضا بفرستد، مجموعه‌ای شامل چهار فضاپیمای مشابه که با فاصلهٔ متغیر در مدار زمین قرار می‌گیرند تا مرزهای میدان مغناطیسی زمین را به‌طور سه‌بعدی اندازه بگیرند و این فرایند باز پیکربندی را بررسی کنند. تجدید اتصال مغناطیسی انرژی ذخیره شده در میدان مغناطیسی را هم به گرما و هم به انرژی ضربه‌ای تبدیل می‌کند که ذرات باد خورشیدی را به‌طرف زمین می‌راند و تقریباً پشت هر پدیدهٔ مربوط به هوای فضا از جمله شراره‌های خورشیدی، CMEs، و توفان‌های زمین مغناطیسی قرار دارد. ولی به‌رغم اینکه چقدر معمول باشد آن را کاملاً درک نمی‌کنیم. MMS نظریه‌های موجود در مورد رویدادهای فضایی را بررسی می‌کند تا در رمزگشایی چیزی که دارد اتفاق می‌افتد به ما کمک کند.

این مطالعات فقط برای آگاهی از شفق نیست. توفان‌های خورشیدی جامعهٔ مبتنی بر فناوری را بیشتر و بیشتر تحت تأثیر قرار می‌دهد. آن‌ها می‌توانند در خط‌های برق جریان‌های الکتریکی القا کنند و باعث تغییرات ولتاژی شوند که آغازگر محروم شدن از برق ایمن است، یا به مبدل‌ها آسیب برسانند و جوامع را بدون برق بگذارند. توفان‌های خورشیدی همچنین می‌توانند به ماهواره‌ها که تمدن، به آن‌ها وابسته‌اند صدمه بزنند و در کاوش‌های فضایی وقفه ایجاد کنند.

در نتیجه، مطالعهٔ برهم‌کنش میان این پدیده‌ها و محیط‌زیست فضای زمین دارای فایده‌های عملی است که فراتر از پیش‌بینی افسون شفق قرار دارد. همان‌طور که به پیشرفت فناوری ادامه می‌دهیم، به شناخت بهتر ارتباط خورشید- زمینی برای محافظت از خودمان نیاز داریم.

▲ ماهوارهٔ ایمیج ناسا. این تصویر فرابنفش از نورهای جنوبی را در ۱۱ سپتامبر ۲۰۰۵ گرفته است که چهار روز پس از زمان وقوع شرارهٔ خورشیدی بوده است. بیضی‌شکل شفقی به‌وجود آمده در بالای جنوبگان به‌نظر می‌رسد که در اینجا بلو مارابل ایمیج ناسا را پوشانده است.

فضانوردان در خارج ایستگاه فضایی بین‌المللی این عکس را از نورهای جنوبی موقع گذشتن از بالای اقیانوس هند در سپتامبر ۲۰۱۱ گرفته‌اند. صفحه‌های خورشیدی ISS از طرف راست به درون آمده‌اند.

▲ قطب زمین مغناطیسی است که شفق را کنترل می‌کند نه قطب مغناطیسی. قطب زمین مغناطیسی، با فرض اینکه میدان مغناطیسی مثل یک میلهٔ مغناطیسی کامل عمل می‌کند توسط آنالیز ریاضی روی تمام میدان مغناطیسی زمین محاسبه شده است. قطب زمین مغناطیسی شمال ساکن‌تر است و در حال حاضر در کنین باسین میان جزیرهٔ السمر و گرینلند قرار دارد. (از طرف دیگر قطب شمال مغناطیسی در اقیانوس منجمد شمالی در کانادا واقع است). قطب زمین مغناطیسی را نمی‌توان با قطب‌نما مشخص کرد، ولی اگر از فضا زمین را نگاه کنید، قطب زمین مغناطیسی مرکز بیضی‌شکل شفق را نشانه می‌رود.

منابع مربوط به پیش‌بینی شفق، پویانمایی‌ها، و صداهای نورهای شمالی را در skypub.com/auroasci بیابید.

پی‌نوشت‌ها

1. Pal Brekke

پال برک، یک فیزیکدان خورشیدی و مشاور ارشد در مرکز فضایی نروژ و نیز استادیار در مرکز دانشگاهی اسوالبارد است. کتاب اخیر او، خورشید ناآرام ما و نورهای شمالی- راهنمایی برای کشف خورشید توفانی و شفق است.

2. Kristian Brikeland
3. Svalbard
4. Kjell Henriksen
5. Fairbanks
6. Andoya

مرجع

Sky & Telescope, February 2013

لیزرهای الکترون آزاد و کاربرد آن‌ها

اسماعیل لشنی، کارشناس ارشد فیزیک اتمی و مولکولی
مریم ایزدبخش، دبیر فیزیک ناحیهٔ یک شهری

چارلز تاونز (Charles Hard Townes)
دکتر چارلز تاونز به‌همراه چند نفر دیگر در سال ۱۹۵۳ اصول تولید میزر را به‌دست آوردند و تئودور میمان (Theodore H.Maiman) در سال ۱۹۶۰ اولین پرتو لیزر را، که لیزر پتی یاقوت بود، ساخت.

جان مدی (John M.J.Madey)
جان مدی و همکارانش در سال ۱۹۷۵ توانستند لیزر الکترون آزاد co۲ با طول موج ۱۰/۶μm (در ناحیهٔ مرئی) را تقویت کنند. اولین کسی که اصطلاح لیزر الکترون آزاد را رواج داد جان مدی بود.

مقدمه

در لیزر الکترون آزاد (FEL)[1] هدف آن است که الکترون‌ها با سرعتی نسبیتی از شتاب‌دهنده خارج شوند و پس از ورود به محیط برهم‌کنش، قسمتی از انرژی جنبشی خود را به انرژی تابش الکترومغناطیسی تبدیل کنند و باعث تقویت یک موج الکترومغناطیسی شوند که نتیجهٔ آن تولید باریکهٔ همدوس لیزر است.

لیزر الکترون آزاد یک چشمهٔ نور قابل تنظیم با کارآیی زیاد است و عملاً روی هر طول موجی تنظیم می‌شود، در توان‌های بالا کار و البته نور همدوس تولید می‌کند. اما لیزرهای کوانتومی فقط در طول موج‌هایی که خاص گذارهای انرژی مواد فعال آن‌هاست می‌توانند نور تولید کنند. برخلاف لیزرهای متداول که نوعاً فقط تا چند درصد انرژی دریافتی را به نور تبدیل می‌کنند، کارایی بالقوهٔ لیزرهای الکترون آزاد به ۶۵ درصد و کارایی عملی آن‌ها به ۴۵ درصد می‌رسد. در لیزرهای الکترون آزاد نیز، مثل لیزرهای معمولی، نور همدوس توسط الکترون‌ها گسیل می‌شود، اما در این مورد (چنانکه از اسم لیزر هم پیداست) الکترون‌ها به‌جای آنکه به اتم‌های مادهٔ فعال لیزر مقید باشند به‌شکل باریکه‌ای در

خلأ حرکت می‌کنند. چون الکترون‌ها آزادند، طول موجی که گسیل می‌کنند به گذار مجاز میان دو تراز انرژی یک مادهٔ خاص محدود نمی‌شود.

نور این لیزرها در اثر برهم‌کنش سه عامل تولید می‌شود که عبارت‌اند از: شتاب‌دهنده، میدان ویگلر و موج الکترومغناطیسی؛ که به اختصار آن‌ها را شرح می‌دهیم.

کلیدواژه‌ها: لیزرهای الکترون آزاد، لیزر، الکترون آزاد، میدان ویگلر، موج الکترومغناطیسی

شتاب‌دهنده و باریکهٔ الکترونی

این شتاب‌دهنده دستگاهی است که باریکهٔ الکترونی با انرژی بالا تولید می‌کند و به الکترون‌ها سرعت‌های نسبیتی می‌دهد. شتاب‌دهنده‌ها انواع مختلفی دارند از جمله: شتاب‌دهندهٔ حلقهٔ انباشت[۲]، شتاب‌دهندهٔ خطی Rf[۳]، شتاب‌دهندهٔ القایی و شتاب‌دهندهٔ الکترواستاتیک.

موج الکترومغناطیسی

یک موج الکترومغناطیسی که قصد داریم آن را جهت تولید نور لیزر تقویت کنیم، در همان راستای حرکت الکترون‌های درون ویگلر حرکت می‌کند که این موج می‌تواند باریکهٔ لیزر هم باشد.

میدان ویگلر

این میدان یک میدان مغناطیسی یا الکتریکی است که در فضا دوره‌ای است و توسط یک مجموعه آهنربا مشهور به ویگلر[۴] تولید می‌شود. اثر میدان مغناطیسی ویگلر روی الکترون‌ها طوری است که توسط آن، انرژی جنبشی الکترون‌ها به موج الکترومغناطیسی منتقل و باعث تقویت موج می‌شود و این موج الکترومغناطیسی خود توسط یک دستگاه بازیافت در لیزر تقویت و منتشر می‌گردد. ویگلرها چند نوع‌اند: ویگلر مارپیچ[۵]، ویگلر واقعی[۶]، ویگلر تخت[۷]، ویگلر باریک‌شوندهٔ[۸] تخت و مارپیچی و ویگلر الکترومغناطیسی.

نکتهٔ قابل توجه و مهم در مورد قابل تنظیم بودن لیزر الکترون آزاد در تمام بازهٔ طول موج این است که طول موج نور لازم برای تداخل بین این سه جزء به‌وسیلهٔ هر دو عاملِ تناوبی بودن میدان ویگلر و انرژی باریکهٔ الکترون تعیین می‌شود که در ادامه آن را به‌دست می‌آوریم.

وقتی موج نور از میدان مغناطیسی استاتیک ویگلر می‌گذرد تغییرات فضایی میدان ویگلر با تغییرات میدان‌های الکترومغناطیسی موج نور ترکیب می‌شود و یک موج زنش[۹] به‌وجود می‌آید. بسامد موج زنش با بسامد موج نور یکی است ولی عدد موج آن برابر با مجموع عدد موج‌های باریکهٔ نور و میدان ویگلر است. در این فرایند الکترون‌ها انرژی خود را به موج الکترومغناطیسی می‌دهند.

تاریخچهٔ لیزر

در بهار سال ۱۹۵۱، نیروی دریایی آمریکا از دکتر چارلز تاونز[۱۰]، فیزیک‌دان دانشگاه کلمبیا، درخواست کرد که راه‌هایی را جهت افزایش بسامدهای میکروموج بیابد، چون نیروی دریایی به بسامدهای بیشتر نیاز داشت تا بتواند در ارتباطات از آن‌ها استفاده کند.

تاونز به همراهی دکتر هربرت زایگر[۱۱] و جیمز گوردون[۱۲]، دانشجوی کارشناسی ارشد شروع به‌کار کرد و سرانجام آن‌ها در سال ۱۹۵۳ وسیله‌ای ساختند که از گاز آمونیاک به‌عنوان محیط فعال استفاده می‌کرد و یک چشمهٔ میکروموج با بسامد بالا اختراع کردند. این وسیله میزر Maser[۱۳] نامگذاری شد و تئودور میمان (Theodore H.Maiman) در ۱۹۶۰ اولین پرتو لیزر را که لیزر تپی یاقوت بود ساخت.

به پاس این خدمت، در سال ۱۹۶۴ به تاونز و دو فیزیک‌دان دیگر از روسیه، که آن‌ها نیز روی میزرها به‌طور مشترک کار کرده بودند، جایزهٔ نوبل داده شد.

تاریخچهٔ لیزر الکترون آزاد

اگرچه اصول کار لیزر الکترون آزاد نسبتاً ساده است ولی عملی کردن این اصول بسیار دشوار است. اولین بار هانس موتز[۱۴] از دانشگاه استنفورد[۱۵] طیف گسیلی باریکهٔ الکترون در میدان مغناطیسی امواج را در سال ۱۹۵۱ محاسبه کرد. او و همکارانش ابتدا لیزر سبز- آبی ناهمدوس تولید کردند و بعد موفق شدند به تقویت همدوس در طول موج‌های میلی‌متری دست یابند. چون کیفیت باریکهٔ الکترون خوب نبود، موتز و همکارانش نتوانستند نور همدوس در طول موج‌های مرئی تولید کنند. لیزر الکترون آزاد در سال ۱۹۷۵ بار دیگر مورد توجه قرار گرفت و آن هنگامی بود که جان مدی[۱۶] (کسی که اصطلاح لیزر الکترون آزاد را رایج کرد) و همکارانش در استنفورد با استفاده از یک ویگلر مارپیچی و باریکهٔ الکترونی که از یک شتاب‌دهندهٔ خطی می‌گرفتند توانستند خروجی لیزر Co_2 با طول موج ۱۰/۶ میکرون (در ناحیهٔ مرئی) را تقویت کنند. موفقیت مدی مرهون پیشرفت‌هایی بود که در فناوری شتاب‌دهنده‌های خطی و طراحی ویگلر حاصل شده بود.

همزمان با تحقیقات استنفورد، آزمایشگران در چندین مرکز، کار بر روی لیزرهای الکترون آزاد ریزموج را شروع

لیزر الکترون آزاد یک چشمهٔ نور قابل تنظیم با کارایی زیاد است و عملاً روی هر طول موجی تنظیم می‌شود، در توان‌های بالا کار و البته نور همدوس تولید می‌کند

کردند. تازه در سال ۱۹۸۷ بود که اولین لیزر الکترون آزاد نور مرئی در دانشگاه پاریس ساخته شد. از آن موقع تاکنون تنها در روسیه و همچنین دانشگاه استنفورد و بخش‌های فضایی شرکت بوئینگ لیزر الکترون آزاد که نور مرئی گسیل می‌کند ساخته شده است.

کاربردهای لیزر الکترون آزاد

در حال حاضر کار روی لیزرهای الکترون آزاد، هم در طول موج‌های مرئی و هم در طول موج‌های میلی‌متری، ادامه دارد. هدف اصلی پژوهشگران رسیدن به توان‌های بیشتر و طول موج‌های کوتاه‌تر است. نیل به این هدف‌ها مستلزم پیشرفت‌هایی است که در طراحی شتاب‌دهندهٔ الکترون و طراحی ویگلر صورت می‌گیرد.

کاربرد لیزرهای الکترون آزاد، حتی در وضع ناکامی فعلی، به‌عنوان چشمه‌های پر توان تپی[۱۷] و پیوستهٔ نور مرئی و فروسرخ در کارهای پژوهشی شروع شده است. لیزرهای الکترون آزاد به‌ویژه برای جراحی مناسب‌اند، از این لیزرها می‌توان هم برای بریدن و هم برای انجام عمل فوتون- جوش (انعقاد از طریق داغ کردن) استفاده کرد.

برای بریدن معمولاً نور فروسرخ سه میکرونی لازم است اما برای جوش دادن به طول موج‌هایی میان صفر تا یک و نیم میکرون نیاز است. اصولاً لیزر الکترون آزاد را می‌توان در حین عمل جراحی، بنا به ضرورت، روی طول موج‌های کوتاه و بلند تنظیم کرد، دستگاه پرقدرت استنفورد برای مطالعهٔ کاربردهای جراحی بسیار مناسب است. این لیزر بافت نرم و همچنین استخوان را خیلی سریع گرم می‌کند و پلاسمای فراگرم به‌وجود می‌آورد. در مقایسه با لیزرهای فعلی، لیزر الکترون آزاد با توان زیاد و تپ‌های کوتاه امکان می‌دهد که زخم‌ها سریع‌تر التیام پیدا کنند و آثار آن‌ها محدودتر شود.

علاوه بر کاربردهای پژوهشی، لیزر الکترون آزاد در زمینه‌هایی چون مخابرات، رادار و گرم کردن پلاسما (در دستگاهی به‌نام توکامک گرم کردن پلاسما می‌تواند جهت همجوشی هسته‌ای هیدروژن به هلیم ایجاد انرژی زیادی مانند انرژی سطح خورشید کند) قابل استفاده است. لیزر الکترون آزاد می‌تواند منبع پرقدرتی برای تابش امواج میلی‌متری و میکرونی برای رادار بلند برد با تفکیک زیاد باشد. کاربرد بحث‌انگیز لیزرهای الکترون آزاد با توان زیاد و تپ بلند در امور نظامی (از جمله در انهدام موشک‌های بالستیک) است. طراحان این نوع سلاح یک پایگاه لیزری زمینی در مقیاس بزرگ پیش‌بینی می‌کنند که می‌تواند به کمک آینه‌های مستقر در زمین و در مدار جو، نور را روی هدف هدایت کند. لیزرهای الکترون آزاد در این کاربردها، تا رسیدن به بلوغ فنی راه طولانی در پیش دارند.

لیزرهای الکترون آزاد به‌ویژه برای جراحی مناسب‌اند. از این لیزرها می‌توان هم برای بریدن و هم برای جوش دادن (انعقاد از طریق داغ کردن) استفاده کرد

پی‌نوشت‌ها

1. free electron laser
2. storage ring
3. radio frequency
4. wiggler
5. helical wiggler
6. Idealized wiggler
7. planar wiggler
8. Tapered wiggler
9. pondermotive wave
10. Charles Hard Townes
11. Herbert Ziger
12. James Gordon
13. Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation
14. Hans Motz
15. Stanford University
16. John M.J. Madey
17. pulse

منابع

1. H. P. Freund and J. M. Antonsen, Jr., Principles of Free Electron Lasers chapman and Hall, London, (1996).
2. Motz H. Thon W. Whitehurst RN. July 1953. “Experiments on radiation by fast electron beams.” Journol of applied Physics, 24, 826-833.
3. Deacon D A G, Elias LR, Mady J M J, Ramian G J, Schwettan H A, Smith TI, 18 April 1977, “First operation of a free Electron lasers,” Phys. Rev Letters, 38, 892-894.
4. Sprangle Phillip, Coffey Timothy, March 1984, “New sources of high-power coherent radiation,” Physics Today, 37,44-5.
5. Morshal Thomas C, 1985, Free- Electron Lasers, Macmillan Publishing.
6. Phillips R M, September 1988, “History of ubitron,” Nuclear Instruments & Methods in Physics Research, A 272, 1-9.
7. Bottollier Curtet, H, Gardele J, Bardy J, July 1991, First Free-Electron Laser experiment in the millimeter rang of C.E.S.T.A., “nuclear Instruments & Methools in physics Research, A 304, 197-202.
8. Su, Y, Huang S, Chen Y, March 1988. “Amicromave free electron laser experiment,” Nuclear Instruments & Methools in Physics Research, A 272, 147-153.

طرح درس از جنس یک خاطره

مرضیه بلالی
کارشناس ارشد فیزیک- دبیر دبیرستان فرزانگان یک تهران و دبیرستان مهدویه

ساعت هفت و بیست‌وهفت دقیقه بود. دیگه وقتش بود. باید می‌رفتم وسایلم را از روی میز برمی‌داشتم. کیفم را برداشتم و به‌سمت کلاسم به‌راه افتادم. کلاس در طبقهٔ سوم بود. دوست داشتم می‌تونستم برای زودتر رسیدن، پله‌ها را دوتا یکی بپرم بالا. ساعت هفت و سی دقیقه بود و من دم در کلاسم بودم. طبق معمول در زدم و وارد شدم و گفتم سلام! بچه‌ها همه از جا بلند شدند، سلام کردند و با اشارهٔ من نشستند. وسایلم را روی میز گذاشتم و دویدم سمت نیمکت‌ها. در ضمن داشتم تو ذهنم سریع طرح درس آن روز را که برای این کلاس برنامه‌ریزی کرده بودم مرور می‌کردم. آن روز باید می‌رفتیم آزمایشگاه.

طبق روال هر جلسه خیلی سریع از جلوی هر نیمکت رد شدم و با بچه‌ها احوال‌پرسی کردم و از اونا پرسیدم که آیا از درس جلسهٔ قبل اشکال دارند یا نه؟

از یکی از دانش‌آموزان هم خواستم که برگه‌های تصحیح شدهٔ جلسهٔ قبل را به بقیه بدهد. متوجه شدم آیدا غایبه. گفتم بچه‌ها مباحث امروز را باید آن‌قدر خوب یاد بگیرید که جلسهٔ بعد به آیدا درس بدهید. ساعت هفت و چهل دقیقه بود. دیگه همه چیز آمادهٔ این جملهٔ من بود که بگم: «سؤال یک». آخه می‌دونید دانش‌آموزها عادت کرده بودند که هر جلسه یک امتحان داشته باشند. سه تا سؤال برایشان خواندم و آن‌ها نوشتند. بعد، پانزده دقیقه فرصت دادم که سؤال‌ها را حل کنند. بعد از اتمام زمان امتحان برگه‌ها را جمع و خیلی سریع با بچه‌ها مسائل را حل کردیم به‌طوری که همه اشکالاتشان را فهمیدند. خیلی خوشحال بودم که دیگه برای شاگردها این نکته جا افتاده بود که فقط برای نمره درس نخوانند بلکه برای یادگیری بهتر مطالب و کنکاش روی مفاهیم تلاش کنند.

حالا ساعت هشت بود. به دانش‌آموزان گفتم که درس امروز را توی آزمایشگاه بررسی می‌کنیم. همه خیلی خوشحال شدند. با هم به‌طرف آزمایشگاه که در طبقهٔ دوم واقع بود، رفتیم. متصدی آزمایشگاه تمام وسایل مورد نیاز را از قبل آماده کرده بود.

موضوع درس در مورد اثر میدان مغناطیسی روی بارِ در حال حرکت و سیم حامل جریانِ درون آن بود. بچه‌ها طبق روال همهٔ کلاس‌های آزمایشگاهی به گروه‌های چهار نفره تقسیم شدند و هر گروه پشت میز مربوط به خودش ایستاد و من درس را با طرح چند سؤال از آن‌ها شروع کردم. توی همین سؤال و جواب‌ها بچه‌ها کمیت‌های وابسته به نیروی الکترومغناطیسی را تشخیص دادند و برای به‌دست آوردن فرمول مربوطه، با ابزارهای آزمایشگاهی و اندازه‌گیری‌ها، روابط را به‌دست آوردند. کار خیلی خوب پیش رفت، چون نظم خوبی در آزمایشگاه بود و بچه‌ها می‌دانستند که برای بازی و تفریح به آنجا نیامده‌اند بلکه برای جست‌وجو در مفاهیم درسی به این مکان آمده‌اند و تفریح آن‌ها یادگیری واقعی مطالب است. تقریباً ساعت هشت و چهل‌وچهار دقیقه بود که همهٔ بچه‌ها گزارش کارهاشان را تحویل دادند و با هم به‌طرف کلاس راه افتادیم. در راه با خودم فکر می‌کردم که در ده دقیقهٔ باقی‌مانده چه برنامه‌ای پیاده کنم. این دقایق در طرح درسم نبود. چون من پیش‌بینی می‌کردم که تا آخر زنگ اول کار آزمایشگاه طول بکشد؛ ولی این‌طور نشده بود. اگر می‌گفتم سؤال بنویسند یا تمرین حل کنند شاید بچه‌ها زیاد رغبت نمی‌کردند. توی این فکر بودم که اگر خودم جای آن‌ها بودم چه کاری دوست داشتم انجام بدم؟ از طرف دیگر، من معلمی بودم که عادت داشتم از دقیقه دقیقهٔ کلاسم استفاده کنم و زمان برایم خیلی باارزش بود. یک دفعه جرقه‌ای تو ذهنم زده شد.

به کلاس رسیدیم. بچه‌ها گفتند: خانم! چند دقیقه دیگه زنگ می‌خوره، الان چی کار کنیم؟ من هم سریع به آن‌ها گفتم سر جاهاتون بشینید تا با هم یک بازی جالب کنیم. بچه‌ها خیلی خوشحال شدند. گفتم: یکی میاد اینجا و من در گوشش یک کلمه می‌گم و او آن کلمه را با پانتومیم اجرا می‌کنه و شما باید حدس بزنید که آن کلمه چیه. نگین را صدا کردم. او هم با تعلّل آمد. چهرهٔ بچه‌ها دیدنی بود. همه تعجب کرده بودند که معلم جدی فیزیکشون دارد با آن‌ها بازی می‌کند.

رفتم پیش نگین و خیلی آرام در گوشش گفتم: «یک تسلا». چشمای نگین گِرد شد. گفت: خانوم آخه چه‌جوری؟! گفتم: زود باش زمان تو یک دقیقه است! نگین اول کمی فکر کرد و بعد در کمال ناباوری دیدم که چقدر زیرکانه، طبق تعریف یک تسلا با دست‌هایش، ابزارهای آزمایشگاهی را طراحی کرد و بچه‌ها خیلی خوب جواب دادند. بعد از نگین فاطمه را صدا زدم. توی گوشش آرام گفتم: «ماشین گرمایی برون‌سوز». و به‌همین ترتیب ادامه دادیم. آنقدر این بازی برای بچه‌ها جالب بود که صدای زنگ تفریح را نشنیدیم. به این ترتیب بعضی از تعاریف در فصل‌های مختلف دوره شد.

این اتفاق، دیگه در آن سال تحصیلی رخ نداد ولی به‌عنوان خاطره‌ای خوب و جذاب برای همیشه برایم به یادگار ماند.

گفتم یکی بیاد اینجا و من در گوشش یه کلمه می‌گم و او آن کلمه را با پانتومیم اجرا می‌کنه و شما باید حدس بزنید که آن کلمه چیه

مرزهای فیزیک

تازه‌ترین اخبار پژوهشی

منیژه رهبر

مرگ سالانه بیش از دو میلیون نفر بر اثر آلودگی هوا

یک بررسی جدید نشان می‌دهد که هر سال بیش از دو میلیون نفر بر اثر آلودگی هوای ناشی از فعالیت بشر تلف می‌شوند.

علاوه‌بر آن، این بررسی نشان می‌دهد که تغییر آب‌وهوا می‌تواند آثار آلودگی هوا را تشدید کند و میزان مرگ‌ومیر را افزایش دهد، میزان تلفات گزارش شده حداقل ممکن است که فقط کسر کوچکی از تلفات فعلی آلودگی هوا را نشان می‌دهد.

نتیجهٔ بررسی که در شمارهٔ ۱۲ ژوئیه مجلهٔ *انوایرونمنتال ریسرچ لترز*[1] منتشر شده است برآورد می‌کند که هر سال حدود ۴۷۰/۰۰۰ نفر بر اثر افزایش اوزون ناشی از فعالیت‌های انسان تلف می‌شوند.

همچنین تعداد ۲/۱ میلیون مرگ ناشی از افزایش ریزگردهای معلق در هوا برآورد شده است که می‌توانند با ورود به ریه‌ها باعث سرطان و دیگر بیماری‌های تنفسی شوند.

جیسون وست[2] از دانشگاه کارولینای شمالی می‌گوید: «برآوردهای ما نشان می‌دهد که آلودگی هوا از جملهٔ مهم‌ترین عوامل خطر برای سلامتی است. بسیاری از این مرگ‌ومیرها در شرق و جنوب آسیا رخ می‌دهد که در آنجا جمعیت زیاد و آلودگی هوا جدی است.»

با این همه، گزارش نشان می‌دهد که تعداد تلفات ناشی از تغییر آب و هوا از زمان انقلاب صنعتی نسبتاً کم بوده است. طبق این برآوردها تغییر آب‌وهوا هر سال باعث ۱۵۰۰ مرگ ناشی از اوزون و ۲۲۰۰ مرگ ناشی از ریزگردها می‌شود.

تغییر آب‌وهوا به راه‌های مختلف در آلودگی هوا تأثیر می‌گذارد و باعث افزایش یا کاهش موضعی آن می‌شود. به‌عنوان مثال دما و رطوبت می‌تواند آهنگ‌های واکنش تعیین‌کنندهٔ تشکیل آلودگی یا طول عمر یک آلاینده را تغییر دهد و میزان بارندگی زمان انباشت آلاینده‌ها را تعیین می‌کند.

دماهای زیاد می‌تواند باعث گسیل ترکیبات آلی از درختان شود که بر اثر واکنش با جو اوزون و ذرات گرد و غبار را تشکیل می‌دهند.

به گفتهٔ وست «بررسی‌های اندکی در جهت برآورد آثار تغییرات آب‌وهوا در گذشته روی کیفیت هوا و سلامتی انجام شده است. به نظر ما تأثیرات آب و هوا در گذشته مؤلفه ناچیزی از تغییر آب‌وهوای کلی است».

پژوهشگران در این بررسی از مجموعه‌ای از مدل‌ها برای شبیه‌سازی غلظت اوزون و ریزگردها در سال‌های ۲۰۰۰ و ۱۸۵۰ استفاده کرده‌اند. آن‌ها روی هم‌رفته چهارده مدل سطح اوزون و شش مدل سطح ریزگردها را شبیه‌سازی کرده‌اند سپس برای ارزیابی چگونگی تأثیر تراکم آلاینده‌های ناشی از مدل‌های آب‌وهوایی بر آهنگ مرگ‌ومیر کلی از بررسی‌های مربوط به بیماری‌های واگیردار استفاده کردند.

