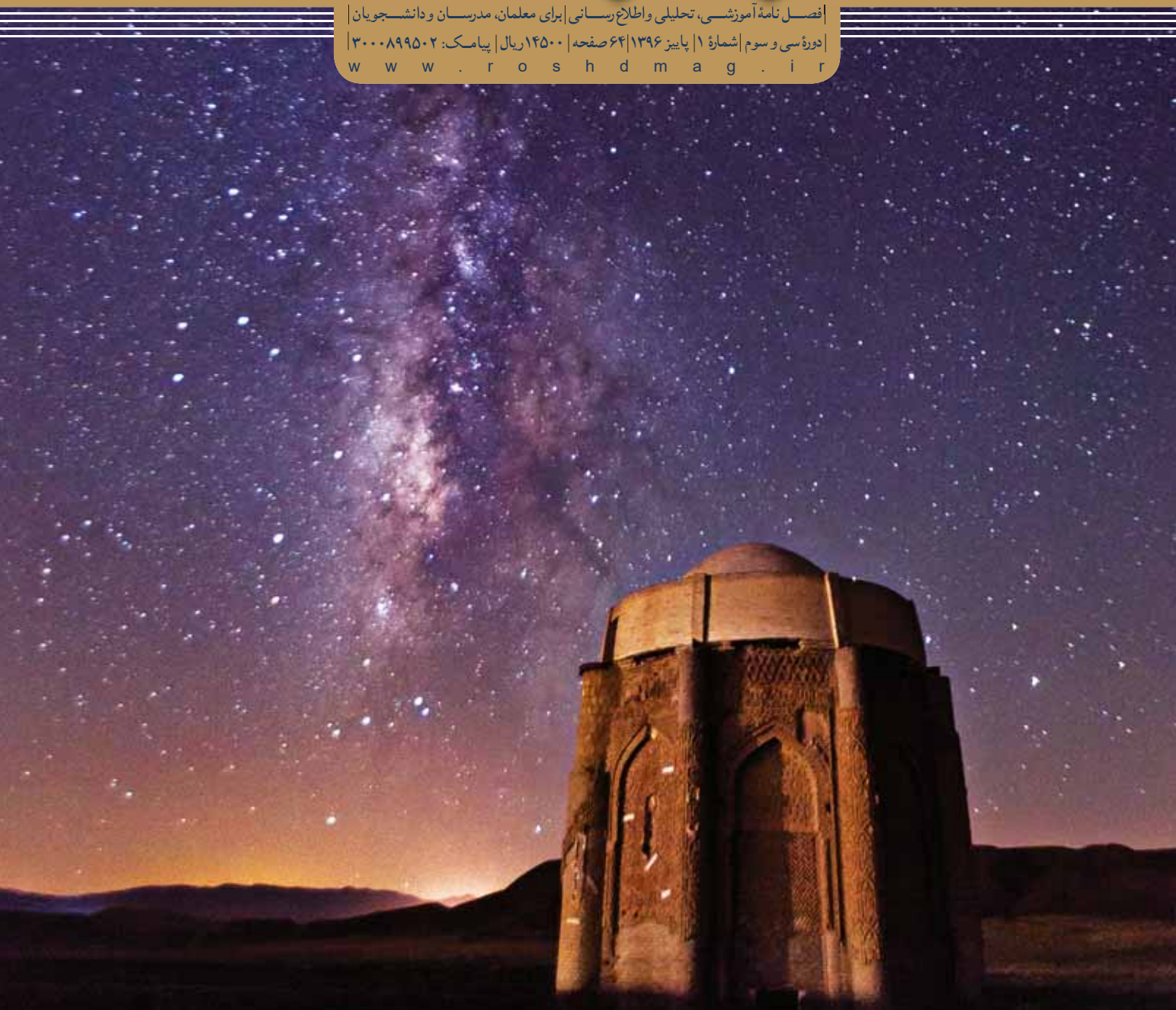
ISSN: 1606-917x

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

رشد آموزش

فیزیک ۱۱۸

فصل نامهٔ آموزشی، تحلیلی و اطلاع رسانی | برای معلمان، مدرسان و دانشجویان |
دورهٔ سی و سوم | شمارهٔ ۱ | پاییز ۱۳۹۶ | ۶۴ صفحه | ۱۴۵۰۰ ریال | پیامک: ۳۰۰۰۸۹۹۵۰۲ |
www.roshdmag.ir



- تابش تلفن همراه و سلامت
- باورها و اختلاف نظرها در فیزیک
- نقش فیزیک در رشد و توسعه کشور باید شناخته شود
- تأثیر آموزش تلفیقی بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان

قانون سوم کپلر و مأموریت فضاپیمای کپلر

صفحهٔ ۱۱

رشد آموزش
فیزیک
۱۱۸
فصل‌نامهٔ آموزشی، تحلیلی و اطلاع‌رسانی
دورهٔ سی و سوم، شمارهٔ ۱، پاییز ۱۳۹۶

بسم الله الرحمن الرحیم

یادداشت سردبیر / نقش آموزش کارآمد در توسعهٔ پایدار / ۲
تابش تلفن همراه و سلامت / ترجمهٔ فاطمه ثابتیان / ۳
برآورد توان اپتیکی چشم نزدیک‌بین / ترجمهٔ احمد توحیدی / ۶
روش هایفو در درمان سرطان / زهرا احمدیان / ۸
قانون سوم کپلر و مأموریت فضاپیمای کپلر / ترجمهٔ مرجان روح‌نواز / ۱۱
نقش فیزیک در رشد و توسعهٔ کشور باید شناخته شود / پای صحبت دکتر شاهین روحانی / ۱۴
مرزهای فیزیک / منیژه رهبر / ۲۵
دیدتان را باز یابید! / ترجمهٔ احمد توحیدی / ۳۰
مفهوم سطح مقطع در فیزیک / سیده زهرا کراری / ۳۲
معرفی نرم‌افزار آزمایشگاه مجازی (SIM LAB) برای آموزش مبحث فنر و آونگ / آزیتا سیدفدایی، مژگان قدسی / ۳۴
تغییر انرژی مکانیکی در چارچوب‌های مرجع لَخت / سعید قنبری، مریم عجملو، سعید ملایی / ۳۸
باورها و اختلاف نظرها در فیزیک / ترجمهٔ آرش ظهوریان پردل / ۴۳
فیزیک در نصف جهان / اسفندیار معتمدی / ۴۹
تأثیر آموزش تلفیقی بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان / فاطمه شجاعی باغینی، فرزانه بهزادپور / ۵۱
تعیین آلودگی هوا با رصد تجربی ستاره‌ها / غلامحسین رستگارنسب، منصوره بنازاده، میترا رستگارنسب / ۵۷
معرفی کتاب / هزار واژهٔ فیزیک / آزیتا سیدفدایی / ۶۳

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

مدیرمسئول: محمد ناصری
سردبیر: دکتر منیژه رهبر
مدیر داخلی: احمد احمدی
هیئت تحریریه: احمد احمدی، روح الله خلیلی بروجنی، دکتر حسن قلمی باویل علیایی، دکتر آزیتا سیدفدایی، دکتر سیدهدایت سجادی، دکتر منیژه رهبر، اسفندیار معتمدی
طراح گرافیک: نوید اندرودی
ویراستار: دکتر منیژه رهبر
www.roshdmag.ir
Physics@roshdmag.ir
پیامک: ۳۰۰۰۸۹۹۵۰۲
roshdmag :
نشانی مجله: تهران صندوق پستی: ۱۵۸۷۵-۶۵۸۵
دفتر مجله: (داخلی ۳۷۴) ۰۲۱-۸۸۳۰۵۸۶۲
پیام‌گیر نشریات رشد: ۰۲۱-۸۸۳۰۱۴۸۲
مدیر مسئول: ۱۰۲
دفتر مجله: ۱۱۳
امور مشترکین: ۱۱۴
شمارگان: ۳۸۰۰ نسخه

تصویر روی جلد: احمد بلباسی / تهران
نهمین جشنواره عکس رشد

مجله رشد آموزش فیزیک،
نوشته‌ها و حاصل تحقیقات پژوهشگران و متخصصان تعلیم‌وتربیت،
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.

نقش آموزش کارآمد در توسعهٔ پایدار

در آستانهٔ سال تحصیلی جدید آرزوی همهٔ مربیان و دست‌اندرکاران نظام آموزشی کشور این است که با انجام کار خود به بهترین نحو جوانان کشور را چنان تربیت کنند که بتوانند وظیفهٔ سنگین خود در پیشرفت و توسعه جامعه را به بهترین نحو انجام دهند. زندگی موفق و ثمربخش در جهان پرتلاطم کنونی نیازمند مهارت‌هایی است که جز با آموزش دقیق و کارآمد محقق نمی‌شود. با نگاه به کشورهایی که در دهه‌های اخیر به پیشرفت‌های قابل ملاحظه‌ای نائل آمده‌اند متوجه می‌شویم که یکی از مهم‌ترین برنامه‌های این کشورها در مسیر توسعه توجه فراوان به آموزش نسل جوان و تربیت افرادی بوده است که توانسته‌اند نقش خود در پیشرفت کشور را به درستی ایفا کنند.

توسعهٔ سریع فناوری در سال‌های اخیر مرهون تلاش دانشمندان در زمینهٔ علوم پایه بوده است. اینکه اکنون هر کس می‌تواند به کمک ابزارهای هوشمندی که در اختیار همگان قرار دارد در هر لحظه در جریان تحولات مختلف علمی، سیاسی و اجتماعی در جهان قرار گیرد و افراد در اقصی‌نقاط جهان به سرعت با یکدیگر ارتباط برقرار کنند و در جریان فعالیت‌های یکدیگر قرار بگیرند، حاصل تلاش و کنجکاوی دانش‌پژوهانی است که بیشتر در زمینهٔ علوم پایه فعالیت داشته‌اند. بنابراین، این علوم کلید رشد و پیشرفت فناوری در جهان بوده‌اند.

با توجه به آنچه گفته شد توجه به علوم پایه و آموزش و پژوهش مؤثر در این زمینه نقش مؤثری در توسعهٔ جامعه دارد. متأسفانه، علوم پایه در کشور ما چنانکه باید مورد توجه جوانان نیست. البته آن‌ها در این مورد چندان هم مقصر نیستند، زیرا هرچند کنجکاوی و تمایل به سر درآوردن از آنچه در جهان اطرافمان می‌گذرد از سنین بسیار کم در وجود همهٔ ما نهادینه شده است و کودکان مشتاق‌اند به آنچه در اطرافشان می‌گذرد پی ببرند، ولی نظام آموزشی به تدریج این شوق و علاقه را در وجود آنان سرکوب می‌کند و آن‌ها را مجبور به فرا گرفتن چیزهایی می‌کند که کنجکاوی آنان را برنمی‌انگیزد و فایدهٔ چندانی برایشان ندارد. این موضوع در کشور ما بسیار جدی است، زیرا هدف آموزش فقط نمره گرفتن و قبول شدن در آزمون است و نه یادگیری مؤثر و کسب مهارت‌هایی که بتواند در زندگی به‌کار آید و به رفع مشکلات جامعه کمک کند. بنابراین، به جای یاد گرفتن عمیق قانون‌ها و اصول حاکم بر رفتار طبیعت که تعدادشان چندان زیاد هم نیست و فرا گرفتن آنچه در زندگی بسیار راهگشاست، تلاش دانش‌آموزان صرفاً وقف حفظ کردن طوطی‌وار پاسخ پرسش‌هایی می‌شود که ممکن است در امتحانات مطرح شود، بدون اینکه بتوانند از آنچه در کلاس‌های درس مطرح می‌شود در جهت رفاه و آسایش خود و افراد جامعه بهره بگیرند. نتیجه آن می‌شود که اغلب شاگردان کتاب‌های خود را پس از گذراندن امتحانات پاره می‌کنند و دور می‌ریزند، زیرا نمی‌توانند مورد استفاده‌ای برای مطالب آن بیابند و بازار خرید و فروش سؤالات امتحانی داغ می‌شود.

نکته دیگری که شایسته است مورد توجه دست‌اندرکاران نظام آموزشی ما قرار بگیرد و مربیان در جهت آموختن آن به شاگردان اهتمام بورزند، آموزش اصول شهروندی و تأکید بر این مطلب است که روش زندگی خردمندانه همیاری، همکاری و احترام به حقوق سایر افراد جامعه و حفظ و حراست از محیطی است که در آن زندگی می‌کنیم. شاید بسیاری از مشکلات جامعهٔ ما ناشی از آن باشد که متوجه نیستیم در صورتی می‌توانیم زندگی سعادتمندانه‌ای داشته باشیم که در محیط و جامعهٔ سالمی زندگی کنیم که در آن همهٔ افراد با برخورداری از امکانات مناسب، استعدادهای خود را شکوفا سازند و در تأمین احتیاجات اولیه زندگی خود مشکلی نداشته باشد.

خوشبختانه، کشور ما از همهٔ امکانات لازم برای پیشرفت و توسعهٔ پایدار برخوردار است. مدیریت صحیح منابع موجود و آموزش کارآمد نیروی انسانی ارزشمند کشور می‌تواند ما را در رسیدن به اهداف مورد نظرمان یاری کند. امید است که با توجه کافی به فرهنگیان و تلاش در جهت رفع نیازهای این قشر ارزشمند جامعه، آنان بتوانند نقش خود را برای تحقق این امر به خوبی ایفا کنند.

سردبیر

تابش تلفن همراه و سلامت

ترجمهٔ **فاطمه ثابتیان**
دبیر دبیرستان شهید زرین‌خواه، منطقهٔ ۱۵ تهران

اشاره

تأثیر تابش تلفن همراه بر سلامتی انسان در نتیجه استفادهٔ روزافزون آن در سراسر جهان، موضوع جالبی جهت مطالعه و بررسی است. تعداد مشترکان در کل جهان در نوامبر سال ۲۰۱۱ میلادی، بیش از ۶ میلیارد نفر بود. تلفن‌های همراه از تابش الکترومغناطیسی در گسترهٔ ریزموج استفاده می‌کنند. سایر دستگاه‌های بی‌سیم دیجیتال نظیر شبکه‌های انتقال داده‌ها، تابش مشابه تولید می‌کنند. در سال ۲۰۱۱ آژانس بین‌المللی پژوهش دربارهٔ سرطان[1] (IARC)، تابش تلفنِ همراه را به‌صورت گروه 2B طبقه‌بندی کرد که احتمالاً سرطان‌زا است نه گروه 2A با احتمال سرطان‌زا بودن و نه گروه A‌ی خطرناک. این بدان معنی است که «می‌تواند خطر سرطان‌زایی داشته باشد»، بنابراین، با توجه به کاربردهای گستردهٔ تلفن همراه لزوم پژوهش‌های بیشتر دربارهٔ تأثیر بلندمدت تابش آن را ایجاب می‌کند. سازمان جهانی بهداشت[2] (WHO) اظهار می‌کند «مدارک و اسناد علمی که تاکنون به‌دست آمده‌اند، هیچ تأثیر نامطلوب ثابت شدهٔ ناشی از استفادهٔ تلفن همراه را نشان نمی‌دهند ـ به رغم دلایل علمی مبنی بر اینکه بسامد رادیویی (RF) و تابش الکترومغناطیسی (EMR) که از تلفن همراه منتشر می‌شوند جزو گروه 2A (احتمالاً سرطان‌زا) طبقه‌بندی شده‌اند. برخی مقامات مشورتی ملی معیارهایی را برای کمینه کردن پرتوگیری به‌عنوان راهبرد پیشگیرانه معرفی کرده‌اند.

کلیدواژه‌ها: تلفن همراه، تابش ریزموج، خطر سرطان‌زایی

اثرها

بسیاری از مطالعات علمی در مورد نشانه‌های ممکن بیماری ناشی از تلفن همراه صورت گرفته است. این مطالعات گاهی توسط برخی کمیته‌های علمی به منظور ارزیابی خطرات مورد بازنگری قرار می‌گیرند. کمیتهٔ علمی اروپایی در مورد خطرهای نوظهور و تازه شناسایی شده برای سلامتی در سال ۲۰۰۷ اظهارنامه‌ای را در مورد آثار زیان‌بار تلفن همراه بر سلامتی براساس سه نوع مدارک بر مبنای مطالعات انجام شده در زمینهٔ درون کشتگاهی حیوانات و مطالعات همه‌گیر شناختی انجام داده است که نشان می‌دهند «بعید است پرتوگیری از میدان‌های RF باعث افزایش سرطان در انسان‌ها شوند.»

جذب تابش

بخشی از امواج رادیویی گسیل شده از دستگاه تلفن همراه جذب بدن می‌شوند. توان امواج رادیویی گسیل شده از دستگاه فرستنده و گیرنده GSM، نوعاً کمتر از یک وات است. بیشینه توان خروجی تلفن همراه استاندارد توسط آژانس نظارتی در هر کشور تعیین می‌شود. در بیشتر دستگاه‌ها کیفیت دریافت و شدت سیگنال و سطح توان تلفن همراه و پایگاه استقرار فرستنده و گیرنده در گستره‌ای خاص به‌طور خودکار افزایش و کاهش می‌یابد، تا موقعیت‌های مختلف نظیر داخل و بیرون ساختمان‌ها و وسایل نقلیه پوشش داده شوند. میزان جذب انرژی در بدن انسان توسط آهنگ جذب ویژه[3] (SAR) دقیقاً اندازه‌گیری می‌شود و بیشینه سطح جذب انرژی در دستگاه‌های گوشی جدید را آژانس‌های نظارتی دولتی در بسیاری از کشورها تعیین می‌کنند. در ایالات متحدهٔ آمریکا کمیسیون مخابرات فدرال[4] (FCC) میزان جذب انرژی را در حدود ۱/۶ W/kg مشخص کرده که روی حجم یک گرم بافت سر انسان میانگین‌گیری شده است. این حد جذب در اروپا ۲W/kg است که روی حجم ۱۰ گرم بافت میانگین‌گیری شده است. مقادیر SAR (آهنگ جذب ویژه) به‌شدت وابسته به اندازه حجم میانگین‌گیری شده هستند. بدون اطلاع از این حجم مقایسهٔ اندازه‌گیری‌های مختلف امکان‌پذیر نیست. بنابراین مقادیر ارزیابی ۱۰g باید با خودشان و مقادیر ارزیابی ۱g هم باید بین خودشان مقایسه شوند. مقایسه SAR هر تلفن همراه را می‌توان مستقیماً از وبگاه شرکت‌های سازنده به‌دست آورد. نکتهٔ مهم این است که تابش گرمایی با تابش یون‌ساز قابل مقایسه نیست زیرا فقط دما را در ماده عادی افزایش می‌دهد و پیوندهای مولکولی را نمی‌شکند یا الکترون‌ها را از اتم‌هایشان آزاد نمی‌کند.

اثرهای گرمایی

یکی از آثار شناخته شدهٔ تابش ریزموج گرم شدن دی‌الکتریک است که در آن هر مادهٔ دی‌الکتریک (نظیر بافت زنده) بر اثر چرخش مولکول‌های قطبی تحت تأثیر میدان الکترومغناطیسی القایی، گرم می‌شود. برای فردی که از تلفن همراه استفاده می‌کند، بیشترین تأثیر گرمایی در سطح سر رخ می‌دهد و باعث می‌شود دما به اندازهٔ کسری از درجه افزایش یابد. در این مورد میزان افزایش دما کمتر از یک مرتبه بزرگی مقداری است که با قرار گرفتن سر انسان در معرض نور آفتاب به‌دست می‌آید. جریان خون در مغز قادر است گرمای اضافی را با جریان خون موضعی برطرف سازد. اما قرینهٔ چشم این سازوکار تنظیم دما را ندارد و گزارش شده که پرتوگیری به مدت ۲ الی ۳ ساعت باعث آب مروارید در چشمان خرگوش‌ها در مقادیر SAR ۱٤W/kg می‌شود و دمای عدسی را تا ٤۱°C زیاد می‌کند. هیچ نشانه‌ای از آب مروارید در چشمان میمون‌هایی که در معرض شرایط مشابه قرار گرفته بودند، مشاهده نشد. آب مرواریدهای زودرس ربطی با کاربرد تلفن نداشتند که احتمالاً به‌خاطر توان خروجی کم تلفن‌های همراه است.

اثرهای غیرگرمایی

تفاهم‌نامه‌های مخابراتی مربوط به تلفن‌های همراه، اغلب از سیگنال حامل پالس‌هایی با بسامد کم استفاده می‌کند. در حالی‌که وجود اثرهای ناشی از میدان قابل بحث نیست، این مورد که آیا این مدولاسیون آثاری را تولید می‌کند یا اینکه هنوز سرشت گرمایی دارد موضوعی مورد بحث است.

برخی پژوهشگران استدلال کرده‌اند که «آثار به اصطلاح غیرگرمایی» را می‌توان به‌عنوان واکنش طبیعی بافت سلولی در برابر افزایش دما تعبیر کرد. برای مثال زیست فیزیک‌دان آلمانی رولند گلازر[5] استدلال کرد که چند مولکول گیرندهٔ گرما در سلول ما وجود دارند که تعدادی از دستگاه‌های پیام‌رسان دوم و سوم، سازوکارهای ترجمان ژن و پروتئین‌های شوک گرمایی را فعال می‌کنند تا سلول را در مقابل متابولیسم واکنش سلول بر اثر گرما محافظت کند. افزایش دمای ناشی از این تغییرات کمتر از آن است که با بررسی‌های REFLEX که مبتنی بر پایداری ظاهری تعادل گرمایی در کشت‌های سلولی است، آشکار شوند.

پژوهشگران دیگر استدلال کرده‌اند که پروتئین‌های تولید شده بر اثر استرس ربطی به اثرهای گرمایی ندارند، زیرا در بسامدهای بسیار کم (ELF) و هم بسامدهای رادیویی (RF) رخ می‌دهند که دارای سطوح انرژی بسیار متفاوتی هستند. مطالعهٔ مقدماتی دیگری که در سال ۲۰۱۱ میلادی توسط مجله انجمن پزشکی آمریکا صورت گرفت بیانگر آن است که از تزریق‌های فلورودی اکسید گلوز و پرتونگاری مقطعی انتشار پوزیترون این نتیجه به‌دست آمد که پرتوگیری امواج سیگنال بسامد رادیویی در بخش‌هایی از مغز در فردی که به آنتن‌های دکل مخابراتی نزدیک‌تر است منجر به افزایش سطح سوخت‌وساز گلوکز شد، اما مفهوم بالینی این یافته معلوم نیست.

اثرهای مربوط به سد خونی مغز

پژوهشگران سوئدی دانشگاه لوند (سالفورد[6]، برون[7]، پرسون[8]، ابرهارد[9] و مالمگرن[10]) اثرهای تابش ریزموج را بر روی مغز موش مطالعه کرده‌اند. آنان نشت آلبومین به داخل مغز از طریق سد خونی مغز را کشف کردند. این کشف، پژوهش‌های انجام شده روی سد خونی مغز توسط آلن فری[11]، اسکار[12] و هاوکینز[13]، آلبرت[14] و کِرنز[15] را تأیید می‌کند. سایر گروه‌های پژوهشی این کشف‌ها را در مطالعات درون کشتگاهی سلول یا بررسی کلی حیوانات تأیید نکرده‌اند. پروفسور لسکزینسکی[16] از مقامات امنیت هسته‌ای و تابش فنلاند کشف کرد که در حد بیشینهٔ مجاز تابش تلفن همراه، پروتئین خاصی به نام HSP ۲۷ تحت تأثیر قرار می‌گیرد. پروتئین HSP ۲۷ نقش مهم و حساسی در انسجام سد خونی مغز ایفا می‌کند.

یک گروه بزرگ پژوهشگران دانمارکی در سال ۲۰۰٦ رابطهٔ بین کاربرد تلفن همراه و شیوع بیماری سرطان را منتشر کردند. این بررسی روی ٤۲۰۰۰۰ شهروند سوئدی به مدت ۲۰ سال انجام شد و هیچ افزایش خطر سرطان را نشان نداد. بررسی‌های بعدی در سال ۲۰۱۱ میلادی این یافته‌ها را تأیید کردند. مهم‌ترین مطالعه زیر در مورد پرتوگیری بلندمدت منتشر شده است.

é پروژه اینترفون بزرگ‌ترین بررسی از این نوع در ۱۳ کشور انجام شد. نتیجهٔ آن در سال ۲۰۱۰ میلادی منتشر شد و رابطه‌ای محکم بین تلفن‌های همراه و تومورهای مغز نیافت. اینترنشنال جورنال او اپیدمیولوژی[17] تحلیلی جامع از داده‌های اینترفون و داده‌هایی که در آن اطلاعاتی چندملیتی مبتنی بر مطالعهٔ گلیوما و منی‌گلیوما معمولی‌ترین تومور مغزی منتشر کرد.

نویسندگان به این نتیجه رسیدند که: روی‌هم رفته هیچ افزایشی در خطرات گلیوما و منی‌گلیوما بر اثر استفاده از تلفن همراه مشاهده نشد. نشانه‌هایی از افزایش خطر تومور مغزی در بالاترین سطح پرتوگیری مشاهده شد، اما وجود پیش‌داوری‌ها و خطاها مانع از تفسیر علت و معلولی شد. کشف تأثیرهای احتمالی ناشی از استفادهٔ بلندمدت از تلفن همراه نیاز به تحقیق بیشتری دارد. در پیوست مقالهٔ منتشر شده دکتر کریستفر وایلد[18]، رئیس آژانس بین‌المللی پژوهش سرطان گفت: افزایش خطر سرطان مغز از داده‌های مکالمات تلفن همراه ثابت نشده است. با وجود این، تأثیر مکالمات تلفنی طولانی و تغییر در الگوهای استفاده از تلفن همراه را اینترفون به‌ویژه برای افراد جوان، انجام داده است که نشان می‌دهد لازم است پژوهش‌های بیشتر دربارهٔ استفاده از تلفن همراه و خطر تومور مغزی انجام پذیرد.

با توجه به کاربردهای گستردهٔ تلفن همراه لزوم پژوهش‌های بیشتر دربارهٔ تأثیر بلندمدت تابش آن را ایجاب می‌کند. سازمان جهانی بهداشت (WHO) اظهار می‌کند «مدارک و اسناد علمی که تاکنون به دست آمده‌اند هیچ تأثیر نامطلوب ثابت شدهٔ ناشی از تلفن همراه را نشان نمی‌دهند

تعـدادی از مقامـات بهداشـت و اولیـای امـور دولـت دربـارهٔ ایـن مطالعـهٔ مهـم و بـاارزش اظهارنظـر کرده‌انـد. از جمله مرکز پژوهش اثرات زیسـتی بسـامدهای رادیویی اسـترالیا در بیانیه‌ای اظهار داشـته اسـت تاکنـون نگرانی‌هایی دربارهٔ اینکـه تلفن‌های همـراه باعـث افزایـش تومور مغز می‌شـوند، وجود داشـته اسـت.

سـازمان بهداشـت جهانـی در مه سـال ۲۰۱۱ میلادی بسـامد رادیویـی میدان‌های الکترومغناطیسـی را در گـروه 2B (احتمالاً سـرطان‌زا) بـرای انسـان طبقه‌بنـدی و به مـردم توصیـه کرد که معیارهـای ایمنـی را در جهـت کاهـش پرتوگیـری رعایت کنند. مثال‌هایـی از ایـن توصیه‌هـا عبارت‌انـد از:

- استفاده از هندزفری برای کاهش پرتوگیری در سر
- دور نگه‌داشتن تلفن همراه از بدن
- استفاده نکردن از تلفن همراه در خودروی بدون آنتن خارجی

پروفسـور لاری چالیس[19] و دیگر پژوهشـگران در سال ۲۰۰۵ میـلادی اظهـار داشـتند قـرار دادن یـک مهـرهٔ فریتـی روی هندزفـری مانـع از ایـن می‌شـود کـه امـواج رادیویـی از سـیم به سـر برسـند. چندین کشـور اسـتفادهٔ کـم از تلفـن همراه را بـرای بچه‌هـا توصیـه کرده‌انـد. گانـدی[20] و همکاران در سـال ۲۰۰۶ میـلادی در مجلـه‌ای اعـلام کردنـد کـه بچه‌هـا سـطح بالاتـری از آهنـگ جـذب ویـژه را دارنـد. کـودکان ۵ الـی ۱۰ سـاله در مقایسـه بـا جوانـان، دارای ۱۵۳ درصـد آهنگ جذب ویـژه هسـتند. همچنیـن قابلیـت گذردهـی از مغـز بـا افزایش سـن کاهـش می‌یابـد. نفـوذ تابـش بـه مغـز کودکانـی کـه در معـرض تابـش الکترومغناطیسـی تلفن همـراه قـرار می‌گیرند بـه مراتـب بیشـتر از دیگـران اسـت. متخصصـان بهداشـت در رابطـه بـا اثـرات زیان‌بار تابـش تلفن همـراه به پارلمـان کانادا هشـدار داده‌اند.

طبـق گزارش‌هـا چـون بیشـتر شـناخت مـا از جهـان ناشـی از مشـاهده در قلمـروی طبیعـی اسـت و از آنچـه می‌بینیـم و حس می‌کنیـم می‌آموزیـم، آنچه اغلب متوجه نمی‌شـویم ابعادی اسـت کـه فراتـر از دسـترس مـا قـرار دارد. لذا مطالبـی را در مـورد امواج الکترومغناطیسـی در گسـتره بسـامد رادیویی (EM-RF) گسـیل شـده از تلفـن همـراه ارائه می‌دهیـم. وقتی از لامپ‌های روشـنایی کم‌مصـرف[21] CFL اسـتفاده می‌کنیـم متوجـه خطـر تابش‌هـای الکترومغناطیسـی‌های مضـر و قـرار گرفتـن در معـرض جیـوه نیسـتیم. مـا لپ‌تاپ‌هایمـان را روی پاهـای خود و تلفن همـراه را در جیب‌مان می‌گذاریم. متوجه نیسـتیم که شـاید سـیگنال آن‌ها در خـواب، رفتـار و شـناخت مـا اختـلال ایجاد کننـد؟ چگونه این میدان‌هـای انرژی فرایندهای سـلولی بدن ما را مختل می‌سـازند؟ تمـام ایـن فناوری‌ها مخابرات را آسـان می‌کننـد. دنیای دیجیتال راحت‌تـر در دسـترس ما قـرار می‌گیرد، ولی سـیگنال‌های زیاد در هـوا و در دیوارهـا نفـوذ می‌کننـد و نگرانی‌هایی را دربارهٔ سـلامت بـه وجـود می‌آورند. این سـیگنال‌ها چه اختلالـی را در ذهن و بدن مـا به‌وجـود می‌آورند؟

کارشناسـان سـلامت در کانـادا دسـت‌کم ۱۴۰ بررسـی در مـورد ارتبـاط بیـن میدان‌هـای الکترومغناطیسـی EM-RF بـا انـواع دیگـر سـرطان و حساسـیت شـدید نسـبت بـه امواج الکترومغناطیسـی انجـام داده‌انـد. گرچـه اندازه‌گیـری ایـن عامـل علـت و معلولـی در طبیعـت دشـوار اسـت. همچنیـن اسـتدلال کرده‌انـد کـه اسـتفادهٔ زیـاد از تلفـن همـراه در نزدیکـی مغـز می‌توانـد باعـث تشـکیل تومـور مغـزی شـود. همین‌طـور ایـن تابش‌هـا شـمارش اسـپرم را کاهـش می‌دهد و به باروری زنان آسـیب می‌رسـاند. دولت احسـاس مسـئولیت می‌کنـد به اطلاع شـهروندانش برسـاند کـه اسـتفادهٔ ناصحیح از ایـن وسـایل بـه احتمـال زیـاد زیان‌بارنـد. بایـد سـازندگان تلفـن همـراه ملـزم بـه اسـتفاده از هشـدارهای ایمنـی روی بسـته‌بندی تمـام ابزارهـای بی‌سـیم شـوند. نمی‌گوییـم، «از ایـن فنـاوری اسـتفاده نکنید». بلکـه می‌گوییـم، «از آن به‌طور ایمـن اسـتفاده کنید.»

یـک متخصـص به‌نـام دکتر رینـا بـری[22] از کلینیک سـلامت محیط‌زیسـت در بیمارسـتان زنـان دانشـگاه تورنتـو گفـت: علائمـی در بیمـاران به‌صـورت حساسـیت شـدید در مقابـل امـواج الکترومغناطیسـی از جملـه، تمرکـز ضعیف، خسـتگی و کوفتگـی، سـردرد، اختـلالات گوارشـی حتـی تپش‌هـای قلـب مشـاهده شـده است.

توصیه‌های محدودکردن پرتوگیری EM-RF

- مـدارس، خانه‌هـا و محـل کار به جـای اتصال بـه Wi-Fi با سیم‌کشـی به دنیـای دیجیتال متصل شـوند.
- تمـام ابزارهـای بی‌سـیم و تبلت بایـد هنگام خـواب از اتاق خـواب به جـای دیگر منتقل شـوند.
- تلفن‌هـای همـراه و تبلت‌هـا روی حالـت پـرواز تنظیـم شـوند یـا در موقـع اسـتفاده نکـردن کامـلاً خامـوش شـوند.
- کاربـران تلفـن همـراه می‌تواننـد از تکمه‌های گوشـی با مُد بلندگـو اسـتفاده کننـد تا مانـع از پرتودهی مسـتقیم EM-RF به مغز شـوند.
- تلفن‌هـای همـراه و تبلت‌هایـی کـه بی‌سـیم‌اند دور از کـودکان و زنـان بـاردار نگـه داشـته شـوند.
- رهیـاب بی‌سـیم خانگـی در شـب بـرای جلوگیـری از اختـلالات خـواب خامـوش شـود.
- وسـایل و تلفن‌هـای همـراه نبایـد نزدیک‌تـر از یـک اینـچ (۲/۵۴ cm) به بدن قرار بگیرند.
- در بعضـی از محافـل شفابخشـی فکـر می‌کننـد کـه برخی بلورهـا و گیاهـان بسـامدهای ارتعـاش دارای ویژگـی منحصـر بـه فـردی هسـتند کـه تابش‌هـای الکترومغناطیسـی را دفـع می‌کننـد امـا علـوم طبیعـی هنـوز نمی‌توانـد ایـن تجربه‌هـای مـاوراء طبیعـی را توضیـح دهـد.

کشف تأثیرهای احتمالی ناشی از استفادهٔ بلندمدت از تلفن همراه به تحقیق بیشتری نیاز دارد

پی‌نوشت‌ها

1. International Agency for Research on Cancer
2. World Health Organization
3. Specific Absorption Rate
4. Federal Communication Commission
5. Roland Glaser
6. Salford
7. Brun
8. Presson
9. Eberhardt
10. Malmgren
11. Allan Frey
12. Oscar
13. Hawkins
14. Albert
15. Kerns
16. Leszcynski
17. International Journal of Epidemology
18. Christopher Wild
19. Lawrie Challis
20. Gandhi
21. Compact fluorescent lamp
22. Riina Bray

برآورد توان اپتیکی چشم نزدیک‌بین*

خایبر لوسیو پرادوس ریبیرو
ترجمهٔ احمد توحیدی

کلیدواژه‌ها: توان اپتیکی، نزدیک‌بینی، دیوپتری

اپتیکِ چشمِ انسان مبحث رایجی در فیزیک دبیرستان است و معمولاً دانش‌آموزان در زمان ارائه آن به این موضوع علاقهٔ بسیار نشان می‌دهند. ما در این مقاله، روش آسانی برای برآورد توان اپتیکی یک عدسی واگرا ارائه کرده‌ایم که به سادگی با استفاده از یک عینک ویژهٔ نزدیک‌بینی و فلاش یک گوشی هوشمند انجام می‌شود.

آزمایش به حدی ساده است که نخست گمان کردیم پیش‌تر این روش به‌کار برده شده است، با اینکه مقاله‌های آموزش فیزیک گوناگونی را بررسی کردیم اما طرح مشابهی نیافتیم.

شخص نزدیک‌بین نمی‌تواند اجسام دور را به‌طور واضح مشاهده کند، اگرچه همین شخص توانایی دیدن اجسام نزدیکِ چشم خود را دارد. معمول‌ترین علت نزدیک‌بینی جوانان افزایش طول محور چشم آن‌ها است، بنابراین پرتوهای نور که از اجسام دور می‌آیند پیش از رسیدن به شبکیه همگرا می‌شوند. تقریباً ۴۱ درصد از مردم ایالات متحده امریکا نزدیک‌بین هستند و از عینک‌هایی با عدسی واگرا (با فاصله کانونی منفی) برای اصلاح چشم استفاده می‌کنند. اگرچه، تصحیح نهایی فقط می‌تواند با جراحی به دست آید. وقتی که چشم‌پزشک عینک تجویز می‌کند، استفاده از فاصله کانونی معمول نیست بلکه توان اپتیکی عینک (D) (عکس فاصلهٔ کانونی عدسی) را که بسیار رایج‌تر است، به‌کار می‌برد. توان اپتیکی بر حسب دیوپتری (m^{-1}) اندازه‌گیری می‌شود. توان اپتیکی عدسی یک شخص نزدیک‌بین را می‌توان به آسانی برآورد کرد. کافی است که از او بخواهیم مثلاً به یک آگهی تصویری نگاه کند تا بیشینه فاصله‌ای که می‌تواند تصویر را واضح ببیند تعیین شود. این فاصله را (d_{FAR}) یا «نقطه دور/ حداکثر رؤیت» می‌نامند و توان اپتیکی را می‌توان از رابطهٔ $P = -\frac{1}{d_{FAR}}$ به‌دست آورد.

مسیر نور در عدسی واگرای عینک را می‌توان با استفاده از یک لامپ کوچک مانند فلاش گوشی هوشمند، قرار دادن آن در فاصله‌ای از عدسی‌ها، و تشکیل تصویر روی دیوار به دانش‌آموزان نشان داد (شکل ـ۱). سطح‌بخشی از سایه را قاب عدسی عینک محدود می‌کند و به علت واگرایی پرتوهای نور شکسته شده «هاله‌ای» از نور آن را احاطه می‌کند. اگر اتاق تاریک و توان اپتیکی عدسی‌های مورد استفاده بزرگ باشد این اثر آشکارتر است. در شکل ۱۰ توان اپتیکی عدسی‌ها به ترتیب ۸D- (بالا) و ٤D- (پایین) است.

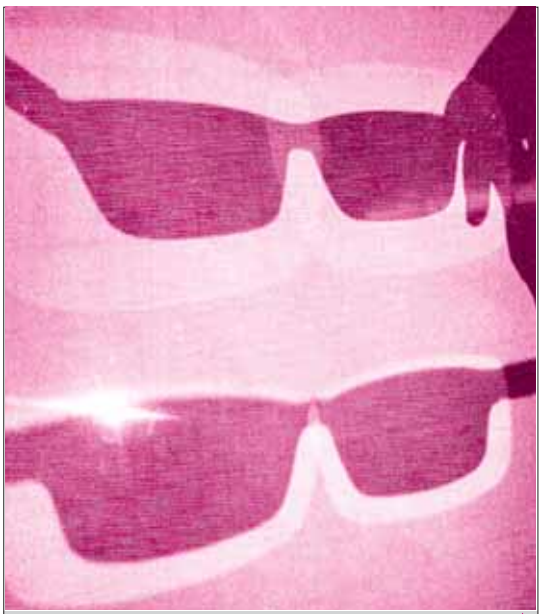
سه ناحیه روشن متفاوت در شکل ۱۰ کاملاً مشهود است. هاله درخشان را چشمهٔ نور و پرتوهای نوری که از درون عدسی‌ها می‌گذرند روشن می‌کند. ناحیه تاریک را فقط پرتوهای نوری که از درون عدسی‌ها می‌گذرند روشن می‌کند و ناحیه سایه‌روشن (اطراف هاله) فقط با پرتوهای چشمهٔ نور روشن می‌شود.

اگرچه این فعالیت آزمایشی سرراست است، ولی چند نکته را باید رعایت کرد.

عدسی عینک باید تقریباً موازی دیوار باشد، به طوری که محور اصلی آن عمود بر سطح دیوار باشد (در این حالت، هاله به‌طور متقارن سایهٔ عدسی را احاطه می‌کند). همچنین پیشنهاد می‌شود برای خواندن دقیق‌تر فاصله‌ها تصویر روی کاغذ میلی‌متری تشکیل شود.

اکنون این امکان فراهم شده است که با استفاده از این آزمایش توان اپتیکی عدسی‌ها را برآورد کرد. در پایان، باید فاصله‌های زیر اندازه‌گیری شود. فاصله لامپ (چشمهٔ نقطه‌ای)

مسیر نور در عدسی واگرای عینک را می‌توان با استفاده از یک لامپ کوچک مانند فلاش گوشی هوشمند و قرار دادن آن در فاصله‌ای از عدسی و تشکیل تصویر روی دیوار به دانش‌آموزان نشان داد



شکل ۱. هاله‌های نور اطراف عدسی‌های واگرا (بالا ۸D ـ، پایین ٤ D-)

تا عدســی (P)، طول افقی یا عمودی عدسی (a) (عرض قاب عینک در فاصله a در نظر گرفته نشده است)، طول عمودی یا افقی هاله (b)، و فاصلهٔ عدسی و پرده تصویر (c). این فاصله‌ها در شکل ـ ۲ نشان داده شده است.

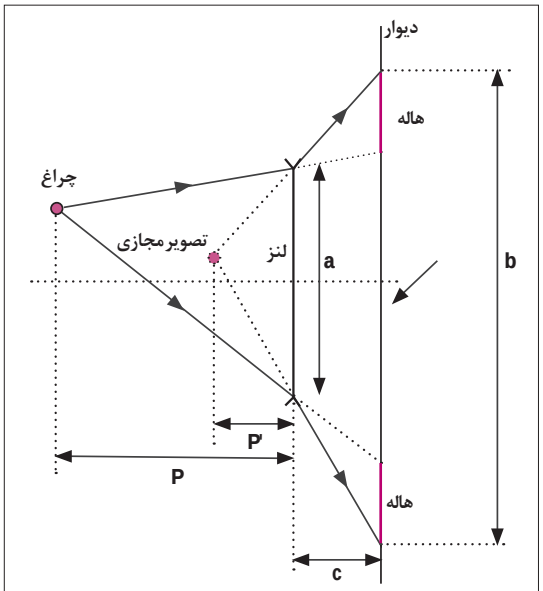
شــکل ـ ۱ نشــان می‌دهد که طول‌های a و b حتی برای یک عدســی عینک هــم تغییر می‌کند، و به شــکل و محل اندازه‌گیری آن بســتگی دارند که می‌تواند مشــکلاتی را در بــرآورد ما ایجاد کند. در این حالت، توصیه می‌شــود تصویر هاله روی یک برگ کاغذ میلی‌متری تشکیل شود تا آسان‌تر بتوان خطی در طول ســایهٔ عدسی را به‌عنوان مرجع انتخاب کرد. البته، مناسب‌ترین عدسی برای این آزمایش باید به شکل دایره باشد، اما عینک‌های با قاب دایره‌ای دیگر متداول نیست (مربوط به سال‌های دهه ۱۹٦۰).

دیگر توصیه‌ها برای انجام این آزمایش عبارت‌اند از: عدسی باید تقریباً موازی دیوار باشــد و بهتر است لامپ روی محور اصلی عدسی قرار گیرد تا تصویری متقارن به‌دست آید. اما اگر شــرط آخر وجود نداشته باشد (شکل ـ ۲)، احتمالاً می‌توان نتایج مشابهی به‌دست آورد.

محدودیت دیگر آن اســت که باید عدسی تنها با خمیدگی کروی انتخاب شــوند؛ یعنی این روش برای عدسی اصلاحی استیگمات به‌کار نمی‌رود، اما می‌توان آن را برای عدسی‌های همگرا به‌کار برد.

تصویر مجازی در رأس دو مثلث متشابه است، بنابراین

$$\frac{|P'|}{a}=\frac{|P'|+c}{b}\rightarrow|P'|=\frac{ac}{b-a}\rightarrow P'=\frac{ac}{a-b} \quad (۱)$$



شکل ۲. طرح آزمایش

با استفاده از شکل معمولی معادله عدسی‌ها، P' منفی است (تصویــر مجازی)، بنابراین مخرج کســر تغییر می‌کند. توان اپتیکی (D) با استفاده از رابطهٔ زیر اندازه گرفته می‌شود:

$$D=\frac{1}{f}=\frac{1}{P}+\frac{1}{P'}\rightarrow\frac{1}{P}+\frac{a-b}{ac} \quad (۲)$$

اگر P≥P' (پرتوهای موازی) باشــد آزمایش متفاوت دیگری را می‌توان در نظر گرفت. در این حالت می‌توان $\frac{1}{P}$ را نادیده گرفت، P'=f، بنابراین معادله بالا سادهٔ‌تر خواهد شد:

$$D=\frac{a-b}{ac} \quad (۳)$$

در کلاس‌های ما، دانش‌آموزان اندازه‌گیری‌ها را خودشــان انجــام دادند و از معادله (۲) بــرای اندازه‌گیری توان اپتیکی عینک‌هایشــان اســتفاده کردند. اندازه‌گیری‌هــا به کمک خط‌کــشِ میلی‌متری معمولی انجام شــد و ما پذیرفتیم که نتایج واقعاً به مقدار واقعی نزدیک است، به‌ویژه وقتی که توان اپتیکی عدسی‌های به‌کار برده شدهٔ بالا باشد (٤D- یا بیشتر).

ما دانش‌آموزان را برای اندازه‌گیری مقادیر خطاهای آزمایش بــه زحمت نینداختیم، زیرا هدف مــا تنها آن بود که کاربرد مفاهیم هندسی را به دانش‌آموزان نشان داده و آن‌ها را از طرز ارائهٔ اپتیکی رایج خلاص کنیم.

پی‌نوشت

* Myopia glasses and optical power estimation: An Easy Experiment
Jair Lucio Prados-Ribeiro

منبع

The Physics TEACHER. Vol. 53, Feb **2O15**

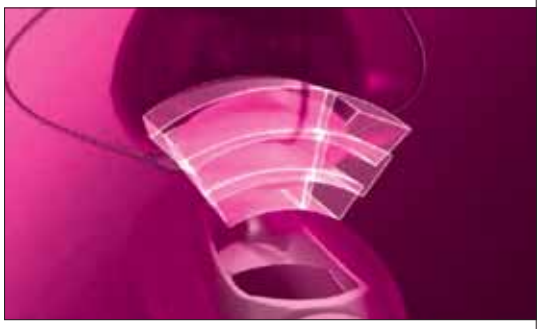
روش هایفو در درمان سرطان

زهرا احمدیان
دکترای شیمی، معلم شیمی

چکیده

حدود ۵۰ سال از پژوهش‌های اولیه پزشکی و بیش از یک دهه از کاربرد روش HIFU[1] یا امواج فراصوتی کانونی با شدت زیاد در درمان سرطان کبد و پروستات می‌گذرد. بیشترین آمار آزمایش‌ها، مربوط به مطالعه استفاده از این روش در درمان بیماری‌های پروستات است. ولی از آنجا که به عنوان یک ابزار جراحی غیرتهاجمی شناخته شده، انتظار می‌رود که در درمان تومورهای کلیه، کبد، سینه، رحم، لوزالمعده و استخوان و همچنین نقص‌های قلب و کاهش دردهای مزمن مورد استفاده گسترده قرار گیرد.

کلیدواژه‌ها: امواج فراصوتی، درمان سرطان، جراحی غیرتهاجمی

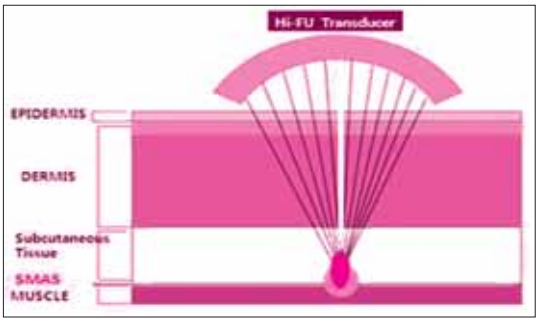


مقدمه

پیشینه کاربرد امواج فراصوتی در پزشکی، با اندازه‌گیری مسافت توسط امواج فراصوتی در زیر آب شروع شد. کشف خاصیت پیزوالکتریک در بعضی از بلورها انقلابی در روش‌های صوتی ـ بازتابی بسامد بالا به شمار می‌رود. کاربرد انرژی فراصوتی در پزشکی در زمینه درمان با استفاده از اثرات گرمایی انرژی فراصوتی آغاز شد. دانشمندان با مطالعاتی که در زمینه دستگاه اعصاب مرکزی انسان انجام دادند، دریافتند که انرژی فراصوتی می‌تواند به میزان زیاد در یک حجم کوچک متمرکز و باعث ایجاد تغییرات غیرتهاجمی در بافت سلولی شود. لذا روش‌ها و تجهیزات جراحی با استفاده از انرژی فراصوتی ابداع شد و تعداد زیادی عمل بر روی مغز حیوانات و سپس بر روی مغز انسان‌هایی که دارای بیماری‌هایی نظیر بیش‌فعالی پارکینسون بودند با موفقیت انجام شد.

