



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

مدیر مسئول: محمد ناصری
سر دبیر: دکتر منیژه رهبر
مدیر داخلی: احمد احمدی
هیئت تحریریه: احمد احمدی، روح الله خلیلی بروجنی،
دکتر سید حجت الحق حسینی، دکتر آزیتا سیدفدایی،
دکتر منیژه رهبر، اسفندیار معتمدی
طراح گرافیک: نوید اندرودی
ویراستار: دکتر منیژه رهبر
www.roshdmag.ir
Physics@roshdmag.ir
پیامک: ۳۰۰۰۸۹۹۵۰۲
نشانی مجله: تهران - صندوق پستی: ۱۵۸۷۵-۶۵۸۵
دفتر مجله: (داخلی ۳۷۴) ۰۲۱-۸۸۳۰۵۸۶۲
پیام گیر نشریات رشد: ۰۲۱-۸۸۳۰۱۴۸۲
مدیر مسئول: ۱۰۲
دفتر مجله: ۱۱۳
امور مشترکین: ۱۱۴
نشانی امور مشترکین: تهران - صندوق پستی:
۱۶۹۵۹-۱۱۱
تلفن: ۷۷۳۳۶۶۵-۷۷۳۳۶۶۵
چاپ: شرکت افست (سهامی عام)
شمارگان: ۴۵۰۰ نسخه

تصویر روی جلد: ارد ستارگان / چهارطاقی
خرم دشت / مجید قهرودی / کاشان /
هشتمین جشنواره عکس رشد

یادداشت سردبیر / اهمیت آموزش هدفمند / ۲

تحولات تاریخی در نور شناخت و اهمیت نور / محمد تقی توسلی / ۳

آموزش مفهوم شار مغناطیسی با هوش های چندگانه / سیدرضا معصومی نژاد / ۸

توسعه پایدار با قوانین فیزیکی / طاهره غلامحسینی، علیرضا شوکتی / ۱۲

آینه ارسال پیام: کاربرد بازتابش و شکست نور در عملیات نجات! جان کارلسون / ترجمه سیدمهدی میرفتحی / ۱۴

رسانه های آموزشی و شیوه های نوین تدریس فیزیک / آزیتا سیدفدایی / ۱۶

علوم میان رشته ای، اقتضای عصر ما / سیدحجت الحق حسینی / ۲۱

آموزش فیزیک، بیم ها و امیدها / لیلا سادات مؤمنی / ۲۶

مرزهای فیزیک / منیژه رهبر / ۳۰

شناوری، وزن مخصوص و ترازوی حکمت خازنی (قسمت دوم) / غلامحسین رحیمی / ۳۴

عالم قابل مشاهده / ترجمه هما قائد شرف / ۴۲

آموزش آزمون محور، آفت جدی در نظام آموزشی / حسن اتحاد مهرآباد و مرضیه روانبخش / ۴۴

حباب های سطحی در وان حمام و بازتاب در تشت های موج / توماس گرینز لید / ترجمه رضوانه طالبی پور / ۴۷

معیار زمان / هانری پوانکاره / ترجمه منوچهر ذاکر / ۴۸

بازتاب مقاومت ظاهری یک مبدل / ویلیام لیتون / ترجمه احمد توحیدی / ۵۲

فناوری های نوین در آموزش فیزیک / شیوا فلاحی / ۵۴

اهداف سال جهانی نور / ترجمه راحله زادفتح الله / ۵۹

طراحی چند آزمایش جالب و ساده فیزیکی / سیدرسول حسینی، اصغر شریاف زاده / ۶۰

مجله رشد آموزش فیزیک،

نوشته ها و حاصل تحقیقات پژوهشگران و متخصصان تعلیم و تربیت،
به ویژه آموزگاران، دبیران و مدرسان راه در صورتی که در نشریات عمومی درج نشده و مرتبط
با موضوع مجله باشند، می پذیرد:

- مطالب باید یک خط در میان و در یک روی کاغذ نوشته و در صورت امکان تایپ شود.
- شکل قرار گرفتن جدول ها، نمودارها و تصاویر پیوست باید در حاشیه ی مطلب نیز مشخص شود.
- نشر مقاله باید روان و از نظر دستور زبان فارسی درست باشد و در انتخاب واژه های علمی و فنی دقت لازم مبذول گردد.
- مقاله های ترجمه شده باید با متن اصلی همخوانی داشته باشد و متن اصلی نیز پیوست مقاله باشد.
- در متن های ارسالی باید تا حد امکان از معادل های فارسی واژه ها و اصطلاحات استفاده شود.
- زیرنویس ها و منابع باید کامل و شامل نام اثر، نام نویسنده، نام مترجم، محل نشر، ناشر، سال انتشار و شماره ی صفحه مورد استفاده باشد.
- مجله در رد، قبول، ویرایش و تلخیص مقاله های رسیده مختار است.
- آرای مندرج در مقاله ها، ضرورتا مبین نظر دفتر انتشارات کمک آموزشی نیست و مسئولیت پاسخگویی به پرسش های خوانندگان، با خود نویسنده یا مترجم است.
- مجله از بازگرداندن مطالبی که برای چاپ مناسب تشخیص داده نمی شود، معذور است.

اهمیت آموزش هدفمند

فاجعه را به وجود می آورند. شاید یک راه حل این مشکل آن باشد که معلمان هنگام تدریس هر موضوع به رابطه آن بر مسائل موجود تمرکز کنند و با نشان دادن ارتباط موضوع درس با آنچه در اطراف ما می گذرد علاوه بر علاقه مند ساختن شاگردان، راه حل مشکل یا امکان بهره گیری از توان بالقوه موضوع را نیز به آن ها گوشزد کنند.

به عنوان مثال، مناسبت سال جهانی نور فرصت مناسبی را در اختیار معلمان می گذارد که تحول مهمی را که فناوری های مبتنی بر نور در زندگی ما به وجود آورده است یادآور شوند و نشان دهند که این فناوری ها زندگی بشر را در قرن بیست و یکم متحول ساخته اند و همان نقشی را ایفا می کنند که الکترونیک در قرن بیستم داشته است. این تأکید سبب می شود که توجه دانش آموزان به مباحث مربوط به نور و فیزیک دخیل در آن جلب شود. همین طور، بزرگداشت ابن هیثم سهم تمدن اسلامی در پیدایش و گسترش این رشته مهم علمی را یادآور می شود و نشان می دهد که می توانیم با تلاش و تمرکز بر توسعه این علم نقش گذشته خود را در این زمینه علمی مهم باز بیابیم.

موضوع مهم دیگری که آن را از هر زبان که بشنویم نامکرر است به محیط زیست ما مربوط می شود. اکنون مشکل ناشی از بی توجهی به مسائل زیست محیطی را به خوبی احساس می کنیم، زیرا مشکل کم آبی، و آلودگی شدید در سراسر کشور وجود دارد و زندگی را برای بسیاری از افراد دشوار ساخته است. این مشکلات بیشتر از آنکه ناشی از موقعیت جغرافیایی کشور باشند به عدم مدیریت صحیح منابع طبیعی مربوط می شود. اکنون در بسیاری از مراکز آموزشی کشورهای پیشرفته درس فیزیک محیط زیست تدریس و پژوهش های بسیاری در این زمینه صورت می گیرد. کتاب های درسی بسیاری نیز درباره آن تألیف شده اند که مدام مورد تجدید نظر قرار می گیرند و گسترده تر می شوند. (۱)

در کمتر مؤسسه آموزشی ما این گونه دروس مورد توجه اند. نتیجه آن قرار گرفتن در معرض خطر فاجعه زیست محیطی است که زندگی همه ما را تهدید می کند.

با این همه، فکر می کنم که معلمان ما می توانند با تمرکز بر مطالب مهم، جلب توجه شاگردان به آن ها، و آگاه ساختن نقش مهمی که آموزش هدفمند می تواند در جهت حل مشکل ایفا کند، سهم مهمی در رفع این مشکلات داشته باشند.

در آستانه سال تحصیلی جدید توجه به این نکته حائز اهمیت است که هدف اصلی آموزش به طور عام و آموزش علوم به طور خاص کمک به شاگردان در جهت شناخت هر چه بیشتر محیط اطراف و بهره گیری از امکانات موجود در آن برای فراهم آوردن شرایط مناسب تر زندگی برای خود و افراد دیگر جامعه است. نادیده گرفتن این هدف باعث می شود که تلاش های ما نه تنها موجب دست یافتن به شرایط مطلوب نشود، بلکه چه بسا مشکلاتی را نیز برایمان به وجود آورد. همه ما کم و بیش آگاه ایم که اغلب شاگردان در کشور ما فیزیک را درسی دشوار می دانند که باید با استفاده از کتاب های کمک درسی فراوان به گونه ای آن را حفظ کرد تا در امتحان قبول شد. کمتر دانش آموزی است که باور داشته باشد فراگرفتن این درس می تواند برایش مفید باشد. البته دانش آموزانی هم هستند که آن را با شوق و رغبت فراوان دنبال می کنند و با بهره گیری از آن کارهای ابتکاری جالبی انجام می دهند، ولی تعداد این شاگردان در مقایسه با گروه اول چندان زیاد نیست. و این مشکل نه تنها به فیزیک مربوط نمی شود، بلکه تقصیر شاگردان نیز نیست. بلکه بیشتر ناشی از نحوه تدریس فیزیک و تمرکز بر مطالبی است که با اهمیت در نظر گرفته می شوند.

یکی از تحولات مهمی که در کتاب های درسی در بیشتر کشورهای جهان به وجود آمده است توجه فراوان به روش آموزش و برقراری ارتباط بین مطالب کتاب درسی و رویدادهایی است که در جهان اطراف ما می گذرد. متأسفانه، این موضوع در کتاب های درسی ما چندان مورد توجه قرار ندارد و حتی اگر به آن توجه شده باشد دل مشغولی شاگردان نیست. چون شاهد آن هستیم که رسانه های گروهی ما دائم توجه شاگردان را به این جلب می کنند که چه پرسش ها و مسائلی با احتمال زیاد در امتحانات و آزمون های ورودی دانشگاه ها مطرح می شوند و پاسخ آن ها چیست. کتاب های کمک درسی پرتیراژ نیز به این موضوع دامن می زنند. نتیجه آن را هم البته به روشنی مشاهده می کنیم. امروز به رغم تلاش فراوان و انرژی زیادی که شاگردان، معلمان، و اولیا صرف آموزش می کنند شاهد آن هستیم که نه تنها این آموزش تأثیر چندانی در جهت مهارت یافتن شاگردان و بهبود کیفیت زندگی آن ها ندارد، بلکه برعکس بی توجهی بسیاری از افراد جامعه به قانون های بدیهی طبیعت مسائل بسیاری را برای جامعه ما به وجود آورده است که متأسفانه روز به روز هم تشدید می شوند و نگرانی بروز

تحولات تاریخی در نورشناخت و اهمیت نور

محمد تقی توسلی

استاد دانشکده فیزیک، دانشگاه تهران

چکیده

زندگی تمام جانداران روی زمین به نور (خورشید) وابسته است. به علاوه، بشر اغلب اطلاعات خود را درباره جهان پیرامون از طریق حس بینایی دریافت می‌کند که نور ناقل آن است. بنابراین، شناخت هر چه دقیق‌تر رفتار نور همواره دغدغه بشر بوده است. در این نوشته تحولات تاریخی نورشناخت را در سه بخش: ۱. از زمان باستان تا زمان ابن هیثم، ۲. از زمان ابن هیثم تا قرن بیستم میلادی، ۳. از قرن بیستم تا زمان حاضر، به اختصار مرور می‌کنیم و لزوم فرهنگ‌سازی در مورد نورشناخت را در سطح گسترده یادآور می‌شویم.

کلیدواژه‌ها: نورشناخت، ابن هیثم، المناظر، قانون اسنل، لیزر، همدوسی

نورشناخت از زمان باستان تا زمان ابن هیثم

طبق آموزه‌های فیلسوفان یونانی دوره باستان زمین مرکز عالم و علم حاصل اندیشه اندیشمندان در مورد جهان اطراف بود. این علم براساس دریافت توسط حواس پنج‌گانه و با ابداع فرض‌هایی به ظاهر معقول شکل می‌گرفت و برای هر پدیده و پرسشی در مورد جهان اطراف توجیه و پاسخی داشت. اختلاف پاسخ‌ها در تفاوت فرض‌های اندیشمندان نهفته بود و معیاری برای تمایز فرض‌های احتمالاً درست و نادرست وجود نداشت. در چنین رویکردی می‌دانستند که نور به خط مستقیم انتشار پیدا می‌کند و از سطوح صاف بازمی‌تابد. اما مشاهده‌اشیا توسط انسان را ناشی از خروج نور از چشم و تماس آن با شیء می‌پنداشتند. این نوع دانسته‌ها به نام علم از نسلی به نسل دیگر منتقل می‌شد و معیار اعتبار هر بخشی از آن به اعتبار فیلسوف واضع فرضیات آن برمی‌گشت. در بسیاری از موارد این آموزه‌ها وارد آموزش‌های مذهبی شده بود و هر فردی که با بخشی از این علوم مخالفت می‌کرد مرتد شناخته می‌شد. نمونه مشهور آن مرتد شناخته شدن گالیله است که زمین - مرکزی عالم را قبول نداشت. در طول سلطه چنین نگرشی به علم برای قرن‌ها علوم پیشرفت محسوسی نکرد و زندگی نسل‌های مختلف مشابه به هم بود و خرافات در تمام شئون زندگی بشری به‌طور گسترده رخنه پیدا کرده بود. آثار برخی از این خرافات امروز هم در فرهنگ مردم دیده می‌شود.

نورشناخت از زمان ابن هیثم تا قرن بیستم میلادی

سال ۲۰۱۵، هزارمین سال تألیف کتاب المناظر ابن هیثم در هفت مبحث است که نه تنها اولین کتاب نورشناخت (اپتیک) در جهان شناخته شده بلکه نقطه عطفی در نگرش علمی به جهان اطراف در مبحث نور است. ابن هیثم را پدر نورشناخت، چشم‌پزشکی، فیزیک تجربی و روش‌های شناخت علمی جدید می‌دانند. کارهای ابن هیثم در قرون وسطی به زبان‌های لاتین و یونانی ترجمه شد و کتاب او جزء اولین کتاب‌های چاپی در دوره رنسانس است. تا قرن نوزدهم میلادی نوشته‌های وی در توسعه نورشناخت مرجع مهمی بوده است. او اولین فردی است که مشاهده اشیاء توسط چشم را بر ورود نور از شیء به چشم استوار می‌کند و با استفاده از اتاق تاریک و تشکیل تصویر در آن، نظریه خود را به تجربه می‌کشد. او روشی ماه را به چشمه‌های ثانویه نسبت می‌دهد که در قرن هفدهم میلادی به شکل فراگیرتر و روشن‌تری در فرضیه هویگنس بازتاب پیدا می‌کند. لازم به یادآوری است که قانون معروف به قانون اسنل در مورد شکست نور، حدود ۶۵۰ سال قبل‌تر توسط ابن سهل در کتابی تحت عنوان ابزارهای سوزاندن، شامل آینه و عدسی برای جمع کردن نور خورشید، به صورت هندسی ولی دقیق تدوین می‌شود.

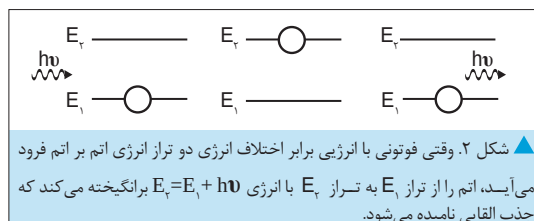
کارهای ابن هیثم در کشورهای اسلامی تا قرن هشتم هجری دنبال می‌شود. یکی از نورشناسان معروف قرن هشتم، کمال‌الدین فارسی است که بر کتاب ابن هیثم نقد نوشته است (تنقیح المناظر). نکته جالب در مورد کمال‌الدین فارسی نگارش کتاب نورشناخت برای دانشجویان است. از نورشناسان دوره اسلامی بعد از ابن هیثم می‌توان از ابوالوفاء مشرب فاطک دانشمند مشهور مصری، سرخاب (سهراب) سمنانی، جلال‌الدین صاعد ترکستانی، قطب‌الدین شیرازی نام برد که دو نفر آخر استاد کمال‌الدین فارسی بوده‌اند. قرن چهارم تا قرن هشتم دوران شکوفایی علم جدید در کشورهای اسلامی است. به سبب جنگ‌های صلیبی و حمله مغول از قرن هشتم به بعد رشد علم از جمله نورشناخت دچار رکورد می‌شود. در اروپا نیز به‌رغم ارائه فرضیه موجی نور توسط هویگنس در قرن هفدهم میلادی تا قرن نوزدهم میلادی نورشناخت در اپتیک هندسی خلاصه می‌گردد که پایه‌گذاران آن ابن هیثم و شاگردانش بودند. به سبب اعتبار و شهرت نیوتون و عدم اعتقاد وی به نورشناخت موجی، یک قرن تمام به نظریه موجی توجه نمی‌شود. در ابتدای

در روابط بالا $h=6.626 \times 10^{-34} \text{ Js}$ ثابت پلانک و v بسامد نور است. همچنین T دمای جسم سیاه، c سرعت نور و $k=1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$ ثابت بولتزمن است.

این ادعا که انرژی از جسم سیاه به صورت گسسته تابش می شود، در فیزیک کلاسیک و به ویژه نظریه الکترومغناطیس به آسانی مورد قبول واقع نشد. در همین زمان مسئله دیگری در فیزیک کلاسیک موسوم به اثر فوتوالکتریک بی پاسخ مانده بود. در این پدیده وقتی بین کاتد و آند واقع در محفظه خلأ اختلاف پتانسیلی برقرار گردد و بر کاتد نوری تابانده شود، برای طول موج های کوتاه جریان مشاهده می شود و با زیاد کردن شدت نور، شدت جریان هم زیاد می شود. اما برای طول موج های بلند هرچه شدت نور زیاد شود، جریانی مشاهده نمی گردد. وابستگی کنده شدن الکترون از کاتد به طول موج و نه به شدت نور، معمایی برای فیزیک کلاسیک بود. اینشتین با فرض اینکه جذب همچون تابش پلانک به صورت گسسته انجام می گیرد، این معما را حل کرد. وی فرض کرد که به هر طول موج می توان یک کوانتوم انرژی نسبت داد که مقدار آن همان $h\nu$ در رابطه پلانک است. در برهم کنش نور با کاتد این انرژی به الکترون منتقل می شود. اگر مقدار این انرژی از انرژی بستگی الکترون به کاتد بیشتر باشد، الکترون کنده می شود و در اختلاف پتانسیل میان کاتد و آند شتاب می گیرد و جریان برقرار می شود. در واقع تابعی به صورت زیر توسط اینشتین پیشنهاد شد:

$$eV = h\nu - \phi$$

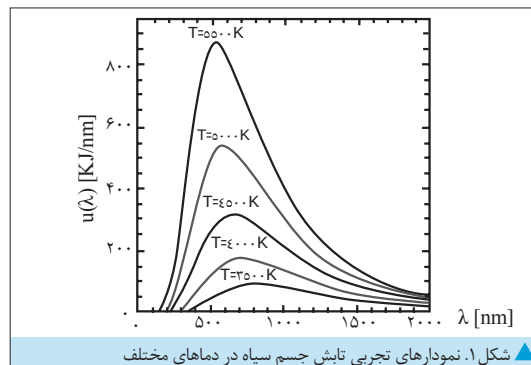
که در آن V_f و ϕ به ترتیب بار الکترون، اختلاف پتانسیل بین کاتد-آند و تابع کار فلز کاتد است. در واقع، انرژی کوانتوم نور باید از تابع کار بیشتر باشد تا الکترون بتواند کاتد را ترک کند. کوانتوم نور بعداً نام فوتون را به خود گرفت. کارهای پلانک و اینشتین زمینه را برای شکل گیری مکانیک کوانتومی آماده کرد. دوبروی ویژگی موجی ذراتی چون الکترون را پیش بینی کرد که صحت آن با آزمایش تأیید شد. امروزه میکروسکوپ های الکترونی داریم که اصول کارشان را می توان براساس رفتار موجی، مشابه رفتار موجی نور توصیف کرد. به دنبال کارهای پلانک، اینشتین و دوبروی، شرودینگر معادله بنیادی مکانیک کوانتومی را ارائه کرد که شناخت بشر از برهم کنش ها در مقیاس میکروسکوپی را متحول ساخت. همچنین اینشتین در سال ۱۹۱۶ جذب و تابش نور توسط اتم ها را مورد بازنگری قرار داد. طبق نظریه وی وقتی نوری بر اتمی فرود می آید که انرژی فوتون آن $h\nu$ ، برابر اختلاف انرژی دو تراز اتم است، جذب القایی صورت می گیرد. یعنی اتم از تراز انرژی پایین تر E_1 به تراز بالاتر انرژی E_2 ، که در رابطه $E_2 - E_1 = h\nu$ صدق می کند، برانگیخته می شود، شکل ۲.



قرن نوزدهم آزمایش دو شکاف یانگ و به دنبال آن کارهای ارزشمند فرنل در پراش و تعمیم فرضیه هویگنس، نورشناخت موجی به سرعت پیشرفت می کند. با توصیف فرضیه موجی نور به زبان ریاضی توسط کیرشهوف که امروزه به انتگرال فرنل-کیرشهوف معروف است، نظریه موجی کامل می گردد. با تکمیل معادله های الکترومغناطیس که در آن امواج الکترومغناطیسی پیش بینی شد معلوم گردید که نور بخشی کوچک از امواج الکترومغناطیسی است. در پایان قرن نوزدهم بشر به نظریه کامل موجی در نورشناخت دست یافت که بسیاری از پرسش ها در مورد رفتار نور را پاسخگو بود. به عنوان مثال می توان از پراش، تداخل، پاشندگی، پراکندگی، بازتاب، قطبیدگی نور، و دو شکستی نام برد. امروزه نیز پدیده های بسیاری با استفاده از نظریه موجی نور توصیف می شوند. اغلب دستگاه های متداول نوری مانند تلسکوپ ها، وسایل تصویربرداری، طیف سنج ها و نظایر آن ها نیز با استفاده از نورشناخت پرتوی و موجی طراحی و ساخته می شوند. از این رو در برنامه های آموزشی دوره دبیرستان تا دوره تحصیلات تکمیلی فیزیک، مباحث نورشناخت هندسی و موجی گنجانده شده است.

تحولات از قرن بیستم تا زمان حاضر

تا اواخر قرن نوزدهم شاخه های دیگر فیزیک نیز رشد قابل توجهی کرده بود، از جمله مطالعات مربوط به تابش گرمایی. تابش گرمایی جسم سیاه (جسمی که تابش با هر طول موجی را جذب می کند) مورد مطالعه نظری و تجربی زیادی قرار گرفته بود. نمودارهای تجربی تابش جسم سیاه در دماهای مختلف در شکل ۱ آمده است.



تلاش های بسیاری برای فرمول بندی نظری تابش جسم سیاه با استفاده از قوانین فیزیک کلاسیک و الکترومغناطیس به عمل آمد ولی با تجربه سازگاری نداشت. پلانک دانشمند برجسته آلمانی در سال ۱۹۰۰ میلادی به این نتیجه رسید که اگر تابش جسم سیاه در هر طول موج گسسته و انرژی در هر طول موج متناسب با بسامد متناظر آن طول موج فرض شود،

$$\epsilon_\lambda = h\nu \quad (1)$$

می توان رابطه نظری زیر را برای تابش جسم سیاه بیان کرد:

$$\epsilon_\lambda(T) = \frac{2\pi h\nu^3}{c^2} \frac{1}{e^{h\nu/kT} - 1}$$

گسترده‌ای از طیف- از پرتوهای X گرفته تا ناحیه فرورسرخ دور- را پوشش می‌دهند. لیزرها کاربردهای گسترده‌ای در تحقیقات، صنایع، پزشکی و خدمات پیدا کرده‌اند. به‌علاوه، ویژگی‌های نور لیزر مطالعات نورشناخت و فناوری‌های آن را عمیقاً متحول و کاربردهای آن اقتصاد مبتنی بر فناوری فوتونیک را به شکل تأثیرگذاری ارتقا بخشیده است. این تحولات ناشی از ویژگی‌های باریکه‌های نور لیزر است که به اختصار توصیف می‌شوند.

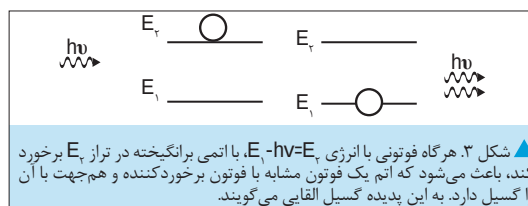
شدت زیاد باریکه لیزر:

برای باریکه‌های لیزر توان نور بر واحد سطح بسیار زیاد است. شدت یک لیزر هلیوم- نئون میلی واتی به مراتب از شدت نور خورشید بیشتر است. به‌همین دلیل نگاه مستقیم به باریکه هر لیزری برای چشم شدیداً زیان‌بخش است. لیزرهایی با توان 10^{12} وات بر متر مربع کم نیستند. میدان این نوع لیزرها از مرتبه میدان هسته‌ای است. تابش آن بر اتم می‌تواند به واکنش هسته‌ای بینجامد. شدت‌های زیاد لیزرها امکان برش و جوش کاری در صنعت را داده است. در پزشکی نیز از لیزرها برای جراحی استفاده فراوان می‌شود. وقتی نور به ماده دی‌الکتریک مثل شیشه فرود می‌آید بار مثبت و منفی اتم‌ها را تا حدی از هم دور می‌کند که به آن قطبی‌شدن می‌گویند. این قطبیدگی که منشأ ضریب شکست است برای نورهای معمولی با میدان متناسب است. اما در برهم‌کنش لیزرهای پرتوان قطبیدگی خطی نیست و ضریب شکست به شدت نور بستگی پیدا می‌کند و مقدار آن به توان‌های دوم، سوم و بالاتر میدان بستگی دارد. این پدیده سبب پیدایش رشته‌ای مهم در نورشناخت موسوم به نورشناخت غیرخطی شده است. در محیط‌های غیرخطی می‌توان از بسامدهای ω_1 و ω_2 نورهایی با بسامدهای $2\omega_1$ ، $2\omega_2$ ، $\omega_1 + \omega_2$ و $\omega_1 - \omega_2$ ایجاد کرد و به این روش رنگ باریکه نور را تغییر داد. از پدیده غیرخطی برای تولید کلیدهای نوری بسیار سریع نیز استفاده می‌شود که در مخابرات نوری با تبادل حجم زیاد اطلاعات کاربرد دارد. امروزه لیزرهای تپی با پهنای کمتر از فمتو ثانیه (10^{-15} s) ساخته می‌شود. زمان برهم‌کنش با این نوع لیزرها کمتر از 10^{-15} s است. این زمان به قدری کوتاه است که میان فرایند کنش و واکنش جدایی زمانی رخ می‌دهد و این امر مطالعات برهم‌کنش‌های بسیار سریع را آسان کرده است. برای مثال، به‌کارگیری این نوع لیزر در جراحی به کاهش چشمگیر خون‌ریزی می‌انجامد.

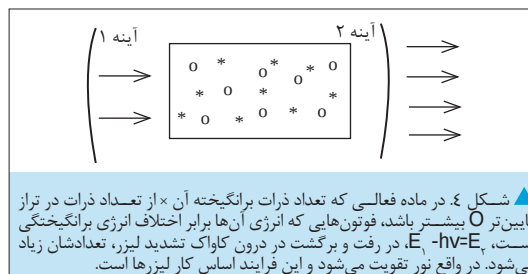
واگرایی کم باریکه نور لیزر:

واگرایی باریکه نور در اغلب لیزرها بسیار کم است، به‌طوری که در فاصله‌های نسبتاً کوتاه می‌توان آن را موازی در نظر گرفت. توزیع شدت در مقطع باریکه ثابت نیست و اغلب دارای توزیع گاوسی است. یعنی شدت از مرکز باریکه به سمت کنار به‌صورت نمایی افت می‌کند. از این‌رو، لیزرها برای اندازه‌گیری فاصله‌های زیاد بسیار مناسب‌اند. برای مثال بر روی کره ماه منشورهایی به شکل گوشه‌های مکعب نصب کرده‌اند. این منشورها این ویژگی

اتم مدتی در این حالت برانگیخته می‌ماند و بعد به حالت اول برمی‌گردد و فوتونی گسیل می‌دارد. پدیده اول را جذب القایی و پدیده دوم را گسیل خودبه‌خودی می‌نامند. اینشتین ملاحظه کرد برای آنکه روابط تابش سازگار باشد باید نوعی گسیل القایی هم وجود داشته باشد که در آن هنگام برخورد فوتون با اتم برانگیخته، فوتونی هم‌جهت و کاملاً مشابه فوتون فرودی آزاد گردد، شکل ۳.

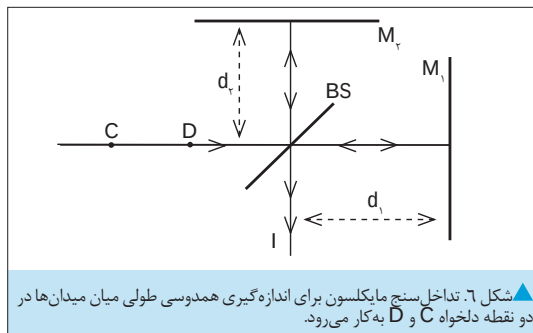


گسیل القایی بعد از حدود چهل سال مبنای اختراع لیزر شد. اساس کار اغلب لیزرها به این صورت است که در محیطی موسوم به محیط فعال که می‌تواند جامد، مایع و یا گاز باشد با پمپ کردن انرژی زیاد، کاری می‌کنند که N_2 تعداد اتم‌ها یا مولکول‌ها در تراز برانگیخته E_2 ، بیشتر از N_1 تعداد آن‌ها در تراز انرژی پایین‌تر E_1 شود. در حالت‌های عادی تابش، طبق قانون توزیع بولتزمن همیشه تعداد اتم‌ها در تراز انرژی پایین‌تر، بیشتر است. ولی سازندگان لیزر با شناختی که در مورد ترازهای انرژی اتم‌ها و مولکول‌ها دارند می‌دانند در چه شرایطی و با پمپ کردن چه میزان انرژی، می‌توان کاری کرد که $N_2 > N_1$ شود. وقوع چنین رویدادی را وارونی جمعیت می‌گویند. اگر در ماده فعالی جمعیت وارون برقرار باشد، با قرار دادن دو آینه مناسب در دو طرف ماده فعال که کاواک تشدید نامیده می‌شود، فوتون‌هایی که در امتداد محور دو آینه حرکت می‌کنند تعداد زیادی رفت و برگشت خواهند داشت. چون احتمال برخورد آن‌ها با ذرات در تراز انرژی برانگیخته بیشتر است، تعداد فوتون‌ها زیاد می‌شود، شکل ۴.

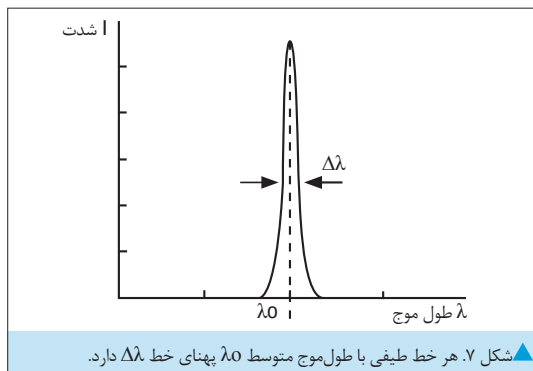


این نوع تکثیر فوتون را تقویت نور از طریق گسیل القایی تابش^۱ می‌نامند. از حروف اول واژه‌های انگلیسی عبارت قبل کلمه LASER درست می‌شود. اولین لیزر حالت جامد را می‌من^۲ در سال ۱۹۶۰ با استفاده از بلور یاقوت برای محیط فعال ساخت. اولین لیزر گازی با نور پیوسته که در آن مخلوطی از گازهای هلیوم و نئون محیط فعال است، توسط علی جوان در سال ۱۹۶۱ ساخته شد که بسیار پرکاربرد است. پس از آن لیزرهای بسیاری با محیط‌های فعال جامد، مایع و گاز ساخته شد. امروزه طول موج لیزرها ناحیه

جهت زمانی می‌گوییم که مدت زمان $\Delta t = \frac{CD}{c}$ طول می‌کشد تا نور از نقطه C به نقطه D برسد. در واقع ارتعاش نور در لحظه t در نقطه C با ارتعاش نور در نقطه D در لحظه $t + \Delta t$ رابطه فازی دارد. با استفاده از تداخل سنج مایکلسون همدوسی طولی را اندازه می‌گیرند، شکل ۶.



اگر فاصله دو بازوی تداخل سنج که d_1 و d_2 است در رابطه $CD = 2 \times (d_2 - d_1)$ صدق کند و در ناحیه‌ای که باریکه‌ها بر روی هم می‌افتند فریزهای تداخلی دیده شود می‌گوییم میان ارتعاش‌ها در نقاط C و D همدوسی طولی یا زمانی وجود دارد و درجه همدوسی طولی هم به تباین فریزهای تداخلی بستگی دارد. می‌توان نشان داد که همدوسی طولی به پهنای طیفی نور لیزر بستگی دارد. در واقع نوری که از هر اتم خارج می‌شود دقیقاً طول موج معینی ندارد بلکه طول موج آن حول یک طول موج میانگین توزیع شده است، شکل ۷.



هر چه پهنای خط کمتر باشد نور تک‌فام‌تر است. نور کاملاً تک‌فام وجود ندارد. برخی از لیزرها پهنای خط بسیار باریکی دارند. طول همدوسی طولی با رابطه

$$L = \frac{\lambda^2}{\Delta\lambda}$$

داده می‌شود. در لیزر هلیوم-نئون این طول از مرتبه چند ده سانتی‌متر است و لیزرهایی وجود دارند که طول همدوسی آن‌ها به ده‌ها متر و بیشتر می‌رسد. طول همدوسی طولی در اغلب چشمه معمولی از میلی‌متر کمتر است.

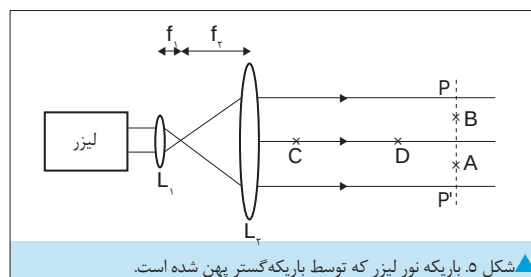
طول همدوسی عرضی و طولی زیاد لیزرها این امکان را

را دارند که نور خروجی را به موازات نور فرودی برمی‌گردانند. از روی کره زمین نور لیزر با واگرایی کم را به طرف این منشورها می‌فرستند و بازتاب آن را در محل گسیل دریافت می‌کنند و با اندازه‌گیری زمان رفت و برگشت، فاصله دقیق ماه و زمین را در زمان‌های مختلف به‌دست می‌آورند. از این ویژگی نور لیزر در نقشه‌برداری، راه‌سازی و اندازه‌گیری زاویه بسیار کوچک استفاده می‌شود.