نتایج کار این پژوهشگران با بررسی‌های قبلی تحلیل آلودگی هوا و آهنگ مرگ‌ومیر قابل مقایسه است، اما تغییرات ناشی از مدل مورد استفاده نیز وجود دارد.

وست می‌گوید «دریافته‌ایم که استفاده از مدل‌های مختلف، عدم قطعیت زیادی در نتایج به‌وجود می‌آورد. این موضوع نشان می‌دهد که نتایج حاصل از بررسی‌های با استفاده از تنها یک مدل را باید با احتیاط تلقی کرد».

برای اطلاعات بیشتر رجوع کنید به:

Global premature mortality due to anthropogenic outdoor air pollution and contribution to past climate change' Raquel .A Silva et al Environ. Res.. 2013 Lett 8034005 Institute of .Physics

پی‌نوشت‌ها

1. Environmental Research Letters
2. Jason West

کلاتریت[1]ها بلورهای متشکل از قفس‌های کوچکی هستند که می‌توان تک‌اتم‌ها را در آن‌ها محبوس کرد. این اتم‌ها ویژگی‌های مادهٔ بلور را به‌شدت تغییر می‌دهند. با به دام انداختن اتم‌های سریم در کلاتریت، دانشمندان دانشگاه فناوری وین ماده‌ای را به‌وجود آورده‌اند که دارای ویژگی‌های ترموالکتریکی شدید است و می‌توان از آن برای تبدیل گرمای تلف‌شده به الکتریسیته استفاده کرد.

کلاتریت‌ها: قفس‌های محبوس‌کنندهٔ تک‌اتم‌ها در این شکل نشان داده شده‌اند

این یک فرآینه‌ای در دانشگاه فناوری وین است که در آن مادهٔ جدیدی به‌وجود آمده است

هنگام گرم شدن ماشین‌ها انرژی زیادی تلف و باعث گرم شدن غیرضروری محیط اطراف آن‌ها می‌شود. با استفاده از مواد ترموالکتریکی می‌توان این انرژی گرمایی را به‌کار گرفت؛ این مواد هنگام پل زدن بین اجسام داغ و سرد جریان الکتریکی تولید می‌کنند. یک ساختار بلورین خاص در دانشگاه فناوری وین موفق به انجام این کار شده و اثر فیزیکی شگفت‌انگیزی را به‌وجود آورده است. این ماده از تعداد بی‌شماری از قفس‌های کوچک در بلور تشکیل شده که اتم‌های سریم در آن‌ها به دام افتاده‌اند. این اتم‌های مغناطیسی به دام افتاده مدام میله‌های قفس خود را تکان می‌دهند و به‌نظر می‌رسد که این کار باعث می‌شود ماده دارای ویژگی‌های مطلوب غیرمنتظره‌ای شود.

اتم‌های سریم ناشی از فرآینه‌ای

«کلاتریت‌ها» اصطلاح فنی مربوط به بلورهایی است که در آن اتم‌های مهمان در فضاهای قفس‌گونه به دام افتاده‌اند. پروفسور سیلکه بوهلر پاشن[2] از دانشگاه وین می‌گوید «این کلاتریت‌ها ویژگی‌های گرمایی شگفت‌انگیزی از خود نشان می‌دهند. رفتار دقیق این ماده به برهم‌کنش بین اتم‌های به دام افتاده و قفس اطراف آن‌ها بستگی دارد. ایدهٔ استفاده از اتم‌های سریم به واسطهٔ خواص مغناطیسی آن‌ها به‌وجود آمد که نویدبخش برهم‌کنش‌های بسیار جالب بود.

این ایده برای مدتی طولانی غیرممکن به‌نظر می‌رسید. تمام تلاش‌های قبلی برای وارد کردن اتم‌های مغناطیسی مانند فلز خاک کمیاب سریم در ساختار بلورین کلاتریت با شکست روبه‌رو شده بود. سرانجام، پروفسور آندره پروکوفیوف[3] از دانشگاه وین موفق به ساخت کلاتریت متشکل از باریم، سیلسیم، و طلا با استفاده از روش رشد بلور در یک فر آینه‌ای شد که تک‌اتم‌های سریم را دربرگرفته بود.

الکتریسیتهٔ ناشی از اختلاف دما

ویژگی‌های ترموالکتریکی مادهٔ جدید بررسی شده است. مواد ترموالکتریکی وقتی کار می‌کنند که جسم داغی را به جسم سرد متصل کنند. بوهلر پاشن می‌گوید «حرکت گرمایی الکترون‌ها در ماده بستگی به دما دارد. حرکت گرمایی در طرف داغ بیشتر از طرف سرد است، بنابراین الکترون‌ها به ناحیهٔ سردتر نفوذ می‌کنند و اختلاف پتانسیلی بین دو سر ماده به‌وجود می‌آید».

آزمایش‌ها نشان می‌دهند که اتم‌های سریم توان گرمایی ماده را به میزان ۵۰ درصد افزایش می‌دهند. در نتیجه می‌توان به ولتاژ بیشتری دست یافت. به‌علاوه، رسانندگی گرمایی کلاتریت‌ها بسیار کم است. این موضوع از این نظر اهمیت دارد که در غیر این صورت دمای دو طرف یکسان می‌شد و اختلاف پتانسیلی به‌وجود نمی‌آمد.

داغ‌ترین اثر کوندو در جهان

به‌نظر پروفسور کوهلر- پاشن «دلیل این ویژگی‌های بسیار خوب» ماده، نوعی همبستگی الکترون- الکترون موسوم به اثر کوندو[4] ست. الکترون‌های اتم سریم به‌صورت کوانتوم مکانیکی با اتم‌های بلور مربوط‌اند. در واقع، اثر کوندو مربوط به حوزهٔ فیزیک دمای کم نزدیک به صفر مطلق است. اما در نهایت تعجب، این همبستگی‌های کوانتوم مکانیکی در مواد کلاتریت جدید، حتی در دماهای چندصد درجه سلسیوس نیز نقش خود را ایفا می‌کنند. تکان خوردن اتم‌های به دام افتاده با افزایش دما شدیدتر می‌شود. این تکان تکان خوردن‌ها اثر کوندو را در دماهای زیاد تثبیت می‌کند. اکنون ما داغ‌ترین اثر کوندو در جهان را مشاهده می‌کنیم».

پژوهش بیشتر برای کلاتریت‌های بهتر و ارزان‌تر

گروه پژوهشی دانشگاه فناوری وین اکنون می‌کوشد این اثر را برای انواع مختلف کلاتریت انجام دهد. برای جذاب‌تر کردن این نوع الکتریسیته از نظر تجارتی، باید به‌جای طلای گران‌بها از فلزات دیگر مانند مس استفاده کرد. به جای سریم نیز می‌توان چند عنصر از خاک‌های کمیاب را به‌کار برد. در مورد استفادهٔ فناورانه از این کلاتریت‌ها برای تبدیل گرمای تلف‌شدهٔ صنعتی به انرژی الکتریکی ارزشمند امیدواری زیادی وجود دارد.

برای اطلاعات بیشتر رجوع کنید به:

Thermopower enhancement by encapsulating cerium in clathrate cages. DOI; 10.1038/nmat .3756

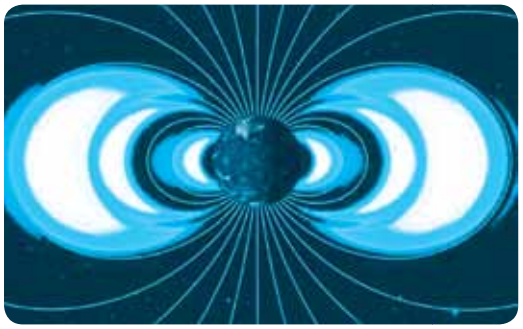
پی‌نوشت‌ها

1. Clathrates
2. Silke Buhler Paschen
3. Andrey Prokofiev
4. Kondo effect

منبع

Vienna University of Technology

دانشمندان چگونگی تشکیل حلقه‌های تابش غیرعادی در فضا را توضیح می‌دهند



کمربندهای تابش ون آلن

از زمان کشف کمربندهای تابش ون آلن در سال ۱۹۵۸ دانشمندان گمان می‌کردند این کمربندها که زمین را احاطه کرده‌اند از دو حلقهٔ دونات شکل حاوی ذرات بسیار باردار تشکیل شده‌اند- حلقهٔ داخلی متشکل از الکترون‌های پرانرژی و یون‌های مثبت با انرژی زیاد و حلقهٔ خارجی تشکیل شده از الکترون‌های پر انرژی.

در فوریهٔ امسال گروهی از دانشمندان کشف شگفت‌انگیز یک حلقهٔ سوم را گزارش دادند که قبلاً شناخته نشده بود- حلقهٔ نازکی که در سپتامبر ۲۰۱۲ برای مدتی کوتاه بین حلقه‌های داخلی و خارجی ظاهر شد و به مدت یک ماه آنجا بود. دانشمندان فضایی UCLA در پژوهشی جدید موفق به مدل‌سازی و توضیح این رفتار غیرمنتظرهٔ حلقهٔ سوم شده‌اند که نشان می‌دهد ذرات پرانرژی تشکیل‌دهندهٔ این حلقه الکترون‌های فرانسبیتی با فیزیک متفاوت از ذرات کمربندهای تابش ون آلن هستند.

شپریتز[1] از اعضای گروه پژوهشی می‌گوید «در گذشته دانشمندان گمان می‌کردند که همهٔ الکترون‌های موجود در کمربندهای تابش اطراف زمین از یک فیزیک پیروی می‌کنند. اما اکنون دریافته‌ایم که کمربندهای تابش متشکل از جمعیت‌های متفاوتی هستند که با فرایندهای فیزیکی متفاوت کار می‌کنند.»

نتیجهٔ این پژوهش در شمارهٔ ماه سپتامبر مجله *نیچر فیزیکز*[2] چاپ شده است.

کمربندهای ون آلن خطری جدی برای ماهواره‌ها و سفینه‌های فضایی هستند. این خطرها از ناهنجاری‌های مختصر تا از کار افتادن کامل ماهواره‌های مهم تغییر می‌کنند. شناخت بهتر تابش موجود در فضا برای محافظت افراد و دستگاه‌ها ضروری است.

به گفتهٔ پژوهشگران «الکترون‌های فرانسبیتی که حلقهٔ سوم را تشکیل می‌دهند و در هر دو کمربند وجود دارند- به واسطهٔ نفوذ در حفاظ ارزشمندترین و حفاظت‌شده‌ترین ماهواره‌های فضایی خطرناک‌اند. سرعت این الکترون‌ها نزدیک به سرعت نور و انرژی جنبشی آن‌ها چند برابر انرژی جرم سکون الکترون است. تفاوت رفتار این الکترون‌ها با الکترون‌های کم‌انرژی‌تر کلید اصلی این بررسی است در اول سپتامبر ۲۰۱۲، امواج پلاسمای تولید شده توسط یون‌ها، که معمولاً بر الکترون‌های پرانرژی تأثیر نمی‌گذارند، الکترون‌های فرانسبیتی کمربند خارجی را تقریباً تا لبهٔ داخلی آن بیرون کشیدند. در این توفان فقط حلقهٔ نازکی از الکترون‌های فرانسبیتی باقی ماند. مابقی آن‌ها حلقهٔ سوم را تشکیل دادند.

پس از توفان، حباب سردی از پلاسمای اطراف زمین گسترش یافت تا ذرات موجود در حلقهٔ سوم را از امواج یونی محافظت کند و باعث تداوم حلقه شود. پژوهشگران همچنین دریافتند که تپش‌های الکترومغناطیسی با بسامد کم که گمان می‌رفت در الکترون‌های کمربند تابش ناشی از شتاب‌گیری غالب است بر الکترون‌های فرانسبیتی تأثیر نمی‌گذارد.

شپریتز می‌گوید «کمربندهای ون آلن را دیگر نمی‌توان متشکل از توده‌ای الکترون در نظر گرفت. آن‌ها طبق انرژی خود رفتار می‌کنند و به آشفتگی‌های موجود در فضا واکنش نشان می‌دهند. الکترون‌های فرانسبیتی بسیار سریع حرکت می‌کنند و نمی‌توانند بسامد مناسب برای موج‌هایی را داشته باشند که به صفحهٔ استوایی نزدیک است. این دلیل اصلی آن است که شتاب‌گیری و پراکندگی الکترون‌های فرانسبیتی در جو توسط این امواج کارایی کمتری دارد. این مطالعه نشان می‌دهد که جمعیت‌هایی از ذرات کاملاً متفاوت در فضا وجود دارند که در مقیاس‌های زمانی مختلفی تغییر می‌کنند و با پیروی از فیزیکی متفاوت، ساختارهای فضایی کاملاً متفاوتی را از خود نشان می‌دهند».

این گروه شبیه‌سازی‌هایی را با استفاده از یک مدل کمربندهای تابش زمین برای دورهٔ از اواخر اوت ۲۰۱۲ تا اوایل اکتبر ۲۰۱۲ انجام داد. این شبیه‌سازی که با استفاده از فیزیک الکترون‌های فرانسبیتی و شرایط آب‌وهوایی ایستگاه هواشناسی زمین انجام شد. با رصدهای کاوندهای کمربندهای ون آلن ناسا به‌خوبی سازگار بود و نظریهٔ گروه دربارهٔ حلقهٔ جدید را تأیید کرد.

شپریتز می‌گوید «فکر می‌کنم که با این بررسی فقط نوک کوه یخ را نمایان ساخته‌ایم. هنوز باید چگونگی روند شتاب‌گیری این الکترون‌ها، منشأ آن‌ها، و دینامیک کمربندها در توفان‌های مختلف را به دقت بررسی کنیم».

کمربندهای تابش زمین را اکسپلورر I[3]، اولین ماهوارهٔ ایالات متحده که به فضا رفت، در سال ۱۹۵۸ کشف کرد.

برای اطلاعات بیشتر رجوع کنید به:

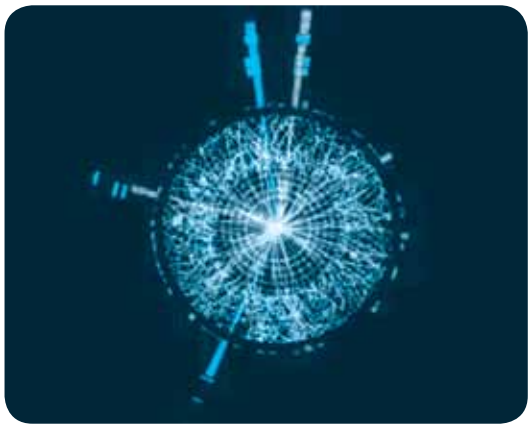
Unusual state trapping of ultrarelativistic electrons in the van .Allen radiation belts
DOI: 10.1038/nphys2760

پی‌نوشت‌ها

1. Shprits
2. Nature Physics
3. Explorer I

منبع

university of california, los Angeles



در این برخورد ثبت شده توسط آشکارساز ATLAS در ۱۵ مه ۲۰۱۲ یک بوزون هیگز به چهار لپتون واپاشیده می‌شود.

ذرهٔ هیگز و منشأ جرم

۱۸ اکتبر ۲۰۱۳- فرهنگستان سلطنتی علوم سوئد تصمیم گرفته است که جایزهٔ نوبل فیزیک ۲۰۱۳ را به **فرانسوا انگلرت**[1] از دانشگاه آزاد بروکسل بلژیک و **پیتر دبلیو هیگز**[2] از دانشگاه ادینبرا در بریتانیا «برای کشف نظری سازوکاری اعطا کند که به شناخت ما از منشأ جرم ذرات زیراتمی کمک می‌کند، و اخیراً از طریق کشف ذرهٔ بنیادی پیش‌بینی شده در آزمایش‌های ATLAS و CMS در برخورد دهندهٔ بزرگ هادرونی در CERN تأیید شده است».

فرانسوا انگلرت و **پیتر دبلیو. هیگز** به‌طور مشترک این جایزه را برای نظریهٔ خود دربارهٔ چگونگی جرم‌دار شدن ذرات دریافت داشته‌اند. آن‌ها این نظریه را در سال ۱۹۶۴ مستقل از هم مطرح کرده بودند تا اینکه اخیراً ایدهٔ آن‌ها را کشف ذرهٔ هیگز در آزمایشگاه CERN در ژنو تأیید کرد.

نظریهٔ مطرح شده بخش اصلی «مدل استاندارد» ذرات بنیادی فیزیک را تشکیل می‌دهد که چگونگی ساخت عالم را توصیف می‌کند. طبق نظریهٔ استاندارد، همه چیز از گل و گیاهان گرفته تا افراد، ستارگان و سیارات از چند جزء تشکیل‌دهنده یعنی چند ذرهٔ ماده ساخته شده‌اند. این ذرات تحت تأثیر نیروهایی هستند که توسط ذرات نیرو مبادله می‌شوند و اطمینان می‌دهند همه چیز آن‌طور که باید کار می‌کند. مدل استاندارد مبتنی بر وجودِ نوعی ذرهٔ خاص موسوم به ذرهٔ هیگز است. این ذره از میدانی نامرئی سرچشمه می‌گیرد که تمام فضا را پر کرده است. حتی وقتی که عالم خالی به‌نظر می‌رسد این میدان در آنجاست. بدون آن ما وجود نداشتیم، زیرا از طریق تماس با این میدان است که ذرات جرم‌دار می‌شوند. نظریهٔ مطرح شده توسط **انگلرت** و **هیگز** این فرایند را توصیف می‌کند.

این نظریه، با کشف ذرهٔ هیگز، در تاریخ ۴ ژوئیه ۲۰۱۲، در آزمایشگاه ذرات بنیادی CERN تأیید شد. برخورد دهندهٔ بزرگ هادرونی (LHC) احتمالاً بزرگ‌ترین و پیچیده‌ترین ماشینی است که تاکنون انسان ساخته است. دو گروه پژوهشی متشکل از هر یک ۳۰۰۰ دانشمند در ATLAS و CMS موفق به استخراج ذرهٔ هیگز از طریق میلیاردها برخوردِ ذرات در LHC شدند.

گرچه یافتن ذرهٔ هیگز- قطعهٔ گمشدهٔ در پازل مدل استاندارد- دستاوردی بزرگ است اما مدل استاندارد قطعهٔ نهایی پازل کیهانی نیست. یکی از دلایل آن این است که مدل استاندارد برخی ذرات،نوترینوها را عملاً بی‌جرم درنظر می‌گیرد. در حالی‌که مطالعات اخیر نشان می‌دهد که این ذرات در واقع دارای جرم هستند. یک دلیل دیگر آن است که مدل استاندارد فقط مادهٔ مرئی را توصیف می‌کند که فقط یک‌پنجم مادهٔ موجود در کیهان را تشکیل می‌دهد. یافتن مادهٔ تاریک اسرارآمیز یکی از هدف‌هایی است که دانشمندان هنوز در CERN دنبال می‌کنند.

فرانسوا انگلرت شهروند بلژیک، متولد ۱۹۳۲ در بلژیک دریافت Ph.D. در سال ۱۹۵۹ از دانشگاه آزاد بروکسل. استاد ممتاز دانشگاه آزاد بروکسل
http://www.ubc.ac.be/sciences/physth/people-Englert.html

پیتر دبلیو. هیگز، شهروند بریتانیا، متولد ۱۹۲۹ در نیوکاسل، بریتانیا، دریافت Ph.D. در سال ۱۹۵۴ از کینگز کالج، دانشگاه لندن. استاد ممتاز دانشگاه ادینبرا، بریتانیا
/http://www.uib.ac.UR/higgs

مقدار جایزه ۸ میلیون کرون سوئد که به‌طور مساوی بین این دو نفر تقسیم می‌شود.

پی‌نوشت‌ها
1. Francois Englert
2. Peter W.Higgs

منبع
Science Daily
File:/H:/nobel2013.htm

زباله‌های فضایی

مازیار حسن‌زاده
کارشناس علوم تجربی، استان خوزستان

اشاره

زباله‌های فضایی خطری جدی برای سفینه‌ها و ماهواره‌ها محسوب می‌شوند. در این مقاله، موضوع زباله‌های فضایی به اختصار بررسی شده است.

کلیدواژه‌ها: تکه‌پاره‌های مداری، سنگ‌های آسمانی، ماهواره‌ها، سفینه‌ها

مقدمه

فضا، مانند زمین، در معرض به‌هم ریختگی بسیار زیادی است. این آشفتگی سبب می‌شود که کسب اطلاعات جامع از فضا برای همهٔ کشورهای دارای فناوری پرتاب سفینه‌های فضایی امری لازم و واجب محسوب گردد. اجرامی که می‌توانند به سفینه‌ها برخورد کنند، به‌طور کلی، به دو دسته طبقه‌بندی می‌شوند:

۱. تکه پاره‌های مداری
۲. سنگ‌های آسمانی

الف. تکه‌پاره‌های مداری: این آثار شامل مواد مصنوعی یا ساخت دست بشر، بازمانده از قطعات متلاشی شدهٔ شاتل‌های فضایی، دریچه‌های اتاقک سفینه‌های فضایی، موشک، ماهواره‌ها و سایر آثار هستند که به رنگ شب‌نما دیده می‌شوند. این‌ها را زباله‌های فضایی می‌گویند.

ب. سنگ‌های آسمانی: سنگ‌های آسمانی مواد طبیعی‌اند و قطعات خرد شدهٔ سیاره‌ای (سیارک‌های بین مریخ و مشتری) را در برمی‌گیرند که در فضا باقی مانده‌اند.

باید گفت هر دوی این مواد (آثار و بقایای مداری و سنگ‌های آسمانی) می‌توانند بر روی هر سفینه‌ای در مسیر زمین به فضا اثرگذار باشند. میانگین سرعت آثار و یا بقایای مداری ۹ کیلومتر و میانگین سرعت سنگ‌های آسمانی ۲۰ کیلومتر در ثانیه است، به‌طوری که هر از تیری که از تفنگ شلیک می‌شود (از لحاظ سرعت) بسیار سریع‌ترند.

اگرچه بیشتر زباله‌های فضایی بسیار کوچک هستند، اما تعداد بیش از ۷۵۰۰ ماده و یا جرم در اطراف مدار زمین وجود دارد که هر یک بزرگ‌تر از یک توپ بیس‌بال است. این مواد از طریق رادارهای زمینی پی‌گیری و دنبال می‌شوند. حتی یک شیء کوچک به اندازهٔ یک انگور دارای انرژی جنبشی کافی برای آسیب رساندن به یک سفینهٔ فضایی است. در حال حاضر در حدود ۵۰۰ سفینهٔ کارگر (سفینه‌هایی که دارای نقشه اجرایی هستند) در فضا فعال‌اند که دارای جایگاه بین‌المللی فضا (ISS) هستند و از آثار و بقایای فضایی محافظت و نگه‌داری می‌کنند تا مبادا به سفینه‌های پرتاب شده آسیب وارد سازند.

پاسخ به پرسش‌هایی در مورد زباله‌های فضایی

۱. منظور از تکه‌پاره‌های مداری چیست؟

به هر شیء ساخت دست بشر که در مسیر گردش زمین قرار گیرد اثر مداری گویند.

۲. انواع و نمونه‌های تکه‌پاره‌ها کدام‌اند؟

سفینه‌های از بین رفته و متروک، وسایل و ابزارهای پرتاب موشک و یا سفینه، قطعات سفینه‌ها که در خلال پرتاب موشک و یا سفینه از روی ابزار پرتاب جدا می‌شوند و یا در طی فعالیت و عملکرد مأموریت در فضا رها می‌شوند، همچنین قطعاتی که در نتیجهٔ انفجار سفینه، موشک و یا برخورد با سطح ایستگاه به فضا پرتاب می‌شوند و بالاخره نقطه و یا خال‌های کوچک و ریز و یا نفوذ ذرات ریز کوچک - که از طریق فشار گرما ایجاد می‌شود - نمونه‌هایی از قطعات مداری‌اند.

۳. آیا زباله‌های فضایی خطری برای زندگی بر روی زمین محسوب می‌شوند؟

افتادن زباله‌های فضایی به‌معنای به‌خطر انداختن زندگی انسان‌ها و یا سایر موجودات زنده بر روی زمین نیست. بیشتر آثار فضایی به‌قدری کوچک‌اند که به‌تدریج در جو زمین از بین می‌روند. ضمناً دستگاه‌هایی که افتادن این قطعات را تعقیب کرده‌اند نشان داده‌اند که آن‌ها در اقیانوس‌ها و یا نواحی دورافتاده‌ای مانند Tundra در کانادا، Outback در استرالیا و یا سیبری در روسیه می‌افتند. آمار، حاکی از آن است که در چهل سال گذشته آسیب یا صدمه‌ای جدی که ناشی از افتادن قطعات موشک و یا سفینه‌های پرتاب شده، بر روی زمین باشد به کسی یا جایی وارد نشده است.

۴. چه مقدار از تکه‌پاره‌های مداری به‌صورت متناوب در مدار زمین هستند؟

تعداد اجزای کوچک‌تر از ۱۰ سانتی‌متر بالغ بر ده‌ها میلیون عدد است اما تقریباً ۱۱۰۰۰ شیء بزرگ‌تر از ۱۰ سانتی‌متر شناخته شده وجود دارد. تعداد اجزای تشکیل‌دهندهٔ بین ابعاد ۱ تا ۱۰ سانتی‌متر بیش از صدهزار قطعه برآورد شده است.

۵. آیا تکه‌پاره‌های مداری در نزدیکی زمین به‌صورت یکسان و یا یکنواخت توزیع و پخش می‌شوند؟

بیشتر آثار مداری در محدودهٔ ۲۰۰۰ کیلومتری از سطح زمین درگردش‌اند. اما نواحی اصلی تراکم این آثار در ارتفاع‌های ۸۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ کیلومتر از سطح است.

۶. تعداد تکه‌پاره‌های مداری را چگونه تعیین می‌کنند؟

تشخیص و برآورد تعداد قطعات مداری کوچک‌تر از ۱ میلی‌متر می‌تواند از طریق بررسی اثر و ویژگی‌های آن‌ها بر روی سطح سفینهٔ برگشتی از فضا تعیین شود، هر چند که این عمل باعث محدود کردن فعالیت سفینه در ارتفاع کمتر از ۶۰۰ کیلومتر می‌شود. اشیای کوچک‌تر از ۳ میلی‌متر از طریق رادارهای زمینی تشخیص داده می‌شوند. سپس تعداد آن‌ها از طریق برآورد آماری مشخص می‌شود. شناخت قطعات مداری بزرگ‌تر از ۱۰ سانتی‌متر از طریق بخش نظارت فضایی سازمان ناسا (NASA) پی‌گیری و دنبال می‌شود.

۷. سرعت حرکت تکه‌پاره‌های مداری چقدر است؟

تکه‌پاره‌های مداری، در مدار ۲۰۰۰ کیلومتری، با سرعت ۷ الی ۸ کیلومتر بر ثانیه به دورزمین می‌چرخند. روشن است که با این سرعت، حتی یک قطعهٔ کوچک از این قطعات، دارای انرژی فوق‌العاده زیادی خواهد بود.

۸. تکه‌پاره‌های مداری تا چه مدت در مدار زمین باقی می‌مانند؟

قرار گرفتن آثار مداری در ارتفاعات هر چه بالاتر، باعث می‌شود مدت زمان طولانی‌تری در مدار زمین باقی بمانند. مثلاً در ارتفاع ۸۰۰ کیلومتری زمان لازم برای از بین رفتن ویرانه‌های مداری اغلب ده‌ها سال برآورد می‌شود و در ارتفاع بالای ۱۰۰۰ کیلومتر به‌طور معمول، چرخش آثار برای یک قرن یا بیش از آن ادامه دارد.

۹. در برابر تکه‌پاره‌ها چه کاری می‌توان انجام داد؟

بهترین کار در این راستا، جلوگیری از تولید یا پیدایش این تکه‌پاره‌ها است. این عمل به‌صورت دقیق می‌تواند در ضمن طراحی وسایل فضایی و هنگام فعالیت آن‌ها انجام گیرد. باید دانست که تمیز کردن محیط باقی‌مانده، یک فعالیت اقتصادی و فنی است.

۱۰. دانشمندان چگونه به کاهش و یا کم کردن خطر تکه‌پاره‌های مداری بر سفینه‌های پرتابی از زمین کمک می‌کنند؟

زمانی که شاتل فضایی به زمین باز می‌گردد به دقت مورد بررسی و معاینه قرار می‌گیرد. بیشتر آثار به‌صورت نقطه‌نقطه بر روی شیشه‌های شاتل و همچنین رادیاتورهای آن قرار دارند. بزرگ‌ترین حفرهٔ پیدا شده بر روی شاتل حفره‌ای به قطر ۱۷ میلی‌متر بوده که تقریباً به اندازهٔ یک سکهٔ ۱۰۰ تومانی است.