هایفو چیست؟

این فناوری از امواج فراصوتی همگرا با شدت زیاد برای تولید گرما استفاده می‌کند. این امواج توسط مبدل‌های صوتی پرقدرت تولید می‌شوند. دستگاه HIFU دارای یک مبدل مقعر فراصوتی است که امواج فراصوتی را تولید و متمرکز می‌سازد. امواج متمرکز شده در ناحیه کانونی از انرژی بسیار بالایی برخوردار هستند و توسط یک کاوند، بافت موردنظر را احاطه می‌کنند و دما را در مدت بسیار کوتاه بالا می‌برند، به‌گونه‌ای که موجب بافت‌مردگی یا بسته شدن مجاری عروق در حال خونریزی می‌شوند. از این روش می‌توان در متوقف کردن خونریزی‌های داخلی مانند خونریزی کبد یا از بین‌بردن تومورهای خوش‌خیم و بدخیم استفاده کرد. با بافت‌مردگی توسط HIFU می‌توان بافت سرطانی موردنظر در پروستات، کبد، مثانه، کلیه، رحم و طحال را بدون عوارض ناشی از جراحی مثل خونریزی، عفونت یا چسبندگی محل عمل و عوارض ناشی از بیهوشی از بین برد.



طرز کار دستگاه هایفودرمانی

اگر کاغذ را جلوی نور خورشید بگیرید اتفاقی نمی‌افتد ولی اگر از یک ذره‌بین استفاده کنید می‌توانید با کانونی کردن نور، امواج نور را در یک نقطه بسیار کوچک متمرکز کنید و با ادامه این کار آن نقطه داغ و داغ‌تر می‌شود و با تداوم تمرکز بر روی آن نقطه انرژی کانونی شده امواج نورخورشید می‌تواند کاغذ را بسوزاند. این فناوری نیز دقیقاً با همین روش امواج فراصوتی را در لایه‌های زیرین پوست کانونی و متمرکز می‌کند. به‌همین دلیل احتمالاً روش درمانی مفیدی برای بسیاری از بیماری‌ها خواهد بود.

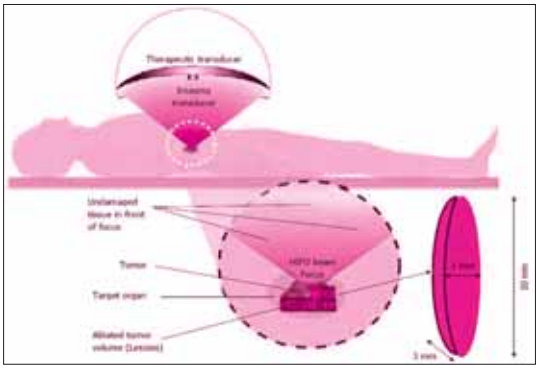
مقایسه فناوری هایفو و لیزر

هایفو از نظر بهره‌گیری از تمرکز امواج برای تأثیرگذاری بر روی بافت سلولی مشابه لیزر است اما تفاوت اساسی هایفو و لیزر در موقعیت دقیق نقطه تمرکز انرژی نسبت به منبع آن است. نور لیزر دقیقاً در محل مولد آن به‌صورت همفاز با طول موج‌های تقریبی بین ۰/٤ تا ۱ میکرون به‌صورت متمرکز تولید می‌شود و از نقطه خروج از منبع، انرژی متمرکز لیزر قابل استفاده است. حال آنکه در تولید هایفو از امواج فوق صوت با بسامد بین ۱ تا ۱۰ مگاهرتز استفاده می‌شود که این امواج از چند منبع فراصوتی بسامد بالا گسیل و در نقطه‌ای دور از این منابع متمرکز می‌شوند.

برتری مهم انرژی هایفو نسبت به لیزر آن است که این انرژی می‌تواند از بین بافت‌های سالم عبور کند و بر روی بافت ناسالم (هدف) متمرکز شوند و با تولید گرما آن را به‌صورت موضعی منهدم کند. در این روش، هایفو تأثیری بر روی بافت‌های جانبی یا بافت‌های در طول مسیر خود تا نقطه تمرکز ندارد و تنها بافت ناسالم را از بین می‌برد. حال آنکه لیزر هر بافتی را که بر سر راهش باشد تحت تأثیر قرار می‌دهد. تأثیر هایفو بر روی بافت سلولی تابعی از بسامد فراصوتی و تراکم انرژی است. با کنترل تراکم انرژی هایفو می‌توان نظیر لیزر اعمالی چون برش، سوزاندن، تبخیر، گرم کردن، انعقاد، فعال‌سازی نوری و خارج کردن عضو را انجام داد. بدین ترتیب تحت تأثیر قراردادن بافت‌های سلولی در عمق بدون صدمه به بافت‌های میانی و کناری کاربرد مهم هایفو است.

کاربرد پرتوهای فراصوتی در درزگیری سوراخ ریه‌ها

پژوهشگران در حال مطالعه بر روی نیروی بسیار متمرکز شده فراصوتی (HIFU) هستند تا سوراخ ایجاد شده در ریه‌ها را درزگیری و از نشت خون و هوا جلوگیری کنند. آزمایش‌های اخیر روی ریه خوک نشان داد که هایفو سوراخ‌ها را در ۱ تا ۲ دقیقه درزگیری می‌کند. بیش از ۹۵ درصد از ۷۰ مورد عمل جراحی با این روش، پس از ۲ دقیقه درمان پایدار ماندند. این روش جزء روش‌های غیرتهاجمی است و خونریزی را از خارج بدن متوقف می‌کند و تحول عظیمی را در ترمیم زخم‌های حساس ایجاد خواهد کرد. هم‌اکنون این روش بر روی بیماران سرطانی هم در حال بررسی است تا با استفاده از آن بتوان بافت‌های سرطانی را از بین برد.

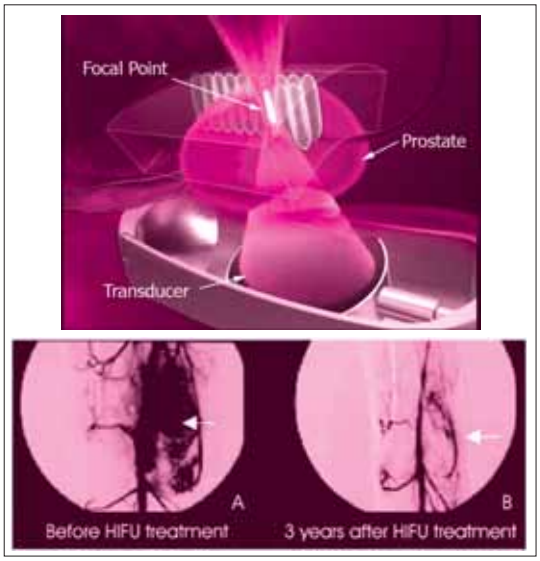


کاربرد این روش در درمان سرطان پروستات

سرطان پروستات شایع‌ترین سرطان در مردان بعد از سرطان پوست به‌شمار می‌رود که بعد از سن ۵۰ سالگی بروز می‌کند. روش‌های موجود برای درمان این نوع سرطان، شامل روش‌های تهاجمی (جراحی مرسوم قدیمی و جراحی از طریق لاپاراسکوپی که باعث خونریزی نیز می‌شود) و روش‌های غیرتهاجمی پرتودرمانی و نزدیک‌درمانی هستند.

اما در این روش غیرتهاجمی، تمرکز امواج فراصوتی در یک نقطه باعث بالا رفتن دمای آن ناحیه تخریب سلول‌ها می‌شود.

دانشمندان با مطالعاتی که در زمینه دستگاه اعصاب مرکزی انسان انجام دادند، دریافتند که انرژی فراصوتی می‌تواند به میزان زیاد در یک حجم کوچک متمرکز و باعث ایجاد تغییرات غیرتهاجمی در بافت سلولی شود

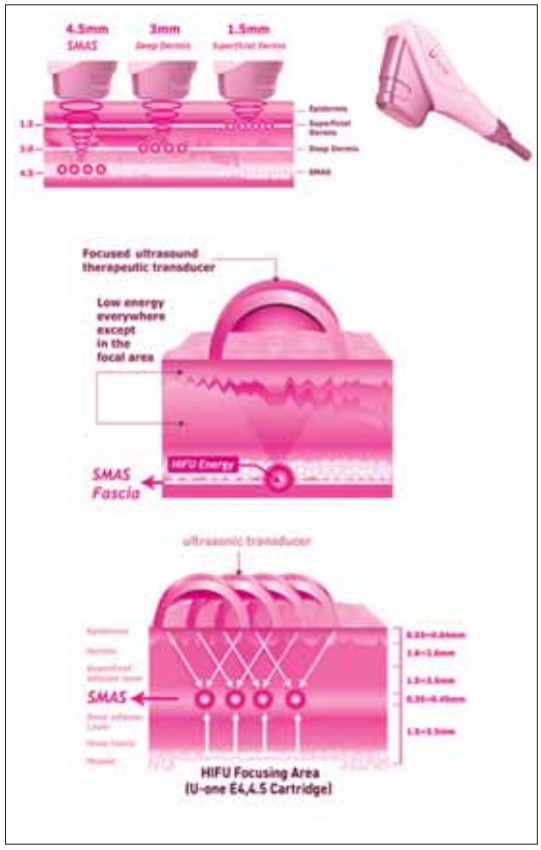


در این روش برخلاف روش جراحی هیچ نیازی به عمل باز و برش در ناحیه مثانه و مجرای ادراری نیست و ساختار بدن نیز از بین نمی‌رود. از این روش هم‌اکنون به‌صورت گسترده در تمام کشورهای اروپایی و به تازگی در ترکیه استفاده می‌شود. در ژاپن ۱۳ مرکز با روش هایفو فعالیت می‌کنند، همچنین در استرالیا و کانادا سه مرکز وجود دارد و ایران به عنوان اولین کشور در خاورمیانه و دومین کشور بعد از ژاپن در آسیا مرکز هایفو را تأسیس کرده است.

با توجه به اینکه مدت زمان بستری و عوارض جانبی آن در این روش بسیار کمتر از روش‌های دیگر است لذا امید می‌رود که با پیشرفت این عمل بتوان آن را در درمان سرطان سینه، کلیه و لوزالمعده نیز به‌کار برد.

کاربرد این روش در جوان‌سازی پوست

استحکام پوست و قوام آن به داربست زیرین آن‌که شامل الیاف کلاژن و الاستین، بستگی دارد. این الیاف بر اثر عوامل محیطی مانند نور آفتاب، استرس‌ها، آلودگی هوا، دخانیات، تغذیه ناسالم و... دچار خوردشدگی و پارگی می‌شوند و بدین ترتیب نمود بیرون آن افتادگی پوست و شلی و چروک آن است. تاکنون روش‌های درمانی متعددی (جراحی و لیزر و RF) جهت رفع چین و چروک و شل‌شدگی پوست براساس تخریب ساختار قدیمی کلاژن و تحریک کلاژن‌سازی جدید مورد استفاده پزشکان قرار گرفته است. اما انرژی مورد استفاده در این دستگاه‌ها موجب تخریب و قرمزی سطح پوست نیز می‌شود. اما در روش هایفو سطح خارجی پوست کاملاً دست‌نخورده باقی می‌ماند چون کانونی شدن امواج فراصوتی در عمق ۱/۵ تا ۴/۵ میلی‌متری زیر پوست باعث ایجاد دمای ۶۵ تا ۷۰ درجه و همچنین منعقد شدن الیاف کلاژن و سلول‌های موجود در آن نقطه می‌شود.



علت این پدیده آن است که انرژی این امواج چندان زیاد نیست که بتواند در نقطه برخورد با سطح پوست باعث سوختگی شود، اما وقتی این امواج در عمق پوست با یکدیگر تلاقی کنند و کانونی شوند می‌توانند اثر یکدیگر را تشدید و تقویت کنند. برای درک بهتر سازوکار هایفودرمانی به دستگاه مایکروویو اشاره می‌کنیم. امواج مایکروویو به‌صورت مداوم (چندین و چند دقیقه) ماده غذایی را هدف قرار می‌دهند اما در هایفودرمانی مدت زمان شلیک امواج فراصوتی به هر یک از نقاط هدف فقط کسری از ثانیه است و نقاط مجاور بعدی بلافاصله یکی پس از دیگری توسط دستگاه هایفودرمانی هدف قرار می‌گیرند به‌همین دلیل سطح بیرونی کاملاً سالم و بدون عارضه باقی می‌ماند، چرا که تمام اتفاقات زیر پوست رخ می‌دهد.

نتیجه‌گیری

گرچه روش هایفو در درمان سرطان پروستات در اروپا، ژاپن و ایالات متحده امریکا، درصد موفقیت بالایی داشته و درمان فیبروم رحم و بهبود باروری با این روش تا حدودی به اثبات رسیده است، اما مطالعات بیشتری مورد نیاز است تا در مراکزدرمانی بیشتری از این روش جهت درمان قطعی بیماری‌های نام برده استفاده شود.

پی‌نوشت

High Intensity Focused Ultrasound

منابع

1. Alkhorayef M, Mohmoud MZ, Alzimami KS, Sulieman A, Fgiri MA, High intensity focused ultrasound in Localized Prostate Cancer treatment., Pol J Radiol, 2015 Mar 13:80:131-41.
2. Kennedy JE. High-intensity focused ultrasound in the treatment of solid tumors. Nat Rev Cancer. 2005; 5(4): 321-7. [PubMed]
3. Zhou Y-F. High intensity focused ultrasound in clinical tumor ablation. World J Clin Oncol. 2011; 2: 8-27. [PMC free article] [PubMed]

قانون سوم کپلر و مأموریت فضاپیمای کپلر

ترجمهٔ مرجان روح‌نواز

اشاره

سالی که گذشت با تمام رویدادهای نجومی و فضایی هیجان‌انگیزی که دربرداشت، سالی مهم برای تصمیم‌گیری درباره سرنوشت سیارات زیست‌پذیری همانند زمین بود. چرا که سرانجام دانشمندان ناسا موفق شدند تا با در نظرگرفتن تمهیداتی، مأموریت فضاپیمای کپلر[1] برای یافتن این سیارات را در برنامه‌ای جدید به نام K2 ادامه دهند. نوشتار زیر چکیده‌ای است از فعالیت‌های فضاپیمای کپلر و اهداف آن.

کلیدواژه‌ها: فضاپیمای کپلر، موجودات هوشمند، سیارات فراخورشیدی، کهکشان راه‌شیری

اهداف اصلی مأموریت کپلر

پرسشی دیرینه که همه را سرگرم ساخته، این است که آیا موجودات هوشمندی ورای منظومه خورشیدی ما وجود دارند یا خیر؟ تا سال ۱۹۹۵ پاسخ به این پرسش منحصر به برآورد تعداد ستارگان کهکشان‌ها ـ نزدیک به صدها میلیارد ـ می‌شد در حالی‌که بجز در مورد خورشید خودمان و تپ اختر PSBB۱۲۵۷+۱۲ (در صورت فلکی دوشیزه[2]) هیچ گواهی برای اینکه این ستاره‌ها سیاره‌ای هم داشته باشند، وجود نداشت. از سال ۱۹۹۵ وکشف نخستین سیاره فراخورشیدی که به دور ستاره‌ای همانند خورشید می‌گشت تا پرتاب کپلر در سال ۲۰۰۹، صدها سیاره فراخورشیدی یافت شده‌اند، اما بیشتر آن‌ها سیاراتی غول پیکر و داغ هستند که احتمال وجود زندگی در آن‌ها بسیار کم است.

نخستین مأموریت فضاپیمای کپلر (۲۰۱۳-۲۰۰۹) یافتن پاسخی به این پرسش بود که در کهکشان راه‌شیری سیاراتی در اندازه‌های زمین در منطقه زیست‌پذیر ستارگان خورشید مانند، بسیارند یا اندک؟ دانشمندان براساس داده‌های به دست آمده از ۱۹۰۰۰۰ ستاره، برآوردهایی آماری از فراوانی سیارات فراخورشیدی در اندازه‌ها و شعاع‌های مداری گوناگون به‌دست آوردند. کپلر سیارات فراخورشیدی را در فاصله‌ای از ستاره میزبان که وجود آب مایع در سطح سیاره ممکن باشد دنبال می‌کرد. این ناحیه، ناحیه زیست‌پذیر ستاره نامیده می‌شود و ستارگان خورشیدمانند در این میان مهم‌ترین گزینه‌ها بودند.

روش‌های جست‌وجوی سیارات

پیش از کپلر بیشتر سیارات فراخورشیدی با اندازه‌گیری‌های دقیق انتقال دوپلری در طیف ستاره میزبان ـ به دلیل کشش گرانشی این سیارات بر آن ـ ردیابی می‌شدند. این روش، به «سرعت شعاعی» معروف است چرا که به اندازه‌گیری تغییرات سرعت ستاره در جهت یا خلاف جهت ما متکی است. دانشمندان از این روش که می‌تواند موضوعی جالب برای چالش و پژوهش در کلاس‌های نجوم باشد برای تعیین جرم سیاره فراخورشیدی استفاده می‌کنند. کپلر از «روش گذار» برای یافتن این سیارات استفاده می‌کند. در پدیده گذار هنگامی که سیاره از مقابل ستاره میزبان خود می‌گذرد، کسری از نور ستاره را می‌گیرد و باعث می‌شود تا ستاره اندکی تیره‌تر دیده شود.

هنگامی که کپلر گذارهایی همانند به مدت چندین ساعت را که در بازه‌های زمانی منظم تکرار می‌شوند ـ همانند گذارهای سیارات درونی دستگاه خورشیدی ما ـ دریافت کند می‌توان پنداشت که گزینه مناسبی برای سیاره فراخورشیدی یافته است. گمانه‌های نادرست مانند تغییرات درخشندگی حاصل از دستگاه ستارگان دوتایی را که در خط دید ما و ستاره هدف قرار دارند با توجه به اینکه منحنی‌های نوری که به‌وسیله کسوف دوتایی‌ها پدید می‌آید (V شکل، ناشی از افت درخشندگی) از منحنی‌های نوری ناشی از گذار سیارات (U شکل) متفاوت هستند، می‌توان از بین گزینه‌ها کنار گذاشت (شکل ۱). افزون‌بر این در بیشتر موارد دومین گذار (کسوف) ستارگان دوتایی از نخستین

گـذار آن‌هـا بسـیار متفاوت اسـت. گرچـه برخـی سـتارگان دوتایی کـه زمان دو کسوفشـان نزدیـک به‌هـم اسـت دوره‌هـای تناوب کوتاهـی هماننـد دوره تناوب سـیارات فراخورشـیدی دارنـد کـه کپلـر یافت، ولـی دوره تناوب بیشـتر آن‌هـا روزها، هفته‌ها، ماه‌ها یا شـاید سـال‌ها بـه درازا می‌کشـد. گمانه‌هـای نادرسـت دیگر نیز با رصدهای آینده کنار گذاشـته می‌شـوند و سـرانجام بـرای مـوارد بازمانده آنچه باید تعیین شـود این اسـت که احتمال اینکـه جرم رصد شـده یک سـیاره باشـد نـه جرمی دیگـر، چند درصد اسـت؟

گـذار سـیاره‌ای فراخورشـیدی بـه انـدازه زمیـن تغییـرات کمی در درخشـندگی سـتاره به وجـود مـی‌آورد ـ کاهشـی به انـدازه ۸۰ در یک میلیـون[3] ـ و معمولاً کمتر از یـک روز به درازا می‌کشـد. رصدهـای انجـام شـده از زمیـن می‌توانـد بـرآورد انـدازه سـتارگان هـدف را بهبود بخشـد و در صـورت امـکان، جـرم سـیاره را بـا بهره‌گیـری از اندازه‌گیـری سـرعت شـعاعی می‌تـوان پیـدا کرد.

انـدازه سـیاره فراخورشـیدی را می‌تـوان از کاهـش قـدر درخشـندگی آن ـ عمـق گـذار ـ و اندازه سـیاره میزبان به‌صورت زیر محاسـبه کرد: دوره تناوب مداری سـیاره فراخورشـیدی از روی زمـان بیـن گذارهای پیاپی مشـخص می‌شـود؛ از این مقـدار و جرم سـتاره و بهره‌گیری از قانـون سـوم کپلـر در حرکت مداری سـیارات برای محاسـبه اندازه نیم محـور بزرگ بیضی مـدار ـ کـه فاصلـه میانگیـن سـیاره فراخورشـیدی از سـتاره خـود در نظـر گرفته می‌شـود، اسـتفاده می‌کنیم. اکنون با دانسـتن مسـافت سـیاره فراخورشـیدی از سـتاره میزبان و دما و شـعاع سـتاره از فرمول تابش جسـم سـیاه برای مشـخص کردن انرژی دریافت شـده توسط سـیاره بهـره می‌گیریـم و دمـای آن را بـرآورد می‌کنیـم. بـا ایـن کار می‌تـوان پیش‌بینی کرد کـه آیا سـیاره در منطقه زیسـت‌پذیر سـتاره خـود قـرار دارد یا خیر؟

تجهیزات کپلر

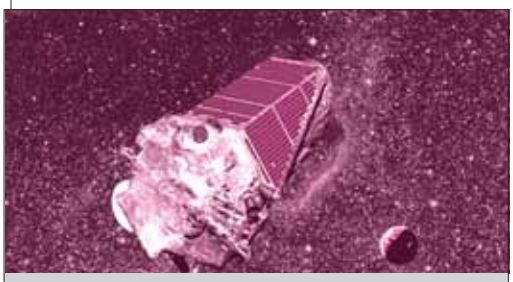
قلـب تلسـکوپ فضایی کپلر نورسـنجی بسـیار حسـاس اسـت که بـا دقتی تمـام تغییرات درخشـندگی را اندازه می‌گیرد (شـکل ۳). این نورسـنج با ۴۲ حسـگر CCD[4] و مجموع توان تفکیک ۹۵ مگاپیکسـل، بزرگترین نورسـنجی اسـت که تاکنون به فضا پرتاب شـده اسـت. می‌توانید این مقدار پیکسـل را با شـمار پیکسـل‌های دوربین ccd گوشـی همراهتان مقایسه کنیـد (هنگامـی کـه کپلر به فضـا پرتاب شـد آی‌فون از فنـاوری دوربین‌های ۳ مگاپیکسـلی بهـره می‌بـرد و در سـال ۲۰۱۴ تـوان تفکیک دوربین گوشـی‌ها ۸ تا ۴۰ مگاپیکسـل بود).

بـا بهره‌گیـری از طراحـی تلسـکوپ بازتابـی اشـمیت، پهنـای میـدان تلسـکوپ کپلـر تقریباً ۱۵° اسـت. دریچه دیافراگم ۰/۹۵ متری کپلر آن را بزرگ‌ترین تلسـکوپ میدان دید ـ گسترده‌ای کرده که تا سـال ۲۰۱۴ در مدار زمین قرار گرفته اسـت . گسـتره این میدان دید به دانشـمندان اجازه می‌دهد که همزمان و پیوسـته گذار بیش از ۱۷۰۰۰۰ سـتاره را ردیابی کنند.

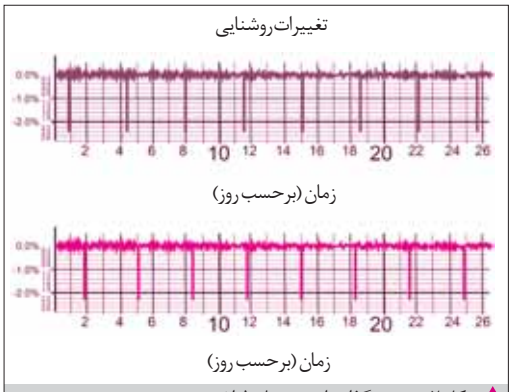
از آنجـا کـه سـیاره‌ای به انـدازه زمین کاهـش اندکی به انـدازه کمتـر از ۰/۰۱ درصد (کمتر از ppm ۱۰۰) در درخشـندگی سـتاره خـود ایجـاد می‌کنـد، نورسـنج ایـن تلسـکوپ بایـد حساسـیت بسـیار نسـبت به نوفه‌هـای کمتـر از ppm ۲۰ داشـته باشـد. ردیابی سـیاراتی به انـدازه زمیـن ماننـد این اسـت که هنگامی که نور چراغ ماشـینی واقع در دوردسـت بـه اندازه نقطـه‌ای نورانـی بـه چشـم می‌آیـد، بخواهیم حشـره‌ای کـه از جلوی ایـن چراغ می‌گـذرد را ردیابـی کنیـم. چنیـن دقتی به دلیل اثرات جـوی از رصدهای روی زمیـن برنمی‌آید بنابراین کپلـر بـه فضـا پرتاب شـده اسـت تـا بـدون رویدادهای مزاحـم رصـد، مانند طلوع خورشـید، روشـنایی روز، ابـر، مـه و طوفان‌هـای جوی بتـوان رصدی پیوسـته از گذارها داشـت.

کپلر به کجا نگاه می‌کند؟

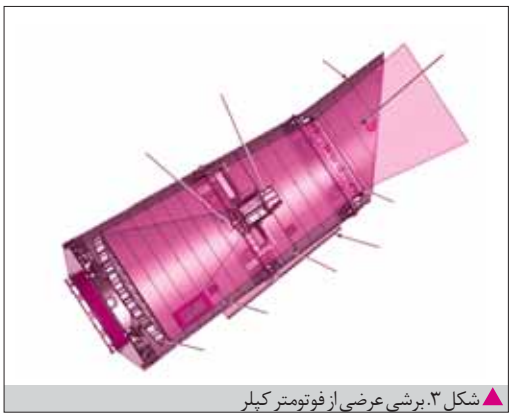
رعایـت کـردن این نکته مهم اسـت که نقطه‌ای که کپلر به آن نشـانه مـی‌رود نزدیک اجرام نورانـی ماننـد خورشـید، ماه و سـیاراتی نباشـد کـه در امتـداد دایره‌البروج حرکـت می‌کنند. میـدان دیـد کپلـر صورت‌های فلکی قو[5] و شـلیاق[6] در ۵۵° بالای صورت فلکـی و اندکی خارج



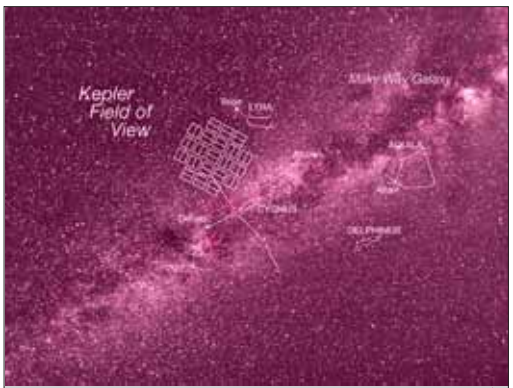
شکل ۱. تفاوت بین منحنی‌های نوری الف) گذارهای U- شکل (سیارات) و ب)V-شکل(ستارگان دوتایی)
منبع: Astronomy - September 2015
برای درک بهتر، شکل به متن مقاله افزوده شده است/اصل آن پیوست فایل‌های مقاله‌است.



شکل ۲. منحنی گذار برای دو سیاره فراخورشیدی



شکل ۳. برشی عرضی از فوتومتر کپلر



شکل ٤. میدان دید کپلر

از صفحه کهکشان راه‌شیری بود که ستارگان بی‌شماری را دربرداشت ـ اما نه آن‌قدر زیاد که نتوان آن‌ها را از یکدیگر تشخیص داد. برای این کار ستارگانی به اندازه خورشید و کوچک‌تر از آن برگزیده شدند.

فضاپیمای کپلر مداری خورشید مرکز با دوره تناوب ۳۷۲/۵ روز را می‌پیماید (که اندکی از مدار زمین طولانی‌تر) و به همین دلیل دوره تناوب آن کمی از سال زمینی بیشتر می‌شود (شکل ۵). می‌توان برای تمرین از دانش جویان خواست تا محاسبه کنند چه مدت طول می‌کشد تا زمین با دوره تناوب گردش ۳۶۵/۲۵ روز به فضاپیمای کپلر برسد؟

(پاسخ: سال/ روز ۳۶۵/۲۵ سال/ روز ۳۷۲/۵ / ۳۶۵/۲۵ روز)

یافته‌های کپلر

کپلر در نخستین ماه‌های مأموریت خود (مارس ۲۰۰۹)، ۵ سیاره فراخورشیدی غول پیکر را یافت که همگی با دمایی بالای ۱۵۰۰K (۱۱۰۰ °C) یک مشتری داغ بودند که به دور ستارگان میزبان خود می‌چرخیدند.

در ژانویه ۲۰۱۵ کپلر ۴۱۱۷ نامزد دیگر را شناسایی کرد که ۱۰۱۳تای آن‌ها سیاره فراخورشیدی تشخیص داده شدند. این سیارات از نظر اندازه به دو دسته تقسیم می‌شدند: کوچک‌تر از نپتون و بزرگ‌تر از زمین (سیاره‌ای در این اندازه در دستگاه خورشیدی ما یافت نمی‌شود) کادر کناره مقاله چکیده‌ای است از برخی یافته‌های کپلر.

مأموریت کنونی کپلر

گردآوری داده برای مأموریت نخستین کپلر در ۱۱ می ۲۰۱۳ به‌دلیل خرابی یکی از چرخ‌های واکنشی (ژیروسکوپ[7]) فضاپیما متوقف شد. برای هدف‌گیری دقیق تلسکوپ به میدان دید ثابت خود، ۳ ژیروسکوپ مورد نیاز است. در پاییز ۲۰۱۳ دانشمندان و مهندسان روشی ابداع کردند تا فرایند هدف‌گیری تنها به دو ژیروسکوپ نیاز داشته باشد. اما مشکل اصلی در این راه فشار تابش خورشیدی برفضاپیماست که آن را از میدان دید خود منحرف می‌کند. برای هدف‌هایی که در صفحه مداری زمین قرار دارند، گشتاور فشار تابش خورشیدی کمترین اندازه را دارد و تنها ۲ ژیروسکوپ نیاز است تا دقت هدف‌گیری برآورده شود. در می ۲۰۱۴ سازمان فضایی آمریکا، ناسا، مأموریتی جدید به نام k۲ برای کپلر معین کرد که هدف آن فراتر از مأموریت نخستین بود. k۲ نیز در پی یافتن سیارات فراخورشیدی است اما اخترشناسان به‌وسیله آن می‌توانند با دقت نورسنجی که در تاریخ اخترشناسی سابقه نداشته است آن‌ها را مشاهده کنند.

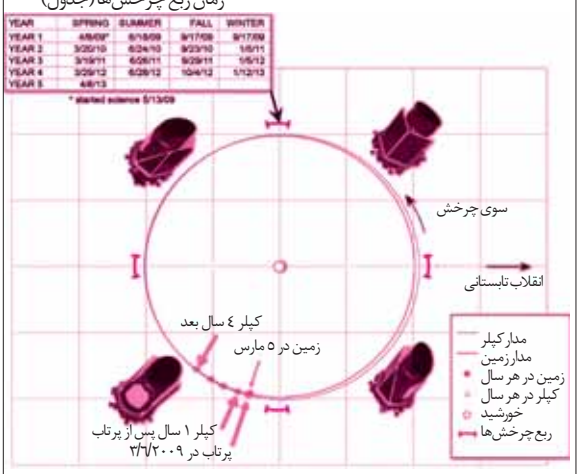
برنامه‌های آینده

تلسکوپ‌های فضایی آینده جو سیارات فراخورشیدی را با طیف‌نمایی خواهند کاوید تا نشانی از زندگی در آن‌ها بیابند. مهم‌ترین گزینه‌های مورد نظر دانشمندان برای یافتن زندگی وجود دی‌اکسید کربن، آب، متان، اکسیژن و اوزون در جو این سیارات است. چرا که دست کم وجود این مولکول‌ها در جو زمین سبب پیدایش و حفظ حیات شده است. اخترشناسان از پروژه ستی (SETI[8]) برای دریافت سیگنال‌هایی در طیف الکترومغناطیس دریافتی از سیارات فراخورشیدی کپلری بهره خواهند برد تا شاید نشانه‌هایی از فناوری فرازمینی بیابند. فضاپیمای کپلر گامی آغازین برای یافتن حیات ورای منظومه شمسی بود و همان‌گونه که بیل بوروکی از پژوهشگران ارشد کپلر می‌گوید: «حتی اگر خود فرازمینی‌ها را نیابیم شاید زیستگاه آن‌ها را پیدا کنیم».

زمان ربع چرخش‌ها (جدول)

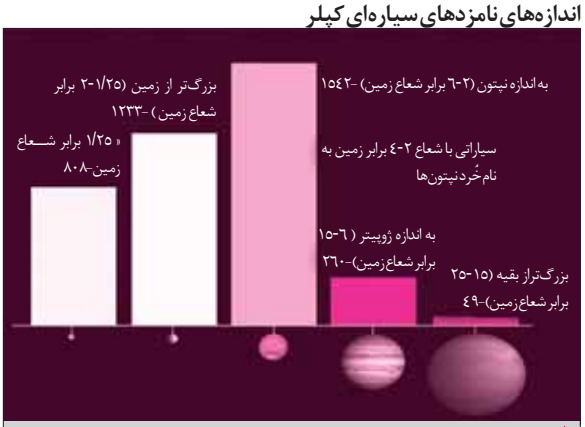
YEAR	SPRING	SUMMER	FALL	WINTER
YEAR 1	4/6/09*	6/13/09	9/17/09	9/17/09
YEAR 2	3/25/10	6/24/10	9/23/10	1/6/11
YEAR 3	3/19/11	6/28/11	9/29/11	1/6/12
YEAR 4	3/29/12	6/29/12	10/4/12	1/12/13
YEAR 5	4/8/13			

* started science 5/13/09



▲ شکل ۵. مدار فضاپیمای کپلر

اندازه‌های نامزدهای سیاره‌ای کپلر



▲ شکل ٦. توزیع اندازه نامزدهای سیارات فراخورشیدی تا ژانویه ۲۰۱۵ (براساس داده‌های ٤ ساله کپلر)

نتایج مأموریت نخستین کپلر. بررسی داده‌ها هنوز ادامه دارد و این‌ها تنها نمونه‌های مهم از کشفیات کپلر تا به امروز هستند.برای جزئیات بیشتر تارنمای زیر را ببینید:
/http://kepler.nasa.gov/news

۸-۲٦-۲۰۱۰ کشف نخستین سیارات فراخورشیدی کپلر ۹cو ۹b که هر دو به دور یک ستاره می‌چرخیدند با ردیابی تغییرات زمانی گذار آن‌ها.

۱۰-۱٦-۲۰۱۲ در یک پروژه نجوم شهروندی به نام «شکارچیان سیاره[9]» با استفاده از داده‌های کپلر در منظومه‌ای ٤ ستاره‌ای، سیاره‌ای که به دور ۲ ستاره می‌چرخید، یافت شد.

۱۰-۳۰-۲۰۱۳ کشف کپلر ۷۸b نخستین سیاره با اندازه و جرم زمین.

۰۵-۱٦-۲۰۱٤ تصویب مأموریت کپلر به نام K۲ با دو ژیروسکوپ باقی‌مانده در امتداد دایره‌البروج.

۰۱-۰٦-۲۰۱۵ ردیابی ۱۰۰۰مین سیاره در منطقه زیست‌پذیر ستاره خود توسط کپلر.

برای رعایت اختصار، شکل‌های هنری و بخشی از سیارات درون کادر، از مقاله حذف شده‌اند. تنها برخی رویدادهای مهم آورده شده و بقیه به آدرس تارنمای بالا ارجاع شده‌اند.

پی‌نوشت‌ها

1.The Physics Teacher, April 2015, Kepler's Third Law and NASA's Kepler Mission
2. Virgo
3. parts per million
4. charge- coupled devices
5. Cygnus
6. Lyra
۷. چرخ‌های واکنشی در واقع ژیروسکوپ‌هایی هستند که کپلر را رو به میدان آماج خود ثابت نگه می‌دارند.
8. search for extraterrestrial intelligence
(جست‌وجوی هوش فرازمینی)
9. planet hunters

اشاره

«وضعیت آموزشـــی فیزیک در مدارس و دانشگاه‌های ایران»، محور اصلی گپ و گفتی بود که با آقای دکتر شاهین روحانی استاد فیزیک نظری دانشـــگاه صنعتی شریف و رئیس انجمن فیزیک ایران انجام شد. در این گپ و گفت که با حضور خانم دکتر منیژه رهبر سردبیر و آقایان: اسفندیار معتمدی، احمد احمدی و روح‌الله خلیلی بروجنی و خانم آزیتا سیدفدایی، اعضای هیئت تحریریهٔ مجلهٔ رشد آموزش فیزیک برگزار شد، دکتر روحانی گفت: «باید نقش فیزیک در رشد و توسعهٔ کشور، فناوری، مهندسی و مسائل مختلف جامعه مشخص شـــود. در کشور ما، سوق دادن آموزش ابتدایی و متوســـطه به سمت تجربی شدن بسیار ضروری است. نظام آزمایشگاه‌های ما باید عوض و درس آزمایشگاه جدی گرفته شود و امتحان داشته باشد و...»

ضمن تشـــکر از جناب آقای دکتر روحانی که دعوت ما را پذیرفتند و وقت ارزشمندشان را در اختیار مجلهٔ رشد آموزش فیزیک قرار دادند، مشـــروح کامل ایـــن گفت‌وگو را تقدیم مخاطبان گرانقدر مجله می‌کنیم:

نقش فیزیک در رشد و توسعهٔ کشور باید شناخته شود

پای صحبت دکتر شاهین روحانی، استاد فیزیک نظری دانشگاه صنعتی شریف و رئیس انجمن فیزیک ایران

گفت‌وگو از نصرالله دادار

é محور و بحث اصلی ما در این نشست، آموزش فیزیک در ایران است. ارزیابی شما از وضعیت آموزش فیزیک در ایران چیست؟ برای شروع، لطفاً خودتان را معرفی کنید.

بنده شاهین روحانی متولد ۱۳۳۶ تهران هستم. دوران ابتدایی در تهران بودم و بعد از آن هم تا دوره متوســـطه، پنجم کلاس ریاضی را در دبیرستان خوارزمی تهران بودم. در کلاس پنجم ریاضی با تشخیص و صلاحدید پدرم، قبل از گرفتن دیپلم، برای ادامه تحصیلات به انگلستان رفتم.

دیپلمم یا به عبارت دیگر دورهٔ اُلِول (OLevel) و اِلِول (ALevel) را در کالج انگلستان گذراندم. بعد به دانشگاه کنتربری[1] رفتم و در فیزیک نظری لیسانس گرفتم. بعد از آن امپریال کالج[2] دانشگاه لندن دوره ارشد و دکترای خود را گذراندم. سرانجام سال ۱۳۵۹ در رشته فیزیک نظری ذرات بنیادی فارغ‌التحصیل شدم.

بعد از آن ۲ ســـال را در مرکز تحقیقات فیزیک دابلین[3] دوره پسادکترا را گذراندم و دو ســـال در دانشگاه دارهام انگلستان دوره پسادکتری بودم. بعد از این دو دوره پسا دکترای فیزیک، به رشـــته ژنتیک جوامع تغییر رشـــته دادم و چهار ســـال در یونیورسیتی کالج دانشگاه لندن باز برای پسادکترا اما این‌بار در رشته زیست‌شناسی نظری تحصیل کردم. این هشت سال پس از کسب دکترا را برای پسادکترا سپری کردم بعد به ایران آمدم که یک‌ســـال در دانشگاه تهران به‌عنوان استادیار بودم. پس از آن به دانشگاه شریف رفتم و تا به امروز در این دانشگاه مشغول به خدمت هستم.

ظاهراً برهه ٤ ساله رفتن به رشته ژنتیک یا زیست‌شناسی نظری مـــرا از فیزیک دور کرد ولی واقعیتش این اســـت که کاربرد نظریه میدان و روش‌های تصادفی در زیست‌شناســـی نظری بود. یعنی از نظر محتوایی تغییری نبود.

در بازگشـــت به ایران و مشغول شـــدن در دانشگاه صنعتی شـــریف، باز در رشـــته فیزیک نظری تا به امروز ادامه داده‌ام. فعالیت‌هایی در پژوهشـــگاه دانش‌های بنیادی یا همان IPM هم ۲۵ سال گذشته از ۷۰ سال تاکنون داشتم.

اثرات این تغییرات یعنی پســـادکتراهای متعدد و تغییر به زیست‌شناســـی نظری و برگشت به کشـــور ایران باعث شده است که بنده در تنوعی از رشته‌ها کار کنم که شامل فیزیک نظری میدان، فیزیک آماری و در رشته‌های مدل‌های نظری ژنتیک جوامع تعدادی مقاله دارم.

آموزش فیزیک در انگلستان یعنی فیزیک تجربی. می‌بایست از تجربه فیزیک به مفهوم دست پیدا می‌کردیم و به نظریه می‌رسیدیم. در حالی که ما در ایران کاملاً در نظریه ایستاده بودیم و تجربه جهت تفریح و تفنن ما بود

é آیا تاکنون کارهای مدیریتی هم داشته‌اید؟

بله. مدیریت در سطح کوچک بوده است. مدتی در ابتدا معاون تحصیلات تکمیلی دانشکده بودم. بعد از آن ریاست پژوهشکده فیزیک پژوهشگاه دانشگاه بنیادی را برعهده داشتم. ریاست پژوهشکده سیاست‌های هوشمند در IPM که بعداً به پژوهشکده علوم‌شناختی تغییر کرد را داشتم. در حال حاضر ریاست انجمن فیزیک و ریاست پژوهشکده میکروالکترونیک ایران را برعهده دارم.

é استاد! آموزش فیزیک در ایران با انگلستان چه تفاوتی داشت؟

سؤال به جایی است. وقتی بنده را در سن کم و زیردیپلم به انگلستان فرستادند، برای شروع می‌بایست به کالج می‌رفتم. روز اول خاطره جالبی را برایم رقم زد، درس اول و کلاس اول روزم فیزیک بود و باید به اتاق شماره فلان می‌رفتم. وقتی وارد اتاق شدم، با یک آزمایشگاه فیزیک بزرگ، پر از میزهای وسیع در ۷ ردیف که هر میز برای ٦-٤ نفر مناسب بود، مواجه شدم. در ابتدا ترسیدم و گمان کردم که وارد کلاس اشتباهی شدم. در را بستم و خارج شدم. از دیگران پرسیدم کلاس فیزیک کجاست؟ گفتند: همین کلاس فیزیک است. گفتم: اینجا آزمایشگاه است. گفتند: کلاس فیزیک همین‌جاست.

é این خاطره مربوط به اواخر دهه ۶۰ میلادی است؟

این در سال ۱۹۷۰ یا ۷۱ میلادی است. وقتی وارد کلاس شدم، خیلی ترسیده بودم. حقیقتش آن است که بنده از دبیرستان خوارزمی خیلی با اطمینان و اعتمادبه‌نفس بالا که فیزیک را به خوبی بلدم، وارد آن کالج شدم. وقتی در آزمایشگاه نشستم، دیگر ماست‌هایم را کیسه کردم. یک استاد فیزیک بداخلاق با روپوش سفید آمد و گفت: وسایل مورد نیاز روی میزهای شماست و شما باید آزمایش مربوط به آن را انجام بدهید. گفتم: ای داد و بیداد، این چگونه درس فیزیکی است؟ خلاصه از سایر بچه‌ها پرسیدم. اتفاقاً مسئله بسیار ساده‌ای بود. بعداً که آزمایش را انجام دادم، متوجه شدم مسئلهٔ ساده‌ای است. قطعاتی از فلز بریده بودند و می‌بایست مرکز ثقل آن‌ها را به وسیله آویزان کردن یک شاقول پیدا می‌کردیم. از گوشه‌های مختلف آن قطعات و اشکال هندسی شاقول را آویزان می‌کردیم و مرکز تقاطع را به‌دست می‌آوردیم و مرکز جرم آن می‌شد.

ولی وحشت اولیه که می‌بایست آزمایش فیزیک را شخصاً و به تنهایی انجام بدهم، مرا بسیار ترساند. این نقطه ضعف بسیار بزرگ در طی تحصیل در انگلیس گریبانگیر من شد. از دیدگاه آنان آموزش فیزیک، فیزیک تجربی بود. آموزش فیزیک در انگلستان یعنی فیزیک تجربی. عده محدودی، شاید پنج درصد دانشکده در حد ۲ استاد نظریه‌پرداز بودند.

می‌بایست از تجربه فیزیک به مفهوم دست پیدا می‌کردیم. از تجربه باید به نظریه می‌رسیدیم. در حالی که ما در ایران کاملاً در نظریه ایستاده بودیم و تجربه جهت تفریح و تفنن ما بود. این موضوع گریبانگیر من بود تا درس کوآنتوم دانشگاه و آخرش که استاد تجربی آن را درس داد. درس ترمودینامیک را استاد تجربی تدریس کرد و همه این موارد سختی خاصی را همراه خودش برایم آورد که می‌بایست دائماً با مقوله فیزیک تجربی کنار می‌آمدم و خیلی برایم مشکل بود و چیزی که باعث شد در رشته فیزیک نظری ادامه تحصیل بدهم، همین ضعف من بود. چون نمی‌توانستم در آزمایشگاه دکترا بگیرم. پرسیدم اگر رشته فیزیک نظری را انتخاب کنم، دیگر آزمایشگاه ندارد؟ گفتند: خیر. به‌همین دلیل رشته فیزیک نظری را انتخاب کردم.

é معلم‌های فیزیک شما در ایران، در آن زمان چه کسانی بودند؟ آقای مسعودی یا آقای عربوف بودند؟

آقای عربوف به ما درس نمی‌دادند. ایشان را یک‌بار دیدم اما در خوارزمی به ما درست نمی‌دادند. اسم معلم فیزیکم را یادم نیست. آقای عربوف را در خوارزمی دیدم، اما ایشان بیشتر نقش مدیریتی داشتند و به ما درس نمی‌دادند.

اصلاً آن موقع آزمایشی نبود! غضنفر بازرگان آن وقت در خوارزمی آزمایشگاه داشت!! یک آزمایشگاهی در خوارزمی وجود داشت که ما یک‌بار رفتیم و ایستادیم و تماشا کردیم که دبیر فیزیک تعدادی آزمایش برای ما نمایش داد. آزمایشگاه ما یک آزمایشگاه نمایشی بود. گفتند: اگر اینجا این کار را انجام بدهیم، این‌گونه می‌شود و ما فقط تماشا کردیم. اینکه خودمان یک آزمایش را انجام بدهیم موضوع وحشتناکی محسوب می‌شد. این خاطره‌ای که برای شما تعریف کردم، در سطح پایین یعنی اُ لِول بود. بعداً که وارد مرحله اِ لِول شدم، از من انتظار داشتند که میزان خطا را هم در اندازه‌گیری‌هایم تعیین کنم. خطا چیست؟ البته مزاح می‌کنم، معلوم است که خطا هم اهمیت دارد. آنچه در فیزیک انگلستان در اولین نگاه به چشم می‌آمد، حکومت مطلق تجربی‌کاران بود. فیزیک تجربی، حکومت دانشگاه فیزیک انگلستان بود. دو نفر ته کریدور به‌عنوان نظریه‌پرداز بودند و برای من خیلی سخت بود. چون اصلاً آمادگی انجام آزمایش و تحلیل خطا و کشیدن نمودار و تحلیل نمودار را نداشتم و ۲۵ درصد یکی از آزمون‌های سطح عالی (اِ لِول) فیزیک تجربی بود که می‌بایست یک آزمایش را انجام می‌دادم و تحلیل‌های مربوط به آن را می‌نوشتم. به‌خاطر ضعفم و ۲۵ درصد تأثیر آزمایش که پنج نمره می‌شد، من یک گرفتم.