همدوسی طولی و عرضی زیاد:

در یک چشمه نور معمولی رابطه‌ای میان ارتعاش اتم‌های مختلف چشمه که به تابش نور می‌انجامد وجود ندارد. بنابراین اگر صفحه‌ای عمود بر انتشار نور و در فاصله نسبتاً نزدیک به چشمه قرار دهیم، میان موج‌ها در نقاط مختلف صفحه رابطه‌ای برقرار نخواهد بود. باریکه نور با این ویژگی را باریکه ناهمدوس عرضی می‌گوییم. اگر چشمه نقطه‌ای باشد و یا در فاصله بسیار دور از محل مشاهده قرار داشته باشد (مانند ستارگان)، موج‌های مختلف در نقاط صفحه عمود بر انتشار ارتباط فازی خواهند داشت که در این حالت گفته می‌شود همدوسی عرضی و یا فضایی در صفحه عمود بر انتشار وجود دارد. این ویژگی به شکل بسیار بارزتری در باریکه لیزرها وجود دارد. چون نور آن‌ها تقریباً موازی است مثل این است که از نقطه‌ای بسیار دور منتشر می‌شوند. به علاوه در گسیل القایی، نور از همدوسی عرضی برخوردار است.

باریکه لیزری را در نظر بگیرید که پهنای باریکه آن با استفاده از یک باریکه گستر شامل دو عدسی با فاصله‌های کانونی f_1 و f_2 منطبق بر هم (شکل ۵) گسترش یافته باشد.



صفحه PP' بر امتداد انتشار عمود است. موج‌ها یا میدان‌ها در نقاط A و B با هم همدوسی فضایی دارند. برای تحقیق وجود همدوسی در هر دو نقطه‌ای واقع بر امتداد عمود بر انتشار، کافی است در آن دو نقطه دو روزنه ینگ قرار دهیم. اگر فریزهای تداخلی مشاهده شود همدوسی فضایی میان دو نقطه برقرار است و اگر فریزهای تداخلی تشکیل نشوند، همدوسی وجود ندارد. درجه همدوسی هم به تباین میان فریزها بستگی دارد که میان صفر و یک تغییر می‌کند.

اگر بین میدان‌های نور در نقاط C و D که در امتداد انتشار منظور شده‌اند رابطه فازی برقرار باشد، می‌گوییم بین میدان‌ها در نقاط C و D همدوسی طولی و یا زمانی برقرار است. از این

فراهم آورده است که تصویر سه بعدی اشیاء بدون استفاده از دوربین عکاسی ثبت شود. به این نوع ثبت تصویر تمامنگاری^۲ گفته می شود که قبل از اختراع لیزر در سال ۱۹۴۸ توسط گابور ابداع شد ولی چون به نور با همدوسی عرضی و طولی زیاد نیاز داشت بعد از سال ۱۹۶۲ به آن و کاربردهایش توجه شد. گابور در سال ۱۹۷۴ جایزه نوبل دریافت کرد. در عکس های معمولی که با دوربین گرفته می شوند، تنها دو بعد به اضافه شدت ثبت می شود. بعد سوم همان پستی و بلندی های شیء است. در تمامنگاری شیء را با نوری که همدوسی زمانی و عرضی کافی دارد روشن می کنند. نور پراکنده شده از شیء هم اطلاعات مربوط به دو بعد مقابل صفحه حساس (فیلم) را دارد و هم اطلاعات مربوط به پستی و بلندی های شیء که خود را به صورت تغییر فاز نشان می دهد. حال اگر این موج پراکنده شده از شیء را با موج تخت یا کروی تداخل دهیم، تمام آن اطلاعات مربوط به پستی و بلندی های شیء به صورت فریزهای تداخلی با شکل هایی که متناسب با تغییرات فاز است، تشکیل می شوند. ثبت شدن چنین نقشی، تمامنگاشت نامیده می شود. اگر تمامنگاشت را زیر میکروسکوپ مشاهده کنیم نوارهای تاریک و روشن بسیار پیچیده ای مشاهده می شوند. با تاباندن نور همدوس در امتداد موج تخت هنگام ثبت، که موج مرجع نامیده می شود، نور پراشیده شده از تمامنگاشت در جهتی که موج شیء انتشار می یافت، موج شیء را ایجاد می کند و برای ناظر در جهت انتشار موج شیء به نظر می رسد که شیء در جای خود قرار دارد. تمامنگاری کاربردهای هنری، صنعتی و اندازه گیری مهمی پیدا کرده و مطالعه موضوع آن یکی از شاخه های مهم نورشناخت است.

از رویدادهای مهم دیگری که در نورشناخت نیمه دوم قرن بیستم رخ داده ابداع تارهای نوری برای انتقال اطلاعات است. چون پهنای خطوط طیف نوری نسبت به پهنای طیف میکروموجی بسیار زیاد است و برای انتقال اطلاعات در حجم زیاد پهنای خط اهمیت فراوان دارد. انتقال اطلاعات از طریق تارهای نوری با اتلاف کم انرژی انقلاب عظیمی در مخابرات ایجاد کرده است. علاوه بر قاره ها و کشورها، اغلب شهرهای دنیا با تارهای مخابرات نوری به هم مرتبط اند. بسیاری از خانه ها در کشورهای پیشرفته نظیر ژاپن نیز از طریق تار نوری اطلاعات را دریافت می کنند. سرعت بالای اینترنت و انتقال اطلاعات صوتی و تصویری در حجم زیاد ثمره به کارگیری نور و تارهای نوری است. مخابرات نوری رشته ای پراهمیت و در حال گسترش روزافزون است. البته لازم به یادآوری است که با شکل گیری فناوری نورشناخت کوانتومی (که در آن برای ارسال اطلاعات از حالت های کوانتومی استفاده می شود)، فناوری ارسال داده ها و محاسبات کوانتومی^۴ دگرگون خواهد شد. لازم به یادآوری است که کاربردهای تارهای نور در بخش های دیگر نظیر ساخت حسگرهای نوری و ساخت مدارهای نوری مجتمع نیز حائز اهمیت فراوان است. از اتفاقات مهم نیمه قرن بیستم ساخت چشمه های نوری LED با رنگ های مختلف است که استفاده از

آن ها در تأمین روشنایی، اتلاف انرژی الکتریکی در سطح جهان را ۳۰ درصد کاهش می دهد. بنابراین اهمیت آن در کاهش آلاینده گی محیط زیست بسیار چشمگیر است.

یکی دیگر از اتفاقات مهم در نورشناخت قرن بیستم ویکم رویکرد بشر به نورشناخت فروسرخ است که به تغییر دما حساس است. این شاخه از علم و فناوری نورشناخت توسعه قابل توجهی پیدا کرده و به طور گسترده برای دیدن در شب در انواع تجهیزات نظامی و غیرنظامی مورد استفاده قرار می گیرد. در اغلب موارد در این نوع فناوری از قطعات غیر کروی مانند سهمی، هذلولی و یا ترکیب هایی از آن ها استفاده می شود. توسعه و رشد نورشناخت فروسرخ باعث تحول در طراحی و ساخت دستگاه های نوری شده است.

در اینجا مجالی نیست که به کاربردهای نورشناخت در نانوفناوری، میدان نزدیک، اندازه گیری های بسیار دقیق نیروهای بسیار کوچک با انبرک نوری اشاره کنیم. همین مطالب اهمیت نورشناخت را نمایش می دهد و بی جهت نیست که قرن بیستم ویکم را قرن علوم و فناوری نورشناخت نام گذاری کرده اند. تمام کشورهای صنعتی بخشی قابل ملاحظه از اقتصاد خود را بر توسعه فناوری نورشناخت متکی کرده اند. برنامه های کوتاه مدت، میان مدت و بلندمدت برای توسعه آن در زمینه های مختلف صنعت، تحقیقات، پزشکی و علوم زیستی تهیه نموده اند. در اغلب کشورهای در حال توسعه نیز برنامه های مشابهی تدارک دیده اند تا اینکه سهمی در اقتصاد فناوری نورشناخت داشته باشند. در کشور ما نیز تعداد پژوهشگران در حوزه نورشناخت قابل ملاحظه است و خوشبختانه جوانان زیادی به فراگیری در شاخه های لیزر و نورشناخت روی می آورند. ولی متأسفانه برای توسعه جهت دار و با توجه به نیازهای داخل، منطقه و اهمیت موضوعها برنامه ریزی لازم نشده است. سال ۲۰۱۵ میلادی از طرف یونسکو سال جهانی نور اعلام شده است. هدف اصلی آن جلب توجه مسئولان، متخصصان و آحاد مردم به اهمیت نور و تأثیر آن در زندگی بشر در زمان حال و آینده است. در این سال لازم است علاوه بر تشکیل ستادی برای برنامه ریزی کوتاه مدت، میان مدت و بلندمدت توسط خبرگان شاخه های مختلف نورشناخت باید تمهیدات مناسبی اندیشیده شود تا آحاد مردم به خصوص دانش آموزان از سنین نوجوانی با مبانی نورشناخت آشنا شوند تا در جوانی در رشته مناسبی با استعداد و علاقه خود به تولید و توسعه علوم و فناوری در این شاخه ها روی بیاورند. آشنا کردن جوانان با اهمیت انرژی خورشیدی، علم و فناوری سلول های خورشیدی و استفاده های مستقیم و غیرمستقیم از انرژی خورشیدی در سطح گسترده می تواند در راستای فرهنگ سازی مناسب برای آماده ساختن کشور برای ورود جدی در علوم و فناوری نورشناخت شود.

سپاس گزاری: در اینجا لازم است از زحمات آقای مرتضی جعفری دانشجوی دوره دکتری نورشناخت برای رسم شکل های مقاله و تایپ مقاله صمیمانه تشکر کنم.

پی نوشت ها

1. Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation
2. Miaman
3. Holography
4. Quantum computation

منابع

۱. مریم فرحمنند، رساله کارشناسی ارشد، البصائر فی علم المناظر، کمال الدین فارسی. دانشگاه تهران، ۱۳۸۸.
۲. کالین ا. رونان، تاریخ علم چاپ ۱۳۸۴.
3. Frank L. Pedrotti and Leno S. Pedrotti, Introduction to Optics, PHI Inc, 1987.
4. Florian Cajori, A history of physics, Dover publications, New York, 1962.

آموزش مفهوم شار مغناطیسی با هوش‌های چندگانه

سید رضا معصومی نژاد

مقدمه

الف. هوش کلامی، زبانی - توانایی به کارگیری درست کلمات به صورت شفاهی یا نوشتاری
ب. هوش منطقی - ریاضی - توانایی بیان استدلال‌های صحیح منطقی و استفاده صحیح از اعداد و ارقام
ج. هوش مکانی - فضایی - توانایی درک درست جهان به صورت مکانی و بصری
د. هوش حرکتی و جسمانی - توانایی استفاده از بدن برای بیان افکار و احساسات
ه. هوش موسیقایی - توانایی درک، تشخیص و اجرای اشکال موسیقایی و استفاده مناسب از لحن و صوت و آهنگ
و. هوش میان‌فردی - مهارت ادراک و تشخیص حالت‌های روحی، انگیزه‌ها و احساسات دیگران
ز. هوش درون‌فردی - مهارت درک خود و آگاه بودن از حالت درونی خود و توانایی عملکرد مناسب براساس آن
ح. هوش طبیعت‌گرا - مهارت شناخت و طبقه‌بندی پدیده‌های طبیعی و عالم طبیعت
نکته‌های مهم و قابل توجه در ارائه روش‌های تدریس مبتنی بر هوش‌های چندگانه عبارت‌اند از:
۱. همه افراد از همه هوش‌ها بهره‌مند هستند.
۲. در انسان‌های مختلف برخی از هوش‌ها غالب هستند.
۳. همه انسان‌ها می‌توانند هوش خود را تقویت کنند.
۴. اگر آموزش با توجه به هوش غالب افراد صورت گیرد پرمثمر خواهد بود.

طرح درس: آموزش مفهوم شار مغناطیسی

سال سوم دبیرستان
زمان مورد نیاز: حداقل ۹۰ دقیقه
امکانات: میز ۴ نفره و صندلی، ویدئو پروژکتور، لپ‌تاپ به تعداد گروه‌ها، وسایل ساخت ژنراتور ساده (سرنگ، سیم لاکه حدود ۱۰ متر، آهنربا، لامپ LED)

وقتی چشمان دانش‌آموزی از فراگیری موضوعی می‌درخشد، وقتی با دیدن یک پدیده فیزیکی و درک مفهوم و علت آن تحیرش به لبخند تبدیل می‌شود، کمتر معلمی را سراغ دارم که از شیرینی این لحظات سرمست نشود و علاقه‌مند نباشد که این شیرینی را با دوستانش تقسیم کند. این نوشته‌ها حاصل از درک شیرینی لحظات یادگیری - یاددهی است که خواستم دوستان و همکارانم را نیز در آن شریک کنم. دانش فیزیک شاخه مهمی از اطلاعات زندگی بشر و طبیعت را تشکیل می‌دهد؛ از این رو آموزش عمیق و ماندگار آن می‌تواند تأثیر عمیقی بر آموزش در جوامع بشری داشته باشد.

کلیدواژه‌ها: شار مغناطیسی، هوش‌های هشت‌گانه، آماده‌سازی ذهنی

هوش‌های چندگانه

دکتر گاردنر در سال ۱۹۸۳ نظریه هوش‌های چندگانه را در برابر نظام کهنه آموزشی که مبنی بر ارائه مباحث فقط در حیطه برخی از هوش‌های بشری بود ارائه کرد. بر مبنای این نظریه هوش بشری را می‌توان به هشت بخش تقسیم کرد و بر اساس آن آموزش را بر پایه این هشت موضوع استوار کرد. در این نگاه استفاده از هوش منطقی که فقط در ۲۵٪ انسان‌ها به عنوان هوش غالب مطرح می‌شود تنها ابزار تدریس معلم و تنها راه آموزش دانش‌آموز به حساب نمی‌آید. معلم هزاره سوم که دانش‌آموزی متفاوت از دانش‌آموزان گذشته را در کلاس خود آموزش می‌دهد به منظور تفهیم و تعمیق بیشتر دروس باید خود را به طرح درس‌هایی مجهز کند که در آن‌ها نگاه همه‌جانبه‌تری به ابعاد بشری لحاظ شده باشد. طرح درس حاضر ناظر به استفاده از برخی از هوش‌های هشت‌گانه در آموزش دانش‌آموزان است. هوش‌های هشت‌گانه گاردنر عبارت‌اند از:

**دکتر گاردنر
در سال
۱۹۸۳ نظریه
هوش‌های
چندگانه
را در برابر
نظام کهنه
آموزشی که
مبنی بر ارائه
مباحث فقط
در حیطه
برخی از
هوش‌های
بشری بود
ارائه کرد**

جدول: طرح درس آموزش مفهوم شار مغناطیسی با توجه به هوش های چندگانه

ردیف	عنوان فعالیت	فعالیت دبیر	روش تدریس	فعالیت دانش آموزان	هوش غالب در تدریس
۱	ایجاد انگیزه اولیه	پرسش و پاسخ نمایش عکس	پرسش و پاسخ	مشاهده	هوش درون فردی
۲	مثال دریچه کولر	بیان مثال ارائه سؤال	پرسش و پاسخ سخنرانی	پاسخگویی به پرسش رسم خطوط باد	هوش درون فردی
۳	مثال ماهیگیری با تور	بیان مثال ارائه سؤال	سخنرانی-نمایش پرسش و پاسخ	پاسخ به پرسش ها	هوش طبیعت گرا
۴	جمع بندی مفهوم شار	نتیجه گیری ها از مثال ها	سخنرانی نمایش فیلم	پاسخ به پرسش ها	هوش منطقی ریاضی
۵	انجام آزمایش عملی	توضیح در مورد روش ساخت وسیله آزمایش	آزمایش	ساخت وسیله و انجام آزمایش	هوش حرکتی- جسمانی
۶	آزمایش مجازی تغییر شار	توضیح روش آزمایش ارائه روش کار و پرسش های مربوطه	آزمایش-اکتشافی	انجام آزمایش های مجازی پاسخ به پرسش های مطرح شده	هوش حرکتی- جسمانی هوش فضایی هوش منطقی
۷	بیان قانون فاراده	جمع بندی پرسش ها بیان قانون	بحث و پاسخ	پاسخ به پرسش ها	منطقی- ریاضی بیانی- کلامی
۸	حل مسئله	ارائه فعالیت های مناسب	پرسش و پاسخ	حل تمرین ها به صورت گروهی	هوش بیان فردی
۹	بیان کاربرد	نمایش فیلم و توضیح ها	نمایش	مشاهده فیلم	تصویری- فضایی

بخش اول: ایجاد انگیزه

کرده است. شما تجربه ماهیگیری با قلاب را ندارید. او به شما می گوید کافی است با یک تور ماهیگیری در مسیر آب بایستید و با قرار دادن تور در رودخانه ماهی هایی را که توسط جریان پرتلاطم آب رودخانه وارد تور می شوند بگیرید. برای اینکه در این مدت بیشتر ماهی بگیرید به پرسش های زیر پاسخ دهید.

- بیشترین انرژی مورد استفاده در جهان امروز چیست؟
- فکر می کنید برای تولید آن چه می کنند؟
- در دوچرخه و ماشین انرژی الکتریکی مورد نیاز را چگونه تأمین می کنند؟



بخش دوم و سوم: آماده سازی ذهنی برای درک مفهوم شار مغناطیسی:

مثال ۱: (دریچه کولر- هوش درون فردی و هوش مکانی فضایی)

دریچه کولر کلاس یا تصویری از آن نشان می دهیم و از دانش آموزان می خواهیم مدل ساده ای از آن را روی کاغذ رسم کنند

سپس از آن ها می خواهیم با اضافه کردن چند مورد روشن بودن کولر را نشان دهند. بیشتر دانش آموزان با کشیدن چند خط این درخواست را انجام می دهند. از آن ها بخواهید افزایش خروج باد را هم نمایش دهند. قاعدتاً با افزایش خطوط این کار را انجام خواهند داد.

مثال ۲: (ماجرای ماهیگیری با تور- هوش طبیعت گرا- هوش درون فردی)

فرض کنید دوستان، شما را به ماهیگیری از رودخانه دعوت

- کدام یک از شرایط زیر برای ماهیگیری بهتر است، چرا؟
- الف. تور ماهیگیری کوچک یا بزرگ؟
- ب. محلی با سرعت آب کم یا زیاد؟

$$\phi = \vec{A} \cdot \vec{B} \Rightarrow \phi = AB \cos \alpha$$

- سپس یکی شار مغناطیسی را به دست آورید و آن را تعریف می کنیم.

- برای فهم بهتر و استفاده از هوش بصری فیلمی را که در این مورد آماده کرده ایم نمایش داده و روی آن توضیح های لازم را ارائه می کنیم.

بخش پنجم-انجام آزمایش عملی

(هوش حرکتی-جسمانی)

با استفاده از لوله کاغذی به سیم پیچ، آهنربایی و لامپ LED وسیله ای مطابق دستور زیر می سازیم. با تکان دادن لوله و حرکت آهنربا در LED نور تولید می شود.

- هر چه سرعت تکان دادن لوله بیشتر شود شدت نور بیشتری را مشاهده می کنیم.

پرسش: چرا نور تولید می شود؟ چرا شدت نور افزایش می یابد؟

ج. تور را عمود بر جریان قرار دهیم یا مایل؟
قاعدتاً پاسخ گروه های بچه ها توری با سطح بزرگ و محلی با سرعت آب زیاد و عمود بر جریان آب است.

بخش چهارم: جمع بندی مثال ۱ و ۲ و توضیح مفهوم

شار مغناطیسی (هوش منطقی-ریاضی)

با آنچه بچه ها از مثال دریچه کولر و تور ماهیگیری دیدند می توان این پرسش ها را جمع بندی کرد.

تعریف شار مغناطیسی: خط های مغناطیسی عبوری از یک صفحه را شار مغناطیسی می گویند.

به نظر شما عوامل مؤثر بر شار مغناطیسی کدام کمیت های فیزیکی هستند؟

برای پاسخ دادن بهتر به مثال های ارائه شده توجه کنید.

- دانش آموزان به مفاهیم مساحت صفحه، شدت میدان مغناطیسی و زاویه بین میدان و صفحه اشاره می کنند.

وسایل مورد نیاز



سرنگ



لامپ LED



آهنرباهای قوی



گلوله نخی



سیم مسی عایق بندی شده

۱



پنبه را در لوله سرنگ بگذارید.

۲



دو آهنربای قوی را در لوله بگذارید و از پیستون لاستیکی به عنوان درپوش استفاده کنید.

۳



۵۰۰ دور سیم نازک عایق بندی شده را روی سرنگ بپیچید. عایق های دو سر آن را بتراشید و به یک LED وصل کنید.

۴



اکنون سرنگ را در دست بگیرید و آن را تکان دهید. آهنرباها آزادانه حرکت رفت و برگشتی می کنند. میدان مغناطیسی متغیر در پیچ جریان تولید می کند و LED روشن می شود.

بخش ششم- آزمایش مجازی

(هوش تصویری- فضایی، هوش منطقی)

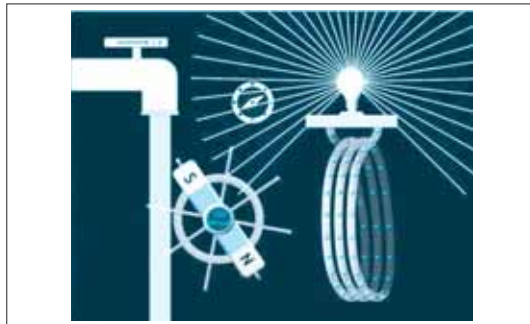
با استفاده از نرم افزارهای موجود در سایت phet و نصب نرم افزار java از آدرس زیر:

<http://phet.colorado.edu/fa/simulation/faraday>

این مرحله را اجرا می کنیم.

آزمایش واقعی محدودیت هایی دارد، در حالی که در آزمایشگاه مجازی امکان افزایش شدت میدان آهنربا، بزرگ و کوچک کردن سیم پیچ و... موجود است.

دانش آموزان با دستور زیر آزمایش را انجام و به پرسش های زیر پاسخ می دهند.



ج. مولد

شیر آب را ببندید.

به نور لامپ و آهنربای عقربه ای توجه کنید.

شیر آب را باز کنید و تغییرات را بررسی کنید.

شیر آب را بیشتر باز کنید.

به نظر شما در این آزمایش تغییرات کدام عامل باعث تولید جریان می شود؟

پس با تغییر بین میدان مغناطیسی و صفحه پیچه جریان تولید می شود.

- شدت جریان الکتریکی بسته به سطح حلقه و تعداد حلقه ها تغییر می کند. آزمایش را با تغییرات جدید بررسی کنید.

بخش هفتم: نتایج آزمایش های واقعی و مجازی را در

این بخش جمع بندی می کنیم و براساس آن قانون

فارادی را بیان می کنیم.

- تفاوت نیروی محرکه القایی، لحظه ای و متوسط بیان می شود.

- رابطه به دست آمده را از جهت سازگاری یکاها بررسی می کنیم.

بخش هشتم- حل مسئله به صورت گروهی

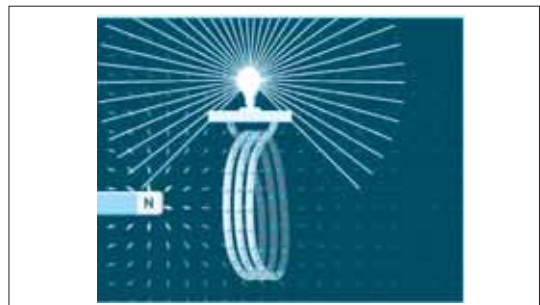
(هوش میان فردی- هوش منطقی، ریاضی)

از مثال های کتاب درسی و مثال های مناسب موجود برای فهم بهتر درس استفاده می کنیم و از دانش آموزان می خواهیم تا آن ها را در گروه های چند نفره حل کرده و سپس برخی از آن ها را برای حل پای تخته می بریم.

بخش نهم- پاسخ به پرسش ابتدای درس

(هوش تصویری- فضایی)

در ابتدای درس در مورد روش تولید جریان الکتریکی مورد نیاز سؤال می کنیم و در پایان جلسه با نمایش آنچه در نیروگاه ها اتفاق می افتد پاسخی اجمالی به آن جامعه و کارخانه ها ارائه می شود.



الف. پیچه

به پیچه لامپ متصل کنید.

آهنربا را به آرامی به سمت پیچه دور و نزدیک کنید.

این بار آهنربا را به سرعت دور و نزدیک کنید.

- تعداد حلقه ها، سطح حلقه، شدت آهنربا قابل تغییر هستند. با تغییر این موارد آزمایش بالا را تکرار کنید.

از آزمایش بالا استفاده و جمله های زیر را تکمیل کنید.

الف. با تغییر مغناطیسی عبوری از پیچه در آن جریان تولید می شود.

ب. هرچه سرعت تغییر بیشتر باشد جریان تولید شده است.

ج. هرچه مساحت با سرعت بیشتری انجام شود جریان تولید شده بیشتر است.

د. هرچه میدان بزرگتر باشد با تغییر آن جریان تولید شده می شود.

به جای لامپ ولت متر را به سیم پیچ متصل و آزمایش های قبلی را تکرار کنید.

ه. با تغییر جهت میدان مغناطیسی جریان تغییر می کند.

ب. مبدل

سیم پیچ را به باتری وصل کنید. لامپ را به سیم پیچ متصل کنید.

این دو را به مجاورت هم قرار دهید. مقدار ولتاژ باتری را ثابت نگه دارید.

آیا جریانی تولید می شود؟

- ولتاژ باتری را تغییر دهید چه می شود؟

توسعه پایدار باقوانین فیزیکی



طاہرہ غلامحسینی، کارشناس ارشد محیط زیست،
دبیر آموزش و پرورش ناحیه یک شهری
علیرضا شوکتی، کارشناس فیزیک و ارشد جامعه‌شناسی،
دبیر آموزش و پرورش ناحیه یک شهری

چکیده

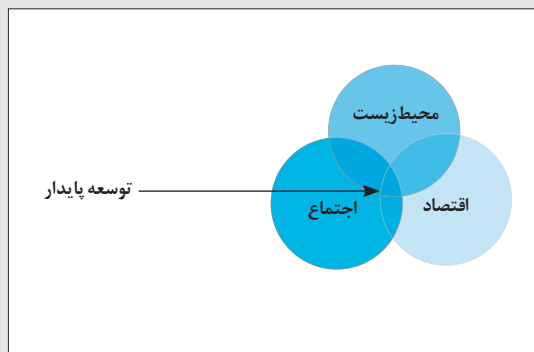
علم و دانش بشر نتیجه قرن‌ها تجربه و تلاش اندیشمندان بزرگ است. انسان با تفکر در طبیعت پیرامون خود به کشف رموز آن پرداخت و قوانین علمی را بنا نهاد. در عصر جدید این قوانین محور توسعه و پیشرفت فناوری قرار گرفت ولی متأسفانه در کاربرد این علوم در صنایع، کم‌کم طبیعت، که مادر علوم است، به فراموشی سپرده شد. هدف از انجام این پژوهش یادآوری نقش طبیعت (محیط زیست) در زندگی انسان و دستیابی به توسعه پایدار است و مسئله اینکه آیا می‌توان از طریق قوانین فیزیکی به توسعه پایدار دست یافت؟ ما در این مقاله با توجه به دو بحث فیزیک و توسعه پایدار توانستیم به ارتباط سه قانون معروف فیزیک با توسعه پایدار دست یابیم. ۱: قانون پایستگی توسعه پایدار ۲: قانون کنش و واکنش پایدار ۳: قانون توسعه پایدار شتاب‌دار.

کلیدواژه‌ها: توسعه پایدار، قانون کنش و واکنش، توسعه شتاب‌دار، محیط زیست

مقدمه

فیزیک در اصل واژه‌ای یونانی به معنای ماهیت و طبیعت است. دانشمندان این علم را علم مطالعه ویژگی‌ها و قانون‌های طبیعت می‌دانند. به‌طور وسیع هدف اصلی علم فیزیک بررسی و تحلیل طبیعت است. این علم از مفاهیمی مانند انرژی، نیرو، بار الکتریکی، میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی، فضا، زمان و... برای تحلیل و بررسی طبیعت پیرامون استفاده می‌کند. فیزیک‌دان‌ها با توجه به رفتارهای طبیعت، قوانین فیزیک را پایه‌گذاری کرده‌اند و فناوران از این قوانین در راه هرچه بهتر شدن زندگی انسان استفاده کرده‌اند.

توسعه پایدار موضوعی نو و تازه است که بیش از چند دهه از مطرح شدن آن نمی‌گذرد. توسعه پایدار از آنجا نشئت گرفت که دانشمندان دیدند با بهره‌برداری زیاد از منابع طبیعی، مشکلات زیادی به‌وجود آمده است، به‌طوری که نمی‌توان بدون رفع این مشکلات به توسعه واقعی امیدوار بود. توسعه پایدار چیزی است که نیازهای نسل حاضر را برآورده می‌سازد، بدون اینکه به توانایی نسل‌های آینده در برآورده کردن نیازهایشان لطمه‌ای وارد سازد. توسعه پایدار سه مؤلفه مهم دارد. ۱. محیط زیست، ۲. جامعه، ۳. اقتصاد. اگر هر کدام از این مؤلفه‌ها (مطابق شکل ۱) را یک دایره در نظر بگیریم، فصل مشترک این سه دایره، در صورت تداخل، همان توسعه پایدار خواهد بود. هرچه میزان این تداخل بیشتر باشد توسعه پایدار نیز بیشتر خواهد شد. در اینجا به ضرورت و اهمیت نقش هر یک از این سه مؤلفه در توسعه پایدار می‌پردازیم.



نخست به بیان ۱۸ اصل از اصول ۲۷ گانه توسعه پایدار از منظر «بیانیه ریو» می‌پردازیم که مربوط به محیط زیست و توسعه است و در ژوئن سال ۱۹۹۲ در ریودوژانیرو برگزار شد و هدف آن تلاش در جهت نیل به توافق بین‌المللی در جهت منافع همگان است و از یکپارچگی محیط زیست جهان و نظام توسعه حمایت می‌کند.

اصول توسعه پایدار: (به نقل از میلر: ۱۳۷۷)

۱. مردم حق دارند که از یک زندگی سالم و برابر و سازگار با طبیعت برخوردار باشند.
۲. توسعه امروز نباید نیازهای اساسی توسعه و محیط زیست نسل‌های کنونی و آینده را از بین ببرد.
۳. ملت‌ها برای استفاده از منابع خود حق حاکمیت دارند، اما نمی‌توانند به محیط زیست ماورای مرزهای خود آسیب برسانند.
۴. ملت‌ها باید به‌منظور جبران آسیب‌هایی که فعالیت‌های آنان در ماورای مرزهایشان به‌وجود می‌آورد، قوانین بین‌المللی را گسترش دهند.
۵. ملت‌ها باید برای حفاظت از محیط زیست از رویکرد احتیاطی بهره‌جویند.
۶. برای دستیابی به توسعه پایدار باید حفاظت از محیط زیست یکی از حوزه‌های اصلی فرایند توسعه باشد و نمی‌توان توسعه را جدای از آن در نظر گرفت.
۷. ملت‌ها باید برای نگهداری و حفاظت از محیط زیست با یکدیگر تشریک مساعی کنند.

۸. ملت‌ها باید الگوهای ناپایدار تولید و مصرف را کاهش داده و سیاست‌های جمعیتی مناسبی را تشویق نمایند.

۹. مسائل زیست‌محیطی با مشارکت شهروندان علاقه‌مند بهتر کنترل می‌شوند.

۱۰. ملت‌ها باید فراهم ساختن اطلاعات زیست‌محیطی گسترده، گسترش آگاهی و مشارکت عمومی را تسهیل و مردم را به این امر ترغیب کنند.

۱۱. ملت‌ها باید قوانین زیست‌محیطی مؤثری وضع کنند و با توجه به آلودگی‌های زیست‌محیطی قوانین ملی را گسترش دهند.

۱۲. کشورها باید برای ایجاد یک نظام اقتصادی بین‌المللی آزاد که منجر به رشد و توسعه پایدار تمام کشورها شود همکاری کنند

۱۳. به‌طور کلی آلوده‌کنندگان باید هزینه آلودگی را بر عهده بگیرند

۱۴. ملت‌ها باید از بلایای طبیعی و یا فعالیت‌هایی که ممکن است پیامدهای فرامرزی خطرناکی داشته باشند آگاه باشند.

۱۵. توسعه پایدار نیازمند درک علمی هرچه بهتر مشکلات است.

۱۶. مشارکت زنان برای دستیابی به توسعه پایدار ضروری است.

۱۷. جنگ ذاتاً توسعه پایدار را نابود می‌کند و کشورها باید در زمان جنگ به قوانین بین‌المللی حمایت از محیط‌زیست احترام بگذارند.

۱۸. صلح، توسعه و حفاظت از محیط‌زیست لازم و ملزوم هم و جدایی‌ناپذیرند.

حال که با مبحث توسعه پایدار، مؤلفه‌ها و اصول آن تا اندازه‌ای آشنا شدیم به بحث پیرامون پژوهش خود برمی‌گردیم و بیان می‌کنیم که در این پژوهش به دنبال برقراری ارتباط بین قوانین فیزیک و مؤلفه‌های توسعه پایدار هستیم که در صورت وجود رابطه بین این دو موضوع، از این پس قوانین فیزیک را علاوه بر به‌کار بردن در توسعه فناوری، در توسعه پایدار نیز استفاده کنیم.

اهمیت و ضرورت پژوهش

کشور ایران، با توجه به موقعیت جغرافیایی حساس خود، اکنون در مقطعی از تاریخ و در مرحله‌ای از توسعه قرار گرفته است که تحت هر شرایطی باید مقوله امنیت غذایی و توسعه پایدار را مورد توجه جدی قرار دهد. تحقق این امر زمانی ممکن است که بتوانیم منابع طبیعی خود را حفظ و از آن‌ها به نحو مطلوب بهره‌برداری کنیم. مسلماً بدون حفاظت از منابع آب خاک جنگل و مرتع و بهره‌برداری بهینه از آن‌ها نمی‌توان به توسعه پایدار دست یافت. در حال حاضر منابع طبیعی تجدیدشونده موجود به‌صورت نامطلوبی، مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند. اگرچه هشدارها به طرق مختلف به مسئولان داده می‌شود ولی از آنجا که کشور ما از ذخایر نفت و گاز بهره‌مند است متأسفانه توجه چندانی به منابع طبیعی نمی‌شود. از طرفی این موضوع را باید در نظر داشت که نفت، چه بخواهیم و چه نخواهیم روزی تمام می‌شود و از هم‌اکنون باید منابع دیگری را جایگزین آن کرد. در این مورد نقش

بهره‌گیری بیشتر از منابع طبیعی تجدیدشونده تعیین‌کننده است. اکنون پرسش فراوری ما این است که به‌جای ادامه شیوه‌های غارتگرانه‌ای که طبیعت را به‌نحوی خطرناک از منابع تهی و نظام‌های حامی زندگی را نابود می‌کند، چگونه می‌توان با ورود در معامله‌ای سودبخش با طبیعت، بر سرعت توسعه اجتماعی - اقتصادی افزود. اکنون زمان آن رسیده است که در قبال کوتاهی و بی‌تفاوتی خویش نسبت به طبیعت به جبران مافات پردازیم تا از این طریق برای نسل‌های آینده محیطی قابل زیست فراهم آید.