در حدود ۲۰۰ نمونهٔ مختلف محافظ ایستگاه فضایی برای جلوگیری از اثرات آثار مداری وجود دارد. عده‌ای از دانشمندان عقیده دارند که، محافظت از سفینه در برخورد با قطعاتی با سرعت بالا به‌طور عادی بسیار بااهمیت است لذا این عده بحث حفاظ‌های Whipple را مطرح نموده و روی ایستگاه‌های فضایی با مواد سرامیکی و Kevlar افزایش مقاومت ایجاد کرده‌اند. این کار در نهایت به ساخت (Whipple shields) و حفاظ‌های Whipple منجر گردید. به این حفاظ‌ها Whipple Fred می‌گویند.

۱۱. آیا شبکهٔ نظارت فضایی می‌تواند تکه‌پاره‌های مداری را که از این سو به آن سو می‌روند تحت کنترل داشته باشد؟

هر جا که یک شاتل فضایی در مدار باشد، شبکهٔ نظارت فضایی به‌صورت منظم، خط سیر و یا گذرگاه‌های آثار مداری را برای شناسایی و تعیین امکان به‌وجود آمدن برخوردهای نزدیک بررسی می‌کند. اگر شیئی کیلومترها آن سوی شاتل فضایی یا حتی در محدودهٔ آن دیده شود، شاتل به‌صورت عادی به حرکت خود ادامه می‌دهد ولی اگر احتمال تصادف بیش از ۱ در ۱۰۰۰۰ برآورد شود نسبت به آن واکنش نشان می‌دهد. این اتفاق به‌ندرت و حدوداً هر ۱ الی ۲ بار در هر سال رخ می‌دهد.

۱۲. آیا سازمان مشخصی برای عدم گسترش تکه‌پاره‌های مداری توسط کشورهای مختلف وجود دارد؟

بله، برنامهٔ «سازمان آثار مداری NASA»، در مرکز فضایی جانسون واقع شده و مرکز اصلی NASA برای تحقیق و پژوهش در مورد ویرانه‌های مداری است. این مرکز از سال ۱۹۸۸ دستور کاهش ایجاد قطعات مداری جدید را پی‌گیری نموده و در این راستا دستورالعمل‌هایی جهت طراحی و عملکرد سفینه‌ها جهت کاهش رشد تعداد ویرانه‌های مداری منتشر کرده است.

۱۳. آیا سایر کشورها نیز دارای دستورالعمل‌هایی برای تکه‌پاره‌های مداری هستند؟

بله، روسیه، ژاپن، فرانسه و آژانس فضایی اروپا دارای مقررات و دستورالعمل‌های لازم و منتشر شده برای آثار مداری هستند.

۱۴. آیا قرارداد و معاهده‌ای بین‌المللی هم برای تکه‌پاره‌های مداری وجود دارد؟

خیر، اما در حال حاضر آژانس‌های فضایی جهان از کمیته‌های همکاری مدارهای فضایی، به‌منظور جلوگیری از انتشار آثار مداری و تقویت فعالیت‌های مداری زمین پیروی می‌کنند و قوانین محدود کنندهٔ افزایش آثار مداری را در دستور کار خود قرار داده‌اند. دستورالعمل‌های جهانی و بین‌المللی برای کاهش این آثار هم‌اکنون تحت بررسی است.

منابع
1.www. aero-space.nasa.gov
2.www.astronomy.net
3.www.nasa.gov
4.www.spacew.com

چهاردهمین کنفرانس آموزش فیزیک و چهارمین کنفرانس فیزیک و آزمایشگاه

اسفندیار معتمدی
رئیس اتحادیهٔ انجمن‌های علمی - آموزشی معلمان فیزیک ایران

گزارش

نخستین وظیفهٔ اتحادیهٔ انجمن‌های علمی - آموزشی معلمان فیزیک ایران، هماهنگ کردن فعالیت‌های علمی و فراهم آوردن زمینه‌های انتقال تجربیات میان انجمن‌هاست. بر این اساس، از همان آغاز، فعالیتی که برای تحقق یافتن این وظیفه در اتحادیه انتخاب شد برگزاری کنفرانس‌های سالانهٔ فیزیک در سطح ملی و کشوری بود. برگزاری کنفرانس وظایف دیگری، از جمله، برقراری ارتباط و همکاری با انجمن‌ها و مؤسسه‌های داخلی و خارجی جهت ارتقای سطح دانش فیزیک در کشور را همراه می‌آورد و وسیلهٔ مؤثری برای حمایت از طرح‌های آموزشی (علمی و عملی) و تشویق محققان و صاحبان آثار علمی می‌شود. علاوه بر آن امکان تجزیه‌وتحلیل مسائل آموزشی و آزمایشگاهی، اعلام نظریات به مراجع دارای صلاحیت و شناسایی و تشویق چهره‌های شاخص معلمان و دانش‌پژوهان را فراهم می‌آورد و نیز سبب می‌شود تجزیه، تحلیل و بررسی کتاب‌های درسی فیزیک خارجی و نحوهٔ آموزش فیزیک در سایر کشورها صورت گیرد و نتیجهٔ مجموع این فعالیت‌ها ارائهٔ بهترین کار به سازمان آموزش‌وپرورش کشور است.

تاریخچه

نخستین کنفرانس عمومی انجمن‌های معلمان علوم تجربی کشور در تابستان سال ۱۳۴۱ در دانشسرای عالی تهران (دانشگاه تربیت معلم = دانشگاه خوارزمی کنونی) به همت شادروان اصغر نوروزیان و کنفرانس‌های بعدی در شهرهای بندرانزلی، مشهد، تبریز، ارومیه، اصفهان و... برگزار شد. تا پیش از سال ۱۳۵۷، جمعاً ۷ کنفرانس علوم تجربی (شامل درس‌های فیزیک، شیمی و علوم طبیعی) با شرکت حدود ۸۰ انجمن معلمان علوم تجربی، که در شهرستان‌های ایران تشکیل شده بود، برگزار شد.

دورهٔ جدید این کنفرانس‌ها، در سال‌های بعد از انقلاب در وزارت آموزش‌وپرورش با همکاری انجمن فیزیک ایران شروع شد. برنامه‌ریزی، هزینه‌ها، و کلیهٔ امور اجرایی ۱۱ کنفرانس اولیه بعد از انقلاب بر عهدهٔ وزارت آموزش‌وپرورش، انجمن فیزیک ایران و دانشگاه‌ها بود. این کنفرانس‌ها در شهرهای اهواز، اصفهان، کرمانشاه، رشت، همدان و... برگزار شدند.

تشکیل اتحادیه و مسئولیت برگزاری کنفرانس

با تشکیل اتحادیهٔ انجمن‌های علمی - آموزشی معلمان فیزیک ایران در سال ۱۳۸۱، اتحادیه و انجمن‌ها، هر ساله به‌طور مشترک، در برنامه‌ریزی و اجرای کنفرانس‌ها همکاری کردند تا اینکه کنفرانس دهم در اصفهان و کنفرانس یازدهم نیز در همدان تشکیل شد. متأسفانه پس از کنفرانس یازدهم، وزارت متبوع برگزاری کنفرانس‌ها را عملاً تعطیل کرد تا آنکه اتحادیه با همکاری معلمان و انجمن‌های فیزیک برگزاری کنفرانس دوازدهم را در تهران (۱۳۹۰) و کنفرانس سیزدهم را در زنجان (۱۳۹۱)، به‌طور کامل، بر عهده گرفت و وزارت آموزش‌وپرورش، در این میان، مانند دیگر حامیان کنفرانس، عمل کرد.

پس از برگزاری سیزدهمین کنفرانس آموزش فیزیک و سومین کنفرانس فیزیک و آزمایشگاه، در شهریور ماه ۱۳۹۱، مقدمات برنامه‌ریزی کنفرانس بعدی، از نظر محل برگزاری کنفرانس، حامیان و تشکیل کمیتهٔ علمی، از سوی پنجمین شورای اجرائی اتحادیه شروع شد و در ارتباطی که با دانشگاه فرهنگیان برقرار گردید، خوشبختانه این دانشگاه آمادگی خود را برای پشتیبانی و حمایت از برگزاری کنفرانس اعلام نمود.

پس از اعلام آمادگی دانشگاه فرهنگیان، مکان برگزاری

کنفرانس، ابتدا شیراز، بعد اصفهان و سرانجام تهران در نظر گرفته شد و تصمیم بر این شد که یکی از پردیس‌های دانشگاه فرهنگیان در تهران مأمور برگزاری کنفرانس شود. در ضمن، خانم دکتر **سمیرا بهرامی** به‌عنوان دبیر علمی کنفرانس انتخاب شد و سایت اتحادیه برنامهٔ ثبت‌نام از شرکت‌کنندگان را آغاز و از نویسندگان برای نوشتن مقالات دعوت کرد.

در تیرماه ۱۳۹۲ نمایندگان انجمن‌های اعزامی از استان‌های کشور در تهران حضور یافتند و شورای اجرایی دورهٔ ششم را انتخاب کردند و بدین ترتیب عملاً ادامهٔ کار کنفرانس بر عهدهٔ شورای جدید قرار گرفت.

شورای اجرایی دورهٔ ششم پس از قبول مسئولیت برگزاری کنفرانس، آقای **غلامحسین رستگارنسب** را به‌عنوان دبیر اجرایی کنفرانس انتخاب نمود که با همکاری صمیمانهٔ ایشان و آقایان **عبدالحسن بصیره** و **شاهرخ لقایی** برنامهٔ اجرایی کنفرانس آماده شد و گروهی از دبیران و دانشجویان و مسئولان پردیس نسیبه وظیفهٔ اسکان و تغذیه و نیز برنامه‌های کارگاه‌ها، نمایشگاه‌ها و امور تفریحی شرکت‌کنندگان را بر عهده گرفتند.

برنامهٔ کنفرانس با شرکت حدود ۳۵۰ نفر شامل دبیران، دانشجومعلمان دانشگاه فرهنگیان و میهمانان به مدت چهار روز از ۱۲ تا ۱۵ شهریور ماه ۱۳۹۲ در پردیس نسیبه برگزار شد. این برنامه شامل ارائهٔ مقالات، پوسترها، کارگاه‌ها، نمایشگاه و برنامه‌های تفریحی به شرح زیر بود.

الف. برنامهٔ علمی کنفرانس

کمیتهٔ علمی چهاردهمین کنفرانس آموزش فیزیک کار خود را از تاریخ ۹۱/۱۲/۹ با دستور جلسهٔ انتخاب محورهای کنفرانس چهاردهم در محل دفتر اتحادیهٔ انجمن‌های علمی - آموزشی معلمان فیزیک آغاز کرد. اعضای کمیتهٔ علمی عموماً شامل اعضای باتجربهٔ اتحادیهٔ انجمن‌های علمی آموزشی معلمان و عبارت بودند از:

دکتر سمیرا بهرامی (دبیر کمیتهٔ علمی)، دکتر فاطمه اصغری و دکتر فرشته گلیان (دانشگاه فرهنگیان)، آزاده خوشبین (دانش‌آموختهٔ آموزش فیزیک) و احمد احمدی (سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی)، رضا خاکسار (انجمن علمی - آموزشی معلمان فیزیک استان خوزستان)، مهدی سیفی (انجمن علمی - آموزشی معلمان فیزیک استان قزوین)، مجید عتیقی (انجمن علمی - آموزشی معلمان فیزیک استان خراسان رضوی)، شاهرخ لقایی (انجمن علمی آموزشی معلمان فیزیک شهرستان‌های تهران)، دکتر منصور وصالی (عضو هیئت علمی دانشگاه شهید رجایی). کمیتهٔ علمی مجموعاً ۸ جلسه تشکیل داد که در این جلسات در خصوص موضوع‌هایی همچون محورهای کنفرانس، سخنرانان مدعو، نحوهٔ داوری، اصلاح فرم داوری، نحوهٔ برگزاری کارگاه‌ها و زمان‌بندی مراسم افتتاحیه و اختتامیه بحث و بررسی صورت گرفت. کمیتهٔ علمی کنفرانس به سنت چند سال اخیر سعی کرد با توجه به نیاز مخاطبان خود نشست‌های ویژه‌ای را نیز برگزار کند، از جمله می‌توان به جلسهٔ پرسش و پاسخ با حضور **دکتر رضا منصوری** با محور انجمن‌های علمی اشاره کرد که با توجه به نظرسنجی‌های انجام گرفته به‌شدت مورد استقبال شرکت‌کنندگان در کنفرانس قرار گرفت. بحث انتخاب سخنرانان مدعو برای ایراد سخنرانی‌های عمومی از جمله بحث‌های داغ جلسات کمیتهٔ علمی به‌شمار می‌رفت که در نهایت، تصمیم بر این شد تا با استفاده از معلمان دانش‌آموختهٔ آموزش فیزیک در این زمینه علاوه بر معرفی هر چه بیشتر روش علمی پژوهش در آموزش فیزیک فرصتی فراهم آید تا افرادی از جنس خود معلمان به بیان تجربیات پژوهشی بپردازند که این انتخاب نیز به‌نوعی، نسبت به کنفرانس‌های پیشین، سنت‌شکنی محسوب می‌شد و البته با استقبال شرکت‌کنندگان مواجه شد.

از دیگر تصمیم‌های مهم کمیتهٔ علمی فراهم آوردن بستری برای برقراری ارتباط زندهٔ صوتی تصویری با پروفسور جان آلیس از آزمایشگاه سرن بود که در نوع خود در کنفرانس‌های داخلی اگر نگوییم بی‌نظیر ولی کم‌نظیر بود. در این ارتباط یک ساعته، پروفسور جان آلیس ضمن صحبت دربارهٔ سرن و دستاوردهایش به پرسش‌های معلمان نیز پاسخ گفت.

هیئت داوران

کار کمیتهٔ علمی در مرداد ماه سال ۱۳۹۲با داوری مقالات دریافت شده به اوج خود رسید. با توجه به تنوع مقالات دریافتی، هیئت داوران طیف وسیعی را شامل می‌شد. داوری مقالات کار دقیق و منظم و پرحجم‌تری را می‌طلبید که این کار با کمک دوستان و همکاران در هیئت داوران، که ترکیبی متوازن از معلمان پژوهشگر با تجربه و پژوهشگران دانشگاهی کارکشته بود، به‌نحو احسن به انجام رسید.

در کنفرانس چهاردهم مجموعاً ۱۴۸ مقاله دریافت شده بود که در نهایت و پس از داوری، ۸۱ مقاله پذیرفته شد. از این تعداد ۳۹ مقاله به‌صورت شفاهی و ۴۲ مقاله به‌صورت پوستر ارائه شد. لازم به ذکر است که تعداد مقاله‌های دریافتی نسبت به سال گذشته در مجموع از رشد ۱۰ درصدی برخوردار بود.

اگرچه مقالات دریافتی از ۲۵ استان بود اما جای خالی استان‌های اردبیل، کردستان، گلستان، لرستان، کهگیلویه و بویر احمد و بوشهر در کنفرانس چهاردهم احساس می‌شد.

نکتـهٔ قابـل توجه دیگـر، مشـارکت بالای اسـتان‌هایی همچون سیستان و بلوچسـتان، هرمزگان، یزد و فارس در کنار دیگر اسـتان‌ها بود. همچنین میزان تحصیلات هشتاد درصدی شـرکت‌کنندگان در بخش ارائهٔ مقاله در مقطع کارشناسی‌ارشد نکته امیدبخش دیگری بود که نشـان از پیشرفت سطح علمی معلمـان عزیز در سراسـر کشـور دارد که نویدبخـش آینده‌ای درخشان در عرصهٔ آموزشی و پژوهشی کشور است. امید می‌رود با مدیریت درست و البته فعالیت بیش از پیش جمع‌های علمی، همچون اتحادیهٔ انجمن‌های علمی - آموزشی معلمان فیزیک، از این موقعیت مناسب در راستای پیشرفت کشور استفاده گردد.

لازم به ذکر اسـت که گزارش کمیتـهٔ علمی را خانم دکتر سمیرا بهرامی تنظیم کرده‌اند.

ب. کارگاه‌ها

روز دوازدهم شهریور به تشکیل و اجرای برنامهٔ کارگاه‌ها اختصاص داشت و کارگاه‌های زیر تشکیل شد که مورد توجه قرار گرفت:

۱. کارگاه حرکـت ذرات غبـار در میدان‌هـای گرانشـی و الکترومغناطیسی؛ مدرس این کارگاه آقای مرتضی محمدی‌وند خوشخو

۲. کارگاه آزمایش‌های ساده و خلاق فیزیک، مدرس کارگاه خانم شقایق صنعتگران بود.

۳. کارگاه آزمایش‌های فیزیک، مدرس آقای سیروان مردوخی بود.

۴. کارگاه آزمایش‌هـای سـاده و خـلاق فیزیک، مـدرس آقای نعمت‌الله مختاری بود.

۵. کارگاه یادگیری الکترونیکی، مدرس خانم مهسا جلیلی بود.

۶. کارگاه یادگیری الکترونیکی، مدرسان خانم‌ها فاطمه فرحزاد و آرزو رضوی بودند.

پ. نمایشگاه

در کنار کنفرانس، نمایشگاهی نیز برگزار شد که شامل غرفه‌های زیر بود:

۱. موزهٔ علوم و فنون جمهوری اسلامی ایران (سه غرفه)
۲. شرکت صنایع آموزشی
۳. شرکت فن‌آموز (چهار غرفه)
۴. مؤسسهٔ طبیعت آسمان شب
۵. مدرسهٔ راه رشد
۶. انجمن ترویج علم ایران
۷. اتحادیهٔ علمی - آموزشی معلمان فیزیک ایران
۸. دانشگاه شهید رجایی و اتحادیه عامفا
۹. نشریهٔ مهاجر
۱۰. شرکت آرمان‌پژوه
۱۱. گروه فیزیک دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی که آقای جدی آرانی آن را ترتیب داده بود.

در پایان لازم است علاوه بر سپاسگزاری از ریاست محترم دانشگاه فرهنگیان از معاونان و کارکنان محترم آن دانشگاه نیز سپاسگزاری شود. به جز دانشگاه فرهنگیان که حامی اصلی برگزاری چهاردهمین کنفرانس فیزیک بود حامیان دیگر عبارت بودند از:

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، موزهٔ علوم و فناوری وزارت علوم، تحقیقـات و فناوری، انجمن فیزیک ایران، معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری، انجمن علمی آموزشی معلمان فیزیک شـهر تهران، مرکز برنامه‌ریزی و آموزش نیروی انسانی وزارت آموزش‌وپرورش، دانشـگاه شهید رجایی، شرکت فن‌آموز، انجمن ترویج علم و شـهرداری منطقهٔ یک تهران. سـپاس‌گزار کمک‌های مادی و معنوی هر یک هستیم و حمایت آن‌ها را برای کنفرانس بعدی درخواست داریم.

حل مسائل فیزیک مکانیک با نیروی عمودی سطح ناپایستار

انور اسمعیل‌پوری، سلیمان معروفی

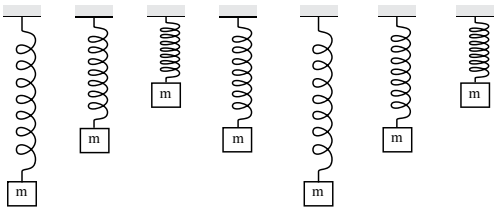
چکیده

در این مقاله با درنظر گرفتن ماهیت نیروی الکترومغناطیسی سطح بر جسم به‌عنوان یک نیروی ناپایستار و استفاده از قانون کار و انرژی به حل برخی مسائل فیزیک مکانیک می‌پردازیم. در کتاب‌های درسی، از مؤلفهٔ مماسی سطح به‌عنوان نیروی ناپایستار اسم برده شده و مسائلی نیز در ارتباط با آن مطرح شده است. بررسی‌های انجام شده بر روی کتاب‌های درسی نشان می‌دهد که تاکنون به حل مسئله درمورد مؤلفهٔ عمودی نیروی سطح بر جسم، به‌عنوان نیروی ناپایستار، اشاره نشده است. در کتاب فیزیک سال چهارم دبیرستان بحث مربوط به نوسان فنر در راستای قائم مطرح شده است. با درنظر گرفتن این مقوله به‌راحتی می‌توان دامنهٔ نوسان فنر را به کمک پارامترهای ثابت، تعیین کرد. دشواری تحلیل نیروها در روش حل مسئله به کمک قوانین نیوتون و تنوع کار با این روش برتری نسبی روش حل و فهم مسئله را آشکار می‌سازد.

کلیدواژه‌ها: نیروی عمودی سطح، نیروهای ناپایستار، قوانین پایستگی انرژی، کار و انرژی.

مقدمه

بیشتر مسائل فیزیک مکانیک در ابتدا با مفاهیم نیرو و میدان و محاسبات‌برداری شروع می‌شوند. به کمک قانون‌های نیوتون و تحلیل‌های ریاضی می‌توان بسیاری از مسائل فیزیک مکانیک را حل کرد. در مراحل بعدی قانون‌های پایستگی انرژی مکانیکی و تکانه، قضیهٔ کار و انرژی و همچنین روابط مربوط به آن‌ها به میزان قابل‌توجهی در حل مسائل به ما کمک می‌کنند. [۱] در نتیجهٔ این فرایند آموزشی، توانایی ما در حل و فهم کامل‌تر مسائل مکانیک افزایش می‌یابد. فارغ از اثبات نظری وابستگی کار نیروی سطح به مسیر طی شده تنها به بیان این نکته که مؤلفه‌های یک بردار الزاماً هم‌جنس هستند، اکتفا می‌شود. با توجه به اینکه مؤلفهٔ مماسی نیروی سطح (اصطکاک) در بسیاری از مسائل به‌عنوان نیروی ناپایستار اثبات و شناخته شده است، می‌توان مؤلفهٔ دیگر آن، یعنی نیروی عمودی سطح، را نیز ناپایستار دانست و بر آن در حل مسائل تأکید ورزید. در کتاب درسی فیزیک ۱ و ۲ سال چهارم (شکل ۱)، رابطهٔ میزان کشیدگی فنر در اثر نیروی وزن جسم آویخته شده، با استفاده از قوانین نیوتون، اثبات شده است. [۲]



حال اگر وزنه را قدری پایین کشیده و رها کنیم، در لحظه‌ای که فاصلهٔ وزنه از o برابر y باشد، برایند نیروهای وارد بر آن برابر است با:

$$F_i = mg - k(y+d)$$

با جایگذاری مقدار d در این رابطه داریم:

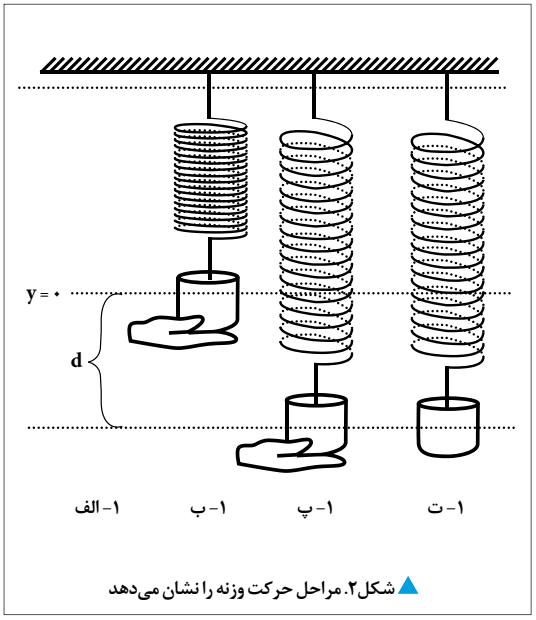
$$F_i = -k(y+\frac{mg}{k}) = -ky$$

بنابراین در این حالت نیز برآیند نیروهای وارد به وزنه متناسب با فاصلهٔ آن از نقطهٔ تعادل است که مبدأ (نقطهٔ o) اختیار شده است و جهت آن خلاف جهت بردار مکان است. در نتیجه مکان وزنهٔ آویخته را نیز می‌توان با استفاده از رابطهٔ ۳-۴ به‌دست آورد. روابط دیگری را نیز که در حالت نوسان افقی وزنه- فنر به‌دست آمد می‌توان برای نوسان وزنه- فنر قائم به‌کار برد.

شکل ۱. بخشی از صفحه‌های ۹۳ و ۹۴ است که در آن رابطهٔ میزان کشیدگی فنر بر اثر نیروی وزن جسم آویزان، با استفاده از قوانین نیوتون، اثبات شده است.

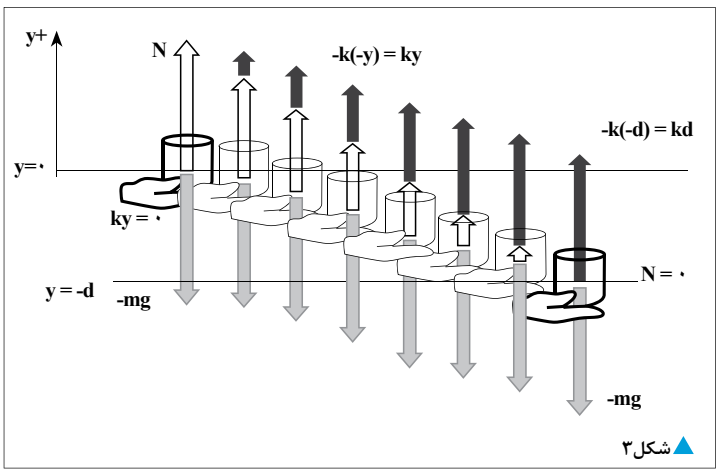
روش کار

مطابق شکل ۲، ابتدا فنر را به نقطهٔ ثابت، آویزان (۲- الف) و سپس وزنهٔ m را به آن وصل می‌کنیم. درحالی‌که وزنه روی دست قرار دارد (۲- ب)، اجازه می‌دهیم وزنه به آرامی، بدون اینکه شتاب بگیرد، پایین بیاید و در وضعیت شکل (۲- پ) قرار گیرد تا جایی‌که وزنه از دست جدا شود و بدون نوسان در حالت تعادل باقی بماند (۲- ت) در این حالت وزنه به اندازهٔ d پایین آمده است.



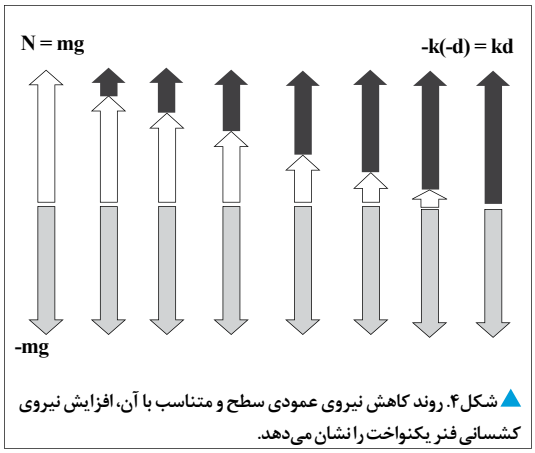
▲ شکل۲. مراحل حرکت وزنه را نشان می‌دهد

می‌تـوان وضعیت نیروهای وارد بر وزنه را به‌صورت آنچه که در شکل ۲ آمده است نشان داد. در ابتدا در هنگام اتصال وزنه به فنر که وزنه روی کف دسـت قرار دارد، نیروهای وزن و عمودیِ سـطح در دو سوی مخالف هم، بر وزنه وارد می‌شوند. در هنگام پایین آوردن دسـت، نیـروی وزنِ وارد بر جسـم ثابت و نیروی عمودیِ سـطح، جای خود را به آرامی به نیروی کشسـانی فنر می‌دهد؛ طوری‌که همواره برایند دو نیروی کشسانی فنر و نیروی عمودی سـطح کف دست وارد بر وزنه با نیروی وزن هم اندازه و در سوی مخالف آن خواهد بود. بنابراین جسم، بدون شتاب و با سرعت ثابت تا نقطهٔ تعادل به اندازهٔ d پایین می‌آید.



▲ شکل۳

در پایین‌ترین وضعیت جسـم، نیروی عمودی سطح وارد بر آن در آستانهٔ حذف کامل و نیروی کشسانی فنر به همان اندازهٔ مقدار اولیهٔ نیروی عمودی سطح جایگزین می‌شود (شکل ۴).



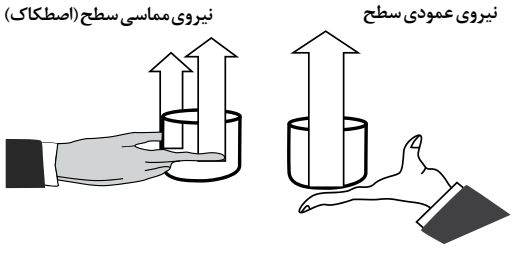
▲ شکل۴. روند کاهش نیروی عمودی سطح و متناسب با آن، افزایش نیروی کشسانی فنر یکنواخت را نشان می‌دهد.