é وقتی از ایران تشریف بردید و دو سال سطح عادی (اُ لِول) و سطح عالی (اِ لِول) خواندید، آیا با هدف تحصیل

در ده سال گذشته، تغییری که در آموزش ایجاد کردم، به جای تدریس فرمال و رسمی، تدریس غیررسمی مفهومی کردم و سعی کردم به سؤالی که در ذهن دانشجو است بپردازم، نه اینکه قدم‌به‌قدم، طبق نوشته‌های کتاب درسی پیش بروم

در رشته فیزیک به انگلستان رفتید یا خیر بعداً به رشته فیزیک علاقه‌مند شدید؟

از دبیرستان به خودم اعتماد داشتم و معتقد بودم که باید فیزیک بخوانم. در دبیرستان و در تهران علاقه من به فیزیک زیاد بود و نمرات این درسم خوب بود. به قصد خواندن فیزیک رفتم. در ابتدا هم اُلِوِل و اِلِوِل فیزیک را خواندم. یعنی ۲ سال بعد از پنج ریاضی من در آنجا فیزیک خواندم تا به سطح رفتن به دانشگاه برسم.

é **به کدام دانشگاه وارد شدید؟**

به دانشگاه کنت برای مقطع لیسانس وارد شدم.

é **استاد معتمدی: پس مشخص می‌شود که معلم‌ها در ایران شما را به فیزیک علاقه‌مند کردند. منتهی فیزیک نظری.**

بله. درک ما از فیزیک، فیزیک نظری بود. این کار را انجام می‌دهند و همچنان تأکید بر فیزیک نظری در ایران وجود دارد. ما شاهدیم، آقا و خانم جوانی را که از دبیرستان به فیزیک علاقه‌مند و وارد دانشگاه شده است تصورش از فیزیک چرخ‌گوشت است. بدین معنا که یک مسئله را به تو می‌دهند که شرایط اولیه‌اش تعریف شده است. دسته چرخ گوشت را می‌چرخانی و از تئوری استفاده می‌کنی و جواب از چرخ‌گوشت خارج می‌شود. در این مرحله ما با این دانشجویان می‌جنگیم تا به آن‌ها بفهمانیم که این‌گونه نیست. فیزیک عمدتاً عبارت است از اینکه این پدیده را مشاهده کردم، نمی‌دانم با آن چه‌کار کنم. می‌گویم مثال بزنید و بعد مثال مطرح می‌شود. می‌پرسند: چه‌کار کنیم؟ می‌گویم: باید فکر کنید. راه‌های مختلف را استفاده کنید تا به نتیجه برسید. من خیلی از اوقات در سمینارها و دانشگاه‌هایی که دعوت می‌شوم، مجبورم توضیح بدهم که فیزیک تجربی و فیزیک کاربردی با هم فرق دارد. فیزیک کاربردی نظری هم می‌توان داشت. برایشان مثال می‌زنم. به عنوان مثال اگر بنده به معادله شعله گاز خانه بپردازم و بگویم آن معادله چه شکلی است، این همان فیزیک کاربردی می‌شود. چرا؟ چون اگر این معادله را به درستی به‌دست بیاورم باعث می‌شود که گاز خانگی بهتر کار کند، که این همان فیزیک نظری کاربردی است.

فیزیک تجربی می‌تواند بنیادی باشد. چگونه؟ فیزیک تجربی بنیادی عبارت است از اینکه بنده بر روی مسائل بنیادی جهان همچون اسپین الکترون یا جرم موئون آزمایش انجام بدهم. این آزمایش‌ها فیزیک تجربی بنیادی می‌شوند.

در کشور ما یک ابهامی وجود دارد که فیزیک بنیادی و فیزیک نظری را یکی می‌دانند. شکستن این قضیه و جدا کردن این دو مقوله در اذهان بسیار مهم است. این مسئله اثرهای مدیریتی نیز دارد. در دانشگاهی بودم و رئیس دانشکده به استادان تأکید می‌کرد که کارهای کاربردی انجام بدهند. استادان هم کم‌لطفی نکرده بودند و کارهای تجربی خود را به‌عنوان کاربردی قالب کرده بودند. کار تجربی را نمی‌توان کار کاربردی دانست. کار تجربی، کار تجربی است. یعنی من به روش تجربی در حال کشف فیزیک بنیادی هستم.

در مورد سؤالی که مطرح شده بود و پرسیده بودند: نظریه‌پردازان دانشکده چه‌کار کنند؟ گفتیم: آن‌ها می‌توانند کار کاربردی انجام بدهند. نظریه را قابل استفاده برای چیزی به‌کار ببرند نه برای یک مسئلهٔ بنیادی. لذا این ابهام در سطح بالای کشور ما نیز وجود دارد و همین‌جور هرگاه فرصت شده است، سعی کرده‌ام تفاوت را ایجاد کنم که فیزیک تجربی و فیزیک نظری هر دو می‌توانند بنیادی یا کاربردی باشند. کاربرد یعنی هدف استفاده رساندن به بشر است. بنیادی یعنی هدف کشف طبیعت است. هدف قائل است به این تفکیک.

é **آقای خلیلی: جناب آقای دکتر، کشف طبیعت الزاماً نمی‌تواند از مسیر تجربه باشد. یک ابهام در اینجا برای خودش پیش آمده است. همان بحث اسپین الکترون، ممکن است در ذهن یا براساس آن پیش‌فرض‌های دانشمند به یک نظریه‌ای رسیده باشد و آن نظریه را در قالب تجربه می‌آورد و یا به عکس با یک تجربه‌ای به یک پدیده‌ای برسد، آن‌را مدل‌سازی کند و نظریه بسازد.**

دقیقاً این موارد که شما فرمودید، صحیح است ولی در ذهن خیلی‌ها ابهام وجود دارد. مثلاً دیراک[۴] گفت که معادله کلاین‌ـ گوردون[۵] نمی‌تواند معادله درست الکترون باشد و رفت معادله دیراک را پیدا کرد. پس بنابراین نظریه الکترون را استخراج کرد. کشف معادله دیراک که یک کشف نظری است منجر شد به اینکه اگر الکترون داریم پس پوزیترون هم داریم. تا آن‌روز پوزیترون ندیده بودند. رفتند آزمایش انجام دادند و پوزیترون را دیدند و این مطالعه بنیادی نظری که به کشف تجربی منجر شد. به عکس آن نیز می‌شود. به عکس بدین‌صورت بود که وقتی که دنباله ذره مزون‌پی گشتند، یک ذره‌ای با جرم یک ذره کمتر پیدا کردند که تقریباً همان رفتار را نشان می‌داد. در ابتدا فکر کردند ذره پی است. بعداً کم‌کم کشف شد که نه خیر این ذره، ذره موئون است. ذره موئون نه پیون که کمی سبک‌تر از ذره پیون است که بعداً هم ذره پیون کشف شد. این یک مثال کشف تجربی بود که صرفاً در آزمایشگاه دیده بودند و بعداً کسی آمد و توضیحش داد. به عکس، طبیعت کشف شد یعنی طبیعت اول با تجربه کشف شد.

é **در اینجا، شما می‌توانید این سؤال را مطرح کنید که چند درصد کشف‌های فیزیک، کشف‌های بنیادی ـ تجربی هستند و چند درصدشان نظری هستند؟**

ادعای بنده این است که ۹۵ درصد آن‌ها تجربی و ۵

درصدشان نظری هستند. اول تجربه آن‌ها مشاهده می‌شود و بعداً یک نظریه‌پرداز آن پدیده را توضیح می‌دهد. به‌عنوان مثال اثر کوانتومی هال ابتدا در آزمایشگاه مشاهده شد و بعداً آقای لافلین[6] آن را توضیح داد و گفت نظریهٔ آن چیست. (مثل اثر فوتوالکتریک یا تابش جسم سیاه) البته تابش جسم سیاه ابتدا نظری بود. تابش جسم سیاه از یک تناقض ظهور کرد که بعداً آقای پلانک[7] آن تناقض را توضیح دادند.

é **خانم سیدفدایی: من یک سؤال درباره پیش‌درآمد سؤال کلی که مطرح شد دارم. یک سؤال برای خود من مطرح است. شما در دانشگاه تهران استادم بودید. دخترم در دانشگاه صنعتی شریف دانشجوی شما بود. آوازه روش تدریس شما در کلاس‌های درسی برای ما و بچه‌های نسل جدید جذاب است.**

در واقع یک سؤال شخصی است. چه چیزی باعث شد آقای دکتر شاهین روحانی از دید دانشجویانش یک معلم موفق باشد؟ شاید پاسخ به این پرسش بتواند دربارهٔ شناخت دیدگاه‌های آموزشی شما به ما کمک کند.

پاسخ این پرسش ساده‌تر از پرسش آقای حسینی است. فکر می‌کنم در یک مقطع معلم بهتری شدم. شاید آن موقع که شما شاگردم بودید، از دیدگاه خودم، معلم خوبی نبودم ولی از ده سال پیش تغییر کردم. در ده سال گذشته تغییری که ایجاد کردم این بود به جای تدریس فُرمال و رسمی، تدریس غیررسمیِ مفهومی داشته باشم و به سؤالی که در ذهن دانشجو است، بپردازم نه اینکه قدم‌به‌قدم طبق نوشته‌های کتاب درسی پیش بروم. این تغییر دیدگاه مؤثر واقع شده و خیلی هم سخت است. یعنی زمانی‌که وارد کلاس می‌شوی از پرسش دانشجو متعجب می‌شوی و یکه می‌خوری و باید سعی کنی به آن سؤال جواب بدهی. چون اگر گرفتاری ذهنی آن دانشجو را هر چند که کوچک باشد خوب حل کنی، مؤثرتر از آن است که کل مطالب کتاب را یک‌به‌یک از ابتدا برایش توضیح بدهی. مسئلهٔ دیگری که بنده سعی می‌کنم آن‌را در کلاس دنبال کنم، ایجاد سؤال برای دانشجویان است. مثلاً همین حالا در تدریس فیزیک آماری در ابتدای ترم، سؤالی پرسیدم و تاکنون جواب آن‌را به دانشجویان نگفته‌ام و خواسته‌ام به دنبال کشف جواب سؤال بروند. سؤال هم، سؤال بسیار ساده‌ای است که جواب مشکلی دارد. سؤال این است: قانون لیوویل[8] برای تحول مکانیک می‌گوید که «تابع توزیع تحول فضای فاز، مستقل از زمان است.» اصل آقای پلانک یا آقای بولتزمن[9]، بستگی به یک‌سری تحول تاریخی دارد و آن عبارت است از اینکه: آنتروپی مساوی است با حجم فضای فاز. اما طبق قانون لیوویل که حجم فضای فاز تغییر نمی‌کند، پس آنتروپی کی زیاد می‌شود؟ خیلی سؤال واضحی است و جوابش بسیار مشکل است وقتی بچه‌ها در ابتدا این سؤال را می‌شنوند یکه می‌خورند. بچه‌ها می‌گویند قانون دوم ترمودینامیک صحیح نیست؟ می‌گویم صحیح است. چون صحیح بودن آن را دیده‌ایم. شما می‌توانید یک خانه را منفجر کنید ولی به همان سادگی نمی‌توانید آجرها را روی هم بچینید و یک خانه بسازید. پس قانون دوم ترمودینامیک صحیح است ولی دانش ما می‌گوید صحیح نیست. بررسی کنید چه اشکالی پیش آمده است. شما یک جایی را در عمق دانش از دست داده‌اید. این رویه ایجاد سؤال خیلی مهم است که بنده یک سؤال را به عنوان مثال خدمتتان عرض کردم. ایجاد سؤال خیلی مهم است تا دانشجو متوجه شود که مجموعه دانشی که به‌صورت دسته‌بندی به او ارائه می‌شود در قالب کتاب کوآنتوم، کتاب آماری و کتاب الکترومغناطیس، یک سری پیچ‌هایی وجود دارد که به آن‌ها دقت نکرده است. صرفاً خواندن کتاب درسی و پاسخ به پرسش‌های ته کتاب مهم نیست، بلکه باید به مسائل توجه کند و درباره آن‌ها فکر کند و خودش به درستی یا نادرستی آن مطالب برسد. اگر او را متوجه تناقضات کنیم، متوجه می‌شود که ممکن است برخی مطالب درست نباشد. بعد شروع به فکر کردن می‌کنند و بالاخره در طول یک ترم، کسی می‌آید و می‌گوید: آقای دکتر قانون ترمودینامیک به این دلیل صحیح است. من می‌گویم آفرین. این درست است. آن دانشجو پی کشف درستی مسئله رفته بود و خودش کشف کرد و توانست استدلال ساده‌لوحانه من را رد کند.

ایجاد سؤال روشی است که استفاده می‌کنم. البته روش تدریس من متفاوت است با استادانی که از گوشه تخته شروع به نوشتن معادله‌ها تا رسیدن به انتهای تخته می‌کنند.

é **در واقع نگرش شما بود که شما را به معلم با دیدگاه‌های آموزشی متفاوت تبدیل کرد. معلمی که تغییر روش دادید. این نگرش چقدر تأثیرگذار است؟ چون دانشجویان شما، دیپلمه‌های دبیرستان‌هایِ ما هستند که با روش تست‌زنی و کنکور بالا می‌آیند. واقعاً چقدر می‌توان بر روی شخصیت علمی بچه‌ها در دانشگاه‌ها کار کرد که رضایتمندی درک مفهومی حاصل شود؟**

به‌نظر من خیلی می‌توان کار کرد اگر اقداماتی انجام شود. من فقط کلاس‌های نظری را تدریس می‌کنم. همین روش می‌بایست در کلاس‌های تجربی و آزمایشگاه‌ها هم ارائه شود.

سؤالی که آقای دکتر پرسیدند اگر از بالا به پایین شروع کنیم و ببینیم نقطه‌ضعف آموزش فیزیک در دانشگاه چیست؟ آزمایشگاه‌های ما بسیار بد، تدریس می‌شوند. چرا؟ چون به دانشجو یک دستورالعمل مانند دستورالعمل آشپزی می‌دهند. دانشجو با این طرز فکر و رویه آموزش «زیمن»[10] را انجام می‌دهد. بعد مشاهده می‌کنید که تغییر کرد. میزان تغییر آن‌را یادداشت می‌کنید و در جدول می‌کشید بعد نتیجه می‌گیرید که اعمال میدان مغناطیسی باعث جدایی خط‌ها می‌شود اینکه آزمایش نیست و به این شیوه انجام دادن آزمایش‌ها صحیح نیست.

فکر می‌کنم باید کلاً طرز فکر نظام آزمایشگاه‌های ما عوض شوند و باید امتحان داشته باشد. می‌بایست درس آزمایشگاه جدی‌تر شود

البته مدتی سعی کردند روشی را در دانشکده اجرا کنند که کار نکرد و آن است که: آقای مولایی دانشجوی دکترا این کار را انجام می‌دادند و حالا نمی‌دانم در کجا هستند. می‌گفتند: یک سیخ کباب داریم، ۲ تا قطعه نخ داریم و قصدمان اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی است. چه‌کاری باید انجام بدهیم؟ یعنی به این سختی هم آزمایشگاه انجام می‌شد.

ولی آن‌طور که در انگلیس دروس آزمایشگاه را طرح می‌کردند هم می‌شود در این‌جا عمل کرد. به عنوان مثال بگویید: این مجموعه وسایل در اختیار ما است، این هم نظریه ابَر رسانایی است. شما یک آزمایش انجام بدهید و ببینید آیا اعمال میدان مغناطیسی، دمای نقطه ابررسانه‌ای را عوض می‌کند یا خیر؟

این آزمایشی است که بنده در دوران کارشناسی در انگلستان انجام دادم و باعث شدم یک‌سری از آهنرباها بسوزد. یادم است تکنسین آزمایشگاه آمد و با عصبانیت پرسید: چه کسی آهنرباها را سوزانده است؟ و مرا دعوا کرد.

یک‌بار با همکار تجربی‌ام به آزمایشگاه رفته بودم، همکارم به من گفت: به چیزی دست نزن. هرچه باشد تو نظریه‌پرداز هستی و حتماً یک چیزی را خراب خواهی کرد. فقط بایست و تماشا کن.

به هر صورت بنده فکر می‌کنم باید کلاً طرز فکر نظام آزمایشگاه‌های ما عوض شوند و باید امتحان داشته باشد. الان درس آزمایشگاه امتحان ندارد. دانشجوها گزارش را خوش‌خط و خوانا و با چند رنگ می‌نویسند و بدون اینکه شکلی رسم کنند، نمره درس آزمایشگاه را می‌گیرند و در واقع هیچ آزمایشی یاد نمی‌گیرند و به دانشجویان هم القا می‌کنیم که قدرت فیزیک، در فیزیک نظری است. چون وقتی وارد کلاس فیزیک نظری می‌شود با مسائل و حل آن‌ها مواجه می‌شود، پرسش و پاسخ و فکر درباره آن‌ها ایجاد می‌شود، اما آزمایشگاه و زمان آزمایشگاه بی‌محتوا است.

می‌بایست درس آزمایشگاه جدی‌تر و سخت‌تر و فکری‌تر بشود و برایش امتحان در نظر بگیرند. به‌عنوان مثال ۳ آزمایش که تاکنون انجام نداده‌ای و ندیده‌ای در مقابل تو قرار دارد و تو می‌بایست آن را انجام بدهی و نمودار مربوط به آن را بکشی. بدون کمک این آزمایش‌ها را انجام می‌دهی و از روی نتایج به‌دست آمده از آزمایش‌هایت، نمره‌ات را خواهی گرفت. حالا شاید به‌نظر شما، قدری سخت باشد.

é برمی‌گردیم به همان سالی که پدر، شما را برای خواندن فیزیک به انگلستان فرستاد. چرا الان دکتر شاهین روحانی کار پدرش را برای فرزندش انجام نمی‌دهد؟ منظورم شخص شما نیست، پدران امروز مدنظرم است. چون عملاً در دانشگاه آزاد رشته فیزیک تعطیل شده است و دانشجویی در مقطع لیسانس ندارد. اگر دانشگاه دولتی هم دانشجویی در این رشته بیاید انگیزه کافی ندارند. من با خیلی از استادان ارتباط دارم و آن‌ها در مقاطع بالا خیلی از دانشجویان گله دارند و می‌گویند، دل به کار نمی‌دهند و مرتب در کلاس‌ها حاضر نمی‌شوند و آن‌طور که باید تمرکز ندارند. دلایل این رفتار دانشجویان چیست؟ جامعه ما وارد چه وضعیتی شده است؟ علوم پایه که می‌تواند اهمیت بالایی در رشد کشور داشته باشد، عملاً در حاشیه است یا به کل کنار گذاشته می‌شود.

این بیشتر یک مسئله اجتماعی است و من صلاحیت جواب دادن به این موضوع را ندارم. ولی یک مقدار آرمان‌گرایی در کشور کم شده است. نگاه جوان‌ها خیلی مادی شده است.

آن موقع بحثی بین من و پدرم بر سر رفتن یا نرفتن من به انگلستان برای خواندن فیزیک در میان بود. پدرم می‌گفت: برای چه می‌خواهی بروی؟ گفتم برای خواندن و کشف فیزیک می‌روم. مفهوم جمله‌ای که به من گفت این بود: «از گرسنگی می‌میری» گفتم: چه‌کار کنم؟ گفت: مهندسی بخوان. پرسیدم: چه‌جور مهندسی بخوانم؟ گفت: مهندسی مکانیک، مهندسی دریا و یا مهندسی برق. در این رشته‌ها استخدام خواهی شد و حقوق و پول خوبی خواهی داشت. گفتم: نمی‌خواهم.

پدرم به خواست من احترام گذاشت و مانع من نشد. اما خود من هم آرمان‌گرا بودم و اصلاً متوجه نبودم، خانه خوب داشتن و صاحب ویلای شمال بودن و ماشین چقدر خوب است! حالا هم آرمان‌گرا هستم. ولی بچه‌های امروز این‌گونه نیستند و خیلی مادی هستند. مشخصاً می‌آیند و می‌پرسند: فیزیک بخوانم که چه بشود؟ آینده استخدامی من چیست؟ این فرق عمده اجتماعی است که اتفاق افتاده است. من فکر نمی‌کنم مسئولیت این اتفاق، صرفاً بر روی آموزش فیزیک کشور باشد. فکر می‌کنم دبیران ما در سطح کشور از قبل بهتر شده‌اند. خیلی از دبیرستان‌ها الان آزمایشگاه دارند برخلاف قدیم که فقط دبیرستان خوارزمی و البرز و از این قبیل دبیرستان‌ها دارای آزمایشگاه بودند. از این بابت خیلی وضع بهتر شده است ولی بچه‌ها، خودشان تغییر اجتماعی کردند و خیلی مادی شدند. تغییر، فضای اجتماعی است و دلیلش یک مقدار همین فضای اجتماعی است.

البته جواب سؤال شما این است که هنوز پدرها فرزندانشان را برای ادامه تحصیل به خارج می‌فرستند. چیزی حدود ۹۵ درصد فارغ‌التحصیلان صنعتی شریف به خارج می‌روند. آمار سر انگشتی من است و روی کاغذ محاسبه نکرده‌ام. ولی تقریباً تمام دانشجویان لیسانس من به خارج رفته‌اند. چه اتفاقی افتاده باشد که یک نفر در ایران مانده باشد.

دانشجویانی که به خارج می‌روند توسط والدینشان تأیید می‌شوند. آنجا هم، برخی از دانشجویان به درجات عالی رسیدند مثل آقای دکتر افشردی. ایشان در دوره لیسانس دانشجوی خیلی خوبی بود. اخیراً یک جایزه‌ای برنده شدند و در حال حاضر در کانادا هستند. به هر حال ایشان ستاره ما هستند و گاهی به تهران می‌آیند و من ایشان را می‌بینم. خیلی از فارغ‌التحصیلان فیزیک صنعتی شریف به خارج رفتند و موفق

مسئلهٔ دیگری که بنده سعی می‌کنم آن را در کلاس دنبال کنم، ایجاد سؤال برای دانشجویان است

اگر گرفتاری ذهنی دانشجو، هر چند کوچک، را حل کنی، مؤثرتر از آن است که کل مطالب کتاب را برایش توضیح دهی

هم بودند. عمدتاً در فیزیک بنیادی تحصیل کردند و عمدتاً به ایران برنمی‌گردند.

من فکر می‌کنم باید نگاه اقتصادی هم به فیزیک داشته باشیم، یعنی نقش فیزیک را برای توسعه جامعه، فناوری، مهندسی و مسائل مختلف به خوبی برای دانشجویان و سیاستمداران مشخص شود.

به هر فناوری در دنیا توجه شود، به‌نظر می‌رسد یک وابستگی به دانش فیزیک دارد. اگر خاطرات آقای واکر را خوانده باشید، همین پرسش را در مورد جامعه آمریکا مطرح کرده است. یعنی خود بچه‌های آمریکایی هم تمایلی به ادامه تحصیل در رشته فیزیک ندارند، بلکه بیشتر آدم‌های نخبه دیگر کشورها هستند که آمریکا را به‌خاطر وضعیت خوبش برای ادامه تحصیلات انتخاب می‌کنند.

نکتهٔ شما واقعاً وارد است. اگر ما بخواهیم کاری در ارتباط با علوم پایه و نه صرفاً فیزیک انجام دهیم و نقش این علوم را برای دیدگاه سیاسی کشور و بالتبع جامعه تدوین کنیم که چرا این رشته‌ها مهم هستند. طبعاً این قسمت کاربردی مطرح می‌شود و در صدر قرار می‌گیرد. در خارج هم همین کار را انجام می‌دهند. باید کاربرد فیزیک ارائه شود و عمدتاً می‌توان کاربرد فیزیک را در صنعت به راحتی نشان داد. اشکال کشور ما در مقایسه با آمریکا این است که صنایع کافی ندارد که فیزیک‌دانان در آن استخدام باشند و کار کنند و بتوان آن صنایع را نشان داد و به سایرین معرفی و کاربرد فیزیک را بیان کرد.

حرکتی که در کشور به‌وجود آمده است و مقداری توجه به فوتوولتاییک (photo voltaic به اختصار PV) برای استفاده از انرژی خورشیدی می‌شود و دریچه‌ای باز شده است، احیاناً تاحدودی این مشکل را حل کرده است.

صنعت فوتوولتاییک مقدار خیلی زیادی به فیزیک مربوط است. صنعت هسته‌ای ما هم به فیزیک مربوط است منتهی به اندازه کافی تبلیغ نشده است که فیزیک کاربردی در صنعت هسته‌ای چه اثراتی دارد.

در سایر صنایع نداریم. مثلاً فرض کنید صنایع میکروالکترونیک در آن حدی که باید، در کشور پیشرفته نیست و عمدتاً وارداتی است. یا توان هیدرودینامیک فیزیک می‌توانست در صنعت هواپیماسازی و کشتی‌سازی هم کاربرد داشته باشد ولی چون مقدار زیادی از این صنایع در کشور ما وارداتی است، آن نیاز کاربردی فیزیک مشخص نیست. نمی‌توان به یک جوان مقدار نیاز کاربرد فیزیک را در این صنایع نشان داد.

é در خودروسازی نیاز به فیزیک چگونه است؟

در خودروسازی ایران هم، آن قسمت که فیزیک باید وارد شود، هیچگاه اتفاق نیفتاده است. و تماماً صنعت خودروسازی در مهندسی باقی‌مانده است. مثلاً بحث ایرودینامیک خودرو که به فیزیک مربوط است، هیچگاه در صنعت خودروسازی کشور ما مطرح نبوده است.

é بحث اپتیک و طراحی چراغ‌ها چطور؟

بیشتر در سطح مهندسی باقی مانده است. فیزیک زمانی مطرح می‌شود که خودت یک محصول را طراحی و اجرا کنی. بیشتر در ایران خط تولید یک محصول طراحی شده در خارج را راه‌اندازی می‌کنند.

آن قسمت R & D که فیزیک می‌خواهد در ایران مطرح نشده است. مثلاً در کشور، شرکتی داریم که عاج لاستیک طراحی می‌کند و من خیلی اتفاقی با آن آشنا شدم. در طراحی عاج

لاستیک، کاربرد فیزیک خیلی مورد نیاز است.

از شـــرکت طراح عاج لاستیک ایران پرسیدم: چرا گل جدید درست نمی‌کنید و طراحی آن را به دانشکده فیزیک نمی‌دهید؟ گفتند: نه آقا. آن کار میشلن است نه کار ما.

مثال فوتوولتاییک را که خدمتتان عرض کردم، دانشکده‌های فیزیک کشور کار تحقیقاتی بر روی آن را انجام می‌دهند.

چگونه کارآیی ســـلول فوتوولتاییـــک را بهتر کنند؟ اما هیچ کارخانه‌ای در کشـــور وجود ندارد که نتیجـــه تحقیقات را از دانشـــکده‌های فیزیک بگیرد و محصول کاربردی آن را تولید کند. نهایت کاری که می‌تواند انجام بدهد این است که نتیجه تحقیقاتش را به خارج بفروشد.

بحث پیچیده‌تر دیگری هم وجود دارد که خیلی سخت است ولی در خارج آن را انجام می‌دهند و آن این اســـت که به فرض فیزیک کاربردی در کارخانجات استفاده شود، چرا من بر روی فیزیک بنیادی هزینه کنم؟

چـــرا در آمریکا بر روی فیزیک بنیـــادی کار می‌کنند؟ چون می‌دانند فیزیک بنیادی، نوک نیزه‌ای است که ارتش فیزیک در پشت آن در حال حرکت است. اگر نوک نیزه نباشد جبهه جنگ در مقابل فیزیک ضعیف خواهد شد. پس فقط کار روی فیزیک کاربردی کافی نیســـت. ولی این بحث در کشور ما به شدت در حال شکســـت خوردن اســـت. برای اینکه می‌گویند این همه هزینه کردن برای پژوهشگر فیزیک چه فایده‌ای برای اقتصاد کشور دارد؟ و ما جوابی برای این پرسش نداریم.

حجم زیاد و قابل توجهی بر روی تحقیقاتی که در دانشگاه‌ها انجام می‌شـــود، صرف می‌کنند و تعداد زیادی مقاله فیزیک از دانشگاه‌ها خارج می‌شود ولی هیچ‌کدام بازتابی در اقتصاد کشور نداشتند. البته شرکت‌های دانش بنیانی هستند که محصولاتی درســـت کردند ولی عمدتـــاً خریدار آن محصـــولات باز خود دانشگاه‌ها هستند.

مثلاً آقای دکتری می‌شناسم در دانشگاه کاشان دستگاه SM درست می‌کند. پرســـیدم خریداران این محصول چه کسانی هســـتند؟ گفت: دانشـــگاه مشهد ۳ تا و دانشـــگاه شیراز ۲ تا خریده‌اند. مثلاً در دانشگاه شریف هم وقتی از آقای دکتر تقویان می‌پرسم، دستگاه‌های فوتوولتاییک را که درست می‌کنید چه کسانی می‌خرند؟ می‌گوید: دانشگاه‌ها می‌خرند. صنعت، خریدار محصولات تولیدی دانشگاه‌ها نیست.

این موضوع بحث خیلی جالبی را مطرح می‌کند. فرض کنید در کشورهای دیگر چه کار می‌کنند؟ کشور جهان سومی مثل ســـنگاپور که خودش را به یک کشور جهان اولی تبدیل کرده است؟ دو بحث مطرح است؛

یک طرف شما باید پول را در دانشگاه‌ها بگذارید تا کشف‌های جدیـــد صورت بگیرد و آن‌طرف باید پول را در صنعت بگذارید تا بازار پول به‌دست آید. یعنی کارخانجاتی تولید شوند که این محصولات را بخواهند و این دو به‌هم وصل شوند.

در ایران هیچ‌وقت بازار پول به‌وجود نیامده اســـت و ما واقعاً ندیده‌ایم بر روی یک صنعت پیشرفته‌ای سرمایه‌گذاری شود که به تحقیقات دانشگاهی احتیاج داشته باشد.

ایران خودرو واقعاً به فیزیـــک احتیاج ندارد. چرا؟ احتیاج به مهندس مکانیـــک و صنایع دارد و خودش هـــم می‌داند و از دانشگاه‌ها می‌گیرد. چون دنبال هیچ بحث و موضوع جدیدی در زمینه خودرو نیست و به تحقیقات ناب احتیاج نداشته است.

ما در زمینه شیمی موفق‌تر هستیم. چون کارخانجاتی وجود دارند که به کار دانشـــگاهی احتیـــاج دارند. ارتباط با صنعت و دانشگاه کشور ما در زمینه شیمی خیلی قوی‌تر و موفق‌تر است. کارهایی در دانشـــگاه در زمینه شـــیمی انجام می‌شود که در صنعت پیاده می‌شود.

در زمینه زیست‌شناسی، اوضاع خیلی بدتر است. فکر می‌کنم یک دلیلش این است که اصولاً زیست‌شناسی در ایران خیلی جذاب نبوده است. دانش‌آموزان با شور و حال و کشف مناسبی از دبیرستان درباره زیست‌شناسی وارد دانشگاه نشده‌اند.

é جناب آقای دکتـــر، به آموزش مدارس برگردیم، زیرا مخاطبان اصلی مجلهٔ ما دبیران فیزیک هستند. نظر شما دربارهٔ آموزش فیزیک در مدارس ایران چیست؟

اطلاعاتـــم در این زمینه کافی نیســـت. چون دیدگاه انجمن فیزیک ایران بیشتر دانشگاهی اســـت من سعی کردم، مقدار زیادی این قضیه را تصحیح کنـــم و با اتحادیه دبیران فیزیک به یک‌سری تفاهم‌نامه‌هایی برســـیم که انجمن فیزیک ایران مشروع به نگاه کردن به دبیرستان‌های کشور کند. لذا اطلاعات انجمن فیزیک در مورد دبیرستان‌ها کافی نیست. من ناچارم از اطلاعات شخصی‌ام گزارش کنم.

é آقای دکتر، قبلاً آموزش فیزیک زیرنظر انجمن انجام می‌شـــد. یعنی برنامه‌ریزی‌های آموزش فیزیک حتی در سطح دانش‌آموزی هم زیرنظر انجمن فیزیک بود و خیلی هم موفق بود. اما نمی‌دانم دلیل توقف این موضوع چه بوده است!

تاریخچه انجمن چه بوده است، نمی‌دانم. کنفرانس آموزش فیزیک وجود داشـــت که انجمن فیزیک آن را انجام می‌داد و شـــاخه دبیران داشـــت. برنامه‌ریزی آموزش فیزیک را انجمن فیزیک انجام می‌داد. به دلایلی حرکت تاریخی انجمن فیزیک از آموزش متوسطه دور شده است و به دانشگاه کشیده شده است. بیشتر اعضای انجمن از دانشگاه هستند.

راه‌حلی که در این‌باره به ذهن من رســـید، برقراری ارتباط با اتحادیه دبیران فیزیک و تقویت آن بود که جنبه آموزش فیزیک مدارس تقویت شود.

دو موضوع در آموزش دانشگاهی ما ضعیف است که بیانگر این است که از ابتدا به فکر سؤال مطرح شده شما نبودیم.

امروز نگاه جوان‌ها خیلی مادی شده است. در زمانی که ما جوان بودیم آرمان‌گرا بودیم. اصلا من متوجه نبودم که خانه خوب، ویلای شمال، ماشین و... چقدر خوب است

اول اینکه در دانشکده‌های فیزیک ما اصلاً رشته اندازه‌گیری وجود ندارد. این مطلب را به‌عنوان مشاهده بیان می‌کنم.

نکته دوم خود مقوله آموزش فیزیک است که فقط در یک دانشگاه و آن هم دانشگاه شهید رجایی است که رشته آموزش فیزیک وجود دارد. یعنی به این مطلب فکر کنیم که چگونه باید فیزیک را تدریس کنیم. چرا قدیمی‌ترین دانشگاه ما که دانشگاه تهران است، رشته آموزش فیزیک ندارد؟! وقتی به یک کتاب خیلی خوب فیزیک مثل کتاب هالیدی[11] نگاه می‌کنید، می‌بینید مقدار زیادی بر روی آن کار شده است که فلان مفهوم را چگونه ارائه کنند. شکل‌ها را با چه رنگ‌هایی ترسیم کنند که بر روی دانش‌آموز یا دانشجو اثر عمیق‌تری داشته باشد. همه این موارد آموزش فیزیک است. ترتیب موارد آموزشی که ابتدا کدام مورد تدریس شود و بعد کدام درس، همه این موارد سؤال‌هایی است که در آموزش فیزیک پرسیده می‌شود که ما اصلاً بر روی این موارد کار نکردیم.

پایان‌نامه‌های کارشناسی ارشد بی‌شماری در زمینه فیزیک در کشور ارائه می‌شود. کتابخانه دانشکدهٔ فیزیک شریف، از این پایان‌نامه‌ها پر است. چند مورد از آن پایان‌نامه‌ها در ارتباط با آموزش فیزیک است؟

é خود دانشگاه شهید رجایی هم زیاد در زمینهٔ آموزش کار نمی‌کند. بیشتر استادان این دانشگاه هم... تخصص آموزش فیزیک ندارند.

نکته خانم دکتر صحیح است. دانشگاه شهید رجایی تنها دانشگاهی است که رشته آموزش فیزیک دارد ولی باید گروه فیزیک آن را مشاهده کنید. ۹۵ درصد آن‌ها، کارشان آموزش فیزیک نیست. در واقع من فقط دکتر وصالی را از میان آن‌ها می‌شناسم که دکترای ایشان هم، آموزش فیزیک نیست.

é وقتی هم می‌خواهند موضوعی را برای تحقیق انتخاب کنند، موضوع‌هایی غیر از آموزش فیزیک است. دلیلش را می‌پرسم، می‌گویند: چون آن موضوع‌ها به درد ارتقای ما نمی‌خورد.

فرهنگ علمی ما به‌عنوان یک فرهنگ مناسب، به این دو مقوله، ارزش نداده است. فعلاً روی سخن من فقط فیزیک است. یکی اندازه‌شناسی و دیگری آموزش فیزیک.

الان در اداره استاندارد کشور، کم‌کم اندازه‌گیری به سوی مهم شدن پیش می‌رود. چرا؟ استاندارد همه آنچه دور و بر ما است مخصوصاً در یک فضای صنعتی باید رعایت شوند و استانداردها مهم هستند. اداره استاندارد می‌گوید: من نمی‌خواهم مجری آزمایشگاه‌های استاندارد در کشور باشم بلکه ترجیح می‌دهم ناظر بر آزمایشگاه‌های استاندارد کشور باشم.

تدوین استاندارد و اجرای آزمایشگاه باید برعهده دانشگاه باشد. هیچ‌کس توان انجامش را ندارد و حاضر نیست این مسئولیت را قبول کند.

ما اصلاً یک گروه علمی در کشور نداریم که چگونگی درجه‌بندی کردن دستگاه‌ها را به آن‌ها بیاموزد. اگر کسی باشد که روی این موضوع کار می‌کند، باز هم یک نظریه‌پرداز است که بر روی این موضوع تحقیق می‌کند و آدم متخصص اندازه‌گیری نیست.

اندازه‌گیری معقول است و کسی به آن توجه نمی‌کند. در حالی‌که من از کتاب‌های اولیه دکتر حسابی یادم است، ایشان تأکید زیادی بر اهمیت مسئلهٔ اندازه‌گیری داشتند.

بخش اول کتاب هالیدی و شروع فیزیک نیز با اندازه‌گیری است.

ما هم در کتاب‌های فیزیکمان این مبحث را داشتیم اما منتهی چون یک مقداری با مسائل دقت اعداد بامعنی و بی‌معنی ارتباط داشت، گفتند معلم‌ها از آن سررشته ندارند و بهتر دیدند آن‌ها را حذف کنند. وگرنه در کتاب‌های فیزیکی که مرحوم دکتر قلمسیاه نوشته بودند، بحث مفصلی از کتاب فیزیک سال‌های پیش به اندازه‌گیری اختصاص داشت و چگونه قوانین علمی را می‌توانیم کشف کنیم.

از آن بدتر وضع آموزش فیزیک است. یعنی هیچ‌کس در طی سابقه ۷۰ ساله انجمن فیزیک کشور، حرفی دربارهٔ نحوه آموزش فیزیک نزده و ارائه مقاله یا تحقیقی در این مورد صورت نگرفته است.

اسمی این است که دانشگاه شهید رجایی کار تحقیق آموزش فیزیک انجام می‌دهد، اما رسمی آن، این‌طور نیست. من استادان آن دانشگاه را می‌شناسم و می‌توانم به اسم بگویم هر کدام در چه موضوعی کار می‌کند. استادان اولیه‌ای که داشتیم مانند دکتر خمسوی، دکتر جناب و دکتر روشن، فارغ‌التحصیل از دانشسرای عالی بودند. یعنی یک دوره لیسانس آموزشی دیده بودند و بعد دکترای فیزیک گرفته بودند و سال‌های بعد تدریس می‌کردند. منتهی در سال‌های بعد دکترای فیزیکی که عملاً در دانشگاه‌ها تدریس می‌کردند دوره دانشسرای عالی نگذرانده بودند یعنی با آموزش فیزیک هیچ آشنایی نداشتند و در حال حاضر همان مسائل ادامه دارد.

بله. چون جامعه انتظار ندارد که کسی درباره نحوه آموزش فیزیک فکر کند. اگر آن‌ها هم در قدیم یک آموزشی دیدند، به دلیل بلا استفاده بودن آن آموزش، بعدی‌ها دیگر آن قسمت را دنبال نکردند و آن را حذف کردند و گفتند: دیگر لازم نیست.

مثل همان قسمتی که شما در مورد اعداد معنادار کتاب فیزیک فرمودید. گفتند: لازم نیست و حذف کردند. خیلی سخت است. مثلاً وقتی من فیزیک یک، درس جرم یک جسم ۱/۱ کیلوگرم تقسیم بر ۷ قسمت را برای محاسبه جرم هر کدام تدریس می‌کنم تا ده رقم اعشار، جوابش را می‌نویسم. چون ماشین‌حساب $\frac{1/1}{7}$ را که می‌دهد تا ته نمایشگر ماشین‌حساب پر از اعداد می‌شود. اصلاً اعداد معنادار مفهوم نیست.

آزمایشگاه‌های ما بسیار بد، تدریس می‌شوند. چون به دانشجو یک دستورالعمل مانند دستورالعمل آشپزی می‌دهند

دانشگاه شهید رجایی تنها دانشگاهی است که رشته آموزش فیزیک دارد. البته ۹۵ درصد گروه فیزیک آنجا هم کارشان آموزش فیزیک نیست

é برای حل مشکلات مطرح شده چه پیشنهادی دارید؟ آیا انجمن فیزیک این موضوع‌ها را دنبال می‌کند؟

انجمن فیزیک یک‌سری اقداماتی انجام داد تا سمیناری برای بررسی معضلات آموزش فیزیک انجام شود. قرار است در کنار کنفرانس فیزیک، یک کارگاه آموزش فیزیک با همکاری اتحادیه دبیران فیزیک داشته باشیم. ولی سؤال شما وسیع‌تر از اقدامات ما است و من نمی‌دانم واقعاً چه راه‌حلی برای رفع مشکلات می‌توان ارائه داد.

به‌نظر بنده می‌بایست آموزش فیزیک به هر نحو ممکن در دبستان‌ها و دبیرستان‌ها ارتقا پیدا کند. چند نکته باید در آموزش فیزیک مدارس تغییر پیدا کند:

یک: تأکید بر مقوله اهمیت فیزیک تجربی است و باید این مسئله حل شود.

دو: باید از این دیدگاه که آدم تحصیل‌کرده انباری از دانش است، دور شویم. حتی در سطح مدارس می‌بایست «روش تحقیق» آموزش داده شود. به‌صورت پروژه‌ای که در کشورهای خارج هم انجام می‌شود. یک پروژه به دانش‌آموز بدهند و خودش برای چگونگی نحوه انجام آن تفکر کند. پروژه می‌تواند بسیار آسان باشد. دیده‌ام پروژه‌هایی که در دبستان یا دبیرستان‌های خارج از کشور انجام می‌شود، بسیار آسان هستند.

مثلاً برای یاد دادن قانون ارشمیدس از او بخواهیم از یک ظرف آب و دو جسم سنگین استفاده کند و این قانون را تجربه کند. یک قایق با بار بیشتر، بیشتر در آب فرو می‌رود و چگالی بیشتر آن باعث بیشتر فرو رفتن قایق می‌شود و از این دست آزمایش‌ها که قانون ارشمیدس با تجربه درک می‌شود.

موضوع دیگر پژوهش‌محوری است. در حال حاضر تأکید ما بر روی انبارش دانش است. یعنی کسانی‌که از دبیرستان خارج می‌شوند، دانشنامه متحرک هستند. همه چی بلدند و همه مطالب را حفظ هستند ولی درک نکردند در پس هر مفهوم، واقعاً چیست؟

نظر شخصی بنده این است ولی بایست بر روی آن تحقیق شود. کنکور باعث به‌وجود آمدن انبارش دانش شده است. وقتی کنکور ملاک قرار می‌گیرد و کسی که در کنکور قبول می‌شود. موفق است. بچه برای کسب موفقیت به سمت انبارش دانش و پاسخگویی به تست‌های کنکور می‌رود.

لذا اگر از دبیرستانی بخواهید که فیزیک را به شیوه پژوهش‌محور تدریس کنند، مثل دبیرستان‌های غیرانتفاعی چون هدف آن‌ها درآمد و پول است و تعداد قبولی دانش‌آموزان در کنکور ملاک موفقیت آن‌ها است، هیچگاه قبول نمی‌کنند. والدین فرزندانشان را از آن دبیرستان خارج می‌کنند، چون اعتقاد دارند با پژوهش احتمال قبولی آن‌ها در کنکور کم خواهد شد.

باید معضل کنکور به نحوی حل شود و بنده نمی‌دانم چگونه باید این اتفاق صورت بگیرد. آن موقع که خودم درگیر بحث پذیرش دانش‌آموزان از نمرات دروس دبیرستانشان بودم، با موارد عجیب و غریبی برخورد کردم و مشاهده کردم. عدم تعادل وحشتناکی وجود دارد. نمره ۱۸ دبیرستان x، با نمره ۲۰ دبیرستان y و با نمره ۱۲ دبیرستان z همخوانی ندارد. چگونه از روی این نمرات پذیرش دانشجو انجام بدهم؟

این مسئلهٔ درجه‌بندی بودن در سطح لیسانس هم وجود دارد. یعنی کنکور فوق‌لیسانس هم اثرات بدی بر روی کیفیت آموزش لیسانس دارد. کسانی‌که وارد دوره فوق‌لیسانس می‌شوند، به‌خاطر کنکور فوق‌لیسانس نسبت به زمانی‌که سؤال‌های تشریحی داشت، افت کیفیت زیادی داشتند.

وقتی وارد کلاس می‌شوند، از پاسخگویی به پرسش‌های ساده‌ای مانند معادله موج، ناتوان هستند و می‌پرسند معادله موج چیست؟ یعنی برای کسی که وارد مقطع کارشناسی ارشد

فیزیک شده است، حداقل دانستن معادله موج انتظار می‌رود. بلد نیست. چون از مباحث مورد نیاز کنکورش نبوده و نخوانده است.

مشـــکل درجه‌بندی نبودن بین محل‌های مختلف تدریس و آموزش را حل کنیم تا مردم به حق وارد مقاطع بعدی بشوند. ولی از طرف دیگر سؤال تستی هم نداشته باشیم برای سنجش سواد دانش‌آموزان جهت ورود به مقطع بعدی.

فکر می‌کنم جی‌آر ای (GRE) [۱۲] در انجام این کار موفق شده اســت، در نتیجه آزمون جامع بــرای ارزیابی توانایی معلومات عمومی فارغ‌التحصیلان شــدنی اســت. یعنی می‌توانید برای رفتن به ام.آی.تی (MIT) [۱۳] با GRE بالای هفتصد امکان دارد و معنادار است. با GRE به گونه‌ای این مسئله را حل کرده‌اند.

é ارزشیابی براساس آزمون‌های استاندارد بین‌المللی منظور شما است؟

روش‌های آزمون اســتاندارد که برای تمام مســائل خطا و حاشیه‌های پیرامونش، فکر شده باشد. آزمون‌های استاندارد یک نیاز جدی کشور برای تمام علوم پایه و نه فیزیک مطرح است. سوق دادن آموزش ابتدایی و متوسطه به سمت تجربی شدن و نه صرفاً درس‌های نظری پای تخته. می‌بایست آزمایشگاه‌های دروس مهم شــوند. نکته مهم دیگر، اهمیت دادن به پژوهش است. تدریس باید پژوهش‌محورتر شود.

البته پژوهش‌محور شــدن تدریس، به شــیوه‌های آموزش معطوف می‌شوند. این موارد شامل تنوعی است که در شیوه‌های آموزش وجــود دارد و روزبه‌روز بر تعداد آن افزوده می‌شــود. به‌ویژه در درس فیزیک که ما از همان دوران کودکی نسبت به پدیده‌های پیرامون خود، تجربه کسب می‌کنیم.

یعنی من چه به مدرسه بیایم یا نیایم، خواهم فهمید که یک شــیء با هل دادن آن حرکت می‌کند. همین تجربه ساده یک تجربه در ذهن من می‌ســازد که عامل حرکت، کشیدن و هل دادن اســت. هر چند این فهم که حاصــل زندگی روزمره من است ممکن است با قوانین و نظریه علمی انطباق نداشته باشد چون در قانون اول می‌خوانیم، جسم می‌تواند حرکت کند حتی بدون کشــیده شدن و هل دادن. شــیوه‌های آموزش معطوف می‌شوند به این موارد که اگر دانش‌آموزان مواردی را در زندگی به غلط یاد گرفته‌اند، در کلاس اصلاح شوند و تنوع شیوه‌های آموزشــی امروزه خیلی زیاد شده است. بعضی‌ها می‌آیند روی کج‌فهمی‌های بچه‌ها کار کننــد و می‌گویند اصلاح کج‌فهمی بچه‌هــا یعنی آموزش دادن. یعنی همین‌که دانش‌آموز بفهمد، صرفاً کشیدن و هل دادن عامل حرکت نیست، می‌شود آموزش دادن؛ که هم تجربه است و هم کار گروهی دانش‌آموزان.