بحث و بررسی

در این پژوهش ما سه قانون فیزیک را به‌طور جداگانه شرح می‌دهیم و رابطه آن را با توسعه پایدار بیان می‌کنیم.

۱. قانون پایستگی انرژی

این قانون بیان می‌کند که: مقدار انرژی یک جسم همواره ثابت است مگر آنکه به آن جسم انرژی داده یا از آن انرژی گرفته شود.

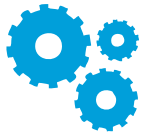
حال ببینیم چگونه این قانون می‌تواند محوری برای دستیابی به توسعه پایدار باشد. از آنجا که توسعه پایدار دارای سه مؤلفه (محیط‌زیست، اجتماع، اقتصاد) است هر کدام از این مؤلفه‌ها جایگزین عبارات قانون پایستگی انرژی قرار می‌گیرد. به این ترتیب که بخش اول قانون که شامل جمله «مقدار انرژی یک جسم همواره ثابت است» را منابع موجود در محیط‌زیست در نظر می‌گیریم. قسمت دوم قانون که شامل «دادن انرژی یا گرفتن انرژی» است را مربوط به مؤلفه‌های اقتصاد و اجتماع در نظر بگیریم ارتباط این دو موضوع با یکدیگر چنین است:

مقدار منابع طبیعی موجود در محیط‌زیست همواره ثابت است مگر اینکه این منابع، توسط انسان، برای داشتن رشد و توسعه اقتصادی مورد بهره‌برداری قرار گیرد. روشن است در صورتی که این منابع فقط از طبیعت گرفته شود و هیچ راه جایگزینی برای بازگرداندن آن‌ها به طبیعت نباشد به توسعه پایدار نخواهیم رسید. بنابراین اگر به میزان استفاده از منابع طبیعی راه‌کارهایی برای بازگرداندن آن‌ها به طبیعت در نظر داشته باشیم به توسعه پایدار محیط‌زیست دست خواهیم یافت.

پس قانون پایستگی انرژی در فیزیک می‌تواند رهنمودی برای رسیدن به توسعه پایدار باشد و ما آن را پایستگی توسعه پایدار می‌نامیم.

۲. قانون‌های نیوتون الف. قانون کنش و واکنش

هر کنشی با واکنش همراه است، توسعه پایدار نیز بر همین اساس است، یعنی کنش انسان (اجتماع) نسبت به محیط‌زیست با واکنش طبیعت در مقابل او همراه است. در صورت استفاده درست از منابع و بهره‌مندی اقتصادی کافی، نه بیش از اندازه، به طبیعت آسیب وارد نمی‌شود و توسعه پایدار برقرار می‌شود.



کشور ایران،
با توجه به
موقعیت
جغرافیایی
حساس خود،
اکنون در
مقطعی از تاریخ
و در مرحله‌ای
از توسعه قرار
گرفته است
که تحت هر
شرایطی باید
مقوله امنیت
غذایی و توسعه
پایدار را مورد
توجه جدی قرار
دهد

آینه ارسال پیام! کاربرد بازتابش و شکست نور در عملیات نجات!

جان کارلسون^۲

ترجمه سیدمهدی میرفتحی،
دانشجوی دکترای فیزیک، دانشگاه مازندران

اشاره

دانش آموزان در فیزیک سال اول دبیرستان ضمن درک مفهوم شکست و بازتابش نور، با گستره‌ای وسیع از کاربرد آینه‌ها و عدسی‌ها در کتاب درسی آشنا می‌شوند. آنچه در این مقاله ارائه شده، ارائه ابزاری ساده است که شاگردان با آن می‌توانند درک همزمانی از مفهوم شکست و بازتابش نور داشته باشند. مطرح کردن چنین ایده‌هایی در عین سادگی، با زیرکی خاص شاگرد را در بطن مفاهیم پرکاربرد فیزیکی قرار داده و احساس سرگرم کننده بودن مفاهیم فیزیکی را برای وی به ارمغان خواهد آورد.

کلیدواژه‌ها: بازتابش نور، شکست نور، آینه، عدسی

هنگام تدریس مفاهیم بازتابش و شکست نور ممکن است از شاگردان خود پرسیده باشید اگر در قایق نجاتی باشند، چگونه می‌توانند با استفاده از آینه ارسال پیام^۱، توجه هواپیمای نجات را به خود جلب کنند؟ همه قایق‌ها و کرجی‌های نجات در کنار سایر ذخایر پشتیبانی خود برای مواقع اضطراری، دارای آینه ارسال پیام هستند. اما این آینه‌ها چگونه کار می‌کنند؟ صرفاً استفاده از آینه تخت معمولی برای ارسال پیام عملی نیست، چرا که هیچ راهی برای اینکه مشخص کنید پرتو نور بازتابشی از آینه را به‌سوی هدف نشانه گرفته‌اید یا نه، وجود ندارد. در طراحی اولیه آینه ارسال پیام که در جنگ جهانی دوم مورد استفاده قرار گرفت (شکل ۱)، بر روی آینه به‌صورت یک علامت + از قسمت اندود شده آن آینه برداشته می‌شود. این کار اجازه عبور نور خورشید از آینه و سپس بازتابش آن از بدن فرد را می‌دهد. همین پرتوها با بازتابش مجدد از سطح پشت آینه به چشمان فرد ناظر و نگهدارنده آینه تابیده خواهند شد. بر طبق دستورالعمل نوشته‌شده در پشت نمونه قدیمی این آینه (شکل ۲)، فرد در این هنگام باید آینه را به‌گونه‌ای در دستش تکان دهد که نور عبوری از آینه سبب افتادن علامت + روی دستش گردد و پس از بازتابش از کف دست تصویر

لذا یکی از اصول توسعه پایدار این است که طبیعت تا اندازه‌ای می‌تواند آلودگی‌های تولید شده در محیط را از بین ببرد ولی اگر این میزان بیش از اندازه باشد طبیعت توانایی برگشت را ندارد. چنانکه در زندگی امروز می‌بینیم جوامع با بحران‌های آلودگی مواجه خواهند بود که عدم دستیابی به توسعه پایدار را دربر خواهد داشت. بنابراین این قانون فیزیک نیز در رسیدن به توسعه پایدار نقش مهمی ایفا می‌کند و آن را قانون کنش و واکنش پایدار می‌نامیم.

ب. در قانون دوم نیوتون می‌خوانیم: شتاب جسمی به جرم m با نیروی وارد بر آن رابطه مستقیم و با جرم آن رابطه عکس دارد.

$$a = \frac{F}{m}$$

در این قانون جسمی داریم که شتاب آن به نیروی واردآمده و جرم آن بستگی دارد، که با آن نیرو رابطه مستقیم و با جرم جسم رابطه عکس دارد. در تعمیم این قانون به توسعه پایدار باید بگوییم که میزان توسعه پایدار محیط زیست، به میزان منابع موجود در آن و میزان بهره‌برداری‌های به‌عمل آمده از آن بستگی دارد. این پایداری با میزان منابع موجود رابطه مستقیم و با میزان بهره‌برداری از آن رابطه عکس دارد. یعنی هرچه محیط زیست ما دارای منابع طبیعی بیشتر باشد امکان ادامه زندگی برای نسل‌های آینده فراهم‌تر است و توسعه پایدار بیشتر خواهد بود. در صورتی که بهره‌برداری‌های به‌عمل آمده انسان از این منابع بیشتر و بیشتر باشد، منابع کمتر شده و در نتیجه توسعه پایدار کم‌رنگ‌تر می‌شود و دیگر منابعی برای استفاده نسل‌های آینده موجود نخواهد بود. بنابراین می‌توانیم رابطه زیر را با توجه به قانون دوم نیوتون به‌دست آوریم.

میزان منابع موجود (منابع محیط زیست) = توسعه پایدار شتابدار
میزان بهره‌برداری (اجتماع و اقتصاد)

نتیجه‌گیری

علم می‌تواند راهگشای ما در توسعه پایدار باشد و تنها کار ما شاید برقراری ارتباط دادن آن‌ها با یکدیگر باشد. ما در این مقاله ارتباط سه قانون فیزیک را با توسعه پایدار تبیین کردیم. اول قانون پایستگی توسعه پایدار، دوم قانون کنش و واکنش پایدار و سوم قانون توسعه پایدار شتابدار. به امید روزی که مؤلفه‌های توسعه پایدار کاملاً هماهنگ و هم‌جهت شده و دایره توسعه پایدار کامل و جهانی شود. تفکر زیست‌محیطی زمین شاید بتواند بسیاری از آمال و آرزوهای بشری را تحقق بخشد اما این امر جز از طریق ترویج و نشر گسترده و مستمر فرهنگ زیست‌محیطی در میان اقشار مختلف جامعه امکان‌پذیر نیست. به هر حال دستیابی به مفهوم توسعه پایدار در کنار حفاظت از منابع طبیعی و محیط زیست، وظیفه خطیری است که بر عهده سازمان‌ها، نهادها، مسئولان و کلیه دست‌اندرکاران مسایل توسعه و محیط زیست گذاشته شده است. چنین وظیفه خطیری جدیت و تلاش همه‌جانبه‌ای می‌طلبد که باید بر آن همت گماشت. مسئله‌ای که ما امروز با آن درگیر هستیم فراموشی محیط زیست خودمان است که اگر در هر شکل این فراموشی را کنار بگذاریم به محیط زیست و ادامه زندگی خود و نسل‌های آینده خدمت کرده‌ایم.

منابع

۱. کریستوفر. جی. بارو. اصول و روش‌های مدیریت زیست‌محیطی. ترجمه مهرداد اندرودی. نشر کنگره، تهران ۱۳۸۰.
۲. میلر. جی. تی. زیستن در محیط زیست. ترجمه مجید مخوم. نشر دانشگاه تهران، تهران ۱۳۷۷.
3. <http://daneshnameh.roshd.ir/mavara/mavara-index.php?page=D8%A7%D9%86%D8%B1%DA%98%DB%8C&SSOReturnPage=Check&RandE%8C%D8%B2%DB%8C%DA%A9>
4. <http://fa.wikipedia.org/wiki/%D9%81%D8%B2%DB%8C%DA%A9>



تابش موازی با محور اصلی کره به سمت چشمه بازتابیده می‌شود. برای اینکه این رویداد به‌وقوع بپیوندد باید زاویه تابش در نقطه A در شکل ۳، دوبرابر زاویه شکست باشد. با کمی استدلال اپتیک (نورشناخت) هندسی می‌توان صحت این شرط را بررسی کرد. چون تابع سینوسی برای زاویه‌های

کوچک کاملاً خطی است $(\sin\theta \sim \tan\theta \sim \theta)$ ، بر طبق قانون اسنل داریم:

$$\frac{\sin(2\theta)}{\sin\theta} = 2$$

چندین سال است که مهره‌های شیشه‌ای بسیار کوچک با

ضریب شکست ۲ ساخته شده‌اند و در بسیاری از نقاشی‌های بازتابی و سایر پوشش‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. در مدل‌های جدید آینه ارسال پیام، ناظر به‌جای تنظیم تصویر + (مشابه مدل قدیمی)، صرفاً لکه‌ای روشن می‌بیند که ناشی از بازتابش نور خورشید از تعداد زیادی کره شیشه‌ای کوچک است. بخشی از این پرتوهای نور به‌خاطر بازتابش کلی از سطح داخلی جلوی آینه به سمت ناظر باز می‌تابند. در این حالت ناظر فقط با تنظیم ابزار برای افتادن لکه روشن روی نمای قابل مشاهده از هواپیمای نجات، می‌تواند از رسیدن نور به مقصد مطمئن باشد.

آن بر روی آینه دایره‌ای شکل در قسمت پشت آینه و رو به فرد قابل رؤیت باشد. (م: به‌گونه‌ای که تصویر نور عبوری از علامت + که روی دست شما افتاده است، در آینه کوچک دایره‌ای شکل ایجاد شده بر روی سطح کدر آینه و درست روی همان علامت + قابل مشاهده باشد). این روند تضمین می‌کند که راستای پرتوهای خورشیدی که بر دستان شما می‌تابد و راستای دید هواپیما از چشمان ناظر درست در سطح آینه با یکدیگر برخورد می‌کنند. چون زاویه بین این دو امتداد دوبرابر زاویه بازتابش است، نور خورشید بازتابیده شده از آینه، مستقیماً به هواپیمای نجات برخورد خواهد کرد.

پس از جنگ جهانی دوم با بهره از فناوری مهره شیشه‌ای طراحی این آینه‌ها متحول شد (شکل ۴). کره‌ای شیشه‌ای با ضریب شکست ۲ که قابلیت بازگرداندن نور به‌سوی چشمه‌اش را داشت به جای آینه کوچک دایره‌ای شکل پشت آینه مورد استفاده قرار گرفت. از این رویداد تحت عنوان اثر چشم گربه یاد می‌شود. با ترسیم ساده می‌توان نشان داد (شکل ۳) پرتو نور تابیده شده به سمت این کره شفاف که از نزدیک محور اصلی به آن برخورد می‌کند، آن سوی کره روی محور اصلی آن با بدنه آن برخورد می‌کند و درست در خلاف راستای پرتو

پی‌نوشت‌ها

1. The Signaling Mirror
2. John Carlson

۳. فناوری مهره شیشه‌ای: Glass Bead Technology
۴. در مهره شیشه‌ای نور تابیده شده پس از برخورد با سطح پستی مهره به همان نقطه تابش، بازتابیده خواهد شد.

منابع

1. The Physics Teacher, Vol. 52, September 2014, 374-375.

۲. ویدئویی از نحوه آموزش و عملکرد این ابزار ساده در جنگ جهانی دوم از سوی دولت آمریکا در نشانی زیر قابل مشاهده است:

<http://www.youtube.com/watch?v=vmnRrCVBaPO>

همچنین ویدئویی آموزشی از نحوه ساخت چنین آینه‌ای در نشانی زیر موجود است:

<http://www.youtube.com/watch?v=LTy-05Ci4-k>



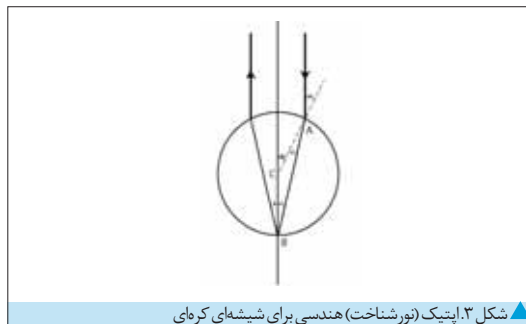
شکل ۲. نمای از سطح پشت آینه ارسال پیام مورد استفاده در جنگ جهانی دوم



شکل ۱. نمای جلویی از آینه ارسال پیام مورد استفاده در جنگ جهانی دوم



شکل ۴. نمای از آینه ارسال پیام جدید با استفاده از فناوری مهره شیشه‌ای



شکل ۳. اپتیک (نورشناخت) هندسی برای شیشه‌ای کره‌ای





رسانه‌های آموزشی و شیوه‌های نوین تدریس فیزیک

آزیتا سیدفدایی
دکترای آموزش فیزیک

چکیده

مقدمه

ایفای نقش فناوری در آموزش علوم باعث شده است تا فراگیری با سرعت زیادی وسعت یابد و رشد نوآوری در آموزش علوم و خصوصاً فیزیک با سرعتی بیشتر از عمر ما طی شود. بنابراین استفاده از شیوه‌هایی که منجر به یادگیری و کاربردی شدن علوم تجربی و یافتن مصداق‌های آن در زندگی باشد و باعث شود تا فرد با استفاده از فناوری روز بتواند در صورت نیاز به کسب دانش و اطلاعات بپردازد نیاز به طراحی و برنامه‌ریزی دارد. طراحی آموزشی برای دانش‌آموزان قرن بیست و یکم کار آسانی نیست، زیرا دانش‌آموزان امروز نسبت به دانش‌آموزان دیروز، از درس و مدرسه و آموزش انتظاراتی متفاوت دارند. عامل این انتظارات، تغییرات سریع اجتماعی، اقتصادی، سیاسی، فرهنگی و فناوری است که از زمان طفولیت بر شکل‌گیری شبکه‌های مغزی آنان اثر گذاشته است. از طرف دیگر مجهز بودن بسیاری از خانه‌ها به فناوری‌های جدید، نسبت به مدرسه‌ها، باعث می‌شود مغز کودکان نسبت به جذب همه چیزهای نو و پیچیده در دنیای امروز فعال باشد. وجود انواع اسباب‌بازی‌ها و ابزارهای سرگرمی چالش‌برانگیز در دسترس، دانش‌آموزان را به تفکر و یافتن راه‌حل مسئله‌های پیچیده ترغیب می‌کند و آنان را از پرداختن به انجام تکالیف تکراری و بی‌تنوع، در مدرسه باز می‌دارد و حوصله‌شان را از ساعت‌ها در مدرسه ماندن، سر می‌برد. آنان از نظر ذهنی، با مشکل یادگیری روبه‌رو نیستند، بلکه به دلیل غیر منعطف بودن برنامه‌های درسی مدرسه دچار بیزاری از یادگیری شده‌اند و برنامه‌های درسی رایج را مطابق با مغزها و ذهن‌های تغییر یافته خویش نمی‌یابند. نتایج پژوهش‌ها نشان می‌دهد که نزدیک

سال‌هاست که استفاده از فناوری در برنامه‌های درسی و آموزشی وارد شده است، به گونه‌ای که اکنون بسیاری از معلمان با اصطلاح فناوری آموزشی آشنا هستند. اما به محض اینکه از معلمان یا کارشناسان پرسیده شود که: به نظر شما فناوری آموزشی چیست؟ با پاسخ‌های بسیار متفاوت و حتی مبهمی مواجه می‌شویم. این ابهام موجب عدم استفاده مناسب از این امکانات وسیع که امروزه، به بیان متخصصان، مرکز ثقل طراحی آموزشی است می‌شود. داشتن تصور سخت‌افزاری صرف از فناوری آموزشی آن را در کنار آموزش قرار می‌دهد نه در متن آنکه سبب می‌شود برای تمامی رشته‌های مختلف فناوری آموزشی یکسان تعریف و تلقی شود. این مقاله پژوهشی به دنبال یافتن تعریفی مناسب از فناوری آموزشی در آموزش نوین فیزیک با توجه به نیازهای جامعه ایران است. به منظور بررسی و شناخت و طراحی استفاده از فناوری آموزشی در آموزش فیزیک، لازم است. نخست رسانه‌های آموزشی مورد نیاز در آموزش فیزیک بررسی و تعریف شوند. یافته‌های حاصل از این پژوهش عبارت است از: بیان تعریف مناسب از فناوری آموزشی در آموزش فیزیک، طراحی برنامه آموزشی نوین (نظری و عملی) فیزیک با استفاده از مواد فناورانه و رسانه‌های آموزشی. خروجی نهایی این تحقیق جدول پیشنهادی در تلفیق رسانه‌های آموزشی با روش‌های نوین تدریس فیزیک است.

کلیدواژه‌ها: آموزش فیزیک، فناوری آموزشی، رسانه‌های آموزشی (مواد فناورانه)

فناوری آموزشی در خدمت آموزش فیزیک

۱-۱. فناوری آموزشی چیست؟

تعاریف متفاوتی از فناوری آموزشی شده است که برخی از آن‌ها عبارت‌اند از:

- فرایندی پیچیده و تلفیقی شامل افراد، رویه‌ها، اندیشه‌ها، ابزارها و سازمان‌دهی آن‌ها، به‌منظور تحلیل مشکلات و تدبیر، اجرا، ارزشیابی و مدیریت راه‌حل‌هایی برای این مشکلات، در تمامی ابعاد یادگیری. [آی‌ئی‌سی‌تی، ۱۹۹۷]

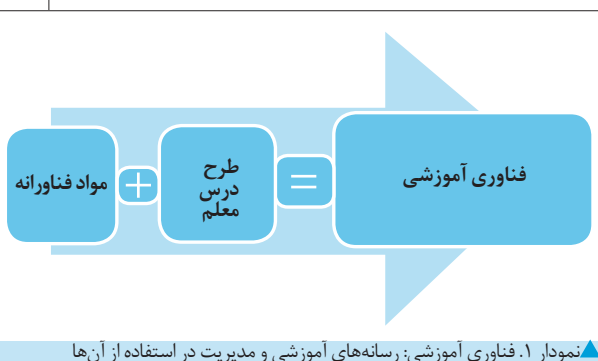
- مطالعه و عملکرد به‌منظور تسهیل و بهینه‌سازی یادگیری به‌وسیلهٔ ایجاد، کاربرد و مدیریت فرایندها و منابع فناورانه‌ای مناسب [آی‌ئی‌سی‌تی، ۲۰۰۶]

با توجه به آخرین تعاریف در این زمینه می‌توان گفت:

منابع فناورانه (مواد و رسانه‌های آموزشی) و مدیریت در استفاده از آن‌ها تلفیقی نوینی از فناوری آموزشی است.

به نیمی از افراد جامعه، در حس بینایی برتری دارند؛ نزدیک به یک‌پنجم آن‌ها از برتری حس شنوایی برخوردارند، یعنی از راه گوش بهتر یاد می‌گیرند. همچنین بیش از یک‌سوم دانش‌آموزان از راه لمسی و جنبشی بهتر یاد می‌گیرند. مدرسه‌های امروز باید از روش‌های چندحسی در آموزش بهره بگیرند و با استفاده از فناوری‌های روز، فرایند یاددهی - یادگیری را پیش ببرند. برنامهٔ درسی باید قابلیت این را داشته باشد تا دانش‌آموزان را برای کسب موفقیت در دنیای در حال تغییر و بهره‌گیری از فناوری‌های گوناگون و نو آماده کند. از این‌روست که طراحی آموزش فیزیک باید به‌طور مداوم بازبینی شود. برای تهیه و تدوین گونه‌ای در طراحی که این انتظارات را تا حد مطلوبی برآورده کند، باید نقش متفاوت مدرسه‌های امروز نسبت به مدارس دیروز را درک و نیازهای جوانان امروزی را بازنگری کرد.

رویارو شدن با تغییرات سریع و پیشرفت علوم و فناوری‌ها نباید منجر به خودباختگی و کاهش اعتمادبه‌نفس در انسان‌ها شود. برای پیشگیری از این خطر توجه به مفهوم «دهکدهٔ جهانی» و یکی شدن یافته‌های بشر از علوم، راهکاری است که از طریق استفاده از فناوری‌های نو امکان‌پذیر است. برای ایفای نقش در این کاروان علم باید با استفاده از فناوری روز به هم‌اندیشی پرداخت. در این راه، اولین گام، آشنایی با روش‌های نوین آموزش براساس فناوری روز در سایر نظام‌های آموزشی، و استفاده از امکانات و دیدگاه‌های بومی و منطقه‌ای گام بعدی است. استفاده از فناوری‌های نوین از سنین پایین با رسانه‌های آموزشی شروع می‌شود. رسانه‌های آموزشی تعریفی گسترده دارند که در این مقاله به آن می‌پردازیم و سپس چگونگی طراحی آموزش نوین فیزیک را با استفاده از این منظر پیشنهاد می‌کنیم. این مقاله تلاشی است برای یافتن افق‌های جدید در پل زدن بین دنیای جدید و آموزش فیزیک به‌گونه‌ای که نه تنها فناوری نوین مورد استفاده قرار می‌گیرد بلکه از تمامی امکانات موجود در محیط طبیعی و ساختهٔ دست بشر به‌شرط تدوین و مدیریت آموزشی آن‌ها در امر آموزش فیزیک می‌توان بهره برد.

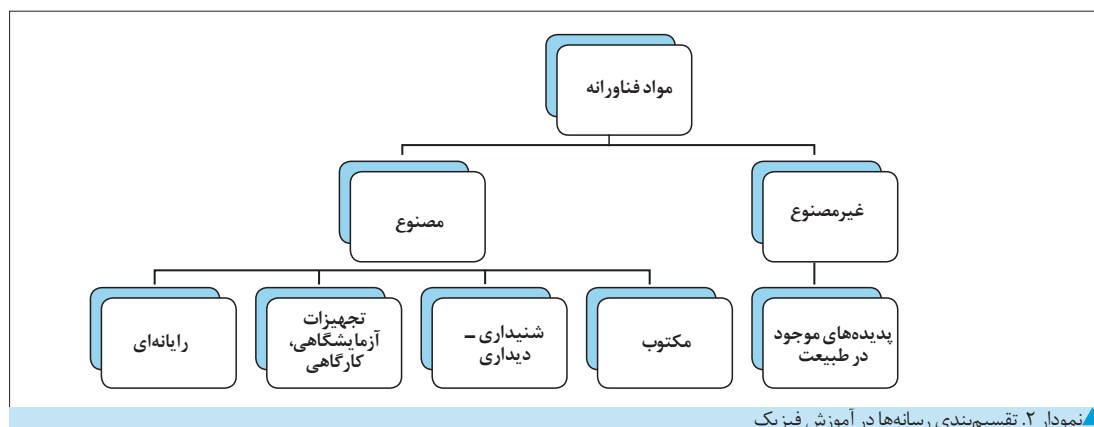


تمامی ابزارهایی که در آموزش می‌توانند به کار روند، به‌عنوان مواد رسانه‌های آموزشی و یا به عبارتی «منابع فناورانه‌ای» شناخته می‌شوند. این منابع شامل موارد زیر هستند:

۱. مواد رسانه‌ای غیرمصنوع (مانند آنچه در طبیعت یافت می‌شود شامل مشاهدهٔ پدیده‌های طبیعی و استفاده از آن‌ها در کلاس درس، سقوط یک جسم به روی زمین، خسوف و...)

۲. مواد و رسانه‌های مصنوع شامل:

الف. مواد و رسانه‌های مکتوب



۲. ب. مواد و رسانه‌های دیداری - شنیداری (غیرمکتوب)
 ۲. پ. وسایل و تجهیزات آزمایشگاهی و کارگاهی
 ۲. ت. موارد و رسانه‌های رایانه‌ای (نرم‌افزاری و شبکه‌ای)
 امروزه مواد فناورانه مکتوب و دیداری - شنیداری می‌توانند با رایانه ارائه شوند، از این‌روست که بسیاری از دست‌اندرکاران آموزشی، (فناوری آموزشی را مترادف با «فناوری رایانه‌ای» می‌دانند.
 فناوری آموزشی را می‌توان مدیریت در استفاده از «منابع فناورانه» تعریف کرد و باید در طرح درس معلم جایگاه ویژه‌ای به آن اختصاص یابد و توسط معلم مدیریت شود.
 در آموزش فیزیک نیز استفاده از فناوری آموزشی، برای تسهیل و تکمیل آموزش همزمان با فرایند یادگیری توصیه می‌شود.
 به‌عنوان مثال توجه خاص به استفاده از تجهیزات و وسایل آزمایشگاهی، همچنین مدیریت مواد فناورانه رایانه‌ای ضرورت دارد. نقش‌های چهارگانه زیر در زمینه کاربرد فناوری اطلاعات در مدارس قابل بررسی است.

جدول ۱. نقش‌های چهارگانه فناوری اطلاعات

رویکرد	اهداف
اول: ارتباط‌دهنده	برقراری ارتباط میان اطلاعات، معلم و دانش‌آموز کاهش محدودیت‌های زمانی و مکانی
دوم: هدایت‌کننده	دسترسی آسان به منابع جدید آموزشی دستیابی به مواد آموزشی با کیفیت بالاتر از پیش
سوم: تسهیل‌کننده	افزایش کیفیت یادگیری در دانش‌آموز تسهیل ارتباط میان مدیر دروس، معلم و دانش‌آموز
چهارم: ابزار طراحی و تولید	ایجاد مواد آموزشی تعاملی ایجاد مواد آموزشی با کیفیت بالا

۲-۱. رعایت اصول زیر در استفاده از فناوری آموزشی اهمیت دارد:
 - در آموزش هیچ‌گاه نباید حضور فناوری آنقدر پررنگ شود که حضور معلم غیرضروری تلقی شود، یا فناوری آموزشی جایگزین معلم گردد.
 - مواد فناورانه نباید معلم را از تفکر و اندیشه‌ورزی برای بهبود عملکرد خویش با اتکا به تدابیر شخصی باز دارد.
 - در شیوه‌های تدریس استفاده از مواد فناورانه‌ای مدنظر باشد.
 - به دستاوردها و تولیدات معلمان ارج نهاده شود.
 - سیاست‌گذاری‌های آموزشی بر تهیه، توزیع، آموزش و ارزشیابی از استفاده از منابع فناوری استوار گردد.
 - تنوع مواد، رسانه‌ها باید با توجه به تنوع موجود در جامعه از حیث فرهنگ و شرایط بومی و محلی لحاظ شود.
 - موازین روان‌شناختی و ویژگی‌های رشد عاطفی، شناختی

و همچنین قابلیت‌های مهارتی گروه سنی مخاطب، باید در طراحی و تولید مواد و رسانه‌ها مورد توجه قرار گیرد.
 - از مواد و رسانه‌های طبیعی استفاده شود.
 ۳-۱. روش‌های مناسب در به‌کارگیری مواد فناورانه:
 نتیجه پژوهش انجمن بین‌المللی ارزشیابی پیشرفت تحصیلی (۲۰۰۲-۱۹۹۹) نشان می‌دهد (جدول ۲) که به‌کارگیری فناوری رایانه نقش مهمی در آموزش دارد، در این نتیجه پژوهش گروهی، که حاصل تدبیر معلم در روش‌های فعال آموزشی است، رتبه اول، و یادگیری الکترونیکی، که به‌نوعی از برخورداری دانش‌آموزان از ارتباط رودررو با معلم محروم است، در رتبه چهاردهم قرار گرفته است.

جدول ۲. روش‌های ۲۳گانه تدریس در دوره متوسطه نظری

رتبه	گزینه‌ها
۱	پژوهش گروهی
۲	مرور و جست‌وجو در اینترنت
۳	آموزش از طریق صفحات وب
۴	نرم‌افزارهای تولید محتوای آموزشی چندرسانه‌ای
۵	برنامه‌های نمایش و ارائه اطلاعات
۶	شبیه‌سازی‌ها
۷	نرم‌افزارهای چندرسانه‌ای خودآموز
۸	گروه‌ها و انجمن‌های اینترنتی
۹	نرم‌افزارهای چندرسانه‌ای کمک معلم
۱۰	کتاب‌های الکترونیکی
۱۱	تابلوهای مباحثه
۱۲	پست الکترونیکی
۱۳	پژوهش انفرادی
۱۴	یادگیری الکترونیکی
۱۵	برنامه‌های مدیریت اطلاعات
۱۶	زبان‌های برنامه‌نویسی
۱۷	نرم‌افزارهای گرافیکی
۱۸	بازی‌های آموزشی
۱۹	بازی‌های ماجراجویانه
۲۰	واژه‌پرداز
۲۱	دایرةالمعارف
۲۲	نشر رومیزی
۲۳	طراحی به کمک رایانه

لازم به ذکر است که حضور در کنار معلم در کلاس درس، و یادگیری در فضای مدرسه دارای تأثیرات مثبت آموزشی است و تمامی ابزارهای ذکر شده در بالا هر کدام به تنهایی کافی نیستند و جایگاه و نقش خود را ایفا می‌کنند



اینترنت، شامل استفاده از پست الکترونیک، تالار گفتمان، وبلاگ نویسی و طراحی سایت های آموزشی و برقراری ارتباط آنلاین با معلمان که در مدرسه و یا شهر دیگری مشغول آموزش دادن هستند. کاربرد این ابزار نقش بسیار مهمی در آموزش دارد و از ارکان مهم در طراحی آموزش نوین است

۱-۵. برنامه های یادگیری: شبیه سازی ها - بازی های آموزشی

حسگرها و فناوری کنترل (بررسی تغییرات سریع و یا کند پدیده ها از طریق رایانه و اندازه گیری های دقیق): به عنوان مثال می توان به نرم افزارهایی که قابلیت ضبط صدا را دارند و می توانند به تحلیل آن بپردازند اشاره کرد. نقش این نرم افزارها در آموزش، تلفیق مفاهیم نظری مثل نسبت ها، ارتباط کمیت ها، نمودارها و فرمول ها با تجربه های طبیعی است. مثلاً در حرکت کندشونده توپ بر روی یک سطح افقی دارای اصطکاک، حسگر به توپ وصل می شود و با حرکت توپ، همزمان رایانه نمودار حرکت آن را رسم می کند و رابطه فیزیکی آن نوشته می شود. [۳]

مدل سازی و شبیه سازی (نرم افزارهایی که قادرند پدیده های طبیعی را برای بررسی به صورت بسیار ساده شبیه سازی کنند، همانند نرم افزارهایی که بر هم نهد دو موج را بررسی می کنند)

۳-۱-۵. برنامه های یاددهی: خودآموزها - تمرین و تکرار چند رسانه ای ها که ترکیبی از نوشته، صدا، انیمیشن، تصویر، فیلم و قابلیت انتخاب توسط کاربر هستند. این نرم افزارها را می توان از اینترنت دانلود کرد و در آموزش مفاهیم پیچیده فیزیک به کار برد.

اینترنت، شامل استفاده از پست الکترونیک، تالار گفتمان، وبلاگ نویسی و طراحی سایت های آموزشی و برقراری ارتباط آنلاین با معلمان که در مدرسه و یا شهر دیگری مشغول آموزش دادن هستند. کاربرد این ابزار نقش بسیار مهمی در آموزش دارد و از ارکان مهم در طراحی آموزش نوین است. با کاهش هزینه های مرتبط با آموزش و پرهیز از اتلاف وقت می توان از طریق مجازی نیازهای دانش آموزان را برطرف کرد.

لازم به ذکر است که حضور در کنار معلم در کلاس درس، و یادگیری در فضای مدرسه دارای تأثیرات مثبت آموزشی است و تمامی ابزارهای ذکر شده در بالا هر کدام به تنهایی کافی نیستند و جایگاه و نقش خود را ایفا می کنند. به گونه ای که از نظر متخصصان، بازی، تئاتر، نمایش شعرسرایی و استفاده از تلفن همراه و... نیز به عنوان ابزارهایی موفق در فناوری آموزشی قابل استفاده اند. [۴]

استفاده از فناوری های آموزشی در آموزش فیزیک، از طراحی کتاب درسی فیزیک شروع می شود. [۵] در واقع طراحی مفاهیم و مطالب و آزمایش های فیزیک و حتی ظاهر کتاب درسی، استفاده از نرم افزارها و اینترنت و فیلم های آموزشی و... همگی متأثر از فناوری های نوین آموزشی هستند. از این رو در طراحی کتاب درسی فیزیک و کتاب راهنمای معلم با استفاده از استانداردهای جهانی فناوری روز، جدول زیر پیشنهاد می شود:

با توجه به این جدول، می توان گفت که روش های تدریس مبتنی بر «مواد فناورانه ای رایانه ای» از اهمیت خاصی برخوردار است.