روند کاهش نیروی عمودی سـطح و متناسب با آن، افزایش نیروی کشسانی فنر یکنواخت هستند. در نتیجه متوسط این دو نیرو، با توجه به رابطهٔ انتگرالی کار نیروی متغیر یکنواخت، یکسان هستند. یعنی:

$$W_{\bar{F}} = \bar{F}\Delta x = \frac{1}{2}k\Delta x \times \Delta x = \frac{1}{2}k\Delta x^2 = \int_0^{\Delta x} kx\,dx = \left|\frac{kx^2}{2}\right|_0^{\Delta x}$$

$$\bar{F} = \frac{kx_1 + kx_2}{2} = \frac{1}{2}k(x_1 + x_2), \quad \bar{x} = \frac{x_1 + x_2}{2}$$

در کتاب‌های درسـی معمولاً نیروهای اصطکاک و مقاومت هوا به‌عنوان نیروی ناپایستار معرفی می‌شوند. [۴] بنابراین کمتر به نیروی عمودی سطح، نیروی موتور ماشین و ... در حل مسائل اشاره می‌شـود. با توجه به اینکه نیروی عمودی سطح و نیروی اصطکاک به‌ترتیب مؤلفه‌های عمودی و مماسی نیروی سطح بر جسـم هستند پس منشـأ هر دو نیرو الکترومغناطیسی است و دارای ویژگی‌های یکسانی هستند. (شکل ۵)



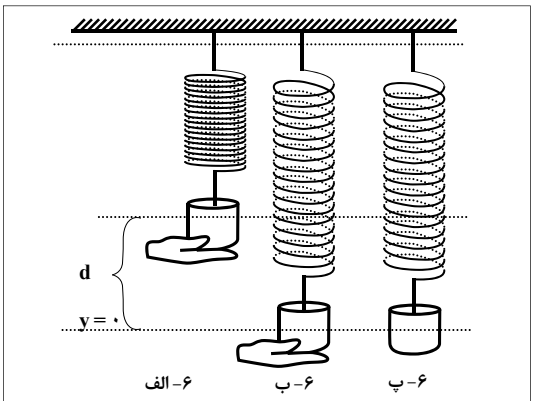
▲ شـکل۵. نمایش نیروی عمودی سطح (مؤلفه عمودی) و نیروی اصطکاک (مؤلفه‌مماسی)

در ادامه سـعی بر آن اسـت که ابتدا با تأکید بر ناپایستاری نیروی عمودی سطح و درنظر گرفتن متوسط این نیرو و سپس

با استفاده از مفاهیم کار و انرژی به محاسبهٔ میزان کشیدگی فنر، در دو حالت زیر، پرداخته شود.

حالت الف. اگر جسم با سرعت ثابت (کنترل با نیروی عمودی سطح دست) تا نقطهٔ تعادل پایین آورده شود. (شکل ۶)

وضعیت اولیهٔ (شکل ۶- الف) را موقعیت (۱) و وضعیتی را که دست از زیر جسم کنار می‌رود (شکل ۶- پ) موقعیت (۲) در نظر می‌گیریم.



▲ شکل ۶. جسم با سرعت ثابت (کنترل با نیروی عمودی سطح دست) تا نقطهٔ تعادل پایین آورده می‌شود.

در وضعیت (۱) داریم:

$$K_1 = mgh_1 = 0$$

$$E_1 = U_{g1} + U_{e1} = 0 \quad \Rightarrow E_1 = E_2$$

$$U_{e1} = 0$$

$$K_2 = 0$$

$$U_{e2} = mgh_2 = 0$$

$$\frac{1}{2}kd^2 = mgd + U_{g2} + U_{e2} \quad \Rightarrow E_2 = \frac{1}{2}kd^2$$

$$U_{g2} = 0$$

اختلاف انرژی مکانیکی بین دو نقطهٔ ۱ و ۲ برابر با کار نیروهای ناپایستار وارد بر جسم در جابه‌جایی از نقطهٔ ۱ تا ۲ است. در این جابه‌جایی متوسط نیروی ناپایستار عمودی سطح باعث این تغییر انرژی مکانیکی می‌شود.

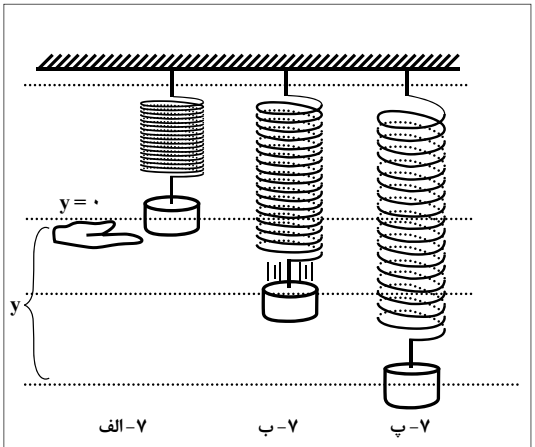
$$\Delta E = W_{nc}$$

$$(180^\circ)\cos \bar{F}_{av} d = E_2 - E_1$$

$$-\frac{1}{2}kd^2 = 0 - \frac{1}{2}kd^2$$

$$\frac{1}{2}kd^2 = mgd \Rightarrow d = \frac{mg}{k}$$

حالت ب. جسم پس از آویزان شدن به فنر رها شود. (شکل ۷)



▲ شکل ۷. جسم پس از آویزان شدن به فنر، رها شود

در شکل ۷، جسم پس از آویزان شدن (وضعیت ۷- الف) رها و با عبور از وضع تعادل (وضعیت ۷- ب) در انتهای مسیر (وضعیت ۷- پ) متوقف می‌شود.

در ادامه با حرکت به‌سمت بالا با دامنهٔ ثابت به نوسان خود در راستای قائم ادامه می‌دهد. در اینجا مقاومت هوا در برابر حرکت نادیده گرفته شده است. بنابراین انرژی مکانیکی دستگاه ثابت باقی می‌ماند. برای دو وضعیت (۷- الف) و (۷- پ) می‌توان نوشت:

$$\Delta U = 0$$

$$U_2 - U_1 = 0 \Rightarrow U_2 = U_1$$

$$\frac{1}{2}kd^2 = 0$$

$$\frac{1}{2}kd^2 = mg \xrightarrow{\frac{mg}{k} = d} 0 = 2\frac{mg}{k} \Rightarrow 0 = 2d$$

بنابراین جسم با دامنه‌ای برابر d نوسان می‌کند.

$$\frac{1}{2}kd^2 = \frac{1}{2}mg \Rightarrow d = \frac{mg}{k}$$

بحث و نتیجه‌گیری

پیرامون شیوه‌های به‌کارگیری متعدد تدریس، همواره بحث‌های گوناگونی در بین همکاران مطرح بوده است و حتی استفاده از این روش‌ها به‌طور غیررسمی به‌عنوان یکی از نقاط قوت معلم فیزیک مطرح می‌گردد. با ارائهٔ یک نمونه در این مقاله نشان داده شد که روش‌های متعددی برای بیان یک موضوع وجود دارد که با بهره‌گیری از تجربیات دبیران، در طی سالیان تدریس حاصل می‌شود و ضرورت استفاده از آن‌ها در تألیف مؤثرتر کتاب‌های درسی نمایان می‌شود.

منابع

[۱] پورقاضی، اعظم و شیوایی، سیدمهدی و ... **فیزیک (۱) و آزمایشگاه** - کد ۲۰۶/۲، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، چاپ هشتم، ۱۳۸۵.

[۲] پولیا، جرج، **چگونه مساله را حل کنیم؟**؛ ترجمهٔ احمد آرام، تألیف کتاب‌های درسی آموزش‌وپرورش، تهران.

[۳] پورقاضی، اعظم و شیوایی، سیدمهدی، و ... **فیزیک (۲) و آزمایشگاه**- کد ۲۲۶/۲، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، چاپ هفتم، ۱۳۸۵.

[۴] خلیلی‌بروجنی، روح‌الله، **کتاب کار فیزیک (۲) و آزمایشگاه**، مؤسسه نشر علوم نوین، ۱۳۸۸.

[۵] احمدی، احمد و پورقاضی، اعظم و زال‌پور، ابوالقاسم و خلیلی‌بروجنی، روح‌الله و شیوایی، سیدمهدی، ... **فیزیک (۱) و (۲) دورهٔ پیش‌دانشگاهی رشتهٔ علوم ریاضی**، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۸۸.

کاربرد ریاضیات جمشید کاشانی در معماری

مریم گوگردی، آموزش و پرورش فارس، پژوهشکدهٔ معلم شیراز

چکیده

غیاث‌الدین جمشید کاشانی (۸۲۰ هـ . ق)، که در نوشته‌های غربی به‌نام الکاشی معروف است در زمان الغ بیگ آثار ارزشمندی در ریاضی و نجوم از خود به‌جای گذاشت که نمونه‌های ریاضی آن عبارت‌اند از:

۱. رسالهٔ محیطیه، که اروپاییان آن را شاهکار فن محاسبه نامیدند. کاشانی عدد π را تا ۱۷ رقم اعشاری به‌دست آورد.

۲. مفتاح‌الحساب، که یوشکویچ آن را در همهٔ آثار قرون وسطی یگانه می‌شمارد و شامل چهار عمل اصلی بر روی اعداد و کسرها -نوشتن ارقام جمل- مساحت و حجم بناهاست.

۳. رساله وتر و جیب (سینوس) که پرویز شهریاری آن را به فارسی و زبان ریاضی ساده بیان کرده است.

کلیدواژه‌ها: جمشید کاشانی، مفتاح‌الحساب، مقرنس

مقدمه

در سدهٔ چهاردهم میلادی، کشورهای خاورمیانه و خاور نزدیک، پس از هجوم مغول‌ها، دوباره با هجوم تیمور ویران شدند، ولی در ابتدای سدهٔ پانزدهم میلادی، الغ بیگ نوهٔ تیمور دانشمندان را زیر حمایت خود گرفت و یک مرکز جدید علمی در سمرقند، پایتخت خود، به‌وجود آورد. در این شهر، بزرگ‌ترین رصدخانهٔ آن زمان ساخته شد که زیر نظر دانشمند ایرانی، غیاث‌الدین جمشید کاشانی کار می‌کرد. کاشانی پیش از ورود به سمرقند، «زیج خاقانی» را تنظیم کرده بود که می‌توان آن را، تکمیل شدهٔ «زیج ایلخانی» طوسی دانست. کاشانی همراه با تنظیم جدول‌های مثلثاتی، رساله «دربارهٔ وتر و سینوس» را نوشت. «رساله دربارهٔ دایره (رسالهٔ‌المحیطیه)»، به‌طور مستقیم به مسئله‌های اخترشناسی مربوط است. کاشانی در سمرقند، فرهنگ ریاضی خود را به نام «کلید حساب» (مفتاح الحساب) نوشت و در تنظیم «زیج جدید گورکانی» که در نتیجهٔ مشاهده در رصدخانهٔ سمرقند به‌دست آمده بود، شرکت کرد. کاشانی دارای یک رشته رساله‌های اختصاصی مربوط به اخترشناسی است.

«مفتاح الحساب» کاشانی، شامل پنج بخش است. بخش اول دربارهٔ حساب عددهای درست بحث می‌کند. مضمون این بخش، به رسالهٔ حساب خواجه‌نصیر طوسی، شباهت زیادی دارد و در ضمن، شامل جذر گرفتن از هر عدد درست است. برخلاف نسوی و طوسی که عملیات را روی تخته انجام می‌دادند، کاشانی عملیات را روی کاغذ انجام می‌داد. بخش دوم، اختصاص به حساب مربوط به کسرها دارد. در این بخش، کاشانی کسرهای ده دهی را برای نخستین بار وارد می‌کند و ویژگی‌های آن‌ها را شبیه کسرهای شصت شصتی -که اخترشناسان با یکاهای دقیقه، ثانیه، ثالثه، رابعه و غیره به‌کار می‌بردند- معین می‌کند. کسرهای ده دهی برای دقیق‌تر کردن جذر عددها هم به‌کار می‌روند. بخش سوم، به محاسبه‌های اخترشناسان، یعنی به عمل‌های حساب مربوط به عددهای درست و کسری در دستگاه شصت شصتی اختصاص دارد. در بخش چهارم، اندازه‌گیری شکل‌های مسطحه و چندضلعی‌ها، دایره و بخش‌های آن، منشور و استوانه، هرم و مخروط، کره، چندوجهی منتظم و برخی چندوجهی‌های نیمه منتظم مورد مطالعه قرار گرفته است. کاشانی برای مطالعه مثلث‌ها از مثلثات و جدول‌های مثلثاتی که از «زیج ایلخانی» طوسی اقتباس شده بود، استفاده می‌کند.

کاشـانی، برای بررسی دایره و جسـم‌های کروی از مقدار تقریبی عدد «پی» اسـتفاده می‌کند و آن را برابر ۳٫۱۴۱۵۹۳ یعنی برابر ۳۸′۲۹″۲۴‴° می‌گیرد. سـپس درباره حجم جسم‌ها از روی وزن آن‌ها صحبت می‌کند که به تنظیم جداول چگالی از جسـم‌های جامد و مایع می‌انجامد. به‌ویژه روش اندازه‌گیری طاق‌ها و گنبدها که به‌طور گسـترده‌ای در معماری خاور زمین به‌کار می‌رود، مورد مطالعه قرار گرفته است. کتاب پنجم به جبر اختصاص دارد. کاشانی نتیجه‌هایی را که پیش از او دربارهٔ حل معادله‌های درجه سـوم به‌دست آمده بود، تنظیم کرد و راه‌حل هندسـی آن‌ها را به‌دسـت آورد. او از رسـالهٔ مشابهی صحبت می‌کند که در آن دربارهٔ معادله‌های درجه چهارم صحبت کرده است، ولی این رسـاله به ما نرسیده است. کاشانی، سپس حل معادله‌های خطی را مطرح می‌کند و چند قاعده برای محاسبه مجموع جمله‌های رشته‌های عددی و همچنین قاعده‌هایی برای نسـبت‌ها، چه دربارهٔ عددها و چه دربارهٔ کمیت‌های پیوسـته، به‌دست می‌آورد. در آخر کتاب، تعداد زیادی مسئله آمده است.

رسالهٔ محیطیه: «رسـاله‌ای دربارهٔ دایره» اثر کاشانی، به محاسـبهٔ نسبت طول محیط دایره به قطر آن، با حداکثر دقت لازم اختصاص دارد. کاشانی محیط دایره را واسطهٔ عددی بین محیط چندضلعی منتظم محاطی و محیط چندضلعی منتظم محیطـی با ۳×۲^n ضلع می‌گیرد، درضمـن می‌گوید، n را باید چنان گرفت که اگر شعاع دایره برابر فاصلهٔ زمین تا ستاره‌های ثابت باشد (که به حساب کاشانی ۶۰،۰۰۰ برابر شعاع کره زمین است)، اختلاف بین محیط‌های چندضلعی‌های درونی و بیرونی، از قطر موی اسـب کمتر باشد. کاشـانی برای این منظور، n را برابر ۲۸ می‌داند، یعنی:

$$۳\times۲^n=۳\times۲^{۲۸}=۸۰۵۳۰۶۳۶۸$$

و کاشـانی، این میانگین حسـابی را با دقت فوق‌العاده‌ای حساب می‌کند که اگر شعاع دایره را برابر واحد بگیریم، نسبت طول محیط دایره به طول قطر آن برابر خواهد شد با:

۳۸′۲۹″۲۴‴°

از ۱۷ رقمی که کاشـانی برای عدد «پی» پیدا کرده است، تنها رقم آخر آن درست نیست.

رسـالهٔ «وتر و سـینوس»: مهم‌تریـن بخش‌های آن در رسالهٔ «سینوس یک درجه» قاضی‌زاده رومی، همکار دانشمند کاشانی در سـمرقند، حفظ شده است. رسـاله‌های کاشانی و رومی به محاسـبهٔ $\sin ۱^\circ$ از روی مقدار $\sin ۳^\circ$ اختصاص دارد. مقدار $x=\sin ۱^\circ$ ریشه این معادله است:

$$۳x-۴x^۳=\sin ۳^\circ$$

کاشانی این معادله را به‌سـادگی و با ظرافت فوق‌العاده‌ای حل می‌کند و به‌دست می‌آورد:

$$\sin ۱^\circ=۰/۰۱۷۴۵۲۴۶۴۳۷۲۸۳۵۷۱$$

بعد از کشته شدن الغ بیگ، علاءالدین فوشچی، ریاضی‌دان سـاکن سـمرقند به اسـتامبول رفت و نوشـته‌های با ارزشی از مکتـب الغ بیگ را به همراه خود برد. در اسـتامبول، کتاب «محمدیه» را به سـلطان محمد پادشاه عثمانی تقدیم کرد. در این کتاب، که براساس «مفتاح الحساب» کاشانی نوشته شده، برای نخسـتین بار، اصطلاحات «منفی» و «مثبت» به‌کار رفته اسـت، ولی این منفـی و مثبت بودن، هنـوز مربوط به عددها نیست و تنها به کمیت‌هایی مربوط می‌شود که باید با هم جمع و یا از هم کم شوند.

بعد از قتل الغ بیگ شعله آفرینش‌های ریاضی در خاورمیانه و خاور نزدیک رو به خاموشـی رفت و ریاضیات، تنها به‌عنوان وسـیله‌ای برای تحصیل مورد استفاده قرار گرفت. با وجود این برخی از نوشـته‌های ریاضی این دوره، مثل «خلاصهٔ‌الحساب» بهاءالدین عاملی (شیخ بهائی) توانست شهرت زیادی پیدا کند.

دانشمند خاورشناس و ریاضی‌دان آلمانی «پاول لوکی»[۱] در سـال ۱۹۴۴ میلادی کتابی در شرح و تفسیر قسمتی از مفتاح الحساب کاشانی نوشت و در سال ۱۹۴۹ نیز «رسالهٔ محیطیه» او را به زبان آلمانی ترجمه و تفسیر کرد.

وصف رساله وتر و جیب کاشانی از زبان «لوکی»

▲ تصویر صفحهٔ آغاز چاپ سنگی رسالهٔ وتر و جیب جمشید کاشانی (تحریر قاضی‌زادهٔ رومی)

لوکـی می‌گوید که در کتاب تاریخ ریاضیات هانکل شـرح داده شـده که چگونه یک منجم و ریاضی‌دان مسلمان در قرن پانزدهم میلادی سـینوس یک درجه را از روی سـینوس سه درجه با دقت فراوان حسـاب کرد، و چگونه معادلهٔ درجه سوم مربوط به آن مسـئله را تشـکیل داد و با روش استادانه‌ای حل کرد. این نخسـتین روش محاسـبهٔ تقریبی است که در تاریخ ریاضیـات بـدان برمی‌خوریم. به حـق می‌توان ایـن روش را بدیع‌ترین و جالب‌ترین روشـی دانست که در همه نوشته‌های ریاضی اسـلامی وجود دارد. مخترع این روش یک ایرانی به نام غیاث‌الدین (پشتیبان دین) جمشید کاشانی نامیده می‌شود.

لوکی دربارهٔ سایر آثار کاشانی می‌گوید: اگر رسالهٔ محیطیهٔ او به‌دست دانشمندان معاصر وی که در مغرب زمین می‌زیستند می‌رسـید از آن پـس مردم مغرب زمیـن از بعضی منازعات و تألیفات کم ارزش دربارهٔ اندازه‌گیری عدد π بی‌نیاز می‌شـدند و برای شـناختن کسـرهای اعشـاری صد و پنجاه سال بعد از کاشانی، استون[۲] و بورگی [۳] در اروپا مجبور نمی‌شدند که نیروی فکری و عملی خود را برای از نو یافتن آن کسرها به‌کار اندازند.

یوشـکویچ (روسـی) در کتاب تاریخ ریاضیـات در قرون وسطی درباره مفتاح الحساب کاشانی می‌نویسد:

مفتاح الحسـاب کتابی اسـت درسـی، دربـارهٔ ریاضیات مقدماتی که اسـتادانه تألیف شـده اسـت. این کتاب از حیث فراوانـی و تنوع مـواد و مطالب و روانی بیان و سلاسـت کلام تقریباً در همهٔ آثار (ریاضی) قرون وسطی یگانه است.

کندی دربارهٔ کاشانی می‌گوید: کاشانی محاسبی زبردست بود و در این فن مهارتی خارق‌العاده داشت، شاهد این مدعا آن است که وی با اعداد شصتگانی خالص به‌آسانی و روانی حساب می‌کرد. کسرهای اعشاری را اختراع و مراحل محاسبه را طوری تنظیـم کرد که بتوان خطاها را پیش‌بینـی کرد و در هر مقام صحت اعمال را مورد امتحان قرار داد، آلت «طبق‌المناطق» که وی اختراع کرده نمایندهٔ کامل‌ترین پیشـرفتی است که برای این دسـته از افزارهای نجومی حاصل شده است. این تنها ابزار فنی بوده که تعیین عروض سـیارات را امکان‌پذیر می‌سـاخت و از لحـاظ مهندسـی که در آن آلت به‌کار رفته هیچ شـک و تردیدی نیست.

به‌جـز کنـدی، یوشـکویچ (روسـی) و لوکـی (آلمانی)، دانشـمندان دیگری چون وبگه (فرانسـوی) و لوی (انگلیسی) در شـرح و ترجمه کتاب مفتاح الحسـاب همت گماشـته‌اند. البته رسـالهٔ دکترای خانم نائله رجائی، پایان‌نامهٔ دکترای آقای «عبدالقادر داخل» که به عربی پیرامون این اثر علمی نوشـته شده است و بالاخره کار آقای محیط طباطبایی نیز که ترجمه قسمتی از دیباچهٔ این‌کتاب به فارسی است قابل اشاره است.

شکل۲: مفتاح الحساب صفحهٔ آغاز چاپ سـنگی مفتاح الحسـاب جمشید کاشانی

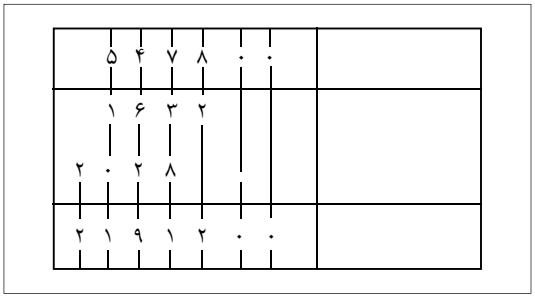
ترجمهٔ فارسی سی فصل مفتاح الحساب به‌شرح ذیل می‌باشد.

۱. در چگونگی نوشتن اعداد و مراتب آن‌ها
۲. در تضعیف (ضرب کردن در ۲)
۳. در تنصیف (تقسیم کردن بر ۲)
۴. در جمع
۵. در تفریق
۶. در ضرب
۷. در تقسیم
۸. در استخراج جذر
۹. در میزان‌ها (امتحان جذر)
۱۰. در تعریف کسرها و چگونگی نوشتن آن‌ها
۱۱. در شناختن تداخل و تشارک و تباین
۱۲. در تجنیس
۱۳. در رفع
۱۴. مخرج مشترک گرفتن
۱۵. در تضعیف کسرها
۱۶. در تنصیف کسرها
۱۷. در جمع کسرها
۱۸. در تفریق کسرها
۱۹. در ضرب کسرها
۲۰. در تقسیم کسرها
۲۱. در استخراج جذر (کسرها)
۲۲. در تحویل یک کسر از یک مخرج به مخرج دیگر
۲۳. در مسـاحت سطوح مسـتوی که محیط آن‌ها (مرکب از قطعه‌ها) خط‌های راست است

۲۴. در مساحت دایره و قطاع دایره
۲۵. در مساحت سطوح مستدیر مانند استوانه و مخروط
۲۶. در اندازه‌گیری حجم اجسام
۲۷. در آنچه برای شروع مسائل (معادله‌های) شش‌گانهٔ جبری لازم است
۲۸. در ذکر مسائل شش‌گانهٔ جبری
۲۹.در خط آئین
۳۰. در ایراد بعضی از قواعد که محاسب به آن‌ها نیازمند است.

در باب سوم مقاله اول کتاب مفتاح الحساب، کاشانی عمل ضـرب را تعریف و چند قاعده برای آن ذکـر می‌کند همراه با چند مثال:

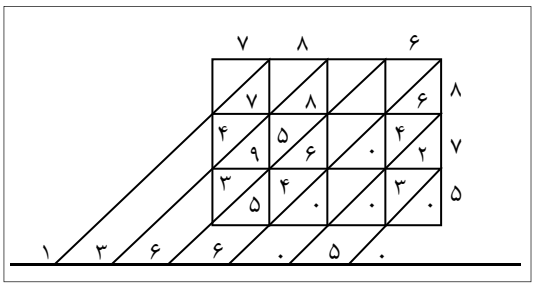
به‌عنوان مثال عدد ۵۴۷۸۰۰ در یک عدد یک رقمی مانند ۴ چنین می‌نویسد:



کاشانی حاصل ضرب ۴ در تک تک اعداد ۵۴۷۸ را برحسب مرتبهٔ خود زیر هم می‌نویسد و جمع می‌کند.

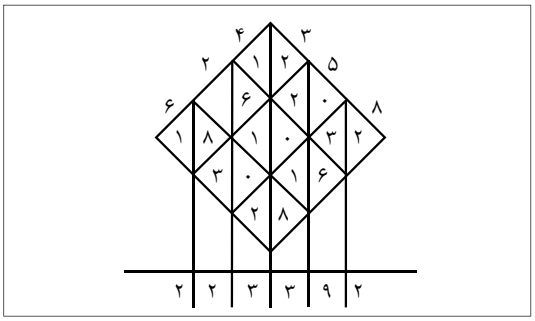
۴×۵=۲۰
۴×۴=۱۶
۴×۷=۲۸
۴×۸=۳۲

او بـرای ضرب دو عدد چند رقمـی در هم این‌گونه عمل کرده اسـت. به‌عنوان مثال ۷۸۰۶×۱۷۵ هر عدد را جداگانه در عدد دیگر ضرب کرده است و از این وسیلهٔ شبکهٔ ضرب استفاده و اعداد را در نهایت با هم جمع می‌کند.

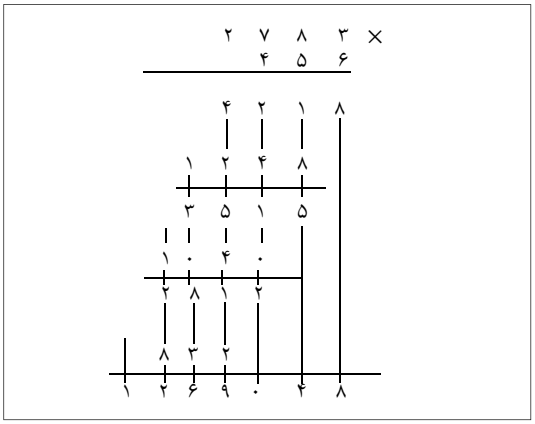


و این جدول را کاشـانی به نام «شبکهٔ مورب» تغییر داد و این‌گونه عمل کرد:

به عنوان مثال ۶۲۴×۳۵۸



و بعـد از شـبکهٔ مـورب، کاشـانی به شـکل زیـر ضرب ۲۷۸۹×۴۵۶ را انجام می‌دهد و خود در پایان می‌نویسد که این نوع از سایر انواع آسان‌تر است.



در این مثال حاصل ضرب ۲۷۸۳×۴ و ۲۷۸۳×۵ و ۲۷۸۳×۶ مانند جدول نخست که توضیح داده شده نوشته شده است.

در باب پنجم از مقالهٔ اول کتاب مفتاح الحسـاب کاشـانی به اصطلاحاتی برمی‌خوریم که به زبان امروزی در جدول زیر آمده است:

اصطلاح قدیمی	مفهوم آن	معادل کنونی آن
ضلع اول	عدد a در مقام مقایسه با a^1، a^2، ... و a^n	پایه= ریشه
جذر	عدد a در مقام مقایسه با a^2	جذر= ریشهٔ دوم
کعب	عدد a در مقام مقایسه با a^3	کعب= ریشهٔ سوم
مجذور= مال= مربع	قوهٔ دوم عدد	a^2
مکعب (کعب)۱	قوهٔ سوم عدد	a^3
مال مال	قوهٔ چهارم عدد	a^4
مال کعب ۲	قوهٔ پنجم عدد	a^5
کعب کعب	قوهٔ ششم عدد	a^6
جزءالجذر		$\frac{1}{ع}$
جزءالمال		$\frac{1}{ع^2}$
جزءالکعب		$\frac{1}{ع^3}$
جزءمال‌المال		$\frac{1}{ع^4}$
منزل	قوه	
عدد منزل	نمای قوه	
مضلع (در جمع مضلعات)	قوه یک عدد یا به وجه اعم عددی که باید از آن ریشهٔ nام استخراج کرد	
مضلع منطق	عددی که ریشهٔ nام درست داشته باشد	
مضلع اصم	عددی که ریشهٔ nام درست نداشته باشد	

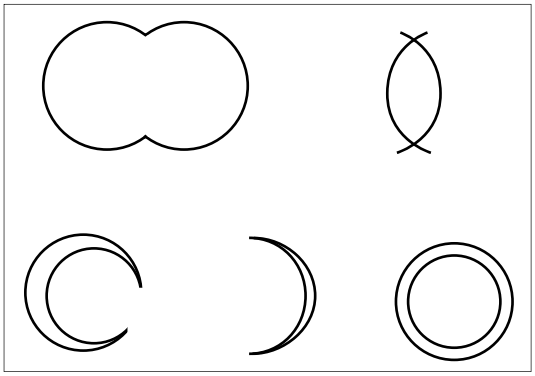
در مقالـهٔ چهارم ایـن کتاب اصطلاحاتی آمده اسـت که ترجمهٔ آن نیز گفته خواهد شد:

اهلیلجی: سطح محصور بین دو قوس متساوی کوچک‌تر از نیم‌دایره و متعلق به دو دایرهٔ مساوی.