یک شیوه دیگر که از سال ۲۰۱۶ یک نظام آموزشی در فنلاند شده است که یک کشور پیشرو در نظام‌های آموزشی است و به آن نظام یادگیری بر مبنای حل مسئله (PBL) [۱۴] است.

یعنــی دانش‌آموز را در معرض یک پدیــده می‌گذارند. مثلاً می‌گویند می‌خواهم یک ســوزن را فرو کنم و بعد آن‌را خارج کنم.

این پدیده‌ای است که دانش‌آموزان مشاهده می‌کنند و دیدن این پدیده‌ها برایشان هیجان‌انگیز است. وقتی هیجان کافی در بچه‌ها ایجاد شد، به فکر فرو می‌روند و درگیر اتفاقات آن پدیده می‌شوند.

مســئله کنکور مانع از به‌کارگیری روش‌های آموزشی جدید می‌شــود. اگر روش‌های جدید آموزشی متداول شوند، اهمیت انگیزه دانش‌آموزان و اهمیت علوم پایه در کشــور بالا می‌رود. می‌بایســت دبیرســتان‌ها از مقوله، صرفاً انبارش دانش بیرون بیایند و کنجکاوی را در دانش‌آموزان ایجاد کنند.

گاهی برای ســخنرانی در دبیرستان‌ها از من دعوت می‌شود ولی هیچ‌گاه از من نمی‌خواهند در این موارد صحبت کنم. بیشتر می‌خواهند درباره ماده تاریک، ذره هیگز یا بُعد ۲۶ بدانند.

من سه سال پیش وقتی مسئله اصطکاک را که به دانشجوی دکترایم دادم، به او برخورد و قهر کرد و یک ماه بعد آمد. دلیلش را پرسیدم، گفت: آقای دکتر شما فکر کردید من خیلی خنگ هســتم، بنابراین از من خواستید بر روی مسئله اصطکاک کار کنم. گفتم: خیر. این مسئله حل نشده است. چرا فکر نمی‌کنید کــه یک قانون در فیزیک وجود دارد که مســتقل از ســطح $F_S=\mu_S N$ هم می‌شود.

کدام قانون در فیزیک این‌قدر قوی است. بعد کمی فکر کرد و حالا مشغول کار بر روی همین مسئله است و اخیراً در حال نوشــتن مقاله است. از او خواســتم همه مسائل را بنویسد که همیشه $F_S=\mu_S N$ نیست. چون می‌شود موادی پیدا کرد که زیر خط هستند و موادی پیدا شده‌اند که بالای خط هستند. خود یخ در دماهای مختلف، رابطه $F_S=\mu_S N$ برایش برقرار نیست. تازه حالش خوب نیست. به‌نظر من لازم نیست همیشه درباره بُعد بیست‌وچهارم صحبت کنیم که فیزیک برایمان جالب باشد.

ولی بله، حق با شماست. کنکور شادابی دبستان و دبیرستان و روش‌های مختلف را خفه کرده است.

یک مقدار هم مســائل اجتماعی است. ما در اینجا ارزش کار کردن را به خوبی مطرح نکردیم و بیشــتر ارزش پول درآوردن مطرح شــده اســت. هرچه پول بیشتر، بهتر اســت و اصولاً ضرب‌المثل‌هایی داریم که پیرامون کار کردن است. کار کردن برای چه گروهی خوب اســت یا سؤال‌هایی که چه کسی کار می‌کنــد و... ما یاد نگرفتیم که ارزش کار را به آدم‌ها بیاموزیم و آدم‌هــا بدانند زمانی ارزش پیدا می‌کنند که کار بکنند. البته یک‌سری اقداماتی در دوره‌های ابتدایی شروع شده است. حتی در کودکستان‌ها کوشش می‌شود که دست بچه‌ها به‌کار گرفته شــود و علاقه‌مندی به فعالیــت و کار در آن‌ها به‌وجود بیاید.

باید از این دیدگاه که آدم تحصیل‌کرده، انباری از دانش است، دور شویم. حتی در سطح مدارس، می‌بایست «روش تحقیق» آموزش داده شود

یاد بگیرند کـــه کار و فعالیت را به‌صورت گروهی انجام بدهند ولی هرچه بیشتر به سمت سطوح بالاتر می‌روند، ناچارند برای کنکور بیشتر بخوانند و اغلب سروصدای معلمان هم بلند است که ما در کلاس فرصت کافی برای حل مسائل نداریم و حجم کتاب‌های درسی بســیار زیاد است و مسائلی از این قبیل که توسط معلمان مطرح می‌شود.

بچه‌هـــای من از این مراحل گذشـــته‌اند ولـــی آن‌موقع که وقت مهدکودک رفتنشـــان بود، ما با این مسئله روبه‌رو شدیم. مهدکودکی که آموزش می‌دهد یا مهدکودکی که فقط از بچه نگهداری می‌کنـــد. خیلی واضح مدیر مهدکودک می‌گفت که مـــا در اینجا فقط یک مهدکودک نگهـــداری کننده از بچه‌ها هستیم و شـــما چون می‌خواهید به سرکار بروید، فرزندتان را نزد ما می‌گذارید و ما فقط او را برای شـــما نگه می‌داریم و تر و خشک شده رأس ساعت ۱۴ به شما تحویل می‌دهیم. در مقابل مهدکودک‌هایی بودند که به بچه‌ها آموزش می‌دادند.

پس این اتفاق می‌تواند که کم‌کم حتی در دوران ابتدایی و متوسطه هم روش‌های آموزش مدرن‌تر و ایجاد شادابی مطرح بشود.

دربـــارهٔ نکته‌ای که شـــما در مورد فرهنـــگ فرمودید، واقعاً نمی‌دانیم راه‌حلش چیست؟ فرهنگ ما بسیار مادی شده است. حتی در مقایسه با کشورهای همسایه، در وضعیت بدتری قرار داریم. مثلاً در المپیاد فیزیک روسیه شرکت کردم، اصلاً مادی نیست و خیلی با ما فرق دارند. در جامعه فیزیک هندوستان هم بودم، آن‌ها هم خیلی با ما فرق دارند و ما نسبت به همه خیلی مادی‌تر هستیم.

سوق دادن آموزش ابتدایی و متوسطه به سمت تجربی شدن و نه صرفاً درس‌های نظری ضروری است

é جناب آقای دکتر! سخنان شما نه‌تنها از طریق چاپ در مجله از شما برای معلم‌ها بلکه برای خود ما هم بسیار مفید و دلپذیر بـــود. به‌ویژه اینکه آقایان احمدی و خلیلی هم از مؤلفان مستقیم دست‌اندرکار کتاب‌های درسی فیزیک کشور هستند. به هر حال صحبت‌های شما می‌تواند خیلی در تغییر نگرش افراد تأثیرگذار باشد. حضورتان خیلی مفید بود.

امیدوارم فایده داشته باشد. برای بنده، فرصت خوبی بود که در خدمت شما باشم و این جنبه فیزیک کشور که کمتر با آن آشنا هستم، آشنا بشوم. سال‌ها پیش از من در یک کنفرانس برای دبیران فیزیک کشور دعوت شد.

é آقـــای دکتر، اتفاقاً من آن کنفرانس در محمودآباد را به‌خاطر دارم. گفتید که به تازگی آموزش دادنتان خوب شده است. یادم هست که دبیران پس از شنیدن سخنرانی شما گفتند چه معلم عالی‌ای.

پس همان موقع خوب بوده اســـت و خودم نمی‌دانستم. ولی تجربه جالبی بود، برای اینکه جلسه‌ای با دبیر برگزیده فیزیک اســـتان مازندران داشـــتم. از ایشان پرســـیدم: در تدریس چه مسئله‌ای دچار مشکل هستید؟ ایشـــان گفتند: اصطکاک. از ایشان خواستم، پای تخته مبحث اصطکاک را برایمان تدریس کنند. رفت پای تخته و شروع به تدریس اصطکاک کرد. فهمیدم مشکلش واقعی اســـت و خود من هم زمانی‌که می‌خواهم سرِ کلاسِ شریف و فیزیک یک، مبحث اصطکاک را تدریس کنم، با همین مشکل مواجه هستم که بالاخره جهت نیرو کدام طرف است؟ از آنجا یاد گرفتم که سر کلاس فیزیک یک به بچه‌های خودم، یاد بدهـــم، نیروی اصطکاک آدمی که حرکت می‌کند، در جهت حرکت اوســـت یا خلاف جهت حرکتش. ۹۹ درصد می‌گویند: خلاف جهت ولی نمی‌شود. شکل را ترسیم می‌کنم و بچه‌ها مشاهده می‌کنند، نیروی اصطکاک آدم در حال حرکت، خلاف جهتش است. بچه‌ها متعجب می‌شوند و می‌گویند مگر می‌شود؟ تدریس اصطکاک سخت است ولی جالب بود که آن دبیر برگزیده با پرســـش خود، برایمان مشکلاتی را که دبیران فیزیک دبیرستان برای تدریس موضوع‌ها داشتند، روشن کرد. ما باید بفهمیم، زمانی‌که می‌خواهیم در دانشگاه به دانشجویان تدریس کنیم، او از کجا آمده اســـت و در کجا اشکال دارد که نمی‌تواند این موضوع به خصوص را بفهمد؟

اساســـاً هرچه دوره ســـنی پایین‌تر باشـــد، بحث آموزشش مشکل‌تر می‌شود. یعنی روان‌شناسی آموزش مبحث اصطکاک در دانشگاه نسبت به دبیرستان بیشتر می‌شود و همه مفاهیم به همین ترتیب هستند.

به‌همین دلیل گروه‌های بخش آموزش در دانشگاه‌های دنیا، جایگاه ویژه‌ای دارند. من یادم اســـت، چند ســـال پیش یک گروهی در انگلیس کار می‌کردند که چگونه بحث آشـــوب را در دبیرستان ارائه کنند که قابل فهم باشد. چون آن موقع فکر می‌کردند، چشـــم‌اندازی که از آشوب وجود دارد این است که می‌بایست مفاهیم پایه‌ای آن از دبیرستان شروع شود و بعد در دانشگاه تدریس شود.

بـــرای همین فکر می‌کنم خیلی از دانشـــگاه‌های دنیا بحث آموزش خود را در حد دکترا و بالاتر دنبال می‌کنند و همخوان با فرمایش شما در ارتباط با بحث آموزش است.

بله. ما در کشـــورمان به بحث آموزش بی‌توجه هستیم. یک فرض وجود دارد. کسی‌که PhD فیزیک دارد می‌تواند، فیزیک را تدریس کند. فی‌الواقع این فرض اصلاً صحیح نیست. بله این فرد می‌تواند درس دکترا را تدریس کند. می‌تواند به دانشجوی دکترا درس بدهد، چون دانشجوی دکترا هرچه را بگویید، جذب می‌کند ولی به فردی که در ســـطح پایین‌تری است، نمی‌تواند تدریس کند.

é استاد! از اینکه وقت خود را در اختیار ما قرار دادید، سپاسگزاریم.

متشکر، موفق باشید.

پی‌نوشت‌ها

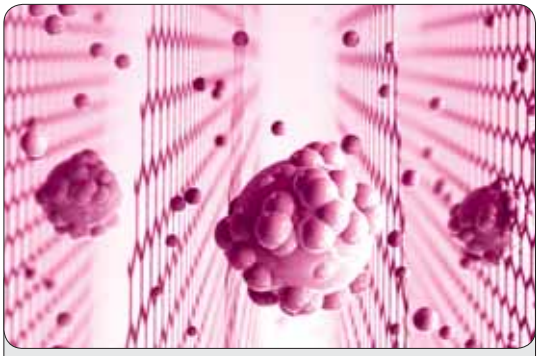
1. Canterbury
2. Imperial College
3. Dublin
4. Dirac
5. Klein-Gordon
6. Laughlin
7. Plannck
8. Liouville
9. Boltzmann
10. Zeeman
11. Halliday
12. Graduate Record Examination
13. Massachusetts Institute of Technology
14. Problem-based learning

مرزهای فیزیک

تازه‌ترین اخبار پژوهشی

دکتر منیژه رهبر

الک گرافن آب دریا را به آب شیرین تبدیل می‌کند



یک لایهٔ گرافن

لایه‌های اکسید گرافن به عنوان یک نامزد فناوری‌های جدید تصفیه توجه زیادی را به خود جلب کرده‌اند. اکنون به توسعهٔ ساخت لایه‌های مطلوبی که دارای قابلیت تصفیهٔ نمک‌های معمولی باشند دست یافته‌ایم.

پژوهش‌های جدید نشان می‌دهند که اکنون جهان این توان بالقوه را دارد که آب آشامیدنی تمیز را برای میلیون‌ها مردمی تأمین کند که برای دستیابی به منابع این نوع آب تلاش می‌کنند.

یافته‌های گروهی از دانشمندان در دانشگاه منچستر اخیراً در مجلهٔ *نیچر نانوتکنولوژی*[1] چاپ شده است. لایه‌های اکسید گرافن قبلاً توان بالقوهٔ زیادی را در تصفیه گاز و آب از خود نشان داده‌اند.

این لایه‌های اکسید گرافن ساخته شده در انستیتوی ملی گرافن قبلاً توان تصفیه نانوذرات ریز، مولکول‌های آلی، و حتی نمک‌های درشت را از خود نشان داده‌اند. اما تاکنون نمی‌شد از آن‌ها برای غربال کردن نمک‌های معمولی در فناوری‌های شیرین کردن آب که به الک‌های حتی ریزتر نیاز داشت استفاده کرد.

پژوهش‌های قبلی در دانشگاه منچستر نشان داد که اگر لایه‌های اکسید گرافن در آب غوطه‌ور شوند اندکی متورم می‌شوند و نمک‌های ریزتر همراه آب از آن می‌گذرند، اما یون‌ها یا مولکول‌های بزرگ‌تر متوقف می‌شوند.

اکنون گروه مستقر در منچستر با توسعهٔ این لایه‌های گرافن راهبردی را جهت جلوگیری از متورم شدن لایه‌های در معرض آب یافته‌اند. اندازهٔ سوراخ در پوسته را می‌توان دقیقاً طوری کنترل کرد که بتواند آب نمک معمولی را غربال و آن را برای خوردن مناسب سازد.

چون آثار تغییر آب و هوا منابع آب شهرهای جدید را مدام کم می‌کنند، کشورهای ثروتمند فناوری‌های شیرین کردن آب را گسترش داده‌اند، به دنبال سیل‌های شدید در کالیفرنیا، شهرهای ثروتمند هم به‌طور فزاینده‌ای در جست‌وجوی منابع جدید آب هستند

وقتی نمک معمولی در آب حل شود، همواره پوسته‌ای از مولکول‌های آب در اطراف مولکول‌های نمک تشکیل می‌شود. این موضوع امکان اینکه لوله‌های موئین موجود در لایه‌های اکسید گرافن مانع عبور نمک همراه آب شوند را فراهم می‌سازد. مولکول‌های آب می‌توانند از سد این لایه بگذرند و با سرعتی بسیار زیاد جریان پیدا کنند که برای کاربرد این لایه‌ها در شیرین کردن آب ایده‌آل است.

پروفسور راهول نئر[2] از دانشگاه منچستر گفت: «عملی شدن ساخت لایه‌های مقیاس‌پذیر با اندازه سوراخ یکنواخت تا مقیاس اتمی گامی بلند به پیش است که امکان بهبود کارآیی فناوری شیرین کردن آب را به وجود می‌آورد. این اولین آزمایش دقیق در این مورد است. همچنین نشان داده‌ایم که امکانات واقعی برای بهبود این رهیافت و تولید انبوه لایه‌های مبتنی بر گرافن با اندازه سوراخ لازم وجود دارد.»

همکاران این طرح بیان کردند که: «این لایه‌ها نه‌تنها برای شیرین‌کردن آب مفیدند، بلکه امکان تنظیم اندازهٔ سوراخ‌ها تا مقیاس اتمی فرصت ساخت لایه‌هایی را فراهم می‌سازد که می‌توانند بنا به درخواست یون‌ها را برحسب اندازه‌شان تصفیه کنند»

سازمان ملل متحد انتظار دارد که تا سال ۲۰۲۵ میلادی ۲۵ درصد مردم جهان با کمبود آب روبه‌رو شوند. این فناوری توان آن را دارد که تصفیه آب را در جهان، به‌ویژه در کشورهایی که توانایی ساخت نیروگاه‌های آب شیرین‌کن بزرگ مقیاس را ندارند، متحول سازد.

امید می‌رود که لایه‌های اکسید گرافن را بتوان در مقیاس‌های کوچک‌تر ساخت تا این فناوری در اختیار کشورهایی قرار بگیرد که زیرساخت‌های مالی برای تأمین هزینهٔ نیروگاه‌های بزرگ تولید آب شیرین را ندارند.

برای اطلاعات بیشتر مراجعه کنید به:

Tunable sieving of ions using graphene oxide membrances, Nature Nanotechnology, nature.com/articles/doi:10.1038/nnano.2017.21

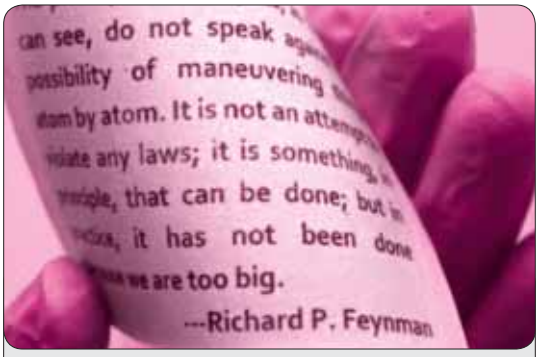
پی‌نوشت

1. *Nature Nanotechnology*
2. Rahul Nair

منبع

University of Manchester

چاپ بدون استفاده از جوهر با نور



کاغذ قابل بازنویسی در چاپ با نور که گفته‌ای از ریچارد فاینمن را نقل می‌کند

در یـــک تلاش در جهت مهار تأثیر مخـــرب تولید کاغذ بر محیط‌زیست، پژوهشگران موفق به تولید کاغذی شده‌اند که با نور چاپ می‌شـــود ـ کاغذی که می‌توان آن را با استفاده از نور UV چاپ کرد و در دمای ۱۲۰°C پاک می‌شـــود و قابل بازنویســـی تا بیش از ۸۰بار است. رمز چاپ با نور تغییر رنگ شیمیایی نانوذراتی است که می‌توان با قرار دادن لایه نازکی از آن‌هـــا بر روی کاغذ معمولی آن را به کاغذ قابل چاپ با نور تبدیل کرد.

در یک شمارهٔ اخیر نانولترز[1] پژوهشگران دانشگاه شاندونگ[2] در چین، دانشـــگاه کالیفرنیا در ریورساید[3] و آزمایشگاه ملی لاورنـــس برکلی[4] مقاله‌ای دربارهٔ کاغذ قابل بازنویســـی با نور چاپ کرده‌اند.

مهم‌ترین جنبهٔ کار آن‌ها توسعهٔ گروه جدیدی از دستگاه‌های کلیدزنی رنگی حالت جامد با قابلیت برگشـــت‌پذیری نوری اســـت کـــه می‌تواند کاغذ قابل بازنویســـی با نـــور با ظاهر و حساسیت مشـــابه کاغذ معمولی تولید کند که می‌توان روی آن بارها بدون نیاز به جوهر نوشـــت و سپس نوشته‌ها را پاک کرد. این کار تأثیر اقتصادی و زیست‌محیطی بارزی بر جامعهٔ جدید می‌گذارد.

در حال حاضر، تولید و دورریزی کاغذ تأثیر منفی زیادی بر محیط‌زیســـت دارد: تولید کاغذ یک منبع مهم تولید آلودگی صنعتی است، کاغذ باطله یک منبع اصلی (تقریباً ۴۰ درصد) تولید زباله است و حتی بازیافت کاغذ نیز به علت فرایند حذف جوهر باعث آلودگی می‌شود. موضوع از بین رفتن جنگل‌ها هم وجود دارد: در ایالات متحده تقریباً یک‌سوم تمام درخت‌های قطع شده در تولید کاغذ و مقوا مورد استفاده قرار می‌گیرند.

پژوهشگران در تلاش جهت حل این مسئله‌ها جایگزین‌های دیگر کاغذ دورریختنی را بررسی کرده‌اند. یک امکان استفاده از توانایی تغییر رنگ برخی مواد شیمیایی در معرض نور است، گرچه این رویکرد در گذشته مشکلاتی را در رابطهٔ با پایداری، برگشـــت‌پذیری محدود، قیمت زیاد، ســـمی بودن، و مشکل پوشش‌دهی کاغذ معمولی متخلخل به‌وجود آورده است.

کاغذ قابل چاپ با نور که در یک طرح جدید تولید شده است با پیشرفت در همهٔ زمینه‌ها، نیاز به زمان کوتاه و منظور کردن هر محیطی که بتوان اطلاعات را روی آن چاپ کرد این فناوری را به کاربردی بودن نزدیک کرده است.

پژوهشگران بر این باورند که کاغذ قابل بازنویسی کاربردهای بســـیار زیادی در ثبت موقتی اطلاعات و خواندن آن‌ها مانند روزنامه‌ها، مجله‌ها، پوســـترها، یادداشت‌ها، تولید نشانگرهای حیاتی، حسگرهای اکسیژن و برچسب‌های قابل بازنویسی در کاربردهای مختلف دارد.

پوشـــش جدید از دو نوع نانوذرات تشـــکیل شده است: ذرات ساخته شده از آبی پروس که رنگ‌دانهٔ آبی معمولی ارزان‌قیمت و غیرسمی است که با الکترون گرفتن بی‌رنگ می‌شود؛ و دی‌اکسید تیتانیوم (TiO_2) که یک مادهٔ فوتوکاتالیزی است که باعث شتاب گرفتن واکنش‌های شیمیایی در معرض نور UV می‌شود.

نمونه‌های مختلف کاغذ قابل چاپ با نور

وقتی نانوذرات آبی پروس و TiO_2 به‌طور یکنواخت مخلوط و روی کاغذ پوشش داده شوند، کاغذ چاپ نشده آبی یکدست به‌نظر می‌رسد. برای چاپ متن یا تصاویر، کاغذ در معرض نور UV قـــرار می‌گیرد که نانوذرات TiO_2 را بر اثر نور برانگیخته می‌کند. سپس این نانوذرات الکترون آزاد می‌کنند که جذب نانوذرات آبی پروس مجاور می‌شود و آن‌ها را از آبی به بی‌رنگ تبدیل می‌کند.

چون خواندن متن آبی روی زمینهٔ بی‌رنگ راحت‌تر از زمینه

برای اطلاعات بیشتر مراجعه کنید به:

Wenshou Wang et al. “Photocatalytic Color Switching of Transition Metal Hexacyanometalate Nanoparticles for High-Perfomance Light-Printable Rewritable Paper.” Nano Letters. DOI: 10.1021/acs/nanolett.6b03909

پی‌نوشت‌ها

1. Nano Letters
2. Shandong
3. Riverside
4. Lawrence Berkley

منابع

2017 Phys.org

آبی است، عملاً نور به جای متن زمینه را چاپ و آن را بی‌رنگ می‌کند (گرچه می‌توان کاغذ را «به‌طور معکوس چاپ کرد» تا متن بی‌رنگ را روی زمینهٔ آبی نشان دهد). می‌توان با استفاده از مشابه‌های مختلف آبی پروس به رنگ‌های مختلف دست یافت.

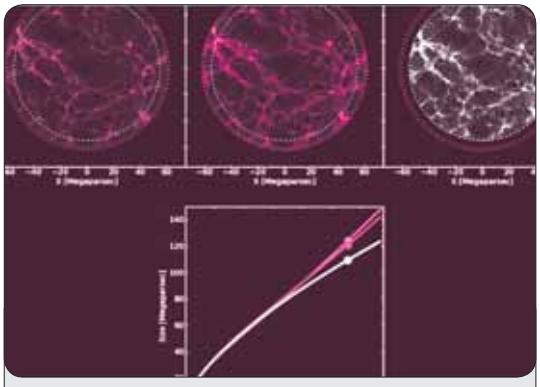
کاغذ پس از چاپ شدن این پیکربندی را دست‌کم پنج روز با توان تفکیک (۵ μm) حفظ می‌کند و سپس با اکسید شدن در شرایط محیط به رنگ اولیه باز می‌گردد. برای پاک کردن سریع‌تر می‌توان کاغذ را به مدت ۱۰ دقیقه گرم کرد تا به رنگ آبی یکنواخت اولیه برگردد.

پژوهشگران گمان می‌کنند که کاغذ قابل چاپ با نور با تولید در مقیاس تجارتی ارزان‌قیمت خواهد شد.

به گفته پژوهشگران کاغذ قابل چاپ با نور در واقع می‌تواند با کاغذ معمولی رقابت کند. مواد پوششی ارزان‌قیمت‌اند و انتظار می‌رود که هزینهٔ تولید هم کم باشد چون پوشش را می‌توان با فرایندهای ساده‌ای چون خیساندن یا اسپری کردن روی سطح کاغذ معمولی نشاند. فرایند چاپ آن هم از روش‌های معمولی کم هزینه‌تر است چون نیازی به جوهر ندارد. مهم‌تر از همه، این کاغذ را می‌توان ۸۰ بار به‌کار برد که هزینهٔ کل را به میزان قابل ملاحظه‌ای کم می‌کند.

کارهای بعدی روی عملی کردن این روش متمرکز خواهد شد و گام بعدی ساخت چاپگر لیزری با این کاغذ قابل بازنویسی است تا چاپ سریع را امکان‌پذیر سازد. همچنین در جست‌وجوی روش‌های مؤثر تحقق بخشیدن به چاپ تمام رنگی نیز هستند.

توصیف انبساط شتاب‌دار عالم بدون مادهٔ تاریک



▲ تصویر انبساط عالم در کیهان‌شناسی «مادهٔ تاریک سرد لاندای» استاندارد شامل انرژی تاریک (صفحه چپ در بالا)، مدل جدید اورا که در آن با در نظر گرفتن ساختار عالم نیاز به مادهٔ تاریک حذف می‌شود (صفحه وسط در بالا)، و کیهان‌شناسی اینشتین ـ دوسیته، مدل اولیه بدون انرژی تاریک (صفحهٔ راست در بالا) شکل پائین افزایش، فاکتور مقیاس (نمایانگر اندازه) برحسب زمان است که در آن ۱Gya برابر ۱ میلیارد سال است. رشد ساختار را می‌توان در شکل‌های بالا هم دید. هر نقطه یک خوشه کهکشانی را نشان می‌دهد. یکاهای مقیاس برحسب ۱ مگاپارسک (MPC) هستند که ۱MPC در حدود ۳ میلیون میلیون میلیون کیلومتر است.

یک گروه مجارستانی ـ امریکایی مدعی آن هستند که شاید «انرژی تاریک» اسرارآمیز که گمان می‌رفت ۶۸ درصد عالم را تشکیل دهد اصلاً وجود نداشته باشد.

پژوهشگران بر این باورند که مدل‌های استاندارد عالم نمی‌تواند ساختار متغیر آن را به حساب آورد، اما اگر این کار انجام گیرد نیاز به انرژی تاریک از بین می‌رود. این گروه نتایج خود را در مقاله‌ای در *اطلاعیه‌های ماهانه انجمن سلطنتی اخترشناسی*[1] چاپ کرده‌اند. عالم ما ۱۳/۸ میلیارد سال پیش در مهبانگ به‌وجود آمد، و از آن پس در حال انبساط است. دلیل اصلی این انبساط قانون هابل مبتنی بر رصد کهکشان‌هاست که طبق آن سرعت میانگین دور شدن کهکشان‌ها از ما با فاصله‌شان متناسب است.

اخترشناسان سرعت این دور شدن را با نگاه کردن به خط‌های طیفی کهکشان‌ها اندازه می‌گیرند که هرچه کهکشان با سرعت بیشتری از ما دور شود به مقدار بیشتر به سرخ منتقل می‌شود. در سال‌های ۱۹۲۰ اندازه‌گیری سرعت کهکشان‌ها دانشمندان را به این نتیجه‌گیری رساند که کل عالم در حال انبساط است، و اینکه زندگی در آن در نقطه‌ای بسیار کوچک آغاز شده است.

در نیمهٔ دوم قرن بیستم، اخترشناسان دلیل وجود مادهٔ تاریک را از مشاهدهٔ اینکه برای توصیف حرکت ستارگان در

کهکشان‌ها به چیز بیشتری نیاز داریم به‌دست آوردند. اکنون گمان می‌رود که مادهٔ تاریک ۲۷ درصد محتوای عالم را تشکیل دهد (برخلاف مادهٔ معمولی که فقط ۵ درصد آن است).

رصدهـــای مربوط به انفجار ســـتارگان کوتوله ســـفید در دســـتگاه‌های دوتایی اَبَر نواخترهای نوع Ia، در ســـال‌های ۱۹۹۰ باعث شـــد دانشمندان به این نتیجه برسند که مؤلفه ســـوم، انرژی تاریک ۶۸ درصد کیهان را تشکیل می‌دهد، و عامل شتاب گرفتن انبساط عالم است.

در یک کار جدید پژوهشگران به رهبری دانشجوی دکتری گابور راتس[2] از دانشـــگاه لورند اوتووش[3] در مجارستان، وجود مـــادهٔ تاریک مورد تردید قرار گرفـــت و توجیه دیگری برای این موضوع پیشـــنهاد شد. آن‌ها استدلال می‌کنند مدل‌های معمولی کیهان‌شناســـی (مطالعهٔ منشأ و تحول عالم) مبتنی بر تقریب‌هایی است که ساختار آن را نادیده می‌گیرد و فرض می‌کند که ماده دارای چگالی یکنواخت است.

معادله‌های نسبیت عام اینشـــتین که انبساط عالم را بیان می‌کنند به لحـــاظ ریاضی پیچیده‌اند، به‌طـــوری که پس از گذشت صد سال هنوز جوابی برای تأثیر ساختارهای کیهانی یافته نشده است. ما از رصدهای دقیق اَبَرنواخترها می‌دانیم که عالم شـــتاب می‌گیرد، ولی در عین حال متکی بر تقریب‌های خام معادله‌های اینشـــتین هستیم که شاید آثار جنبی بسیار جدی مانند نیاز به انرژی تاریک را در تلاش جهت برازش به داده‌های تجربی ایجاب کند.

در عمل، به نظر می‌رســـد که مادهٔ تاریک و معمولی عالم را با ساختاری اسفنج‌گونه پر کرده باشند که در آن کهکشان ما روی دیواره‌هـــای نازک‌بین حباب‌ها قرار گرفته‌اند و به‌صورت اَبَرخوشه‌هایی مجتمع شده‌اند. برعکس، درون حباب‌ها تهی از هر دو نوع ماده است.

با استفاده از یک شبیه‌سازی رایانه‌ای برای مدل‌سازی تأثیر گرانی بر توزیع میلیون‌ها ذرهٔ مادهٔ تاریک بررسی شده است. دانشـــمندان تحول عالم را با در نظر گرفتن کپه شدن اولیهٔ ماده و تشکیل ساختار بزرگ مقیاس عالم بازسازی کرده‌اند.

برخلاف شبیه‌ســـازی‌های معمولی با عالم در حال انبساط هموار، در نظر گرفتن ســـاختار به مدلـــی می‌انجامد که در آن ناحیه‌های مختلف کیهان با آهنگ‌های متفاوت منبســـط می‌شوند که با مشاهده‌های کنونی سازگار است و شتاب‌گیری کلی را مطرح می‌کند.

دکتر دوبوس[4] یکی از نویســـندگان مقاله می‌گوید: «نظریه نسبیت در شناخت تحول عالم نقشی بنیادی دارد. ما اعتبار آن را زیر سؤال نمی‌بریم؛ پرسش ما اعتبار راه‌حل‌های تقریبی است. یافته‌های ما مبتنی بر فرض‌های ریاضی است که بسط دیفرانسیلی فضای سازگار با نسبیت عام را امکان‌پذیر می‌سازد که نشـــان می‌دهند چگونه تشکیل ساختارهای پیچیدهٔ ماده در انبساط تأثیر می‌گذارد. این مطالب را قبلاً مخفی می‌کردند اما در نظر گرفتن آن‌ها می‌تواند شتاب گرفتن را بدون نیاز به انرژی تاریک توجیه کند.»

اگر این یافته تأیید شـــود می‌تواند تأثیر زیادی بر مدل‌های عالم و جهت پژوهش در فیزیک داشـــته باشـــد. در ۲۰ سال گذشته اخترشناسان و فیزیک‌دانان نظری دربارهٔ سرشت مادهٔ تاریک حدس‌هایی زده‌اند، اما این موضوع هنوز معمایی حل نشده است. با مدل جدید پژوهشگران انتظار دارند دست‌کم بحث پرشوری را آغاز کنند.

برای اطلاعات بیشتر مراجعه کنید به:

Concordance cosmology without dark energy. arxiv.org/abs/1607.08797

پی‌نوشت‌ها

1. *Royal Astronomical Society*
2. Gábor Ràcz
3. Eötvös Laràand University
4. Dobos

منبع

Royal Astronomical Society

تبدیل همزمان نور خورشید، گرما و حرکت به الکتریسیته

انـــواع گوناگون انرژی ما را احاطه کرده‌اند: نور خورشـــید، گرمای اتاق و حتی حرکت‌های مختلفی که صورت می‌گیرند. تمام این انرژی‌ها ـ که معمولاً تلف می‌شـــوند ـ را می‌توان بالقوه برای تأمین انرژی ابزارهای قابل حمل و پوشـــیدنی، از حســـگرهای زیست‌سنجی گرفته تا ساعت‌های هوشمند، مورد اســـتفاده قرار داد. اکنون پژوهشگران دانشگاه اولو[1] در فنلاند یک مادهٔ معدنی با ساختار بلور پروسکایت[2] را یافته‌اند که دارای ویژگی‌های مناسب برای استخراج همزمان انرژی از منابع مختلف است.

پروسکایت‌ها خانواده‌ای از مواد معدنی هستند که بسیاری از آن‌ها نویدبخش برداشت یک یا دو نوع انرژی در هر زمان ـ و نه همزمان ـ هستند. شاید یک خانواده برای سلول‌های خورشیدی مناسب و دارای ویژگی‌های مطلوب برای تبدیل کارآمد انرژی خورشید به الکتریسیته باشد، در حالی‌که خانوادهٔ دیگر برای مهار انرژی از طریق تغییرات دما و فشار ناشی از حرکت به‌کار رود و مواد به ترتیب به اصطلاح پیروالکتریک و پیزوالکتریک را تشکیل دهد.

با این همه، گاهی فقط یک نوع انرژی کافی نیست. یک نوع انرژی معین همواره در دسترس نیست ـ شاید هوا ابری باشد یا در جلسه‌ای باشید که نتوانید بلند شوید و راه بروید. بنابراین پژوهشگران ابزارهایی را تولید کرده‌اند که می‌توانند انرژی‌های مختلف را به‌کار گیرند، اما این کار نیازمند مواد گوناگون است که حجم وسیله‌ای را که می‌خواهیم کوچک و قابل حمل باشد زیاد می‌کند.

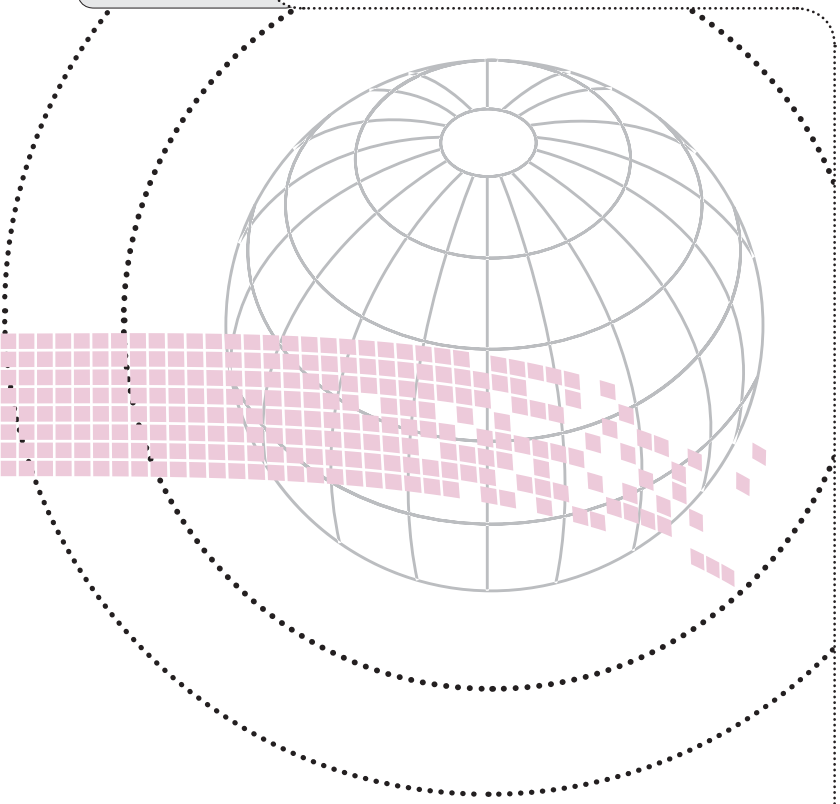
اخیراً یانگ بائی[3] و همکارانش از دانشگاه اولو مقاله‌ای در *اپلاید فیزیکز لترز*[4] منتشر کرده‌اند که پژوهش دربارهٔ نوع خاصی از پروسکایت موسوم به KBNNO است که شاید بتواند انرژی‌های گوناگون را به‌کار گیرد. KBNNO مثل همهٔ پروسکایت‌ها یک مادهٔ فروالکتریک و پر از دوقطبی‌های الکتریکی ریز همچون عقربهٔ قطب‌نما در یک آهنرباست.

وقتی دمای مادهٔ فروالکتریکی مانند KBNNO تغییر کند، سمتگیری دوقطبی‌ها برهم می‌خورد و باعث القای جریان الکتریکی می‌شود. بار الکتریکی نیز با توجه به جهت دوقطبی‌ها انباشته می‌شود. تغییر شکل ماده نیز باعث می‌شود برخی نواحی بارها را جذب یا دفع کنند که باز هم جریان الکتریکی تولید می‌کند.

پژوهشگران قبلاً ویژگی‌های فوتوولتائیک و کلی مواد فروالکتریک را بررسی کرده‌اند، اما این کار را در دمای چند صد درجه زیر نقطهٔ انجماد انجام داده‌اند و روی ویژگی‌های ماده در ارتباط با دما یا فشار تمرکز نکرده‌اند. مطالعهٔ جدید اولین پژوهشی است که در آن همهٔ این ویژگی‌ها همزمان در دمای بالاتر از اتاق بررسی شده است.

آزمایش‌ها نشان داده‌اند در حالی‌که KBNNO در تولید الکتریسیته از گرما و فشار خوب عمل می‌کند، اما به‌خوبی دیگر پروسکایت‌ها نیست. با این همه، نویدبخش‌ترین یافته آن است که پژوهشگران می‌توانند ترکیب KBN-NO را طوری اصلاح کنند که ویژگی‌های پیروالکتریک و پیزوالکتریک آن بهبود یابد. بائی می‌گوید: «امکان دارد بتوان تمام این ویژگی‌ها را به نقطهٔ بیشینه رساند». او این کار را با مواد اصلاح شده انجام می‌دهد و امیدوار است تا سال بعد یک نمونه اولیه از وسیله‌ای بسازد که بتواند انرژی‌های گوناگون را به‌کار گیرد. فرایند ساخت آسان است، بنابراین تجاری‌سازی در چند سال پس از تعیین بهترین مواد صورت می‌گیرد.

بائی می‌گوید «این موضوع باعث توسعهٔ اینترنت و شهرهای هوشمند می‌شود که در آن‌ها حسگرها و وسایل مصرف‌کننده توان به صورت مداوم انرژی تولید می‌کنند. این نوع مواد احتمالاً باتری‌های وسایل شما را تکمیل می‌کنند و کارآیی انرژی آن‌ها را بهبود می‌بخشند به‌طوری که نیاز به شارژ کردن آن‌ها کاهش می‌یابد. شاید روزی دیگر نیاز به شارژ کردن این وسایل نداشته باشید و حتی باتری برای وسایل کوچک منسوخ شود.



برای اطلاعات بیشتر مراجعه کنید به:

Yong Bai et al, Ferroelectric, pyroelectric, and piezoelectric properties of a photovoltaic perovskite oxide. Applied Physics Letters (2017). DOI: 10.1063/1.4974735

پی‌نوشت‌ها

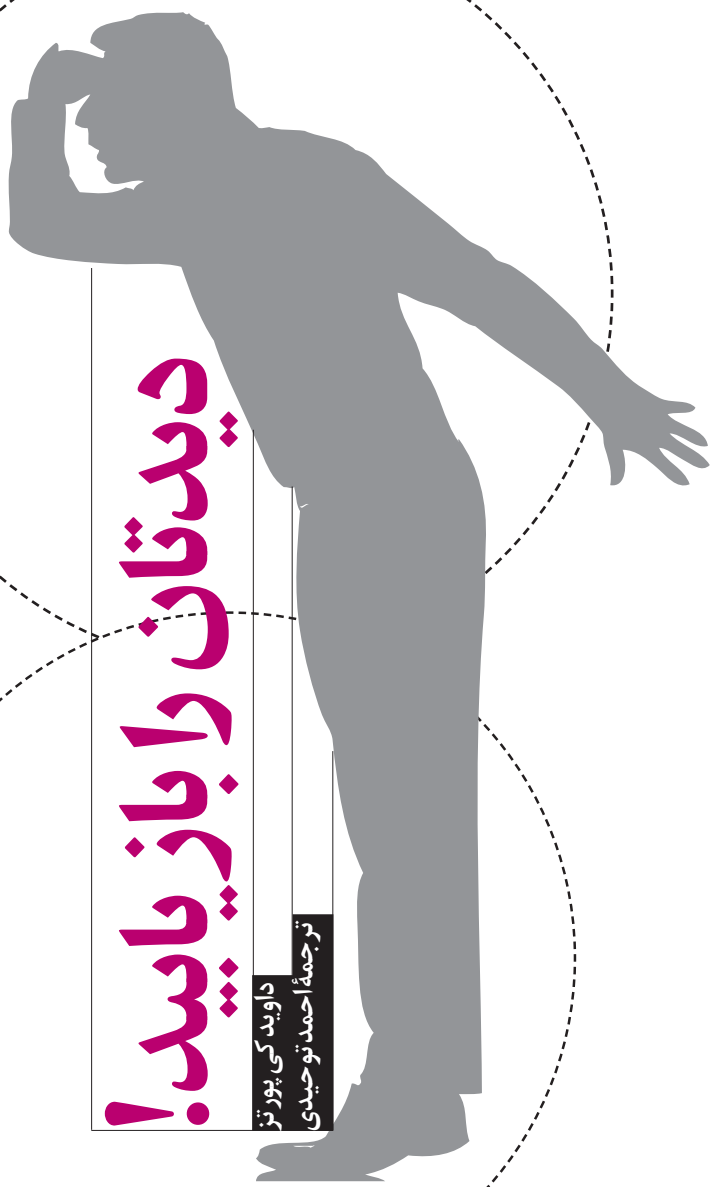
1. Oulu University
2. Perovskite
3. Yang Bai
4. Applied Physics Letters

منبع

American Institute of Physics

دیدتان را بازیابید!

داوید کی پور تز
ترجمهٔ احمد توحیدی



اشاره

در این مقاله روش‌های ساده برای دید بهتر بدون استفاده از عینک در موارد ضروری توضیح داده شده است.

کلیدواژه‌ها: لیزیک، صاف کردن قرنیه، روزنه، بازیافت سریع

حدود ۱۵ سال پیش من نزدیک‌بینی چشمانم را با استفاده از جراحی لیزیک (لیزر) اصلاح کردم. دقایقی پیش از عمل، از جراح پرسیدم برای چشمانم دقیقاً چه برنامه‌ای دارد. وقتی متوجه شد که فیزیک تدریس می‌کنم، تقریباً به اختصار گفت: «من تصمیم دارم سطح قرینه چشمانتان را صاف کنم.»

اگر شما نزدیک بینید و عینکتان را گم کرده‌اید و در عین حال باید چیزی را موقتاً به‌طور واضح ببینید، بازیافت دیدتان بسیار آسان است. کافی است سطح قرینه چشمانتان را صاف کنید. پلک‌های چشمانتان را تا اندازه‌ای ببندید و با استفاده از پلک‌ها و انگشتان شست و اشاره به آهستگی به قرینه‌ها فشار وارد کنید. دید خود را به‌طور چشمگیری باز خواهید یافت. یا اگر فشار آرام به چشمانتان شما را ناراحت می‌کند، روش دیگری وجود دارد. انگشتان اشاره و میانی‌تان را کنار هم نگاه دارید و نوک آن‌ها را با استفاده از نوک انگشتِ شستتان آنقدر فشار دهید تا سوراخ کوچکی میانشان ایجاد شود به‌طوری که پرتوهای نور بتوانند از میان آن بگذرند. وقتی شما از درون این «روزنهٔ» کوچک اشیا را نگاه کنید بسیار واضح‌تر خواهند شد. اگر چشمتان دوربین باشد ترفند دوم بسیار مؤثر است. اما این روزنه را خیلی کوچک نکنید. زیرا با پیدایش طرح‌های پراش، آن‌ها مزاحم وضوح دیدتان خواهند شد.

اخیراً من به دانشجویانی فیزیک مقدماتی درس می‌دادم که همگی دانشجویان پیش‌پزشکی بودند، روش‌های بازیافت سریع به‌ویژه مورد توجه‌شان قرار گرفت. من دریافتم که بسیاری از آن‌ها پیش از آنکه درس فیزیک را انتخاب کنند این ترفندها را نمی‌دانستند. این ترفندها نه‌تنها دید را در شرایط اضطراری به سرعت اصلاح می‌کنند، بلکه همچنین مثال‌هایی از کاربرد مقدماتی نور هندسی را در اختیارمان قرار می‌دهند.

ترفند دوم صرفاً مبنای دوربین روزنه‌ای است. اگر پرتو نوری که از یک شی سرچشمه می‌گیرد از سوراخ کوچکی بگذرد و بر نقطه دومی تأثیر گذارد، این پرتو می‌تواند تنها در یک مسیر به یک پرده برسد. چون دو نقطه یک خط را تشکیل می‌دهند. راز دیدِ واضح ایجاد تناظر یک‌به‌یک بین نقاط شی و نقاط تصویر بر روی پردهٔ چشم یا شبکیه است.

دو روشی که در اینجا برای توضیح ترفند صاف کردن قرنیه ارائه می‌شود به اساس توضیح نزدیک‌بینی بستگی دارد ابتدا فیزیولوژیکی نزدیک‌بینی را بررسی می‌کنیم. دستگاه عدسی چشم شامل قرنیه و عدسی انعطاف‌پذیری است که پشت قرنیه قرار دارد. در هر دوی آن‌ها نور شکست پیدا می‌کند. دستگاه عدسی چشم نزدیک‌بین فوق‌العاده کوژ است بنابراین به شدت همگراست. پرتوهای موازی گسیل شده از اشیا دور پیش از موقع و قبل از رسیدن به شبکیه به یکدیگر برخورد می‌کنند شکل ۱. یک روش برای بازیافت دید برداشتن کوژی اضافی عدسی است. به بیان دیگر، صاف کردن قرنیه چشمانتان است.

دومین توضیح به تعریف نزدیک‌بینی بستگی دارد. شما در صورتی نزدیک‌بین هستید که نقطه دور ـ بی‌نهایت ـ به چشمانتان بسیار نزدیک باشد و بی‌نهایت آن‌طور که برای یک چشم سالم (عادی) تعریف می‌شود بی‌نهایت نباشد. در شکل ۲ یک عدسی کاو یا واگرا

از یک شـــی تصویری مستقیم و مجازی تشـــکیل داده است. اگر نزدیک‌بین باشـــید و از درون این عدسی از راست به سمت چپ نگاه کنید، می‌توانید به جای تمرکز شـــدید روی شی O که برای چشـــمتان بسیار دور اســـت روی تصویر I که به چشمتان بسیار نزدیک است تمرکز کنید.

اما اگر نمی‌خواهید از یک عدسی واگرای تصحیح کننده استفاده کنید، روش دیگری وجـــود دارد. قرنیه‌تان را صاف کنید. از میان بردن همگرایی همان اثر اضافه کردن واگرایی را دارد.