۴-۱. روش های پیشنهادی در انجام آزمایش ها و تجزیه کردن مفاهیم فیزیک

- مشاهده آزمایش ها و مفاهیم درس با استفاده از تجربیات دیگران، از طریق مشاهده فیلم ها و تصویرهای آموزشی روی سی دی - تجهیز مدارس - طراحی استفاده از فیلم های آموزشی آماده شده در کتاب درسی فیزیک؛

- آزمایشگاه مدرسه؛ از طریق تجهیز مدارس و تربیت نیروهای متخصص و طراحی ساعت مخصوص و طراحی آزمایش های مرتبط با درس در کتاب درسی فیزیک و تألیف کتاب راهنمای انجام آزمایش های فیزیک؛

- آزمایش در کلاس درس (آموزش معلمان در استفاده از وسایل آزمایشگاهی ساده برای ترغیب دانش آموزان به انجام آزمایش های فیزیک؛ شامل طراحی آزمایش های دمدستی مرتبط با درس در کتاب درسی فیزیک و تألیف کتاب راهنمای انجام آزمایش های ساده فیزیک در کلاس درس؛

- آزمایش در منزل، از طریق طراحی آزمایش های قابل انجام در منزل و مرتبط با درس در کتاب درسی فیزیک؛

- آزمایشگاه مجازی (از طریق طراحی وبسایت های آموزش فیزیک و سی دی های نرم افزار فیزیک و پیوند دادن به وبسایت های خارجی - از طریق تجهیز سایت مدارس و آموزش معلمان فیزیک و طراحی ساعت مخصوص و طراحی آزمایش های مجازی مرتبط با درس در کتاب درسی فیزیک و تألیف کتاب درسی فیزیک و تألیف کتاب راهنمای انجام آزمایش های مجازی فیزیک؛

۵-۱. استفاده از نرم افزارهای مفید، به منظور انتقال و پردازش مفهوم های فیزیک

انواع برنامه های آموزشی رایانه ای را می توان به طور خلاصه چنین بیان کرد:

۵-۱-۱. برنامه های ابزاری: واژه پردازها - پایگاه های داده صفحه های گسترده (تولید جدول های داده های تجربی، بررسی داده ها و جستجوی داده های موجود، رسم نمودار) مانند نرم افزار Word و Excel. کاربرد این نرم افزارها در تحلیل و نوشتن گزارش کار در آزمایش های فیزیک و طبقه بندی مفاهیم و تهیه نقشه های مفهومی و تهیه پوسترهای مفاهیم و... است.

پایگاه های داده ها (روش ذخیره سازی داده ها و مرتب کردن آن ها و رسم نمودار) مانند نرم افزار Access. این نرم افزار قابلیت طبقه بندی داده های به دست آمده در آزمایش های فیزیک را دارد و از آن برای رسم نمودار می توان استفاده کرد. کار با این نرم افزار برای مواردی است که تعداد داده ها زیاد است.

جدول ۳. طراحی استفاده از رسانه‌های آموزشی در آموزش فیزیک

ابزار آموزشی	فناوری یادگیری و آموزشی	ملاحظات	همراه
کتاب درسی و CD همراه	آزمایش‌های کتاب درسی	طراحی آزمایش‌هایی تا حد امکان با وسایل ساده	CD کتاب درسی
	تحقیق و پژوهش فراتر از کتاب درسی	معرفی مراکز پژوهشی منطقه‌ای	CD کتاب درسی
	فعالیت‌های دم‌دستی (hands on activities)	استفاده از مواد دورریختنی و آموزش صرفه‌جویی	CD کتاب درسی
	معرفی نمونه وب‌سایت	معرفی سایت‌های آموزشی ایرانی و بین‌المللی	CD کتاب درسی
	استفاده از تصویرها	بومی‌سازی با توجه به فرهنگ	CD کتاب درسی
	کاربرد نرم‌افزار در آموزش	صفحه‌های گسترده (تولید جدول‌های داده‌های تجربی، بررسی داده‌ها و جست‌وجوی داده‌های موجود، رسم نمودار)	CD کتاب درسی
		پایگاه‌های داده‌ها (روش ذخیره‌سازی داده‌ها و مرتب کردن آن‌ها و رسم نمودار)	
		حسگرها و فناوری کنترل (بررسی تغییرات سریع و یا کند پدیده‌ها از طریق رایانه و اندازه‌گیری‌های دقیق)	
		مدل‌سازی و شبیه‌سازی	
		چندرسانه‌ای‌ها (ترکیب واژگان گفتاری، متحرک‌سازی، ویدئو، چندرسانه‌ای‌های تعاملی)	
		اینترنت (پست الکترونیک، تالار گفت‌وگو، وبلاگ‌نویسی، طراحی سایت‌های آموزشی و آموزش مجازی الکترونیکی)	
		خلاصه‌سازی مفاهیم مهم درس در یک نمودار	
	نقشه مفهومی		
	کاربردهای فیزیک در زندگی	به‌منظور ایجاد انگیزه در یادگیری	CD کتاب درسی
	استفاده از بازی‌های متناسب با مفهوم‌های فیزیک	آموزش بازی‌های سنتی ایران و رعایت اصول علمی	CD کتاب درسی
	بازدید و معرفی مراکز علمی	معرفی مراکز پژوهشی منطقه‌ای	CD کتاب درسی
	سیر تاریخ علم فیزیک	به‌منظور معرفی سیر تکاملی فیزیک و روش‌های علمی	CD کتاب درسی
	دانشمندان مسلمان و ایرانی	به‌منظور شناساندن مفاخر ملی و دینی	CD کتاب درسی
کتاب راهنمای معلم و CD	روش‌های ایجاد انگیزه در تدریس، طرح درس (شامل استفاده از روش‌های آزمایشگاهی و دست‌سازه و نقشه‌های مفهومی و رایانه و فیلم و تصاویر و تحقیق و...)، اشاره به هدف‌های آموزشی، استفاده از مثال‌های کاربردی و کلیدی، و...		CD کتاب درسی
	فیلم آموزشی از نمونه تدریس معلمان نمونه در جشنواره الگوهای برتر تدریس فیزیک		CD کتاب معلم
	نمونه پرسش‌های ارزشیابی ورودی، میانی، پایانی از پژوهش‌ها		CD کتاب معلم
	روش استفاده از نرم‌افزارهای آموزشی فیزیک		CD کتاب معلم
	نمونه طرح درس مبتنی بر استفاده از رایانه، فیلم، تصویر		CD کتاب معلم
	معرفی همایش‌های کشوری در زمینه آموزش فیزیک		CD کتاب معلم
	معرفی مجله‌های تخصصی آموزش فیزیک		CD کتاب معلم
	نمونه طرح‌های معلمان و دانش‌آموزان در سطح بین‌المللی		CD کتاب معلم
	نمونه‌هایی از اقدام‌پژوهی و کاربرد فناوری آموزشی در کلاس فیزیک		CD کتاب معلم
	نمونه کاربرد انجام آزمایش		CD کتاب معلم

← منابع

۱. بدریان، عابد، (۱۳۸۸). آموزش شیمی (راهنما و شیوه‌های نوین آموزش شیمی در مدارس)، ۱۶۷-۱۹۶.
۲. نوروزی، معصومه؛ زندگی، فرامک و موسی مدنی، فریبرز، (۱۳۸۷)، رتبه‌بندی روش‌های کاربرد فناوری اطلاعات در فرایند یاددهی - یادگیری مدارس. فصلنامه علمی پژوهشی نوآوری‌های آموزشی شماره ۲۶، ۳۴-۹.
3. Llody H. (Nick) Cabot, Jr - Dr. Grover W. McDiar-mid - Transforming Teacher Knowledge: Modeling Instruction in Physics, <http://gradworks.umi.com/33/45/3345572.html>.
4. <http://modeling.asu.edu/>
- Arisona State University Website
5. Todd Bridgman, Hugh Willmott, (2006), Institutions and Technology: Frameworks for Understanding Organizational Change - The Case of a Major ICT Outsourcing Contract., The Journal of Applied Behavioral Science, 42: 110-126.
۶. برنامه درسی فیزیک کشور مالزی، ترجمه دکتر منیره رهبر

علی رضا حکیمی در یک نگاه

نگارش و ارائه ۳۵ مقاله علمی ترویجی و علمی پژوهشی در همایش‌های کشورهای و نشریه‌های ایرانی و جهانی، عضو هیئت مؤسس و شورای مرکزی انجمن علوم و ستاره‌شناسی استان دامغان (۱۳۸۹ خ.)، عضویت در هیئت تحریریه و شورای سردبیری نشریه ستاره‌شناسی «آسمان شب» (۱۳۸۹ خ.) تا ۱۳۹۱ خ.)، عضو پارلمان مجمع ملی جوانان کشور و حضور در فدراسیون رسانه‌ها و فناوری اطلاعات (۱۳۸۴ تا ۱۳۸۶ خ.)، عضویت در کمیته پیگیری و تدوین اساسنامه شبکه IT جوانان کشور (۱۳۸۳ تا ۱۳۸۵ خ.) و داور چهارمین همایش ملی فناوری اطلاعات و دانش، دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل در استان مازندران (۱۳۹۱ خ.) جلوه دیگری از کارهای علمی و مهندسی ایشان است.

نوشتنی است که مهندس حکیمی از دوران تحصیل خویش در مقطع دبیرستان به دانش ستاره‌شناسی و رصد آسمان علاقه‌مند بوده است و سرانجام پس از سال‌ها کوشایی و دانش‌اندوزی در انجمن ملی نجوم دامغان به عنوان عضو هیئت مؤسس و شورای مرکزی (۱۳۸۰ خ.) فعالیت داشته است. حکیمی، کار اجرایی رصدخانه را در «مرکز علوم و ستاره‌شناسی تهران» تجربه کرده است.

«بیایید صحبت را از رشته تحصیلی شما یعنی «مهندسی هوش مصنوعی» آغاز کنیم.

تقریباً در بیشتر منابعی که به چیستی هوش مصنوعی می‌پردازند، این پرسش در آغاز پرسیده می‌شود که هوش و هوشمندی چیست؟ این یک پرسش پیچیده است و البته پاسخ دقیقی ندارد، ولی می‌توان چند تعریف

علی رضا حکیمی در شهریور ۱۳۶۲ خ. در شهر کوبری دامغان استان سمنان زاده شده است. تحصیلات آموزش عمومی را در همان شهر سپری کرده است. در مهر ۱۳۸۰ خ. به رشته مهندسی معدن گرایش استخراج در دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود راه یافته است. پس از دانش آموختگی این رشته و برپایه توانمندی‌های شخصی خویش، در رشته مهندسی رایانه با گرایش «هوش مصنوعی» در واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی تهران ادامه تحصیل می‌دهد. در سال ۱۳۸۶ خ. با دفاع از پایان‌نامه تحصیلی خویش را با عنوان «پیش‌بینی رؤیت هلال و استخراج تقویم قمری بر پایه هوش مصنوعی» دانش آموخته می‌شود. این پایان‌نامه میان رشته‌ای به راهنمایی دکتر سعید ستایشی (دانشیار دانشکده مهندسی برق و رایانه دانشگاه صنعتی امیرکبیر) و به داوری استاد دکتر کارو لوکس (استاد دانشکده مهندسی برق و رایانه دانشگاه تهران، چهره ماندگار مهندسی کشور در ۱۳۸۵ خ. و نیز پدر هوش مصنوعی ایران) با درجه عالی گذرانده شده است. مهندس حکیمی، از شهریور ۱۳۹۲ خ. در مقطع دکتری مهندسی رایانه با گرایش هوش مصنوعی در دانشگاه اصفهان پذیرفته شده است.

افتخارات درخشانی چون دریافت مدال طلای انجمن انتقال نوآوری استرالیا (۱۳۸۷ خ.)، مدال نقره مسابقات و نمایشگاه بین‌المللی اختراعات کره جنوبی (۱۳۸۷ خ.)، مدال نقره و نیز مدال برنز در اولین المپیاد اختراعات استان سمنان (۱۳۸۸ خ.) و کسب رتبه دوم بخش فناوری و نوآوری در سومین جشنواره بین‌المللی رسانه‌های دیجیتال ایران (۱۳۸۸ خ.) و نیز ثبت ۱۰ اختراع ابزارها و دستگاه‌های الکترونیکی، مکانیکی و رایانه‌ای و عضویت در انجمن مخترعان کشور بخشی از کارنامه مهندسی حکیمی است.

علوم میان رشته‌ای، اقتضای عصر ما

گفت‌وشنیدی با
مهندس علی رضا حکیمی،
دانشجوی دوره دکترای
هوش مصنوعی

سیدحجت‌الحق حسینی

دکترای کیهان‌شناسی

با توجه به
پیشینه دانش
نجومی و تجربه
رصدی خود
از یک سو و
اهمیت مسئله
رؤیت هلال
ماه و تقویم
دینی از سوی
دیگر، از اواسط
سال ۱۳۸۵،
پروژه مقطع
کارشناسی
ارشد خود را در
رشته مهندسی
رایانه گرایش
هوش مصنوعی،
با عنوان
«طراحی سامانه
خبره پیش بینی
رؤیت هلال ماه»
انتخاب کردم

برای آن بازگو کرد مانند توانایی مواجهه با موقعیت‌های جدید یا توانایی حل مسائل و مشکلات. حالا با دانستن تعریفی از هوش و شناخت هوشمندی، می‌توانیم تعاریفی ساده از هوش مصنوعی بیان کنیم. هوش مصنوعی مطالعه سامانه‌هایی است که طوری عمل می‌کنند که به نظر هوشمند می‌رسند. در تعریفی دیگر، هوش مصنوعی، مطالعه سامانه‌هایی است که طوری عمل می‌کنند که به نظر هوشمند می‌رسند. در تعریفی دیگر، هوش مصنوعی، مطالعه روش‌هایی برای تبدیل رایانه به ماشینی گفته می‌شود که بتواند اعمال انجام‌شده توسط انسان را انجام دهد (با همان سطح هوشمندی). پس هر چیزی را که دارای هوشمندی باشد یک عامل هوشمند می‌نامیم. در واقع بیشتر تعاریف‌ها در این زمینه بر پایه چهار باور است: سامانه‌هایی که به‌طور منطقی فکر می‌کنند، سامانه‌هایی که به‌طور منطقی عمل می‌کنند، سامانه‌هایی که مانند انسان فکر می‌کنند و در نهایت سامانه‌هایی که مانند انسان عمل می‌کنند.

پژوهشگران هوش مصنوعی تلاش می‌کنند تا ماشین‌ها را به توانایی استدلال، منطق، تدبیر، یادگیری، ارتباط و ادراک مجهز کنند. پژوهش‌هایی که در هوش مصنوعی صورت می‌گیرد، ابزارها و دیدگاه‌های متنوعی از دانش از جمله علوم رایانه‌ای، روان‌شناسی، فلسفه، عصب‌شناسی، نمایش دانش (مطالعه چگونگی قرار دادن دانش در یک قالب (فرم) به گونه‌ای که رایانه بتواند آن را درک کند)، زبان‌شناسی، اقتصاد، نظریه کنترل، احتمال و منطق را به کار می‌گیرد. این پژوهش‌ها با زمینه‌هایی مانند روباتیک، داده کاوی و ریاضیات فازی نیز تا حد زیادی تعامل و همپوشانی دارد.

با وجود اینکه هوش مصنوعی از دانش‌های جدید است ولی برای مطالعه تاریخی آن باید به قبل از میلاد مسیح (ع) برگردیم! زمانی که ارسطو، تفکر عقلانی و استدلال منطقی را پایه‌ریزی کرد. ارسطو را می‌توان اولین کسی دانست که مجموعه دقیقی از قوانین حاکم بر بخش عقلانی ذهن را تدوین کرد. اولین تلاش‌ها در این زمینه پس از جنگ جهانی دوم آغاز شد و اصطلاح «هوش مصنوعی» اولین بار توسط جان مک کارتی در همایشی در دانشگاه دارتموث استفاده شد. از آن زمان تاکنون پژوهش‌ها و کارهای بزرگی در این زمینه انجام شده است و پیشرفت‌های زیادی به دست آمده است؛ همچنین پیش‌بینی می‌شود که در آینده نیز این روند ادامه پیدا کند.

*** پایان‌نامه کارشناسی ارشد شما، موضوعی میان‌رشته‌ای بین نجوم و هوش مصنوعی است. چیستی و چگونگی این پیوند از یک سو و رؤیت هلال ماه نو از سوی دیگر بر جذابیت کار شما افزوده است. رواج نرم‌افزارهای رایانه‌ای بسیار و البته کارآمد و ناکارآمد، نگاه پژوهنده اخترشناسی را عمق و گستردگی بخشیده است.**

*** بله با توجه به پیشرفت‌های بارزی که در زمینه علوم رایانه‌ای صورت گرفته است، نرم‌افزارهایی نیز جهت محاسبه مدارهای ماه، زمین و خورشید و زمان‌ها و وضعیت‌های گوناگون مه‌گرفت‌ها و خورگرفت‌ها و حتی گاهشماری انواع تقویم‌های جهانی، ملی و محلی عرضه شده است؛ اما به یاد داشته باشید که

تاکنون هیچ نرم‌افزاری نتوانسته است پیش‌بینی دقیقی درباره رؤیت هلال ماه و به پیروی از آن، به محاسبه درست تقویم هجری قمری برسد.

بر همین اساس، با توجه به پیشینه دانش نجومی و تجربه رصدی خود از یک سو و اهمیت مسئله رؤیت هلال ماه و تقویم دینی از سوی دیگر، از اواسط سال ۱۳۸۵، پروژه مقطع کارشناسی ارشد خود را در رشته مهندسی رایانه گرایش هوش مصنوعی، با عنوان «طراحی سامانه خبره پیش‌بینی رؤیت هلال ماه» انتخاب کردم. هدف از انجام این پروژه، ایجاد یک سامانه خبره (معیار هوشمند، نرم‌افزار هوشمند) جهت پیش‌بینی رؤیت هلال ماه بود که با دقت بالا، ابتدای هر ماه قمری را مشخص نماید تا مشکلاتی که به‌ویژه در سال‌های اخیر در محاسبه و اعلام تقویم هجری قمری به وجود می‌آید، تا حد امکان برطرف شود.

در راستای شکل‌گیری این سامانه خبره، که اولین پروژه میان‌رشته‌ای بین نجوم و هوش مصنوعی در ایران بوده است، نرم‌افزار هوشمند پیش‌بینی رؤیت هلال ماه و استخراج تقویم هجری قمری نیز پدید آمد که با تأیید علمی شورای عالی انفورماتیک کشور، با شماره ۶۱۵۸۶ به عنوان اختراع به ثبت رسیده است و تاکنون چندین مقاله در این باره، در همایش‌ها و نشریه‌های معتبر ایرانی و بین‌المللی در حوزه نجومی و رایانه‌ای ارائه و پذیرفته شده است. همچنین این نرم‌افزار، در سومین جشنواره بین‌المللی رسانه‌های دیجیتال ایران، در بخش فناوری و نوآوری، رتبه دوم را کسب کرد. کسب مدال نقره در مسابقات بین‌المللی اختراعات کره جنوبی، مدال طلای انجمن انتقال نوآوری استرالیا و مدال نقره اولین المپیاد اختراعات استان سمنان از دیگر افتخارات این نرم‌افزار به حساب می‌آید.

*** اهمیت این پروژه انجام شده بایستی در روش‌شناسی و پردازش محتوا باشد. تردیدی نیست که روشمندی، مبنای اعتباردهی و سنجش درستی پژوهش است. این موضوع یک نگاه راهبردی است. پردازش محتوا، یک راهکار و رهیافت برای رسیدن به معنای دستامدی پژوهش است.**

*** ببینید در این پژوهش سعی شده است که با شناخت روش‌های پیش‌بینی رؤیت هلال ماه در وضع مطلوب و موجود از یک سو و پردازش داده‌های آماری و داده‌کاوی رایانه‌ای از سوی دیگر، سامانه خبره‌ای جهت پیش‌بینی رؤیت‌پذیری هلال ماه و محاسبه تقویم قمری ارائه شود.

همراهی پایگاه داده‌ها و پایگاه دانش بزرگ و نیز بهره‌گیری از یکی از بهترین روش‌های هوشمند پیش‌بینی، یعنی ANFIS، نرم‌افزار یادشده را به عنوان جدیدترین و اولین معیار هوشمند پیش‌بینی رؤیت هلال ماه مطرح کرده است که با دقت بسیار بالایی چهار محدوده اصلی، سه محدوده بحرانی و یک محدوده بحرانی ویژه رؤیت هلال را پیش‌بینی می‌کند. بر همین اساس، معیار جدید آغاز فصل هوشمندی در حوزه پیش‌بینی رؤیت هلال ماه است.

در کل، این معیار جدید از سه جنبه دارای اهمیت است: بررسی علمی اهمیت و همبستگی متغیرهای پرکاربرد نسبت به یکدیگر، استفاده از بهترین مجموعه‌های ۲ تا ۶ متغیره در ساختار معیار و

استفاده از ANFIS، (یکی از ابزارهای قدرتمند هوش مصنوعی) و مدل سازی بسیار دقیق تر مسئله نسبت به سایر معیارها. در نهایت این پژوهش میان رشته‌ای نجوم و هوش مصنوعی، جلوه‌ای از توانایی‌های شبکه‌های عصبی، فازی (به‌ویژه ANFIS) را نشان می‌دهد و جایگاه و توانمندی‌های هوش مصنوعی در امر پژوهش‌های میان رشته‌ای را آشکار می‌کند.

*** در روزگار ما دانش‌های میان رشته‌ای و انجام پژوهش‌های این چنینی یک ضرورت انکارناپذیر است. در زمانه ما «منطق فازی» در شیوه اندیشیدن و دستاوردهای گوناگون فناورانه بسیار اثرگذار بوده است. «علوم شناختی» و «رفتارشناسی عصبی» پایه ادراک و احساس بشر برای دانش و صنعت شناخته شده است. گویی نوعی تازگی در معنا و معنای تازه در ذهنیت بشر چهره نشان می‌دهد.**

*** نزدیک یک سده است که در بیشتر دانشگاه‌های دنیا الگوی رشته‌مدار یا وابسته به رشته، حاکم شده است. مطابق این الگو، تأکید فزاینده‌ای بر تخصص و مزایای آن صورت می‌گیرد و تنها به متخصصان یا صاحب‌نظران یک رشته خاص اجازه داده می‌شود به پژوهش و ارائه نظریه در آن رشته بپردازند. در سال‌های اخیر، به دلیل پیچیدگی جوامع انسانی، گسترده‌گی مسائل و تنوع مصایب تجربه زیستی انسان، ناکارآمدی این الگو بیش از پیش آشکار شده است؛ این امر از مهم‌ترین انگیزه‌های رواج مطالعات بین رشته‌ای به‌شمار می‌آید. درک عمیق‌تر موضوع‌ها و شناخت بیشتر و کامل‌تر پدیده‌ها نیز انگیزه دیگر رواج این نوع نگاه‌های دانشی و پژوهش‌های کاربردی است. منظور از مطالعات میان رشته‌ای، فرایند درگیر شدن رشته‌های مختلف علمی در پاسخ‌گویی به یک پرسش، حل یک مسئله یا طرح موضوعی است که به علت پیچیدگی و وسعت زیاد آن، قابل طرح و بررسی با استفاده از یک رشته واحد نیست. در مطالعات میان رشته‌ای کارآمد از هر رشته علمی به‌عنوان یک منبع معتبر اطلاعاتی، به تناسب استفاده می‌شود؛ بنابراین چنین مطالعاتی، نه تنها با ترکیب اطلاعات به دانش جدیدی دست می‌یابند، بلکه درک کامل‌تری از شباهت‌ها و تفاوت‌های بین رشته‌ها نیز ایجاد می‌کنند. تفاوت در فرضیه‌ها، دیدگاه‌ها، روش‌ها، زبان و اصطلاحات فنی هر رشته و موانع شناختی در انسان‌ها از جمله مشکلاتی است که استفاده از مطالعات میان رشته‌ای را محدود می‌سازد؛ در واقع انجام این نوع مطالعات مستلزم صبر و شکیبایی و تحمل دیدگاه‌های مختلف از جانب پژوهشگران است.

به‌طور خلاصه و به تعبیر برخی از پژوهشگران، مطالعات میان رشته‌ای چنین تعریف می‌شوند؛ «مطالعات میان رشته‌ای عبارت است از فرایند پاسخ‌دادن به یک پرسش، حل یک مشکل و یا پرداختن به موضوعی که به دلیل گسترده‌گی و پیچیدگی زیاد قابل طرح در یک رشته تخصصی یا علمی مشخصی نیست». البته برای روشن شدن مفهوم میان رشته‌ای، لازم است به تفاوت بین این مفهوم و سایر مفاهیم همانند توجه کنیم. معمولاً اصطلاح میان رشته‌ای با اصطلاحات دیگری نظیر چندرشته‌ای یا فرارشته‌ای در هم آمیخته می‌شود؛ به گونه‌ای که فرق گذاشتن بین آن‌ها مشکل می‌شود. واقعیت آن است که

باید بین رویکردهای مختلف در مطالعات تفاوت قائل شد. این رویکردها که شامل سطوح مختلف تحلیل هستند عبارت‌اند از: درون رشته‌ای، رشته‌ای متقاطع، چندرشته‌ای، میان رشته‌ای و فرارشته‌ای.

پژوهش‌های درون رشته‌ای، پژوهش‌هایی هستند که با استفاده از یک رشته علمی واحد انجام می‌گیرند. مطالعه ساختار یک سلول توسط پژوهشگر زیست‌شناسی نمونه‌ای از یک تحلیل درون رشته‌ای است. پژوهش‌های رشته‌ای متقاطع، که به آن رویکرد گذر از رشته نیز می‌گویند، شامل فعالیتی است که در آن به یک رشته علمی با استفاده از دیدگاه‌های یک رشته دیگر توجه می‌شود؛ برای مثال، از اصول فیزیک برای درک صوت‌شناسی موسیقی استفاده می‌کنند. پژوهش‌های چندرشته‌ای، با استفاده از دانش موجود در چندین رشته انجام می‌شوند که هر کدام چشم‌انداز متفاوتی به موضوع دارند؛ مانند مطالعات زنان که متکی بر تحلیل چندرشته‌ای است و در آن دانشجویان دروس مختلفی مثل انگلیسی، جامعه‌شناسی، تاریخ و... را از رشته‌های مختلف انتخاب می‌کنند. پژوهش‌های فرارشته‌ای نیز به یکپارچه‌سازی چارچوب‌های عقلی، و رای چشم‌اندازهای رشته‌ای اشاره دارند. این تحلیل با پرسش‌های فلسفی مرتبط با ماهیت واقعیت و ماهیت نظام‌های دانشی و رای رشته‌ها سروکار دارد.

پژوهش میان رشته‌ای مستلزم یکپارچه‌سازی دانش حاصل از رشته‌های مختلف علمی در مورد موضوع است. دانش، مفاهیم، ابزارها و قواعد تحقیقاتی هر رشته به گونه‌ای در نظر گرفته شده و مقایسه و ترکیب می‌شوند که درک حاصله بزرگ‌تر از مجموع اجزا باشد. البته تمرکز بر یکپارچه‌سازی نباید به این معنا حساب شود که یک تحلیل میان رشته‌ای همیشه به یک راه حل قطعی و مستحکم ختم می‌شود که در آن تمام تعارضات بین رشته‌های مختلف حل شده است. با وجود آنکه انجام یک تحقیق میان رشته‌ای توأم با تناقض و جدال بین رشته‌هاست، این تناقض و تنش بین رشته‌ها بیانگر یک پژوهش میان رشته‌ای است و سبب درک کامل‌تر موضوع می‌شود و به خلق دانش جدیدی منتهی می‌گردد.

در رشته‌های دانشگاهی میان رشته‌ای، به مفاهیم، مبادی یا موضوع‌های کلی و اصول مشترک بین دو یا چند رشته توجه می‌شود. همچنین، به‌طور آگاهانه از روش، زبان و دانش سازمان یافته چند حیطه از دانش برای بررسی موضوع‌ها و مبادی مشترک استفاده می‌شود و در عین حال، کاربردها و جلوه‌های متنوع یک موضوع واحد از دیدگاه رشته‌های گوناگون بررسی می‌شود.

در حال حاضر، هوش مصنوعی، علوم شناختی، زیست‌سنجی، مهندسی پزشکی، روباتیک و مکاترونیک، چند گروه از رشته‌های میان رشته‌ای هستند که در دانشگاه جایگاه خاص خود را پیدا کرده‌اند.

*** اگرچه خاستگاه «هوش مصنوعی» ذهن انسان است اما، درخواست انسان و دانش‌های تجربی از جای دیگر و دریافت‌های دیگری است.**

*** هوش مصنوعی را باید عرصه پهنای تلاقی و دیدار بسیاری

پژوهش
میان رشته‌ای
مستلزم
یکپارچه‌سازی
دانش حاصل
از رشته‌های
مختلف
علمی در
مورد موضوع
است. دانش،
مفاهیم،
ابزارها
و قواعد
تحقیقاتی هر
رشته به گونه‌ای
در نظر گرفته
شده و مقایسه
و ترکیب
می‌شوند که
درک حاصله
بزرگ‌تر از
مجموع اجزا
باشد

از دانش‌ها و فنون قدیم و جدید دانست. ریشه‌ها و ایده‌های اصلی آن را باید در فلسفه، زبان‌شناسی، ریاضیات، روان‌شناسی، عصب‌شناسی و... نشان گرفت و شاخه‌های فرعی و کاربردهای گوناگون و فراوان آن را در علوم رایانه‌ای، علوم فنی و مهندسی، علوم ژنتیک، زیست‌شناسی و پزشکی، علوم ارتباطات و زمینه‌های بسیار دیگر جست‌وجو کرد.

* غیر از هوش مصنوعی، چه موضوع میان‌رشته‌ای دیگری برای شما ارزشمند بوده است یا به آن پرداخته‌اید؟

*** «علوم شناختی». علوم شناختی همیشه برای من جالب بوده است. دلیل آن، گستردگی مفاهیم و رشته‌های مرتبط با آن و همچنین ارتباط نزدیک آن با هوش مصنوعی است. علوم شناختی، پروژه‌ای در حال پیشرفت است که از دهه ۱۹۵۰ م. آغاز شده و نام «علوم شناختی» در ۱۹۷۳ م. به آن داده شده است. این شاخه از علم هنوز در ابتدای راه قرار دارد و افق‌های بسیاری برای گسترش و پژوهش دارد.

در یک تعریف ساده، علوم شناختی مطالعه علمی ذهن انسان است. در این تعریف منظور از ذهن مجموع هر آنچه که نمودهای هوشمندی و آگاهی هستند مانند تفکر، ادراک، حافظه، احساس، استدلال و نیز تمام روندهای ناآگاهانه شناختی است. گاهی علوم شناختی را به صورت «مطالعه علمی شناخت» نیز تعریف می‌کنند و شناخت را مجموع حالت‌ها و فرایندهای روانی مانند تفکر، استدلال، درک و تولید زبان، دریافت حواس پنجگانه، آموزش، آگاهی، احساسات و... در نظر می‌گیرند. به‌طور کلی پرسش‌هایی مانند اینکه ذهن چگونه کار می‌کند یا مغز چگونه هوشمندی را ایجاد می‌کند، از جمله پرسش‌هایی هستند که در این شاخه علمی بررسی می‌شوند. از نگاه دیگر، علوم شناختی یک «علم» است و بنابراین با روش‌ها و معیارهای علمی سروکار دارد. مهم‌ترین اصل این علم آن است که «ذهن را می‌توان به‌طور علمی فهمید». همین امر سبب می‌شود که علوم شناختی یک رویکرد مادی‌گرایانه از جنس علوم دقیقه (مانند فیزیک، شیمی و...) و نه ارزشی به ذهن باشد.

در نهایت، علوم شناختی یک میان‌رشته است و شاخه‌های روان‌شناسی، علوم عصبی، علوم رایانه‌ای، انسان‌شناسی، زبان‌شناسی، فلسفه و... را در برمی‌گیرد. روشن است که این علوم در کنار ذهن، به موضوع‌های دیگری نیز می‌پردازند. بنابراین آن بخش از این علوم که به نوعی به موضوع علوم شناختی بپردازند جزو علوم شناختی به‌شمار می‌آید. برای نمونه در مورد علوم رایانه‌ای، پژوهشگرانی را که در حوزه هوش مصنوعی کار می‌کنند، می‌توان پژوهشگران شناختی دانست.

* جایگاه پژوهش‌های میان‌رشته‌ای در کشور عزیز ما، چگونه است؟ آیا روی‌آوری دیده می‌شود؟

*** در حال حاضر تلاش‌های ارزشمندی در ایران به‌منظور توسعه مطالعات میان‌رشته‌ای جدید صورت گرفته است. تقریباً در همه دانشگاه‌های مهم کشور گام‌هایی در این زمینه برداشته شده است. موضوع‌های مطالعاتی و پژوهش‌های مهمی در زمینه هوش مصنوعی، حیات مصنوعی و تشخیص زود هنگام انواع سرطان‌ها، همچنین ارتقای کیفیت تصویربرداری‌های پزشکی با

روش‌های نوین هوش مصنوعی در ایران و در دانشکده‌های فنی، در سطح‌های کارشناسی ارشد و دکترا دنبال می‌شود.

* از پروژه‌های دانشی و فناورانه دیگری تان در حوزه میان‌رشته‌ای نجوم و هوش مصنوعی برایمان بگویید!

*** حقیقت آن است که هوش مصنوعی ابزارهای قدرتمند و متنوعی در اختیار دارد که بارها و بارها جهت حل مسائل پیچیده از آن‌ها استفاده شده است. گروهی از این ابزارها، توانایی مدل‌سازی مسائلی با درجات بالای پیچیدگی را دارند. از میان این ابزارها (الگوریتم‌ها) من به شبکه‌های عصبی مصنوعی و سامانه‌های فازی علاقه بیشتری دارم.

در سال ۱۳۹۰ خ. با همراهی استادم آقای دکتر ستایشی، پروژه میان‌رشته‌ای دیگری را بین نجوم و هوش مصنوعی به انجام رساندیم. نتایج این پژوهش در قالب چند مقاله منتشر شده است که مهم‌ترین آن‌ها در نشریه نمایه شده بین‌المللی ماهنامه انجمن سلطنتی نجوم انگلستان به چاپ رسیده است. در این مقاله، با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی، مدل هوشمندی برای مقادیر ΔT (تغییرات حرکت وضعی زمین و تغییرات در طول شبانه‌روز) در بازه زمانی ۱۶۲۰ تا ۲۰۱۰ ارائه شده است. جهت به‌دست آوردن مدل هوشمند، در ابتدا مقادیر ΔT در بازه زمانی گفته شده از منابع معتبر علمی استخراج شد. در مرحله بعد با آزمایش‌های فراوان، تعداد نورون‌ها و تابع خروجی هر لایه انتخاب شد. سرانجام با انجام آزمون‌های مختلف، مدل به‌دست آمده بهینه شد. مدل جدید ارائه شده، دقیق‌ترین مدل در زمان حال است که تمامی محدوده مقادیر ΔT در دوران تلسکوپی را تحت پوشش خود قرار داده است. حداکثر خطای مدل جدید، در حدود نیم‌ثانیه زمانی و مربوط به سال ۱۶۵۹ است. بر همین اساس، پیشینه مقدار عدم قطعیت در محاسبات این مدل، مربوط به همین سال و در حدود ۸،۲۷۱ ثانیه کمانی جابه‌جایی در طول جغرافیایی است. این مدل هوشمند ارائه شده، گوشه دیگری از توانایی‌های ابزارهای هوش مصنوعی در حوزه نجوم است.