شـلجمی: سطح محصور بین دو قوس متساوی بزرگ‌تر از نیم‌دایره و متعلق به دو دایرهٔ متساوی.

حلقهٔ مسطحه: سطح محصور بین دو دایرهٔ متحدالمرکز.

هلالـی و نعلی: سـطح محصور بین دو قـوس دایره که از نیم‌دایره بیشتر نباشد، از دو دایرهٔ متقاطع متساوی یا نامتساوی که اگر آن‌ها در یک جهت باشـند هلالی و اگر دو قوس مذکور از نیم‌دایره بیشتر باشد شکل نعلی نامیده می‌شود.



محاسبه طاق‌ها، گنبدها و ازج‌ها

آخرین باب مقالهٔ چهارم مفتاح الحسـاب، یعنی «مساحی بناها و عمارات» واقعاً برای مقاصد عملی نوشـته شـده است؛ چنانکـه کاشـانی توضیـح می‌دهـد: «متخصصان صرفـاً از اندازه‌گیـری طاق‌هـا و ازج‌ها سـخن گفته‌انـد و آن را چیزی غیرضروری دانسته‌اند؛ ولی من نحوهٔ محاسبهٔ آن‌ها را در میان ضروریات همراه سـایر مطالـب آورده‌ام، چون بیش از بقیه در اندازه‌گیری‌های مربوط به بناها به‌کار می‌رود». فرق بین ازج‌ها و طاق این است که عمق طاق از عرض آن بیشتر نیست؛ ولی در ازج‌ها عمق بیشتر است. آنچه ما در مورد طاق‌ها عمق می‌نامیم، در مـورد ازج‌ها طول نامیده می‌شـود. ازجهـای تونل‌مانند و قوس‌های با مقطـع نیم‌دایره در معماری عصر تیموری موجود است. ولی طرح اغلب، طاق‌های نوک‌تیز است که معمول‌ترین مقطع آن به بیضی میل می‌کند. کاشانی پنج نوع طاق نوک‌تیز را مطرح می‌کند که در ترسـیم آن‌ها فقط از خط‌کش و پرگار اسـتفاده شده اسـت. تقریب زدن یک قوس بیضی با خم‌های دایره‌ای محاسـبه را بسـیار آسـان می‌کند. برای این پنج نوع طاق، جداولی شامل ضریب‌های لازم برای محاسبهٔ قسمت‌های مختلف طاق عرضه شـده‌اند. در معماری واقعی، انواع بیشتری از طاق‌ها وجود دارد.

ترسیم‌های کاشانی مقطع اغلب طاق‌های موجود را تقریب می‌زنند. برای محاسـبهٔ یک طاق خاص باید یکی از پنج نوع را که به طاق مورد محاسـبه نزدیک‌تر است، اختیار کرد. اگر این ضریب‌ها در اندازه‌های طاق موجود ضرب شـوند، مسـاحت یا حجم اجزای موردنظر طاق به‌دست می‌آید.

کاشانی، گنبدها را به‌صورت زیر دسته‌بندی می‌کند: آن‌ها یـا به‌صورت نیم‌کرهٔ توخالی یا به‌صـورت یک مخروط با قاعدهٔ چندضلعی و یا به شکلی است که با دوران مقطع یک طاق حول محورش (یعنی خطی که بالاترین نقطهٔ قوس را به وسط قاعدهٔ آن وصل می‌کند) به‌دسـت می‌آید. بنابراین متناظر با هر روش برای ترسیم مقطع طاق، یک گنبد به‌دست می‌آید.

کاشانی در رسـاله‌اش فقط محاسبات مربوط به دستهٔ آخر از گنبدها را شـرح می‌دهد و خاطرنشان می‌کند که محاسبات مربـوط به دو نـوع اول از روش‌های مربوط به محاسـبهٔ کره و قطعه‌های آن به‌دست می‌آیند. دستهٔ سوم در رابطه با محاسبات مربوط به مخروط بحث شده است. آنچه باقی می‌ماند، محاسبهٔ سـطح و حجم دستهٔ چهارم گنبدها است که از دوران یک طاق حـول محورش به‌دسـت می‌آید. روشـی که اینجا بـه‌کار رفته است، یک صورت ابتدایی از انتگرال‌گیری است: کاشانی با رسم دایره‌هایی عمود بر محور بر روی سـطح گنبد، آن را به لایه‌های موازی تقسـیم می‌کند. دایره‌ها باید چنان به‌هم نزدیک باشـند که منحنی واصل بین دو دایره مسـاوی وتر متناظر باشد. به‌نظر کاشانی، به‌طور معمول ۷ یا ۸ تا از این دایره‌ها کافی است. به این ترتیب، گنبد به یک مخروط و چند مخروط ناقص بریده می‌شود.

ابتدا تمـام دایره‌های روی گنبد را انـدازه می‌گیریم. قدم بعدی اندازه‌گیری فاصله رأس گنبد تا نزدیک‌ترین دایره (یعنی ارتفاع مخروط) اسـت. با ضرب نصف محیط نزدیک‌ترین دایره در این ارتفاع سطح جانبی مخروطی به‌دست می‌آید.

به‌همیـن ترتیب، با ضرب میانگین محیط دو دایرهٔ متوالی در فاصلـهٔ آن‌ها، سـطح جانبـی هر مخروط ناقص به‌دسـت می‌آیـد. مجموع ایـن حاصل‌ضرب‌ها با سـطح کل گنبد برابر است. برای محاسبهٔ حجم گنبد که جسمی توخالی است، ابتدا حجـم مخـروط و مخروط‌های ناقص را که پوسـتهٔ خارجی را می‌پوشانند، محاسبه و با هم جمع می‌کنیم، سپس همین کار را برای پوسـتهٔ داخلی انجام می‌دهیـم. تفاضل دو عدد حجم گنبد خواهد بود.

به‌عنوان یک مثال عملی، کاشانی این روش را برای گنبدی که از نمای طاق نوع چهارم به‌دست می‌آید به‌کار می‌بندد. او جزئیات محاسـبات را شرح نمی‌دهد و برای «سادگی کار» فقط نتیجه را بیان می‌کند. این روش، آن‌گونه که او بیان می‌کند، چنین است:

مربـع قطـر قاعدهٔ گنبـد (داخلـی) را در "۱۴۶'۳۲°، (یا ۱/۷۵۵) ضرب می‌کنیم تا سطح داخلی گنبد به‌دست آید. اگر مربع قطر گنبد خارجی را در همین عدد ضرب کنیم، مساحت سـطح بیرونی گنبد به‌دست می‌آید، چون دو سطح موازی هم

هستند. اگر مکعب قطر قاعده‌های داخلی و خارجی گنبد را در عدد"۲۳'۱۸°۰ (یـا ۰/۳۰۶) ضرب کنیم و دو عدد حاصل را از هم کم کنیم، حجم گنبد به‌دست می‌آید.

بـرای آزمودن میزان دقت محاسـبات کاشـانی به کمک روش‌های نوین، مسـاحت پوستهٔ درونی گنبد فوق را محاسبه و بر مربع قطر قاعده تقسـیم می‌کنیـم. در این‌صورت، ضریب ۱/۸۷۳۶۳۳۷ (یا "۱'۱۴۷°در مبنای ۶۰) به‌دست می‌آید که از مقدار ارائه شدهٔ کاشانی (۱/۷۷۵) کمی کوچک‌تر است، زیرا او از درون تقریـب می‌زند؛ ولی به‌هرحال، میزان خطا فقط ۰/۴۸ درصد اسـت که در کاربردهای عملی اهمیتی نـدارد، زیرا در کاربردهای عملی مقدار مصالح، رنگ و غیره گرد می‌شوند.

مقرنس نامی عربی است برای طاق‌های استالاکتیک مانند کـه در تزئینات معماری سـه بعدی، متشـکل از اجزای حفره مانندی، در چندین لایه قرار می‌گیرند. مقرنس در حوالی قرن چهارم هجری در شـمال شرقی ایران و تقریباً همزمان با آن، و ظاهراً به‌طور مستقل، در میانهٔ شمال آفریقا پدید آمد.

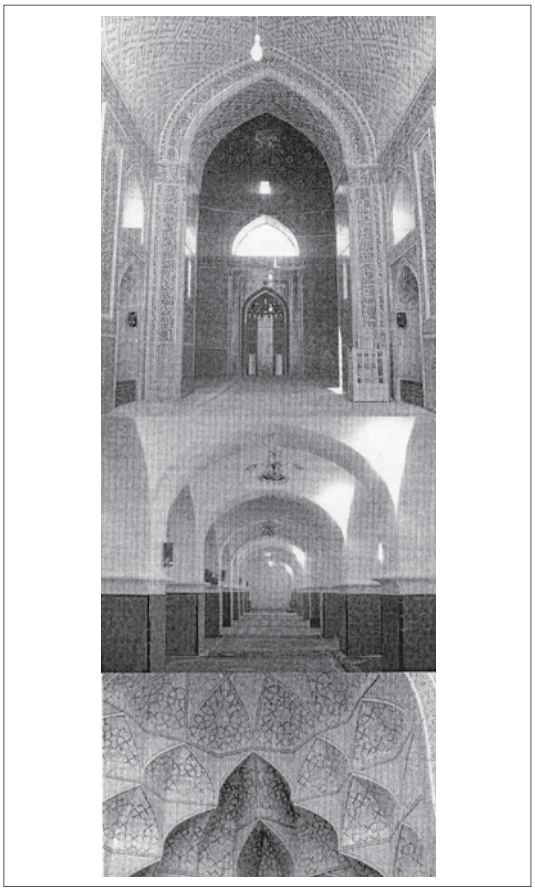
غیاث‌الدین جمشـید کاشـانی برای محاسـبهٔ مسـاحت شکل‌های گوناگون از مثلث‌های ساده شروع می‌کند و در پایان به تقریب مساحت سطح مقرنس می‌رسد، قدیمی‌ترین تعریف مقرنس به‌صورت زیر از کاشانی است:

«مقرنس سقفی است پلکانی با وجوه متعدد و با بام مسطح. هـر وجه با وجه کناریش زاویهٔ قائمه یا نیم‌قائمه یا مجموع این دو یـا ترکیب دیگری از این دو می‌سـازد. این وجه را می‌توان به‌صورت ایستاده بر صفحه‌ای موازی با افق درنظر گرفت. بالای آن‌ها یا سـطح غیرموازی با سـطح افق و یا دو سـطح صاف یا خمیده قرار می‌گیرد که سقف آن‌ها را تشکیل می‌دهد. این دو وجه به همراه سقفشـان یک «خانه» نامیده می‌شوند. «خانه»های مجاور که قاعده‌هایشان روی یک سطح مشترک موازی با افق باشند، یک «لایه» خوانده می‌شوند.

اجـزای مقرنس عبارت‌انـد از خانه‌ها و اجـزای میانی که سـقف دو خانه مجاور را به هم متصل می‌کنند. همان‌طور که کاشـانی در رسالهٔ خود شـرح می‌دهد، اجزای متداول مقرنس بر پایهٔ شکل‌های سـاده هندسی ایجاد می‌شوند. به این معنی که تصویر مسـطح یک جزء یا منظر آن از پایین از شـکل‌های ساده هندسی تشکیل شده است: مربع، لوزی، نیم‌دایره، بادام و مکمل آن نسـبت به لوزی، دو پایه کوچک؛ کوزه (هشت‌ضلعی مربعی) و مکمل آن نسبت به مربع، دو پایهٔ بزرگ (ذوالرجلین) و جودانه‌ها (که فقط در لایه بالایی مقرنس ظاهر می‌شوند).

فصل آخر، مساحی بناها و عمارت‌ها، واقعاً برای کاربردهای عملی نوشـته شده است. با وجود اینکه اغلب تصور می‌شود که کاشـانی شیوهٔ مقرنس را شرح داده اسـت؛ ولی درواقع چنین نیسـت. او از هندسـه به‌عنوان ابزاری برای انجام محاسـبات استفاده کرده است.

در کنار مساحت و حجم طاق‌ها، ازج‌ها و گنبدها، کاشانی شیوه‌ای را برای به‌دست آوردن تقریبی مساحت چون مقرنس، بـا وجودی که یک سـاختار معماری پیچیده اسـت، از اجزای هندسی نسبتاً ساده‌ای تشکیل شده است. این محاسبات برای ارزش‌گـذاری بنا با محاسـبهٔ مصالح و دسـتمزد هنرمندان و معمـار، همان‌طور که در قرن یازدهم (عهـد صفوی) در ایران متداول بوده، مفید بوده‌اند.



قوس مقرنس

برای اینکه بتـوان اجزای مقرنس را به هم وصل کرد، آن‌ها باید طوری ساخته شوند که منحنی‌های کناریشان یکسان باشد. این منحنی را کاشـانی با عنوان «روش بنّایان» شرح داده است که نشان دهندهٔ این است که از تجارب عملی گرفته شده است.

نتیجه گیری

آنچه گفته شـد نمونهٔ بسـیار اندک از تلاش‌هـای یکی از دانشـمندان ایرانـی بود که راه را برای ما هموار سـاختند و چه بسـا اروپاییان سال‌ها پیش آن‌ها را شـناخته و از علم آن‌ها در مدرسه‌هاشان استفاده می‌کرده‌اند. روزی که کتاب‌های کاشانی به زبان‌های آلمانی و روسی ترجمه می‌شد، ایرانیان نام کاشانی را هنوز نشنیده بودند!!

پی‌نوشت‌ها

1. Paul Luckey
2. Stevin
3. Burgi

منابع

۱. قربانی، ابوالقاسم، **کاشانی نامـه**، تهـران: مرکز نشـر دانشگاهی، ۱۳۶۸.
۲. باقری، محمد، **از سمرقند به کاشـان**، انتشارات علمی فرهنگی، ۱۳۷۵.
۳. شـهریاری، پرویـز، **غیاث‌الدیـن جمشـید کاشـانی**، انتشـارات فنـی ایران، ۱۳۷۷.
۴. جذبـی، سـید علی‌رضا، **رسالهٔ طاق و ازج**، انتشارات صـدا و سـیمای جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۶۶.

چکیده

آموزش و یادگیری فعال شامل تعدادی راهبرد (شیوه تدریس) است که اگر به‌گونه‌ای ترکیبی به کار گرفته شوند فرصت تعامل را بیشینه می‌سازند و درست بر عکس شیوهٔ یکسویهٔ قدیمی عمل می‌کند. منظور از شیوهٔ یکسویه رهیافت‌های معلم - محور است که در آن فرایند یادگیری تنها به معلم بستگی دارد؛ اما این روش فرصتی به دست می‌دهد تا بین معلم و شاگرد، شاگردان با یکدیگر، و نیز میان شاگردان و مواد درسی تعامل برقرار شود. این مقاله به تشریح چنین رهیافتی می‌پردازد و نویسنده می‌کوشد روش یا شیوهٔ نمایشی را، به‌عنوان روش تعمیق کنندهٔ امر یادگیری، و عامل مؤثر در تثبیت مطالب درسی در ذهن دانش‌آموزان مورد تحلیل قرار دهد.

کلیدواژه‌ها: آموزش، یادگیری، معلم، دانش‌آموز، شیوهٔ تدریس، روش نمایشی

روش نمایشی یا روش تدریس با ایفای نقش

این روش بر مشاهده و دیدن استوار است تا افراد بتوانند مهارت‌های خاصی را از طریق دیدن فراگیرند. به‌عنوان مثال، اگر معلم در کلاس درس بخواهد کارکردن با یک وسیله را به دانش‌آموزان یاد دهد از این روش می‌تواند استفاده کند. مهم‌ترین حسن این روش، به‌کارگیری اشیا در امر آموزش است و بیشتر برای درس‌هایی که جنبهٔ عملی و فنی دارند کاربرد دارد. ماندگارترین یادگیری با شیوهٔ ایفای نقش صورت می‌گیرد، زیرا در این روش دانش‌آموزان با خلق صحنه‌سازی‌های کوچک مطالب درسی را عمق می‌بخشند.

یکی از روش‌های مبتکرانه که در فعالیت‌های «یاد دادن برای یاد گرفتن» به کار می‌رود، روش ایفای نقش یا «وانمود کردن» است. این روش علاوه بر اینکه یادگیری دانش‌آموزان را تعمیق و پربار می‌کند، ذوق‌آفرین نیز هست.

روش ایفای نقش تنها شیوه‌ای است که یادگیرندگان از خود مایه می‌گذارند، خود را در معرض مطالب یادگیری قرار می‌دهند و همان‌طور که می‌خواهند و می‌توانند مطالب را نهادینه می‌کنند.

مراحل اجرای روش نمایشی

۱. مرحلهٔ آمادگی: معلم هدف از تدریس را دقیقاً مشخص می‌کند و امکانات لازم را از قبل فراهم می‌نماید ضمن اینکه قبلاً از سالم بودن آن اطمینان حاصل کرده است.

۲. مرحلهٔ توضیح: معلم قبل از انجام تدریس باید اهداف

بیان مفاهیم فیزیک به کمک نمایش

مریم مهرابی
دبیر فیزیک نهاوند - استان همدان

تعیین شده را برای شاگردان به‌وضوح بیان کند و نحوه و علت انجـام دادن عمل را توضیح دهد و پرسـش‌هایی را که انتظار دارد شـاگردان در پایان تدریس پاسـخ دهند مطرح سازد تا باعث جلب توجه شاگردان شود.

۳. مرحلهٔ نمایشـی: معلم باید روش صحیح کار و مراحل آن را بـه نمایش بگذارد. به‌عنوان مثال، فرایند کار یک موتور دیزل را برای دانش‌آموزان توضیح دهد.

۴. مرحلهٔ آزمایش و سـنجش: بعـد از اجرای مراحل بالا معلم باید از دانش‌آموزان بازخورد دریافت کند تا متوجه شود که آیا موضوع را فهمیده‌اند یا نه و آیا مهارت لازم را نیز کسب کرده‌اند یا نه؛ سـپس در صورت بروز مشکل نقایص را برطرف کند که این کار را می‌تواند با پرسـش‌های کتبی یا شـفاهی انجام دهد.

محاسن روش نمایشی

- از مزایای این روش، به کارگیری اشـیای حقیقی است. این روش در مدارس فنی که اغلب با ماشـین‌آلات سـرو کار دارند و وسایل کار محدود است، روش مناسبی است.

- یادگیرندگان، خود را بـا مفهوم اصلی و واقعی موضوع درس درگیر می‌کنند.

- یادگیرندگان، خود را در روند زندگی می‌بینند و با آنچه در آن اسـت، اعم از دانسـتنی‌ها و خواستنی‌ها، ارتباط برقرار می‌کنند.

- انجام این روش همکاری‌های متقابل بین دانش‌آموزان و معلم را تقویت می‌کند و سبب وحدت و هماهنگی در کلاس می‌شود.

- با اجرای این روش زمینهٔ بحث گروهی فراهم می‌شود.

- دانش‌آموزانی که مشـاهده‌کننده‌اند در احساس ایفای نقش سـهیم می‌شـوند و خود را در صحنهٔ نمایش احسـاس می‌کننـد که این امـر در یادگیری و القای احساسـات تأثیر فراوان دارد.

شرکت کنندگان در روش ایفای نقش

۱. معلم یا مسـئول اجـرا: معلم برنامه‌ریـزی و مدیریت اجرایـی عملیـات و برنامه نمایش را به عهـده می‌گیرد و در حقیقت کارگردان نمایش است.

۲. ایفاگـران نقـش: دانش آموزانی هسـتند کـه به طور داوطلب یا انتخابی در برنامه شـرکت می‌کنند. این افراد الزاماً نیازی به داشتن تجربه و ذوق هنری ندارند.

۳. مشـاهده‌کنندگان: سـایر دانش‌آموزان جزء مشاهده کنندگان به حسـاب می‌آینـد. این افراد در جریـان یا پایان نمایـش می‌توانند دربارهٔ عملیات نمایش اظهار نظر، پرسـش یا بحث کنند.

فنون اجرای نمایش

در این روش شاگردانی که در صحنهٔ نمایش (جلو کلاس یا در سالن نمایش) به ایفای نقش می‌پردازند معمولاً یکدیگر را مخاطب قرار می‌دهنـد و گفت‌وگو می‌کنند. صحنهٔ اجرای نمایش باید طوری ترتیب داده شود که همهٔ شاگردان بتوانند عملیات را ببینند و ایفاگران نقش نیز باید بلند صحبت کنند تا همهٔ بینندگان گفت‌وگوی آنان را بشنوند.

نمایش چیست؟

نمایـش، در اصطلاح، عملی اسـت که بازیگـر یا نمایش دهنده، با اسـتفاده از تخیل انجام می‌دهد تا نقش شـخص یا چیزی دیگر را نشـان دهد. نمایش در هـر زمان و هر مکانی قابل اجرا است.

ریچارد کورتنی[1] که در حوزهٔ نمایش فردی حرفه‌ای است نمایش را این‌گونه تعریف می‌کند: «نمایش فرایندی انسـانی اسـت که در آن تفکر خیالی تبدیل به عمل می‌شود. نمایش براسـاس هویت‌بخشی درونی اسـت و تبدیل به هویت‌بخشی بیرونی می‌شود».

مندی مور[2] (۲۰۰۴ : ص ۱) معتقد است که شاید مطالب درسـی با شـنیدن فراموش شـوند و همچنین با نشان دادن آن‌ها به دانش‌آموزان فراموش شـوند. اما با درگیر کردن آن‌ها با مطالب آموزشی، آن‌ها همیشه متوجه نکته‌ها خواهند شد.

او می‌گوید این آموزه را وقتی دانشجو بوده آموخته است: «من زیاد در سـخنرانی‌ها شـرکت می‌کنم اما همیشـه چیز کمی یادم می‌ماند. وقتی واحد درس «دولت» را در دانشـگاه برداشـتم اسـتاد از طریـق نمایش آن را به ما یـاد داد. همهٔ کلاس در شبیه‌سازی دولت شرکت می‌کردند و ما نقش افراد عادی را بازی می‌کردیم. این اولین بار بود که من به‌رغم آنکه به مطالعات اجتماعی علاقه نداشـتم در آن شـرکت کردم. از آن به بعد بود که تصمیم گرفتم شاگردانم را در کلاس درگیر مطالب درسی کنم.»

چگونه از نمایش در کلاس درس استفاده کنیم:

اجـرای نمایـش در کلاس درس و در محیـط اجتماعی

یکی از روش‌های مبتکرانه که در فعالیت‌های «یاددادن برای یادگرفتن» به‌کار می‌رود، روش ایفای نقش یا «وانمودکردن» است

دقیقاً یکسان نیست. هدف این نیست که مهارت‌های اجرایی را به دیگران آموزش دهیم. هدف این است که مطالب موجود در طرح درس را از طریق نمایش به شاگردان آموزش دهیم. جین واگنر[۳] (مور: ۲۰۰۴ ص ۱۱) می‌گوید: هدف از بر عهده گرفتن نقش‌های مختلف در اجرای نمایش این نیست که متن نمایش از پیش نگاشته شده‌ای به اجرا در آید، بلکه بداعت و نوآوری بسیار مهم است.

به شیوه‌های مختلف می‌توان از نمایش برای آموزش استفاده کرد. این روش برای آموزش زبان، هنرهای اجتماعی، علوم و دیگر مطالب مهم مناسب است. (همان، ص ۱۲)

به طور مثال، من برای آموزش یک مفهوم دانش‌آموزان را به چند گروه تقسیم کردم و از آن‌ها خواستم که هر گروه درباره بخشی از این مفهوم تحقیق کنند و سپس به‌صورت نمایش آن را به اجرا درآورند. به این طریق کل کلاس درگیر امر آموزش شده بودند و هر گروه نمایش گروه دیگر را هم نمایش می‌داد.

یادگیرندگان، خود را در روند زندگی می‌بینند و با آنچه در آن است، اعم از دانستنی‌ها و خواستنی‌ها، ارتباط برقرار می‌کنند

ضرورت اجرای نمایش در درس فیزیک

به‌علت دشوار بودن درس فیزیک به‌ویژه برای دانش‌آموزان پایهٔ اول دبیرستان، بهتر است که معلم با روش‌هایی دانش‌آموزان را به این درس علاقه‌مند و در آن‌ها ایجاد انگیزه کند تا با علاقه این رشته را ادامه دهند. چه‌بسا در آینده سهمی در بالا بردن سطح علمی جامعه و ابداعات و اکتشافات داشته باشند.

من به‌عنوان دبیر فیزیک روش‌های متعددی را برای جلب توجه دانش‌آموزان و ایجاد انگیزه در آن‌ها تجربه کرده‌ام. ولی یکی از روش‌هایی که در آن موفق بوده‌ام تدریس به شیوهٔ نمایش است.

در این قسمت چند نمایشی را که در کلاس درس به اجرا در آورده‌ام و در تفهیم بهتر درس تأثیر زیادی داشته است عنوان می‌کنم.

در پایهٔ اول دبیرستان دانش‌آموزان بیشتر در فصل سوم کتاب مشکل دارند، چرا که مطالب آن ملموس نیست و نمی‌دانند که مثلاً در داخل یک سیم برق چه اتفاقی می‌افتد و در یک مدار الکتریکی چگونه جریان برقرار می‌شود؛ به همین خاطر نمایشی را در این زمینه طراحی و اجرا کرده‌ام که در زیر به آن اشاره می‌کنم.

نمایش‌نامهٔ فیزیک(۱)، مبحث مقاومت (فصل سوم)

در این قسمت ما نیاز به ۱۳ نفر از دانش‌آموزان داریم که نقش هر یک به صورت زیر است:

۱. یک نفر در نقش باتری
۲. یک نفر در نقش آمپرسنج
۳. یک نفر در نقش ولت‌سنج
۴. دو نفر در نقش اتم‌های سیم
۵. دو نفر در نقش الکترون آزاد
۶. یک نفر در نقش لامپ
۷. چهار نفر سیم‌های مدار را در دست خود می‌گیرند.
۸. یک نفر مجری برنامه است.

با استفاده از اجزای مدار، مدار ساده‌ای تشکیل می‌دهیم. مجری از اجزای مدار می‌خواهد که خود را معرفی کنند و هر یک کار خود را در مدار توضیح دهد. پس از معرفی اجزای مدار، از باتری می‌خواهد که نقش خود را اجرا کند تا جریان برقرار شود.

سپس دوباره از آن‌ها می‌خواهد نشان دهند که با افزایش دما حرکت اتم‌ها و الکترون‌ها چطور خواهد بود.

در انتها از آن‌ها تشکر می‌کند و گزارش خود را به پایان می‌رساند.

اجزای مدار خود را این‌گونه معرفی می‌کنند:

آمپرسنج ← من آمپرسنج هستم. در مدار به‌صورت سری قرار می‌گیرم و شدت جریان را اندازه می‌گیرم.

ولت‌سنج ← من ولت‌سنج هستم. در مدار به‌صورت موازی قرار می‌گیرم و اختلاف پتانسیل را اندازه می‌گیرم.

باتری ← من باتری هستم . من انرژی لازم را برای شارژ بار فراهم می‌کنم.

لامپ ← من لامپ هستم و هنگام عبور الکترون در مدار روشن می‌شوم.

اتم‌های سیم ← من اتم سیم هستم و در صورت گرما حرکتم تندتر خواهد شد.

الکترون آزاد ← من الکترون آزاد هستم و هنگامی که باتری به من انرژی می‌دهد در مدار حرکت می‌کنم.

نحوهٔ انجام آزمایش

نمایش را به روش زیر اجرا می‌کنیم.

ولت‌سنج دست خود را روی شانه‌های باتری قرار می‌دهد تا نشان دهد که به‌صورت موازی در مدار قرار می‌گیرد. آمپرسنج نیز دست خود را روی طناب قرار می‌دهد تا نشان دهد که آمپرسنج به‌صورت سری قرار می‌گیرد. ابتدا مجری

برنامه خود را معرفی می‌کند: با عرض سلام خدمت بینندگان عزیـز، امروز اینجا آمده‌ام تا گزارشـی را در مورد اجزای مدار و نحوهٔ برقرار شـدن جریان در یک مدار به شـما تقدیم کنم. ابتدا از اجزای مدار می‌خواهم تا خودشـان را معرفی کنند. در اینجا اجزای مدار، که در قسـمت قبل به آن‌ها اشاره شد، یک بـه یک خود را معرفـی می‌کنند و هر کدام در مورد وظیفه و نقش خود در مدار توضیح می‌دهند.