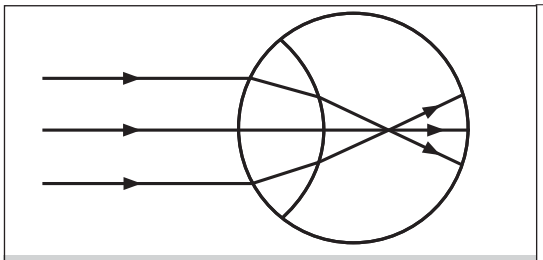
شکل ۲ اساس ترفند دیدِ مفید دیگری را نشان می‌دهد. با درست نگاه کردن به چشمان یک شخصِ عینکی، می‌توانید به‌طور منطقی عینک تجویز شـــده برای او را برآورد کنید. در این زمان شـــخص عینکی طرف چپ و شما طرف راست قرار دارید. اکنون شی (پیکان) بازنمای چشمِ شخص عینکی، و تصویر پیکان تصویر چشم او است. اگر از سمت راست از درون عدسی به سمت چپ نگاه کنید و تصویر کوچک شده چشم را ببینید، می‌فهمید که عدسی عینک، همان نوع عدسی است که نزدیک‌بینی را اصلاح می‌کند. برای عدسی کاو، فاصله کانونی منفی است، یا صحیح‌تر بگوییم، برای حفظ اعتبار رابطه عدســـی ـ نازک باید علامت منفی به علامت مثبت فاصله کانونی آن افزوده شود. بنابراین لازم است که مقدار منفی برای توان عدســـی که عکس منفی فاصله کانونی است در نظر گرفته شود. اما چرا علامت منفی پیشنهاد می‌شود؟ پاسخ این پرسش مستلزم کمی تجربه و تمرین است. هرچه عدسی واگراتر باشد تصویر چشم کوچک‌تر خواهد شد. پس از نگاه کردن به چندین چشم از درون عدسی و آگاهی از توان عدسی برحسب واحد دیوپتری، اکنون شما می‌توانید به عینک اشخاص نگاه کنید و نمره عینک تجویز شده برای آن‌ها را با خطای یک دیوپتری حدس بزنید.

تحلیل ارائه شده در این مقاله برای تصحیح نزدیک‌بینی را می‌توان به آســـانی برای توصیف اصلاح دوربینی نیز به‌کار برد. راه‌حل آن جایگزین کردن واژه‌ها با واژه‌های متضادشان است. برای مثال، بنا به تعریف دوربینی نقطه نزدیک برای چشـــم بسیار دور است (بنا به قرارداد فاصله ۲۵ ســـانتی‌متر نقطه نزدیک چشم سالم است.) دستگاه عدسی چشم دوربین به قدر کافی همگرا نیست شکل ۳، بنابراین شما یک عدسی همگرای تصحیح‌کننده لازم دارید.

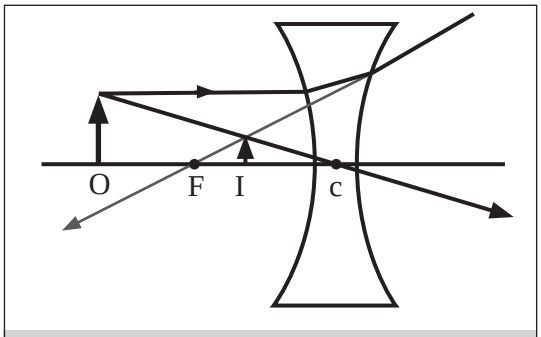
شـــکل (٤) مشابه شکل ۲ است، با این تفاوت که با یک عدسی کوژ همگرا نشان داده شده است. می‌توانید با استفاده از این عدسی از سمت راست از درون آن به جای یک شیِ نزدیک به یک تصویر مستقیم مجازیِ دور نگاه کنید.

اکنون فرض کنید شما دور ببینید و عینک خود را گم کرده‌اید. هرچه قرنیه چشمتان کوژتر باشد همگراتر است. پلک یک چشمتان را کمی ببندید و به آهستگی از روی پلک با دو انگشت شست و دو انگشت اشاره‌تان به اطراف قرنیه فشار وارد کنید.

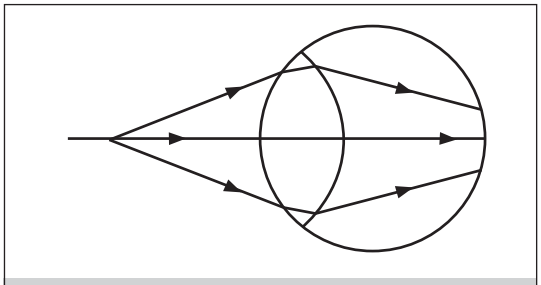
قرنیه کمی کوژ می‌شود. اگر شما با موفقیت محدودی این آزمایش را انجام دادید، متوجه می‌شوید که چرا بازیافت دوربینی با جراحی لیزیک چالش‌انگیزتر از بازیافت نزدیک‌بینی است.



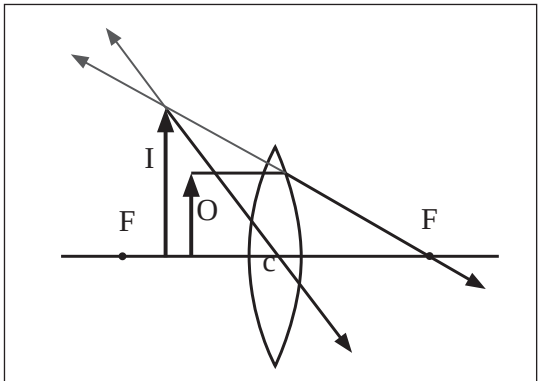
▲ شـــکل ۱. همگرایی پیش از موقع پرتوهای گسیل شده از یک شی دور، داخل چشمِ نزدیک‌بین در اینجا دستگاه عدسی چشم فقط با یک عدسی نشان داده شده است.



▲ شکل ۲. تشکیل تصویر در یک عدسی کاو. اگر از راست به چپ از درون عدسی نگاه کنید می‌توانید روی یک تصویر نزدیک به جای یک شی دور تمرکز کنید.



▲ شکل ۳. همگرایی ناکافی در یک چشم دوربین. پرتوهای گسیل شده از نقطهٔ نزدیک هنوز وقتی به شبکیه می‌رسند همگرا نشده‌اند.



▲ شکل ٤. تشکیل تصویر در عدسی کوژ از یک شی که فاصله آن تا عدسی کمتر از فاصله کانونی است. اگر از راست به چپ از درون عدسی نگاه کنید می‌توانید روی یک تصویر بسیار دور به جای یک شی نزدیک تمرکز کنید.

منبع

Fuz your own vision
David keeports
The Physics Teacher, Vol. 54, September 2016

مفهوم سطح مقطع در فیزیک

سیده زهرا کراری
کارشناس ارشد فیزیک

چکیده

وقوع واکنش‌های هسته‌ای رویدادهای احتمالی‌اند. این احتمال وقوع را می‌توان برحسب کمیتی به نام سطح مقطع بیان کرد. یکی از واکنش‌های هسته‌ای که به‌صورت گسترده با پارامتر سطح مقطع بررسی می‌شوند واکنش‌های نوترون با هسته‌اند. در این مقاله به بررسی مفهوم سطح مقطع با ذکر انواع آن می‌پردازیم.

کلیدواژه‌ها: سطح مقطع، احتمال وقوع واکنش، برهم‌کنش نوترون

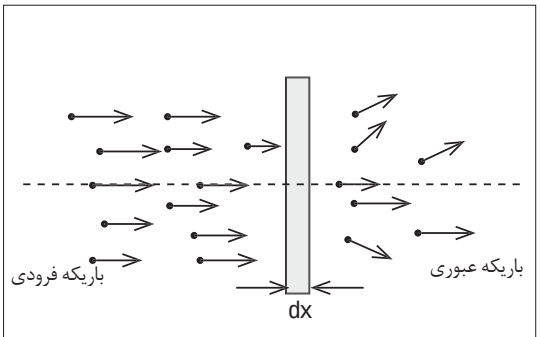
مقدمه

نوترون ذره‌ای فاقد بار الکتریکی است و با آشکارسازهای معمولی که برای تابش‌های یون‌ساز به کار می‌روند و در آن‌ها بار عامل مهمی در آشکارسازی ذره است آشکار نمی‌شود. نوترون تحت‌تأثیر نیروی کولنی بر هم‌کنش الکترومغناطیسی قرار نمی‌گیرد، این موضوع باعث می‌شود که نوترون بتواند با احتمال زیاد فاصله چندین سانتی‌متر را بدون هیچ برخوردی در ماده طی کند. اما از آنجا که نوترون یکی از دو جزء سازنده هسته و مولد برهم‌کنش قوی است می‌تواند هر چند با آهنگ کم، تحت‌تأثیر هسته‌های ماده قرار گرفته و با آن‌ها برهم‌کنش متقابل داشته باشد. این برهم‌کنش با هر میزان از انرژی نوترون می‌تواند رخ دهد اگر چه احتمال آن برای انرژی مختلف متفاوت است. این احتمال وقوع را می‌توان برحسب کمیتی به نام سطح مقطع بیان کرد.

سطح مقطع نوترون

الف. سطح مقطع میکروسکوپی

برای تعریف سطح مقطع همان‌طور که در شکل (۱) نشان داده شده است، باریکه‌ای از نوترون تک انرژی به شدت **I** بر لایه نازکی از ماده فرود می‌آید.



شکل ۱. باریکه نوترون فرودی بر لایه نازک هدف

فرض می‌شود که لایه هدف آن قدر نازک باشد که تمام هسته‌ها برای نوترون فرودی قابل مشاهده باشند. تعریف شدت باریکه عبارت است از تعداد نوترونی که در واحد زمان از واحد سطح، عمود بر باریکه می‌گذرد.

اگر باریکه نوترون یکنواخت و شامل n ذره در واحد حجم باشد. که با سرعت V در حرکت‌اند، شدت آن به این صورت است: $I = nV$

آهنگ برخورد نوترون با هسته‌ها R متناسب است با N,V,n

(تعداد اتم‌ها در واحد حجم) و dx ضخامت لایه که در آن σ ضریب تناسب است.

$$R \alpha nVN\, dx$$
$$R = \sigma nVN\, dx$$

این ضریب که دارای بُعد سطح است، سطح مقطع میکروسکوپی نام‌گذاری شده است. سطح مقطع را می‌توان سطح مؤثری در نظر گرفت که هسته هدف برای واکنش خاص در اختیار ذره فرودی می‌گذارد.

این سطح می‌تواند بزرگ‌تر یا کوچک‌تر از سطح هندسی قرص هسته هدف باشد، اما در هر حال مقدار بسیار کوچکی است. سطح مقطع را با واحد بارن (b) می‌سنجند که هر بارن معادل $10^{-28} m^2$ است.

احتمال وقوع بر هم‌کنش برابر است با احتمال برخورد ذره فرودی به سطح مؤثر هدف که هر چه این سطح بزرگ‌تر باشد، احتمال بر هم‌کنش نیز زیادتر خواهد بود.

در اینجا به چند نکته کلی در مورد سطح مقطع بر هم‌کنش نوترون اشاره می‌شود: [۱]

۱. سطح مقطع خاص برای واکنش‌های جذب و گیر اندازی حتی وقتی انرژی نوترون فوق‌العاده کم باشد، می‌توانند بسیار بزرگ باشد.

۲. سطح مقطع نوترون برای هر واکنشی به‌طور جداگانه تعریف می‌شود، به‌عبارت دیگر برای هر رویداد نوترون با هسته، σ_x خاصی که X نماد آن رویداد است وجود دارد.

سطح مقطع شکافت = σ_f
سطح مقطع جذب = σ_a
سطح مقطع پراکندگی کشسان = σ_{el}
سطح مقطع پراکندگی ناکشسان = σ_{in}
سطح مقطع گیراندازی پرتوزا = σ_c یا σ_γ
سطح مقطع پراکندگی = σ_s

۳. سطح مقطع‌های میکروسکوپی ویژگی جمع‌پذیری دارند. [۲]

$$\sigma_s = \sigma_{el} + \sigma_{in} \qquad \sigma_a = \sigma_c + \sigma_f + \ldots \qquad \sigma_t + \sigma_a = \sigma_s$$

ب. سطح مقطع ماکروسکوپی

شکل دیگری از سطح مقطع که آن هم کاربرد فراوانی دارد، سطح مقطع ماکروسکوپی است که به بر هم‌کنش نوترون روی تمام هسته‌های واحد حجم هدف مربوط می‌شود و با Σ نشان داده می‌شود.

$$\Sigma = \rho \frac{N_A}{A}$$

عدد جرمی عنصر محیط: A
عدد آووگادرو: N_A
چگالی محیط: ρ

Σ دارای بُعد عکس طول است و می‌توان آن را احتمال بر هم‌کنش نوترون در طول مسیر دانست. [۱]

واکنش‌های هسته‌ای از نوع (ذره باردار و n) وجود دارند که برای آشکارسازی نوترون به کار می‌روند، عموماً واکنش‌های گرماگیر برای توترون‌های سریع و واکنش‌های گرمازا برای نوترون‌های گرمایی به کار می‌روند.

یکی از کارسازترین واکنش گرمازا، همراه با مقدار Q و سطح مقطع آن برای نوترون‌های گرمایی در جدول زیر آمده است. [۱]

$$^{10}_{5}B + {}^{1}_{0}n \xrightarrow{\sigma=3840\,b} {}^{4}_{2}He + {}^{7}_{3}Li + 2/78 MeV$$

واکنش	ذره باردار فراورده	مقدار Q(MeV)	برای $\sigma_{En=0/025}$ (b)
$^{10}_{5}B(n,\alpha)^{7}_{3}Li$	$\alpha, {}^{7}_{3}Li$	۲/۷۸	۳۸۴۰

نوترون‌های گرمایی: به نوترون‌هایی که به تعادل گرمایی با محیطی رسیده‌اند که در آن پراکنده می‌شوند، نوترون‌های گرمایی می‌گویند. در واقع نوترون‌های کم انرژی، راحت‌تر از نوترون‌های با انرژی بالا می‌توانند با هسته بر هم‌کنش کنند. مقدار انرژی متناظر برای نوترون‌های گرمایی در دمای ۲۰ °C عبارت است از:

۰/۰۲۵۳ eV

نتیجه‌گیری

در مطالعه بر هم‌کنش‌های هسته‌ای که می‌توانند در آشکارسازی نوترون مفید باشند، باید سطح مقطع واکنش ماده هدف با نوترون تا جایی که ممکن است بزرگ باشد، تا احتمال بر هم‌کنش نوترون با ماده هدف افزایش یابد. با بررسی مقادیر مربوط به سطح مقطع در واکنش‌های هسته‌ای می‌توان آن دسته از واکنش‌هایی که احتمال وقوع بیشتری دارند مشخص کرد. [۳] [۴]

نوترون ذره‌ای فاقد بارالکتریکی است و با آشکارسازهای معمولی که برای تابش یون ساز به کار می‌روند و در آن‌ها بار عامل مهمی در آشکارسازی ذره است، آشکار نمی‌شود

منابع

۱. سولفایندس، نیکلاس، ۱۳۷۰، اندازه‌گیری و آشکارسازی تابش‌های هسته‌ای ترجمه رحیم کوهی فایق و محمود هادی‌زاده یزدی، انتشارات سیمین مشهد.
۲. فراشباشی مسجد، حسین، ۱۳۸۷، فیزیک هسته‌ای جلد۲، دانشگاه فردوسی مشهد.
3. press, W.H., etal. 1992, Numerical Recipes, Cambridge University press, USA.
4. Crane. T.W. and Baker. M.P, Neutron Detectors, Enlarged Edition 1991.

معرفی نرم افزار آزمایشگاه مجازی (SIMLAB) برای آموزش مبحث فنر و آونگ

مژگان قدسی، کارشناس ارشد آموزش فیزیک دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، دبیر فیزیک ناحیه ۲ شیراز
آزیتا سیدفدایی، دکترای آموزش فیزیک

چکیده

یادگیری مفاهیم فیزیک با انجام فعالیت‌های تجربی سهل‌تر است اما معلمان فیزیک به دلیل کمبود وقت و یا کمبود وسایل کمک‌آموزشی و... در اغلب موارد به بیان نظری مفاهیم بسنده می‌کنند. در این شرایط استفاده از نرم‌افزارهای آموزشی و آزمایشگاه مجازی باعث سرعت بخشیدن به فرایند یاددهی و یادگیری در کلاس می‌شود. نرم‌افزار SIMLAB یک آزمایشگاه مجازی را شبیه‌سازی می‌کندکه مباحث متعددی را دربردارد و می‌تواند به‌عنوان ابزار کمک‌آموزشی در کلاس مورد استفاده قرار گیرد.

کلیدواژه‌ها: آزمایشگاه مجازی، آموزش فیزیک، نرم‌افزار SIMLAB، فنر، آونگ

مقدمه

فناوری اطلاعات به‌عنوان مکمل نظام آموزشی در بهبود کیفیت تدریس تأثیر دارد. 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. (ابوالفضل عزیزی، رشد آموزش فیزیک، بهار ۹۳)

در این میان، آزمایشگاه مجازی به معلم این امکان را می‌دهد که مفاهیم فیزیکی را به‌صورت ملموس‌تری به کلاس ارائه دهد و در هنگام انجام فعالیت‌های عملی یک ابزار توانمند برای راهنمایی دانش‌آموزان به روش انجام آزمایش است.

نرم‌افزار سیم‌لب (SIMLAB) را می‌توان به راحتی و رایگان از اینترنت دانلود کرد. برای دانلود مستقیم به نشانی زیر مراجعه کنید.

www.saintmarys.edu\~rtarara\software.html

نصب و اجرا

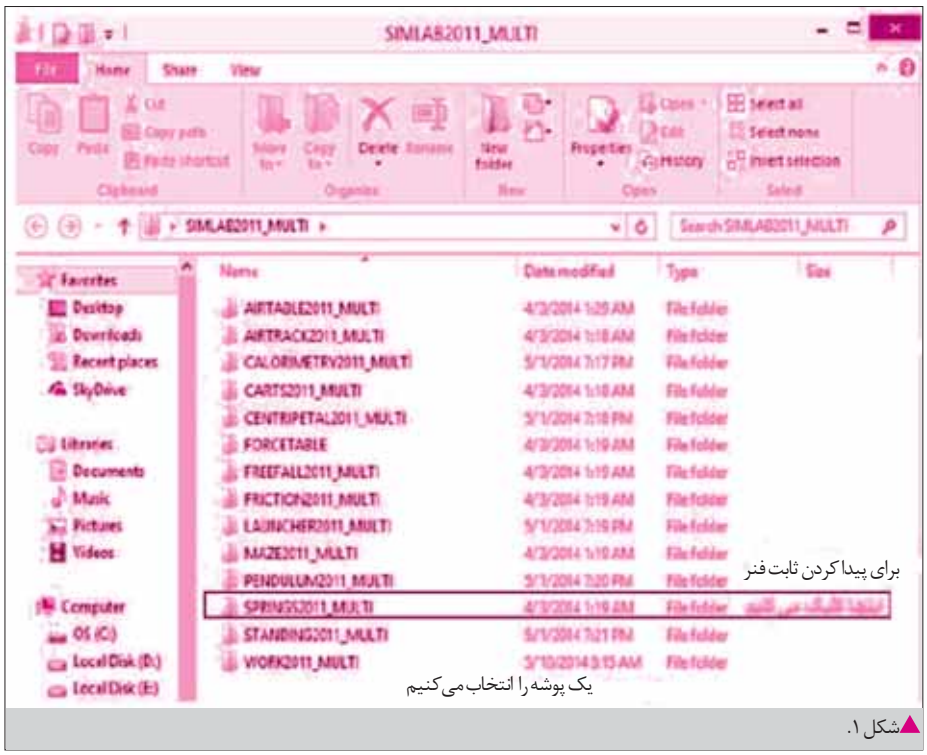
پس از دانلود نرم‌افزار روی آیکون SIMLAB در صفحهٔ رایانه کلیک می‌کنیم تا برنامه اجرا شود.

در مرحلهٔ اجرا شکل (۱) روی صفحه رایانه مشاهده می‌شود و چهارده عنوان آزمایش با کلیک روی هر پوشه، در دسترس ما قرار می‌گیرد. هر عنوان شامل یک و یا چند آزمایش است که می‌توانیم با راهنمایی برنامه وارد آن شویم. نکتهٔ قابل توجه این است که پیدا کردن داده‌ها و به‌دست آوردن جواب آزمایش به‌عهدهٔ کاربر است و این باعث یادگیری بیشتر کاربر و تسلط او بر موضوع می‌شود.

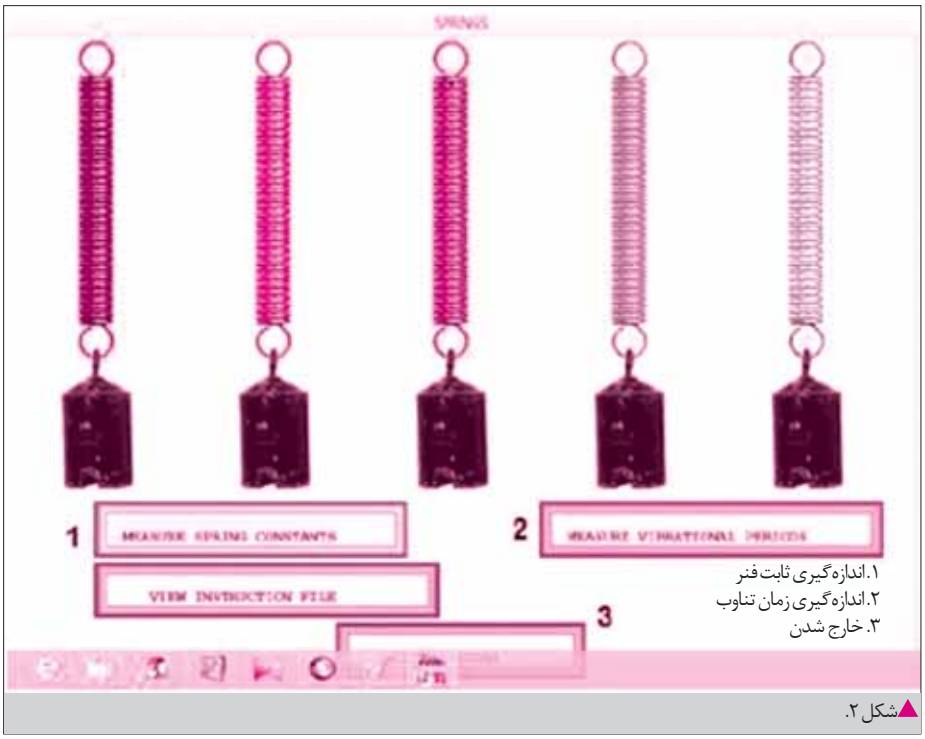
از جمله موضوع‌های طرح شده در این نرم‌افزار، محاسبهٔ ثابت فنر و زمان تناوب فنر، زمان تناوب آونگ، سقوط آزاد، گرما، برخورد، مشاهده اصطکاک ایستایی و جنبشی و... است. برای شروع روی عنوان موردنظر کلیک می‌کنیم و مطابق راهنمایی برنامه پیش می‌رویم.

مسئلهٔ ۱: چگونـــه می‌توانیم با طرح یک آزمایش ثابت فنر را برای فنری که در اختیار داریم به‌دســـت آوریم؟ (آزمایش ۳-۲ صفحه ٦٦ فصل ۳ کتاب فیزیک ۲ و آزمایشگاه پایه دوم علوم تجربی ـ ریاضی)

پاسخ: ابتدا نرم‌افزار ســـیم‌لب را اجرا می‌کنیم سپس روی پوشـــه موردنظر کلیک و آیکون اجرایی SPRING۲۰۱۱ را انتخاب می‌کنیم. شکل ۲ را روی صفحه رایانه آشکار می‌شود.



▲شکل ۱.



۱. اندازه‌گیری ثابت فنر
۲. اندازه‌گیری زمان تناوب
۳. خارج شدن

▲شکل ۲.

گزینـــه ۱ را انتخاب می‌کنیم شـــکل ۳ روی صفحه رایانه آشکار می‌شود. برای انتخاب فنر روی گزینه ۲ کلیک می‌کنیم (شکل ۳).

به کمک شکل ٤ طول اولیه فنر را به دست آوریم. با انتخاب گزینهٔ ۳ و ٤ وزنه موردنظر را به فنر وصل می‌کنیم. به کمک شـــکل ۵ طول ثانویه فنر را به‌دســـت می‌آوریم. با استفاده از رابطه‌های:

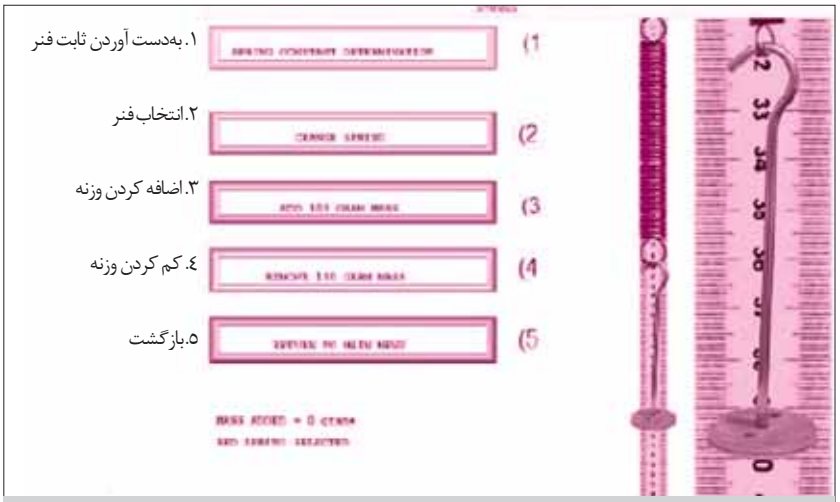
$X=L_2-L_1$ و $F=mg$ و $F=KX$ و $K=F/X$

ثابت فنر را به دست می‌آوریم (شکل ٤ و ۵).

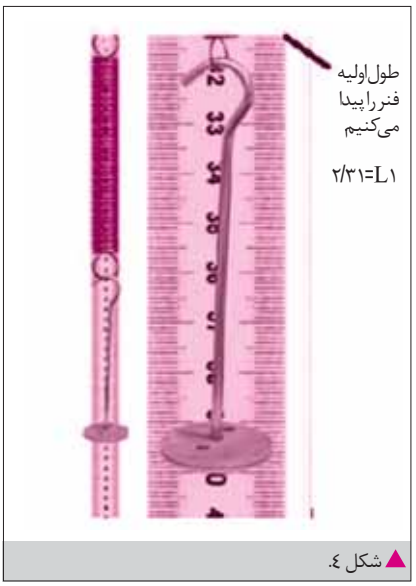
می‌توانیـــم با تکرار آزمایش و انتخاب وزنه‌های دیگر جدول صفحهٔ ٦٦ کتاب را کامل کنیم (جدول ۱).

از ایـــن آزمایش نتیجه می‌گیریم ثابت فنـــر برای یک فنر مشخص مقدار ثابت است.

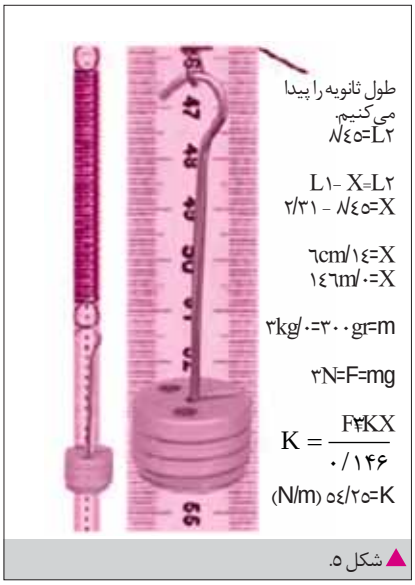
با برگشت به صفحهٔ قبل (شکل۳) می‌توانیم فنرهای دیگری را انتخاب کنیم و با تکرار آزمایش و به‌دست آوردن ثابت فنر، فنرها را با هم مقایسه کنیم. (فعالیت ۳-۸ صفحهٔ ٦٧ کتاب)



شکل ۳.



شکل ٤.



شکل ۵.

جدول ۱

شماره آزمایش	جرم جسم آویخته به فنر	طول فنر بدون وزنه	طول فنر کشیده شده	تغییر طول فنر	ثابت فنر N/m
۱	۲۰۰gr	۳۱/۲cm	٤۱/۰cm	۹/۸cm	۲۰/٤۰
۲	۳۰۰gr	۳۱/۲cm	٤۵/۸cm	۱٤/٦cm	۲۰/۵٤
۳	۵۰۰gr	۳۱/۲cm	۵۵/٦cm	۲٤/٤cm	۲۰/٤۹
٤	۷۰۰gr	۳۱/۲cm	٦۵/۲cm	۳٤/۰cm	۲۰/۵۸

مسئلهٔ ۲: به کمک یک گلوله و قطعه نخی به طول ۱۰۰(cm) آونگ ساده‌ای بسازید و دوره آن را به ترتیب با زاویه‌های انحراف ۵ و ۱۰ درجه اندازه‌گیری کنید. آزمایش را با گلوله‌های دیگر تکرار و نتیجه‌ها را با هم مقایسه کنید. (مشابه فعالیت ۳-۲ صفحهٔ ۹۰ کتاب فیزیک دوره پیش‌دانشگاهی رشته علم ریاضی و علوم‌تجربی)

در برنامه سیم‌لب روی گزینه PENDULUM۲۰۱۱_MULTI کلیک می‌کنیم. با مشاهده صفحهٔ بعد گزینه PENDULUM۲۰۱۱ را انتخاب می‌کنیم. سپس (شکل ٦) روی گزینه ۱ کلیک می‌کنیم و شرایط اولیه مانند: گلوله آونگ و طول آونگ و زاویه انحراف را انتخاب می‌کنیم (شکل ۷). سپس روی گزینهٔ ۲ کلیک و آزمایش را شروع می‌کنیم. (شکل۸)

به کمک زمان‌سنج و با کلیک روی گزینه شروع و پایان، مدت زمان رفت و برگشت، تعداد نوسان‌های کامل آونگ را اندازه‌گیری می‌کنیم و با تقسیم مدت زمان به تعداد نوسانات، زمان تناوب آونگ را به‌دست می‌آوریم. $T=t/n$

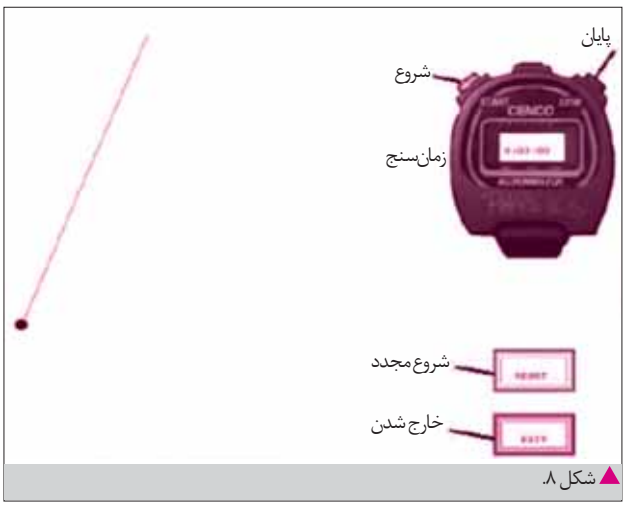
با معلوم بودن طول آونگ از رابطه $T=2\pi\sqrt{L/g}$ می‌توانیم T را حساب و پاسخ‌ها را با یکدیگر مقایسه کنیم. (جدول۲)

از این آزمایش نتیجه می‌گیریم که زمان تناوب آونگ برای انحراف با زوایای کوچک مقدار ثابتی است. (شکل ٦و۷و۸)

تجزیه و تحلیل دو مسئله ذکر شده در این مقاله با استفاده از نرم‌افزار SIMLAB نشانگر توانایی این نرم‌افزار در طراحی و انجام‌دادن آزمایش‌های کتاب‌های درسی است. از این‌رو به کمک این نرم‌افزار می‌توان آزمایش‌هایی را که امکان انجام دادن آن در کلاس درس و مدرسه وجود ندارد، مشاهده کرد و با ارتقای کیفیت آموزش را درکلاس‌های درس فیزیک انگیزهٔ یادگیری دانش‌آموزان را افزایش داد.

شکل ٦.

شکل ۷.



شکل ۸.

جدول ۲

شماره آزمایش	طول آونگ	زاویه انحراف	زمان نوسان	تعداد نوسان	دوره تناوب
۱	۱۰۰cm	۵ درجه	۱۲/۱۰ ثانیه	٦	۲/۰۱ ثانیه
۲	۱۰۰cm	۱۰ درجه	۱۲/۳۰ ثانیه	٦	۲/۰۵ ثانیه

منابع

۱. ابولفضل عزیزی (معرفی نرم‌افزار کروکودیل) مجله رشد آموزش فیزیک شماره ۱۰٦ بهار ۹۳

۲. خدیجه حسن بیگ‌زاده کلور (مقاله آزمایشگاه مجازی آری یا نه؟) مجله رشد آموزش فیزیک شماره ۱۰۷ تابستان ۹۳

3. www.saintmarys.edu\~rtarara\software.html

تغییر انرژی مکانیکی در چارچوب‌های مرجع لَخت

سعید قنبری، دانشگاه زنجان، زنجان
مترجمین:
مریم عجملو، دانشجوی کارشناسی فیزیک، دانشگاه زنجان
سعید ملایی، دانشجوی دکتری فیزیک، دانشگاه زنجان

چکیده

تغییر انرژی مکانیکی یک دستگاه در چارچوب مرجع لخت برابر با کار انجام شده توسط برایند نیروهای ناپایستار در همان چارچوب مرجع است. این رابطهٔ بین تغییرات انرژی مکانیکی و کار نیروهای ناپایستار، تحت تبدیل‌های گالیله از چارچوب مرجع S به چارچوب مرجع S´ (که نسبت به چارچوب S با سرعت ثابت حرکت می‌کند) همواردا است. در حضور نیروهای ناپایستاری مانند نیروی عمودی تکیه‌گاه و نیروی کشش نخ شاید، انرژی مکانیکی دستگاه در چارچوب S پایسته و در چارچوب S´ ناپایسته باشد. در این مقاله روابط مفیدی میان تغییرات انرژی مکانیکی در دو چارچوب مرجع لخت خواهیم یافت.

کلیدواژه‌ها: انرژی مکانیکی، چارچوب مرجع لخت، نیروی پایستار، نیروی ناپایستار

مقدمه

این واقعیت که کار انجام شده توسط نیرویی دلخواه در چارچوب‌های مرجع لخت مختلف می‌تواند مقادیر متفاوتی داشته باشد، معمولاً در کتاب‌های مقدماتی فیزیک مورد بی‌توجهی قرار می‌گیرد و در کلاس‌های درس فیزیک نیز دربارهٔ آن بحث نمی‌شود. علاوه‌بر این، بسیاری از دانش‌آموزان دبیرستانی و دانشجویان دوره کارشناسی فرض می‌کنند که در غیاب نیروی اصطکاک (که نیرویی ناپایستار است)، انرژی مکانیکی دستگاه در تمامی چارچوب‌های مرجع لخت پایسته است. مطالعهٔ این مقاله می‌تواند از برخی اشتباهات رایج در مسائل مربوط به انرژی مکانیکی جلوگیری کند. این پژوهش در زمینهٔ فیزیک پایه است و مخاطبان اصلی این مقاله مدرسان فیزیک کنونی و آینده هستند. در این مقاله مثال‌ها و تمرین‌هایی گنجانده شده است که مدرسان فیزیک می‌توانند از آن‌ها در آموزش مطالب مرتبط با انرژی مکانیکی و سنجش میزان یادگیری دانش‌آموزان و دانشجویان استفاده کنند و به‌طور کلی در جهت عمق بخشیدن به یادگیری و افزایش درک مفهومی دانش‌آموزان و دانشجویان از فیزیک بکوشند.

قوانین مکانیک نیوتونی، به‌عنوان مثال قانون حرکت نیوتون، تحت تبدیل‌های گالیله همواردا هستند.[1] قضیهٔ کار ـ انرژی جنبشی که از قانون دوم نیوتون به‌دست می‌آید نیز تحت این تبدیل‌ها همواردا است.[2,3] ثابت شده است تا زمانی که کار نیروهای مجازی به درستی در روابط گنجانده شود، قضیهٔ کار ـ انرژی جنبشی برای یک دستگاه منزوی متشکل از ذرات در یک دستگاه مختصات چرخان قابل استفاده است.[4] در یک چارچوب مرجع لخت، زمانی که کار انجام شده توسط نیروهای ناپایستار صفر باشد، می‌توانیم از اصل پایستگی انرژی مکانیکی E (که به‌صورت مجموع انرژی جنبشی K و انرژی پتانسیل U تعریف می‌شود) استفاده کنیم.[5,6] علاوه‌بر این، پس از بررسی تعدادی مثال، راجع

به این موضوع بحث شده اســت که در دستگاه‌های منزوی، پایستگی انرژی مکانیکی باید مســتقل از انتخاب چارچوب مرجع لخت باشد.[۷] برخلاف این نتیجه‌گیری‌ها، در این مقاله نشــان می‌دهیم که در حضور نیروهای ناپایستار، پایستگی انرژی مکانیکی می‌تواند تحت تبدیل‌های گالیله نقض شــود. در مکانیــک نیوتونی نیــرو کمیتی ناوردا (ثابت) اســت، اما کار انجام شده توســط نیرو به چارچوب مرجع لختی که در نظر می‌گیریم بســتگی دارد. در یــک چارچوب مرجع لخت و در شــرایطی که نیروهای ناپایستار مانند نیروی اصطکاک، نیروی عمودی تکیه‌گاه و نیروی کشــش وجود دارند، هرگاه کار انجام شده توسط نیروهای ناپایستار بر روی دستگاه برابر صفر باشد، انرژی مکانیکی پایسته خواهد بود. کار انجام شده توسط همین نیروهای ناپایستار در یک چارچوب مرجع لخت دیگر ممکن است غیرصفر باشد. بنابراین در چنین شرایطی در چارچوب مرجع دوم انرژی مکانیکی پایسته نخواهد بود. با مطرح کردن سه مثال، به تفصیل به بحث در مورد این مطلب و نتایج مربوطه خواهیم پرداخت. در این پژوهش، به مســائل مرتبط با تغییرات انرژی پتانســیل دورانی و انرژی جنبشی دورانی پرداخته نشده است.

همورداییِ $E=\Delta W_{nc}$

براساس قضیهٔ کار ـ انرژی جنبشی[۵] که از قانون دوم نیوتون به دست می‌آید، تغییر انرژی جنبشی ΔK در چارچوب مرجع S برابر است با کار W انجام شده توسط نیروی کل F،

$$\Delta K=W, \qquad (۱)$$

که در این رابطه $W=W_c+W_{nc}$ اســت. کار W_c که توســط نیروی پایســتار F_c، و کار W_{nc} که توسط نیروی ناپایستار F_{nc} انجام شده اســت، به ترتیب با روابط $W_c=\int F_c.dr$ و $W_{nc}=\int F_{nc}.$ dr محاسبه می‌شــوند. بنابراین، با توجه به معادلهٔ (۱) و نیز تعاریــف تغییر انرژی پتانســیل $\Delta U=-W_c$ و انرژی مکانیکی $E=K+U$ خواهیم داشت[۵]:

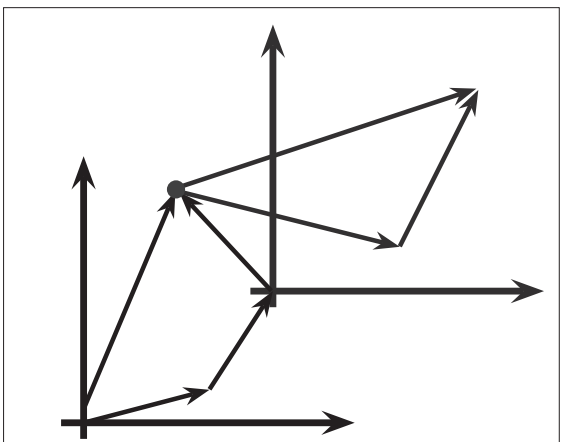
$$\Delta E=W_{nc} \qquad (۲)$$

با استفاده از قانون دوم نیوتون در چارچوب مرجع لخت به این نتیجه می‌رسیم که $\Delta K'=W'$ و $\Delta E'=W'_{nc}$ است. این امر بر همورداییِ معادله‌های (۱)[۲،۳] و (۲) تحت تبدیل‌های گالیله دلالت دارد. بنابراین طبق معادلهٔ (۲) در تمامی چارچوب‌های مرجع لخت، تغییرات انرژی مکانیکی برابر با کار انجام شــده توسط نیروهای ناپایســتار است. این گزاره که می‌توان آن را «قضیهٔ کار ناپایســتار ـ انرژی مکانیکی» نامید، اهمیتی برابر با قضیه کار و انرژی جنبشــی دارد و می‌تواند برای محاسبه مســتقیم تغییر انرژی مکانیکی در هر چارچوب مرجع لخت دلخواهی مورد استفاده قرار گیرد. براساس این قضیه، در یک چارچوب مرجع مشــخص، انرژی مکانیکی پایسته است اگر و تنها اگر $W_{nc}=0$ باشــد. بــا در نظرگرفتن این نکته که W_{nc} می‌تواند در چارچوب‌های مرجع لخت مختلف مقادیر متفاوتی داشته باشد، به این نتیجه خواهیم رسید که انرژی مکانیکی یک دستگاه می‌تواند در یک چارچوب مرجع لخت پایسته و در یک چارچوب مرجع لخت دیگر ناپایسته باشد.

بسیاری از دانش‌آموزان دبیرستانی و دانشجویان دورهٔ کارشناسی فرض می‌کنند که در غیاب نیروی اصطکاک (که نیرویی ناپایستار است)، انرژی مکانیکی در تمامی چارچوب‌های مرجع لخت پایسته است

رابطه‌های بین ΔE و $\Delta E'$

همان‌گونه که در شــکل ۱ نشــان داده شــده است، طبق تبدیل‌هــای گالیله بین چارچوب‌هــای مرجع لخت S و S′، داریــم $r'=r-R_{.}-v'_{.}t$ که r و r′ بردارهای مکان ذره‌ای به جرم m، به ترتیب در چارچوب‌های مرجع و بوده و $v'_{.}$ سرعت S′ نسبت به S است.



شــکل ۱. مختصات گالیله‌ای و تبدیل‌های سرعت در این شکل دیده می‌شوند. رابطهٔ بین بردار مکان ذره‌ای متحرک در چارچوب مرجع لخت S (بردار r) و بردار مکان این ذره نسبت به چارچوب مرجع لخت S که با سرعت ثابت v_0 نسبت به چارچوب مرجع S در حرکت است، قابل مشاهده است. محور Z برای سهولت حذف شده است.

همچنیــن $R_{.}$ بردار مکان اولیهٔ مبــدأ چارچوب مرجع S′ در چارچوب مرجع S اســت. بنابراین $dr'=dr-v'_{.}dt$ اســت، که با تقســیم بــر dt، رابطهٔ به‌دســت می‌آید. با اســتفاده از بــردار یکــهٔ $\hat{u}$، می‌توانیــم بنویســیم $v'_{.}=\hat{u}v'_{.}$ و نیز $v'^{2}=v^{2}+v'^{2}_{.}-2v_u v'$ که در آن v_u مؤلفه‌ای از v اســت که در راســتای بردار یکه $\hat{u}$ (که نشان‌دهندهٔ جهت سرعت

چارچوب S´ نسبت به چارچوب S است) قرار دارد. می‌توان نوشت:

$$\Delta K = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2,$$

$$\Delta K' = \frac{1}{2}mv_f'^2 - \frac{1}{2}mv_i'^2,$$

که در این رابطه اندیس‌های i و f به‌ترتیب نشان دهندهٔ «اولیه» و «نهایی» هستند. پس داریم:

$$\Delta K' = \Delta K - mv'.\Delta v_u. \qquad (۳)$$

در این رابطه Δv_u مولفهٔ u تغییر سرعت جسم در چارچوب S است. همچنین داریم $\Delta U=-W'_c$ که منجر می‌شود به:

$$\Delta U = -\int F_c - dr'$$
$$= -\int F_c.dr + v'.\int F_c.\hat{u}dt$$
$$= \Delta U + v'.\int F_{cu}dt, \qquad (٤)$$

که در این رابطه F_{cu} عبارت است از مولفهٔ u نیروی پایستار کل F_c. با درنظر گرفتن تغییرات انرژی مکانیکی $\Delta E'=\Delta K'+\Delta U'$ در چارچوب S´ و با استفاده از معادله‌های ۳ و ٤ می‌توان نوشت:

$$\Delta E' = \Delta E + v'.(\int F_{cu}dt - m\Delta v_u). \qquad (۵)$$

از معادلهٔ (۵) به روشنی می‌توان دریافت که در حالت کلی، $\Delta E'$ با ΔE برابر نیست. به ازای نیروهای پایستار ثابت، مانند نیروی گرانشی نزدیک به سطح زمین، پس از انتگرال‌گیری دربازهٔ زمانی Δt خواهیم داشت:

$$\Delta E' = \Delta E + v'.(F_{cu}\Delta t - m\Delta v_u). \qquad (٦)$$

مثال (الف): کتابی در یک آسانسور

کتابی را در نظر بگیرید که روی یک میز در داخل آسانسوری قرار دارد که با سرعت ثابت v´ به بالا حرکت می‌کند. پس از بازهٔ زمانی Δt از دید ناظر A که بر روی زمین و ساکن است، کتاب مسافت $h=v'\Delta t$ را طی می‌کند. نشان دهید که معادلهٔ (٦) جواب درستی ارائه می‌دهد.

حل: از دید ناظر A، $\Delta K=0$، $\Delta U=mgh$ و بنابراین $\Delta E=mgh$ است. ناظر B که نسبت به آسانسور ساکن است، متوجه می‌شود که $\Delta K'=0$، $\Delta U'=0$ و به این ترتیب، $\Delta E'=0$ است. این مقادیر با معادلهٔ (٦) هم‌خوانی دارند، چرا که $F_{cu}=-mg$ و $\Delta vu=0$ است. با توجه به معادلهٔ (٦) خواهیم داشت:

$$\Delta E' = \Delta E + v'.(-mg\Delta t) \qquad (۷)$$
$$= mgh - mgv'.\Delta t = mgh - mgh = 0.$$

در این مقاله نشان می‌دهیم که در حضور نیروهای ناپایستار، پایستگی انرژی مکانیکی می‌تواند تحت تبدیل‌های گالیله‌نقض شود

حالت‌های خاصی از $\Delta E=W_{nc}=0$

براساس معادلهٔ (۲) هرگاه $W_{nc}=0$ باشد، خواهیم داشت $\Delta E=0$. بنابراین، پایستگی انرژی مکانیکی می‌تواند در چارچوب S استفاده شود. از معادلهٔ (٦) خواهیم داشت:

$$\Delta E' = v'.(F_{cu}\Delta t - m\Delta v_u). \qquad (۸)$$

عبارت مفید دیگری که رابطه‌ای بین ΔE و $\Delta E'$ برقرار می‌کند با استفاده از قانون دوم نیوتون به‌صورت $F_{cu}+F_{ncu}=mdv_u/dt$ به‌دست می‌آید که در این رابطه F_{cu} و F_{ncu} مؤلفه‌های F_c و F_{nc} در راستای u هستند. پس خواهیم داشت:

$$(F_{cu}+F_{ncu})dt = mdv_u.$$

با استفاده از این رابطه می‌توان نوشت:

$$\int F_{cu}dt - m\Delta v_u = -\int F_{ncu}dt. \qquad (۹)$$

با استفاده از رابطهٔ فوق می‌توان معادلهٔ (۵) را به صورت زیر بازنویسی کرد:

$$\Delta E' = \Delta E - v'.\int F_{ncu}dt. \qquad (۱۰)$$

اگر انرژی مکانیکی در چارچوب S پایسته باشد، داریم:

$$\Delta E' - v'.\int F_{ncu}dt. \qquad (۱۱)$$

حالت (۱): $\Delta v_n=0$

هرگاه سرعت اولیه یا سرعت نهایی جسم صفر بوده و یا مولفهٔ u آن‌ها باهم برابر باشد، معادلهٔ (۸) به صورت زیر خواهد شد:

$$\Delta E' = -v'.F_{cu}\Delta t. \qquad (۱۲)$$

مثال (ب): سقوط آزاد

توپ پینگ‌پونگی به جرم m از ارتفاع h از سطح زمین رها می‌شود، به زمین برخورد می‌کند و دوباره به بالا می‌جهد و به ارتفاع اولیه خود می‌رسد. در نتیجه سرعت‌های اولیه و نهایی در چارچوب S صفر هستند. $\Delta E'$ را از دید ناظر B بیابید که با سرعت ثابت v´ نسبت به زمین به طرف بالا در حرکت است.