سومین پروژه میان‌رشته‌ای دیگری که باز در حوزه نجوم و هوش مصنوعی بود در سال ۱۳۹۱ خ. انجام شد. نتایج این پژوهش به‌صورت مقاله، در اولین همایش مرزهای فیزیک محاسباتی در ایالت کلرادو آمریکا پذیرفته شد. در این مقاله مدل هوشمندی بر پایه شبکه عصبی، فازی تطبیقی ارائه شد که می‌تواند مجموع انرژی آزاد شده توسط زمین‌لرزه‌ها را در هر سال پیش‌بینی کند. جهت ایجاد پایگاه داده مسئله، اطلاعات حدود ۷۰۰۰ زمین‌لرزه از قدر ۵ و بیشتر، در طی سال‌های ۱۹۰۰ تا ۲۰۱۱ گردآوری شد و انرژی هر یک از آن‌ها محاسبه شد. الگوی یاد شده با سه متغیر ورودی و ده تابع تعلق فازی از نوع گاوسی برای هر متغیر ورودی، دارای ۱۰۰۰ قاعده فازی است. این مدل، دقتی در حدود ۹۸،۳۴ درصد داشته و انرژی آزاد شده توسط زمین‌لرزه‌ها در سال ۲۰۱۲ را به مقدار ۱۳۹۰ پتاژول پیش‌بینی کرده است. براساس این پژوهش، هیچ زمین‌لرزه‌ای به بزرگی ۹ ریشتر و بیشتر در سال ۲۰۱۲ رخ نخواهد داد. همچنین وقوع یک مورد زمین‌لرزه با بزرگی ۸ تا



**نرم افزار هوشمند
پیش بینی رؤیت
هلال ماه و
استخراج تقویم
هجری قمری،
در واقع همان
خروجی پروژه
کارشناسی ارشد
اینجانب است
که پیش تر اشاره
شد. در مورد دو
اختراع جدیدتر
مختصری
روشنگری
می کنم**

نرم افزار هوشمند پیش بینی رؤیت هلال ماه و استخراج تقویم هجری قمری (۱۳۸۸)، سلول مولد الکتروسیته جیوه ای (۱۳۸۷)، دستگاه تراز کننده اتوماتیک با استفاده از حسگر خطی جیوه ای (۱۳۸۷)، تراز الکترونیکی با حسگر ابداعی جیوه ای (۱۳۸۷)، دماسنج دیجیتال با حسگر ابداعی جیوه ای (۱۳۸۷)، کلید گرمایی الکترونیکی - جیوه ای (۱۳۸۷)

هفت مورد از این اختراعات با استفاده از قانون ظروف به هم مرتبط، خواص مایع بودن جیوه در دمای محیط و رسانایی جیوه و همچنین خواص مقاومت الکتریکی ابداع شده اند. نرم افزار هوشمند پیش بینی رؤیت هلال ماه و استخراج تقویم هجری قمری، در واقع همان خروجی پروژه کارشناسی ارشد اینجانب است که پیش تر اشاره شد. در مورد دو اختراع جدیدتر مختصری روشنگری می کنم.

یکی، شیب سنج دیجیتالی با حسگر ابداعی آونگ خطی؛ امروزه از انواع مختلفی از ترازها و شیب سنج ها در فناوری استفاده می شود که هر یک ساختار، حجم، دقت، محدودیت استفاده و کاربرد خود را دارد. شیب سنج دیجیتال با حسگر ابداعی آونگ خطی دستگاهی است که با سادگی ساختار و دقت بسیار، زاویه و جهت شیب را به صورت خطی نمایش می دهد. در این طرح، یک پتانسیومتر حساس، که به محور پایینی یک آونگ دومحوره متصل شده است، میزان زاویه خطی سطح مورد نظر را می سنجد. از این طرح می توان در تمامی کاربردهای صنعتی و غیرصنعتی که تاکنون از حسگرهای دیجیتال استفاده می شده، استفاده کرد. نکته قابل توجه اینکه دقت بالا، هزینه کم و ساختار ساده این طرح، آن را از سایر نمونه های موجود متمایز می سازد. همچنین از این دستگاه در مناطقی که حسگرهای دیجیتال محدودیت استفاده دارند (مثل مکان هایی با رطوبت بالا، گرد و غبار فراوان، امواج الکترومغناطیسی و...) می توان بهره برد.

و دیگری، سامانه هوشمند چراغ نور بالای اتومبیل؛ امروزه تمامی اتومبیل ها، مجهز به دو نوع چراغ اصلی برای حرکت در شب هستند. این دو نوع چراغ اصلی با نام های «نور بالا» و «نور پایین» شناخته می شوند. استفاده ناصحیح از چراغ نور بالای اتومبیل ها، یکی از دلایل بروز تصادف های شدید جاده ای در شب است. سامانه هوشمند چراغ نور بالای اتومبیل دستگاهی است که به سادگی و با کنترل هوشمندانه چراغ نور بالای اتومبیل ها، بدون دخالت عامل انسانی، احتمال وقوع این تصادف ها را کاهش می دهد. این دستگاه، در صورت فعال بودن چراغ نور بالای اتومبیل، فعال شده و حسگر تقویت شده آن، اتومبیل در حال تردد از سمت مقابل را شناسایی می کند. بلافاصله بعد از شناسایی خودروی عبوری، چراغ نور بالا با چراغ نور پایین تعویض می شود. به محض عبور اتومبیل سمت مقابل، مجدداً چراغ نور بالا فعال می شود. دستگاه فوق توانسته است لوح تقدیر معاونت محترم زیرا راه را نیز از آن خود کند.

*** از شما برای وقتی که گذاشتید و با گشاده رویی پاسخ گویی کردید، بسیار سپاسگزارم. تداوم توفیق و بهروزی برایتان از خداوند خواهانم.**

۸،۹ ریشتر در این سال قطعی است.

*** آیا داده کاوی هم جزء پژوهش های میان رشته ای به شمار می آید؟**

*** بله. ریشه های داده کاوی در میان سه خانواده از علوم قابل ردیابی و پیگیری است. مهم ترین این خانواده ها، آمار کلاسیک است. بدون آمار، هیچ داده کاوی وجود نخواهد داشت؛ به طوری که آمار، پایه بیشتر فناوری هایی است که داده کاوی بر روی آن ها بنا می شود. آمار کلاسیک مفاهیمی مانند تحلیل رگرسیون، توزیع استاندارد، انحراف استاندارد، واریانس، تحلیل خوشه و فاصله های اطمینان را که همه این موارد برای مطالعه داده و ارتباط بین داده هاست، در بر می گیرد. مطمئناً تحلیل آماری کلاسیک، نقش اساسی در روش های داده کاوی ایفا می کند.

دومین خانواده ای که داده کاوی به آن تعلق دارد هوش مصنوعی است. هوش مصنوعی که بر پایه روش های ابتکاری است و با آمار ضدیت دارد، تلاش می کند تا فرایندی مانند فکر انسان را برای حل مسائل آماری به کار گیرد. چون این رویکرد نیاز به توان محاسباتی بالایی دارد، تا اوایل دهه ۱۹۸۰ م. عملی نشد. در واقع نیاز به استفاده از رایانه های بزرگ و نبود آن در اختیار همه پژوهشگران باعث شد تا همه افراد نتوانند از روش های ارائه شده استفاده کنند. اگرچه در آن زمان هوش مصنوعی کاربردهای کمی را در حوزه های علمی و نظارتی پیدا کرد ولی در حال حاضر توسعه زیادی در بسیاری از زمینه ها یافته است.

سومین خانواده داده کاوی، یادگیری ماشین است که به مفهوم دقیق تر، اجتماعی از آمار و هوش مصنوعی است. در شرایطی که هوش مصنوعی نتوانست در ابتدا موفقیت تجاری کسب کند، یادگیری ماشین در بسیاری از موارد جایگزین آن شد. از یادگیری ماشین به عنوان تحول هوش مصنوعی یاد شده است، چون مخلوطی از روش های ابتکاری هوش مصنوعی به همراه تحلیل آماری پیشرفته است. یادگیری ماشین اجازه می دهد تا برنامه های رایانه ای در مورد داده ای که آن ها مطالعه می کنند، مانند برنامه هایی که تصمیم های متفاوتی بر مبنای کیفیت داده مطالعه شده می گیرند، یادگیری داشته باشند و برای مفاهیم پایه ای آن از آمار استفاده می کنند و از الگوریتم ها و روش های ابتکاری هوش مصنوعی را برای رسیدن به هدف بهره می گیرند. داده کاوی در بسیاری از جهات، سازگاری روش یادگیری ماشین با کاربردهای تجاری است. بهترین توصیف از داده کاوی به وسیله اجتماع آمار، هوش مصنوعی و یادگیری ماشین به دست می آید. سپس این روش با کمک یکدیگر، برای مطالعه داده و پیدا کردن الگوهای نهفته در آن ها مورد استفاده قرار می گیرند.

*** ده اختراع ثبت شده در طول دو سال (۱۳۸۷ تا ۱۳۸۹)، عضویت در انجمن مخترعان کشور و دریافت مدال های طلا و نقره جهانی و ملی، برگ زرین افتخارات مهندسی و فناوریانه شماست. خواهشمندم برایمان از اختراع های خودتان بگویید.**

*** چشم. شیب سنج دیجیتالی با حسگر ابداعی آونگ خطی (۱۳۸۹)، سامانه هوشمند چراغ نور بالای اتومبیل (۱۳۸۸)،



آموزش فیزیک بیم‌ها و امیدها

لیلا سادات مؤمنی
آموزش و پرورش ناحیه ۲ اراک

چکیده

این مقاله با هدف شناسایی عوامل نگران‌کننده و امیدوارکننده آموزش فیزیک در مدارس به رشته تحریر درآمد تا در نهایت بتواند به راه‌کارهای برون‌رفت از نگرانی‌های آموزش فیزیک دست یابد. این بررسی به روش اسنادی انجام گرفت و در این ارتباط تجارب نوین آموزش فیزیک در برخی از کشورها نیز پرداخته شده، ضمناً پیشنهادهای کاربردی به دست‌اندرکاران آموزش فیزیک در آموزش و پرورش ارائه گردید. مهم‌ترین نتایج به‌دست آمده به‌شرح زیر است: عوامل نگران‌کننده آموزش فیزیک عبارت‌اند از: افزایش گرایش دانش‌آموزان به کتاب‌های کنکوری، گرایش برخی معلمان به ارزشیابی تستی، عدم توجه به آموزش فیزیک برای زندگی، گنجاندن حجم زیاد مطالب در کتاب‌های فیزیک و عمق کم در یادگیری، عوامل امیدوارکننده آموزش فیزیک عبارت‌اند از: پیدایش نرم‌افزارهای آزمایشگاه فیزیک مجازی، آغاز هوشمندسازی مدارس، برگزاری مسابقات علمی فیزیک از جمله المپیادها، تأسیس انجمن علمی فیزیک ایران، انتشار گسترده مجله رشد فیزیک، تأسیس پژوهش‌سراها با گرایش فعالیت‌های فیزیک، قابل ذکر است پیشنهادهای کاربردی جهت بهینه‌سازی آموزش فیزیک در مدارس در پایان مقاله ارائه شده است.

کلیدواژه‌ها: فیزیک، آزمایشگاه مجازی، بیم‌ها و امیدها، هوشمندسازی مدارس

مقدمه

علم فیزیک رفتار و برهم‌کنش‌های ساده و انرژی را مطالعه می‌کند. مفاهیم بنیادی پدیده‌های طبیعی تحت عنوان قوانین فیزیک مطرح می‌شوند. این قوانین به کمک علوم ریاضی فرمول‌بندی می‌شوند، به‌طوری که قوانین فیزیک و رابطه‌های

ریاضی با هم سازگار و مکمل هم هستند (استنبرگ، ۳۸:۲۰۰). فیزیک یکی از مواد درسی در حوزه علوم پایه به‌شمار می‌رود که قدمت آن به آغاز تمدن بشری بازمی‌گردد. روزی که بشر مس را ذوب کرد تا از آن ابزار زندگی بسازد، هرگز فکر نمی‌کرد همین مس در ساخت دستگاه‌های دیجیتالی به کار خواهد رفت و زندگی بشر را متحول خواهد ساخت. کاربرد فیزیک در زندگی بسیار فراوان است، به‌طوری که نمونه‌های آن را می‌توان از جوش آمدن آب در کتری تا امواج الکترومغناطیسی ماهواره‌ها برشمرد. همین همبستگی علم فیزیک با زندگی بشری است که در دوران کنونی شعار «آموزش فیزیک برای زندگی» را مطرح کرده است. تحولات پرشتاب فناوری از یک سو، انفجار دانش و افزایش لحظه‌به‌لحظه علوم و فنون و تجارب بشری از سوی دیگر نظام‌های آموزشی را تحت تأثیر قرار داده است. در گذشته فیزیک با گچ و تخته‌سیاه آموزش داده می‌شد و اکنون آموزش آن در مدارس هوشمند و یا در اتاق نجوم، سمعی و بصری، فناوری اطلاعات، امکان‌پذیر شده است. همین تحولات است که امکان آموزش فیزیک را از طریق آزمایشگاه مجازی فراهم کرده است تا معلم و دانش‌آموز در یک فرایند شبیه‌سازی شده انواع آزمایش‌های عملی را تجربه کنند.

بیان مسئله

در جامعه کنونی انتظارات دانش‌آموزان و اولیا از آموزش و پرورش افزایش یافته است. به همین دلیل آموزش فیزیک به روش سنتی نمی‌تواند پاسخگوی این انتظارات و آینده‌دانش‌آموزان باشد. شعار فیزیک برای زندگی دو جنبه نظری و عملی را مطرح می‌کند. در جنبه نظری دانش‌آموز با مفاهیم، نظریه‌ها و تجارب پیشین موجود در علم فیزیک آشنا می‌شود و در جنبه علمی کاربرد فیزیک را در زندگی روزمره، حرف و مشاغل، عرصه‌های علمی و تخصصی و نیز چشم‌انداز جامعه بشری را درمی‌یابد. (معتدی، ۲:۱۳۸۴)

در آموزش فیزیک برای زندگی عمدتاً سازوکارهایی فراهم می‌شود که دانش‌آموز کاربرد فیزیک در زندگی را تجربه کند. این رویکرد هم با دغدغه‌های دانش‌آموز جوان سازگاری دارد و هم زمینه برانگیختگی او را برای مشارکت در فرایند، یاددهی - یادگیری فراهم می‌آورد. اصولاً جوانان از اینکه در یک پروژه علمی یافتنی مشارکت داشته و نتیجه‌ای را تجربه کنند، لذت می‌برند. اگرچه در کتاب‌های درسی فیزیک فعالیت‌های عملی و تکمیلی و آزمایشگاهی تدارک دیده شده است، ولی رعایت چند نکته

پیشینه

آموزش

فیزیک در

دبیرستان‌ها

نشان

می‌دهد که

حفظ کردن

فرمول‌ها،

حل مسائل

فیزیک مانند

ریاضی،

تعریف

مفاهیم و

نظریه‌ها، از

جمله‌موردی

است که بر

آن تأکید

می‌شود

یکی از کاربردهای فیزیک در حوزه درمان سونوگرافی است. این فناوری عکس برداری با امواج فراصوتی است. امواج فراصوتی امواج مکانیکی مانند صوت با بسامد بیش از ۲۰ هزار هرتز است. این امواج را می‌توان با استفاده از پیزوالکتریک یا نوسانگر مغناطیسی تولید کرد. (نجاتی ۱۳۹۱: ۵)

پرتونگاری و پرتونبینی

پرتونگاری عکسبرداری از بدن با پرتوهای X و پرتونبینی مشاهده مستقیم بدن با آن پرتوهاست. در عکاسی معمولی از نوری که از اجسام بازمی‌تابد و بر فیلم عکاسی اثر می‌کند استفاده می‌شود در صورتی که پرتونگاری پرتوهایی را که از بدن می‌گذرند به کار می‌برد. پرتوهای X را نخستین بار در سال ۱۸۹۵ میلادی، ویلهلم کتراد رونتگن استاد فیزیک دانشگاه ورتسبورگ آلمان کشف کرد.

کشف پرتوهای X که به‌وسیله رونتگن عملی شد سرآغاز فعالیت‌های دانشمندانی مانند تامسون، بور، رادفورد، ماری کوری، پیر کوری، بار کلا و بسیاری دیگر شد به‌طوری که نه فقط چگونگی تولید، تابش و اثرهای پرتو ایکس و گاما و نور شناخته شد بلکه خود پرتو ایکس یکی از ابزارهای شناخت درون ماده شد و انسان را با جهان بی‌نهایت کوچک‌ها آشنا کرد و انرژی عظیم اتمی را در اختیار بشر قرار داد. پرتوهای X در پزشکی و بهداشت برای پیشگیری، تشخیص و درمان به کار می‌روند به‌طوری که در فناوری‌های مربوطه یکی از ابزارهای اساسی است. (معمدی، ۱۳۸۴) و ملاحظه می‌شود که فیزیک چقدر در زندگی انسان پربار و تعمیق یافته است.

بیم‌های آموزش فیزیک

پیشینه آموزش فیزیک در دبیرستان‌ها نشان می‌دهد که حفظ کردن فرمول‌ها، حل مسائل فیزیک مانند ریاضی، تعریف مفاهیم و نظریه‌ها، از جمله مواردی است که بر آن تأکید می‌شود. شاید به‌همین دلیل است که فارغ‌التحصیلان دوره متوسطه پس از چندی آموخته‌های درس فیزیک را از یاد می‌برند. انگیزه اصلی دانش‌آموزان برای یادگیری فیزیک آمادگی برای کنکور دانشگاه است.

در سال‌های اخیر که برگزاری مسابقات المپیاد فیزیک مطرح شده است، انجمن علمی فیزیک ایران تأسیس، شبکه رشد توسط وزارت آموزش و پرورش تشکیل مجلات تخصصی رشد فیزیک در شمارگان بالا منتشر و در سطح مدارس راه یافته‌اند که نویدبخش تحولی دیگر در آموزش فیزیک بوده‌اند. بسیاری از دانش‌آموزان در فرایند آماده شدن برای کنکور دانشگاه عمدتاً به زدن تست‌ها مبادرت می‌کنند. در حالی که اگر فرصت‌ها و موقعیت‌های «آموزش فیزیک برای زندگی» در مدارس فراهم می‌شد، این یادگیری پایدار می‌شد.

محور آموزش فیزیک در مدارس کتاب درسی است. فارغ از مشکلات محتوایی و ساختاری این کتاب‌ها همواره دانش‌آموزان را به شیوه‌ای رهنمون شده است که از تشریح پدیده‌های فیزیک رویگردان و از پرداختن به تفکر منطقی گریزان‌اند و به‌جای آن دریافتن پاسخ‌های تستی و حفظ کردن نکات کلیدی کنکوری

می‌تواند امید به اثربخش بودن آموزش فیزیک را زیاد کند و از بیم‌های موجود در آموزش فیزیک بکاهد. این موارد عبارت‌اند از: مشارکت دادن دانش‌آموزان در فعالیت‌های گروهی، بهره‌برداری از آزمایشگاه شبیه‌سازی شده یا مجازی، بهره‌گیری از شبکه مجازی، ایجاد موقعیت‌های یاددهی - یادگیری فیزیک در داخل یا خارج از کلاس. با توجه به همین موارد است که مقاله حاضر به رشته تحریر درآمده است و آموزش فیزیک برای زندگی را مورد بررسی قرار داده تا سرانجام به ارائه راه کارهای عملیاتی شده در آموزش فیزیک بینجامد. پرسش اساسی این است که بیم‌ها و امیدهای آموزش فیزیک در مدارس کدام‌اند و راه کارهای بهینه‌سازی آموزش فیزیک برای زندگی چیست؟

کاربرد فیزیک در زندگی روزمره

فیزیک از قدیم در زندگی انسان نقش بسیار پررنگی داشته و آموزش آن نیز در نظام‌های تعلیم و تربیت از جایگاه رفیعی برخوردار بوده است.

فیزیک که تا اواخر قرن نوزدهم شامل مباحث مکانیک، گرما، صوت، نور و الکتریسیته بود، اکنون در اوایل قرن بیست و یکم در اشتراک با سایر علوم (شیمی، زیست‌شناسی و...) روز به روز گسترده‌تر شده و بیش از سی موضوع و مبحث مهم را در بر می‌گیرد. این تحولات علمی آموزش فیزیک در مدارس را متحول می‌سازد و یا حداقل سطح انتظارات عمومی را افزایش می‌دهد (نجاتی، ۱۳۹۱: ۱).

فناوری، چگونگی استفاده از علم، ابزار، راه و روش برای انجام کارها و برآوردن نیازهاست. به عبارت دیگر فناوری به کارگیری آگاهی‌های انسان برای تغییر در محیط به منظور رفع نیازهاست.

نقش فیزیک در فناوری

علم، کوشش در جهت دانایی و فناوری تلاشی در جهت توانایی است. این دو بر هم تأثیر متقابل دارند. دانش سبب کامل‌تر شدن ابزارها و روش‌ها می‌شود و ابزارها نیز دقت انسان را در اندازه‌گیری‌ها و رسیدن به نتایج علمی را بیشتر کرده است. اکنون بسیاری از موضوع‌ها و مباحث فیزیک پیامدهای کاربردی دارند و عملاً در فناوری‌ها مؤثر بوده‌اند. فناوری‌های ارتباطات، فناوری‌های حمل و نقل (خشکی، دریایی، هوایی و فضایی)، فناوری تولید (کشاورزی - صنعتی)، فناوری‌های استخراج انواع معادن و فناوری‌های ساختمان و انواع ماشین و فناوری‌های آموزشی وابسته به مکانیک، الکتریسیته، الکترومغناطیس، ترمودینامیک، فیزیک هسته‌ای، نوآشناسی، بهداشت، فیزیک پزشکی و... است. (اسکومبر، ۲۰۰۲: ۱۵)

نقش فیزیک در تشخیص بیماری‌ها

پزشکان برای تشخیص بیماری‌ها از انواع ساده مانند دماسنج و فشارسنج، گوشی طبی (استتوسکوپ) تا دستگاه‌های بسیار پیچیده مانند میکروسکوپ الکترونی، لیزر و تمام‌نگار استفاده می‌کنند که همه براساس قانون‌های فیزیک طراحی و ساخته شده‌اند. در این قسمت به ساختمان و طرز کار برخی از آن‌ها می‌پردازیم:

اشتقاق فراوان نشان می‌دهند. در چنین وضعیتی بازار داغ کلاس‌های مجاز و غیرمجاز خصوصی، تقویتی، تضمینی و... پررونق گردیده است (اتحاد مهرآباد، ۱۳۸۸: ۳).

یکی از بیم‌های موجود در آموزش فعلی فیزیک در مدارس این است که به دلایل مختلف از انجام مشاهدات علمی، آزمایشگاهی، برون‌مدرسه‌ای، پرهیز می‌شود و در واقع از آموزش فیزیک برای زندگی استفاده نمی‌شود. گذشته از اینکه فیزیک به‌عنوان یک ماده درسی نقش مهمی در ارتقای تحصیلی دانش‌آموز دارد، نقش مهم‌تری آن در آینده زندگی اوست. دانش‌آموز فارغ‌التحصیل دوره متوسطه که نمی‌داند در شیشه عسلی که باز نمی‌شود چگونه با حداقل تدبیر و استفاده از دانش فیزیک می‌شود، و یا اینکه پارازیت‌های موجود در تلویزیون چگونه با کمترین حرکت‌های آنتن برطرف می‌شود، و با مواردی از این دست، قطعاً از زندگی طبیعی باز می‌ماند.

امروزه در کشورهای پیشرفته بر آموزش مؤثر علوم به‌ویژه فیزیک برای زندگی تأکید می‌شود. به‌همین دلیل تدوین بافت جدید آموزش علوم مطرح گردیده است. یعنی از طریق ایجاد فرصت‌ها و موقعیت‌ها، مفاهیم فیزیک را معنا می‌بخشند. در این زمینه تدریس مبتنی بر پرسشگری، تدارک فعالیت‌های کاوشگری، بهره‌گیری از مجتمع‌های علمی تخصصی خارج از مدرسه مانند اتاق نجوم، رصدخانه، افلاک‌نما، سالن فیزیک و... بهره‌برداری می‌شود (اروکا، ۱۳۸۸: ۵).

یکی دیگر از بیم‌های موجود در آموزش فیزیک گرایش برخی معلمان به آموزش سنتی است. در یک پژوهش در مورد وضعیت آموزش فیزیک کتاب‌های مراکز تربیت‌معلم معلوم شده است بیشترین گرایش محتوای این کتاب‌ها به قوانین فیزیک مربوط است، پس از آن مفاهیم و کمترین گرایش روش کار و کمترین عملکرد مورد انتظار در این کتاب‌ها کشف و ابداع بوده است. این نشان می‌دهد که محتوای کتب فیزیک نیز آموزش سنتی را دامن می‌زده است (حسن‌بیگی، ۱۳۸۳: ۱۴۸). چنانچه این نگرانی‌ها مرتفع گردند می‌توان شاهد بهبود آموزش فیزیک در مدارس بود. اصولاً آموزش فیزیک به تناسب دگرگونی در پیشرفت فیزیک و روش‌های یادگیری نوین نیازمند تغییر است.

امیدهای آموزش فیزیک

در دوران کنونی تحولاتی در تعلیم و تربیت صورت گرفته که این دوره را از دوران گذشته متفاوت ساخته است. گسترش اطلاعات و فناوری‌های ارتباطات تغییرات غیرمنتظره‌ای را در روش‌های تدریس به‌ویژه در فیزیک به‌وجود آورده است. توسعه نرم افزارها و سخت‌افزارها این امکان را فراهم آورده است که بتوان تدریس را در یک فضای شبیه‌سازی شده یا آزمایشگاه مجازی اجرا کرد (ژیمنس، ۱۳۸۸: ۱۱).

همچنین در وبگاه‌ها علاوه بر اینکه امکان تعامل بین افراد فراهم می‌شود، شبکه‌های تخصصی فیزیک اطلاعات مفیدی را در اختیار علاقه‌مندان قرار می‌دهد. می‌توان گفت بخش

اعظم ابزارهای چندرسانه‌ای جهت تدریس فیزیک به‌صورت برخط در دسترس قرار گرفته است (آلتر، ۲۰۰۴: ۷).

بدین ترتیب معلمان می‌توانند بیشترین مزایا را از آموزش مبتنی بر رایانه به‌دست آورند. بهره‌برداری از مدل‌های ذهنی نقش بسیار مهمی در فعالیت‌های مربوط به فرایند آموزش فیزیک ایفا می‌کنند. بسیاری از آزمایش‌هایی که مستلزم وجود فضای آزمایشگاه کالبدی و تجهیزات گران‌قیمت است از طریق انیمیشن‌های سه‌بعدی قابلیت اجرا پیدا می‌کند، دانش‌آموزان به‌صورت انفرادی قادر به تمرین و اجرای آن‌ها می‌شوند (اسکیومیر، ۲۰۰۲: ۱۳).

آزمایشگاه مجازی این امکان را فراهم می‌سازد که بین نظریه و واقعیت ارتباط برقرار کرد، درک حرکت موجی، ادراک الکتریسته ساکن، کاربردهای مغناطیس، فرایندهای اپتیک، اندازه‌گیری‌های دقیق از جمله موارد کاربرد آزمایشگاه مجازی هستند (استنبرگ، ۲۰۰۰: ۶۸).

بهره‌گیری از فناوری‌های جدید و دیجیتالی ضمن داشتن جذابیت برای دانش‌آموزان، فرایند یاددهی - یادگیری را آسان و در زمان صرفه‌جویی می‌کند. این امکان را فراهم می‌آورد که دانش‌آموزان به‌صورت فردی در منزل به تمرین و ممارست و انجام فعالیت‌های تکمیلی بپردازند و در یادگیری مفاهیم فیزیک تعمق کنند (ویدور، ۲۰۰۲: ۱۰).

در آموزش و پرورش ایران رویدادهای امیدوارکننده‌ای به وقوع پیوسته است که فرایند یاددهی - یادگیری فیزیک را بهبود بخشیده است. هوشمندسازی برخی مدارس امکان بهره‌برداری از فناوری اطلاعات را میسر ساخته است. برگزاری مسابقات علمی، علوم پایه از جمله المپیاد فیزیک موجبات برانگیختگی بسیاری از دانش‌آموزان و معلمان را فراهم ساخته است، دانش‌آموزانی که قصد شرکت در این مسابقات را دارند از مدت‌ها قبل خود را آماده می‌کنند. این فرصت بسیار مغتنم است و دانش‌آموزان را در یادگیری فیزیک ترغیب می‌کند. تأسیس انجمن علمی معلمان فیزیک ایران و ارتباط شبکه مجازی این انجمن با معلمان در سراسر کشور امکان تبادل نظر، تعامل، دسترسی به اطلاعات نوین و شرکت در همایش‌های علمی - تخصصی فیزیک را فراهم آورده است. در شبکه رشد که از طرف وزارت آموزش و پرورش تأسیس یافته امکان دسترسی به آرشیو مجلات تخصصی رشد فیزیک فراهم آمده، همچنین امکان چاپ و نشر مقالات معلمان فراهم گردیده است.

برگزاری همایش‌های سالانه فیزیک و چاپ و نشر مجموعه مقالات آن اطلاعات جدیدی را در اختیار نظام تعلیم و تربیت و معلمان قرار می‌دهد. تأسیس پژوهش‌سراهای دانش‌آموزی در مناطق آموزش و پرورش کشور امکان دستیابی دانش‌آموزان و معلمان به فرصت کاوشگری در عرصه‌های فیزیک را فراهم آورده است. تأسیس اتاق آسمان‌نما، اتاق سمعی و بصری یا اتاق افلاک‌نما امکان انجام برخی از آزمایش‌های فیزیک را در این پژوهش‌سراها فراهم کرده است.

نتایج

دانش فیزیک در سراسر زندگی روزمره انسان‌ها به صورت آشکار و پنهان کاربرد دارد. فیزیک مبانی بسیاری از علوم و فنون دیگر است و لذا آموزش فیزیک در نظام تعلیم و تربیت کشورها اهمیت بسیاری یافته است. در ایران آموزش فیزیک متناسب با اهمیت جهانی آن نیست. بسیاری از فارغ‌التحصیلان دوره متوسطه آموخته‌های فیزیک دوران دبیرستان خود را به فراموشی می‌سپارند. انگیزه بسیاری از این دانش‌آموزان در یادگیری فیزیک آماده شدن برای کنکور دانشگاه است و ابزار یادگیری را در سؤالات تستی می‌دانند. البته محتوای کتاب‌های درسی فیزیک، گرایش برخی معلمان به آموزش سنتی، امکانات فضا و تجهیزات دبیرستان‌ها بر این رویکرد دامن زده است. در حالی که تغییرات پرشتاب فناوری، خود نمایی امکانات رایانه‌ای و دیجیتال، ضرورت‌های تعلیم و تربیت در رقابت‌های جهانی، انتظار یادگیری را نوید می‌دهد.

در این مقاله دو پرسش پژوهشی مطرح و تلاش شد به آن‌ها پاسخ داده شود. در این قسمت از اعلام نتایج به این پرسش‌ها پاسخ داده می‌شود.

اولین پرسش پژوهش: عوامل نگران‌کننده و امیدوارکننده آموزش فیزیک در مدارس کدام‌اند؟

عوامل نگران‌کننده آموزش فیزیک عبارت‌اند از: افزایش گرایش دانش‌آموزان به کتاب‌های کنکوری و سؤالات تستی، گرایش برخی معلمان به ارزشیابی تحصیلی سنتی، کم‌توجهی به روش کاوشگری و آزمایشگری در آموزش فیزیک، عدم توجه به آموزش فیزیک برای زندگی، گنجاندن حجم زیاد مطالب در کتاب‌های فیزیک و عمق کم در یادگیری و فعالیت‌های تکمیلی، تأکید مدارس به آزمون‌های چندگزینه‌ای.

عوامل امیدوارکننده آموزش فیزیک عبارت‌اند از: پیدایش نرم‌افزارهای آزمایشگاه فیزیک مجازی، آغاز هوشمندسازی مدارس، بهره‌گیری از فناوری‌های جدید در آموزش فیزیک، برگزاری مسابقات علمی فیزیک از جمله المپیادها، تأسیس انجمن علمی فیزیک ایران و دسترسی به اطلاعات جدید، امکان دسترسی به مجلات رشد فیزیک از طریق شبکه رشد، امکان دسترسی برخی دانش‌آموزان به پژوهش‌سراها برای تمرین آزمایش‌های عملی، برگزاری همایش سالانه فیزیک در ایران و امکان دستیابی به مجموعه مقاله‌های آن، این موارد می‌تواند معلمان را در دسترسی به اطلاعات جدید و غنی‌سازی آموزش فیزیک تجهیز کند.

دومین پرسش پژوهش: راهکارهای برون‌رفت از نگرانی‌های آموزش فیزیک در مدارس کدام‌اند؟

راهکارهای برون‌رفت از نگرانی‌های آموزش فیزیک در آموزش و پرورش مستلزم اقدامات آموزشی فرهنگی در درون نظام آموزشی است که اغلب زمانی هستند. این موارد عبارت‌اند از: بازنگری در کتاب‌های درسی فیزیک به اقتضای توسعه دانش، فناوری جدید، کاربردی کردن

فیزیک در زندگی. توسعه هوشمندسازی مدارس، برانگیختن دانش‌آموزان برای شرکت در مسابقات علمی فیزیک، فراهم آوردن امکان دسترسی دانش‌آموزان به مجلات رشد و دسترسی معلمان به مجلات رشد فیزیک، تأکید معلمان بر آموزش‌های فردی و گروهی با هدف دست یافتن به پاسخ‌های مسائل فیزیک. توجه به ارزشیابی کیفی و حل مسئله در برابر توجه به ارزشیابی تستی، ترغیب دانش‌آموزان به یادگیری فیزیک برای زندگی.

پیشنهادهای

– مشاهده شد برخی عوامل نگران‌کننده در آموزش فیزیک وجود دارد که اگر این عوامل مهار شوند، راه برای اثربخشی آموزش فیزیک هموار می‌گردد. در این رابطه به مدیران مدارس پیشنهاد می‌شود در پشتیبانی از معلمان فیزیک برای بهره‌برداری از امکانات آزمایشگاه مجازی اهتمام بیش از پیش داشته باشند.

– به معلمان فیزیک توصیه می‌شود دانش‌آموزان خود را در بهره‌برداری از شبکه مجازی مانند شبکه رشد و انجمن فیزیک، جهت انجام فعالیت‌های تکمیلی تعمیق یادگیری‌ها رهنمون شوند. تا یادگیری فیزیک برای زندگی را تجربه کنند.

– به معلمان فیزیک توصیه می‌شود در استفاده هر چه بیشتر از روش کاوشگری و آزمایشگری در آموزش فیزیک اهتمام داشته باشند تا یادگیری فیزیک برای زندگی دانش‌آموزان نهاده شده شود و تعمیق یابد.

– به معلمان فیزیک توصیه می‌شود در آغاز هر جلسه قبل از آموزش هر مفهوم فیزیک کاربرد را در زندگی ارائه کنند تا دانش‌آموزان برای یادگیری آن برانگیخته شوند. استفاده از تجربه‌های دیگر کشورها و یا دانشمندان در کاربرد مفاهیم فیزیک بسیار مؤثر است.

– به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی کتاب‌های درسی توصیه می‌شود حتی‌الامکان از حجم مطالب کتاب‌های فیزیک بکاهند و فعالیت‌های یادگیری را متنوع کنند تا دانش‌آموزان، فرصت بیشتری برای یادگیری مفاهیم داشته باشند.