بعـد از معرفی اجزای مدار مجـری ادامه می‌دهد: حالا از اجزای مدار می‌خواهم به ما نشـان دهنـد که چگونه در یک سیم جریان برقرار می‌شود.

از اینجـا به بعد کار اجزای مدار شـروع می‌شـود؛ باتری بـا هـل دادن الکترون‌ها آن‌ها را وادار بـه حرکت می‌کند که البته هم اتم ارتعاش‌های نامنظم دارد و هم الکترون‌ها حرکت نامنظم.

مشـاهده می‌شـود که الکترون‌ها هنگام عبـور به اتم‌ها برخورد می‌کنند و از انرژی آن‌ها کاسته می‌شود.

هر چه مسـیر تنگ و دمای سیم بالاتر و مسیر طولانی‌تر باشـد حرکت کندتر است. هنگام رسیدن الکترون‌ها به لامپ، لامپ باید روشن شود. اما باید شخصی که نقش لامپ را اجرا می‌کند با در دست داش تن یک مدار ساده و زدن کلید لامپ، آن را روشن کند.

در این قسـمت مجری از اجزای مدار می‌خواهد که نشان دهند که اگر دمای سـیم بالا رود چـه اتفاقی می‌افتد. دوباره همـان مراحل قبل اجرا می‌شـود، با این تفـاوت که حرکت الکترون‌ها و اتم‌ها بیشـتر و برخورد آن‌ها شـدیدتر می‌شود و دیرتر به انتهای مسـیر می‌رسـند. سپس مجری بیان می‌کند که: بینندگان عزیز! متوجه می‌شویم که با افزایش دما حرکت الکترون‌ها کندتر می‌شوند و مقاومت سیم افزایش می‌یابد.

همین نمایش را می‌توان در پایهٔ سـوم نیز اجرا کرد ولی لازم اسـت عوامل مؤثر بر مقاومت سـیم را که در کتاب پایهٔ سـوم آمده شـناخت، که عبارت‌اند از طول سـیم، ضخامت سـیم، جنس سیم و دمای سـیم. در قسمت قبل به تأثیر دما بر مقاومت اشـاره شـد، و برای نشـان دادن عامل طول سیم می‌توان مسـیر حرکـت را در دو حالت کوتـاه و بلند در نظر گرفت. دانش‌آموزان مشـاهده خواهند کرد که هر چه مسـیر حرکت الکترون‌ها طولانی‌تر باشـد مقاومت سیم بیشتر است. همچنیـن می‌تـوان از دانش‌آموزان خواسـت تا مسـیر را در دو حالـت باریک و پهن با هم مقایسـه کنند کـه باز متوجه خواهند شد در مسیر باریک حرکت الکترون‌ها سخت‌تر است و مقاومت افزایش می‌یابد.

نتیجـه: با این روش دانش‌آموزان به واقع داخل سـیم را می‌بینند و با عوامل مؤثر بر مقاومت آشـنا می‌شوند و نقش و کار اجزای مدار را می‌شناسند.

نمایشی دیگر

این نمایش در ارتباط با مبحث کار و معرفی و محاسـبهٔ کار در فصل چهارم فیزیک (۲) است:

از آنجا که دانش‌آمـوزان در دورهٔ راهنمایی یاد گرفته‌اند کـه فرمـول کار از حاصل‌ضرب نیـرو در جابه‌جایی (f.d) به دسـت می‌آیـد و ما می‌خواهیم $\cos \alpha$ را نیـز در این فرمول دخالـت دهیـم و فرمول را به‌صـورت $w=f.d \cos \alpha$ معرفی کنیم بهتر است تأثیر $\cos \alpha$ را در اندازهٔ کار نشان دهیم.

ابتدا معلم یک نفر را به‌عنوان سرکارگر انتخاب می‌کند و بـه او مبلغی پول می‌دهد. مثلاً ۱۵۰۰۰ تومان می‌دهد و از او می‌خواهد دو کارگر را با خود سر کار بیاورد تا دو بسته را که به طناب و نیروسنج متصل شده‌است جابه‌جا کنند و به آن‌ها بگویـد با توجه به مقدار کاری که هـر یک انجام می‌دهند به آن‌ها دستمزد خواهد داد.

کارگـر اول طناب را موازی با سـطح زمیـن، و با نیروی ۵۰N می‌کشـد، اما دومی طنـاب را با زاویـهٔ ۶۰ درجه و با همین نیرو، در سـطح زمین می‌کشـد. ضمناً هـر دو کارگر بسته‌ها را به یک اندازه جابه‌جا می‌کنند.

سـرکارگر کار هر یک را حسـاب می‌کند، به این ترتیب کـه از روی فرمـول $w=f.d \cos\alpha$ زاویهٔ حرکت هر یک را در محاسـبه دخالت می‌دهد. چون نیروی نیروسـنج و نیز مقدار جابه‌جایی برای هر دو نفر یکی بوده:

کارگر اول $w=50J=50\times1\times\cos 0^\circ$

کارگر دوم $w=25J=50\times1\times\cos 60^\circ$

سـرکارگر، که خود مزدی نخواهد گرفت، بعد از محاسبهٔ کار هـر یک از کارگرهـا به اولی ۱۰۰۰۰ تومـان و به دومی ۵۰۰۰ تومان می‌دهد.

نتیجه‌گیری

اسـتفاده از وسایل آزمایشـی، وسایل نمایشـی، وسایل تزئینی و نامگذاری دانش‌آموزان با عنوان‌های مختلف و دادن مسـئولیت به آن‌هـا، کلاس درس را جـذاب و هیجان‌انگیز می‌کنـد. می‌توان رابطهٔ بهتری با بچه‌ها برقرار کرد و می‌توان همـهٔ دانش‌آمـوزان را در کلاس فعال کرد. ایـن امر موجب جذابیـت کلاس درس می‌شـود. از طرفـی موجـب افزایش اعتمادبه‌نفس در دانش‌آموزان خواهد شد.

منابع

۱. سیف، علی‌اکبر، **روان‌شناسی پرورشی روان‌شناسی یادگیری و آموزش**، ویراسـت نو، تهران: انتشارات آگاه، ۱۳۸۰.

۲. ملکـی، حسـن، **مبانـی برنامه‌ریزی درسـی آموزشی متوسطه**، تهران: سازمان مطالعه و تدویـن کتـب علوم انسـانی دانشگاه‌ها (سمت)، ۱۳۷۹.

۳. دبیرخانهٔ درس تاریخ اصفهان، **بروشور شماره ۳**، آذر ۱۳۸۲.

4. www.zibaweb.com

۵. امامقلی‌ونـد، فاطمـه، **روش تدریس مبتنی بر ICT**، رشد تکنولوژی آموزشی، ۱۳۸۸.

6. Http:// commons. emich.eud/honors/113 Morre,M(2004).Using Drama as an effective Method to teach Elementary students.

معرفی نرم‌افزار کروکودیل فیزیک
آموزش مفهوم نیرو و شتاب

ابوالفضل عزیزی، کارشناس ارشد آموزش فیزیک و آزیتا سیدفدایی، دانشجوی دکترای فیزیک

چکیده

نقش فناوری در آموزش علوم باعث شده است تا یادگیری با سرعت زیادی گسترش یابد و رشد نوآوری در آموزش علوم، به‌ویژه فیزیک، با سرعتی بیشتر از سرعت عمر ما طی شود. بنابراین، استفاده از شیوه‌هایی که به یادگیری و کاربردی شدن علوم تجربی و یافتن مصداق‌های آن در زندگی بینجامد و باعث شود که فرد با استفاده از فناوری روز بتواند در صورت نیاز به کسب دانش و اطلاعات بپردازد، به طراحی و برنامه‌ریزی نیاز دارد.[1]

مدت‌هاست که نرم‌افزارها جای خود را در برنامه‌های آموزشی باز کرده‌اند، اما اگر از بسیاری معلمان بپرسیم که آیا تاکنون از نرم‌افزار مرتبط با رشته درسی خود استفاده کرده‌اند یا نه: در بیشتر موارد پاسخ منفی است، و این یعنی هنوز استفاده از نرم‌افزارهای آموزشی در نظام آموزشی ما متداول نیست. معلمان یا دانش‌آموزان گمان می‌کنند کار کردن با نرم‌افزارهای آموزشی مشکل است. در حالی که اگر با آن‌ها آشنا شوند درک درس خیلی بهتر و راحت‌تر صورت می‌گیرد.

نرم‌افزار Crocodile Physics یکی از کاربردی‌ترین نرم‌افزارهای موجود در زمینه آموزش فیزیک است. می‌توان از این نرم‌افزار برای تدریس مباحث مختلف فیزیک استفاده کرد. استفاده از این نرم‌افزار دانش‌آموزان را در یادگیری کمک و آموزش مفهومی فیزیک را آسان‌تر و لذت‌بخش‌تر می‌کند. هدف از نگارش این مقاله معرفی و آشنا کردن دانش‌آموزان و معلمان با این نرم‌افزار است.

نرم‌افزار کروکودیل فیزیکز کاربردهای زیادی در زمینه‌های مختلف فیزیک شامل مکانیک، نور، نوسان، موج، الکتریسیته و غیره دارد و شامل طیف گسترده‌ای از آزمایش‌های مجازی فیزیک است. استفاده از آزمایشگاه‌های مجازی فایده‌های بی‌شماری دارد که از آن جمله می‌توان به هزینه اندک، تنوع گسترده، سرعت در اجرا و مشاهده نتیجه، صحت اجرای آزمایش و عدم خطا در طراحی و اجرا و سرانجام نبود خطرات جانبی، اشاره کرد. با این نرم‌افزار کلیه آزمایش‌های فیزیک دبیرستان و بسیاری از آزمون‌های سال‌های مقدماتی دانشگاه، قابل شبیه‌سازی و مطالعه است.

به‌منظور شناخت بهتر این نرم‌افزار و چگونگی کار با آن ابتدا به توضیح مباحث و سربرگ‌های آن می‌پردازیم و سرانجام دو نمونه مثال را با استفاده از این نرم‌افزار حل می‌کنیم.

کلیدواژه‌ها: نرم‌افزار کروکودیل، آموزش فیزیک، شتاب و نیرو

مقدمه

واژهٔ نرم‌افزار یکی از واژه‌های عمومی است که در علوم مختلف به‌کار گرفته می‌شود، در علم رایانه، نرم‌افزار به مجموعه‌ای از دستورالعمل‌ها و برنامه‌ها (program) گفته می‌شود که توسط کاربر جهت ارتباط با سخت‌افزار و هدایت آن به سوی اهداف مورد نظر به‌کار گرفته می‌شود.

با پیشرفت روزافزون دانش و فناوری، جامعه و کشور ما نیازمند آموزش مهارت‌هایی است که با کمک آن‌ها بتواند همگام با توسعه علم و فناوری به پیش برود. دانش‌آموزان به‌عنوان سرمایه‌های جامعه باید مسلح به سلاح و فرهنگ نرم‌افزاری باشند تا بتوانند در توسعه اجتماعی - اقتصادی کشور گام‌های محکمی بردارند. فناوری اطلاعات به‌عنوان یک رویکرد نوین، در نقش مکمل نظام آموزشی - بهبود کیفیت تدریس - تنوع بخشیدن به شیوه‌های تدریس - انتقال دانش با استفاده از فناوری چندرسانه‌ای - فراهم ساختن آموزش مستمر و خودکار - آموزش مادام‌العمر و آموزش همیشه در دسترس - کوتاه نمودن زمان آموزش - کوتاه کردن دورهٔ تحصیل - توجه به استعدادهای فردی - انفرادی کردن آموزش و مقابله با مشکلات آموزش جمعی عمل می‌کند.[2]

برای کسب موفقیت در قرن بیست‌ویکم، معلمان باید دانش‌آموزانی تربیت کنند که یادگیرندگان مادام‌العمر باشند و این میسر نمی‌گردد مگر اینکه فرایند یادگیری مبتنی بر انتقال صرف دانش تغییر کند. بنابراین معلمان باید با استفاده از رایانه و اینترنت و کاربرد آن‌ها در تدریس آشنا باشند و دانش‌آموزان را نیز به این امر ترغیب کنند. یکی از مقوله‌هایی که به مهارت و سرعت تدریس معلم کمک می‌کند به کار بردن وسایل کمک‌آموزشی در امر تدریس است.[3]

تحقیقات نشان می‌دهد که استفاده از نرم‌افزارهای کمک‌آموزشی فیزیک نقش مؤثری در افزایش یادگیری دانش‌آموزان، تعامل آنان با یکدیگر و تقویت روحیه و انجام دادن کار گروهی دارد. (سیده فاطمه شبیری و محمد عطاران، ۱۳۸۶)[4].

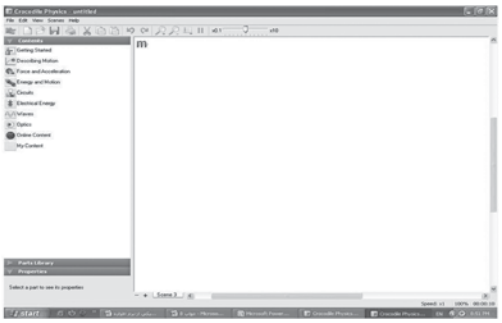
هر ساله مقاله‌های متعددی در زمینه کاربرد نرم‌افزار در آموزش به چاپ می‌رسد. یکی از این نرم‌افزارها که کاربرد زیادی در فیزیک دارد نرم‌افزار کروکودیل فیزیکز است. با این نرم‌افزار می‌توانید آزمایش‌های مربوط به علم فیزیک را در محیطی شبیه‌سازی شده انجام دهید و از آزمایش‌های مربوط به مکانیک گرفته تا آزمایش‌های مربوط به اپتیک، امواج و الکتریسیته را در محیطی بدون خطر(!) و با دقت بالا تجربه کنید. این نرم‌افزار را می‌توان از اینترنت به‌صورت رایگان دانلود کرد. با تحقیق می‌توان سایت‌های قابل دانلود این نرم‌افزار را یافت به‌عنوان مثال برای دانلود مستقیم به نشانی زیر مراجعه کنید.

http://physics-dept.talif.sch.ir/crocodile-software/physics.rar

طریقهٔ نصب

بعد از دانلود از سایت معرفی شده، پوشهٔ Crocodile ۶۰۵ Physics و سپس پوشهٔ f را باز کنید. در این پوشه آیکون‌های مختلفی وجود دارد، بر روی آیکون زیر کلیک کنید تا نرم‌افزار اجرا شود.

با اجرای نرم‌افزار، صفحهٔ اصلی آن که به صورت زیر است باز می‌شود. (شکل ۱) CrocodilePhysics.exe



محتوای علمی فیزیک موجود در کروکودیل فیزیکز به هفت گروه کلی تقسیم شده، البته هر گروه نیز شامل چندین زیرگروه است. در شکل (۲) این ۷ گروه نشان داده شده است.

این گروه‌ها هر کدام به زیرگروه‌های مختلفی تقسیم می‌شوند. در این مقاله فقط به مبحث نیرو و شتاب می‌پردازیم و بخش‌های دیگر را به علت گستردگی زیرمجموعه‌های این نرم‌افزار و همچنین به دلیل محدودیت مقاله نادیده می‌گیریم. بخش‌های مختلف شتاب و نیرو به‌صورت زیر است. (شکل ۳)

در هر بخش مثال‌هایی جهت یادگیری بیشتر گنجانده شده است. مثلاً در بخش نیرو و شتاب مثال‌های زیر وجود دارد. (شکل ۴)

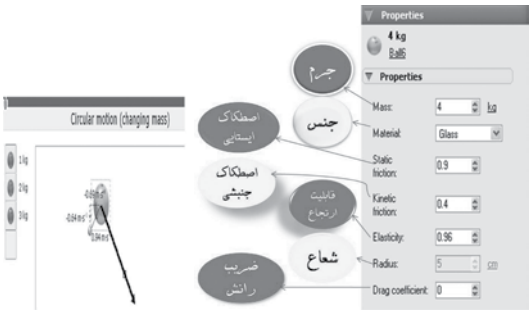
کاربردهای نرم‌افزار کروکودیل فیزیکز

این نرم‌افزار در بسیاری از مباحث نیرو و شتاب در پایه‌های دوم دبیرستان و همچنین پیش‌دانشگاهی کاربردهای زیادی دارد که در زیر به برخی از این مباحث اشاره می‌شود.

بررسی نیروی مرکزگرا در حرکت دورانی و عوامل مؤثر بر آن، تحقیق قانون اول نیوتون، تحقیق قانون دوم نیوتون، تحقیق قانون سوم نیوتون، بررسی نیرو به‌عنوان یک کمیت برداری و محاسبهٔ برآیند چند نیرو، بررسی اثر نیروی وزن بر تعادل یک جسم، بررسی رابطهٔ بین نیروهای وارد بر یک جسم با شتاب، بررسی رابطهٔ بین جرم و وزن بر روی سیارات مختلف، بررسی نیروی اصطکاک ایستایی و جنبشی، بررسی رابطهٔ بین طول و جرم آونگ با زمان تناوب آن، حرکت هماهنگ ساده، فنر افقی و رسم نمودارهای مکان - زمان و سرعت - زمان فنر و بالاخره اندازه‌گیری شتاب گرانی زمین (g).

توضیح اجزای نرم‌افزار کروکودیل

در شکل (۵) کار هر یک از آیکون‌ها نشان داده شده است.

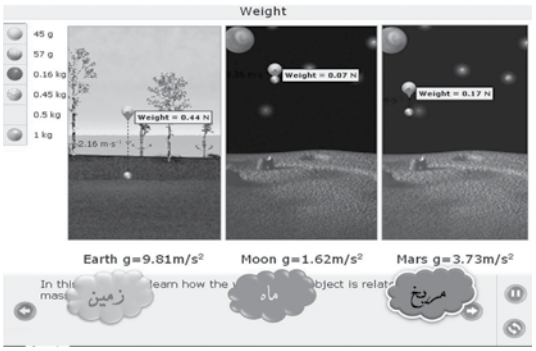


تذکر: در parts library (بخش آزمایشگاه) می‌توان مثال‌هایی را به‌طور دلخواه طراحی کرد. یک نمونه از این مثال‌ها در بند ۵ آمده است.

در هر آزمایش تقریباً می‌توان کلیهٔ پارامترهای فیزیکی را انتخاب کرد و تغییر داد و بسیاری از نتایج نیز به‌صورت نمودار نمایش داده می‌شود. مثلاً در شکل (۶) با انتخاب توپ می‌توان مشخصات آن را تغییر داد.

با پیشرفت روزافزون دانش و فناوری، جامعه و کشور ما نیازمند آموزش مهارت‌هایی است که به کمک آن‌ها بتواند همگام با توسعهٔ علم و فناوری به پیش برود

تحقیقات نشان می‌دهد که استفاده از نرم‌افزارهای کمک‌آموزشی فیزیک نقش مؤثری در افزایش یادگیری دانش‌آموزان، تعامل آن‌ها با یکدیگر، و تقویت روحیه و انجام کار گروهی دارد

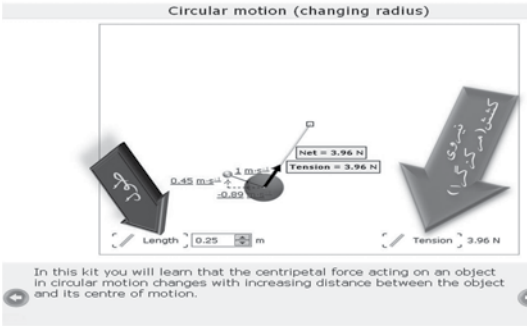


حل دو نمونه سؤال با استفاده از نرم‌افزار کروکودیل

مسئلهٔ ۱: وزن جسمی به جرم ۵۷ گرم را بر روی سطح ماه، سطح زمین و سطح مریخ با استفاده از نرم‌افزار به‌دست آورید.

حل: ابتدا به قسمت وزن رفته و در این صفحه از جعبهٔ جرم‌ها، جرم ۵۷ گرمی را انتخاب می‌کنیم. بر روی آن راست‌کلیک و گزینهٔ copy را انتخاب می‌کنیم. سپس این جرم را در سه فضای زمین، مریخ و ماه paste می‌کنیم. حال دکمهٔ شروع را می‌زنیم.

با این کار وزن جسم مطابق شکل (۷) در هر سه جا مشخص می‌شود. همان‌طور که دیده می‌شود چون شتاب گرانی بر روی سیارات مختلف متفاوت است بنابراین نیروی وزن نیز متفاوت است.



مسئلهٔ ۲: در حرکت دورانی سرعت جسمی ۱ متر بر ثانیه و شعاع دوران ۲۵ سانتی‌متر است. با فرض آنکه جرم آن ۱ کیلوگرم باشد، نیروی مرکزگرای آن را محاسبه کنید.

حل: ابتدا به بخش حرکت دورانی به شعاع متغیر می‌رویم و مطابق شکل زیر در قسمت طول عدد ۰/۲۵ متر را وارد می‌کنیم سپس بر روی گلوله کلیک می‌کنیم تا قسمت مشخصات آن باز شود از قسمت جرم عدد ۱ کیلوگرم را انتخاب می‌کنیم. سرانجام با انتخاب سرعت ۱ متر بر ثانیه دکمهٔ شروع را می‌زنیم، با این کار نیروی مرکزگرا بر روی شکل (۸) نمایان می‌شود.

طراحی یک مسئله فیزیک با استفاده از نرم‌افزار کروکودیل

بخش طراحی آزمایش

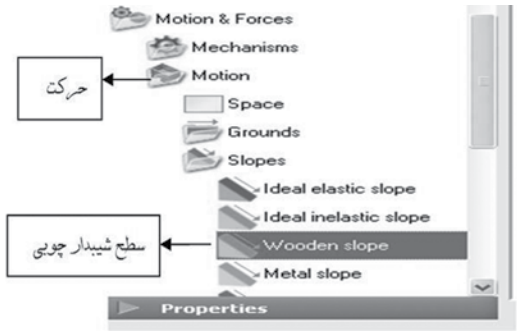
این نرم‌افزار به‌گونه‌ای طراحی شده است که می‌توان با آن دست به تولید خلاقانهٔ مسائل فیزیک زد. در قسمت parts library (بخش آزمایشگاه) می‌توان آزمایش‌های مختلفی را از مباحث الکترونیک، نیرو و حرکت، نورشناسی و امواج، طراحی و اجرا کرد. در این قسمت می‌خواهیم یک مسئله طراحی کرده و در نهایت پاسخ آن را نیز به‌دست آوریم.

مسئله ۳: سطح شیب‌داری از جنس چوب با زاویه شیب ۳۰ درجه داریم. توپی به جرم ۱/۲ kg از جنس پلاستیک را از بالای سطح شیب‌دار رها می‌کنیم. نیروهای وارد بر جسم را هم از نظر جهت و هم از نظر مقدار مشخص کنید.

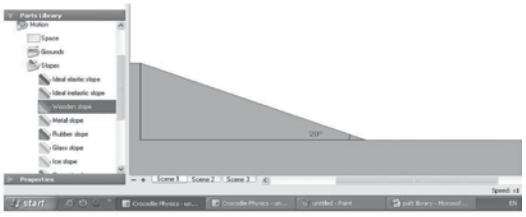
حل: مراحل زیر را به ترتیب انجام می‌دهیم.

۱. به قسمت parts library که در پایین صفحه، مطابق شکل (۹) قرار دارد، می‌رویم.

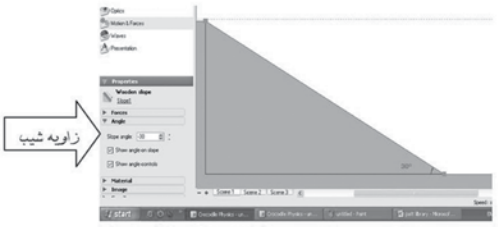
۲. بر روی قسمت parts library کلیک می‌کنیم تا بخش‌های مختلف آن مطابق شکل (۱۰) دیده شود.



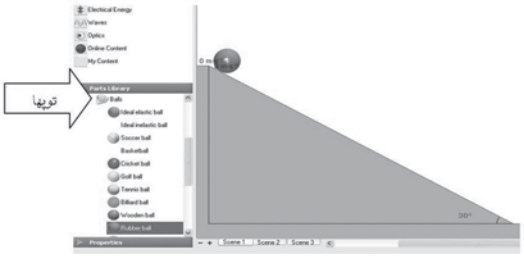
۳. روی آیکون نیرو و حرکت (motion & forces) کلیک می‌کنیم و از قسمت حرکت (motion) یک سطح شیب‌دار چوبی را مطابق شکل (۱۱) برمی‌داریم و آن را مطابق شکل (۱۲) به صفحه می‌کشیم.



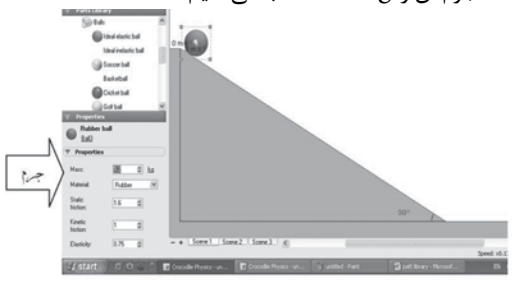
۴. به بخش مشخصات (properties) رفته و زاویه سطح شیب‌دار را مطابق شکل (۱۳)، ۳۰ درجه انتخاب می‌کنیم.



۵. از پوشهٔ توپ‌ها یک توپ پلاستیکی انتخاب و آن را مطابق شکل (۱۴) بر روی سطح شیب‌دار می‌گذاریم.

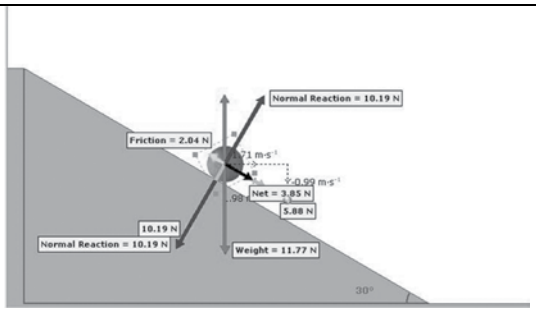


۶. بر روی توپ کلیک و در قسمت مشخصات، مطابق شکل (۱۵) جرم آن را ۱/۲ kg انتخاب می‌کنیم.



۷. بر روی دکمهٔ شروع (start) کلیک می‌کنیم تا توپ به پایین سطح شیب‌دار حرکت کند. حال نیروهای وارد بر توپ و اندازه‌های آن مطابق شکل (۱۶) مشخص می‌شود.

در هر یک از بخش‌های این نرم‌افزار می‌توان مثال‌های متنوعی را طراحی کرد و یا حتی در مواردی می‌توان طراحی مثال را بر عهدهٔ دانش‌آموزان گذاشت تا با بررسی نتایج حل مثال در این نرم‌افزار و تطبیق آن با پاسخ‌های خود، به مشکلات یادگیری خود پی ببرند.



نتیجه‌گیری

یکی از راه‌های یادگیری بهتر دروس به‌ویژه دروسی مانند شیمی، فیزیک و... انجام آزمایش‌هایی است که در کتاب درسی وجود دارد. آنچه دانش‌آموز با انجام آزمایش فرا می‌گیرد در یادگیری بهتر دروس بسیار مؤثر است و در ذهن او باقی می‌ماند و نیازی به حفظ کردن مطالب ندارد. با توجه به مطالب گفته شده می‌توان مزیت‌های زیر را برای این نرم‌افزار بیان کرد:

الف: با توجه به هزینهٔ زیاد و کمیاب بودن برخی تجهیزات آزمایشگاهی امکان انجام آزمایش تمام مباحث برای اغلب دانش‌آموزان وجود ندارد. اما در این نرم‌افزار همان‌طور که دیدیم این امکان فراهم شده است. در نرم‌افزار کروکودیل دیگر نگران مواد سمی و خطرزا نیستیم و با اطمینان و امنیت به انجام آزمایش‌های مختلف می‌پردازیم.

ب: می‌توان در زمان کوتاه‌تری مطالب بیشتری از فیزیک را آموزش داد.

پ: موقعیت‌های بیشتری برای آموختن دارد. راه‌حل‌های متنوع‌تر و بیشتری ارائه می‌کند و پاسخ‌های ارائه شده از دقت بالاتری برخوردار هستند.

ت: در اینجا دانش‌آموز به‌صورت خودکار قادر به تنظیم سرعت یادگیری، تکرار مطالب یادگیری و تنوع مثال‌هاست.

ث: با استفاده از نرم‌افزار کروکودیل می‌توان آموزش یک رشته مفاهیم را به‌عنوان تحقیق به دانش‌آموز واگذار نمود.

ج: با استفاده از نرم‌افزار کروکودیل می‌توان طرح درس‌های متفاوتی را در زمینه‌های مختلف فیزیک طراحی و اجرا کرد.

پیشنهادها

۱. استفاده از این نرم‌افزار به تنهایی مفید نخواهد بود مگر آنکه در قالب یک طرح درس فیزیک متناسب با موضوع تدریس، قسمتی از آن انتخاب و ارائه گردد تا نتیجه بهتری حاصل شود.