حل: از دید ناظر B داریم $\Delta K'=0$ و $\Delta U'=-mgd$، که در آن $d=v'\Delta t$ مسافت طی شده توسط ناظر B در بازهٔ زمانی Δt است. بنابراین داریم $\Delta E' = \Delta U' = -mgv'.\Delta t$. از معادلهٔ (۱۲) هم نتیجهٔ مشابهی به‌دست می‌آید:

$$\Delta E = v'.F_{cu}\Delta t = v'.(-mg)\Delta t. \qquad (۱۳)$$

حالت (۲): $\int F_{cu}dt=0$

معادلهٔ (۱۱) نشان می‌دهد که هرگاه نیروی ناپایستار کل بر سرعت چارچوب S´ نسبت به چارچوب S عمود باشد و یا

$\int F_{cu}dt=0$ باشد، خواهیم داشت:

$$\Delta E'=0 \qquad (14)$$

مثال (ج): جعبه‌ای به جرم m که روی سطح شیب‌دار بدون اصطکاکی می‌لغزد

جعبه‌ای به جرم m بر روی سطح شیب‌دار به پایین می‌لغزد. طول سطح شیب‌دار d است و با افق زاویهٔ θ می‌سازد. چارچوب مرجع S نسبت به سطح شیب‌دار ساکن است. چارچوب S' با سرعت نهایی جعبه نسبت به چارچوب S حرکت می‌کند. آیا $\Delta E'$ در معادلهٔ (۱۴) صدق می‌کند؟

حل: توجه داشته باشید که نیروی عمودی تکیه‌گاه بر سرعت چارچوب S' نسبت به چارچوب S عمود و در نتیجه، $F_{ncu}=0$ است. هنگامی که جعبه شروع به سُر خوردن می‌کند $v_i=0$ و $v'_i=-v_f$ است. سرعت‌های نهایی نیز نسبت به چارچوب‌های S و S' به ترتیب برابرند با v_f و $v'_f=0$.

تغییر انرژی‌های جنبشی و پتانسیل برابر است با:

$$\Delta K=\frac{1}{2}mv_f^2,\ \Delta K'=-\frac{1}{2}mv_f^2,$$

$$\Delta U=-mgd\sin\theta,\ \Delta U'=mgd\sin\theta.$$

کار انجام شده توسط نیروی عمودی تکیه‌گاه (که نیرویی ناپایستار است) در چارچوب S صفر و به در نتیجه $\Delta E=0$ است. بنابراین،

$$\frac{1}{2}mv_f^2=mgd\sin\theta.$$

در نتیجه خواهیم داشت $\Delta E'=0$. این نتیجه در معادلهٔ (۱۴) صدق می‌کند و همچنین، به شرطی که جملات داخل پرانتز در معادلهٔ (۶) همدیگر را حذف کنند، می‌تواند در معادلهٔ (۶) نیز صدق کند. با توجه به اینکه $\Delta E'=0$، $\Delta t=v_f/(g\sin\theta)$، $F_{cu}=mg\sin\theta$ و $\Delta v_u=v_f$ از معادلهٔ (۶) خواهیم داشت:

$$\Delta E'=v_f(mg\sin\theta\Delta t-mv_f)=mv_f(v_f-v_f)=0. \qquad (15)$$

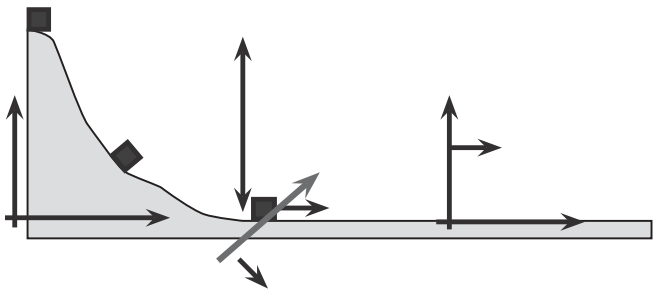
حالت (۳): $F_{cu}=0$

اگر مولفهٔ u نیروی پاستار کل در معادلهٔ (۸) برابر صفر باشد، داریم:

$$\Delta E'=-mv'_u\Delta v_u.$$

مثال (د): سطح شیب‌دار خمیدهٔ بدون اصطکاک

جسمی به جرم m از بالای یک سطح شیب‌دار خمیدهٔ بدون اصطکاک رها می‌شود و به سرعت نهایی می‌رسد. این جسم به لغزش بر روی سطح افقی بدون اصطکاک با سرعت ثابت



▲ شکل ۲: جسمی به جرم m از بالای یک سطح شیب‌دار خمیده رها شده، می‌لغزد و به یک سطح صاف بدون اصطکاک می‌شود. جابه‌جایی قائم و سرعت نهایی جسم به ترتیب برابرند با h و $v_f=\hat{i}v_f$. در چارچوب مرجع لخت S' سرعت‌های اولیه و نهایی جسم به ترتیب برابرند با $v'_i=-\hat{i}v_f$ و $v'_f=0$.

ادامه می‌دهد. در چارچوب مرجع لخت آزمایشگاه که سطح شیب‌دار نسبت به آن ساکن است، انرژی مکانیکی جسم ثابت است. در حالی که در چارچوب مرجع دیگری که با سرعتی برابر با سرعت جسم در انتهای سطح شیب‌دار در حرکت است، انرژی مکانیکی جسم، ثابت نیست. نشان دهید که این امر با معادلهٔ (۱۶) سازگار است.

حل: همان‌گونه که شکل ۲ نشان می‌دهد، جسم از بالای سطح شیب‌دار خمیده از حالت سکون رها می‌شود و با رسیدن به انتهای سطح شیب‌دار، روی سطح افقی می‌لغزد. با چشم‌پوشی از نیروهای اتلافی، سرعت نهای جسم در انتهای سطح شیب‌دار، یعنی $v_f=\hat{i}v_f$، بر روی سطح افقی ثابت باقی می‌ماند. تنها نیروهای وارده بر جسم، نیروی عمودی تکیه‌گاه N (که از طرف سطح شیب‌دار و در راستای عمود بر مسیر اثر می‌کند) و نیروی گرانشی (که نیرویی پایستار است و به‌صورت قائم و به سمت پایین وارد می‌شود) هستند.

در چارچوب مرجع لخت آزمایشگاه S، انرژی مکانیکی E پایسته است. اگر سطح صفر انرژی پتانسیل گرانشی را در $y=0$ در نظر بگیریم، از شکل (۲) خواهیم داشت $U=mgy$.

حال با استفاده از پایستگی انرژی مکانیکی در این دستگاه، سرعت نهایی به‌صورت $v_f=\sqrt{2gh}$ به‌دست می‌آید. در چارچوب مرجع S'، انرژی مکانیکی اولیه برابر است با:

$$E'_i=\frac{1}{2}mv_f^2+mgd=\frac{1}{2}mv_f^2+\frac{1}{2}mv_f^2=mv_f^2,$$

هنگامی که جسم نسبت به چارچوب مرجع S' ساکن باشد (هنگام لغزش در قسمت افقی مسیر این اتفاق می‌افتد ـ مترجم)، انرژی مکانیکی نهایی آن به‌صورت $E'_f=0$ خواهد بود. بنابراین تغییر انرژی مکانیکی در چارچوب مرجع S' برابر است با:

$$\Delta E'=-mv_f^2. \qquad (17)$$

با استفاده از قضیهٔ کار ناپایستار ـ انرژی مکانیکی در

چارچوب مرجع S می‌توان نوشت:

$$\Delta E = W_N = \int N.dr = \int N.vdt. \qquad (۱۸)$$

حاصل ضرب داخلی نیروی عمودی تکیه‌گاه و سرعت جسم بر روی هر سطح ثابت دلخواه در چارچوب مرجع S برابر صفر، و در نتیجه، انرژی مکانیکی پایسته است. با استفاده از همین قضیه در چارچوب مرجع S´ داریم:

$$\Delta E' = W'_N = \int N.v'dt, \qquad (۱۹)$$

که در این رابطه $v' = v - \hat{i}v_f$ برابر است با سرعت جسم در چارچوب مرجع S´. پس $N.v' = -N_x v_f$ و در نتیجه خواهیم داشت:

$$\Delta E' = -v_f \int_{.}^{t_f} N_x dt. \qquad (۲۰)$$

نیروی گرانشی هیچ مؤلفه‌ای در راستای محور x ندارد. بنابراین، شتاب افقی از مولفهٔ افقی نیروی عمودی تکیه‌گاه به‌وجود می‌آید. پس $N_x = \frac{(mdv_x)}{dt}$ و در نتیجه خواهیم داشت $N_x dt = mdv_x$. با قرار دادن این رابطه در معادلهٔ (۲۰) به‌دست می‌آوریم:

$$\Delta E' = -v_f \int_{.}^{v_f} mdv_x = -mv_f^2, \qquad (۲۱)$$

که با معادلهٔ (۱۷) سازگار است.

برای افراد علاقه‌مند، سه مثال دیگر نیز در پیوست آنلاین مقاله ارائه شده است[۸].

نتیجه‌گیری

قضیهٔ کار ناپایستار ـ انرژی مکانیکی که با رابطهٔ $\Delta E = W_{nc}$ تعریف شده است، تحت تبدیل‌های گالیله هموردا است. انرژی مکانیکی می‌تواند در یک چارچوب مرجع لخت پایسته و در یک چارچوب مرجع لخت دیگر ناپایسته باشد. در غیاب نیروهای ناپایستار، انرژی مکانیکی در تمامی چارچوب‌های مرجع لخت پایسته است. ما رابطه‌های ساده‌ای بین تغییرات انرژی مکانیکی ΔE و $\Delta E'$ به‌دست آوردیم و با ارائهٔ تعدادی مثال، به بررسی بیشتر مسئله پرداختیم. نتایج ما در صورتی‌که انرژی‌های پتانسیل و جنبشی دورانی اولیه و نهایی‌شان برابر باشد، هم برای جرم‌های نقطه‌ای و هم برای اجسام، قابل استفاده‌اند. مطالعهٔ تغییرات انرژی‌های پتانسیل و جنبشی دورانی دستگاه‌های مکانیکی تحت تبدیل‌های گالیله موضوعی است که برای پژوهش‌های آتی توصیه می‌شود. بررسی رابطهٔ بین ΔE و $\Delta E'$ برای نیروهای پایستار متغیر در چارچوب‌های مرجع لخت و نیز نیروهای پایستار ثابت در چارچوب‌های مرجع نالخت موضوع‌های دیگری هستند که می‌توانند مورد مطالعه قرار گیرند. در نظر گرفتن تبدیل‌های لورنتس نیز گزینه دیگری برای پژوهش است.

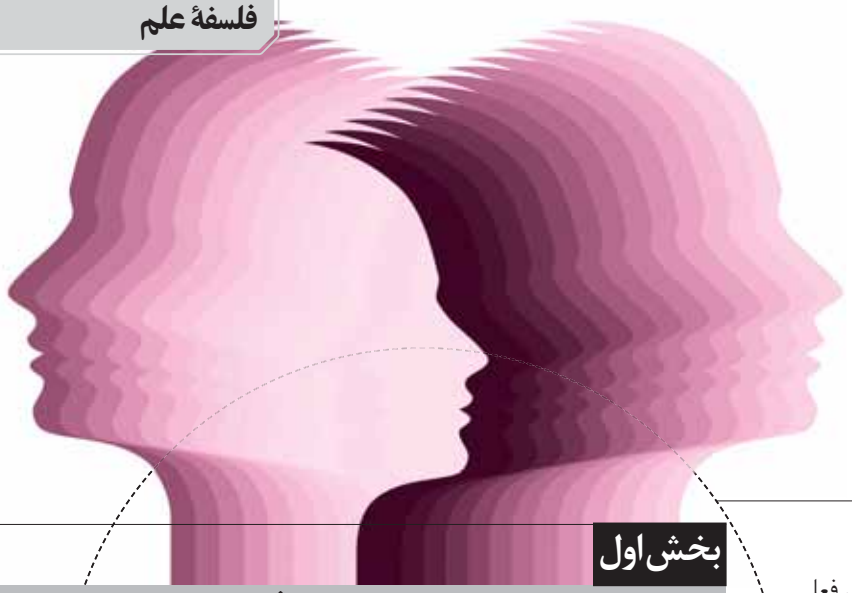
منابع

1. R. A. Serway and J. W. Jewett, Physics for Scientists and Engineers, 6th ed. (Brooks/Cole, Belmont, 2003), p. 1246.
2. B. J. Tefft and J. A. Tefft, "Galilean relativity and the workkinetic energy theorem," Phys. Teach. 45, 218–220 (April 2007).
3. R. A. Diaz, W. J. Herrera, and D. A. Manjarrés, "Work and energy in inertial and noninertial reference frames," Am. J. Phys. 77, 270–273 (March 2009).
4. D. A. Manjarrés, W. J. Herrera, and R. A. Diaz "Work and energy in rotating systems," Am. J. Phys. 81, 597–602 (Aug. 2013).
5. D. Halliday, R. Resnick and J. Walker, Fundamentals of Physics, 9th ed. (Wiley, New York, 2010), p. 221.
6. E. Hecht, "Energy conservation simplified," Phys. Teach. 46, 77–80 (Feb. 2008).
7. F. C. Santos, V. Soares, and A.C. Tort "A note on the conservation of mechanical energy and the Galilean principle of relativity," Eur. J. Phys. 31, 827–834 (2010).
8. See [supplementary material] available under the "References" tab at TPT Online, http://dx.doi.org/10.1119/1.4961180.

مرجع

S. Ghanbari, "Mechanical Energy Change in Inertial Reference Frames," The Physics Teacher. 54.6, 360-363 (2016).

* دربارهٔ نویسنده و ویراستار ترجمهٔ مقاله: آقای دکتر سعید قنبری استادیار گروه فیزیک دانشگاه زنجان است. وی مدرک دکتری فیزیک خود را در سال ۱۳۸۷ از دانشگاه فناوری سوبین‌برن ملبورن، در کشور استرالیا دریافت کرده و از سال ۱۳۷۳ تاکنون تقریباً تمامی دروس دورهٔ کارشناسی و بسیاری از دروس کارشناسی ارشد فیزیک را تدریس کرده است. علائق پژوهشی وی بیشتر در زمینهٔ شبکه‌های مغناطیسی دائمی برای اتم‌های فراسرد، شبیه‌سازی کوانتومی و آموزش فیزیک است. دکتر قنبری به عنوان یکی از بنیان‌گذاران شاخهٔ دانشجویی انجمن فیزیک ایران (که در سال ۱۳۷۲ ایجاد شده است) شناخته می‌شوند.
پست الکترونیک: sghanbari@znu.ac.ir
* پست الکترونیک: maryam.74523@yahoo.com
** پست الکترونیک: s.mollayi@znu.ac.ir



بخش اول

باورها و اختلاف نظرها در فیزیک

کاربست قانون‌های فیزیک در ادعاهای شبه علمی

نویسنده: میلتون راتمن
ترجمهٔ آرش ظهوریان پُردل

همه فیلسوف‌اند

همواره هرج و مرج در صحنهٔ فکری فعلی حکمفرماست:

مهنـــدس کتاب‌هایی، دربـــارهٔ تکامل می‌نویسد،

یـــک نویســـندهٔ کتاب‌هـــای علمی ـ تخیلی، مرشـــد روان درمانی می‌شود و مذهب جدیدی را بنیان می‌گذارد،

روانکاو، قانون‌های مکانیک آســـمانی را بازنویسی می‌کند،

متخصصان الهیـــات، درباره فیزیک اظهارنظر می‌کنند،

فیزیک‌دانان دربارهٔ الهیات کتاب می‌نویسند،

و قانون‌گذاران دربارهٔ زندگی، قانون وضع می‌کنند.

با این همه، در این آشـــفته بازار، چنـــد اصل بنیادی ثابت می‌ماند:

الف) ایمان قوی، از چند واقعیت علمی مهم‌تر است.

ب) هرچه ایمان قوی‌تر باشد، واقعیت‌ها کمترند.

پ) هرچه واقعیت‌ها کمتر باشـــند، مردم بیشـــتری کشته می‌شوند.

تصویر ژاکوب برونوفسکی[1] در برنامهٔ تلویزیونی تاریخی و به‌یاد ماندنی *عروج انسان* را به خاطر آورید که در یک استخر خالی در آشوویتس ایستاده بود و در حالی‌که مُشتی گِل احتمالاً حاوی خاکستر پدر و مادرش را بیرون می‌آورد، اظهار می‌دارد چگونه نظریه‌های بی‌پایه‌ای که با قطعیت تمام توسط نازی‌ها پذیرفته شده بود، طی سال‌های ۱۹۳۹ تا ۱۹۴۵، به مرگ پنجاه میلیون نفر در سرتاسر جهان انجامید.

اگر در اختلاف‌نظر بین واقعیت‌ها و باورها تصمیم‌گیری آسان بـــود گالیله به خاطر ادعایش مبنی بـــر حرکت زمین، تهدید نمی‌شـــد. او واقعیت درست را در اختیار داشت، اما برای تغییر عقاید دیگران نسبت به آن واقعیت، هیچ قدرتی نداشت. از سوی دیگر، مخالفان او، فقط قدرت و اعتقاد داشتند.

آیا از سال‌های ۱۶۰۰ تاکنون، اوضاع بهتر شده است؟ خُب، از این نظر که زندگی‌مان دیگر به نظریه‌های کیهان‌شناختی وابسته نیست، شـــرایط بهتری داریم. دیگر کسی برای دفاع از نظریهٔ تکامل و یا مِهبانگ، در معرض شکنجه و اعدام نیست (دستِ کم در کشورهای غربی). با وجود این، هنوز هم تا حدودی اقبالِ عمومی به نویسندگان کتاب‌های درسی، بستگی به این دارد که در کتاب‌هایشان چگونه با تکامل برخورد می‌کنند.

علاوه بر آن، معیشـــتِ همهٔ ما بـــه نظریه‌های اقتصادی‌ای بســـتگی دارد که توسط مســـئولان منتخب ارائه می‌شوند. نظریه‌هایی که اغلب دارای ویژگی‌های کلامی هستند.

در ســـال‌های پس از ۱۹۸۰، جامعهٔ آمریکا در معرض یک آزمایـــش اقتصادی قرار گرفت. هدف این آزمایش، بررســـی نظریـــه‌ای بود که طبق آن، کاهش نرخ مالیات، باعث افزایش درآمد دولت می‌شد. طرفه اینکه در حالی‌که هرگونه آزمایش پزشکی روی انسان‌ها به جز در شرایط کنترل سفت و سخت ممنوع است، چنین حفاظتی در مورد آزمایش‌های اقتصادی وجود ندارد.

اجـــرای نظریهٔ اقتصادی لفر[۲]، منجر بـــه *کاهش* آنی درآمد دولت شد که پیامد آن، افزایش شدید کسری بودجه بود.

این، مثالی از دولتی است که مبنای اقداماتش، نظریه‌هایی هستند که حقایق مادی و تحلیل‌های دقیق و جدی ریاضی از آن‌ها پشتیبانی نمی‌کنند. در مواردی از این نوع، نمی‌توان اعتقاد به یک نظریهٔ اقتصادی را از اعتقاد مذهبی تمیز داد.

گرچـــه در ایالات متحدهٔ آمریکا، کشـــتن افـــراد به خاطر عقایدشـــان رســـماً مورد تأیید نیست، اما بســـیاری از افراد حاضرند هرکســـی را که معتقد باشد جنین یک ماهه انسان نیســـت، به زندان بیندازند. پزشکی که معتقد باشد عمر یک نوزاد شدیداً ناقص را نباید به‌طور مصنوعی به مدت نامحدود زیاد کرد، می‌تواند در صورت عمل براســـاس باور خود دچار دردسر شدید شود.

نبرد باورهای فلســـفی همه روزه در رسانه‌ها و در صف‌های اعتصاب جریان دارد. بدون محدودیت استانداردهای تخصصی و ترس از بررســـی دقیق، هر شـــهروند خود را محق می‌داند دیدگاهـــش را در مـــورد عمیق‌ترین موضوع‌هـــا بیان کند، گروه‌های ذی‌نفوذ، به قانون‌گذاران فشار می‌آورند تعیین کنند چه نوع علمی باید در مدارس دولتی تدریس شـــود، چه نوع عبادتی باید تشـــویق شود، و چگونه می‌توان به‌طور قانونی به زندگی خاتمه داد. ما به‌صورت یک مردم‌سالاری از فیلسوفان درآمده‌ایم.

در پس این بحث‌هـــای مربوط به فلســـفهٔ عامیانه، منطق دلخواهـــی وجود دارد که ســـلاح بلاغی مطلوبش، سلســـله پرســـش‌هایی اســـت که همگی با پیشـــوند مهلک «از کجا می‌دانی...؟!» شروع می‌شوند.

در جدل‌هـــای مربوط به ســـقط جنین، بـــا چنین ترجیع بندهایی مواجه‌ایم:

– از کجا می‌دانی جنین، یک انسان نیست؟

– از کجا می‌دانی جنین، چیزی احساس نمی‌کند؟

– از کجا می‌دانی زندگی از کی آغاز می‌شود؟

جدل‌های محیط زیستی:

– از کجا می‌دانی سیگار کشیدن، باعث سرطان می‌شود؟

– از کجا می‌دانی پرتوهای گسیل شده از یک اجاق ریزموج، یا پایانهٔ رایانه‌ای و یا یک ســـاعت دیجیتال، به کاربر آســـیب نمی‌زند؟

– از کجا می‌دانی می‌توان پسماندهای پرتوزا را به مدت هزار سال، در جایی امن و مطمئن انبار کرد؟

– از کجـــا می‌دانی نیـــروگاه تری مایل آیلنـــد[۳] به محض بازسازی، دوباره منفجر نخواهد شد؟

در بحث مربوط به تکامل و آفرینش گرایی:

– از کجا می‌دانی زمین ۱۰۰۰۰ ســـال قبل آفریده شده (یا نشده) است؟

– از کجا می‌دانی قانون‌های طبیعت که هزاران ســـال قبل وجود داشتند، همین قوانینی هستند که امروز حاکم‌اند؟

– از کجـــا می‌دانی موجـــودی مثل انســـان ـ که به‌صورت حیرت‌آوری پیچیده است ـ می‌تواند بدونِ نقشهٔ راهنمای یک قدرت برتر، ساخته شود؟

***

در مباحثاتِ مربوط به مســـئله‌های علمی ـ تخیلی، UFO، فراروان‌شناسی و نظیر آن‌ها:

– از کجا می‌دانی نمی‌توانیم راهی برای سفر با سرعت بیشتر از سرعت نور پیدا کنیم؟

– از کجا می‌دانی پادگرانی ناممکن است؟

– از کجـــا می‌دانی قوانین طبیعت، کـــه امروز معتبرند، در آینده نادرست نخواهند شد؟

– از کجا می‌دانی پس از مرگ، زندگی‌ای وجود ندارد؟

– از کجا می‌دانی ادراکات فراحســـی ESP (تله‌پاتی و غیره) غیرممکن است؟

– از کجـــا می‌دانی پدیده‌های فراهنجـــار مانند دورنوردی، دورجنبانی و ارواح شریر ناممکن‌اند؟

– از کجا می‌دانی فراروان‌شناسی، شبه علم است؟

هر یک از این پرســـش‌ها، چالشـــی را به وجود می‌آورد، به این معنی که اساســـاً راهی برای دانستن جواب وجود ندارد. بنابراین، به این نتیجه می‌رسید که نظریه‌ای که این پرسشگر پشـــتیبانی می‌کند، به لحاظ اعتبار، چیزی کم از نظریه‌های رقیب ندارد. در واقع، اشارهٔ موجود در پسِ این پرسش‌ها، این اســـت که اگر رقیب نتواند با اطمینان به آن‌ها پاسخ دهد، در این صورت نظریه‌ای که وی از آن پشتیبانی می‌کند باید کاملاً نادرست باشد.

سلاح نهایی چنین منطقی، ادعای برابر بودن همهٔ نظریه‌ها است: برقراری دموکراســـی کامل در فلسفه. اگر نظریه A را نتوان با قطعیت کامل اثبات کرد، پس هیچ برتری نســـبت به نظریه B ندارد. اصلاً هم مهم نیســـت که خود نظریهٔ B اصلاً قابل اثبات نیست!

این، فلسفهٔ موجود در پس ادعاهای قانونی آفرینش‌گرایان است: چون در اثبات نظریهٔ تکامل، هنوز خلأهایی وجود دارد، پس نظریهٔ رقیب (آفرینش‌گرایی) باید به همان اندازه موجه باشد و در شـــرایط مشابه و یکسانی در مدارس تدریس شود (حتی در شرایطی که هیچ تأییدی برای آفرینش‌گرایی وجود ندارد).

***

در برابر چنین منطقی، شاید این پرسش برایمان مطرح شود

یکی از وظایف دانشمندان صرفاً جست‌وجو در بانک اطلاعاتی نوع بشر و تصمیم‌گیری در این مورد است که کدام بخش از این اطلاعات انباشته‌شده حقایقی هستند که با درجه بالای قطعیت شناخته‌شده‌اند، و کدام‌یک از آن‌ها در واقع عقاید، نظریات و حدسیاتی هستند که ظاهری شبیه «حقایق» دارند

که آیا ما اساساً می‌توانیم چیزی را با قطعیت بدانیم؟

این، مسئلهٔ تازه‌ای نیست: یونانیان (باستان) هم با آن دست و پنجه نرم می‌کردند که سرانجام، واژهٔ معرفت‌شناسی را برای ما به ارمغان آورد ـ یعنی مطالعهٔ «چطور می‌دانیم که چیزی را می‌دانیم».

البته با این فرض که اساساً چیزی می‌دانیم. در غیر این صورت، تمام این بحث‌ها بیهوده است و باید به‌طور کلی قید اندیشیدن را بزنیم.

***

یک راه بهتر برای فرمول‌بندی این پرسش، به این صورت است: چقدر از آنچه که فکر می‌کنیم می‌دانیم. بیانگر چیزی واقعی در طبیعت است، و چقدر از آن، خیالبافی، عقیده، فرضیه، و توهم محض است؟

و سرانجام، می‌پرسیم: دانش چگونه به ذهن ما راه پیدا می‌کند؟ آیا صرفا از طریق حواس وارد می‌شود یا راه‌های سر راست‌تری برای دانستن وجود دارند؟

این‌ها، پرسش‌هایی جدی و مهم هستند.

***

علم جدید (به‌ویژه فیزیک، روان‌شناسی و فیزیولوژی اعصاب)، بخش مهمی از معرفت‌شناسی را تصاحب کرده است. از طریق فیزیک، سرشت جهان اطرافمان را می‌شناسیم. روان‌شناسی، به ما بینشی می‌دهد تا بفهمیم چگونه با کنار هم گذاشتن مشاهده‌های ابتدایی، می‌توانیم به افکار پیچیده برسیم. این عالم، مطالعهٔ جهان درون ذهن است. یک علم هشداردهنده که ما را آگاه می‌سازد هر ادراک حسی، قابل قبول نیست.

روان در معرض ناهنجاری‌هایی چون کژفهمی، خیالبافی، تصورهای غلط، خیال باطل و توهم قرار دارد.

رشتهٔ پیوند روان‌شناسی و فیزیک، فیزیولوژی عصبی است که با مطالعهٔ دقیق دستگاه عصبی، نشان می‌دهد چگونه افکار ما به فعالیت‌های خاصی در مغزمان مربوط می‌شوند.

به رغم هجوم علوم طبیعی، معرفت‌شناسی هنوز مطرح و پابرجاست و غالبا تحت عنوان *فلسفه علم*، به حیات خود ادامه می‌دهد. هرگاه دانشمندان تلاش می‌کنند از مشاهده‌ها به نظریه‌ها برسند، تبدیل به فیلسوف می‌شوند. در علم، تفسیر مشاهده‌ها به اندازهٔ خود آن‌ها اهمیت دارد.

البته پرسش‌های دشواری سر راه تفسیرها قرار دارند:

- چه فرضیاتی یک علم را می‌سازند؟
- ارتباط بین نظریه و مشاهده چیست؟
- آیا امکان دارد مشاهده‌ای را بدون استفاده از نظریهٔ نهفته در آن انجام داد؟
- چگونه می‌توان قوانین کلی در مورد کل عالم فقط با نمونهٔ بسیار کوچک و محدودی از این عالم تنظیم کرد؟

وقتی حتی بهترین دانشمندان هم در پاسخ به این پرسش‌ها با هم توافق ندارند، حیرانی مردم، تعجب‌آور نیست و هر کسی با اطمینان‌خاطر می‌تواند عقاید خود را به عنوان حقیقت علمی جار بزند.

با این حال به رغم اختلاف‌نظرها، می‌توان قطعیتی را به دانش علمی اختصاص داد. در طی چند قرن اخیر، دانشمندان آموخته‌اند که دانش انباشته می‌شود.

در حقیقت، همین انباشت علم، یکی از معیارهایی است که برای تشخیص علم از غیرعلم به‌کار می‌رود.

در حالی‌که هر از گاهی می‌خوانیم «مدیریت اندوخته‌های علمی» نامطمئن و در معرض تغییرات دائم است، واقعیت این است که دست‌کم برخی از چیزهایی که می‌دانیم، «یقیناً» شناخته شده‌اند و تغییر *نخواهند* کرد.

هرچه باشد، هواپیماها واقعاً پرواز می‌کنند، رایانه‌ها محاسبه می‌کنند، و سفینه‌های فضایی ساخت بشر می‌توانند سال‌ها از کنار مشتری و زحل و اورانوس عبور و مسیرهایی را طی کنند که با تقریب خوبی، محاسبه و پیش‌بینی شده‌اند.

هنگامی که کلید مناسب را می‌زنیم، همیشه لامپ برق روشن می‌شود (البته اگر نقص فنی و ایرادهای دستگاه را در نظر نگیریم). وجود تمدن فناورانهٔ ما، به سطحی از دانش دربارهٔ واقعیت‌هایی مجزا و اصول کلی بستگی دارد. بدون این معلومات هرگز نمی‌توانید مطمئن باشید که هربار کلید برق را می‌زنید، چراغ روشن شود.

***

مرسوم است این پرسش مطرح شود که: «از کجا می‌دانید قوانینی که امروز به آن‌ها اعتقاد داریم، در آینده اعتبار خود را از دست نمی‌دهند؟»

این مطلب، معمولاً در مجامع علمی ـ تخیلی مطرح می‌شود که در آن‌ها، دانشمندی بخواهد امکان به وقوع پیوستن خیال‌پردازی‌های محبوب علمی ـ تخیلی (نظیر سفر سریع‌تر از نور و یا ESP) را مطرح کند. برای آنکه ثابت کنند کتابی دربارهٔ فلسفه علم خوانده‌اند، به مفهوم *تغییر پارادایم* توماس کون[4] متوسل می‌شوند و برای آن‌که ثابت کنند فکر باز و روشنی دارند، ادعا می‌کنند تمام پارادایم‌ها، دیر یا زود دستخوش تغییر خواهند شد.

اما، در واقع کون هرگز هیچ کجا ادعا نکرده تمام نظریه‌ها در معرض تغییرند. این حقیقت که در گذشته، انقلابی در یک نظریه به وجود آمده است، به معنی آن نیست که این نظریه در آینده هم در معرض چنین انقلابی قرار می‌گیرد. شاید انقلاب اول، شواهدی محکم برای نظریه تأمین کرده باشد که آن را به نظریه‌ای بنیادی و دائمی تبدیل کند.

هیچ وسیله مکانیکی نمی‌توان ساخت که از هیچ انرژی تولید کند، یا بیش از آن انرژی‌ای را که دریافت کرده پس دهد

اثبات ایدهٔ حرکت سیارات به دور خورشید، نیازمند انقلابی بزرگ بود. آیا واقعاً کسی (به غیر از گروه کوچکی از تندروها) باور دارد که در آینده، این نظریه در معرض تغییر قرار گیرد؟ ما می‌توانیم به سیارات برویم، چون مدارهای دقیق آن‌ها را می‌شناسیم.

رسیدن به سیارات، نظریه را تأیید می‌کند. این دلیل سر راستی است که می‌توانید برای یک نظریه به‌دست آورید.

یکی از وظایف دانشمندان صرفاً جست‌وجو در بانک اطلاعاتی نوع بشر، و تصمیم‌گیری در این مورد است که کدام بخش از این اطلاعاتِ انباشته شده، حقایقی هستند که با درجه بالای قطعیت شناخته شده‌اند، و کدام‌یک از آن‌ها، در واقع عقاید، نظریات و یا حدسیاتی هستند که ظاهری شبیه «حقایق» دارند، اما در آینده دستخوش تغییر می‌شوند. البته چنین کاری ابداً ساده نیست. تشخیص حقایق از حدسیات، به دانش دقیق فراوانی نیاز دارد. همراه با مهارت و استعداد تشخیص چگونگی طرح‌هایی که دانش در آن‌ها جای می‌گیرد.

حقایق به خودی خود معنایی ندارند. چیزی که یک دانشمند را از یک اطلاعات جمع‌کن ساده متمایز می‌کند، مهارت بسیار بالای او در تشخیص طرح‌هاست. در فیزیک، طرح‌های دانش را *قانون‌های طبیعت* می‌نامند. به بیان دقیق‌تر، آن‌ها قوانینی هستند که توسط انسان‌ها نوشته شده‌اند تا آنچه را در طبیعت وجود دارد توصیف کنند. درک این قوانین، به ما امکان می‌دهد دست‌کم به بعضی از پرسش‌هایی که با «از کجا می‌دانی...؟» آغاز می‌شوند، پاسخ دهیم.

این مسائل فلسفی، به همهٔ ما تعلق دارند و نه فقط به دانشگاهیان و برج عاج‌نشینان. حمله به برنامهٔ تدریس تکامل در مدارس تأثیر دهشتناکی بر هیئت امنای مدارس و ناشران کتاب‌های درسی دارد. من صرفاً برای استفاده از واژهٔ «تکامل» در یک کتاب درسی شیمی، بار سنگین انتقاد را بر دوش خود حس کردم.

اگر قرار باشد تدریس علم را اشخاصی تعیین کنند که نه از علم چیزی می‌فهمند و نه از منطق اکتشاف علمی، در این صورت کشورمان (ایالات متحده) از ناآگاهی نسل‌های بعدی آسیب خواهد دید.

درک پایستگی انرژی ما را قادر می‌سازد تا از شر بسیاری از توهمات رایجی که امروز هم بین افراد عادی و حتی برخی از دانشمندان وجود دارد، خلاص شویم

چطور می‌دانید حرکتِ دائم ناممکن است؟

برای بعضی از مردم، واژهٔ «ناممکن»، خوشایند نیست. شعار آن‌ها این است: «اگر به اندازهٔ کافی تلاش کنی، هر چیزی ممکن است.»

این عبارت به قدری تکرار می‌شود که با ایجاد ابری از خوش‌بینی، در روح ملت نفوذ می‌کند. به‌طوری‌که بسیاری از مردم، متوجه بیهودگی آن نمی‌شوند.

با وجود این، می‌دانم که هر چقدر تلاش کنم، هرگز نخواهم توانست مانند ولادیمیر هورووِیتس[5]، پیانو بنوازم. دلیلش هم این است که هزاران هنرجوی پیانو به سختی تلاش می‌کنند و در حالی‌که تقریباً همه‌شان از من بهترند، هیچ‌کدامشان نمی‌توانند مانند هورووِیتس بنوازند. برای دستگاه عصبی من، مانند دستگاه عصبی هر انسان، محدودیت‌هایی وجود دارد.

همین‌طور برای آنچه ماشین‌ها می‌توانند انجام دهند هم محدودیت‌هایی وجود دارد. صدها سال است که تلاش‌هایی برای ساختن ماشین حرکت دائم صورت گرفته است: ماشینی که به‌طور نامحدود فعالیت کند و بدون نیاز به سوخت کار مفید انجام می‌دهد. جست‌وجو برای رسیدن به حرکت دائم رقیبی برای تلاش یافتن جام مقدس، عمر جاودان، و تبدیل سرب به طلا است. بسیاری از جویندگان حرکت دائم در گذشته، به‌طور رقت‌انگیزی زندگی خود را صرف تبدیل خیال به واقعیت کردند. بقیه هم صرفاً کلاهبردارانی بودند که می‌خواستند با سوءاستفاده از ساده‌لوحی عوام، به سرعت پولی به جیب بزنند.

***

یک نمونه ماشین حرکت دائم به‌عنوان ابزار کلاهبرداری، وسیله‌ای بود که جی.ام.آلدریچ[6] در اواخر قرن نوزدهم ساخته و در سال ۱۸۹۹، تاریخچه و عملکرد آن به‌طور کامل در مجلهٔ ساینتیفیک آمریکن منتشر شد. این وسیله، شامل چرخی بود که تعدادی وزنه با اهرم‌هایی به پیرامون آن متصل شده بودند. این وسیله به‌گونه‌ای طراحی شده بود که فاصلهٔ وزنه‌های یک طرف چرخ نسبت به طرف دیگر در فاصله‌ای دورتر از مرکز قرار می‌گرفتند. تصور می‌شد عدم توازنی که به این ترتیب ایجاد می‌شود، باعث حرکت دائم چرخ می‌شود، زیرا گرانش، یک طرف چرخ را با نیروی قوی‌تری به پایین می‌کشید.

متأسفانه سرمایه‌گذارانی که فکر می‌کردند با استفاده از این ماشین با یک ژنراتور الکتریکی ثروتمند خواهند شد، متوجه شدند آنچه باعث می‌شد حرکت چرخ تداوم یابد، یک فنر مخفی بود که در پایه چوبی دستگاه جاسازی شده بود. پس از باز کردن این فنر، چرخ سرسختانه در برابر ادامهٔ حرکت مقاومت می‌کرد و طولی نمی‌کشید که از حرکت باز می‌ایستاد. بنابراین، این ماشین، کاملاً یک ماشین حرکت غیردائم محسوب می‌شد.

در نتیجه، آقای آلدریچ چند صباحی زندانی شد و کسانی

هم که روی دستگاهش سرمایه‌گذاری کرده بودند، دیگر رنگ پولشان را ندیدند.

***

بخش تاسف‌آور داستان، این است که هر فیزیک‌دان خوب در آن زمان می‌توانست به این مردمان جاهل گوشزد کند که ماشین مزبور نمی‌تواند کار کند و اگر آن‌ها چند تحلیل ساده و مقدماتی مهندسی انجام می‌دادند، می‌فهمیدند که این چرخ به ظاهر نامتوازن، اتفاقاً در توازن کامل قرار دارد.

دلیل اینکه آن‌ها نظر فیزیک‌دانان را جویا نشدند، می‌تواند یکی از این موارد باشد:

* تصور نمی‌کردند شاید دانشمندان، مجموعه‌ای از قوانین در اختیار داشته باشند که به آن‌ها امکان دهد کار کردن یا کار نکردن یک ماشین را پیش‌بینی کنند.

* و یا با خود فکر کردند: «دانشمندان چه می‌دانند؟ آن‌ها قبلاً اشتباه کرده‌اند، حال هم احتمالاً اشتباه می‌کنند!»

* و شاید هم با خود فکر کرده‌اند: «هر چیزی امکان‌پذیر است، اگر به اندازهٔ کافی تلاش کنید!»

دانشمندان با چنین مسائلی بیگانه نیستند: تلاش در جهت ساختن ماشین‌های حرکت دائم، از دوران افلاطون و ارشمیدس آغاز شده بود. گزارش‌های مفصل این تلاش‌ها، از قرن پانزدهم به بعد، آغاز شد. در طول سه قرن بعد از آن، ناتوانی عموم مخترعان در ساختن ماشین حرکت دائم، مجامع علمی را با این واقعیت آشنا کرد که حماقت بزرگی تداوم دارد. در نتیجه، شکست‌های مداوم حرکت دائم، نقش عمده‌ای در رشد و پیشرفت دانش نوپای مکانیک، طی قرون شانزدهم، هفدهم، و هجدهم ایفا کرد.

دانشمندان عمل‌گرایی چون سایمون استوینوس[۷]، گالیلئو گالیله[۸] و کریستین هویگنس[۹]، با مشاهدهٔ این واقعیت که *ماشین‌های حرکت دائم هیچگاه کار نکرده‌اند*، نتیجه گرفتند که ماشین‌های حرکت دائمی اساساً نمی‌توانند کار کنند.

البته آن‌ها برای این نتیجه‌گیری، دلیل اساسی در اختیار نداشتند. آنچه آن‌ها انجام دادند، صرفاً یک استقرا از تعدادی واقعیت شناخته شده بود، نه استنتاجی از یک نظریهٔ کلی‌تر و توانمندتر. بنابراین، استدلالشان یک نقص کلی استقرا را داشت که چگونه می‌توان با تعداد اندکی مشاهده به قانونی رسید که در هر وضعیت ممکن صادق باشد؟

اگر شما مثلاً ۲۴ مورد ناموفق حرکت دائم را مشاهده کنید، از کجا می‌توانید مطمئن باشید که تمام تلاش‌های بعدی هم به شکست خواهند انجامید؟ اگر بخواهید اطمینان حاصل کنید، باید یک قانون کلی پیدا کنید که در همهٔ شرایط، درست و معتبر باشد.

***

قانون کلی‌ای که در برگیرندهٔ تمام موارد حرکت دائم بود، در قرن هجدهم وقتی پیدا شد که مفهومی به نام انرژی مکانیکی (انرژی جنبشی به علاوه انرژی پتانسیل) خلق شد.

نظریه‌پردازانی چون ژوزف لویی لاگرانژ[۱۰]، توانستند نشان دهند در شرایط بسیار کلی (مثلا در نبرد اصطکاک)، مقدار انرژی مکانیکی ابداً کاهش یا افزایش نمی‌یابد (البته در یک دستگاه بسته).

دانشمندان با شروع از چنین مشاهده‌ای، توانستند با درجه‌ای از اطمینان، اصلی را پیش ببرند که طبق آن:

هیچ وسیلهٔ مکانیکی نمی‌توان ساخت که از هیچ، انرژی تولید کند، و یا بیش از آن انرژی‌ای را که دریافت کرده، پس دهد.

بنابراین اصل، فرهنگستان علوم فرانسه در سال ۱۷۷۵، تصمیم گرفت تخلیه منابع حاصل از بررسی بی‌پایان پیشنهادهای تعداد زیادی ماشین کار دائم را متوقف کند. دلیل چنین اقدامی، صرفاً این نبود که هیچ‌کدام از این ماشین‌ها تا آن زمان عمل نکرده بودند، بلکه، اینک یک قانون تثبیت شدهٔ طبیعت وجود داشت که می‌توانست پیش‌بینی کند هیچ‌کدام از آن‌ها در آینده هم کار نخواهند کرد.

البته، این باعث نشد مخترعان، بهانه‌گیری را متوقف کنند. آن‌ها غُر می‌زدند که: «از کجا اطمینان دارید که نظریه‌تان در تمام انواع انرژی به‌کار می‌رود؟»

پاسخ این است: با ظهور فناوری کاملاً جدیدی در قرن هجدهم ـ یعنی موتورهایی که با بهره‌گیری از ویژگی‌های حیرت‌آور بخار در حال انبساط، تولید حرکت می‌کردند ـ نشان داده شد که انرژی، مفهومی بسیار انعطاف‌پذیر و قابل تغییر است.

کسانی گمان می‌کردند این موتورهای گرمایی نوظهور، ممکن است محدودیت‌های نظریه را دور بزنند، چرا که این نظریه، فقط به دستگاه‌های مکانیکی محدود می‌شد. بعد از آن، نوبت الکتریسیته بود. مخترعان پافشاری می‌کردند که در پس آن (و پیشرفت‌های آیندهٔ الکتریسیته)، شگفتی‌هایی وجود دارند که کسی از آن‌ها خبر ندارد (و ممکن است با قانون انرژی مکانیکی ناسازگار باشند).

اما فیزیک‌دان‌ها هم مصر بودند. همان‌طور که در بخش بعدی خواهیم دید، روال اصلی و روند غالبِ علم در قرن نوزدهم، تشخیص روزافزون این مسئله بود که هر شکل جدیدی از انرژی که کشف می‌شد، می‌توانست بی‌کم و کاست به شکل‌های دیگر انرژی که تا آن‌زمان شناخته شده بود، تبدیل

دانشمندان عمل‌گرایی چون سایمون استوینوس، گالیلئوگالیله و کریستین هویگنس، با مشاهدهٔ این واقعیت که ماشین‌های حرکت دائم هیچگاه کار نکرده‌اند، نتیجه گرفتند که ماشین‌های حرکت دائمی اساساً نمی‌توانند کار کنند

شود. بدین ترتیب، انرژی به مفهوم عمومی قدرتمندی تبدیل شـد و اصل *پایستگی انرژی*، یکی از قوی‌ترین و بنیادی‌ترین قانون‌های طبیعت شد که به ما اطمینان می‌داد در هر *دستگاه* بسته، انرژی نمی‌تواند *بدون توجه به* اینکه چگونه از شکلی به شکل دیگر تبدیل می‌شود، خلق یا نابود شود.

***

با وجود اینکه امروزه این باور ما که انرژی نمی‌تواند از هیچ خلق شود، مبنای بسیار محکمی دارد، هنوز هم تلاش‌ها برای ساختن ماشین‌هایی که بیش از انرژی ورودی انرژی بدهند، صورت می‌گیرد. اخیراً یک مخترع به‌نام جوزف نیومن[11]، ادارهٔ ثبت اختراعات ایالات متحده را به سـتوه آورده اسـت، زیرا درخواستش برای ثبت اختراعی به‌نام «دستگاه تولید انرژی با خروجی بیش از ورودی» را رد کرده است.

برای درک هر علمی باید بدانیم منظور از انرژی چیست و بتوانیم نقش آن را در فرایندهای فیزیکی درک کنیم

جالب اسـت که نیومن اعتبار اصل پایستگی انرژی را قبول دارد و تأکید دارد که دستگاهش، از هیچ، انرژی خلق نمی‌کند، بلکه این دسـتگاه، آن انرژی‌ای را که درونش انباشـته شده اسـت را به انرژی قابل استفاده تبدیل می‌کند و لذا سرانجام، از کار باز خواهد ایسـتاد. با این حال، سازمان ملی استاندارد، آزمایش‌هایی ترتیب داد که نشان می‌دهند ماشین نیومن، در عمل، بیش از آنچه دریافت کرده انرژی تولید نمی‌کند.

***

جالب است که به‌طور کلی، ادارهٔ ثبت اختراعات هرگز قابل بهره‌بـرداری بودن را پیش نیاز ثبـت اختراع در نظر نگرفته است. شخصاً اختراعات متعددی را دیده‌ام که هیچگاه به‌طور عملی آزموده نشده‌اند و البته به احتمال قوی، اگر هم آزموده شوند، کار نخواهند کرد. این ایده‌ها صرفاً نشان دهندهٔ تخیل جوشـان مخترع در مطرح‌کردن ادعای در نظر گرفتن تمام مبانی و تغییراتی است که وارد ذهن او شده‌اند.

بـا وجود این، در مورد حرکت دائـم، اداره ثبت اختراعات، قضیه را سفت و سخت‌تر در نظر می‌گیرد. از همان اول، تعیین می‌کند که حرکت دائم، ناممکن است و لذا وقتمان را صرف بررسی درخواسـت‌هایی که به چنین موضوعی می‌پردازند، نمی‌کنیم.

این، مصداق بـارز دفاع از خود، و همان قانونی اسـت که فرهنگستان علوم فرانسه در سال ۱۷۷۵ پذیرفت.