– به وزارت آموزش و پرورش توصیه می‌شود در آیین‌نامه ارزشیابی به ارزیابی کارهای عملی یا پرسش‌های تشریحی توجه بیشتری مبذول دارند تا از گرایش ارزشیابی به پرسش‌های تستی کاسته شود.

– به ادارات کل آموزش و پرورش استان‌ها پیشنهاد می‌شود در تأسیس مجتمع‌های علمی به صورت متمرکز بکوشند. در این مجتمع‌ها که با هدف مشاهده‌گری، انجام آزمایش‌های دقیق، انجام بازی‌های علمی، غنی‌سازی اوقات فراغت، انجام فعالیت‌های تکمیلی فیزیک تدریس می‌شود، مدارس این امکان را می‌یابند که دانش‌آموزان‌شان به فیزیک کاربردی و دستاوردهای علمی دسترسی پیدا کنند و برای یادگیری هر چه بیشتر فیزیک برای زندگی برانگیخته شوند. ادارات کل می‌توانند به هنگام تأسیس موزه‌ها که از طرف سایر دستگاه‌ها انجام می‌شود، مشارکت داشته باشند و سالی را برای فیزیک در جوار موزه تأسیس کنند.

منابع

۱. اتحاد مهرآباد، حسن، (۱۳۸۸)، در حاشیه آموزش فیزیک، مجله رشد آموزش فیزیک، دوره بیست و پنجم، شماره یک.
۲. لروکا، اس‌سی. و دیگران، (۱۳۸۸)، فعالیت‌های میان‌رشته‌ای جذاب نجوم، ترجمه منیره رهبر، مجله رشد آموزش فیزیک، دوره بیست و پنجم، شماره یک.
۳. انصاری، علمی و دیگران، (۱۳۸۶)، مقایسه تأثیر نظام آموزش فردی و نظام آموزش سنتی در درس فیزیک، زنجان: شورای تحقیقات آموزش و پرورش.
۴. حسین‌بیگی علمی، (۱۳۸۳)، بررسی محتوای کتاب‌های درسی فیزیک ۲ و ۱ مراکز تربیت معلم، اراک، شورای تحقیقات آموزش و پرورش.
۵. ژیمنس، مارکوس و دیگران، (۱۳۸۸)، مجسم کردن اثر دوپلر، ترجمه سلیمان رسولی و دیگران، مجله رشد آموزش فیزیک، دوره بیست و پنجم، شماره یک.
۶. معتمدی، اسفندیار، (۱۳۸۴)، کاربرد فیزیک در زندگی، پایگاه اطلاع‌رسانی nesh.com، www.jazirehda.com، ۱۳۹۲/۵/۲۰.
۷. نجاتی، فرشته، (۱۳۹۱)، کاربرد فیزیک در زندگی روزمره، وبلاگ www.1392/5/21.nejatiloom.blogfa.com.
8. Althere, s. etal. (2004). multimedia material for teaching physics (search, evaluation and examples). Eur. J. Phys. N25- PP:7-14.
9. Esquemre, F. (2002). Computers in Teaching science: To Simulate or not to simulate? A.m.J.phys 68, pp:37-41.
10. Vidurre, A. etal (2002). Contribution of digital Simulation in Visulation physics Processes comput. Appl. Eng Educac-10, 45-49.
11. Walker, Jearl, (2007). The Flying Circus of physics, 2nd Edition. John Wiley & sons.

مردنهای فیزیک تازه‌ترین اخبار پژوهشی مبیره‌رهبر

فراهم می‌سازند.

تمر آلمونیف^۲ یک دانشجوی دوره دکتری می‌گوید «تقاضای فزاینده برای انرژی الکتریکی در سراسر جهان محرک اصلی پژوهش ماست. امروز بیش از ۸۰ درصد انرژی ما از سوزاندن سوخت‌های فسیلی به‌دست می‌آید که هم برای محیط‌زیست‌مان زیانبار است و هم تداوم ندارد. ما در گروه خود می‌کوشیم مسئله بحران انرژی را با بهبود کارایی دستگاه‌های برداشت انرژی از امواج الکترومغناطیسی حل کنیم.»

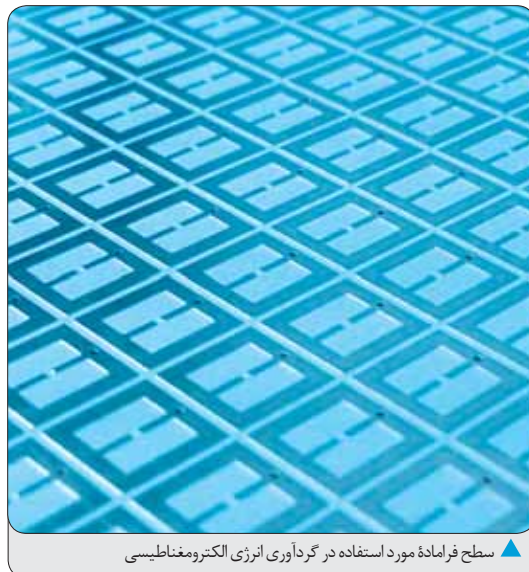
عمر ام. راماهی^۳ استاد مهندسی برق و رایانه توضیح داد: «از زمان شروع گردآوری و برداشت انرژی امواج الکترومغناطیسی از آنتن‌های میکرواستریپ قطبی استفاده شده است. اکنون، فناوری ما «سطوح فراماده» را مطرح کرده است که جمع‌کننده‌های انرژی بسیار بهتر از آنتن‌های کلاسیک‌اند.» فراسطوح با حکاکی سطح ماده با طرحی متشکل از اشکال دورهای تشکیل می‌شود. ابعاد این طرح‌ها و نزدیکی آن‌ها به یکدیگر را می‌توان طوری تنظیم کرد که جذب انرژی «نزدیک به واحد» صورت گیرد. سپس این انرژی وارد سطح رسانایی می‌شود که سطح فراماده را به صفحه زمین منتقل می‌کند. اهمیت این کار در آن است که برای اولین بار امکان گردآوری تمام انرژی الکترومغناطیسی فرودی بر سطح را فراهم می‌سازد. آنتن‌های معمولی انرژی الکتریکی را در سطوح بسیار کمتر کارآمدی فراهم می‌سازند. ولی این کار انرژی جذب شده را بدون اتلاف منتقل می‌کند.

همان‌طور که حدس می‌زنید، این کار کاربردهای گسترده دارد. یکی از مهم‌ترین آن‌ها انرژی خورشیدی فضایی، یک فناوری مهم در حال توسعه است که می‌تواند به حل مسئله کمبود انرژی کمک کند. این روش تبدیل پرتوهای خورشید به ریزموج - با استفاده از صفحه‌های خورشیدی فوتولتاییک معمولی - و سپس تاباندن انرژی ریزموج به مزارع جمع‌کننده ریزموج در نقاط مختلف زمین است. در این حوزه ژاپن جلوتر از سایر کشورهاست و نقشه‌هایی برای برداشت توان خورشیدی از فضا در سال ۲۰۳۰ دارد.

راماهی می‌گوید: «این پژوهش امکان جذب انرژی بسیار بالاتر از آنتن‌های معمولی را در اختیار ما می‌گذارد. این کار سطح لازم برای به‌دست آوردن انرژی را به شدت کم می‌کند. زمین‌های مورد استفاده عامل مهمی برای جذب انرژی - چه از باد، آب، خورشید، یا انرژی الکترومغناطیسی است. سایر عوامل شامل انتقال توان بی‌سیم قابل انتقال به وسایل دور دست مانند ابزارهای RFID و برچسب‌ها یا حتی هر وسیله دیگر است.»

این فناوری را می‌توان به گستره فروسرخ و مرئی طیف نیز تعمیم داد. این گروه قصد دارد کار را به ناحیه بسامدهای فروسرخ گسترش دهد و امیدوار است به زودی جذب نزدیک به واحد را در بسامدهای بالاتر گزارش کند.

برداشت انرژی از امواج الکترومغناطیسی



▲ سطح فراماده مورد استفاده در گردآوری انرژی الکترومغناطیسی

در جامعه جدید و برخوردار از فناوری پیشرفته‌ای که در آن فناوری راه‌حل چالش‌های بسیار است، انرژی نه تنها از نظر رشد بلکه، مهم‌تر از آن، به لحاظ بقا نیز اهمیت دارد. خورشید منبع مقدار بسیار زیاد و عملاً نامحدود انرژی است، بنابراین پژوهشگران سراسر جهان در پی یافتن رهیافت‌های جدید برای «برداشت» انرژی پاک از خورشید یا انتقال انرژی آن به منابع دیگرند.

دانشمندان دانشگاه واترلوی کانادا در مقاله‌ای در *پلاید فیزیکز لترز*^۱ طرح جدیدی را برای برداشت انرژی از امواج الکترومغناطیسی بر مبنای «مفهوم جذب کامل» گزارش داده‌اند. این طرح شامل استفاده از فرامواد است که می‌توان آن‌ها را برای تولید محیطی به کار برد که هیچ توانی را باز نمی‌تاباند و منتقل نمی‌کنند و امکان جذب کامل امواج فرودی در گستره معینی از بسامدها و قطبش‌ها را

پی‌نوشت‌ها

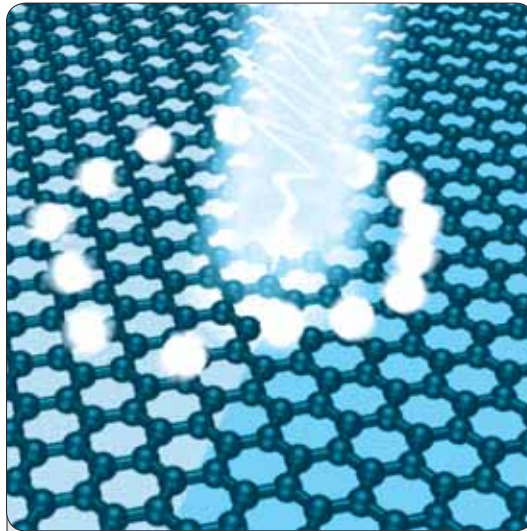
1. Applied Physics Letters
2. Thamer Al-moneef
3. Omar M. Ramahi

برای اطلاعات

بیشتر رجوع کنید به:
"Metamaterial electromagnetic harvester with near unity efficiency"
by Thamer S. Al-moneef and Omar M. Ramahi *Applied Physics Letters* on April 14 2015
DOI, 10.1063/1.4916232

منبع
American Institute of Physics

گرافن سرعت تبدیل نور به الکتریسیته را یاد می‌کند



▲ تصویری از به وجود آمدن فوتولتاژ بسیار سریع پس از جذب نور در فصل مشترک دو ناحیه گرافن با انرژی فرمی متفاوت

تبدیل کارآمد نور به الکتریسیته در بسیاری از فناوری‌ها، شامل دوربین‌ها تا سلول‌های خورشیدی، نقش اساسی دارد. همچنین گامی ضروری در کاربردهای انتقال داده است، زیرا امکان تبدیل اطلاعاتی را که نور حامل آن است به اطلاعات قابل پردازش با مدارهای الکتریکی فراهم می‌سازد. گرافن ماده‌ای عالی برای تبدیل بسیار سریع نور به سیگنال‌های الکتریکی است، اما تاکنون معلوم نبود که گرافن چه واکنشی به درخش‌های بسیار سریع نور نشان می‌دهد.

پژوهشگران ICFO به رهبری پروفیسور فرانک کوپنز^۱ و پروفیسور ICREA نیک وان هولست^۲ با همکاری دانشمندان MIT به رهبری پابلو یاریلو^۳ هر روز^۴ اکنون نشان داده‌اند که آشکارسازهای فوتونی مبتنی بر گرافن نور جذب شده را با سرعت بسیار زیاد به ولتاژ الکتریکی تبدیل می‌کنند. این مطالعه با عنوان «تولید فوتولتاژ در گرافن در مقیاس زمانی نانو ثانیه از طریق گرم کردن مؤثر حاملان» اخیراً در نیچر نانوتکنولوژی^۵ به چاپ رسیده است.

وسيله جدیدی که پژوهشگران ساخته‌اند در کمتر از ۵۰ نانوثانیه (یک بیستم یک میلیونیم ثانیه) نور را به الکتریسیته تبدیل می‌کند، برای انجام این کار، پژوهشگران از ترکیب برانگیختگی لیزری بسیار سریع پتی‌شکل و قرائت الکتریکی بسیار حساس استفاده کرده‌اند. این آزمایش با استفاده کامل از مهارت در شکل‌دهی تپ به‌دست آمده از فوتونیک بسیار سریع مولکول به همراه تجربه حاصل از الکترونیک گرافن استفاده کرده است. به کمک پاسخ غیرخطی فوتو - ترموالکترونیک گرافن، این موضوع امکان مشاهده زمان‌های واکنش فوتوآشکارسازی مختلف ثانیه‌ای را فراهم ساخته است.

ایجاد فوتولتاژ بسیار سریع در گرافن به‌واسطه برهم‌کنش سریع و کارآمد بین همه حاملان نوار رسانش گرافن امکان‌پذیر است. این برهم‌کنش به خلق سریع یک توزیع الکترون با دمای بیشتر می‌انجامد. بنابراین، انرژی جذب شده از نور به‌طور کارآمد و سریع به گرمای الکترون تبدیل می‌شود. سپس،

گرمای الکترون در فصل مشترک دو ناحیه از گرافن با آرایش متفاوت به ولتاژ تبدیل می‌شود. معلوم شده است که این اثر فوتو - ترموالکتریک تقریباً بلافاصله رخ می‌دهد و در نتیجه تبدیل بسیار سریع نور جذب شده به سیگنال‌های الکتریکی را امکان‌پذیر می‌سازد. همان‌طور که پروفیسور وان هولست می‌گوید: «شگفت‌انگیز است که چگونه گرافن آشکارسازی غیرخطی سراسر است تپ‌های بسیار سریع فمتوثانیه‌ای را امکان‌پذیر می‌سازد».

نتایج به‌دست آمده از یافته‌های این کار راه جدیدی را به سوی تبدیل اپتوالکترونیک بسیار سریع باز می‌کند. به‌نظر پروفیسور کوپنز، «آشکارسازهای فوتونی گرافن عملکرد جالب توجهی از خود نشان می‌دهند که گستره وسیعی از کاربردها را داراست.»

کاوش برای تمدن پیشرفته در ۱۰۰۰۰۰۰ کهکشان بدون نتیجه مشخص

فروسرخ میانی - یعنی درست همان طول موجی که ماهواره WISE برای آشکارسازی آن و دیگر اهداف اخترشناختی طراحی شده - قابل آشکارسازی است.

اولین مقاله این گروه پژوهشی درباره نظری اجمالی به گرمای ناشی از بررسی فناوری‌های بیگانه (G. HAT) در استروفیزیکال جورنال^۲ چاپ شده است. همچنین برخی پدیده‌های اسرارآمیز جدید در کهکشان راه شیری از جمله اکتشافات این گروه است.

رایت گفت: «هنوز نمی‌توان فهمید که آیا تمدن پیشرفته فضاورد از مقدار زیادی انرژی ناشی از ستارگان کهکشان برای

گروهی از دانشمندان با استفاده از رصدهای مربوط به رصدخانه مداری WISE ناسا، پس از جست‌وجوی ۱۰۰۰۰۰ کهکشان برای نشانه‌هایی از زندگی فرازمینی پیشرفته هیچ‌گونه دلیلی از وجود تمدن پیشرفته در آن‌ها نیافته‌اند. جیسون تی. رایت^۱ استادیار اخترشناسی و اخترفیزیک مرکز سیاره‌های فراخورشیدی دارای توان بالقوه زیست در دانشگاه پنسیلوانیا که از افراد درگیر در این پژوهش است گفت: «ایده مربوط به پژوهش ما آن است که اگر یک تمدن پیشرفته با امکان فضاوردی در سراسر یک کهکشان وجود داشته باشد، انرژی حاصل از فناوری‌های مربوط به آن در طول موج‌های

پی‌نوشت‌ها
1. Frank Kop-pens
2. Nick Van Hulset
3. Pablo Jarillo Herrero
4. Nature Nanotechnology

برای اطلاعات بیشتر رجوع کنید به:

Generation of Photo voltage in grapene on a femtosecond timescale through efficient carrier heating, *Nature Nano technology* DOL: 10. 1036/ NNANO 2015. 54

منبع
ICFO. The institute of Photonic Science



▲ تصویری از گسیل فروسرخ میانی از کهکشان بزرگ واقع در صورت فلکی زن به زنجیر بسته که توسط تلسکوپ فضایی WISE گرفته شده است.



▲ تصویری از سحابی فروسرخ میانی در اطراف ستاره ۴۸ در صورت فلکی میزان. این سحابی در طی بررسی G-HAT با استفاده از تلسکوپ فضایی WISE کشف شد.

چیزی که به دنبال آن هستیم نباشد. بدون شک پژوهشگران ما اجسام اسرارآمیزی را یافته‌اند که به احتمال زیاد پدیده‌های اخترشناختی طبیعی هستند، اما پیش از آنکه بتوانیم با اطمینان بگوییم که چه اتفاقی رخ می‌دهد باید آن‌ها را به دقت مطالعه کنیم.»

پروچ گفت: «در بین اکتشافات مربوط به کهکشان راه شیری خود ما یک سحابی درخشان در اطراف ستاره ۴۸ صورت فلکی میزان وجود دارد، و خوشه‌ای از اجسام که WISE در بخشی از آسمان به راحتی آشکار ساخته است که در مشاهده با تلسکوپ‌های نور مرئی کاملاً سیاه به نظر می‌رسد. این خوشه به احتمال زیاد گروهی از ستارگان بسیار جوان است که در یک ابر مولکولی کشف نشده شکل می‌گیرند و سحابی اطراف ستاره ۴۸ در صورت فلکی میزان ظاهراً ابر عظیم گرد و غبار اطراف ستاره است، اما هر دوی آن‌ها به بررسی دقیق‌تری نیاز دارند.

رایت گفت: «وقتی با دقت بیشتر به نور ناشی از این کهکشان‌ها می‌نگریم باید حساسیت خود به فناوری بیگانه را بسیار بیشتر کنیم تا بهتر بتوانیم گرمای ناشی از چشمه‌های اخترشناختی طبیعی را از گرمای مربوط به فناوری‌های پیشرفته تشخیص دهیم. این مطالعه فقط آغاز کار است.»

تأمین توان لازم برای رایانه‌ها، پروازهای فضایی، مخابرات، یا چیزی که نمی‌توانیم مجسم کنیم استفاده می‌کند، اما ترمودینامیک پایه به ما می‌گوید که این انرژی باید در طول موج‌های فروسرخ میانی به فضا تابش شود. با توجه به همین فیزیک پایه است که رایانه شما هنگام روشن بودن گرما تابش می‌کند.»

فیزیکدان نظری فریمن دایسون^۳ در سال‌های ۱۹۶۰ مطرح کرد که تمدن‌های پیشرفته بیگانه فرازمینی را می‌توان با گسیل‌های فروسرخ میانی از آن‌ها آشکارسازی کرد. ولی پیش از پرتاب تلسکوپ‌های فضایی مانند WISE اندازه‌گیری دقیق این تابش گسیل شده از اجسام در فضا امکان‌پذیر نبود. راجر گریفیث^۴ پژوهشگر دانشگاه پنسیلوانیا و نویسنده اصلی مقاله تقریباً تمام آشکارسازی‌های ماهواره WISE - تقریباً ۱۰۰ میلیون ورودی - را برای اجسام سازگار با کهکشان‌هایی که تابش فروسرخ میانی فراوان گسیل می‌کنند بررسی کرده است. سپس تصاویر نویدبخش حدود ۱۰۰۰۰۰ کهکشان را تک‌تک بررسی و طبقه‌بندی کرده است. رایت گزارش می‌دهد، «حدود ۵۰ کهکشان را یافته‌ایم که دارای سطوح تابش فروسرخ میانی فوق‌العاده زیادند. شاید بررسی‌های بعدی ما از این کهکشان‌ها مشخص کند که منشأ تابش آن‌ها از فرآیندهای اخترشناختی طبیعی است یا می‌تواند نشانه حضور یک تمدن بسیار پیشرفته باشد.»

رایت گفت: «به هر حال، اینکه دلیل روشنی از کهکشان‌های پر از موجودات بیگانه به دست نیامده یک نتیجه علمی جالب توجه است. این نتیجه نشان می‌دهد که در بین ۱۰۰۰۰۰ کهکشان‌های WISE می‌تواند با جزئیات کامل مشاهده کند، هیچ کهکشان با تمدن پیشرفته که از امکانات کهکشان برای اهداف خود استفاده کند وجود ندارد. این موضوع جالب است زیرا سن این کهکشان‌ها میلیاردها سال است. یعنی زمان کافی برای اینکه پر از تمدن‌های بیگانه شوند را داشته‌اند. یا این تمدن‌ها وجود ندارند، یا از انرژی کافی برای اینکه آن‌ها را تشخیص دهیم استفاده نمی‌کنند.

برندان مولن^۵ رئیس آسمان‌نمای بول^۶ در مرکز علوم کارنگی^۷ در پیتزبورگ و عضو گروه G-HAT گفت: «این پژوهش توسعه قابل ملاحظه یک کار قبلی در این زمینه است. تمام بررسی قبلی تمدن‌های موجود در دیگر کهکشان‌ها فقط ۱۰۰ کهکشان یا چیزی مانند آن را مطالعه کرد و اصلاً به دنبال گرمایی که گسیل می‌کنند نبود. این زمینه‌ای جدید است.» ماتیو پروچ^۸ یکی از پژوهشگران این طرح می‌گوید، وقتی بهترین نامزدهای کهکشان‌های پر از بیگانگان را شناسایی کردیم، باید تعیین کنیم آیا کشفی جدیدند که نیاز به مطالعات بعدی دارند، یا اجسام شناخته شده‌ای هستند که به‌دلیلی طبیعی دارای مقدار زیادی گسیل در فروسرخ میانی‌اند. پژوهشگرانی درباره این نامزدها مطالعه کرده و حدود نیم دوجین اجسام مطالعه نشده و جالب توجه را کشف کرده‌اند.» یکی از استادان این طرح می‌گوید «وقتی در جست‌وجوی پدیده‌های استثنایی با جدیدترین فناوری حساس هستیم، انتظار کشف موارد غیرمنتظره‌ای را داریم که شاید

پی‌نوشت‌ها

1. Jason I. Wright
2. Astrophysical Journal
3. Freeman Dyson
4. Roger Grif-fith
5. Brendan Mullan
6. Bulhl
7. Carnegie science center
8. Mathew Povich

منبع
Pennsylvania State University

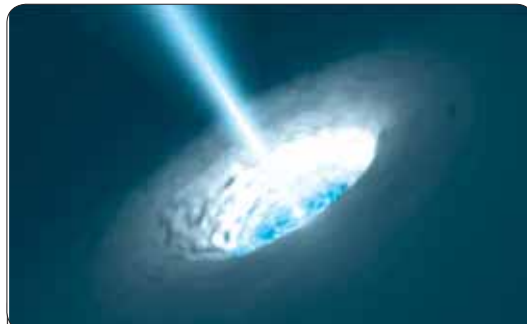
میدان مغناطیسی شدید یک سیاهچاله ابر سنگین

این گروه شدت میدان مغناطیسی را با مطالعه چگونگی قطبش نور هنگام دور شدن از سیاهچاله اندازه گرفتند. ایوان مارتی - ویدال^۵ مؤلف اصل این کار می گوید: «قطبش یک ویژگی مهم نور است که در زندگی روزمره، به عنوان مثال در عینک های آفتابی یا عینک های سه بعدی سینما، کاربرد فراوان دارد. وقتی قطبش به صورت طبیعی تولید شود می توان از آن برای اندازه گیری میدان های مغناطیسی استفاده کرد، چون هنگام عبور نور از محیط مغناطیسه قطبیدگی آن تغییر می کند. در این مورد، نوری که با تلسکوپ آلمان آشکارسازی کردیم از ماده ای بسیار نزدیک به یک سیاهچاله عبور می کرد که پر از پلاسمای مغناطیسه است.»

اخترشناسان از یک روش تحلیل جدید استفاده کردند که برای داده های آلمان به وجود آورده بودند و دریافتند که جهت قطبش تابش ناشی از مرکز PKS ۲۱۱-۱۸۳۰ چرخیده است. میدان های مغناطیسی دوران فاراده به وجود می آورند که باعث چرخیدن متفاوت قطبش در طول موج های مختلف می شود. رابطه چرخش قطبیدگی با طول موج اطلاعاتی درباره میدان مغناطیسی موجود در اختیار می گذارد.

رصد های آلمان در طول موج حدود ۰/۳ میلی متر، کوتاه ترین طول موج مورد استفاده در این نوع بررسی، انجام شده است. این موضوع امکان بررسی های بسیار نزدیک به سیاهچاله مرکزی را فراهم می سازد. بررسی های قبلی در طول موج های رادیویی بسیار بلندتر صورت گرفته بود. فقط نور با طول موج های میلی متری می تواند از نواحی نزدیک به مرکز سیاهچاله فرار کند؛ طول موج های بلندتر جذب می شوند.

سباستین مولر^۶ نویسنده دیگر مقاله می گوید: «ما سیگنال هایی از دوران قطبش را یافته ایم که صدها بار شدیدتر از چیزی است که تاکنون در عالم یافته شده اند. به واسطه استفاده از تلسکوپ، کشف ما گامی بلند در بسامد رصد و فاصله از مرکز سیاهچاله به شمار می آید که در آن میدان مغناطیسی در فاصله چند روز نوری از افق رویداد بررسی شده است. این نتیجه و مطالعات بعدی به شناخت آنچه در حوالی سیاهچاله های ابر سنگین رخ می دهد کمک خواهد کرد.



این برداشت هنرمندانه اطراف یک سیاهچاله ابر سنگین را نشان می دهد که نمونه آن در بسیاری از کهکشان ها یافته شده است. سیاهچاله را قرص درخشانی از مواد درخشان در حال سقوط به داخل آن احاطه کرده است و دورتر از آن ماریچی از گرد و غبار است. اغلب فوران های سریع مواد از قطب های آن صورت می گیرد که تا فاصله های بسیار زیاد در فضا امتداد دارد.

اخترشناسان دانشگاه صنعتی چالمرز^۱ از تلسکوپ عظیم آلمان^۲ برای آشکار ساختن یک میدان مغناطیسی بسیار شدید در فاصله بسیار نزدیک به سیاهچاله های ابر سنگین در کهکشان دوردست استفاده کرده اند. نتایج آن ها در شماره ۱۷ آوریل مجله ساینس^۳ آمده است.

گروهی از اخترشناسان دانشگاه صنعتی چالمرز یک میدان مغناطیسی بسیار شدید فراتر از هر چیزی که قبلاً آشکار شده بود را در قلب یک کهکشان، بسیار نزدیک به افق رویداد یک سیاهچاله ابر سنگین آشکار ساخته اند. این رصد جدید به اخترشناسان کمک می کند تا ساختار و چگونگی تشکیل این موجودات بسیار سنگین واقع در مراکز کهکشان ها و فوران های شدید دوقلوی پلاسمایی را درک کنند که معمولاً از قطب های آن ها بیرون می جهد.

تاکنون فقط میدان های مغناطیسی ضعیف دور - به فاصله چند سال نوری - از سیاهچاله آشکارسازی شده بود. اما، در این بررسی اخترشناسان دانشگاه صنعتی چالمرز و رصدخانه فضایی انسلا^۴ در سوئد با استفاده از تلسکوپ آلمان سیگنال هایی را آشکار ساخته اند که با میدان مغناطیسی شدید نزدیک به افق رویداد سیاهچاله ابر سنگین واقع در کهکشان دوردست موسوم به PKS ۲۱۱-۱۸۳۰ رابطه مستقیم دارد. این میدان مغناطیسی درست در جایی قرار دارد که ماده به شکل فواره از سیاهچاله خارج می شود.

پی نوشت ها

1. Chalmers University of Technology
2. Alma
3. Science
4. Onsala Space Observatory
5. Ivan Marti - Vidal

برای اطلاعات

بیشتر رجوع کنید به: Science on 17 April 2015, VOL 348, issue 6232
www.sci-encemeg.org/look UP/ doi/10.1126/science.aaa.1784.

منبع

Chalmers University of Technology

قسمت دوم و پایانی

شناوری، وزن مخصوص و ترازوی حکمت خازنی

اشاره

غلامحسین رحیمی

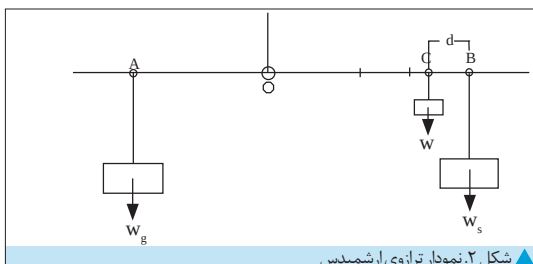
استادبخش مهندسی مکانیک، دانشگاه تربیت مدرس

اکنون مقدار معینی طلای خالص و به همان وزن نقره انتخاب می‌کنیم. زر در کفه زر (کفه زر) که به نیمه غیرمدرج میله آویزان و ثابت است، و نقره در کفه ن قرار می‌گیرد. میله افقی کاملاً موازی زمین است. اکنون، هر کفه را در آب فرومی‌بریم. میله ترازو (کفه زر) به طرف پایین می‌رود. اکنون وزنه متحرک را که به قسمت مدرج میله آویخته شده، چندان روی میله جابه‌جا می‌کنیم تا بار دیگر میله به حالت کاملاً افقی قرار گیرد. بنابراین، فاصله بین وزنه و کفه نقره مشخص می‌شود. اکنون، اگر بخواهیم ترکیب آلیاژی از طلا و نقره را مشخص کنیم، آن آلیاژ را با نقره خالص به صورت برابر وزنی می‌کشیم به گونه‌ای که وزن هر دو در هوا یکسان باشد. نقره خالص را در کفه نقره و آلیاژ را در کفه طلا می‌نهم. سپس، آن‌ها را به شیوه بالا، در میان آب می‌گذاریم و وزن می‌کنیم و میل ترازو را، به کمک جابه‌جایی وزنه، کاملاً افقی می‌کنیم. محل وزنه متحرک معین می‌شود. اگر کمتر از آن بود که قبلاً برای طلا نشانه‌گذاری شده است، بدون شک آلیاژ مخلوطی از زر و نقره، است. مقدار طلا در آلیاژ به نسبت عدد مشخص شده توسط وزنه (فاصله وزنه تا کفه) با آن عددی است که در ابتدا برای طلای خالص نشان شده، است.

تحلیل ترازوی ارشمیدس: شکل ۲ را که طرحی از ترازوی ارشمیدس است در نظر بگیرید. در ابتدا دو قطعه طلا و نقره هم‌وزن انتخاب می‌شود. بنابراین، $W_g = W_s$ در ضمن

$$\begin{aligned} W_s &= \rho_s g V_s = \gamma_s V_s & \text{وزن نقره} \\ W_g &= \rho_g g V_g = \gamma_g V_g & \text{وزن طلا} \end{aligned} \quad (11)$$

چون وزن دو فلز مساوی انتخاب شده است، لذا: $\gamma_g V_g = \gamma_s V_s$ اما $\gamma_g > \gamma_s$ ، در نتیجه $V_s > V_g$ یعنی حجم قطعه نقره بیشتر از حجم طلا است.



شکل ۲. نمودار ترازوی ارشمیدس

در قسمت اول این مقاله با شرح حال خازنی فیزیک‌دان و منجم برجسته اسلامی و شاهکار وی، کتاب میزان الحکمه آشنا شدید. در این بخش ترازوی حکمت خازنی و ویژگی ممتاز آن معرفی می‌شود و یکی از کاربردهای آن مورد تحلیل علمی قرار می‌گیرد.

۴. ترازوهای آبی در آینه میزان الحکمه خازنی

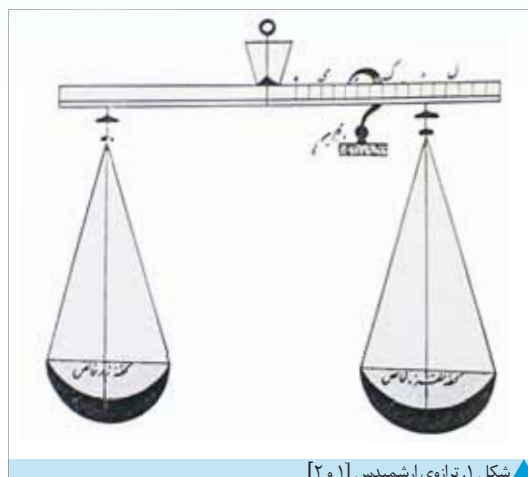
همان گونه که گفته شد یکی از مآخذ مهمی که در زمینه ترازوها و مخترعان آن‌ها وجود دارد، کتاب «میزان الحکمه» تألیف ابوالفتح عبدالرحمن خازنی است. وی در این کتاب به شرح آثار دانشمندانی که در این زمینه کار کرده‌اند پرداخته، و به سبک خود، آن‌ها را توصیف کرده است. دانشمندانی که خازنی نامشان را در کتاب خود آورده عبارت‌اند از: ارشمیدس یونانی، ثابت بن قره، ابوریحان بیرونی، محمدزکریای رازی، عمر خیام (خیامی) و ابوحاتم اسفزاری.

آنچه در ادامه می‌آید نخست توصیف هر ترازو مطابق با متن کتاب و سپس تحلیل علمی ترازوست.

۴-۱. ترازوی ارشمیدس

اولین ترازویی که خازنی معرفی می‌کند، ترازوی منسوب به ارشمیدس است که فقط در میزان الحکمه توصیف شده است و رساله مستقلاً از آن در دسترس نیست.

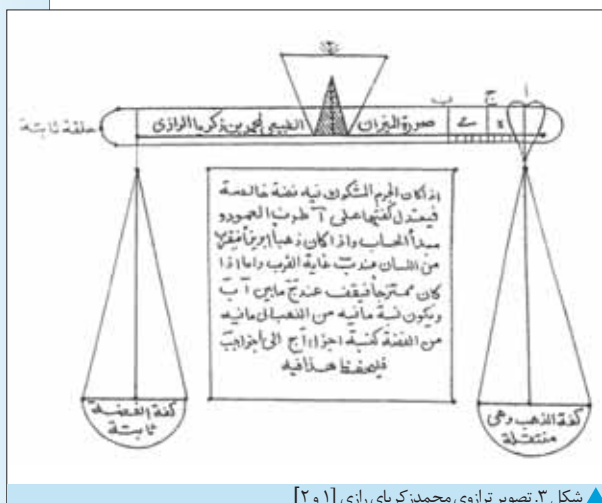
توصیف ترازو: ترازوی ارشمیدس مطابق با نقل خازنی متشکل از یک میله تیرمانند افقی است که نیمی از آن به سی بخش تقسیم شده است (شکل ۱ را ببینید). یک حلقه کشویی (منقله) که از آن وزنه (ناره) آویخته می‌شود، نیز ساخته شده و در طرف مدرج نصب می‌گردد.