۲. لازم به ذکر است که نیازی به آموزش کامل کار با این نرم‌افزار به دانش‌آموزان نیست؛ برعکس، این نرم‌افزار زمانی مفید است که به‌صورت بخش بخش و منطبق با نیازهای آموزشی در اختیار دانش‌آموزان قرار گیرد زیرا در آن صورت دانش‌آموزان انگیزه لازم را خواهند داشت تا با تلاش خود به مفاهیم در هر بخش مورد نظر برسند. باید به دانش‌آموز این فرصت را داد تا خود برخی از قسمت‌های نرم‌افزار را کشف کند، آن موقع است که می‌توان به یادگیری عمیق‌تر و بهتر امیدوار بود.

پی‌نوشت

1. Crocodile Physics

منابع

۱. سیدفدایی، آزیتا، **رسانه‌های آموزشی در روش‌های نوین تدریس فیزیک**، مجله رشد آموزش فیزیک، دوره بیست‌وهشتم، شماره ۴، تابستان ۹۲، صفحه ۳۲.

۲. مکی، صفی‌الله، **فناوری اطلاعات در آموزش‌وپرورش**. www.jobportal.ir

۳. ترکمندی، حمیدرضا، **ویژگی‌های معلم در قرن ۲۱**. www.zibaweb.com

۴. شبیری، سیده فاطمه و عطاران، محمد، **بهره‌گیری از نرم‌افزار کمک‌آموزشی فیزیک سوم دبیرستان و بررسی تأثیر آن در پیشرفت تحصیلی با هدف بررسی تفاوت‌های موجود**، نشریهٔ روان‌شناسی و علوم تربیتی، تعلیم و تربیت (آموزش‌وپرورش)، بهار ۱۳۸۶، شماره ۸۹ (علمی - پژوهشی)، صفحه ۸۴-۶۹.

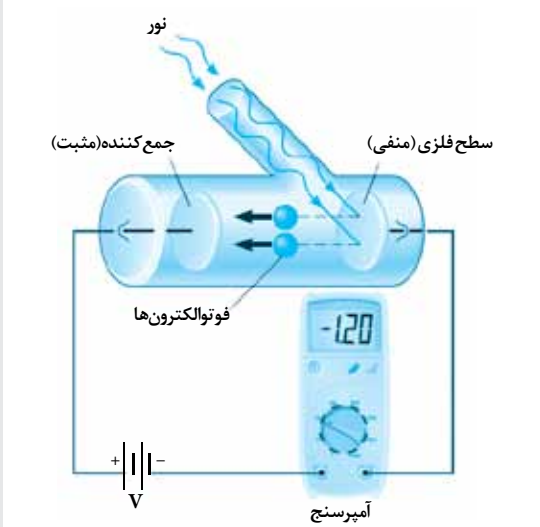
5. http://physics-dept.talif.sch.ir/crocodile-software/physics.rar

کاربردهایی از اثر فوتوالکتریک

کاتنل وجانسون
ترجمهٔ روح‌الله خلیلی بروجنی
www.avang.org

کلیدواژه‌ها: فوتوالکتریک، دوربین های دیجیتال، فیزیک تبخیر فوتونی، فوتودیود

دانش‌آموزان در فصل‌های پایانی فیزیک پیش‌دانشگاهی (سال چهارم دورهٔ متوسطهٔ نظری) با اثر فوتوالکتریک آشنا می‌شوند. در این اثر وقتی نور با شرایط فیزیکی معینی به یک سطح فلزی بتابد الکترون‌هایی را از آن جدا می‌کند. شکل ۱ این اثر را توضیح می‌دهد. اگر بسامد نور به‌کار رفته به اندازهٔ کافی باشد الکترون‌ها گسیل می‌شوند. الکترون‌های خروجی به طرف الکترود مثبت به نام جمع‌کننده حرکت می‌کنند و جریان الکتریکی را به وجود می‌آورند که مقدار آن با آمپرمتر نشان داده می‌شود. این الکترون‌ها چون به کمک نور خارج شده‌اند فوتوالکترون نامیده می‌شوند. هر چند دانش‌آموزان متوجه می‌شوند که، تعدادی از ویژگی‌های اثر فوتوالکتریک را نمی‌توان تنها با فیزیک کلاسیک توضیح داد و برای توجیه کامل آن باید از فیزیک کوانتومی بهره گرفت ولی در هیچ کجای کتاب نشانه‌ای از کاربرد این اثر دیده نمی‌شود. در ادامه به تعدادی از کاربردهای این اثر پرداخته‌ایم که از یکی از کتاب‌های آموزشی مبانی فیزیک انتخاب شده‌اند [۱].



▲ شکل ۱. در اثر فوتوالکتریک، نور با بسامدی به اندازهٔ کافی زیاد، الکترون‌ها را از سطح فلزی خارج می‌کند. این فوتوالکترون‌ها، همان‌طور که از نامشان پیداست، به طرف جمع‌کنندهٔ مثبت می‌روند و جریانی الکتریکی را به‌وجود می‌آورند.

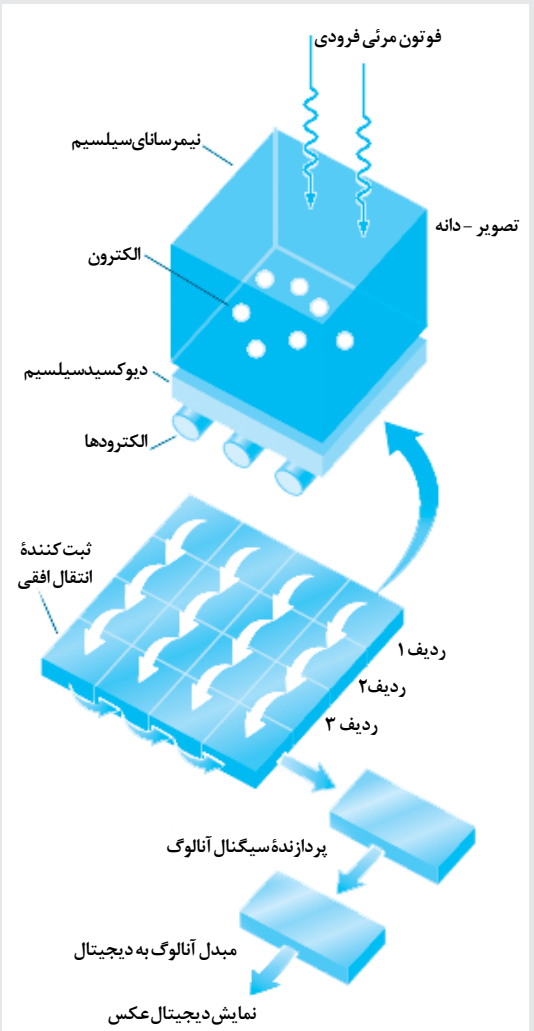
فیزیک ابزارهای بار- جفتیده و دوربین‌های عکاسی دیجیتال

یکی از هیجان‌انگیزترین و مفیدترین کاربردهای اثر فوتوالکتریک، ابزار بار - جفتیده (CCD) است. آرایه‌ای از این ابزارها در دوربین‌های دیجیتال به‌کار می‌روند (شکل ۲ را ببینید) تا تصاویر را به شکل دسته‌های بسیار کوچکی از الکترون‌ها بگیرند. آرایه‌های CCD در دوربین‌های فیلم‌برداری دیجیتال و روبشگرهای الکترونیکی روش‌هایی را به دست می‌دهند که به کمک آن‌ها اخترشناسان تصویرهای شگفت‌انگیزی از سیارات و ستارگان به‌دست می‌آورند. برای استفاده از نور مرئی، یک آرایهٔ CCD شامل ساندویچی از نیمرسانای سیلسیم، دیوکسید سیلسیم عایق و همان‌طور که شکل ۳ نشان می‌دهد تعدادی الکترود است. آرایه به بخش‌های کوچک زیادی، تصویر - دانه[۲]، تقسیم شده است که ۱۶ تا از این‌ها در شکل نشان داده شده است. هر تصویر - دانه بخش کوچکی از عکس را می‌گیرد. دوربین‌های دیجیتال بسته به قیمتشان می‌توانند تا ۲۴ میلیون تصویر - دانه داشته باشند. تصویر بزرگ شدهٔ شکل ۳ یک تصویر - دانه را نشان می‌دهد. فوتون‌های فرودی نور مرئی به سیلسیم می‌خورند و با اثر فوتوالکتریک الکترون‌هایی تولید می‌شوند. گسترهٔ انرژی‌های فوتون‌های مرئی چنان است که وقتی فوتون با یک اتم سیلسیم برهم‌کنش کند تقریباً یک الکترون آزاد می‌شود. الکترون‌ها از سیلسیم فرار نمی‌کنند ولی به دلیل ولتاژ مثبتی که به الکترودهای زیرلایهٔ عایق اعمال شده است در یک تصویر - دانه به دام می‌افتند. از این‌رو، تعداد الکترون‌های آزاد شده و به دام افتاده متناسب با تعداد فوتون‌هایی است که به

تصویـر - دانه برخورد کرده‌اند. به این ترتیب، هر تصویر - دانه در آرایهٔ CCD بازنمایی دقیقی از شدت نور در آن نقطهٔ تصویر را فراهم می‌آورد. اطلاعات مربوط به رنگ مشـروط به استفاده از صافی قرمز، سـبز یا آبی یا دستگاهی از منشورهایی است تا رنگ‌هـا را از هم جدا کنند. اخترشناسـان از آرایه‌های CCD نه فقط در ناحیهٔ مرئی طیف الکترومغناطیسـی بلکه در سایر نواحی طیف نیز استفاده می‌کنند.

افزون بر بـه دام افتادن فوتوالکترون‌هـا، الکترودهای زیر تصویـر - دانه‌ها برای بازخوانی نمایـش الکترونی تصویر به‌کار می‌رود. با تغییـر ولتاژهای مثبت به‌کار رفتـه روی الکترودها می‌توان تمام الکترون‌های به‌دام افتاده در یک ردیف از تصویر - دانه‌ها را به ردیف مجاور انتقال داد. به این ترتیب، برای منظوری خاص، مثلاً ردیف ۱ در شکل ۳ به ردیف ۲، ردیف ۲ به ردیف ۳ و ردیف ۳ به ردیف پایین منتقل می‌شود. ردیف پایین به‌صورت یک ثبت‌کننـدهٔ انتقال افقی عمل می‌کند کـه از آن محتوای هر تصویر - دانه را می‌توان یک به یک به طرف راسـت منتقل و وارد یک پردازندهٔ سـیگنال آنالـوگ کرد. این پردازنده تغییر تعـداد الکترون‌ها در هر تصویر - دانه در ثبات انتقال دهنده را به‌صورت نوعی از موج حس می‌کند که دارای افت و خیز دامنه اسـت پس از یک انتقال دیگر در سطرها، اطلاعات سطر بعدی و نظایر آن خوانده می‌شـود. خروجی پردازندهٔ سیگنال آنالوگ به یک مبدل آنالوگ به دیجیتال فرسـتاده می‌شود که نمایش دیجیتال از تصویر به‌صورت صفر و یک تولید می‌کند رایانه آن را تشخیص می‌دهد.

شکل ۲. دوربین‌های عکاسی دیجیتال، نظیر این دوربین، برای گرفتن تصویر به جای فیلم از ابزارهای بار - جفتیده (CCD) استفاده می‌کنند.



شکل ۳. برای گرفتن تصاویر با استفاده از اثر فوتوالکتریک می‌توان از یک آرایهٔ CCD استفاده کرد.

فیزیک ویژگی ایمنی دربازکن‌های پارکینگ

کاربرد دیگر اثر فوتوالکتریک مبتنی بر این واقعیت اسـت کـه فوتوالکترون‌های متحـرک جریانی را به‌وجـود می‌آورند (شـکل ۱) که با شـدت نور تغییر می‌کند. تمام دربازکن‌های

◀ شـکل ۴. وقتی مانعی از رسـیدن باریکهٔ نور به واحد گیرنده جلوگیری کند، جریان در واحد گیرنده افت می‌کند. این افت جریان را یک مدار الکترونیکی آشکارسازی و حرکت در پارکینگ به طرف پایین را متوقف می‌کند و سپس آن را بالا می‌برد.

خودکار پارکینگ‌ها دارای این ویژگی هستند که وقتی با مانعی (شـخصی، خودرو و غیره) مواجه شـوند مانع بسـته شدن در می‌شوند. همان‌طور که شـکل ۴ نشان می‌دهد، یک فرستنده باریکه‌ای نامرئی (فروسـرخ) به دربازکن می‌فرستد. این باریکه را یک واحد گیرندهٔ حاوی فوتودیود دریافت می‌کند. فوتودیود نوعی دیود پیوندی n–p اسـت. وقتی فوتون‌های فروسـرخ به فوتودیـود برخورد کنند، الکترون‌هـای مقید به اتم‌ها با جذب فوتون‌ها آزاد می‌شوند. این الکترون‌های آزاد شدهٔ متحرک باعث افزایش جریان در فوتودیود می‌شـوند. وقتی شخصی از باریکه بگذرد نور یـک لحظه به واحد گیرنده نمی‌رسـد و جریان در فوتودیود کاهش می‌یابد، تغییر جریان را یک مدار الکترونیکی آشکارسـازی و فوراً حرکت رو به پایین در را متوقف می‌کند و سپس باعث می‌شود که در بالا رود.

فیزیک تبخیر فوتونی و تشکیل ستاره

شکل ۵ الف بخشـی از سحابی عقاب را نشان می‌دهد که یک ناحیهٔ عظیم تشـکیل ستاره در فاصلهٔ ۷۰۰۰ سال نوری از زمین اسـت. این عکس را تلسکوپ فضایی هابل گرفته است و ابرهایی از گاز مولکولی و غبار را آشکار می‌کند که دلیل قاطع بر انرژی حمل شده توسط فوتون‌هاست. گسترهٔ پایین تا بالای این ابرها که بیشتر از یک سال نوری است زادگاه ستاره‌ها را تشکیل می‌دهد. سـتاره وقتی شـکل می‌گیرد که نیروی گرانشی، گاز کافی را برای تشـکیل یک «گوی» چگال گردآوری کند. وقتی گوی گازی به اندازهٔ کافی چگال شود، همجوشی گرما هسته‌ای در مرکز آن به وقوع می‌پیوندد و سـتاره شـروع به درخشیدن می‌کند. ستاره‌های تازه متولد شده در ابرها پنهان‌اند و نمی‌توان از زمین آن‌ها را دید، ولی فرایند تبخیر فوتونی به اخترشناسان امکان می‌دهد تا بسـیاری از نواحی با چگالی زیاد را ببینند که در آنجا ستاره‌ها تشکیل می‌شوند. تبخیر فوتونی فرایندی است که در آن فوتون‌های فرابنفش (UV) پرانرژی از ستاره‌های داغ بیرون ابر را به صورتی گرم می‌کنند که خیلی شبیه فوتون‌های ریزموج در یک فر ریزموج اسـت. شکل ۵- الف جریان‌هایی از تبخیر فوتونی گاز از ابر را نشـان می‌دهد که سـتاره‌های واقع در لبهٔ بالایی تصویر آن را روشـن کرده‌اند وقتی تبخیر فوتونی صـورت گیـرد گویچه‌هایـی از گاز که از محیـط اطراف خود چگال‌ترند نمایان می‌شـوند. این گویچه‌ها را گویچه‌های گازی تبخیر شونده (EGG_S) می‌نامند و اندکی از منظومهٔ شمسی ما بزرگ‌ترند. تصویر بخش ب شـکل ۵ نشان می‌دهد که EGG_S گاز و غبار پشـت خود را از فوتون‌های UV محافظت می‌کند و برجستگی‌های انگشـت مانند زیادی را در سطح ابر به‌وجود می‌آورند. اخترشناسان بر این باورند که بعضی از این EGG_Sها حاوی ستاره‌های جوانی هستند.

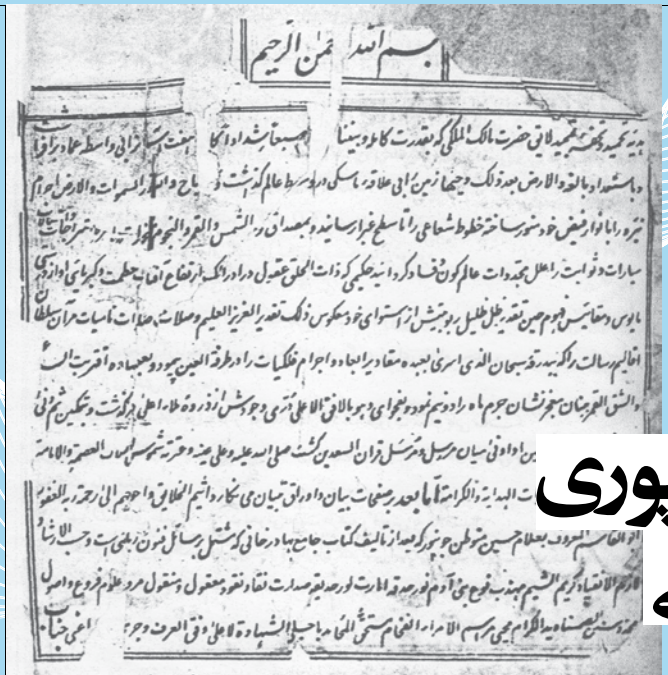
▲ شـکل ۵. الف) تبخیر فوتونی برجسـتگی‌های انگشت‌مانندی را روی سطح ابرهای گازی در سحابی عقاب به‌وجود می‌آورد. در سرانگشت‌ها گویچه‌های گازی تبخیرشونده با چگالی زیاد (EGGS) قرار دارند. (ب) این تصویر تبخیر فوتونی صورت گرفته در عکس بخش الف را نشان می‌دهد.

پی‌نوشت‌ها

[1]. Physics, 9th edition, John D. Cutnell & Kenneth W. Johnson, John Wiley, 2012.

1. charge - coupled device
2. Pixels

غلامحسین جونپوری وزیج بهادرخانی


بسم الله الرحمن الرحیم

رضاالله انصاری (هندوستان)
ترجمهٔ سیدحجت‌الحق حسینی

اشاره

نوشته‌های نجومی در تمدن اسلامی شامل سه بخش ۱. اصول نجوم، ۲. نجوم رصدی و ۳. ابزارهای اخترشناسی است و معروف‌ترین دانش‌نامه‌نویسان ایرانی در این زمینه نیز کسانی چون ابونصر فارابی، ابوعلی‌سینا، فخر رازی، قطب‌الدین شیرازی و محمدابن محمود آملی بوده‌اند. نجوم اسلامی در سده‌های میانه در هند نیز رواج یافت و آثار بسیاری در این زمینه نوشته شد؛ اما زیج بهادرخانی نوشته غلامحسین جونپوری از جمله آثاری است که در زمان‌های اخیر نگاشته شده است. این مقاله می‌کوشد گذری داشته باشد بر زندگی غلامحسین جونپوری و اثر نجومی او زیج بهادرخانی که به درخواست راجه‌خان بهادرخان نوشته شده و مشتمل بر یک مقدمه و هفت مقاله است.

کلیدواژه‌ها: نجوم اسلامی، غلامحسین جونپوری، زیج بهادرخانی، نجوم اسلامی در هند

نوشتارهای نجوم اسلامی [۱] دربرگیرندهٔ موضوع‌های زیر است:

۱. اصول نجوم (هیئت در متون عربی، فارسی) که با نجوم نظری، ریاضی همراه است.

۲. نجوم رصدی که همان جدول‌های نجومی است. [۲](زیج‌ها و آثار مستقل دیگری که از این‌گونه جدول‌های نجومی بسیار دارد)

۳. ابزارهای اخترشناسی به‌ویژه رساله‌های گوناگون در شناخت و ساخت اسطرلاب [۳]

علاوه بر این‌ها دانش‌نامه‌های علوم، به‌طور کلی و دانش‌نامه‌های علوم دقیقه یا ریاضی به شکلی خاص‌تر، دربردارندهٔ مطالبی در مورد نجوم اسلامی هستند. نامدارترین دانش‌نامه‌نویسان عبارت‌اند از:

ابونصر فارابی (۳۳۹- ۲۶۷ ق.)، ابوعلی‌سینا (۴۲۹- ۳۷۰ ق)، فخرالدین رازی (۶۰۶- ۵۴۴ ق.)، قطب‌الدین شیرازی (۷۱۱- ۶۶۲ق.) و محمدابن محمود آملی (درگذشت: ۷۵۳ ق.)

بسیار طبیعی است که نجوم اسلامی در دورهٔ قرون وسطی در هند رواج یافته باشد. [۴] که برای نمونه می‌توان به دانش‌نامه‌هایی اشاره کرد که در روزگار فرمانروایی ایلخانان مغول نوشته شده است. در اینجا به یادکرد سه نمونه از آن‌ها بسنده می‌کنیم که عبارت‌اند از:

جواهرالعلوم همایونی، متعلق به دورهٔ فرمانروایی همایون، عقول **اشاره و صبح صادق**، متعلق به روزگار حکمرانی شاه جهان، [۵] و **جامع بهادرخانی** از غلامحسین جونپوری که تا جایی که ما می‌دانیم آخرین دانش‌نامه‌ای است که در این مکتب نوشته شده است.

خاتمة الکتاب

الحمد لله که این جامع سعید و زیج جدید بنهجی که قبل تالیفش هرکس ترتیب آن را در خود هیچ قدرتی نبود بمدد توفیقات الهی و تائیدات نامتناهی باجود زمان و اسعد اوان صورت اتمام و نهایت اختتام پذیرفت پس امید از بزرگان آفاق و ارباب مکارم اخلاق آنست که بهرگاه این زیج جامع را بنظر ارتضا ملاحظه فرمایند و از سائش و استخراج دفاتر تقویمی خلی بهایند در جلد وی این تحفه جزیله و هدیه جلیله بذکر جمیل جناب آجو صاحب ممدوح انام و ستوده خاص و عام که ذات شریفش علت غائی این تالیف است و دعای تزاید دولت و اقبال و حشمت و اجلال رطب اللسان و عذب البیان باشند و نیز برای این زاویه نشین خمکده خاکدر تجدید و تحریر این صحیفه مدتی دراز با تراش خیالاتی که در خون جگر غلیان انداخت شب را بصبح رسانید و شعله افکاری که کاخ دماغ را مدخن ساخت روز را قرین شام کرد اینده از حضرت مجیب الدعوات خیر دنی و دینوی مسئلت نمایند و بس قطعه تاریخ اتمام چون بفضل مالک عرش مجید متم شد تالیف این زیج جدید: سال هجری ها تفی از روی هر ه گفت چشم و مهر مثل این ندید ۱۲۵۴ سنه الهجری مقدس آی بادشاه دوجهان وای چاره ساز بیچارگان اعتقادی که این کتاب را تالیف کرده ام و علت بدان محیط است اگر حق باشد جزای خیر کرامت کن و الا زاحق و خلاف مرضات تو باشد انمکافات آن در گذر بحق اشرف رسلک محمد و آله الطاهرین و اصحابه المنتجبین صلواتک و تحیاتک علیه و علیهم اجمعین

الحمد لله و المنه که کتاب افادت نصاب زیج بهادرخانی من تالیف افضل الفضلا و اکمل العلما مولوی غلام حسین جونپوری بتاریخ هفتم ماه نومبر سنه ۱۸۵۸ ع مطابق غرة ام ربیع الاول سنه ۱۲۷۵ هجری موافق کانک سودی دوج سنت ۱۹۱۵ اب و سنه ۱۲۶۶ ف بقلم نادرست قلم نده عبودیت نبا پنده سید شاه خاکی تخلص در زمان محدود او آن مسعود در مطبع کادر پرینتنا رس مقام راجه دزارة لطبع یافته تحریر اختتام یافت

زندگی‌نامه

دربارهٔ ابوالقاسم، معروف به غلامحسین کربلایی، فرزند محمد فاتح جونپوری تنها چیزی که می‌دانیم این است که او اخترشناس دربار راجهٔ تیکاری، راجه‌خان بهادرخان نصرت جنگ، فرزند مهاراجه میترا جیت سینگ، بود. تیکاری، شهری در بیهار جنوبی هندوستان است. (۲۴ درجه و ۵۷ دقیقه عرض شمالی و ۸۴ درجه و ۵۳ دقیقه طول شرقی)، جایی که - براساس گفتهٔ خود غلامحسین جونپوری- وی مشاهده‌ها و رصدهای نجومی‌اش را در آنجا انجام داده است. [۶] بر پایهٔ نوشته‌ای، غلامحسین بعدها این شهر را به مقصد بنارس ترک کرد و در آنجا به مقام قاضی‌القضاتی (صدرالصدور) در دربار راجه بنارس رسید. [۷] و پس از چندی نیز به مرشدآباد رفته و به خدمت نواب آن دیار درآمد. او در سال ۱۲۷۹ ق. / ۱۸۶۲ م. در راه بازگشت به زادگاه خود (شهر جونپور) در مکانی به نام داوودپور درگذشت.

غلامحسین (۸) نویسندهٔ نامداری است که در ریاضیات و نجوم آثار زیر را به نگارش درآورده است،

۱. رساله‌ای در مورد «**استفاده از اسطرلاب**» به زبان فارسی، که در ۱۲۳۴ ق. نوشته شده و دو نسخهٔ دست‌نویس آن در کتابخانهٔ خدابخش پاتنا موجود است.

۲. رساله‌ای با موضوع «**ساخت اسطرلاب**» که دست‌نوشته‌ای از آن در کتابخانهٔ موزهٔ سالار جنگ حیدرآباد وجود دارد.

۳. «**رساله در شرح اصطلاح‌های تقویم نجومی**» که دست‌نوشته‌های آن در کتابخانه خدابخش پاتنا و کتابخانه جامعهٔ آسیایی کلکته موجود است.

۴. «**جامع بهادرخانی**» یا «**کلید رصدهای نجومی/ مفتاح‌الرصد**» که دانش‌نامه‌ای در ریاضیات نجومی است. این کتاب در روز سه‌شنبه ۱۴ جمادی‌الاول ۱۲۴۹ ق./ ۲۹ اکتبر ۱۸۳۳ م. / ۱۲ شهریور ۱۲۱۲ خ. پس از یک سال تلاش پیوسته، تکمیل شد و در ۱۲۵۱ ق./ ۱۸۳۵ م. در کلکته با چاپ لیتوگرافی انتشار یافت.

۵. «**زیج بهادرخانی**» یا همان جدول‌های نجومی و ریاضی که در ۱۲۵۴ ق./ ۱۸۳۸ م. نوشته شده است. این کتاب به سال ۱۲۷۲ ق. / ۱۸۵۵ م. در دفتر نشر کادر در شهر بنارس چاپ شده و نسخه‌ای از آن در کتابخانهٔ موزه سالار جنگ حیدرآباد موجود است.

۶. «**برگردان فارسی کتاب کُره**» نوشته تئودوسیوس بیتونیایی (راعدالنفوس) از روی متن عربی آن و تفسیری از مجسطی بطلمیوس.