اتفاق خوب برای همهٔ ما این اسـت کـه امروزه دیگر برای دستیابی به حرکت دائم کلاسـیک به ندرت تلاشی صورت می‌گیرد. تعداد کمـی از فیزیک‌دانان حرفه‌ای حاضرند وقت خود را صرف ماشـین‌هایی کنند که ادعا می‌شود می‌توانند از هیچ، انـرژی تولید کنند. به‌نظر می‌رسـد در این رقابت، قانون‌های فیزیک پیروز شده‌اند.

با این همه، قطع کردن یک سـر اژدهـا، کله‌های جدید و سرسخت‌تری در مقابلمان سبز می‌شوند. همان‌گونه که بعداً خواهیم دید، کماکان ـ حتی بین اهالی دانشـگاه ـ تمایلات واهی جدیدی وجود دارند که به همان استدلال‌های نادرست دربارهٔ حرکت دائم شبیه‌اند، با این تفاوت که این‌بار، ظریف‌تر و پیچیده‌ترند و همین امر، باعث می‌شوند اشکالاتشان از نظر دور بمانند.

این تغییرات جدید در استدلال‌های مربوط به حرکت دائم، بی‌پروا سبز می‌شوند، در حالی است که ایراداتشان به سختی قابل تشـخیص است و سوءاستفاده‌شـان از مفهوم انرژی، با تردستی زیرکانه‌ای، پنهان می‌ماند.

چطـور می‌توانیم حرکت دائم را همراه تمامی تغییر و تنوع و پیامدهایش *ناممکن* بنامیم؟ مگر فیلسـوفان به ما هشدار نداده‌اند که هیچ شناختی کاملاً قطعی نیست؟

پاسخ را باید در کشف‌های فیزیک جدید جست‌وجو کرد. با وجـود اینکه یک رویکرد لاادری معقول، به ما دیکته می‌کند که هیچ چیزی با قطعیت مطلق قابل پذیرش نیست، روش‌ها و اصول جدید به ما اجازه می‌دهند احتمال درست بودن یک دانش دلخواه را محاسبه کنیم.

یکی از اهداف ما این است که نشان دهیم احتمال درستی برخی اصول فیزیکی خاص، به قدری بالاسـت که می‌توانیم (برای مقاصد علمـی/ کاربردی)، این معلومـات را قطعی و صحیح تلقی کنیم.

بـرای اینکه این موضوع را نشـان دهیم، باید به بنیان‌های فیزیک نقب بزنیم. در این صـورت، پی می‌بریم که با وجود فراز و نشـیب سـنت‌های فکری و تغییراتی که در نظریه‌ها ایجاد می‌شود، بخش‌هایی از دانش فزایندهٔ ما، در برابر تغییر مقاومت می‌کند و اسـتوار می‌ماند. ایـن بخش‌های دانش، به قدری دقیـق، قانع کننده و ناوردا هسـتند که ناگزیریم سرسختانه نتیجه بگیریم دست‌کم بخش‌هایی از دانش وجود دارند که هم قطعی، و هم ماندگار هستند.

***

قانون پایستگی انرژی از همین دست است. این قانون، یکی از سنگ بناهای فیزیک است که شناخت ما از ذرات بنیادی، برهم‌کنش‌هـا و اصول تقـارن، در آن حک شـده‌اند. این‌ها مفاهیمی انتزاعی‌اند که نه‌تنها فیزیک را تعریف می‌کنند، بلکه معرف طرز تفکر ما نسبت به تمامی طبیعت هستند.

بـرای درک هر علمی باید بدانیم منظور از انرژی چیسـت و بتوانیـم نقـش آن را در فرایندهـای فیزیکی درک کنیم. همچنین باید شـناختی از دقت فوق‌العـادهٔ تعیین تغییرات انرژی دربرهم‌کنش‌های فیزیکی داشـته باشیم. تنها در این صورت است که می‌توان فهمید چرا دانشمندان اعتقاد دارند مقدار انرژی در یک دسـتگاه بسـته نمی‌توانـد تغییر کند. همچنین، خواهیم دید که چگونه درک پایسـتگی انرژی ما را قادر می‌سـازد تا از شر بسیاری از توهمات رایجی که امروز هم بین افراد عادی و حتی برخی از دانشمندان وجود دارند، خلاص شویم.

پی‌نوشت‌ها

1. Jacob Bronowski
2. Laffet
3. Three Mile Island
4. Thomas Kuhn
5. Vladimir Horowitz
6. J.M. Aldrich
7. Simon Stevinus
8. Galileo Galilei
9. Christian Huygens
10. Joseph Louis Lagrange
11. Joseph Newan

فیزیک در نصف جهان

گزارشی از فعالیت‌های خانهٔ فیزیک اصفهان

اسفندیار معتمدی

ابتدا خانهٔ ریاضیات اصفهان با همت جمعی از استادان دانشگاه‌ها و دبیران ریاضی اصفهان و با حمایت شـــهرداری در سال ۱۳۷۷ تأسیس شد. هدف اصلی از تأسیس این نهاد ترویج عمومی علم در سطح‌های دانش‌آموزی، دانشجویی و عموم مردم بوده و هست. خانه ریاضیات اصفهان براساس مصوبه شورای هماهنگی شهر علم شهرداری اصفهان تأسیس شد و قرار بود که خانه‌های علم زیست‌شناسی، آمار، شیمی و فیزیک نیز تشکیل شود و این کار الگویی برای دیگر شهرهای کشور باشد.

پس از تأسیس خانه ریاضیات، آقای عباسی دهکردی، که یکی از دبیران فعال فیزیک اصفهان و مروجان بزرگ علم در کشـــور است برای تأسیس خانه که یک فعالیت‌های خود را آغاز کرد و حتی به نوشتن اساسنامه و انتخاب شورای علمی و اجرایی خانهٔ فیزیک دســـت زد لیکن تأسیس خانهٔ فیزیک به تعویق افتاد تا سرانجام با تشکیلاتی دیگر در بهمن ۱۳۹۳ خانه فیزیک اصفهان تأسیس شد.

خانهٔ فیزیک اصفهان، مؤسسه‌ای مردم‌نهاد است که تحت حمایت شهرداری اصفهان در راســـتای ترویج دانش فیزیک و شـــاخه‌های وابسته به آن به وجود آمد. این خانه بستر مناسبی است برای آموزش‌های گوناگون و آگاهی‌بخشی به عموم مردم استان نسبت به تاریخ تمدن ایرانی ـ اسلامی و آشنایی شهروندان با مسائل مختلف دانش و علوم روز از طریق مشاهده، همفکری و دسترسی به منابع مختلف اطلاعاتی که ایجاد شده است.

هدف اصلی خانهٔ فیزیک اصفهـــان، ترویج علم فیزیک در جامعه، آشـــنایی آحاد مردم با تاریخ علوم و کاربردهای آن و نیز گسترش فرهنگ صحیح اطلاع‌رسانی و ترویج فعالیت‌های فردی و گروهی در میان آنان به‌منظور توسعه نوآوری، ابتکار و دستیابی به قله‌های علمی است.

اعضای شورای علمی ـ اجرایی خانهٔ فیزیک اصفهان

اعضای این خانه: آقایان حســـین مصاحبی و مهدی سلماسی و خانم‌ها منیژه شـــیبانی و مریم شفیعیون و از دبیران فیزیک: دکتر رسول رکنی‌زاده، دکتر مجتبی مستجاب‌الدعواتی و دکتر محمدعلی عســـکریان اعضای هیئت علمی دانشگاه اصفهان و دکتر فرهاد شهبازی و دکتر فرهنگ ایرانی اعضای هیئت علمی دانشگاه صنعتی اصفهان هستند که شورای علمی خانهٔ فیزیک را تشکیل می‌دهند.

فعالیت‌های خانهٔ فیزیک

خانـــهٔ فیزیک اصفهان پس از تأســـیس، فعالیت‌های علمی و آموزشی خود را در سطوح گوناگون آغاز کرده است که همچنان ادامه دارد. این فعالیت‌ها عبارت‌اند از:

۱. اردوهای علمی دانش‌آموزی: این اردوها با هدف ایجاد انگیزه و اشتیاق برای کسب علم فیزیک و دانش‌آموزان تمامی مقاطع تحصیلی برگزار می‌شود.

۲. برگزاری کلاس‌های تابستانی خانهٔ فیزیک: این کلاس‌ها در

بخش‌های هوافضا، آزمایشگاه و فیزیک برای خردسالان و نوجوانان از مقطع پیش‌دبستانی تا پایه دهم را شامل می‌شود. کلاس‌هایی مانند آزمایشگر کنجکاو، اینشتین‌های کوچولو، بیا آپولو هوا کنیم، دنیای نو در ایجاد نانو، پروفسور بالتازار.

۳. برگزاری پارک دانش در باغ غدیر اصفهان به مناسبت هفته ترویج علم، غرفه‌های محک شکل گرفت که یکی از جذاب‌ترین بخش‌های نمایشگاه بود.

٤. اکران فیلم‌های مستند با همکاری خانه زیست‌شناسی اصفهان

۵. بزرگداشت روز جهانی فونوتیک ٦ آبان ۱۳۹۵

٦. برگزاری بزرگداشت روز جهانی فونوتیک ۲۹ مهر ۱۳۹۵

۷. برگزاری جلسات باشگاه فیزیک اصفهان

۸. گردهمایی‌های یک روزه بانوان در فیزیک

ویژه برنامه خانهٔ فیزیک به مناسبت روز معلم

در روز ۱۲ اردیبهشت ۱۳۹٦ به مناسبت «روز معلم» به بررسی «آموزش فیزیک در ایران و بزرگداشت مقام معلم» پرداخته شد. در این برنامه که در سالن کتابخانه بزرگ شهر با حضور جناب آقای دکتر جمال‌نژاد شهردار و اعضای محترم انجمن شهر، دبیران فیزیک و دانشجومعلمان دانشگاه فرهنگیان تشکیل شد، پس از تلاوت قرآن و سرود جمهوری اسلامی و عرض خیرمقدم به وسیلهٔ آقای دکتر محمدعلی عسکریان، مسئول خانه فیزیک اصفهان، آقای اسفندیار معتمدی دربارهٔ تاریخ آموزش فیزیک در ایران از دارالفنون تاکنون و آقای جاوید فرجام‌نیا دبیر فیزیک دربارهٔ «آموزش فیزیک» یا «دبیری فیزیک» سخنرانی کردند. سپس از پیشکسوتان فیزیک اصفهان آقایان حسین مصاحبی، حسین نیلفروشان، تقی شکرانی، جواهری و اسفندیار معتمدی که هر یک پیش از پنجاه سال به تدریس و امور آموزشی مشغول بودند تقدیر شد.

خلاصه سخنرانی در تاریخ آموزش فیزیک بدین قرار بود:

جنگ‌های ایران و روس و شکست ایران، با وجود رشادت‌های سربازان، ضربه‌ای بیدارگر شد و برای جبران این شکست چاره کار مجهز شدن ایران به علم و فناوری از یکسو و برقراری نظم و قانون از سوی دیگر بود. در این هر دو زمینه تلاشی شد. برای رسیدن به علم و فناوری، دارالفنون تأسیس شد (۱۲٦۸ق) و برای برقراری قانون انقلاب مشروطیت (۱۳۲٤ق) صورت گرفت.

در دارالفنون علوم جدید از جملهٔ فیزیک تدریس شد. کتاب و آزمایشگاه به‌وجود آوردند. ٤۷ سال پس از تأسیس دارالفنون، مدارس جدید پایه‌گذاری شد (۱۳۱۵ ق ۱۲۷٦ش). اولین کتاب فیزیک مدرسه را محمدعلی فروغی نوشت (۱۳۲۷ق ۱۲۸۸ ش) و قانون اساسی معارف نوشته شد، دارالمعلمین و بعد دارالمعلمین عالی به‌وجود آمد. (۱۳۰۷). دکتر محمود حسابی رشتهٔ فیزیک و شیمی را دایر کرد. شاگردانی پرورش داد که بعد دبیر و استاد شدند، کتاب‌های فیزیک نوشتند، آزمایشگاه به راه انداختند و کم‌کم آموزش فیزیک را به سطح امروزی رساندند، به‌طوری که کارشناس فیزیک اعلام کند:

«تحولات آموزشی فیزیک در برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌ها و آموزش آن عمدتاً معطوف به دو مورد زیر است:

۱. بحث‌های جدید که اقتضای مباحث امروزی فیزیک است به کتاب‌های درسی که از دههٔ هفتاد به بعد تألیف شده‌اند، اضافه شده است. مباحثی همچون: فیزیک اتمی ـ لیزر، فیزیک حالت جامد (نظریه نواری جسم جامد نیم‌رساناها و...)

۲. از سوی دیگر تحولاتی که در پژوهش و آموزش فیزیک در دنیا رخ داده است (به‌خصوص طی دو دههٔ اخیر) سبب شده است که شیوه‌های آموزش معلمان نیز متأثر از آن باشد.

خلاصهٔ صحبت آقای فرجام‌نیا درباره آموزش فیزیک و دبیری فیزیک آن بود که در گذشته فرض بر این بود که هر کسی علمی مانند فیزیک را بداند می‌تواند تدریس کند. کافی است بر موضوع علمی مسلط باشد (دورهٔ تمرکز بر موضوع علم) اما بعد از دوره‌ای گفته شد که لازمه تدریس مؤثر، علاوه‌بر تسلط علمی لازم است که معلم از روان‌شناسی و اصول تعلیم‌وتربیت و کلاس‌داری با اطلاع باشد و دوره‌ای برای آموزش این درس‌ها را بگذارند (تمرکز بر دروس تربیتی) اما در دوره جدید صحبت از آن است که معلم باید بر موضوعی که تدریس می‌کند مسلط باشد، از علوم تربیتی و روان‌شناسی آگاه باشد و بالاتر از آن مهارت‌هایی چون اقدام‌پژوهی، درس‌پژوهی و .. را کسب کند و همه آن‌ها را در کار خود به‌کار برد... .

***

نویسنده این مقاله روز بعد از سخنرانی ۱۲ اردیبهشت در محل خانه فیزیک اصفهان حضور یافت و در جلسه مشورتی که در خانه فیزیک تشکیل شده بود شرکت کرد. مشاهده شور و هیجان و آگاهی و عشق به کار که در هر یک از حاضران بسیار امیدبخش بود و نشان‌دهندهٔ آن بود که این جوانان ضمن آنکه تلاش و کوشش گذشتگان را قدر می‌نهند به دنبال آن هستند که محیط و فضای یادگیری را لذت‌بخش‌تر، گسترده‌تر و اثربخش‌تر کنند به‌طوری که هر کس بتواند حداکثر ظرفیت خود را به کارگیرد و در تولید علم و فناوری و رسیدن به توسعه پایدار مشارکت کند.

تأثیر آموزش تلفیقی بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان

فاطمه شجاعی باغینی
دبیر فیزیک دبیرستان نمونه دولتی کوثر ماهان کرمان
فرزانه بهزادپور
مدرس مدعو دانشگاه فرهنگیان کرمان

چکیده

هدف این پژوهش بررسی تأثیر روش آموزش تلفیقی در درس فیزیک است. در این راستا از دانش فناورانه تعلیم‌وتربیت محتوا (TPACK) استفاده شده است. روش پژوهش نیمه آزمایشی از نوع پیش آزمون و پس‌آزمون با گروه کنترل است. جامعه آماری دانش‌آموزان دختر سال اول دورهٔ متوسطه دوم شهر ماهان انتخاب شده است. آزمودنی‌ها ۶۰ نفر به تفکیک دو گروه ۳۰ نفری بودند. برای گردآوری داده‌های پیشرفت تحصیلی از سه آزمون معلم ساخته استفاده شد. نتایج نشان می‌دهد که روش آموزش تلفیقی فیزیک بر یادگیری دانش‌آموزان مؤثر بوده است.

کلیدواژه‌ها: آموزش تلفیقی، الگوی (TPACK)، آموزش فیزیک

۱.مقدمه

در سال‌های اخیر، فناوری اطلاعات و ارتباطات (فاوا) کاربرد وسیعی در حوزه آموزش‌وپرورش پیدا کرده است. این موضوع می‌تواند بر کیفیت فرایند یاددهی و یادگیری در محیط‌های آموزشی تأثیرگذار باشد. فاوا می‌تواند یاددهی و یادگیری را از طریق کاربرد محتوای گویا و تعاملی ارتقا دهد[۱].

از سوی دیگر فاوا می‌تواند از طریق تمهید ابزارهای متنوع برای ارتقا و تسهیل فعالیت‌های حرفه‌ای معلمان موجب افزایش کارایی مدارس شود [۲]. به کارگیری فاوا موجب توسعه روش‌های نوین آموزشی مانند آموزش الکترونیکی شده است.

در حال حاضر این پرسش مطرح است که با وجود دسترسی گسترده به فناوری‌های نوین (مانند فاوا)، محیط‌های یادگیری جدید چگونه باید باز طراحی شوند؟ برای مؤثر ساختن فرایند یاددهی ـ یادگیری، به یک نوع تعادل رسانه‌ای نیاز است و عنصر فاوا نمی‌تواند به تنهایی موجب ارتقای بیش از ۵۰ درصد این فرایند شود[۳].

بر این اساس، یادگیری تلفیقی می‌تواند نیازهای یادگیرنده را از طریق انتخاب راهبردهای مناسب مانند تلفیق آموزش مبتنی بر فاوا و آموزش چهره به چهره افزایش دهد و به ارتقای فرایند یادگیری کمک کند. در یک کلاس درس با راهبرد آموزش تلفیقی، یادگیرندگان به‌طور هم‌زمان به‌روش مجازی و حضوری آموزش می‌بینند [۳].

محدودیت‌های روش آموزش سنتی (چهره به چهره) از یک طرف و کیفیت نامطلوب دوره‌های صرفاً مجازی (برخط) از طرف دیگر، موجب شد که تلفیق دو رویکرد آموزشی مذکور مورد توجه قرار گیرد. آموزش تلفیقی به معنای کاربرد رسانه‌های برخط در یک واحد یا برنامه درسی به همراه استفاده از مزایای آموزش سنتی برای ارتباط بهتر با یادگیرندگان است. آموزش تلفیقی به‌واسطهٔ یک حس سرخوردگی ناشی از ناکارآمدی استفادهٔ صرف از رسانه‌های برخط در آموزش به‌وجود آمده است[۳].

آمـــوزش تلفیقی یک مدل یادگیری اثربخش و یک انتخاب مناســـب برای دانش‌آموزان اســـت. آموزش تلفیقی برنامه‌ای اســـت که در آن روش‌های مختلف ارائه محتوای درسی برای بهبود یادگیری و کاهش هزینه‌های آموزشی استفاده می‌شود.

تعاریف متنوعی در مورد آموزش تلفیقی وجود دارد. به‌عنوان مثال می‌تـــوان گفت آموزش تلفیقی زمانی اتفاق می‌افتد که بیش از یک روش برای ارائه مطالب به‌منظور افزایش بهره‌وری و کاهش هزینه‌ها به‌کار گرفته شود و این روش نباید با ترکیب نظام‌های مختلف آموزشـــی برای ایجاد یک الگوی یکســـان اشتباه گرفته شود، بلکه در آن تأکید بر هماهنگی تعادل نظام آموزشی به منظور افزایش کیفیت است [٤]. آموزش تلفیقی می‌توانـــد موجب کاهش حداکثر ۵۰ درصد در زمان و هزینه آموزش و افزایش ۱۰ درصد در نتایج آموزشی شود[۵].

در دهه گذشته،اســـتفاده از فناوری‌های نویـــن در فرایند آموزشی به‌طور چشمگیری افزایش پیدا کرده است. به عقیده پژوهشگران، اگر کاربرد فناوری، محدود به یک ابزار آموزشی در فرایند یادگیری شود و به نقش کلیدی آن ـ به‌عنوان رسانهٔ مناســـب ـ « در انتقال محتوا و مفاهیم از قبل طراحی شده توجه نشود، اثربخش نخواهد بود»[٦]. فناوری در آموزش در صورتی ارزش‌آفرین است که به‌طور مناسب و مؤثر با مفاهیم و روش‌شناسی مواد درسی ترکیب شود. مهم‌ترین عاملی که باعث تمایز بین یادگیری چهره به چهره و تلفیقی می‌شود این است که در رویکرد تلفیقی بیش از یک شیوه انتقال مفاهیم توســـط مربی به‌کار گرفته می‌شود. آموزش تلفیقی می‌تواند رویکرد آموزش مبتنی بر رایانه را در یک قالب سنتی آموزش به کار گیرد[۷].

یادگیری تلفیقی از طریق انتخاب راهبردهای مناسب‌مانند آموزش مبتنی بر فاوا و آموزش چهره به چهره به ارتقای فرایند یادگیری کمک کند

با مـــروری بر پژوهش‌های انجام شـــده در مـــورد آموزش تلفیقی می‌توان به اهمیت و نقش آن در یادگیری و پیشرفت تحصیلی پی‌برد.

نعیمی حســـینی و همکاران (۱۳۹۲) نشـــان دادند که در مقایسه با آموزش به روش سخنرانی، آموزش تلفیقی موجب افزایش انگیزه تحصیلی و رضایت دانشـــجویان می‌شود [۸]. نتایج پژوهـــش منصوری (۱۳۸۷) نیـــز تأثیر مثبت مدارس هوشمند در مقایسه با مدارس عادی بر تفکر انتقادی را تأیید می‌کند[۹].

الله‌کرمی و همکاران (۱۳۹۳) نشـــان دادند آموزش تلفیقی در مقایسه با آموزش سنتی تأثیر بیشتری بر تفکر انتقادی و شادکامی دانش‌آموزان دارد[۱۰].

نتایج پژوهش احمدی و همکاران (۱۳۹۳) در زمینه آموزش ریاضی نشـــان می‌دهد که برنامهٔ آموزش تلفیقی از دو شیوه سنتی و الکترونیکی مؤثر اســـت. براین اساس روش تلفیقی دردرجه اول و روش‌های ســـنتی و الکترونیکی به ترتیب در رتبه‌های دوم و سوم یادگیری ریاضی قرار دارند[۱۱].

با توجه به نتایج مطالعات انجام شـــده در مورد اثربخشی و کارایی آموزش تلفیقی، به نظر می‌رسد که این شیوه در بهبود یادگیـــری درس فیزیک نیز مؤثر باشـــد. آموزش تلفیقی در درس فیزیک با به کارگیری ابزار حمایتی نوین یعنی فاوا قابل اجرا اســـت. انتظار می‌رود این موضوع بتواند یادگیری درس فیزیک را تسهیل کند. دانش‌آموزان مجاز به تعامل و همکاری با یکدیگر هستند. مشارکت و کار گروهی می‌تواند یک محیط یادگیـــری غنی را برای تحریک فراگیـــران و یادگیری درس فیزیک فراهم سازد.

با توجه به این موضوع که دانش‌آموزان ســـال اول متوسطه برای اولین‌بار با درس فیزیک مواجه می‌شوند، تدریس فیزیک در این مقطع موضوعی بســـیار مهم و چالش‌برانگیز است. از طرف دیگر، فقدان پژوهش کافی در زمینه آموزش تلفیقی در فیزیک و لزوم آشناسازی بیشتر معلمان فیزیک با این شیوهٔ آموزشی اهمیت انجام این پژوهش را نمایان می‌سازد.

براین اساس پرسش پژوهش حاضر عبارت است از اینکه آیا آموزش تلفیقی فیزیک در میزان یادگیری دانش‌آموزان سال اول متوسطه مؤثر است؟

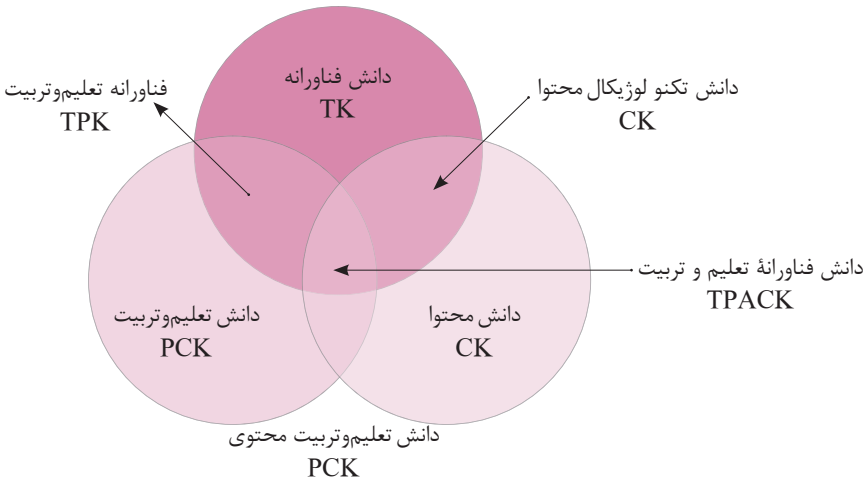
۲. مبانی نظری پژوهش

نتایج پژوهش‌های مختلف، ناکارآمدی نظام آموزشی صرفاً بر خط به دلیل جدایی آن از تعلیم‌وتربیت را نشان می‌دهد، در این راستا، پژوهشگران نظریه آموزش تلفیقی را مطرح کردند. با ارائهٔ نظریهٔ تلفیق فناوری در آموزش مدل‌های متعددی در طراحی برنامه‌های آموزشی معرفی شده است.

مـــدل تی‌پک (TPACK) (شـــکل۱) توســـط میشـــرا و کوهلر (۲۰۰٦) ارائه شده اســـت [۱۲]. این مدل می‌تواند با ارائه چارچوب اثربخش در زمینـــهٔ تلفیق فناوری با محتوا و تعلیم‌وتربیت طراحی مناسبی برای برنامه‌ریزی درسی باشد. (شکل۱)

مدل تی‌پک روش‌های بســـیاری را برای توســـعه حرفه‌ای معلمان و ارائهٔ یک الگوی واحد برای ادغام فناوری با آموزش و یادگیری برای معلمان ارائه می‌دهد. تی‌پک یکی از بهترین راه‌ها برای تلفیق، طراحی خلاقانه در زمینه‌های خاص کلاس درس اســـت[۱۱]. در این مدل، دانـــش محتوا (CK)، دانش تعلیم‌وتربیت (PK) و دانش فناوری (TK)، ســـه دانش پایه، اصلی و ضروری برای تلفیق هستند. میشرا وکوهلر (۲۰۰٦) در ارائه مدل تلفیق ســـه ساختار ترکیبی را معرفی کردند که عبارت‌اند از دانش تعلیم‌وتربیت محتوا (PCK)، دانش فناورانه محتـــوا (TCK)، دانش فناورانه تعلیم‌وتربیت (TPK)[۱۲]. با ترکیب این ســـه دانش، دانش جدیدی به نام دانش فناورانه تعلیم‌وتربیت محتوا (TPACK) به دست می‌آید[١٤].

دانـــش فناورانه محتوا که از تلفیق دانش فناوری و محتوای موضـــوع مورد تدریس حاصل می‌شـــود نه‌تنهـــا به آموزش



▲ شکل ۱. مدل تی‌پک (TPACK) اقتباس از وبگاه رسمی تی‌پک [۱۳]

موضوع‌های درسی بلکه به فناوری‌هایی که در تدریس هر موضوع درسی می‌توان به کاربرد اشاره دارد. دانش تعلیم‌وتربیت محتوا، شناخت الگوها، روش‌های تدریس، ارزشیابی و نحوه یادگیری در رابطه با یک محتوای درسی است. [۱۴]. دانش فناورانه به چگونگی تغییر فرایند یاددهی ـ یادگیری با استفاده از فناوری اشاره دارد. این دانش به توانایی فناوری‌های مختلف و چگونگی کاربرد آن‌ها برای تغییر در فرایند یادگیری می‌پردازد [۱۵].

دانش فناورانه تعلیم‌وتربیت محتوا دانشی است که از تلفیق سه حوزهٔ دانشی اخیر حاصل می‌شود و در برگیرنده اثر متقابل بین دانش محتوا، دانش تعلیم‌وتربیت و دانش فناورانه است (شکل ۱). این دانش، معلمان را قادر می‌سازد فناوری را در فرایند تدریس با موفقیت به کار گیرند. این موفقیت بستگی به عوامل زیر دارد: شناسایی فناوری مناسب، به‌کارگیری محتوای مرتبط، انتخاب زمینهٔ آموزشی مشخص، با هدف گسترش دانش فراگیران در یک موضوع ویژه یا رسیدن به یک هدف عینی یا نیاز فراگیر[۱۴].

از نظر لطفی و همکاران (۱۳۹۴)، مؤلفه‌های مهم الگوی تی‌پک عبارت‌اند از توجه به نظریه‌های یادگیری، رعایت اصول هفتگانه آموزش و شرایط یادگیری و همچنین رعایت اصول طراحی آموزشی چند رسانه‌ای از جمله اصل مجاورت فضایی، اصل مجاورت زمانی و اصل انسجام پیوستگی و اصل کانال حسی و اصل افزودگی[۱۵].

۳. روش پژوهش

روش پژوهش حاضر نیمه آزمایشی با استفاده از طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون با گروه کنترل است که به بررسی میزان یادگیری درس فیزیک با آموزش تلفیقی براساس مدل تی‌پک می‌پردازد.

۴. جامعه آماری و روش نمونه‌گیری

جامعه این پژوهش عبارت از کلیه دانش‌آموزان متوسطه شهر ماهان در استان کرمان است. به دلیل استفاده از فاوا و لزوم وجود زیرساخت مرتبط از روش نمونه‌گیری در دسترس استفاده شده است. به این ترتیب از میان کلیه مدرسه‌ها، دو کلاس اول متوسطه دوم انتخاب و یکی از دو کلاس به‌عنوان گروه آزمایش و دیگری به‌عنوان گروه کنترل مشخص شد. حجم نمونه ۶۰ دانش‌آموز دختر مشتمل بر ۳۰ نفر در گروه آزمایش و ۳۰ نفر در گروه کنترل است.

در این پژوهش، متغیرهای جنسیت، سن و مقطع تحصیلی دانش‌آموزان ثابت نگه داشته شده‌اند. هر دو کلاس از نظر سطح علمی، موقعیت اجتماعی و فرهنگی خانواده‌ها تقریباً یکسان بودند.

۵. ابزار پژوهش

پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان در این پژوهش از طریق برگزاری سه آزمون پیشرفت تحصیلی معلم ساخته ـ برای اجرای طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون ـ اندازه‌گیری شده است.

۶. روش آماری

تجزیه و تحلیل داده‌های گردآوری شده در سطح آمار توصیفی و استنباطی انجام شده است. در سطح آمار توصیفی از آماره‌های میانگین و انحراف معیار و در سطح آمار استنباطی از آزمون t مستقل برای همسان بودن و مقایسهٔ گروه‌ها استفاده شده است.

متغیرهای مورد بررسی در این پژوهش عبارت‌اند از:

الف) متغیر مستقل: آموزش فیزیک به روش تلفیقی

ب) متغیر وابسته: افزایش یادگیری

ج) متغیرهای کنترل‌شده: همترازی علمی گروه آزمایش و

در رویکرد تلفیقی بیش از یک شیوهٔ انتقال مفاهیم توسط مربی به کار گرفته می‌شود. این رویکرد می‌تواند آموزش مبتنی بر رایانه را در یک قالب سنتی به کار گیرد

کنترل، و همچنین سن، جنسیت، وضعیت اقتصادی، فرهنگی و اجتماعی خانواده‌ها.

د) متغیر تعدیل‌کننده: فناوری اطلاعات و ارتباطات (محیط‌های چند رسانه‌ای)

۷. روش اجرای پژوهش

در ابتدای دوره که شامل ۲۰ جلسه درس فیزیک بود پیش آزمون برای هر دو گروه به‌طور یکسان برگزار شد. بخشی از کتاب درس فیزیک مربوط به نیم‌سال دوم برای هر دو گروه (آزمایش و کنترل) به‌طور یکسان در نظر گرفته شد.

محتوای آموزشی برای آموزش با طرح درس مناسب مشخص شد. روش‌های تدریس مناسب برای آموزش فیزیک از جمله روش همیاری و روش حل مسئله در کنار روش‌هایی مانند سخنرانی و پرسش‌وپاسخ برای هر جلسه برای هر دو کلاس، به‌طور یکسان در نظر گرفته شد. به این منظور، دانش‌آموزان هر دو گروه (آزمایش و کنترل) در گروه‌های کوچک پنج نفری برای مشارکت و کار گروهی قرار گرفتند و یکی از موضوع‌های درسی را برای موضوع پروژه خود انتخاب کردند.

در گروه کنترل، سرفصل‌های تعیین شده از کتاب درسی با استفاده از وایت‌برد و از طریق روش‌های فعال و مشارکتی تدریس شد. در گروه آزمایش علاوه بر روش‌های ذکر شده، از فناوری چند رسانه‌ای نیز استفاده شد. به بیان دقیق‌تر، در طول ساعت‌هایی از تدریس هفتگی، محتوای برنامه‌درسی با استفاده از صدا، تصویر، متن، فیلم و غیره ارائه شد. از گروه‌های کوچک دانش‌آموزی برای مشارکت در استفاده از نرم‌افزارهای آموزشی و به اشتراک‌گذاشتن ایده‌های جدید با یکدیگر استفاده شد. از نرم‌افزارهای آزمایش مجازی فیزیک، پاورپوینت‌های آموزشی مانند پاورپوینت‌های آموزشی چندرسانه‌ای بارع‌سازان (شکل شماره ۲) موجود در وبگاه شبکه ملی مدارس (رشد) استفاده گردید [۱۶]. پست‌الکترونیکی طراحی و نحوه کار با آن به دانش‌آموزان آموزش داده شد تا برای ارسال مطالب آموزشی و بیان نظرات خود از آن استفاده کنند.

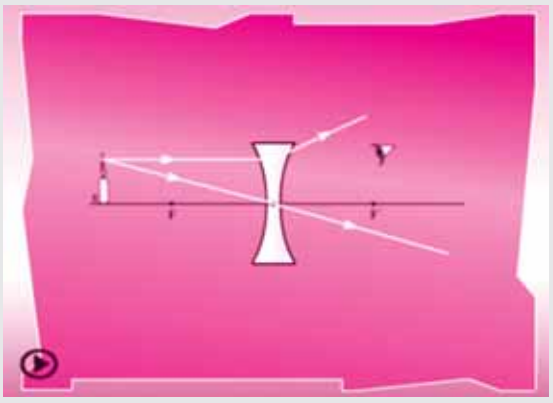
هنگام استفاده از پروژکتور کلاس برای ارائهٔ مطالب درسی، دانش‌آموزان گروه آزمایش به دقت یادداشت‌برداری می‌کردند و توضیح‌های اضافی نیز توسط معلم در طول برنامهٔ آموزشی ارائه می‌شد. پس از ۱۰ جلسهٔ اول، به‌منظور دریافت بازخورد و اصلاح آموزش، پس‌آزمون اول درهر دو گروه برگزار شد. سپس ۱۰ جلسه بعدی با برخی اصلاحات ادامه داده شد. با توجه به محتوای کتاب درسی که برای ۲۰ جلسه در نظر گرفته شده بود.

آزمایش‌های متعدد مجازی مربوط فصل‌های چهار و پنج کتاب درسی، اضافه بر برنامه درسی معمول شامل آزمایشگاه مدرسه، برای گروه آزمایش و توسط نرم‌افزارهای شبیه‌سازی فت (phet) و فیزپروف (physprof) (شکل‌های شماره ۳و ٤و٥) اجرا شد. [۱۷ و ۱۸].

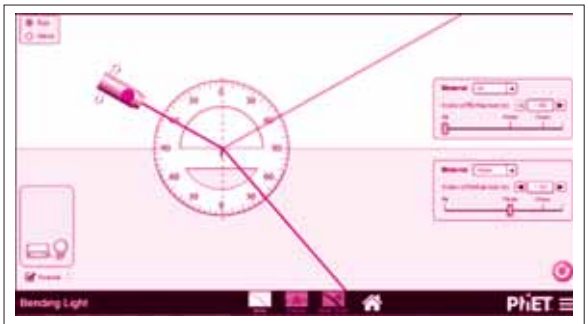
هنگام استفاده از پروژکتور کلاس برای ارائهٔ مطالب درسی، دانش‌آموزان گروه آزمایش به دقت یادداشت‌برداری می‌کردند و توضیح‌های اضافی نیز توسط معلم در طول برنامهٔ آموزشی ارائه می‌شد

تصویر در عدسی‌های واگرا

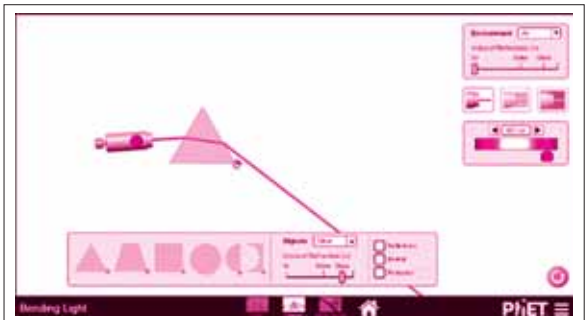
تصویر هر شیء که عمود بر محور اصلی است مشابه آیینهٔ محدب است. یعنی فقط یک حالت بیش‌تر به وجود نمی‌آید. شی در هر فاصله‌ای از عدسی باشد. تصویر آن مجازی، مستقیم، کوچک‌تر از شیء در فاصلهٔ کانونی و در همان طرف عدسی اما در فاصله‌ای نزدیک‌تر تشکیل می‌شود.



▲ شکل۲. نمایی از یکی از صفحات پاورپوینت آموزشی بارع‌سازان حاوی عکس و پویانمایی در ارتباط با مبحث نور

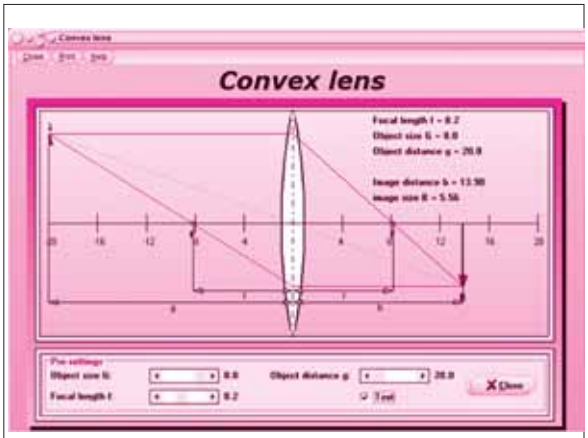


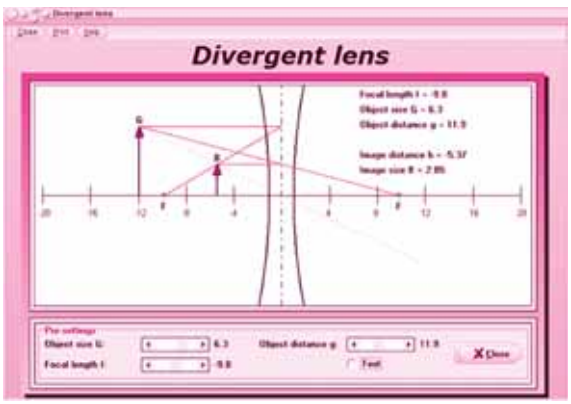
▲ شکل ۳. نمایی از آزمایش‌های مجازی انجام شده در ارتباط با شکست نور برای گروه آزمایش توسط نرم‌افزار شبیه‌سازی فت (phet)

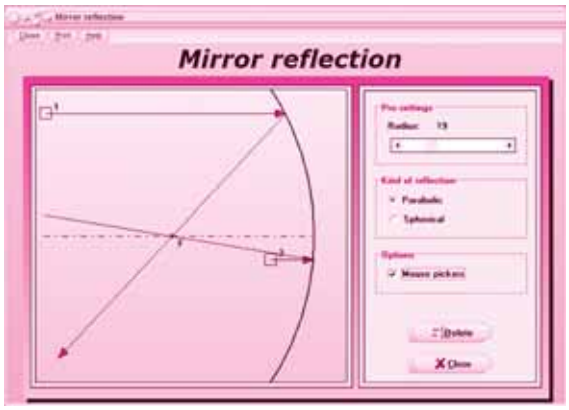


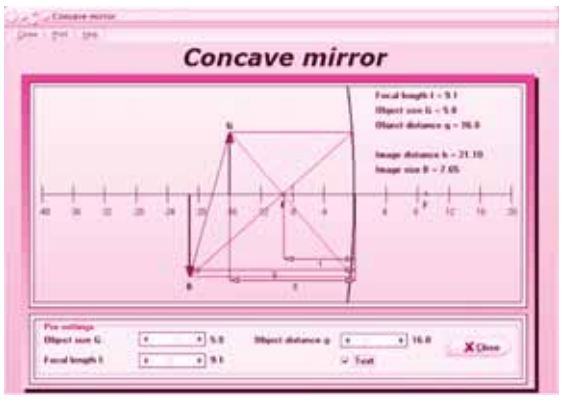
▲ شکل ٤. نمایی از آزمایش‌های مجازی انجام شده پاشیدگی نور در منشور برای گروه آزمایش توسط نرم‌افزار شبیه‌سازی فت(phet)

با اطمینان ۹۵ درصد می‌توان گفت که در میانگین نمره‌های دانش‌آموزان دو گروه آزمایش و کنترل در پس‌آزمون شماره یک (پس از ۱۰ جلسه آموزش) تفاوتی وجود ندارد









▲ شکل ۵. بررسی پرتوهای بازتاب در آینه‌ها و عدسی‌های محدب و مقعر برای گروه آزمایش توسط نرم‌افزار شبیه‌سازی فیس‌پروف (physprf)

آزمون کتبی عملکردی

دانش‌آموز عزیز

با توجه به شکل قابل مشاهده بر تخته هوشمند در مدت ۱۰ دقیقه پاسخ پرسش زیر را به کلاس ارائه دهید.

پرسش

شکل روبه‌رو تشکیل تصویر $A'B'$ از شی AB به وسیله آیینه مقعر در یک آزمایش مجازی را نشـــان می‌دهد. با استفاده از دو عدد موجود در شکل مسئله‌ای طرح و با کمک معادله‌ای آینه‌های کروی آن را حل نمایید

▲ شکل ٦. نمونه آزمون کتبی عملکردی تشکیل تصویر در آینه مقعر

پس‌آزمون دوم در پایان ۲۰ جلســـه و در هر گروه آموزشی برگزار شد.

قابل ذکر است که در زمان اجرای آزمایش‌های مجازی، به منظور اســـتفاده از روش‌های فعال تدریس در کلاس درس، فعالیت‌های درســـی متعددی به دانش‌آموزان گروه آزمایش ارجاع شد.

به‌عنوان مثال، آزمون کتبی عملکردی مربوط به تشـــکیل تصویر در آینه مقعر در شـــکل شماره ٦ نشان داده است. در این حـــال، دانش‌آموزان در گروه‌های پنج نفری، فعالیت‌ها را در مدت حداکثر ده دقیقه انجام و نتیجه را گزارش می‌کردند.

۸. یافته‌های پژوهش

در این پژوهش، داده‌های مرتبط با ســـه آزمون برگزار شده مشـــتمل بر پیش‌آزمون و پس‌آزمون‌های یک و دو مرتبط با گروه‌های کنترل و آزمایش، توســـط نرم‌افزار SPSS تحلیل شده است. نتایج آن به‌صورت جداول شماره ۱ و ۲ ارائه شده است. جدول شماره ۱ مشتمل بر آماره‌های توصیفی داده‌های آزمون‌ها اســـت. جدول شـــماره ۲ نتایج مربـــوط به آزمون نمونه‌های مستقل برای فرض مساوی بودن میانگین نمره‌ها در آزمون‌های پیشرفت تحصیلی را نشان می‌دهد. در ارتباط با جدول شماره ۲ موارد زیر قابل ذکر است.

الف. با اطمینان ۹۵ درصد می‌توان گفت که در میانگین نمره‌های پیش‌آزمون دو گروه آزمایش و کنترل تفاوتی وجود ندارد.

ب. بـــا اطمینان ۹۵ درصد می‌توان گفـــت که در میانگین نمره‌های دانش‌آموزان دو گروه آزمایش و کنترل در پس‌آزمون شماره یک (پس از ۱۰ جلسه آموزش) تفاوتی وجود ندارد.

ج. بـــا اطمینـــان ۹۵درصد می‌توان گفت کـــه در میانگین نمره‌های دانش‌آموزان دو گروه آزمایش و کنترل در پس‌آزمون شـــماره دو (پس از ۲۰ جلســـه آموزش) تفاوت معنی‌داری وجـــود دارد. در این حالت، میانگیـــن نمره‌های دانش‌آموزان گروه آزمایش ۱/۹ نمره بیشتر از میانگین گروه کنترل است. (جدول ۱ و ۲)

جدول شماره ۱: آماره‌های توصیفی

	گروه	تعداد	میانگین	انحراف استاندارد	خطای استاندارد میانگین
پیش‌آزمون	آزمایش	۳۰	۱۵/۹۵۰	۲/۶۳۳	۰/۴۸۱
	کنترل	۳۰	۱۵/۵۴۱	۲/۹۷۶	۰/۵۴۳
پس‌آزمون ۱	آزمایش	۳۰	۱۷/۲۲۵	۲/۴۲۴	۰/۴۴۲
	کنترل	۳۰	۱۶/۳۱۶	۲/۴۷۹	۰/۴۵۳
پس آزمون ۲	آزمایش	۳۰	۱۷/۵۶۷	۱/۸۸۳	۰/۳۴۴
	کنترل	۳۰	۱۵/۶۵۸	۲/۲۹۱	۰/۴۱۸

جدول شماره ۲: آزمون نمونه‌های مستقل

		آزمون لونی برای برابری واریانس‌ها		آزمون t برای برابری میانگین‌ها						
		مقدار آماره‌ی F	معنی‌داری	مقدار آماره‌ی t	درجهٔ آزادی	معنی‌داری (دوطرفه)	اختلاف میانگین‌ها	خطای استاندارد تفاوت‌ها	سطح اطمینان ۹۵٪ برای اختلاف میانگین‌ها	
									حد پایین	حد بالا
پیش‌آزمون	فرض برابری واریانس	۰/۶۸۵	۰/۴۱۱	۰/۵۶۳	۵۸	۰/۵۷۶	۰/۴۰۸	۰/۷۲۵	-۱/۰۴۴	۱/۸۶۱
	فرض نابرابری واریانس			۰/۵۶۳	۵۷/۱۵۰	۰/۵۷۶	۰/۴۰۸	۰/۷۲۵	-۱/۰۴۴	۱/۸۶۱
پس‌آزمون ۱	فرض برابری واریانس	۰/۱۵۵	۰/۶۹۵	۱/۴۳۵	۵۸	۰/۱۵۷	۰/۹۰۸	۰/۶۳۳	-۰/۳۵۹	۲/۱۷۵
	فرض نابرابری واریانس			۱/۴۳۵	۵۷/۹۷۱	۰/۱۵۷	۰/۹۰۸	۰/۶۳۳	-۰/۳۵۹	۲/۱۷۵
پس‌آزمون ۲	فرض برابری واریانس	۳/۳۶۳	۰/۰۷۲	۳/۵۲۵	۵۸	۰/۰۰۱	۱/۹۰۸	۰/۵۴۱	۰/۸۲۴	۲/۹۹۲
	فرض نابرابری واریانس			۳/۵۲۵	۵۵/۹۰۹	۰/۰۰۱	۱/۹۰۸	۰/۵۴۱	۰/۸۲۴	۲/۹۹۳

۹. نتیجه‌گیری

هدف پژوهش حاضر، بررسی تأثیر روش آموزش تلفیقی در درس فیزیک در مقایسه با روش آموزش محتوای تعلیم‌وتربیتی است. نتایج حاصل از آزمون t نشان می‌دهد که هر دو روش موجب بهبود در نمره‌های پس‌آزمون گروه‌ها شده که به ترتیب پس از دَه و بیست جلسه آموزشی برگزار شده است. اما مقایسهٔ اختلاف میانگین‌ها در پس‌آزمون دوم نشان می‌دهد که روش آموزش تلفیقی درس فیزیک موجب افزایش بیشتری در نمره‌های دانش‌آموزان شده است. این موضوع با نتایج سایر مطالعات موجود مندرج در پیشینه پژوهش سازگار است.

انجام این پژوهش با محدودیت‌های متعددی مواجه بود.