شکل ۱. ترازوی ارشمیدس [۱ و ۲]



توصیف ترازو: خازنی به نقل از رازی می گوید که در ساختن این ترازو باید نهایت دقت بشود. نخست دو کفه از یک جنس و طوری ساخته می شود که گنجایش آب هر دو کفه دقیقاً یکسان باشد. هر دو کفه باید به گونه ای با سوهان ساییده شوند تا وزن هر دو یکسان گردد. اکنون میله افقی (عمود)، میل ترازو، به شکل عمود قیاب، در نهایت راستی و همواری ساخته می شود. کفه اول در یک طرف میل ترازو آویخته و محکم می شود. در انتهای کفه دیگر حلقه ای قرار دارد که به روی نیمه دیگر میل ترازو می لغزد (شکل ۳ را ببینید). کفه مذکور از این حلقه آویخته می شود. میل ترازو کفه متغیر چندان جابه جا می شود تا در حالت افقی و ترازو کاملاً در تعادل و موازنه قرار گیرد. آن محل موضع اولیه و اصلی حلقه خواهد بود.



شکل ۳. تصویر ترازوی محمدزکریای رازی [۱ و ۲]

اکنون یک مثقال زر در کفه متحرک قرار می دهیم و مثقالی نقره در کفه ثابت. واضح است که تعادل استاتیکی ترازو به هم نمی خورد. سپس، هر دو کفه را، با طلا و نقره، در میان آب فرو می بریم تا پر از آب شوند. آن ها را از آب بیرون بکشیم. میل ترازو به سمت کفه طلا متمایل می شود چرا که جرم زر از نظر حجم کمتر از جرم نقره است و آب در آن کفه که طلا است بیشتر از کفه دیگر است. پس حلقه را جابه جا می کنیم و به زبانه (علاقه) نزدیک تر می کنیم تا میل ترازو کاملاً افقی گردد. در محل استقرار حلقه نشان ب می نویسیم و ا را در محل اولیه حلقه نوشته و حرف ج را میانه ا و ب درج می کنیم (شکل ۳). اکنون، اگر در تشخیص ماده ای، بین طلا و نقره خالص، شبهه ای پدید آید، نقره خالص به وزن جرم مورد نظر را در کفه ثابت می گذاریم و فلز همبسته مورد نظر را در کفه لغزنده می نهیم و حلقه را در نقطه ا قرار می دهیم. اگر میل ترازو راست و افقی ماند، آلیاژ نقره خالص است و اگر بر نقطه ب ماند طلای خالص است و اگر بر نقطه ای مانند ج منطبق شد نیمی طلا و نیمی نقره است، و اگر موضعی که حلقه قرار می گیرد بین ا و ج بود نقره بیشتر است، و اگر موضع مذکور میان ج و ب باشد طلا بیشتر است.

علاوه بر این، در ابتدا که وزنه کشویی به میل ترازو آویخته نیست، ترازو در تعادل است. با توجه به اینکه گشتاور حوله نقطه 0 باید صفر باشد، داریم:

$$W_g \cdot AO = W_s \cdot OB \Rightarrow AO = OB = l$$

یعنی دو پله به فاصله مساوی از محل تکیه گاه میل ترازو قرار گرفته اند. البته، مشروط بر آنکه وزن دو کفه نیز با هم برابر باشد.

اکنون، هر دو کفه در آب قرار می گیرند. اگر حجم هر کفه V_c باشد، وزن هر کفه عبارت است از:

$$(12) \text{ وزن کفه نقره } = W_s + \gamma_w(V_c - V_s) = W_s + \gamma_w V_c - \gamma_w V_s$$

$$(13) \text{ وزن کفه طلا } = W_g + \gamma_w V_c - \gamma_w V_g$$

در دو عبارت فوق دو مقدار $\gamma_w V_s$ ، یعنی وزن آب هم حجم نقره، و $\gamma_w V_g$ ، یعنی وزن آب هم حجم طلا، نابرابرند و داریم:

$$(14) \quad \gamma_w V_s > \gamma_w V_g$$

بنابراین، وزن کفه طلا بیشتر بوده و میل ترازو به سمت آن متمایل می شود. برای برقراری تعادل افقی ترازو، وزنه W روی میله طرف کفه نقره قرار می گیرد و آن قدر جابه جا می شود تا در نقطه C تعادل برقرار شود. تعادل گشتاورها می دهد:

$$(15) \quad W'_g \cdot l = W'_s \cdot l + W(l-d) \Rightarrow Wd = (\gamma_w V_g - \gamma_w V_s + w)l$$

با توجه به معلوم بودن تمام کمیت ها فاصله d به راحتی به دست می آید و اینکه این فاصله حاوی چند درجه است مشخص می گردد. در روابط بالا فرض شد که دو کفه از یک جنس و از هر نظر مشابه اند.

اکنون ماده مرکب A را با وزن W_a ، که برابر با وزن نقره خالص است، انتخاب می کنیم. نقره را در کفه نقره و ماده مرکب را در کفه طلا می گذاریم و کفه ها را پر از آب می کنیم. اگر برای تعادل، وزنه در همان فاصله d باید قرار می گرفت، ماده قطعاً طلا است. اگر در فاصله بین B و C قرار گیرد، ترکیبی از طلا و نقره است. نسبت این دو فلز به نسبت درجات میان B و C در دو حالت است.

۴-۲. ترازوی محمدزکریای رازی یا ترازوی طبیعی

روش زکریای رازی در ترازوی خود، برخلاف روش ارشمیدس است. چرا که رازی هر دو پله ترازو را با جرمی پر از آب که در آن است، در هوا وزن می کند. در این وضعیت آب موجود در کفه به اندازه حجم جرم واقع در کفه کمتر است.

$$W_{ps} \cdot l = W_{px} \cdot l_x \Rightarrow W_{ps} = W_{px} \cdot \frac{l_x}{l} \quad (18)$$

نسبت l/l_x را می‌توان برای تعیین نسبت طلا و نقره در ماده مرکب به کار گرفت. فاصله بین A و B به دقت مدرج شده است.

به روابط زیر توجه شود:

(۱۹) وزن کفه نقره

$$W_{ps} = W_{ws} + W'_s = \gamma_w V_{ws} + (\gamma_s V_s - \gamma_w V_s)$$

(۲۰) وزن کفه حاوی جرم x

$$W_{px} = W_{wx} + W'_x = \gamma_w V_{wx} + (\gamma_x V_x - \gamma_w V_x)$$

که $V_{ws} + V_s = V_{wx} + V_x = V$ حجم هر کفه است. از ترکیبات معادلات (۱۷) و (۱۸) داریم:

$$W_{px} \frac{l_x}{l} = W_{pg} (1 - \frac{d}{l}) \Rightarrow W_{px} = W_{pg} \frac{l-d}{l_x} \quad (21)$$

اکنون اگر

$$l_x = l \Rightarrow W_{px} = W_{pg} (1 - \frac{d}{l}) \Rightarrow W_x = W_s$$

جسم نقره خالص است؛

$$l_x = l - d \Rightarrow W_{px} = W_{pg} \Rightarrow W_x = W_g$$

و اگر

جسم طلای خالص است؛

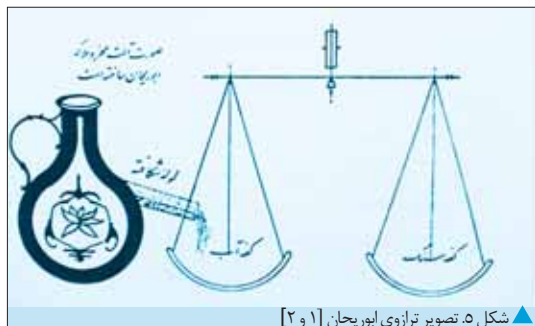
$$l = l' (l-d < l' < l)$$

و اگر

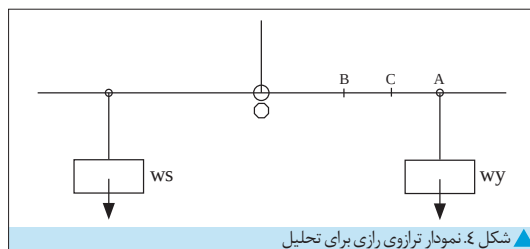
جسم مرکب از طلا و نقره است.

۳-۴. ترازوی ابوریحان

خازنی به نقل از ابوریحان می‌گوید: دستگاهی ساخته‌ام مخروطی‌شکل که بخش پایینی آن پهن و سر آن تنگ با گردنی کشیده است. این وسیله که به شکل تنگ است کاملاً صاف و هموار است و آلت مخروطی (تنگ مخروطی) نام دارد. در بخش بالای تنگ سوراخی تعبیه شده که به آن لوله‌ای خمیده متصل شده است به گونه‌ای که شکل ناودان به خود گرفته است. (شکل ۵)



تحلیل ترازوی زکریای رازی: در ترازوی زکریای رازی، حجم، جنس و وزن هر دو کفه دقیقاً یکی است. کفه نقره به میل افقی ترازو ثابت می‌شود (به فاصله $DO = l$) اما کفه طلا روی بازوی سمت راست می‌تواند بلغزد. بنابراین، ترازو در حالت اولیه، که کفه‌ها به آن نصب شده و $OD = OA$ ، در حالت تعادل استاتیکی قرار دارد. اگر دو قطعه طلا و نقره هم‌وزن (هر کدام مثلاً یک مثقال) در دو کفه قرار گیرند در این حالت نیز تعادل استاتیکی کماکان برقرار است. شکل ۴ نمودار ترسیم شده ترازو را برای تحلیل نشان می‌دهد.



اکنون هر دو کفه را پر از آب می‌کنیم. ترازو به سمت کفه طلا مایل می‌شود. تحلیل موضوع در ترازوی ارشمیدس صورت گرفت. اکنون حلقه متصل به کفه طلا را جابه‌جا می‌کنیم تا میل ترازو کاملاً افقی و مجدداً تعادل استاتیکی برقرار است. محل جدید حلقه را با علامت B مشخص می‌کنیم. علامت C را در وسط A و B می‌گذاریم. فرض شود: $AB = d$. همان گونه که گفته شد یکی از تفاوت‌های ترازوی رازی با ارشمیدس آن است که در ترازوهای رازی کفه‌های آبی در خلال وزن کردن از آب بیرون کشیده می‌شود. یعنی کفه‌های پرآب و حاوی فلزات در هوا وزن می‌شوند. در وضعیت اولیه، گشتاور حول نقطه O به تعادل می‌رسد:

$$W_{cg} \cdot l = W_{cs} \cdot l \quad (16)$$

زمانی که طلا و نقره هم‌وزن را روی دو کفه می‌گذاریم و هر دو کفه را نیز پر از آب می‌کنیم، تعادل استاتیکی نیازمند آن است که:

$$W_{ps} \cdot l = W_{pg} (l - d) \quad (17)$$

$$W_{ps} = W_{pg} (1 - \frac{d}{l})$$

که $OB = l - d$ فاصله کفه طلا از نقطه O است و W_{ps} وزن کفه نقره پر شده از آب است.

اکنون آلیاژی از طلا و نقره را در نظر بگیرید که نسبت ترکیب آن مشخص نیست. در کفه نقره، تکه‌ای نقره با وزن برابر ماده مورد نظر گذاشته می‌شود و ماده x در کفه طلا قرار می‌گیرد. مجدداً کفه‌های حاوی اجرام پر از آب می‌شوند. فرض کنید که تعادل ترازو در فاصله l_x از نقطه O برقرار می‌شود. بنابراین، داریم:

در ترازوی زکریای رازی، حجم، جنس و وزن هر دو کفه دقیقاً یکی است. کفه نقره به میل افقی ترازو ثابت می‌شود اما کفه طلا روی بازوی سمت راست می‌تواند بلغزد

این ترازو که بر پایه اصل شیناوری کار می کند، در رساله های از ابوریحان به نام «مقاله فی النسب التي بین الفلزات و الجواهر فی الحجم» توضیح داده شده است.^{۴۲}

در خصوص نحوه اندازه گیری وزن مخصوص توسط ابوریحان بیرونی و عبدالرحمن خازنی و جداول استخراج شده و مقایسه آن با مقادیر معادل امروزی آن، در مقاله دیگری بحث شده است.

در هر حال، برای تکمیل بحث و استفاده خوانندگان، یکی از جداول مرتبط با موضوع این مقاله مورد بررسی و محاسبه قرار می گیرد. جدول ۲ یکی از جداول مقادیر اندازه گیری شده بیرونی است که در کتاب خازنی آمده است.^{۴۳} نیمی از جدول ۲، عیناً از کتاب خازنی برداشته شده و نیم دیگر محاسبات و معادل های امروزی آن است که به آن افزوده شده است. بیرونی از ۹ فلز انتخابی خود، هر یک قطعه ای به وزن صد مثقال انتخاب کرده است و با استفاده از وسیله مخروطی اختراعی خود، وزن آب جابه جا شده ناشی از قرار گرفتن قطعه فلزی در آب را به دقت اندازه گیری کرده که در جدول آمده است. برای محاسبه وزن مخصوص، نیازی به تبدیل یکاهای وزن قدیم به جدید نیست. چرا که وزن مخصوص از نسبت دو کمیت هم بعد حاصل می شود و لذا خود بدون بعد است. وزن آب هم حجم قطعه فلزی صد مثقالی که توسط بیرونی اندازه گیری شده است، از رابطه جبری زیر به دست می آید:

(۲۴) بر حسب جو

$$W_w = 68/57 \times \text{مثقال} + 8 \times \text{دانگ} + 4 \times \text{تسو}$$

لذا، وزن مخصوص هر فلز را به سادگی از رابطه زیر محاسبه می کنیم:

$$\gamma = \frac{100 \times 68/57}{W_w} \quad (25)$$

مقدار W_w و γ مندرج در جدول ۲ از دو رابطه بالا به دست آمده است.

در خصوص جدول (۲) در ارتباط با خطاسنجی و یا افزایش دقت، توضیح باید داد که برنج آلیاژی است از مس و روی به رنگ زرد که حدود ۶۰ درصد آن مس است. علاوه بر این، خازنی به نقل از بیرونی می گوید که سپیدرو، یک آلیاژ فلزی، متشکل از مس و رصاص، است و رنگ آن، برخلاف روی، سرخ است.

همان گونه که در جدول ۲ مشاهده می شود تفاوت اعداد بیرونی (خازنی) با مقادیر امروز بسیار اندک و تماماً محدود به دهم و صدم اعشار می شود که این هم فقط ناشی از دقت دستگاهها و دقت آزمایش کنندگان امروزی است. از همین جا می توان به میزان دقت، صحت عمل و روش علمی ابوریحان پی برد.

ابوریحان علاوه بر تکرار آزمایش، از روش معکوس نیز برای سنجش دقت روش خود و مقادیر به دست آمده استفاده

اکنون چون تنگ را تا لبه سوراخ پر از آب کنند و مقدار معلومی از فلز یا جواهر به میان آب انداخته شود، به اندازه حجم جسم آب بالا می آید و از لوله ناودانی شکل خارج می گردد. سر لوله روی کفه آب ترازوی دوپله ای قرار دارد. لذا، مقدار آب مذکور به کفه ریخته و با ترازو و وزنه های معین، وزن آب مشخص می شود.

چون وزن آب هم حجم فلز معین شد، مقدار حجم آن ها نیز مشخص می شود. بنابراین، با تنظیم جداولی می توان وزن فلزات را، در ترکیب فلزات مرکب و نظایر آن، یافت.

تحلیل ترازوی ابوریحان: فلزی را در نظر می گیریم که حجم آن V باشد. چنانچه وزن آن در هوا به W باشد وزن مخصوص آن برابر است با:

$$\gamma = \frac{W}{V} \quad (22)$$

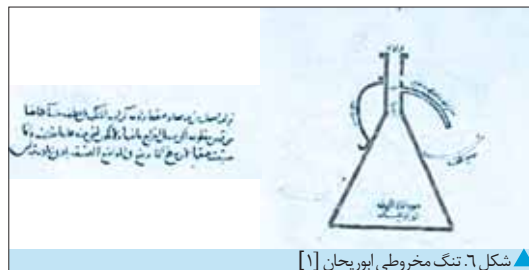
توجه شود که در رابطه بالا حجم جسم معلوم نیست. البته، می توان وزن جسم را با ترازوی مذکور اندازه گیری کرد. وزن آب هم حجم (W_w) آن را نیز به شیوه فوق می توان اندازه گرفت. بنابراین، وزن مخصوص جسم از رابطه زیر به دست می آید:

$$\gamma = \frac{W}{W - W'} \quad (23)$$

W وزن جسم در آب (وزن ظاهری) می باشد که برابر است با:

$$W' = W - W_w \quad (24)$$

که W_w وزن آب هم حجم جسم است، که با ترازو اندازه گیری شده است. توجه شود که با داشتن وزن و وزن مخصوص جسم، از رابطه (۲۲)، می توان حجم آن را محاسبه کرد. شکل ۶ تنگ مخروطی ابوریحان را از نسخه اصلی نشان می دهد.



بنابراین، با ترازوی ابوریحان می توان وزن مخصوص اجسام مختلف را اندازه گرفت. احتمالاً تنگ مخروطی ابوریحان را باید یکی از قدیمی ترین چکالی سنج های جهان دانست.^{۴۴} لازم به ذکر است که بنوموسی نیز در کتاب «الحیل» دستگاهی دارد که می تواند به نوعی چکالی سنج تلقی گردد. ترازوی ابوریحان به رغم سادگی آن، به دلیل دقت اجزا و دستگاه و نیز دقت اندازه گیری ها، دقیق ترین وزن مخصوص ها را به دست می دهد.

جدول ۲. مقایسه وزن‌های مخصوص بیرونی و امروزی

نام فلز (امروزی)	نام فلز (کتاب)	وزن آب اندازه‌گیری شده			وزن آب برحسب جو W_w	وزن مخصوص (بیرونی) γ	وزن مخصوص (امروزی)
		مثقال	دانگ	تسو			
طلا	زر	۵	۱	۲	۳۵۸/۸۵	۱۹/۱۰۸	۱۹/۲۶
جیوه	زیبق	۷	۲	۱	۵۰۰	۱۳/۷۱۴	۱۳/۵۹
سرب	سرب	۸	۵	۰	۵۸۸/۵۶	۱۱/۶۵	۱۱/۳۴۴
نقره	نقره	۹	۴	۱	۶۵۳/۱۳	۱۰/۴۹۸	۱۰/۵۰
	سپیدرو	۱۱	۲	۰	۷۷۰/۲۷	۸/۹۰۲	
مس	مس	۱۱	۳	۰	۷۷۸/۲۷	۸/۸۱	۸/۹۲
برنج	برنج*	۱۱	۴	۰	۷۸۶/۲۷	۸/۷۲۰۹	۸/۴
آهن	آهن	۱۲	۵	۲	۸۷۰/۸۴	۷/۸۷۴	۷/۸
قلع	رصاص	۱۳	۴	۰	۹۲۳/۴۱	۷/۴۲۵	

(۲۷)

$$W_s = 100 \times 68/57 \times \frac{358/85}{653/13} = 3767/64 = 54/84 \text{ حبه}$$

۵. ترازوی حکمت خازنی

همان‌گونه که گفته شد کتاب میزان الحکمه مشتمل بر هشت مقاله است که این مقالات به پنجاه باب تفکیک و هر باب به چند فصل تقسیم شده است. سه مقاله آخر کتاب به طراحی، ساخت و به‌کارگیری ترازوی حکمت اختصاص یافته است. عبدالرحمن خازنی در انتهای کتاب میزان الحکمه جزئیات «ترازوی حکمت» خود را تشریح می‌کند. «ترازوی حکمت» خازنی همانند دیگر ترازوها دارای یک شاخص و یک میله افقی بوده ولی به‌جای یک یا دو کفه، چندین کفه داشته است.

۵-۱. شرح ترازو

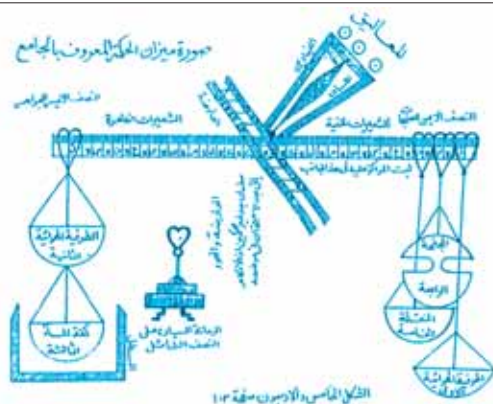
ترازوی حکمت عملاً یک ترازوی آبی با پنج کفه یا پله است که به نحو هوشمندانه‌ای آویخته شده و دارای زبانه‌ای بسیار حساس است. طول کلی بازوی ترازو ۴ ذراع (حدود ۲ متر) و طول زبانه یک ذراع (نیم متر) است.^{۴۵} ضخامت بازوی A شش سانتی‌متر است که در وسط ضخیم‌تر طراحی شده تا مقاومت بیشتری داشته باشد (در نقطه C). تیر عرضی B از C می‌گذرد، متناظر آن دو قطعه عرضی F از چنگال هستند. شکل ۸ ترازوی حکمت خازنی را از متن عربی کتاب نشان می‌دهد.

می‌کند. بدین ترتیب که مثلاً قطعات طلای وزن نشده را به‌تدریج در آب انداخته و آب خارج شده را وزن می‌کند تا «وزن این آب، برابر وزن آن آب شد که به صد مثقال زر برون آمده بود».^{۴۶} در این مرحله طلا از آب بیرون کشیده شده و خشک می‌شود و توزین می‌گردد. همین عمل برای نقره و فلزات دیگر انجام می‌شود تا «صحت جمله اعمال معلوم گشت». همان‌گونه که مشاهده می‌شود، روش بیرونی کاملاً بر شیوه تجربی و عالمانه امروز مبتنی است. علاوه بر این، بیرونی در آزمایش‌های خود طلا را به‌عنوان مرجع فرض کرده و وزن سایر فلزات را نسبت به آن (به مأخذ ۱۰۰) می‌سنجد.

خازنی به نقل از بیرونی می‌گوید که اگر بخواهیم وزن فلزی را که از نظر حجمی برابر صد مثقال طلا است بدانیم از نسبت متکافی استفاده می‌کنیم. به عبارت دیگر، وزن طلا در وزن آب هم حجم آن ضرب شده و تقسیم بر وزن آب هم حجم فلز مورد نظر می‌شود، حاصل وزن فلز هم حجم طلا است. رابطه بیرونی (خازنی) را به زبان علمی امروز می‌توان چنین نوشت:

$$\frac{W_s}{W_g} = \frac{W_{wg}}{W_{ws}} \Rightarrow W_s = W_g \cdot \frac{W_{wg}}{W_{ws}} = W_g \cdot \frac{V_g}{V_s} \quad (26)$$

به‌عنوان مثال، وزن نقره هم حجم ۱۰۰ مثقال طلا به‌صورت زیر محاسبه می‌شود.



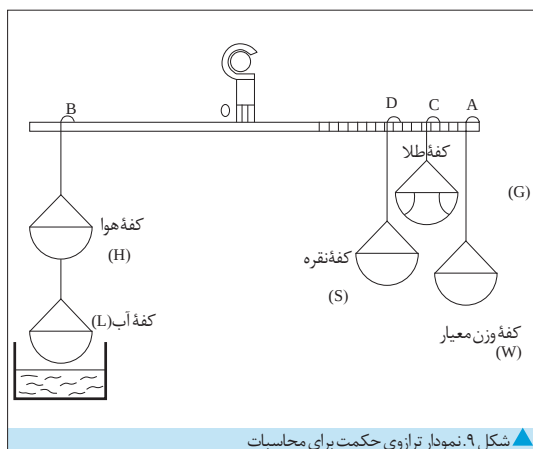
شکل ۸. ترازوی حکمت خازنی (میزان الحکمه)

ترازوی حکمت از دقت فوق العاده‌ای برخوردار است. مهم‌ترین عواملی که این دقت و حساسیت را پدید آورده‌اند: بازوی طولانی؛ تعلیق تقریباً بدون اصطکاک ترازو؛ انطباق مرکز ثقل بازو و قاب زبانه؛ نزدیکی مرکز ثقل و بازوی نوسان‌کننده و تعلیق دوگانه است.

میلادی، در اروپا وزن مخصوص را اندازه می‌گرفتند [۴]. در اینجا یکی از روش‌های خازنی تحلیل علمی می‌شود.

۵-۲. روش تشخیص یک همبسته دوفلزی با استفاده از ترازوی حکمت خازنی

در اینجا یکی از روش‌های اندازه‌گیری خازنی که در ترجمه میزان الحکمه توضیح داده شده است را شرح می‌دهیم. نخست ترازوی پنج کفه در موقعیتی قرار می‌گیرد که تعادل برقرار و بازوی AB در وضعیت کاملاً افقی باشد. فرض می‌شود که تعادل ترازو با فرض پر بودن کفه آبی L برقرار باشد. (شکل ۹ را ببینید)



شکل ۹. نمودار ترازوی حکمت برای محاسبات

۱. ده دینار طلای خالص در کفه هوایی H می‌گذاریم و در کفه W نیز وزنه مناسب را برای برقراری تعادل قرار می‌دهیم. وزن طلا را W_g می‌گیریم. بنابراین،

$$W_g = \gamma_g V_g \quad (28)$$

دو کفه هوایی H و معیار W در دو انتهای بازو هستند. با توجه به پر بودن کفه آب برای برقراری توازن، وزن وزنه معیار برابر است با:

$$W_1 = W_g + W_w \quad (29)$$

۲. قطعه طلا را از کفه هوایی H برداشته و در کفه آبی L قرار می‌دهیم. در این کفه، به اندازه حجم قطعه طلا آب خارج می‌شود. لذا ترازو به سمت کفه W به زیر می‌گراید. در این حالت داریم:

$$W'_1 = W_g + W_w - \gamma_w V_g \quad (30)$$

که $\gamma_w V_g$ وزن آب هم‌حجم قطعه طلا است. برای حفظ تعادل می‌توان به زیر کفه آبی L وزنه‌ای معیار به وزن $W_{wg} = \gamma_w V_g$ آویخت و بدین ترتیب وزن آب هم‌حجم طلا را معین کرد. با معلوم شدن آن، وزن مخصوص طلا محاسبه

خازنی می‌گوید هرچه طول تیر بیشتر باشد، ترازو دقیق‌تر است. زبانه مذکور به اندک وزنی، حرکت می‌کند. در یک ظرف ترازو کفه‌ای مانند کفه ترازوهای معمولی آویخته می‌شود و در زیر آن کفه دومی آویخته می‌گردد. این کفه دوم به گونه‌ای ساخته می‌شود که همواره در آب باشد.

در انتهای طرف دیگر بازو کفه‌ای آویخته شده که به آن «کفه معیار» گفته می‌شود. دو کفه دیگر یکی برای طلا و دیگری برای نقره ساخته می‌شود و هر سه کفه مذکور در طرف کفه معیار آویخته می‌شوند.

هر دو طرف تیر افقی به دقت در جهندی می‌شود و علامت‌ها طوری حک می‌شود که نخ یا حلقه کفه‌ها در آن قرار گیرد. وزن هر پنج کفه برابر است و کفه‌ها به گونه‌ای تنظیم شده‌اند که هم بتوان وزن مخصوص را اندازه‌گیری کرد و هم همبسته‌های دوفلزی را تحلیل و یا کشف نمود. کفه‌ای که می‌تواند در آب فرو رود، کفه مخروطی‌شکل یا کفه حکمت خوانده می‌شود؛ چرا که جسم مورد شبهه از آن آویخته می‌شود. کفه چهارم، کفه المّجنّحه^{۴۶} خوانده می‌شود و در دو طرف دارای حفره‌ای است به طوری که می‌تواند به کفه‌های دیگر نزدیک شود (شکل ۸). وزنه متحرک (رمانه سیّاره) برای تنظیم بازو در هنگام ضرورت استفاده می‌شود. در حالات مختلف اندازه‌گیری، بعد از تعادل و توازن ترازو، مقادیر مورد نظر می‌تواند مستقیماً از درجات روی بازو خوانده شود. خازنی نحوه تعلیق ترازو را با جزئیات شرح می‌دهد؛ جدول وی حالات پایدار و ناپایدار دستگاه را برای موقعیت‌های مختلف نشان می‌دهد.

مهم‌ترین مزیت ترازوی حکمت، برای محاسبه همبسته‌های دو یا چند فلزی یا آزمایش خلوص فلزات گران‌قیمت، اندازه‌گیری مستقیم آن است.

دقت ترازوی حکمت: ترازوی حکمت از دقت فوق‌العاده‌ای برخوردار است. مهم‌ترین عواملی که این دقت و حساسیت را پدید آورده‌اند، عبارت‌اند از:

- الف. بازوی طولانی (حداقل ۲ متر)
- ب. تعلیق تقریباً بدون اصطکاک ترازو
- پ. انطباق مرکز ثقل بازو و قاب زبانه
- ت. نزدیکی مرکز ثقل و بازوی نوسان‌کننده
- ث. تعلیق دوگانه که منجر به پایداری بیشتر دستگاه می‌شود. نیز به حرکت زبانه (D) فزونی می‌دهد (که به معنای حساسیت بالاتر است)

ج. دقت فراوان در ساخت و ترکیب اجزای ترازو. خازنی مدعی است که «اگر وزن بارهای این ترازو به جملگی هزار مثقال باشد، تفاوت یک حبه نماید، چون صانع چابک‌دست و لطیف‌صنعت باشد و آن را از سر علوم و معرفت ساخته باشد»^{۴۷}

به عبارت دیگر خطای ترازو کمتر از ۱ در ۶۰۰۰ (یا حتی ۱ در ۱۰۰/۰۰۰ وابسته به مقدار حبه) خواهد بود اگر آن را با دقت ساخته باشند.

لذا، با این ترازو وزن مخصوص را با دقتی می‌توان اندازه‌گیری کرد که، حداقل هفت قرن بعد، در قرون هجده و نوزدهم

پی‌نوشت‌ها

۴۰. «بوریحان می‌گوید: آلتی ساختن مخروط، یعنی زیر فراخ و پهن، سرتنگ... و آن جانب که بر بالا بود از او لوله شکافته بود، شکافی باریک با شکل ناودانی، تا چون آلت را پر از آب بکنند و مقدار معلوم فلزی یا جوهری به میان آب فرو گذارند، آن قدر که جای آب بگیرد آب به بالا برآید و از ناودان بیرون آید و در پله ترازو رود. و آن آب را بر کشند، و مناسبت میان آب‌ها را و هر فلزی و جوهری بدانند. و چون وزن آب‌ها معلوم گردد، مقدار مساحت حجم هر یکی معلو شود...» (ترجمه میزان‌الحکمه، ص ۴۸ و ۴۹)

41. Abattouy, pp. 220- 221

۴۲. زندگی‌نامه علمی دانشمندان اسلامی، بخش اول، ص، ۳۱۵.

۴۳. ترجمه میزان‌الحکمه، ص ۵۳.

۴۴. ترجمه میزان‌الحکمه، ص ۵۲.

۴۵. خازنی در توصیف ترازوی خویش می‌گوید: «عمودی راست ام‌لس متساوی‌الاجزاء، ماهی پشت چون عمود قبان، و هرچه درازتر بود بهتر باشد، و معلوم است که زر گراننده‌تر است سوی زیر از سیم، پس بر میان آن عمود زبانه‌ای سازیم چون زبانه ترازو، چنان که با اندک مایه تفاوت بگردد. (ترجمه میزان‌الحکمه، ص ۱۲۲ تا ۱۲۴)

46. Winged

۴۷. ترجمه میزان‌الحکمه، ص ۱۲.

۴۸. آلدومیلی، شکل ۲ جدول ۱؛ و نیز، سیدحسین نصر، علم و تمدن در اسلام، ترجمه احمد آرام، ص ۱۲۸ و ۱۲۹ و ۱۳۳؛ همچنین، مقدمه ترجمه میزان‌الحکمه، ص ۴.

۴۹. این نمونه در سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران زیر نظر نگارنده ساخته شده است، که هم‌اکنون در نمایشگاه دائمی که در کتابخانه ملی برگزار شده است، وجود دارد.

می‌شود:

$$\gamma_g = \frac{W_g}{W_{wg}} \quad (31)$$

اما، برای حفظ تعادل از تغییر محل کفه طلا نیز می‌توان استفاده کرد.

وزن معیار را به کفه G (کفه طلا) می‌گذاریم و آن را آن قدر روی بازوی AO می‌لغزانیم تا تعادل برقرار شود. در این حالت، داریم:

$$W_{\gamma} \cdot CO = W'_{\gamma} \cdot OB \quad (32)$$

پله طلا را در موقعیت تعادل تثبیت می‌کنیم و روی بازو علامت می‌گذاریم.

۳. اکنون ده دینار نقره خالص را در کفه هوایی می‌گذاریم به وزن $(W_s = \gamma_s V_s)$ و در کفه وزنه W وزن W_{γ} را برای تعادل می‌گذاریم. داریم:

$$W_{\gamma} = W_s + W_w \quad (33)$$

توجه شود که اگر $W_g = W_s$ ، با توجه به $\gamma_g > \gamma_s$ داریم: $W_{\gamma} > \gamma_g$ در ضمن، اگر $W_g = W_s$ ، آن گاه، $W_{\gamma} = W_{\gamma}$.

۴. در این مرحله، قطعه نقره را در کفه آب قرار می‌دهیم. به اندازه حجم قطعه نقره V_s آب از کفه L خارج می‌شود و بازو به سمت A متمایل می‌شود. اکنون، وزن W_{γ} را در کفه نقره S قرار داده و کفه را آن قدر روی بازوی AO جابه‌جا می‌کنیم تا تعادل برقرار شود. در این حالت

$$W' = W_s + W_w - \gamma_w V_s$$

تعادل لنگرها می‌دهد:

$$W_{\gamma} \cdot DO = W'_{\gamma} \cdot OB \quad (34)$$

محل کفه نقره در این وضعیت تعادل روی بازوی AO علامت‌گذاری می‌شود.

با توجه به اینکه $\gamma_w V_s > \gamma_s V_s$ ، لذا، $W'_{\gamma} < W_{\gamma}$. در ضمن $W_{\gamma} = W_{\gamma}$ ، لذا از ترکیب دو رابطه (۳۲) و (۳۴) خواهیم داشت:

$$\frac{W'_{\gamma}}{W_{\gamma}} = \frac{OD}{OC} \quad (35)$$

با توجه به اینکه $W'_{\gamma} < W_{\gamma}$ ، لذا $OD < OC$ همان گونه که انتظار می‌رود.

لازم به ذکر است اگر وزنه W_{γ} را در کفه طلای G قرار می‌دادیم باز هم به سمت پایین می‌گرایید.

اکنون موقعیت‌های طلا و نقره روی بازو مشخص می‌شود. عمل فوق بارها انجام می‌شود تا دقت مورد نظر حاصل شود.