۷. نقدی بر شرح خواجه‌نصیر طوسی از «**هندسهٔ اقلیدسی**» یعنی تحریر اقلیدس، به نام «**تبصیرات المهندسین**» که دست‌نوشته‌ای از آن در کتابخانهٔ جامعه آسیایی کلکته به شماره ۱۴۹۰ و تاریخ نگارش ۱۲۴۵ ق./ ۱۸۳۰ م. موجود است. نسخه دست‌نویس دیگری نیز در کتابخانه خصوصی مهاراجهٔ بنارس وجود دارد. [۹]

دانش‌نامه

به گفتهٔ نویسندهٔ جامع بهادرخانی، وی این اثر را - در هفتصد صفحه و در قطع رحلی - به سفارش و با حمایت فرزند مسلمان راجه تیکاری، احتشام‌الدوله مبارزالملک راجه‌خانه بهادرخان نصرت جنگ، نوشته و به او تقدیم کرده است. [۱۰] عنوان اصلی جامع بهادرخانی، «**مفتاح‌الرصد**» به معنی کلید رصدهای نجومی است. این عنوان در نسخهٔ دست‌نویس مؤلف در کتابخانهٔ عمومی لاهور درج شده است. (۱۱)

به‌نظر می‌رسد بقایای دست‌نوشته‌های نویسندهٔ جامع بهادرخانی در حیدرآباد، کتابخانهٔ موزهٔ سالار جنگ، در کلکته، کتابخانهٔ جامعهٔ آسیایی مجموعهٔ کرزن و در لندن، کتابخانه دیوان هند موجود باشد. دو نسخه چاپی این کتاب نیز در حیدرآباد، کتابخانه مرکزی کشور و علیگره، کتابخانه مولانا آزاد وجود دارد. [۱۲] شایان ذکر است که غلامحسین در پایان نسخه چاپی، تاریخ تکمیل زیج بهادرخانی را ۱۲۸۴ ق./ ۱۸۳۸ م. (۱۳) و پس از کتاب جامع بهادرخانی بیان کرده است. (۱۴) او در کتاب خود به دفعات به جامع بهادرخانی ارجاع می‌دهد. دانش‌نامه علوم یا همان جامع بهادرخانی، دربردارندهٔ شش کتاب است که نویسنده آن‌ها را «گنجینه» یا خزانه نامیده است و هر کتاب به فصل‌هایی به نام حرز (قلعه) تقسیم شده است. موضوع این شش کتاب، هندسه، نورشناخت (علم‌المناظر)، حساب، مسّاحی (و تابع‌های مثلثاتی همراه با حل مثلث‌های مسطح و کروی)، نجوم نظری (علم هیئت) و جدول‌ها و تقویم‌های نجومی است. (۱۵)

زیج بهادرخانی

همان‌گونه که پیش‌تر گفتیم، این زیج پس از پایان تألیف جامع بهادرخانی به دستور راجه‌خان بهادرخان در ۱۲۸۴ ق./ ۱۸۳۸ م. نوشته شده و نویسنده آن را به وی تقدیم کرده است. نام دقیق کتاب «افادات نصاب زیج بهادرخانی» است. شایان توجه است بدانیم که این کتاب نخستین زیج از نوع خود است که تا به حال به زبان فارسی به چاپ رسیده است. نسخهٔ چاپی آن در موزهٔ سالار جنگ به تاریخ صفرالمظفر ۱۳۰۳ ق./ نوامبر ۱۸۵۵ م. در نهصد و شش صفحه قطع رحلی موجود است. (۱۶) نسخه مناسب دیگری از آن در کتابخانهٔ مرکزی کشور هند در آندرا پرادش حیدرآباد با شمارهٔ ریاضی ۶۸ وجود دارد. نسخه ناقص دیگری نیز در ۵۶ برگ در کتابخانه خاورشناسی خدابخش با شماره ۳۰۸۳ موجود است. (۱۷)

غلامحسین جونپوری در آغاز کتاب، دلیل و هدف خود را از تدوین آن چنین بیان می‌کند:

«... چون در این پاره زمان، دانایان فرنگ، آلات رصدی به غایت لطافت و باریکی اختراع کرده‌اند که (ما را) از آلات کبیرالحجم یونانیان (۱۸) استغنا می‌بخشد و بیشتر از آنکه

تحصیل مرام را کافی اســت، در ســر کار والا موجود اســت، پــس اگر چند ســال در رصد کواکب اشــتغال رود، تفاوتی و اختلافی که میان ازمنهٔ مرصودهٔ کواکب و محسوبهٔ زیج محمد شــاهی(۱۹) ناشی می‌شــود، مرتفع گردد؛ و نیز این مستمند از عرضهٔ نه ســال رصد ازمنهٔ خســوفات و اتصالات متحیره با خودها و بــا ثوابت متقاربهٔ منطقه‌البــروج و مبادی وقوفات و رجوعات و اســتقامت را نگاه داشــته اســت... و به یمن دولت جناب ممدوح که در این دور قمر پرتو خیر محض اســت، به فارغ‌البالــی در رصد اطوال و اَعــراض و اقطار کواکب و ضبط ادوار اختلافات تا مدت شــش سال، سوای نه سالی که مذکور شد، معروف آمده و میان عرض پانزده سال، همهٔ آنچه مُدرَک گشــت از روی آن، مَعَ انضمام مدرکات قدما، جداول اوساط و تعدیلات کواکب درســت کرده؛ این صحیفه را مسمی به زیج بهادرخانی اســت تألیف داد تا هر کس که خواســته باشــد از محاســبهٔ آن تقاویم ثوابت و سیارات و وقوع کسوفات و رؤیت اهلّه و اوقات اَنظار و اتصالات آن‌ها، سال به سال تا زمانه دور، استخراج کرده باشد...»

غلامحسین، هفت ویژگی ممتاز کنندهٔ زیج بهادرخانی را نیز در پیش‌گفتار کتاب برشمرده است. برای نمونه فصل‌های این کتاب دربرگیرندهٔ محاســبه‌های ریاضیات نجومی، شــرح و توضیح اصطلاح‌های نجومــی، تقویم‌های بنگالی و اروپایی، جدول‌های تتهــه، پنجهر، جوک و کرن (مطابق اصطلاح اهل هند) و جدول‌های طالع و زایچه تا عرض جغرافیایی ۶۶ درجه و ۳۳ دقیقه یعنی فراتر از محدودهٔ اقالیم سنتی است.

در حقیقت زیج بهادرخانی، شــامل یــک مقدمه و هفت مقاله اســت. هر یک از مقاله‌ها نیــز باب‌های متعددی را دربر می‌گیرد. فهرست مقاله‌ها و باب‌های آن چنین است:

مقالــه اول: دربارهٔ حســاب هندی، دســتگاه شــمارش شصتگانی و اصطلاح‌های تقویمی

مقالــه دوم: در بازشــناخت تقویم‌هــا و روش تبدیــل تاریخ‌ها. این مقاله دربرگیرندهٔ پانزده باب اســت که هر یک از آن‌ها به تقویم‌های مختلفی اختصاص یافته است که عبارت‌اند از: تقویم هبوطی، توفانی، قبطی، رومی اســکندرانی، ترکی و چینی، هندی (ســنبت و شــاکه)، هجری، فرس قدیم، ملکی (جلالی)، الهی (وابســته به اکبرشــاه مغول)، محمدشــاهی، بنگالــی (فصلی)، طغیانــی و اروپایی (مســیحی). تا آنجا که ما می‌دانیم گزارشــی که غلامحســین از ایــن تقویم‌ها عرضه می‌کنــد جامع‌ترین گزارش‌ها از نوع خود اوســت. او در کنار زیج محمدشــاهی به دو منبع به‌نام‌های مرآت الاعلام [۲۰] و روضات المنجّمین [۲۱] اشاره می‌کند.

مقالــه ســوم: موضــوع آن شــناخت و تعییــن طالع و مســئله‌های آن اســت. این مقالــه، دارای بیست‌وســه باب و همچنیــن یک بخش پایانی اســت که موضوع آن محاســبه پارامترهــای نجوم کــروی و توابع مثلثاتی بــوده و برای همهٔ زیج‌ها ضروری است.

مقالــه چهــارم: در مورد ســیّاره‌ها و دانســتن موقعیت آسمانی (طول و عرض) آن‌ها، محاسبهٔ خورشید گرفتگی و ماه گرفتگی، رؤیت هلال، طلوع و غروب ستارگان و سیاره‌هاست.

مقاله پنجم: در مورد تتیس و ناکشاتراس است.

مقاله ششــم و هفتم: در مــورد طالع‌بینی و اخترگویی است.

نتیجه‌گیری

در نــگاه نخســت، به‌نظر می‌رســد که زیــج بهادرخانی به نوعی تفســیر زیج محمدشــاهی اســت، اما در عمل نقد و اصلاح این زیج اســت. به‌طور جزئی‌تر، بسیاری از ویژگی‌های خاص زیج محمدشــاهی در این زیج، شــرح بیشتری یافته و حتی غلامحسین با استفاده از رصدهای خود، صحت آن‌ها را بررسی کرده است. برخی از این بررسی‌ها از این قرارند[۲۱]:

الف: غلامحســین جونپوری بــا مراجعه بــه گفتهٔ میرزا خیرالله مهندس، مؤلّف زیج محمدشاهی، به روشنی می‌گوید که به‌نظر می‌رســد مدارهای اجرام آســمانی بیضوی هستند؛ زیــرا معادله‌های آن‌ها که به این ترتیب محاســبه شــده‌اند با مشاهده‌های حقیقی تا اندازهٔ زیادی مطابقت دارد. بدین‌گونه ادعای مؤلف زیج محمدشاهی اثبات می‌شود.[۲۲]

ب: او توضیح می‌دهد [۲۳] که همهٔ اخترشناسان تا زمان الغبیــگ [۲۴]، حرکت اعتدالی ســیاره‌های بزرگ را مشــابه حرکت ستارگان (ثوابت) فرض می‌کردند. با این حال از زمان محمدشاه (درگذشــت: ۱۱۶۳ ق.) [۲۵] به بعد دریافتند که این حرکت‌ها برای ســتارگان مختلف، متفاوت است. بنابراین او ایــن حرکت‌ها را در جدول‌های زیــج بهادرخانی، برخلاف سنت زیج‌های قدیمی، گنجاند. غلامحسین استدلال می‌کند کــه به‌جای جدول‌بنــدی خاصهٔ میانگین ســیارات، که دیگر مورد نیاز نیســت، او تعئیل‌های اول و دوم ســیارات بزرگ و

نیز معادله اعتدالی ژولینی (ویژگی خاص زیج محمدشـاهی) را در جدول‌هایی آورده اسـت که در واقع براساس جدول‌های لائیر است.[۲۶]

پ: فهرسـت غلامحسین که ۱۰۲۵ سـتاره را می‌نمایاند فقط به چهل‌وهشـت صورت فلکی محدود نمی‌شود. او پانزده صـورت فلکی دیگر واقع در نیم‌کرهٔ جنوبی آسـمان را نیز نام برده است و خاطرنشان می‌کند که اگر ستاره‌شناسان اروپایی به منطقه جنوب خط اسـتوا بروند، ایـن صورت‌های فلکی را خواهند دید. [۲۷]

ت: غلامحسـین، همچنیـن میزان متفـاوت تغییر طول دایرئ‌البروجـی سـتارگان را، یعنی یک درجه در صد سـال خورشیدی، یک درجه در هفتاد سال خورشیدی و یک درجه در شصت سال خورشیدی به‌صورت فهرست آورده است. طبق تأکید وی و براساس تحقیقات مفصل معلوم شده است آهنگ تغییر وضعیت ستارگان مختلف به خودی خود متفاوت است. این تغییرها، در واقع بین بیشینهٔ یک درجه در هر شصت‌ویک سـال و هشـت ماه و هشـت روز قمری و کمینهٔ یک درجه در هشـتادودو سـال و سـه ماه و هفده روز قمری در نوسان اسـت. او همچنین متذکر می‌شـود که بنا بر چنین حرکاتی، شـکل و وضعیت صورت‌های فلکی تغییـر می‌کند و برخی از ستارگان از صورت‌های فلکی خود بیرون می‌آیند. در مجموع، زیج بهادرخانی غلامحسـین جونپـوری، اثر جالبی در مکتب دیرپای نوشتارهای زیج‌نویسی است. در این اثر، عناصر جدید دانش نجومی اروپایی به سـبک اسـلامی زیج‌نویسـی در هم بافته شده است.

پی‌نوشت‌ها

۱. به مقدمهٔ کتاب دیوید کینگ به نام «ستاره‌شناسی» و همچنین به «تاریخ کمبریج از ادبیات عرب» جلد «مذهب، آموزش و علوم در دوران عباسی» چاپ ۱۹۹۰ م. صفحات ۲۸۹-۲۷۴ مراجعه شود. نیز ستاره‌شناسی اسلامی ویراست پاتریک مور، ستاره‌شناسی کهن چاپ لندن در موزهٔ انگلستان و همچنین بخشی در مورد ستاره‌شناسی نوشته رضا الله انصاری در ویراسـت نواب هادی‌خان و نیز «مقدمه‌ای بر علوم اسلامی» از علیگره، چاپ ۱۹۸۳ م. صفحات ۴۷-۴۱ مراجعه کنید.

۲. در مـورد زیج‌های ستاره‌شناسـی/ نجومی به نوشـته ادوارد اسـتورات کندی به‌نام «پژوهشـی در زیج‌های اسـلامی» و نیز سری ۴۶ از «تقابل در جامعهٔ فلسفی آمریکا» چاپ ۱۹۵۶ م. صفحات ۱۷۷-۱۲۳ و کتاب دیوید کینگ به‌نام «ستاره‌شناسی ریاضیات اسلامی»، چاپ لندن، ۱۹۸۶ م. چاپ دوم مراجعه شود.

۳. بـه رسـاله‌های انصـاری و خان‌غوری در مـورد «ابزار ستاره‌شناسـی عبدالمنعم و قاسمعلی قائنی» مراجعه کنید. همچنین، تاریخواره‌ای از ستاره‌شناسی شرق (برگزاری گفت‌وگوهـای اتحادیـهٔ بین‌المللـی نجوم) چـاپ کمبریج، سـال ۱۹۸۷ م. صفحات ۲۲۶-۲۱۵، کتاب اسـطرلاب‌های هندی، اجسـام کروی و ساعت‌های آفتابی در متون تاریخچه ابزارهای نجوم نوشته دیوید کینگ و در مطبوعات، روز سمپوزیوم بین‌المللی ستاره‌شناسـی هندی و دیگر مکاتب نجوم آسیایی، چاپ دسامبر ۱۹۹۱ خ. حیدرآباد (مرکز علوم فناوری بیرلا) را ببینید.

۴. کتاب رضا الله انصاری به‌نام «انتقال ستاره‌شناسی اسلامی به هند در قرون وسطی»، برگـزاری گفت‌وگوی بین‌المللی در مورد تقابل اخترشناسـی آسـیایی و اروپایی، وین اتریش، ۷-۴ سپتامبر ۱۹۹۰ م. چاپ شده در آرشیو بین‌المللی تاریخ علوم، مجلد ۴۵، شماره ۱۳۵، سال ۱۹۹۵ م. صفحات ۲۹۷-۲۷۳.

۵. به «جواهر العلوم همایونی نوشتهٔ نواب هادی‌خان»، نشریه «مطالعات تاریخ پزشکی و علوم» جلد ۹، سـال ۱۹۸۵ م. صفحات ۶۴-۵۷ و «مقالات تکمیلی از جواهر العلوم همایونی» نوشته رضا الله انصاری صفحات ۶۶-۶۵ مراجعه شود.

۶. «جامع بهادرخانی» ص ۵۴۵، جدول اهلّه برای قلعهٔ تیکاری یا صفحات ۶۳۳-۶۳۲ جدول کمان ظهور سیارات برای قلعهٔ تیکاری.

۷. «تذکرهٔ علمای جونپور» نوشـتهٔ خیرالدین محمد جونپـوری، تکمیل در ۱۸۰۱ م. (به گفته و. ایوانف)، مجموعه‌ای از دست‌نوشته‌های اسلامی در جامعهٔ اشرافی آسیا در بنگال، چاپ کلکته در سال ۱۹۹۱ م. شماره ۱۴۹۰

۸. به کتاب «ادبیات فارسـی» نوشـته اسـتوری، جلد دوم، چاپ اول، لندن ۱۹۷۲ م. صفحات ۲۰-۱۹ شماره ۴۳ و صفحه ۹۹ شماره ۱۶۱ مراجعه کنید. به «علوم و فناوری در قرون وسـطی هند»، فهرست‌نگاری منابع سانسکریت، عربی و اسلامی چاپ دهلی نو، سال ۱۹۸۳ م. مراجعه شود.

۹. اطلاعات به‌دست آمده از دکتر رضوی

۱۰. صفحه دوم، مقدمه‌ای بر جامع بهادرخانی

۱۱. «مجموعهٔ جامع دست‌نوشته‌های فارسی در پاکستان»، اسلام‌آباد ۱۹۸۳ م. صفحه ۱۸۴، شماره ۲۱۸.

۱۲. دو نسـخه در کتابخانه مولانا آزاد (دانشگاه اسلامی علیگر) یکی به شماره ۲ ن/ ج ۳۹-Fe/۵۰۸/۴ و دیگری در مجموعه حبیب گنج شماره ۱/۴۳ موجود است.

۱۳. در کتاب استواری، سال جمع‌آوری به اشتباه ۱۲۴۱ ق./ ۱۸۲۵ م. آمده است.

۱۴. نسـخهٔ موجود در کتابخانهٔ سـالار جنـگ حیدرآباد، صفحه ۸۴۱، شـماره ۱. ل ۱۳۳/۵/۴

۱۵. برای مطالعهٔ این دایرئ‌المعارف به تجزیه و تحلیل آثار فارسـی ستاره‌شناسـی و ریاضی نوشته جان تیلر در مجلهٔ جامعهٔ اشرافی آسیایی در انگلستان و ایرلند، صفحات ۴ و ۲۷۱-۲۵۴ مراجعه شود. همچنین «جنبه‌هایی از تاریخچهٔ ریاضی در هند در قرن ۱۸ و آغاز قرن ۱۹» رسالهٔ دکتری سید آفتاب رضوی در سال ۱۹۸۴ م. دیده شود.

۱۶. به این نسخه مراجعه شده است.

۱۷. نسخه‌های دیگری نیز از زیج بهادرخانی در کتابخانه‌های مختلف موجود است.

۱۸. غلامحسین به این ابزار، به خطا، به‌عنوان ابزار ساخته شده در یونان اشاره می‌کند. این ابزارها تا آن موقع در رصدخانه‌های مراغه و سمرقند و نمونه‌های جدیدتری از آن‌ها در رصدخانه‌های سنگی راجه خان سوایی جای سینگ (۱۹۸۶-۱۷۴۳ م.) دهلی، جای پور، بنارس و ماتهورا استفاده شده است.

۱۹. این زیج، تحت فرمان و نظارت راجه جای سـینگ جمع‌آوری شـده اسـت. متن فارسی آن براساس ده نسخهٔ دست‌نویس به همت رضا الله انصاری ویرایش و نشر شده است. منبع اصلی زیج بهادرخانی، در واقع خود این زیج است.

۲۰. اشاره‌ای به آن نشده است.

۲۱. به رسـالهٔ مهم قرن ۱۱ در مورد ستاره‌شناسـی با این عنوان در دسـترس است. همچنین به اسـتواری شـماره ۸۱ و نیز تحقیقی در مورد دست‌نوشـته‌های علمی در کتابخانهٔ ملی مصر نوشـته اسـتاد کینگ، چاپ ۱۹۸۶ م. صفحه ۵۱ شـماره ۹۱. ب مراجعه شود.

۲۲. به‌عنـوان قدیمی‌ترین منبع به «توسـعهٔ زیج در هند» نوشـته خان غوری مجله «تاریخ علوم هند» جلد ۲۰، صفحات ۴۸-۲۱ سال ۱۹۸۵ م. مراجعه شود.

۲۳. زیج بهادرخانی صفحه ۴۳۸، بخش ۴-۳-۳ اعداد به‌ترتیب مقاله، باب و فصل است.

۲۴. زیج بهادرخانی، صفحه ۴۷۰ بخش ۴-۴-۲

۲۵. «پژوهشـی در زیج‌های اسلامی» نوشتهٔ پروفسور ادوارد استوارت کندی، صفحات ۱۲۶-۱۲۵ و ۱۶۷-۱۶۶.

۲۶. گویا این مطالب به زیج محمدشـاهی که پس از ۱۷۳۰ م. گردآوری شـده است، مربوط می‌شود.

۲۷. رضا الله انصاری، «مطالعهٔ تطبیقی زیج محمدشـاهی و جدول‌های ستاره‌شناسـی لائیری»، سمینار در مورد مهاراجه جای سینگ و آثارش از کل هندوستان که در دهلی نو در اکتبر ۱۹۹۰ م. برگزار شد.

IN THE NAME OF ALLAH

106 رشد Roshd

Our Planet is brittle /2
Renewable energies and thrid industrial revolution/S.Maroofi etal /3
The importance of teaching nature and history of Science/ Sh. Ghafari /7
Quantum mechanics challenges/Y.Kasesaz /14
How I enhanced the motivation for learning physics/Kh.Hassanbeigzadeh /16
The secrets of Northern lights /Pal Brekke /20
Free electron lasers applications/E.Lashani /26
An memorable course Plan/M.Balali /29
Physics Frontrier/M.Rahbar /30
Space debris /M.Hassanzadeh /34
14th Conference of physics eduction /E.Motamedi /36
Solving mechanics Problems with nonconservative normal force/A. Esmail Poor etal /39
Application of kashani mathematics in architecture/M.Googerdi /42
Experssing physics concepts by show/M.Mehrabi /48
Introduction to Crocodile- Software/A.Azizietal /52
The application of Photoelectric efect/ R.Khalili.Boroujeni /56
Book review/ H.Hosseini

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

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

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

Physics Education Journal

Vol.29- No.106- 2014

برگ اشتراک مجله‌های رشد

نحوهٔ اشتراک:
شما می‌توانید پس از واریز مبلغ اشتراک به شمارهٔ حساب ۳۹۶۶۲۰۰۰ بانکی تجارت، شعبهٔ نمایراک (زمانی که ۳۹۵، در وجه شرکت افست) از طریق زیر، مشترک مجله شوید:
۱. در اینجا به وبگاه مجلات رشد به نشانی www.roshdmag.ir و تکمیل برگهٔ اشتراک به همراه تأیید مشخصات فیش واریزی.
۲. ارسال اصل فیش بانکی به همراه برگ تکمیل شدهٔ اشتراک با پست سفارشی (کپی فیش را نزد خود نگه دارید).

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

• نشانی: تهران، صندوق پستی امور مشترکین: ۱۵۶۵۵/۱۱۱
• وبگاه مجلات رشد: www.roshdmag.ir
• تلفن مجله: ۰۲۱-۷۷۳۶۶۵۶۵ / ۷۷۳۶۶۱۱۰ / ۷۷۳۶۶۱۱۴
• هزینهٔ اشتراک یکساله مجلات عمومی (غیر از اهدت شماره): ۲۰۰/۰۰۰ ریال
• هزینهٔ اشتراک یکساله مجلات تخصصی (غیر از شماره): ۲۰۰/۰۰۰ ریال

با مجله‌های رشد آشنا شوید

مجله‌های رشد توسط دفتر انتشارات و تکنولوژی آموزشی سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وابسته به وزارت آموزش و پرورش تهیه و منتشر می‌شود.

مجله‌های رشد عمومی و تخصصی برای معلمان، مدیران، مربیان، مشاوران و کارکنان اجرایی مدارس، دانش‌پژوهان مراکز تربیت معلم و رشته‌های دبیری دانشگاه‌ها و کارشناسان تعلیم و تربیت تهیه و منتشر می‌شود.

• نشانی: تهران، خیابان ایرانشهر شمالی، ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش، پلاک ۲۶۶، دفتر انتشارات و تکنولوژی آموزشی
• تلفن و نمابر: ۸۸۳۰۱۴۸۰-۰۲۱

مجله‌های بزرگسال و دانش‌آموزی تخصصی
(به صورت فصل‌نامه و چهار شماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شود)
• رشد برهان (برای دانش‌آموزان متوسطه اول (پایه‌های نهم برای داش‌آموزان دورهٔ متوسطه دوم) • رشد برهان (برای دانش‌آموزان متوسطه دوم (پایه‌های یازدهم و دوازدهم) • رشد آموزش فیزیک • رشد آموزش معارف اسلامی • رشد آموزش زبان و ادب فارسی • رشد آموزش هنر • رشد آموزش مشاور مدرسه • رشد آموزش تربیت‌بدنی • رشد آموزش علوم اجتماعی • رشد آموزش ریاضی • رشد آموزش تاریخ • رشد آموزش جغرافیا • رشد آموزش زبان • رشد آموزش زیست‌شناسی • رشد آموزش شیمی • رشد آموزش زمین‌شناسی • رشد آموزش فنی و حرفه‌ای و کار و دانش • رشد آموزش ابتدایی • رشد آموزش پیش دبستانی

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

مجله‌های رشد کودک (برای دانش‌آموزان دورهٔ اول دورهٔ آموزش ابتدایی)
رشد نوآموز (برای دانش‌آموزان پایه‌های دوم و سوم دورهٔ آموزش ابتدایی)
رشد دانش‌آموز (برای دانش‌آموزان پایه‌های چهارم و پنجم و ششم دورهٔ آموزش ابتدایی)
رشد جوانه (برای دانش‌آموزان دورهٔ اول دورهٔ آموزش متوسطه)
رشد قرآن (برای دانش‌آموزان دورهٔ آموزش متوسطه)

(زمینه‌های مختلف و موضوعات متنوع در هر سال تحصیلی منتشر می‌شود)
مجله‌های دانش‌آموزی

پانزدهمین کنفرانس آموزش فیزیک
و
پنجمین کنفرانس آزمایشگاه فیزیک

سنندج

شهریور ۹۳

محورهای کنفرانس:

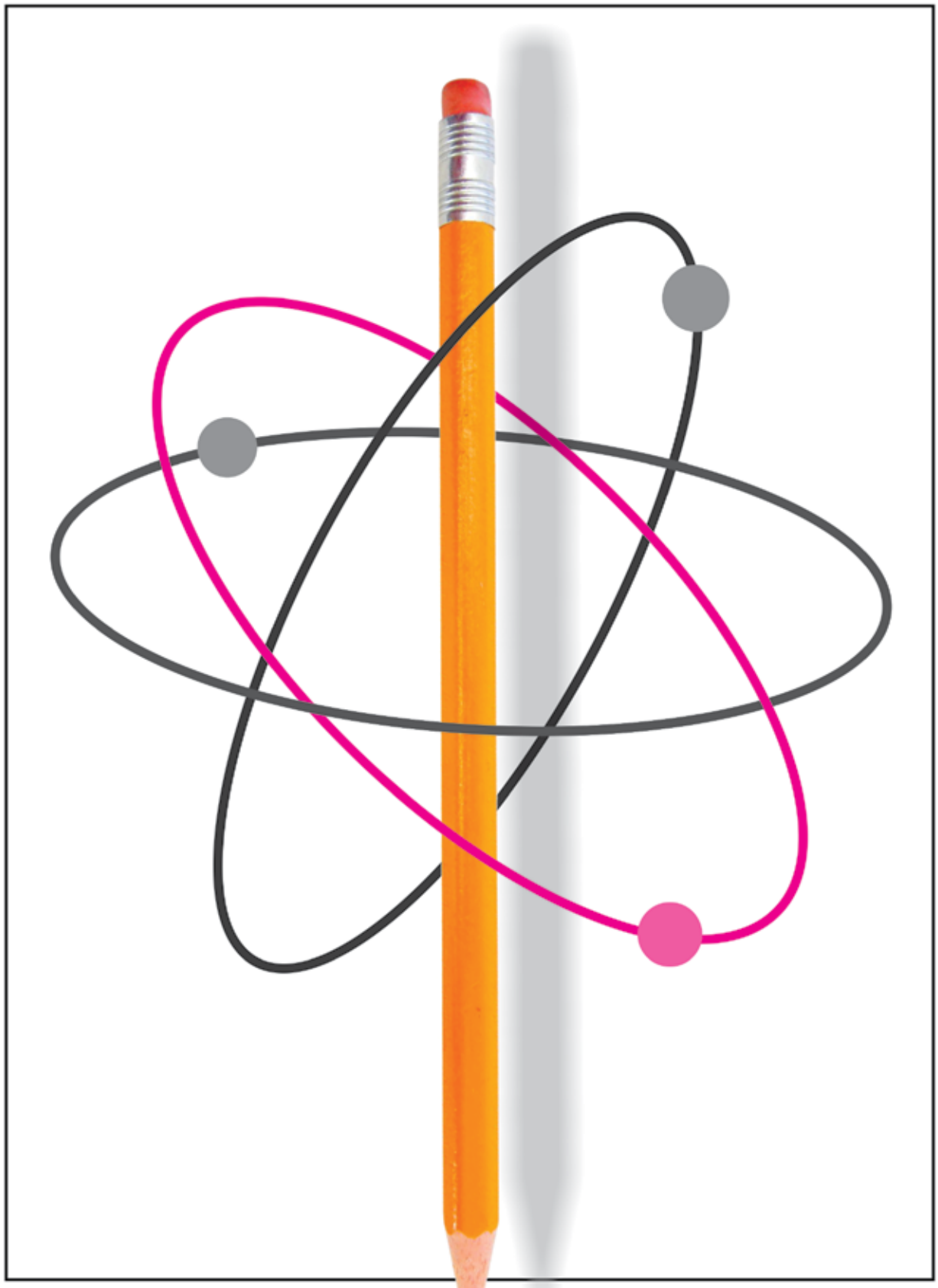
- پژوهش در آموزش فیزیک
- آموزش حرفه ای معلمان و نظریه های یادگیری
- تجربه های آموزشی ، راهبردها و شیوه های تدریس
- نقش آزمایش در یادگیری مفاهیم علوم تجربی
- ارزشیابی از فعالیتهای آزمایشگاهی و عملی
- نظام های آموزشی ، برنامه های درسی و بسته ی آموزشی
- طراحی آزمایشهای خلاقانه در آموزش فیزیک
- تازه های علم فیزیک و فناوری های نو (فناوری نانو و ...)
- نقد و بررسی آموزش فیزیک در دانشگاه ها
- چهره های ماندگار در تاریخ علم فیزیک و آموزش فیزیک ایران
- سنجش و ارزشیابی در آموزش فیزیک

محل برگزاری : سنندج ، دانشگاه فرهنگیان پردیس شهید مدرس

اطلاعات بیشتر را از سایت اتحادیه انجمن های معلمان فیزیک ایران دریافت نمایید.

www.uipteachers.com

۲۰ فروردین، روز ملی فناوری هسته‌ای



دانش هسته‌ای از مدرسه آغاز می‌شود