از جمله این محدودیت‌ها می‌توان به عدم دسترسی آسان دانش‌آموزان به رایانه، آموزش ناکافی مربیان و دانش‌آموزان در زمینهٔ استفاده از فناوری و همچنین استفاده از روش نمونه‌گیری در دسترس است. عدم تفاوت در میانگین نمره‌ها آزمون گروه‌ها پس از ۱۰ جلسه آموزشی نشان می‌دهد که به‌منظور دستیابی سریع‌تر به نتایج آموزش تلفیقی، لازم است در زمان شروع کلاس‌ها، مربیان سطح مورد نیاز از دانش سه گانه مدل کوهلر و مهارت تلفیق آن‌ها را کسب کرده باشند.

پیشنهاد می‌شود روش آموزش تلفیقی در برگزاری دوره‌های مستمر ضمن خدمت مربیان نیز به کار گرفته شود. این موضوع می‌تواند علاوه بر ارتقای مهارت‌های آموزش تلفیقی مربیان، موجب صرفه‌جویی در هزینه و زمان دوره‌ها نیز شود.

با توجه به اهمیت بالای انگیزش در فرایند یادگیری، می‌توان ادعا کرد که انگیزش دانش‌آموزان در اثربخشی روش آموزش تلفیقی درس فیزیک نیز می‌تواند نقش قابل‌توجهی داشته باشد. بررسی این موضوع در چارچوب این پژوهش قرار ندارد و پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آینده مورد توجه قرار گیرد.

منابع

[1] Davis; N. and Tearle; P. A., Core Curriculum for Telematics in Teacher Training. Teleteaching, (1998), 239-250.

[2] Kirschner; p. and Wopereis; IG., Mindtools for teacher commnities: A European Perspective. Technology, Pedagogy and Education, Vol. 1,(2003), 105 - 24.

[۳] مک دونالد. ژانت **راهنمای یادگیری و تدریس تلفیقی**، انتشارات دانشگاه علامه طباطبایی. تهران (۱۳۸۸). (اسماعیل زارعی زوارکی و وحید صالحی)

[4] Singh; H. and Reed; C. A., *white paper: Achieving success with blended learning,* **Centra sofware**, (2001).

[5] Singh; H., *Building effective blended learning programs,* EDUCATIONAL TECHNOLOGY SADDLE BROOK THEN ENGLEWOOD CLIFFSNJ,(2003), vol. 43, 51 - 54.

[6] Dede; c., *Emerging technologies in distance education for business,* **Journal of Education for Business**, (1996), Vol. 71, 197 - 204.

[7] Thorne; K., **Blennded learning: How to integrate online and traditional,** Kogan Page, (2003).

[۸] نعیمی حسینی؛ فخرالزمان‌زارع؛ حسین، هرمزی؛ محمد، شقاقی؛ فرهاد، یادگیری و تأثیر برانگیزه تحصیلی و رضایتمندی دانشجویان، **فصلنامه فناوری آموزش**، شماره ۱، (۱۳۹۲).

[۹] منصوری؛ صابر، مقایسه تأثیر مدارس هوشمند و عادی بر مهارت‌های تفکر انتقادی و انگیزش پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان مقطع متوسط شهر تهران، پایان‌نامه دانشگاه علامه طباطبایی، (۱۳۸۷).

[۱۰] الله کرمی؛ آزاد، زارعی زوارکی؛ اسماعیل، مقایسه اثر آموزش تلفیقی با آموزش سنتی بر تفکر انتقادی و شادکامی دانش‌آموزان، **فصلنامه فناوری اطلاعات و ارتباطات در علوم تربیتی**، سال چهارم، شماره ۱۶، (۱۳۹۳)، ۵۷ ـ ۳۹.

[۱۱] احمدی؛ غلامعلی، دوائی؛ شیرین، ادغام دانش فناوری با دانش محتوا و هنر تدریس، **رشد تکنولوژی آموزشی ماهنامهٔ آموزشی، تحلیلی و اطلاع‌رسانی**،دورهٔ سی‌ام، شماره ۳، (۱۳۹۳).

[12]Koehler; MJ. And Mishra; P., *Introducing* TPCK. AACTE *Committee on Innovation and Tevhnology,* **The handbook of technological pedagogical content knowledge (TPCK) for educators,** (2008), 3-29.

[13] www.tpack.org

[۱۴] حسینی؛ زهرا، استفاده از الگوی سازنده‌گرایی برای افزایش دانش تلفیقی تکنولوژی، **نشریه علمی پژوهشی فناوری آموزش**، شماره دو، (۱۳۹۴)، ۱۶۴ ـ ۱۵۵.

[۱۵] لطفی؛ حسین، مرادی؛ علی، اکبرزاده؛ زهره، نقش الگوی (TPACK) در طراحی آموزشی محیط یادگیری الکترونیکی،**کنفرانس بین‌المللی مدیریت، اقتصاد،حسابداری و علوم تربیت**، (۱۳۹۴).

[16] www. roshd.ir

[17] www. phet. colorado. edu/en/simulations/category/physics

[۱۸] غلامرضا؛ رویا، سید فدایی؛ آزیتا، نرم‌افزار *physprof* در آموزش فیزیک دوره متوسطه، **فصلنامه آموزشی، تحلیلی و اطلاع‌رسانی رشد آموزش فیزیک**، دوره سی‌ام، شماره دو، (۱۳۹۳)، ۵۳ ـ ۴۸.

تعیین آلودگی هوا با رصد تجربی ستاره‌ها

غلامحسین رستگارنسب
دانشگاه فنی‌وحرفه‌ای دختران دکتر شریعتی تهران، انجمن نجوم ایران
انجمن علمی آموزشی دبیران فیزیک شهرستان‌های استان تهران
منصوره بنازاده
مدرسه معراج، ناحیه یک شهرری
میترا رستگارنسب
مدرسه جوادالائمه، ناحیه یک شهرری

چکیده

در این بررسی، از مجموع آلاینده‌های هوا، مهم‌ترین آن به نام $PM_{2.5}$ مورد بررسی قرار گرفت. سپس در شب‌های خاصی، رصد کم‌نورترین ستاره از صورت فلکی اسد انجام گرفت و قدر آن ثبت شد و از مقایسهٔ قدر ظاهری ستاره در هوای آلوده با شاخص $PM_{2.5}$، با قدر ظاهری حقیقی ستاره از جداول نجومی، مشخص شد که مقدار آلودگی هوا می‌تواند درخشندگی ستاره‌ها را به شدت کاهش دهد. این کاهش تا ۴ قدر ثبت شد.

کلیدواژه‌ها: آلودگی هوا، کاهش قدر ستاره، صورت فلکی اسد، قدر ظاهری

۱. مقدمه

آسمان تاریک و به دور از هر نوع آلودگی باعث شد تا صوفی راضی دانشمند منجم ایرانی، کهکشان زن به زنجیر بسته را برای نخستین‌بار رصد کند[۱]. کشاورزان نیز برای کشت به موقع محصول و راهنمایان کاروان‌ها آسمان را نظاره‌گر بودند. جمعیت زیاد و استفاده از سوخت‌های فسیلی باعث شده است تا آلاینده‌هایی مانند دود و غبار و ریزگردها وارد طبیعت شوند. این آلاینده‌ها باعث شدند تا ستارگان زیبای آسمان نیز، یکی‌یکی محو شوند. در مورد تأثیر آلاینده‌ها بر رصد ستارگان پژوهش‌های زیادی انجام گرفته است. دکتر دیوکورنرش[۲] استاد فیزیک دانشگاه هامبولت[۲] کالیفرنیا در مقاله‌ای در مجله اسک استرونومر[۳] به این نتیجه می‌رسد که آلودگی نوری مشکلات جدی برای رصد فراهم می‌آورد و پیشنهاد استفاده از فیلترهای آلودگی نوری را داد[۲]. همچنین دکتر کن بودائیت[۴] و بیل گیرسن[۵] در مقاله‌ای که در سایت استروماکس[۶] منتشر شد نتیجه می‌گیرند که بایستی از هشت دستور استفاده کرد تا بتوان بر آلودگی نوری غلبه کرد، اگرچه راهی برای غلبه بر آلودگی غباری وجود ندارد[۳]. اتحادیهٔ بین‌المللی نجوم نیز در پژوهشی دیگر که در سایت استارلایت[۷] منتشر شده نتیجه می‌گیرد که آلودگی نوری و آلودگی غباری امروز زندگی انسان را با خطرات جدی مواجه ساخته است و همچنین این آلودگی‌ها در علم فیزیک مشکلات جدی به‌وجود آورده است. اگرچه آلودگی نوری در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفته ولی آلودگی غباری خیلی مورد بررسی قرار نگرفته است[۴]. پژوهشگران در این پژوهش سعی دارند تا از طریق رصدهای تجربی و استفاده از اطلاعات سایر سازمان‌ها و مطالعات، به این پرسش پاسخ دهند که آیا می‌توان روشی را ارائه داد تا با استفاده از رصد تجربی بتوان به میزان تقریبی آلودگی هوا پی برد.

۲. تعریف آلودگی‌ها

آلودگی‌ها به دو دستهٔ کلی تقسیم می‌شوند. آلودگی‌هایی که به‌صورت مایع وارد سامانه‌های زیرزمینی می‌شوند و آلودگی‌هایی که به‌صورت دود و غبار و ذرات ریز مایعات وارد جو زمین می‌شوند و به آلودگی هوا می‌انجامند. آنچه در این پژوهش مورد بررسی قرار می‌گیرد، آلودگی هواست.

۳. تعریف آلودگی هوا

آلودگی هوا وجود یک یا چند آلاینده در هوای آزاد با مقادیر، یا کمیت‌ها، ویژگی‌ها و زمان ماندگاری است که برای

زندگی انسان، گیاهان یا حیوانات و اموال مضر باشد و یا به طور غیرقابل قبول، مانع از استفادهٔ راحت از زندگی گردد[۵].

انواع آلودگی‌های هوا

الف) آلاینده‌های نوری

ب) آلاینده‌های غیرجامد و معلق

ج) آلاینده‌های جامد و معلق

الف) آلاینده‌های نوری

رونق گرفتن زندگی شهری و ماشینی شدن آن، خیابان‌کشی و ایجاد مغازه‌ها و پاساژها و مراکز خرید و پارک‌ها، باعث شد تا بخش زیادی از انرژی الکتریکی به روشنایی تبدیل شود و این روشنایی به‌تدریج نور بسیاری از ستارگان را در خود حل کرد و امروزه یکی از معضلات در رصد ستارگان است. با توجه به اینکه مهار این نوع آلودگی تقریباً ناممکن است و میزان آن در شهرهای بزرگ چندان نوسان ندارد، لذا این متغیر، در این پژوهش به‌عنوان یک متغیر ثابت فرض شده است و مورد بحث قرار نمی‌گیرد.

ب) آلاینده‌های غیرجامد معلق

تعدادی از آلاینده‌های غیرجامد معلق که توسط شرکت کنترل کیفیت هوا، وابسته به شهرداری کنترل می‌شود شامل موارد زیر است:

۱. CO مونو اکسید کربن، گازی بی‌رنگ و بو بوده و تنفس آن به‌ویژه در مکان‌های در بسته باعث مرگ می‌شود.

۲. O_3 اوزون، گازی است که از ترکیب ۳ اتم اکسیژن به‌وجود می‌آید و یک اکسیدکنندهٔ قوی است. اوزون موجود در سطح زمین برای سلامتی انسان و جانوران و گیاهان مضر است و از آن به‌عنوان اوزون بد و آلاینده یاد می‌شود.

۳. NO_2، این گاز به رنگ قهوه‌ای سرخ‌فام است و بویی بسیار تند و زننده دارد. این گاز در ترکیب با هوای مرطوب تولید اسید نیتریک می‌کند و خطرات زیادی برای انسان دارد.

٤. SO_2 دی‌اکسیدگوگرد، گازی است بی‌رنگ و بویی خفه‌کننده دارد و باعث نارسایی تنفس و تخریب گیاهان به‌ویژه برگ درختان می‌شود.

در منابع، اشاره مستقیمی به تأثیر این نوع آلاینده‌ها در رصد ستارگان نشده است. این آلاینده‌ها از پژوهش حذف می‌شود.

ج) آلاینده‌های جامد و معلق

۱. این ذرات با نام ذرات معلق[۸] (PM) یا ذرات ریز سخت شناخته می‌شود. این نوع آلاینده از مهم‌ترین نوع آلودگی هستند. دستور خارج نشدن افراد مسن از منزل و تعطیلی مدارس به این نوع آلودگی بستگی دارد. این آلودگی به‌طور دقیق توسط دستگاه‌های کنترل کیفیت هوا که وابسته به شهرداری‌ها است مورد بررسی قرار می‌گیرد و در کشور ما مشکلات فراوانی را برای مردم ایجاد کرده است. نوع شدید آن در کشور ما به ریزگردها معروف است. این نوع آلودگی به دو دسته PM_{10} و $PM_{2.5}$ تقسیم می‌شود که هر کدام به‌طور مختصر توضیح داده می‌شود.

۲. MP_{10} یا ذرات معلق کمتر از ۱۰ میکرون که ذرات جامد معلق در هوا و دارای قطری کمتر از ۱۰ میکرون هستند و بر اثر سوزاندن چوب، احتراق ناقص در ترکیبات هیدروکربن، احتراق سوخت موتورهای دیزل و... به همراه باد، در زمین‌های غبارخیز و جاده‌های آسفالت ایجاد و منتشر می‌شوند که باعث بیماری‌های مختلف از جمله: تضعیف دستگاه ایمنی بدن و آسم کودکان و سرطان و... می‌شود[٦].

۳. $PM_{2.5}$ یا ذرات جامد معلق کمتر از دو و نیم میکرون

این ذرات دارای قطر دو و نیم میکرون و یا کمتر هستند و به ریز ذرات نیز معروف‌اند. ترکیب ذرات بسته به محل، زمان و آب و هوا متفاوت‌اند و منابع انتشار آن شامل انواع فعالیت‌های احتراقی (وسایل نقلیه موتوری، نیروگاهی، جنگل‌سوزی و...) و فرآیندهای صنعتی خاصی هستند که دود به همراه غبار را وارد هوا می‌کنند و همچنین غباری که همراه با باد از زمین‌های غبارخیز به هوا می‌رود[٦]. این ذرات باعث بیماری‌های قلبی و ریوی و حملات برونشیت و آریتمی‌های قلبی و... می‌شود. ذرات جامد $PM_{2.5}$ یکی از خطرناک‌ترین ذرات آلاینده هوا در کشور ما هستند و تعطیلی‌های مدارس، با توجه به این شاخص است.

۴. نور ستارگان و تأثیر آلودگی هوا بر آن

یکی از پارامترهای مهم قابل اندازه‌گیری نوری است که از ستاره به سطح زمین می‌رسد. در حقیقت بخشی از اطلاعات فیزیکی و غیره ستاره که به وسیلهٔ دستگاه‌های مختلف به‌دست می‌آید، ناشی از نور ستاره است. معمولاً برای اندازه‌گیری میزان نور ظاهری ستاره از واحدی به نام قدر استفاده می‌شود.

الف) قدر: اخترشناسان برای توصیف روشنایی ظاهری ستارگان از یک نظام عددی استفاده می‌کنند. در این نظام، واکنش چشم انسان به روشنایی‌های مختلف، مبنای قدر قرار گرفته است. امروزه از قدر ظاهری برای میزان درخشندگی ظاهری ستارگان استفاده می‌کنند.

ب) قدر ظاهری: قدر ظاهری حدود ۱۲۹ قبل از میلاد توسط ابرخس[۹] ستاره‌شناس یونانی ابداع شد. وی درخشنده‌ترین ستارگان آسمان را قدر ۱ نامید و کم‌نورترین ستارگان اسمان را قدر ٦ نامید و درخشندگی بقیه ستارگان را بین این دو

دسته طبقه‌بندی کرد. در سال ۱۸۵۶ یک ستاره‌شناس انگلیسی به نام نورمن پوگسون[10] طبق مشاهداتش به این نتیجه رسید که ستاره‌های قدر اول ۱۰۰بار پرنورتر از ستارگان قدر ششم هستند. اگر ستاره‌ای از قدر اول ۱۰۰ برابر درخشان‌تر از ستاره قدر ششم در نظر گرفته شود و سپس به دنبال عامل ضربی برای افزایش در هر یک از ۵ مرحلهٔ میانی باشیم، به عدد ۲.۵ می‌رسیم. به عبارت دیگر ستاره قدر اول، حدود ۲.۵بار پرنورتر از ستاره قدر دوم است و ستاره قدر دوم، ۲.۵بار پرنورتر از ستاره قدر سوم است. در سال ۱۹۵۳دو ستاره‌شناس آمریکایی به نام‌های هارولد لستر[11] و ویلیام ویلسون مورگان[12] تغییرات اساسی را در جدول ابرخس اعمال کردند به طوری که از اعشار برای دقت بیشتر قدر ظاهری استفاده کردند. مثلاً ستاره‌ای با قدر ۵.۵ در بین درخشندگی ستاره‌ای از قدر ۵ و ستاره‌ای از قدر ۶ قرار می‌گیرد.

۵. توضیح روش کار

من بیش از ۲۰ سال است که به رصد اجرام آسمانی مشغول هستم، تجربیات متعدد در رابطه با آلودگی هوا و تأثیر آن در قدر ظاهری دارم. با توجه به اینکه هر چه آسمان دارای آلودگی غباری بیشتری باشد، درخشندگی ستارگان در یک صورت فلکی کاهش چشمگیری پیدا می‌کند، لذا این فرضیه مطرح شد که آیا می‌توان با توجه به رصد ستاره و تعیین قدر ظاهری، میزان آلودگی هوا را تشخیص داد؟ برای یافتن پاسخ کار شروع شد. روش کار به این صورت بود که، ابتدا مقدار آلودگی هوا در روزهای مشخصی، از سایت شرکت کنترل هوا وابسته به شهرداری تهران استخراج شد (در مورد نوع آلودگی توضیح داده خواهد شد). سپس در همان روزها، هنگام شب در صورت فلکی اسد که حدوداً در سمت الراس راصد قرار داشت، ستارگان مورد رصد قرار گرفت (این صورت فلکی بر حسب اتفاق انتخاب شد). کم‌نورترین ستاره از این صورت فلکی به‌عنوان ستاره از قدر ۶ توسط راصد انتخاب شد و نام و مشخصات مکانی آن ستاره تعیین گردید. سپس به جداول قدر ظاهری ستاره‌ها مراجعه شد. اگر آسمان بدون آلودگی بود، بایستی قدر ستاره، که توسط راصد از قدر شش انتخاب شده بود با همان ستاره قدر شش در جدول یکی نبود. مثلاً مشخص می‌شد که این ستاره رصد شده از قدر ۵ بوده است. اما به‌دلیل آلودگی، یک قدر کم‌نورتر دیده شده است و عدد قدر ۶ به آن اطلاق شده است، پس نتیجه گرفته می‌شد که آلودگی هوا باعث شده تا ستاره‌های قدر ۶ به‌دلیل آلودگی هوا دیده نشود و ستاره‌های قدر ۵ جایگزین ستاره‌های قدر ۶ شود. رصد از ابتدای سال ۱۳۹۴ آغاز شد. در روز سوم فروردین ۱۳۹۴، آلودگی موردنظر در هوا، نسبت به روزهای قبل، در کمترین مقدار خود بود. لذا در آن روز و همان شب، مقدار آلودگی تعیین و رصد انجام شد و همچنین روز سوم هر ماه به عنوان روز ثابت اندازه‌گیری تا پایان سال انتخاب شد. به‌علاوه، روزهایی که به‌دلیل آلودگی هوا مدارس تعطیل می‌شد نیز به روزهای آزمایش اضافه شد. آنچه ارائه می‌شود نتیجه ۱۲ ماه از ابتدا تا انتهای سال ۱۳۹۴ و همچنین ۵ روزی است که مدارس در مقطع ابتدایی در تهران تعطیل شد.

۶. نوع آلودگی مورد بررسی در پژوهش و مقدار آن

$PM_{2.5}$ یا ذرات جامد معلق کمتر از دو و نیم میکرون در پژوهش مبنا قرار گرفت و مقدار آن از روی نمودارهای شرکت کنترل هوا وابسته به شهرداری تهران استخراج شد. بررسی و مقایسهٔ سایر آلودگی‌ها مانند آلودگی نوری و آلودگی‌های غیرجامد معلق و آلودگی PM_{10} و همچنین رطوبت هوا برای بررسی مقایسه از پژوهش حذف شد.

۷. مشخصات محل رصد

عرض جغرافیایی: ۳۵.۶ درجه

طول جغرافیایی: ۵۱.۴ درجه

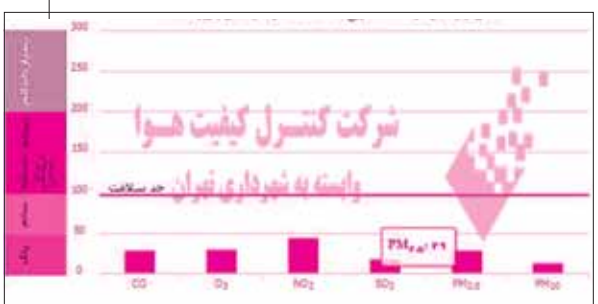
۸. تعیین مقدار آلودگی و رصد

از بین فعالیت‌های انجام گرفته، دو فعالیت توضیح داده می‌شود. یک فعالیت مربوط به پاک‌ترین هوا از روی نمودار تابلو کنترل کیفیت هواست و سعی می‌شود تا همهٔ پارامترهای آن توضیح داده شود. در ادامه رصد همان شب توضیح داده می‌شود. سپس به نمودار مربوط به آلوده‌ترین هوای روز سال اشاره می‌شود و رصد آن توضیح داده می‌شود.

تصویر تابلو نمودار هوای پاک در تهران در تاریخ ۹۵.۱.۳

در تصویر شماره ۱ تابلو شرکت کنترل کیفیت هوا، وابسته به شهرداری تهران در تاریخ ۳ فروردین ۱۳۹۴ نشان داده شده است. این تابلو، کیفیت هوا را پاک نشان می‌دهد.

استفاده از سوخت‌های فسیلی باعث شده است که آلاینده‌هایی مانند دود و غبار و ریزگردها وارد طبیعت شوند. این آلاینده‌ها باعث شدند تا ستارگان زیبای آسمان نیز، یکی یکی محو شوند

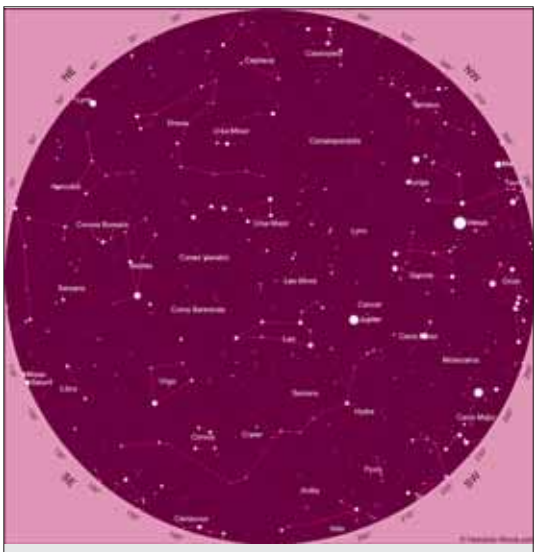


▲ تصویر ۱. رتفاع ستون‌های مواد مختلف کیفیت هوا را پاک نشان می‌دهد.

تصویر شماره ۱: همان‌طور که در تصویر دیده می‌شود، ارتفاع ستون‌ها، میانگین ۱۸ دستگاه کنترل هوا در مناطق مختلف تهران است، تصویر شماره ۱، نشان می‌دهد: Co=۲۲ و O_3=۳۰ و No_2=۴۵ و So_2=۱۸ و PM_{10}=۱۴ است. هم‌چنین میزان $PM_{2.5}$=۲۹ است. (فقط از این پارامتر در این پژوهش استفاده خواهد شد). حد سلامت در نمودار عدد ۱۰۰ منظور شده و چون ارتفاع ستون‌ها به ۵۰ نرسیده پس هوا پاک است. در تصویر شمارهٔ ۲، رنگ‌ها از نظر مقدار آلودگی مشخص شده است.

▲ تصویر شمارهٔ ۲. شاخص کیفیت هوا براساس اعداد و رنگ

▲ تصویر ۳: میزان پراکندگی دستگاه‌ها در سطح شهر تهران



▲ تصویر ٤. نقشهٔ ستارگان آسمان در پس از غروب، ۳ فروردین ۱۳۹٤ در تهران صورت فلکی اسد در سمت الراس.

اکنون تصویر شمارهٔ ٤ مربوط به آسمان همان شب نشان داده می‌شود. راصدان، کم‌نورترین ستارهٔ صورت فلکی اسد را مشخص کردند و به آن قدر ٦ دادند. با به‌دست آوردن قدر ظاهری صحیح از روی جداول و مقایسهٔ آن با قدر ٦، مشخص شد که ستاره از قدر ٥ است. سپس آن را با شاخص آلودگی یا $PM_{2.5}$ مقایسه کردند و یک عدد به میزان آلودگی اطلاق می‌کردند. تصویر شمارهٔ ٤ صورت فلکی اسد را هنگام رصد نشان می‌دهد.

نتیجهٔ رصد در ۳ فروردین ۱۳۹٤: در این رصد، ستارگان از قدر ٥ مشاهده شدند و نشان داد که قدر ٥ در تهران برابر با ستون هوای پاک است.

تصویر نمودار شمارهٔ ٥ هوای آلوده در تهران در تاریخ ۹٤.۱۰.۹ (مدارس ابتدایی تعطیل بودند)

در تصویر شمارهٔ ٥ تابلو شرکت کنترل کیفیت هوا، وابسته به شهرداری تهران در تاریخ ۹ دی ۱۳۹٤ نشان داده شده است. این تابلو، کیفیت هوا را ناسالم نشان می‌دهد.

▲ تصویر شمارهٔ ٥: آلودگی ستون $PM_{2.5}$ عدد ۱٦۰ را نشان می‌دهد. هوا از نظر آلودگی در شرایط ناسالم است.

۹. نمودار سالانهٔ آلودگی در روزهای سوم هر ماه و روزهای هوای ناسالم

همان‌طور که در نمودار شمارهٔ ۱ دیده می‌شود، روزهای استخراج شده از تابلوی شرکت کنترل کیفیت هوا مربوط به روزهای سوم هر ماه است. روزهای غیر از سوم هر ماه، روزهایی است که به‌دلیل شرایط ناسالم، مدارس تعطیل شده است. ۱۲ ستون نمودار مربوط به ۱۲ ماه سال و ٥ ستون دیگر مربوط به روزهای ناسالم است.

نمودار شـــماره ۱: آلوده‌ترین روزهای ســـال در ۹۴.۱۰.۹ و ۹۴.۱۰.۱۰ اتفاق افتاده است.
نمودار شـــمارهٔ ۲ مربوط به میـــزان آلودگی به‌صورت خط شکسته براساس نمودار شمارهٔ یک است.

نمودار شـــمارهٔ ۲: پاک‌ترین روز و آلوده‌ترین روز براســـاس آلودگی $PM_{2.5}$ تعیین شده است.

نمودار شمارهٔ ۳ قدر ظاهری ستاره‌های رصد شده را از روی جداول نشان می‌دهد. لازم به توضیح است که اردیبهشت‌ماه به دلیل اینکه خورشید در برج اسد بود درج نشده است.

نمودار شمارهٔ ۳: قدر ظاهری ستاره‌های رصد شده از صورت فلکی اسد

۱۰. مقایســـهٔ نمودار آلودگی هوا و نمودار قدر ظاهری ستارگان

همان‌طور که در نمودار شـــمارهٔ ۲ و نمودار شمارهٔ ۳ دیده می‌شود، ارتباط زیادی بین آلودگی هوا و قدر ظاهری ستارگان وجود دارد. به‌عنوان مثال، در تاریخ ۹۴.۱.۳ که میزان آلودگی $PM_{2.5}$ در هوا حدود ۲۹ از حد مجاز ۱۰۰ و شـــاید پاک‌ترین هوای تهران بود، ســـتاره امگا از صورت فلکی اسد با قدر ۵.۴ به‌عنوان کم‌نورترین ستارهٔ این صورت فلکی مشاهده شد. اما در تاریخ ۹۴.۱۰.۹ که میزان آلودگی $PM_{2.5}$ در هوا ۱۶۰ اعلام شد، کم‌نورترین ستاره از صورت فلکی اسد که گاهی مشاهده می‌شد و گاهی مشاهده نمی‌شـــد، ستاره بتا اسد از قدر ۲.۱ بود. این نشـــان داد که آلودگی هوا ستاره‌ای از قدر ۲.۱ را به قدر ۶ انتقال می‌دهد. پس اگر ســـتاره بتا اسد در شرایطی از قدر ۶ مشـــاهده شود، نتیجه می‌گیریم که هوا از نظر آلودگی در شرایط ناســـالم برای همهٔ گروه‌های سنی است و بایستی مدارس در سطح ابتدایی تعطیل اعلام شود.

۱۱. نمودار اطلاعات کامل رصدی

در جدول شـــمارهٔ ۱ اطلاعات کامل رصدی شـــامل تاریخ رصدها و شـــاخص کیفیت هوای تهران و تعیین کم‌نورترین ستاره از صورت فلکی اسد و نام ستاره و هم‌چنین قدر ظاهری حقیقی ســـتاره که از جداول نجومی اســـتخراج شده است و وضعیـــت آلودگی هوا طبق اعلام کنترل کیفیت هوای تهران آورده شده است. (جدول ۱)

۱۲. اعلام نهایی آلودگی هـــوا با توجه به رصد ستارگان

همان‌طور که در جدول شـــمارهٔ ۲ مشـــاهده می‌شـــود، چنانچه کم‌نورترین ستاره از صورت فلکی اسد که مشاهده می‌شود، ســـتاره‌ای از قدر ظاهری ۵ باشد، هوا پاک است یعنی مقدار $PM_{2.5}$ بین صفر تا ۵۰ اســـت. اگر کم‌نورترین ســـتاره‌ای که مشاهده می‌شود، ســـتاره‌ای از قدر ۴ باشد، آن‌گاه هوا در شـــرایط سالم قرار دارد یا ستون $PM_{2.5}$ بین ۵۰ تـــا ۱۰۰ قـــرار دارد. اما اگر کم‌نورترین ســـتاره‌ای که مشاهده می‌شـــود، از قدر ۳ باشـــد، آن‌گاه هوا در شرایط ناسالم برای گروه‌های حســـاس قرار دارد و نشان می‌دهد کـــه میزان آلودگی $PM_{2.5}$ بین ۱۰۰ تا ۱۵۰ قرار دارد و در نهایت چنانچه کم‌نورترین ســـتاره صورت فلکی اسد از قدر ۲ مشـــاهده شود، نشـــان می‌دهد که هوا در شرایط ناسالم قرار دارد یا میزان آلودگی $PM_{2.5}$ بین ۱۵۰ تا ۲۰۰ اســـت. محدودیت‌هایی با این شـــرایط در تهران اعمال شده شامل تعطیلی مدارس ابتدایی و عبـــور و مرور پلاک‌های زوج و فرد از خانه بوده است.

۱۳. خطای رصد

در رصد صورت فلکی اســـد، تلاش شـــد مشاهده هنگامی صورت گیرد که اســـد در ســـمت الراس باشـــد. اما به دلیل جابه‌جایی زمین به دور خورشید به ویژه در یک دوره یک‌ساله، همیشه این صورت فلکی در سمت الراس نبود. گاهی در بعد از غروب آسمان و گاهی هنگام سحر مشاهده می‌شد. سرشب بهتریـــن زمان رصد و نتیجه‌گیری بـــود چون رصد خیلی به روز مورد آزمایـــش نزدیک بود. ولی اگر این صورت فلکی در آسمان سحر قابل مشـــاهده بود، چندین ساعت از روز آلوده موردنظر گذشته بود و این می‌تواند در تعیین قدر ستاره مؤثر باشـــد. همچنین در مرداد که خورشید در برج اسد قرار دارد، این صورت فلکی رصد نشد و جای قدر آن در جدول تجربی خالی است.

پژوهشگران در این پژوهش سعی دارند تا از طریق رصدهای تجربی و با استفاده از اطلاعات سایر سازمان‌ها و مطالعات، به این پژوهش پاسخ دهند که آیا می‌توان روشی را ارائه داد تا با استفاده از رصد تجربی بتوان به آلودگی هوا پی برد

جدول شماره ۱: اطلاعات کامل رصدی و وضعیت آلودگی هوا

وضعیت هوا	قدر ظاهری ستاره از منابع	نام ستاره	تعیین قدر کم‌نورترین ستاره توسط رصدگر	شاخص کیفیت هوا	تاریخ رصد
پاک	۵.٤	ω Leo	٦	۲۹	۱۳۹٤/۱/٤
ناسالم (گروه‌های حساس)	۳.٤	ς Leo	٦	۱۳۱	۱۳۹٤/۲/٤
سالم	٤.۵	κ Leo	٦	۷۲	۱۳۹٤/۳/٤
ناسالم (گروه‌های حساس)	۳.۸	ρ Leo	٦	۱۱۲	۱۳۹٤/٤/٤
		خورشید در برج اسد		۷۳	۱۳۹٤/۵/٤
سالم	٤	σ Leo	٦	۹۹	۱۳۹٤/٦/٤
سالم	٤.۹	τ Leo	٦	٦۸	۱۳۹٤/۷/٤
سالم	٤.۵	κ Leo	٦	۷۵	۱۳۹٤/۸/٤
ناسالم (گروه‌های حساس)	۳.٤	ς Leo	٦	۱۳۰	۱۳۹٤/۹/٤
ناسالم (گروه‌های حساس)	۲.۹	ε Leo	٦	۱٤۱	۱۳۹٤/۹/۳۰
ناسالم (گروه‌های حساس)	۳.۳	θ Leo	٦	۱۳٤	۱۳۹٤/۱۰/۱
ناسالم (گروه‌های حساس)	۲.۹	ε Leo	٦	۱٤٤	۱۳۹٤/۱۰/٤
ناسالم (گروه‌های حساس)	۳.۳	θ Leo	٦	۱۳۳	۱۳۹٤/۱۰/۸
ناسالم	۲.٦	γ Leo	٦	۱۵۷	۱۳۹٤/۱۰/۹
ناسالم	۲.۱	β Leo	٦	۱٦۰	۱۳۹٤/۱۰/۱۰
سالم	٤.۳	λ Leo	٦	۸٦	۱۳۹٤/۱۱/٤
ناسالم (گروه‌های حساس)	۳.٤	ς Leo	٦	۱۳۱	۱۳۹٤/۱۲/٤

جدول شماره ۲: اعلام تقریبی وضعیت هوا با توجه به رصد

رصد کم‌نورترین ستاره از صورت فلکی اسد	نتیجهٔ رصد و اعلام حدودی وضعیت آلودگی هوا
اگر کم‌نورترین ستاره از قدر ۵ رصد شود	هوا پاک است
اگر کم‌نورترین ستاره از قدر ۴ رصد شود	هوا پاک است
اگر کم‌نورترین ستاره از قدر ۳ رصد شود	هوا ناسالم برای گروه‌های حساس است
اگر کم‌نورترین ستاره از قدر ۲ رصد شود	هوا ناسالم است

۱۴. نتیجه‌گیری

مطالعات و رصدهای تجربی انجام گرفته در این پژوهش نشان داد که بین میزان آلودگی هوا و قدر ظاهری ستاره‌ها ارتباط وجود دارد. در واقع هرچه میزان آلودگی هوا بیشتر باشد، ستاره‌های آسمان بیشتر درخشندگی خود را از دست می‌دهند و بیشتر نور این ستارگان در هوای آلوده محو می‌شود. اغلب ستارگان دارای قدر ظاهری ثابت هستند اما این پژوهش نشان داد که آلودگی با شدت‌های متفاوت، قدرهای ظاهری ستارگان را تغییر می‌دهد و می‌تواند تا چهار قدر اثرگذار باشد. حال می‌توان با رصد ستارگان و تعیین قدر ظاهری مشاهده شده و به‌دست آوردن تفاوت آن با قدر ظاهری ستاره که از جداول نجومی به‌دست می‌آید، میزان آلودگی هوا را تا حدودی تعیین کرد. این روش می‌تواند برای شهرهای به دور از امکانات تخصصی مؤثر باشد.

پی‌نوشت‌ها

1. Dave Kornreich
2. Humboldt
3. Ask Astronomer
4. Ken Bodaist
5. Bil Geersn
6. Astromax
7. Starlight
8. Particulate mater
9. Hipparchus
10. Norman pogson
11. Harold lester
12. William wilson Morgan

منابع

[1] http://malekmu-seum.org/tag/558
[2] http://curious.astro.cornell.edu/about-us/116-obser-ational-astronomy/stargazing/profession-al-observers/712-how-does-hight-pollution-affect-astronomers-intermediate
[3] http://www.astro-max.org/faq/aa01faq15.htm
[4] http://wwww.skyandtelescope.com/astronomy-blogs/pollu-tion-and-stargazing
[5] http://www.irimo.ir/far/wd
[6] http://air.tehran.ir/Default.aspx?tabid=475

هزار واژهٔ فیزیک

مجموعه واژه‌های اپتیک، فیزیک، نجوم، نجوم رصدی و آشکارسازها

ناشر: انتشارات فرهنگستان زبان و ادب فارسی

آزیتا سیدفدایی

ممارست طولانی در کار واژه‌گزینی و ترجمهٔ ده‌ها هزار واژهٔ فارسی، گروه واژه‌گزینی فرهنگستان را قادر ساخت تا دفترهایی حاوی هزار واژهٔ مصوب در بعضی از رشته‌های علمی انتشار دهد. «هزار واژه» نام عمومی این مجموعه از کتاب‌های تخصصی است که از سوی فرهنگستان زبان و ادب فارسی منتشر می‌شود.

گروه واژه‌گزینی فرهنگستان زبان و ادب فارسی در طول شانزده سال فعالیت خود نزدیک به سی‌هزار واژه را در حوزه‌های مختلف علمی به تصویب رسانده است. در طی این سال‌ها متخصصان بسیاری با گروه همکاری داشته‌اند که در بعضی از این حوزه‌ها این همکاری همچنان ادامه دارد. در این مدت تعداد واژه‌های مصوب برخی از گروه‌های تخصصی از مرز هزار واژه فراتر رفته است. از این‌رو، گروه واژه‌گزینی درصدد برآمد تا فرهنگ‌هایی موضوعی با عنوان «هزار واژه» تدوین و به جامعهٔ علمی عرضه کند و با تصویب شدن هر هزار واژه در یک حوزه، فرهنگ آن را نیز منتشر کند. مجموعهٔ هزار واژهٔ فیزیک سومین مجموعهٔ این فرهنگ‌هاست که شامل ۲۳۲۱ واژه از حوزه‌های اپتیک، فیزیک، نجوم، نجوم رصدی و آشکارسازها است. کتاب هزار واژهٔ فیزیک، برگرفته از فرهنگ واژه‌های مصوب فرهنگستان زبان و ادب فارسی (۱۳۷۶-۱۳۸۹) است و به کوشش گروه واژه‌گزینی توسط انتشارات فرهنگستان برای اولین‌بار در سال ۱۳۹۱ آن در ۳۷۰ صفحه و با شمارگان ۲۰۰۰ نسخه، به بهای ۱۵۰۰۰۰ منتشر شده است.

این کتاب شامل پیشگفتار، مقدمه، معرفی همکاران علمی، نشانه‌های اختصاری، فهرست واژه‌های مصوب به ترتیب الفبای فارسی (در ۲۴۰ صفحه)، فهرست واژه‌ها به ترتیب الفبای لاتینی (در ۷۰ صفحه) و فهرست واژه‌ها براساس گروه یا شاخه به ترتیب الفبای لاتینی (در ۶۰ صفحه) است. در بخش «فهرست واژه‌ها به ترتیب الفبای لاتینی» افزون بر صورت لاتینی هر واژه و معادل فارسی مصوب آن، حوزهٔ کاربرد هر واژه نیز در کنار آن ذکر شده است.

«فهرست واژه‌ها براساس گروه یا شاخه به ترتیب الفبای لاتینی» بخش دیگری است که در آن، صورت لاتینی هر واژه با معادل فارسی آن بر مبنای حوزهٔ کاربرد دسته‌بندی شده است و دسترسی مخاطبان را به واژه‌ها به‌صورت تفکیک شده امکان‌پذیر می‌کند.

در پیشگفتار کتاب، دکتر غلامعلی حداد عادل رئیس فرهنگستان زبان و ادب فارسی نوشته است: «امید است انتشار این دفترها دسترسی استادان و پژوهشگران و نویسندگان و مترجمان هر رشته را به معادل‌های فارسی و لغات و اصطلاحات بیگانهٔ همان رشته آسان‌تر سازد الگویی به‌دست آنان دهد تا خود نیز به همین سبک و سیاق واژه‌گزینی کنند. و همچنین امید است با انتشار هزارواژه‌ها، پاسداری از زبان فارسی در عرصهٔ علم و فناوری و اهتمام به یافتن معادل‌های فارسی به‌صورت یک فرهنگ درآید تا همگان به یاری فرهنگستان بشتابند.»

برای ترجمه و معادل‌سازی واژه‌ها گروه‌های واژه‌گزین متخصص تشکیل شده بودند. و بر همین اساس در واژه‌های موجود در این کتاب از نشانه‌گذاری براساس رشته مرتبط با آن واژه استفاده شده است. این تقسیم‌بندی به‌صورت نجوم رصدی و آشکارسازها، فیزیک مدارس، مشترک فیزیک و فیزیک مدارس بیان شده است. توجه به واژه‌های مربوط به فیزیک مدارس و مشترک بین فیزیک و فیزیک مدارس برای هر معلم و دبیر فیزیک یکی از انگیزه‌های کار با این کتاب است. از مزیت‌های این کتاب گردآوری واژه‌های مربوط به فیزیک مدارس در یک مجموعه است که به راحتی برای تطابق با کتاب‌های ترجمه شده مرتبط در این حوزه قابل استفاده است. مثلاً واژه ammeter با مترادف آمپرسنج با نشانه «فیزیک مدارس» مشخص شده است. و واژه activation entropy با مترادف آنتروپی فعال‌سازی، آنتروپی کُنانشی ترجمه و با نشانه «فیزیک» مشخص شده است.

این کتاب به معلمان علوم و فیزیک و دانش‌آموزانی که علاقه‌مند به ترجمه متون و یا تطبیق واژه‌های لاتین با مترادف فارسی آن هستند و به دنبال یافتن ریشه‌های این واژه‌ها هستند توصیه می‌شود.

Roshd
فیزیک
118
Physics Education Journal

IN THE NAME OF ALLAH

- The role of efficient education in sustainable development / 2
- Mobile Phone radiation and health/ F. Sabetian / 3
- Myopia glasses and optical Power estimation Jair Lucio Parados-Ribeiro / 6
- HIFU method in Cancer therapy / Zahra Ahmadian / 8
- Kepler's third law and NASA'S Kepler mission/ Alan Gould et al /11
- The Kole of Physics in Country's development must be recognized / N. Dadar / 14
- Physics Frontrier / M. Rahbar / 25
- Fuz your own vision / David KeePorts / 30
- The meaning of Cross-section in Physics / Z. Kerari / 32
- SIMLIB software for spring and Pendulum / M. Ghodsi et al / 34
- Mechanical energy change in inertial refrence Frames / S. Ghanbari / 38
- Belifs and disputations in Physics / Milton A. Rothman /43
- Extra Curricular activities in Isfahan / E. Moatamedi /49
- The role of integrated education in Student's Progress / F. Shojai Bagheini, F. Behnaz Pur / 51
- Air Pollution deter Mination by observational astronomy / Gh. Rastegar Nasab et al / 57
- Thousand Words of Physics / 63

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

Managing Editor: Mohammad Naseri
Editor-in-Chief: Manijeh Rahbar
Executive Director: Ahmad Ahmadi
Graphic Designer: Navid Andarodi
Editorial Board: Ahmad Ahmadi, Rouhollah Khalili, Azita Seid Fadai, H.Ghalami Bavil Oliai, Esfandyar Motamedi, Manijeh Rahbar, seyyed Hedayat sajadi
www.roshdmag.ir
Physics@roshdmag.ir
ISSN: 1606-917x
SMS: 3000899502
P.O. Box: 15875/6585
Department of Physcis, Tehran-Iran
Physics Education Journal
Vol.33- No.116- 2017

اقتصاد مقاومتی؛ تولید و اشتغال

رشد برای رشد

نحوهٔ اشتراک:
پس از واریز مبلغ اشتراک به شماره حساب ۳۹۶۶۲۰۰۰ بانک تجارت، شمارهٔ سپرده آزمایشی که ۳۹۵ در وجه شرکت افست، به دو روش زیر، مشترک مجله شوید:
۱. مراجعه به وبگاه مجلات رشد به نشانی: www.roshdmag.ir و تکمیل برگهٔ اشتراک، به همراه ثبت مشخصات فیش واریزی.
۲. ارسال اصل فیش بانکی به همراه برگ تکمیل شدهٔ اشتراک با پست سفارشی یا از طریق دورنگار به شمارهٔ ۸۸۳۰۱۴۶۶، لطفاً کپی فیش را نزد خود نگه دارید.

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

◆ نشانی: تهران، صندوق پستی امور مشترکین: ۳۳۳۱-۱۵۸۷۵
◆ تلفن باز رگانی: ۸۸۸۶۷۳۰۸-۰۲۱
Email: Eshterak@roshdmag.ir
◆ هزینهٔ اشتراک سالانه مجلات عمومی رشد (هشت شماره): ۳۵۰/۰۰۰ ریال
◆ هزینهٔ اشتراک سالانه مجلات تخصصی رشد (سه شماره): ۲۰۰/۰۰۰ ریال

با مجله‌های رشد آشنا شوید

مجله‌های دانش‌آموزی
به صورت ماهنامه و نه شماره در سال تحصیلی منتشر می‌شود:
رشد کودک برای دانش‌آموزان پیش‌دبستانی و پایهٔ اول دورهٔ آموزش ابتدایی
رشد نوآموز برای دانش‌آموزان پایه‌های دوم و سوم دورهٔ آموزش ابتدایی
رشد دانش‌آموز برای دانش‌آموزان پایه‌های چهارم، پنجم و ششم دورهٔ آموزش ابتدایی

مجله‌های دانش‌آموزی
به‌صورت ماهنامه و هشت شماره در سال تحصیلی منتشر می‌شود:
رشد نوجوان برای دانش‌آموزان دورهٔ آموزش متوسطهٔ اول
رشد بزهاگ برای دانش‌آموزان دورهٔ آموزش متوسطهٔ اول
رشد جوان برای دانش‌آموزان دورهٔ آموزش متوسطهٔ دوم
رشد برهان برای دانش‌آموزان دورهٔ آموزش متوسطهٔ دوم

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

مجله‌های بزرگسال تخصصی
به صورت فصلنامه و سه شماره در سال تحصیلی منتشر می‌شود.
◆ رشد آموزش قرآن و معارف اسلامی ◆ رشد آموزش زبان و ادب فارسی
◆ رشد آموزش هنر ◆ رشد آموزش مشاور مدرسه ◆ رشد آموزش تربیت بدنی
◆ رشد آموزش علوم اجتماعی ◆ رشد آموزش تاریخ ◆ رشد آموزش جغرافیا
◆ رشد آموزش زبان‌های خارجی ◆ رشد آموزش ریاضی ◆ رشد آموزش فیزیک
◆ رشد آموزش شیمی ◆ رشد آموزش زیست‌شناسی ◆ رشد مدیریت مدرسه
◆ رشد آموزش فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش ◆ رشد آموزش پیش‌دبستانی

مجله‌های رشد عمومی و تخصصی، برای معلمان، مدیران، مربیان، مشاوران و کارکنان اجرایی مدارس، دانشجویان دانشگاه فرهنگیان و کارشناسان گروه‌های آموزشی و... تهیه و منتشر می‌شود.

◆ نشانی: تهران، خیابان ایرانشهر شمالی، ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش، پلاک ۲۶۶.
◆ تلفن و نمابر: ۸۸۳۰۱۴۷۸ - ۰۲۱
◆ وبگاه: www.roshdmag.ir

فیزیک در نصف جهان

۱۹ آبان روز جهانی علم در خدمت صلح و توسعه

10 November World Science Day For Peace and Development