تذکر: با توجه به اینکه وزن‌های ظاهری طلا

$W'_g = W_g - W_{wg}$ و نقره $W'_s = W_s - W_{ws}$ ، با عنایت به این موضوع که وزن ثابت آب کفه آبی W_w را می‌توان با تنظیم مناسب ترازو، از روابط حذف کرد رابطه (۳۵) را به شکل زیر نیز می‌توان نوشت:

$$\frac{W'_s}{W'_g} = \frac{OD}{OC} \quad (36)$$

۵. اکنون قطعه‌ای از همبسته دو فلزی متشکل از طلا و نقره را در نظر بگیرید با وزن W_a . لذا

$$W_a = W_g + W_s = \gamma_g V_g + \gamma_s V_s \quad (37)$$

که $V_a = V_g + V_s$. قطعه را در کفه هوایی می‌گذاریم و آن را وزن می‌کنیم. یعنی

$$W_{\gamma} = W_a + W_w \quad (38)$$

سپس W_a را در کفه آب می‌گذاریم. به اندازه حجم V_a آب از کفه L خارج می‌شود. بنابراین، کفه وزنه W به سمت پایین خم می‌شود. بنابراین،

$$W'_{\gamma} = W_a + W_w - \gamma_w V_a \quad (39)$$

$$W'_a = W_a - \gamma_w V_a \quad (40)$$

وزن ظاهری قطعه

۶. همان طور که قطعه W_a در کفه آبی L است. وزنه W_{γ} را در کفه طلا می‌گذاریم اگر تعادل برقرار شد، قطعه طلا خالص است؛ در غیر این صورت وزنه را در کفه نقره قرار می‌دهیم اگر تعادل برقرار شد، قطعه نقره خالص است. اگر ممزوج باشد، کفه طلا به سمت پایین حرکت می‌کند. برای ایجاد تعادل و تعیین نسبت ترکیبات، از بیان خازنی چنین فهمیده می‌شود که

$$W_{\gamma} \cdot AO = OB \cdot (W_a + W_w) \quad (41)$$

$$W_{\gamma} \cdot OC = OB \cdot (W_a + W_w - \gamma_w V_a)$$

$$W_{\gamma} \cdot OC = OB \cdot (W'_a + W_w) \quad (42)$$

وزن W_{γ} بین دو کفه طلا و نقره چنان توزیع می‌شود که تعادل ترازو برقرار شود. نسبت طلا و نقره در همبسته به نسبت وزن‌های توزیع شده است. داریم:

$$W_{\gamma} = W_{\gamma_1} + W_{\gamma_2} \quad (43)$$

W_{P1} وزنه در کفه طلا و W_{P2} وزنه در کفه نقره است.

$$W_{P1}.CO + W_{P2}.DO = (W_a + W_w - \gamma_w V_a).OB \quad (44)$$

در رابطه (44) مقادیر $W_a, W_w, \gamma_w V_a, OB, OD$ و OC معلوم هستند، لذا به کمک رابطه (43) می توان وزن های مثلاً طلا و نقره، W_{P1} و W_{P2} را به دست آورد.

فرض شود که W_a وزن بر حسب مثقال (یا گرم و یا هر نوع واحد دیگر) جسم مرکب از طلا و نقره باشد. W_g و W_s وزن های طلا و نقره مندرج در جسم باشد (یعنی $W_a = W_g + W_s$).

روش دیگر در تعیین ترکیب همبسته های دوفلزی:
از ترازوی خازنی، با استفاده از روابط ساده زیر می توان عیار همبسته های دوفلزی را مشخص کرد. طبق تعریف وزن مخصوص جسم برابر است با:

$$\gamma_a = \frac{\text{وزن در هوا}}{\text{وزن آب هم حجم}} \quad (45)$$

که $W_a = W_g + W_s$ اگر γ_s و γ_g به ترتیب وزن های مخصوص طلا و نقره باشد که با روش فوق الذکر به دقت اندازه گیری شده است. حجم آب جابه جا شده با طلا، $W_g = W - W_s$ برابر با $\frac{W_a - W_s}{\gamma_g}$ است و نقره برابر با W_s / γ_s می باشد. بنابراین:

$$\gamma_a = \frac{W_a}{W_w} = \frac{W_a}{\gamma_w V_a} = \frac{W_a}{V_g + V_s} = \frac{W_a}{\frac{W_a - W_s}{\gamma_g} + \frac{W_s}{\gamma_s}}$$

و یا

$$\Rightarrow W_s = W_a \cdot \frac{\gamma_a - \gamma_g}{\gamma_s - \gamma_g} \quad (46)$$

در رابطه بالا وزن مخصوص آب «واحد» فرض شد. بنابراین، با دانستن وزن های مخصوص γ_a, γ_g و γ_s و وزن همبسته دوفلزی W_a ، وزن نقره و نیز طلا در آن به طور دقیق محاسبه می شود. این معادله برای وزن های دو مؤلفه با این فرض که حجم جسم مرکب برابر با مجموع حجم مواد تشکیل دهنده آن است، معتبر است. رابطه ای که برای تمام مخلوط های مکانیکی و برای بسیاری از آلیاژها برقرار است.

رابطه (46) را خانیکیف در توضیحات خود از بخش های ترجمه شده مورد نظر ارائه می کند بدون آنکه آن را استخراج نماید [3]. همین رابطه، با تغییراتی در نمادها، در مقاله [4] درج شده است.

این فقره از کتاب خازنی درباره ترازو نشان می دهد که علمای فیزیک و مکانیک مسلمان در آن زمان شایستگی آن را داشته اند که وزن مخصوص و چگالی نسبی اجسام را که از یک یا دو ماده ساخته شده بودند با دقت بسیار اندازه بگیرند.

آلدومیلی، مورخ علم ایتالیایی، وزن مخصوص های اندازه گیری شده توسط بیرونی و خازنی را در جدولی آورده و آن ها را با اندازه های جدید مقایسه کرده است. [8] شکل ۱۰ نمودار سه بعدی ترسیم شده از ترازوی حکمت خازنی را نشان می دهد و شکل ۱۱ نمونه ساخته شده را نشان می دهد. [9]



شکل ۱۰. نمودار ترسیم شده از میزان الحکمه



شکل ۱۱. نمونه ساخته شده از ترازوی حکمت

۷. جمع بندی و نتیجه گیری

کتاب میزان الحکمه خازنی یکی از برجسته ترین کتاب های فیزیک در تاریخ تمدن اسلامی محسوب می شود. خازنی را همراه با بیرونی و ابن هیشم باید از بنیان گذاران روش تجربی در تحقیقات علمی نام برد. ترازوی حکمت خازنی حداقل تا قرن هجدهم میلادی دقیق ترین وزن مخصوص ها را به دست داد.

در این مقاله نشان داده شد که دانشمندان تمدن اسلامی در سده های میانه، با توسعه روش های دانشمندان دوره باستانی، روش هایی را در اندازه گیری اوزان مخصوص و تشخیص میزان مواد در همبسته های فلزی به کار گرفتند و ابزارهایی اختراع نمودند که، به رغم سادگی آن ها در مقایسه با ابزارهای جدید، با آن ها پاسخ های صحیحی و دقیقی به دست می آوردند.

هر چند تمرکز مقاله حاضر بر ترازوهای آبی بود، اما هنوز مبحث ترازوها در میزان الحکمه، همراه با موضوعات متنوع دیگر، محل مطالعه و تحقیق فراوان دارد. کتاب سرشار از موضوعات مختلف فیزیکی است که توجه متخصصان ذی ربط را می طلبد تا با زبان جدید مطالب علمی قدیم بازگویی و بازنویسی شود و توصیف علمی آن ها بدان گونه که برای دانشجویان و معلمان و استادان مفید و قابل استفاده باشد انجام گیرد.

منابع

۱. ابوالفتح عبدالرحمن خازنی، «میزان الحکمه للخازنی» الطبعة الاولى، مطبعة دائرة المعارف العثمانیه، الحیدرآباد الدکن، سنه ۱۳۵۹ هـ.
۲. ابوالفتح عبدالرحمن خازنی، «ترجمه میزان الحکمه»، مقدمه و تصحیح محمدتقی مدرس رضوی، انتشارات بنیاد فرهنگ ایران، تهران، ۱۳۴۶.
3. Khanikoff, N., "Analysis and Extract of kitab mizan al-hikma, Book of the Balance of Wisdom", Journal of the American oriental Society, No. 6(1859), pp 1-128.
4. Hall, R. E., "Al-Khazini, "Dictionary of Scientific Biography", Princeton University, Vol 7. pp 334-351.
۵. مقاله «ترازو» از: محمدجواد ناطق و فرید قاسملو، دانشنامه جهان اسلام، جلد ۶، صفحات ۸۱۲-۸۱۷، تهران، ۱۳۸۰.
۶. هانس ای. وولف، «صنایع دستی ایران»، ترجمه سیروس ابراهیم زاده، انتشارات و آموزش انقلاب اسلامی، تهران، ۱۳۷۲.
- مشخصات کتاب اصلی به قرار زیر است:
- Wulf, H. E., "The Traditional Crafts of Persia, Their Development, Tecnology and Influence on Eastern and Western Civilization", The MIT'S Press, Cambridge, 1966.
7. Mohammad Abat-touy, "The Islamic Science of Weight and Balances", FSTC Limited, Nov 2006.
۸. آلدومیلی، «علوم اسلامی و نقش آن در تحولات علمی جهان»، ترجمه محمدرضا شجاع رضوی و اسدالله علوم، مشهد، ۱۳۷۱ ش.

ترجمه هما قائدشرف
پژوهشکده معلم شیراز

عالم قابل مشاهده

کلیدواژه‌ها: عالم، عالم قابل مشاهده، قانون هابل

میلیارد سال به‌دست آمده است. اما به‌دلیل انبساط فضا انسان‌ها اجسامی را مشاهده می‌کنند که (طبق تعریف ویژه فاصله کیهان‌شناختی، که اکنون برابر فاصله همراه است) ابتدا بسیار نزدیک‌تر بودند اما اکنون به‌طور قابل ملاحظه‌ای دورتر از فاصله ایستای ۱۳/۸ میلیارد سال نوری هستند. قطر عالم قابل مشاهده حدود ۲۸ میلیارد سال نوری (۹۳ میلیارد سال نوری) برآورد شده است، که لبه عالم قابل مشاهده را در حدود ۴۷-۴۶ میلیارد سال نوری قرار می‌دهد.

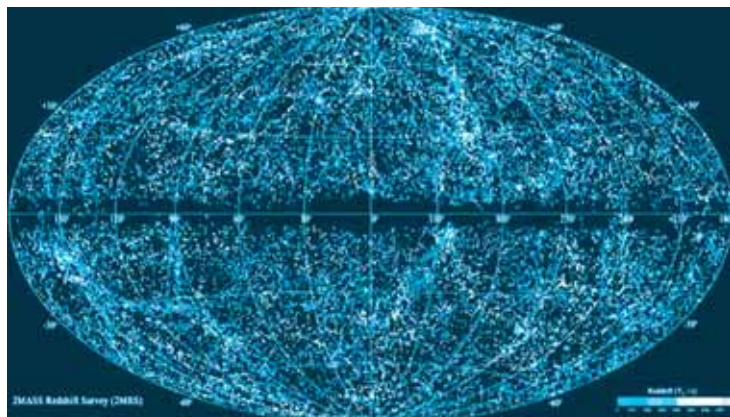
عالم در برابر عالم قابل مشاهده

شاید برخی از بخش‌های عالم به اندازه‌ای دور باشند که نور گسیل شده از آن‌ها از زمان مه‌بانگ تا کنون زمان کافی برای رسیدن به زمین را نداشته باشد، بنابراین قسمت‌هایی از عالم فعلاً در بیرون عالم قابل مشاهده قرار دارند. در آینده، نور کهکشان‌های دور دست زمان بیشتری را در اختیار خواهد داشت، بنابراین برخی نواحی که اکنون قابل مشاهده نیستند در آینده قابل مشاهده خواهند شد. با این همه، طبق قانون هابل نواحی به اندازه کافی دور از ما با سرعت بیشتر از سرعت نور از ما دور می‌شوند (نسبیت خاص مانع از حرکت اجسام نزدیک به هم واقع در یک ناحیه با سرعت بیشتر از سرعت نور نسبت به هم می‌شود، ولی این محدودیت برای اجسام دور دست که فضای بین آن‌ها منبسط می‌شود وجود ندارد! نگاه کنید به موارد استفاده ویژه فاصله) و به علاوه، به علت انرژی تاریک ظاهراً آهنگ انبساط شتاب می‌گیرد. با فرض ثابت ماندن انرژی تاریک (ثابت کیهان‌شناختی نامتغیر) شتاب گرفتن آهنگ انبساط تداوم دارد و یک حد قابلیت رؤیت آینده، وجود دارد که فراتر از آن اجسام هرگز در آینده نامحدود در هیچ زمانی وارد عالم قابل مشاهده نمی‌شوند، زیرا نور گسیل شده از اجسام بیرون این حد هرگز به ما نمی‌رسد. (یک نکته ظریف آن است که چون پارامتر هابل با گذشت زمان کاهش می‌یابد، مواردی می‌تواند وجود داشته باشد که در آن یک کهکشان که با سرعت اندکی بیشتر از سرعت نور از ما دور می‌شود سیگنالی گسیل کند که سرانجام به ما برسد). این حد قابلیت رؤیت آینده در فاصله همراه ۱۹ میلیارد پارسک (۶۲ میلیارد سال نوری) با این فرض محاسبه می‌شود که انبساط عالم همواره تداوم یابد، این موضوع ایجاب می‌کند که تعداد کهکشان‌هایی که به لحاظ نظری در آینده نامحدود می‌توان مشاهده کرد (با کنار گذاشتن این موضوع که شاید مشاهده برخی به واسطه انتقال به سرخ ناممکن باشد) فقط با ضریب ۲/۳۶ بیشتر از تعدادی است که

عالم قابل مشاهده از کهکشان‌ها و ماده دیگری تشکیل شده است که می‌توان اصولاً آن را اکنون از زمین دید زیرا نور و دیگر سیگنال‌های ناشی از این اجسام زمان کافی برای رسیدن به زمین را از آغاز انبساط کیهان‌شناختی داشته‌اند. با فرض اینکه عالم همسانگرد باشد، فاصله تا لبه عالم قابل مشاهده تقریباً در تمام جهات یکسان است. یعنی عالم قابل مشاهده، بدون توجه به شکل کلی آن، حجمی کروی (یک‌گویی) به مرکز ناظر است. هر محل در عالم یک عالم قابل مشاهده مربوط به خود را دارد که ممکن است با عالم قابل مشاهده به مرکز زمین همپوشی داشته باشد یا نداشته باشد. واژه قابل مشاهده که به این منظور به کار رفته است به اینکه آیا فناوری جدید در واقع امکان آشکارسازی تابش ناشی از یک جسم در این منطقه را فراهم می‌سازد (یا اینکه اصلاً تابشی وجود دارد که آشکار شود) بستگی ندارد. بلکه صرفاً نشان می‌دهد که نور و سایر سیگنال‌های جسم/اصولاً امکان رسیدن به زمین را دارند. در عمل، فقط می‌توانیم نور را از زمانی مشاهده کنیم که فوتون‌ها در عصر باز ترکیب واجفتیده شده‌اند. این زمانی است که ذرات قادر به گسیل فوتون‌هایی بودند که ذرات دیگر به سرعت آن‌ها را جذب نمی‌کردند. پیش از آن، عالم پر از پلاسمای مات برای فوتون‌ها بود.

سطح آخرین پراکندگی مجموعه نقاط فضا درست در فاصله‌ای است که فوتون‌های زمان واجفتیدگی فوتون آن درست امروز به ما می‌رسند. این‌ها فوتون‌هایی هستند که ما اکنون به‌صورت تابش زمینه ریزموج کیهانی^۱ (CMBR) آشکارسازی می‌کنیم. اما، با فناوری آینده شاید بتوان بقایای زمینه نوترینو، یا حتی رویدادهای قدیمی‌تر را از طریق امواج گرانشی (که آن هم باید با سرعت نور حرکت کند) مشاهده کرد. گاهی اختر فیزیک‌دانان بین عالم مرئی، که شامل فقط سیگنال‌های گسیل شده از زمان باز ترکیب است - و عالم قابل مشاهده، که شامل سیگنال‌های گسیل شده از زمان شروع انبساط کیهان‌شناختی (مه‌بانگ در کیهان‌شناسی سنتی، پایان عصر تورمی در کیهان‌شناسی جدید) فرق می‌گذارند. طبق محاسبه‌ها، فاصله همراه (ویژه فاصله کنونی) ذرات ناشی از CMBR که شعاع عالم مرئی را نشان می‌دهد، حدود ۱۴/۰ میلیارد پارسک (حدود ۴۵/۷ میلیارد سال نوری است)، در حالی که فاصله همراه تا لبه عالم قابل مشاهده حدود ۱۴/۳ میلیارد پارسک (۴۶/۶ میلیارد سال نوری) یعنی حدود ۲ درصد بیشتر است.

بهترین برآورد سن عالم در سال ۲۰۱۳ برابر 13.798 ± 0.37 میلیارد سال است.



▲ تجسم ۹۳ میلیارد سال نوری - یا ۲۸ میلیارد پارسک - عالم قابل مشاهده سوبعدی. مقیاس به گونه‌ای است که دانه‌های ریز نشانگر مجموعه‌های متشکل از تعداد زیادی آبرخوشه کیهانشانی‌اند. آبرخوشه سنبله - جایگاه راه شیری - در مرکز مشخص شده ولی کوچک‌تر از آن است که در این تصویر دیده شود.

بودن ۲۵۰ برابری کل عالم از عالم قابل مشاهده است. اگر کل عالم دست کم ۲۵۰ برابر عالم قابل مشاهده باشد، پس قطر کل عالم ۱۷۶ گیگاپارسک (۵۷۵ میلیارد سال نوری خواهد بود). اگر عالم محدود ولی بدون مرز باشد، این امکان هم وجود دارد که از عالم قابل مشاهده کوچک‌تر باشد. در این صورت، آنچه آن‌ها را به صورت کیهانشان‌های دور دست می‌بینیم در واقع تصاویر تکثیر شده کیهانشان‌های نزدیک است که بر اثر دور زدن نور در عالم تشکیل شده‌اند. آزمودن این فرض به صورت تجربی دشوار است، زیرا تصاویر مختلف یک کیهانشان دوران‌های متفاوت در تاریخ آن را نشان می‌دهند، و در نتیجه شاید کاملاً متفاوت به نظر برسند. بیلوتیز^۳ و همکاران مدعی تثبیت حد پایین ۲۷/۹ گیگاپارسک (۹۱ میلیارد سال نوری) بر قطر آخرین سطح پراکندگی هستند (چون این فقط یک حد پایین است مقاله امکان خیلی بزرگ‌تر بودن، حتی نامحدود بودن عالم را نفی نمی‌کند). این مقدار بر مبنای تحلیل داده‌های گردآوری شده WAMP در طی ۷ سال است.

برداشت‌های غلط

بسیاری از منابع ثانویه گستره وسیعی از اعداد نادرست درباره اندازه عالم قابل مشاهده را گزارش کرده‌اند. یکی از این اعداد ۱۳/۸ میلیارد سال نوری است. **سن عالم** ۱۳/۸ سال نوری برآورد شده است در حالی که معمولاً تصور می‌شود که هیچ چیز نمی‌تواند تا سرعت‌های برابر یا بیشتر از سرعت نور شتاب بگیرد، بنابراین یک برداشت غلط متداول آن است که شعاع عالم قابل مشاهده باید فقط ۱۳/۸ میلیارد سال نوری باشد. این استدلال فقط در صورتی منطقی است که مفهوم **فضازمان مینکوفسکی**^۴ تخت و ایستای نسبیت خاص درست می‌بود. در عالم واقعی، فضازمان طوری خمیده شده است که طبق **قانون هابل** با انبساط فضا متناظر باشد. فاصله‌های به‌دست آمده به صورت حاصل ضرب سرعت نور در بازه زمانی کیهان‌شناختی هیچ‌گونه اهمیت فیزیکی مستقیم ندارند.

اکنون مشاهده می‌شود.

گرچه اصولاً کیهانشان‌های بیشتری در آینده قابل مشاهده می‌شوند، در عمل تعداد فزاینده‌ای از کیهانشان‌ها به اندازه‌ای به‌خاطر انبساط **انتقال سرخ** می‌یابند که از دید پنهان و نامرئی می‌شوند. نکته ظریف دیگر آن است که یک کیهانشان در فاصله همراه معین در صورتی در عالم قابل مشاهده، تعریف می‌شود که بتوانیم سیگنال‌های گسیل شده از آن را در هر عصری از تاریخ گذشته (مثلاً سیگنالی که ۵۰۰ میلیون سال پس از مهیابک فرستاده شده است) دریافت کنیم، اما به واسطه انبساط عالم، شاید یک عصر بعدی وجود داشته باشد که در آن سیگنال گسیل شده از همان کیهانشان هرگز در هیچ نقطه آینده نامحدود به ما نرسد (به‌طوری که مثلاً شاید هرگز مشاهده نکنیم که کیهانشان ۱۰ میلیارد سال پس از مهیابک چگونه به نظر می‌رسیده است) گرچه در همان فاصله همراه باقی بماند (برخلاف ویژه فاصله که برای توصیف سرعت عقب‌نشینی به علت انبساط فضا به کار می‌رود، فاصله همراه به صورت ثابت برحسب زمان تعریف می‌شود)، که کمتر از شعاع همراه عالم قابل مشاهده است. از این واقعیت می‌توان برای تعریف نوعی **افق رویداد** کیهانی استفاده کرد که فاصله‌اش از ما با گذشت زمان تغییر می‌کند. به عنوان مثال، فاصله کنونی این افق حدود ۱۶ میلیارد سال نوری و به معنی آن است که سیگنال رویدادی که اکنون به وقوع می‌پیوندد در صورتی می‌تواند سرانجام به ما برسد که فاصله آن کمتر از ۱۶ میلیارد سال نوری باشد، اما اگر فاصله آن بیشتر از ۱۶ میلیارد سال نوری باشد، سیگنال هرگز به ما نمی‌رسد.

هم در مقاله‌های همگانی و هم در مقاله‌های پژوهشی حرفه‌ای کیهان‌شناسی واژه «عالم» اغلب به معنای «عالم قابل مشاهده» به کار می‌رود. این موضوع را می‌توان به این صورت توجیه کرد که هرگز نمی‌توانیم چیزی را با آزمایش کردن مستقیم درباره بخشی از عالم بدانیم که با ما **از نظر علمی ناهمبند** است، اگرچه بسیاری از نظریه‌های معتبر به عالم کل بسیار بزرگ‌تر از عالم قابل مشاهده نیازمند باشند. هیچ دلیلی وجود ندارد که نشان دهد مرز عالم قابل مشاهده مرز کل عالم را تشکیل دهد، و نه هیچ نشانه‌ای دال بر آن است که مدل‌های کیهان‌شناختی رایج حاکی از وجود مرزی فیزیکی برای عالم باشد، اگرچه برخی مدل‌ها مطرح می‌کنند که عالم می‌تواند محدود ولی بدون مرز باشد، مثل یک مانسته با بعد بالاتر سطح دوبعدی کره‌ای که گرچه دارای سطح محدود است ولی لبه‌ای ندارد. منطقی است که **کیهانشان‌های** موجود در عالم قابل مشاهده فقط کسر کوچکی از کیهانشان‌های موجود در عالم را تشکیل دهند. طبق نظریه **تورم کیهانی** و بنیان‌گذار آن **آلن گوت**^۲، اگر فرض شود که تورم حدود 10^{-27} ثانیه پس از مهیابک آغاز شده باشد، با این فرض منطقی که اندازه عالم برحسب زمان تقریباً عامل ضرب سرعت نور در سن آن است، اندازه کنونی کل عالم دست کم 3×10^{23} برابر عالم قابل مشاهده خواهد شد. برآوردهای کمتری نیز وجود دارد که مدعی بزرگ‌تر

پی‌نوشت‌ها

1. Cosmic microwave background radiation
2. Alan Guth
3. Bielewicz
4. Minkowski

مرجع

1. en. wikipedia. org/wiki/Observable_univers



آموزش آزمون محور آفت جدی در نظام آموزشی

حسن اتحاد مهر آباد، کارشناس ارشد فیزیک بنیادی و سرگروه درسی فیزیک منطقه عجب‌شیر
مرضیه روانبخش، دبیر دبیرستان نمونه دولتی تربیت شهرستان عجب‌شیر

دانشگاه‌ها تا حدی عملی شده است و متولیان سنجش آموخته‌های دانش‌آموزان توجه خود را به آموزش اصولی متمرکز کرده‌اند. این امر بسیار امیدبخش و قابل تقدیر است و مسلماً می‌تواند تأثیر بسیار زیادی در اصلاح آموزش و ارزشیابی دانش‌آموزان داشته باشد. این تصمیم‌گیری در جهت اولویت دادن به روش‌های تشریحی و منطقی دروس، ایجاد نظام فکری منطقی، افزایش قدرت تجزیه و تحلیل مطالب در دانش‌آموزان و اجتناب از حفظ کردن نکته‌های ظاهری و برخی فرمول‌های ساختگی و غیرمنطقی تحت عنوان نکته‌های تستی و کنکوری صورت گرفته است [۲].

تعلیم و تربیت زیر پای رقابت‌مدیران

اما این بار در کنار این مشکلات، پدیده قابل تأمل دیگری صورت می‌گیرد که باز هم دانش‌آموزان را به روشی انحرافی و به دور از آموزش اصولی، به ارتقای معدل کتبی در امتحانات نهایی سوق می‌دهد.

برخی از مدیران مدارس برای رسیدن به خوش‌نموداری و نمره‌های کتبی بالای دانش‌آموزان تحت پوشش خود، متوسل به آموزش آزمون‌محور می‌شوند و به تبلیغ، تکثیر و حل نمونه پرسش‌های امتحانات نهایی سال‌های گذشته می‌پردازند. مرکز سنجش آموزش و پرورش هم در سامانه اینترنتی خود جهت دسترسی آسان، آرشیو این نمونه پرسش‌ها را (که عمدتاً تکراری و در سطوح پایین حیطه‌های شناختی هستند) به همراه پاسخنامه در اختیار عموم قرار داده است.

این پدیده مبین آن است که مجموعه آموزش و پرورش ما می‌تواند برنامه منسجم‌تری برای آموزش و تعلیم و تربیت داشته باشد تا رقابت مدیران آموزش و پرورش برای کسب آمار بالاتر قبولی سالانه و ارتقای میانگین نمره‌ها و سایر موارد مشابه، جایگزین آموزش صحیح نشود. بدیهی است که در چنین اوضاع و احوالی دانش‌آموزان تنها مطالبی را به‌خاطر خواهند سپرد که در آزمون‌ها از او می‌خواهند و معلم هم بدون در نظر گرفتن برنامه درسی و اهداف آموزشی و شیوه تدریسی که مؤلفان کتاب‌های درسی پیش‌بینی کرده‌اند، مطالبی را آموزش خواهد داد که در امتحانات نهایی یا کنکور سراسری مطرح می‌گردد. بدین ترتیب پرسش‌های امتحانات نهایی و کنکور سراسری الگوی تدریس مدرسان می‌شود که در آن اثری از تفکر علمی وجود ندارد و نتیجه کار خشکاندن روحیه پژوهش، کنجکاوی، خلاقیت و نوآوری، دانش‌آموزان است.

این پدیده بیشتر شبیه حالتی است که ما گندم می‌کاریم. اما چون معیار برای سنجش کمیت و کیفیت کار ما میزان کاه به جا مانده از فرایند تولید گندم است. بنابراین گندم را هم فدای کاه کرده و قاطی آن می‌کنیم تا رشد کمی خوبی را نشان دهیم.

گفت: یا رب، زان کنم ویران و پست
که در اینجا دانه هست و کاه هست
دانه، لایق نیست در انبار کاه

چکیده

تأثیر مستقیم و بیست و پنج درصدی نمره‌های کتبی نهایی در پذیرش دانش‌آموزان برای ورود به مؤسسه‌های آموزش عالی عملی شده است. اما باز هم مؤسسه‌های سودجو با تبلیغات گسترده رسانه‌ای و بعضاً عملکرد برخی افراد در سطوح مختلف برای رسیدن به خوش‌نموداری، آموزش آزمون‌محور را رواج می‌دهند تا به هر قیمتی که شده در ارتقای معدل دانش‌آموزان تحت پوشش و موفقیت آن‌ها در ورود به دانشگاه‌ها موفق شوند. این نوشتار اندک، نقدی است بر عملکرد مؤسسه‌های سودجو و برنامه‌ها و تبلیغات رسانه‌ها و واکنش برخی افراد در خصوص رواج و نهادینه کردن آموزش غیراصولی و آزمون‌محور

کلیدواژه‌ها: ارتقای معدل، آموزش آزمون‌محور، آموزش اصولی، کتاب‌های کمک‌آموزشی، نظام آموزشی، کنکور سراسری

مقدمه

توسعه یک مفهوم کلی است که تمام زمینه‌های اقتصادی، سیاسی، علمی و فرهنگی را در برمی‌گیرد و حصول به هر یک از آن‌ها بدون توجه به جنبه‌های دیگر امکان‌پذیر نیست. در این راستا گام اول در راه توسعه آموزش صحیح به افراد جامعه است. [۱].

یاد گرفتن و آموزش واقعی زمانی اتفاق می‌افتد که فراگیران آنچه را که آموخته‌اند بتوانند خلاقانه در مواقع لزوم در هر زمان و مکانی برای رسیدن به زندگی بهتر و ارج نهادن به آن به کار برند و برای بهبود وضعیت موجود از کمترین تلاش خود بیشترین نتیجه را بگیرند.

نتایج المپیادها و سایر رقابت‌های بین‌المللی مبین این واقعیت است که دانش‌آموزان و دانشجویان کشور ما از استعدادهای فراوان برخوردارند و اما نتیجه‌ای که از تلاش‌های شبانه‌روزی خود می‌گیرند هرگز متناسب با حجم فعالیت‌ها و زحماتی نیست که آن‌ها متحمل شده‌اند و علت آن را باید در نظام آموزشی و نحوه آموزش دانش‌آموزان جست‌وجو کرد.

سوابق تحصیلی و تأثیر آن در آینده تحصیلی دانش‌آموزان

بالاخره بعد از سال‌ها انتظار، تأثیر مستقیم نمره کتبی امتحانات نهایی سال سوم دوره متوسطه دوم در کنکور و آزمون ورودی

سنجش

پیشرفت

تحصیلی برای

نظام آموزشی

از جمله

موارد ضروری

است؛ اما نه

به روش‌های

غیراستاندارد

فعلی که در

بیشتر مواقع

به‌جز تحمیل

اضطراب، از

دست رفتن

وقت، هزینه و

نتایج غیرقابل

تعمیم و

غیرقابل استناد

ثمر دیگری

ندارد

معلمان مدرسی که همگام با آن‌ها، مجموعه تحت پوشش خود را به‌سمتی سوق می‌دهند که این مؤسسه‌ها راهبری می‌کنند.

رسانه ملی و رواج آموزش آزمون‌محور

رسانه‌ها با امکانات متنوع خود، روزانه چندین ساعت، کتاب‌هایی با عنوان «مجموعه سؤالات پرتکرار...» را تبلیغ می‌کند و عملاً راه و رسم درس خواندن و موفق شدن را طوری ترسیم می‌کند که اگر پاسخ این پرسش‌ها را حفظ کنید موفق خواهید شد. در نتیجه کتاب‌هایی هم که حاوی مطالب مفید و بدون تبلیغ هستند در رقابت با این حجم تبلیغات کم می‌آورند و به خرید و مطالعه آن‌ها توجهی نمی‌شود. افرادی هم که در عرصه تألیف یا ترجمه کتاب‌های پرمحتوا و مفید برای آموزش اصولی فعالیت می‌کردند به‌تدریج پای خود را در این صحنه، کوتاه می‌کنند.

رسانه‌ها با پخش برنامه‌هایی با عناوین مختلف مثل «کنکور آسان است»، «پرواز کنکوری‌ها»، «آیه‌های تمدن» و... خود متولی به‌انحراف کشیدن آموزش و رواج آموزش آزمون‌محور است.

فعالیتی که از محتوا خارج شود، شنیدن گزاره‌های مضحک درباره آن طبیعی است.



گزاره‌ای مانند «گاو مؤدب نمی‌باشد.» توسط فردی (که به نظر خودش، نخبه در تدریس فیزیک فاینمن زمان خودش است.) اختراع می‌شود! تا شکل و شمایل آینه‌های کروی را به دانش‌آموزان ما بیاموزد و رسانه ملی و صدا و سیما می‌هم با تأیید این محتوا، آن را برای میلیون‌ها نفر پخش می‌کند.

مؤسسه‌ای معروف کتابی با عنوان **تکنیک‌های برتر فیزیک** با شماره شابک و مجوز معتبر، با محتوایی پر از گزاره‌های مضحک چاپ، منتشر، و افتخار می‌کند که این خدمت بزرگ را در حق دانش‌آموزان کشور برای اولین بار در دنیا (!) انجام داده است و در پشت جلد آن در معرفی بیشتر کتاب قید می‌کند که: «ما آمدم برای اولین بار در دنیا (!) تمام تکنیک‌ها، روش‌های فوق‌سریع، فرمول‌های تصویرسازی شده و نکات ویژه فیزیک را که مورد نیاز دانش‌آموزان و دبیران است، گردآوری و چاپ کردیم»

و هزاران مورد مشابه دیگر که همگی دست به دست هم داده‌اند تا با این اوضاع و احوال، دانش‌آموزان ما را در دنیای اقتصاد دانش‌بنیان (که در آن، تولید و کاربرد دانش منشأ اصلی

کاه در انبار گندم هم تباہ

نیست حکمت، این دو را آمیختن

فرق، واجب می‌کند در بیختن [۳].

غافل از اینکه کاه هرگز گندم یا هم ارز آن نیست. کاه فقط، مرحله نازلی از خود گندم و فقط لازمه رشد گندم است. مشابه چنین حالتی، نمره و آزمون هم هرچند جزو مراحل فرایند آموزش است اما هرگز کل فرایند آموزش نیست.

متأسفانه در اغلب موارد به جای تحلیل و نقد جدی مشکلات آموزشی، سعی در پنهان کردن مسائل موجود داشته‌ایم و به‌جای توجه به ارتقای کیفیت و تلاش در جهت کارآمدتر کردن برنامه آموزشی، فقط به ارتقای کمیت پرداخته‌ایم و دانش‌آموزان ما در همه سطوح به‌جای آموختن روش زندگی صحیح و بهره‌گیری هرچه بیشتر از آموخته‌های خود در جهت بهبود زندگی فقط در صدد رسیدن به مقاطع بالا هستند و نتیجه چنین فرایندی آن است که به‌رغم آمار بسیار بالای تولید علم در کشور، هیچ بازتابی از آن در کیفیت محصولات تولیدی مشاهده نمی‌کنیم. [۴].

محصولات سمی در نظام آموزشی

سیل انبوه کتاب‌های به‌ظاهر کمک‌آموزشی و نمونه پرسش‌های امتحانات نهایی و کنکور سراسری و تقاضای بسیار بالای این محصولات از طرف دانش‌آموزان، بیانگر این فاجعه است که راهبری و سیاستگذاری آموزش، از دست کارشناسان ذی‌ربط در آموزش و پرورش، خارج شده است و برنامه درسی و محتوای کتاب‌های درسی، نقش چندانی در این امر ندارند.

مؤسسه‌ها و بنگاه‌های اقتصادی سودجو با عناوین مختلف و جذاب، از این فرصت طلایی بهره می‌برند و با ترفندهای گوناگون، کتب و رسانه‌های به‌ظاهر کمک‌آموزشی خود را همچون سمی کشنده به نظام آموزش و پرورش ما تزریق می‌کنند. در این میان، رسانه‌ها با امکانات متنوع خود آب در آسیاب آن‌ها می‌ریزد و با جان و دل و با پیشرفته‌ترین روش‌ها، محصولات آن‌ها را تبلیغ می‌کند و دانش‌آموزان ما را در یک مسیر انحرافی به ناکجاآبادی می‌برد که پس از ورود به دانشگاه با مشکل اساسی در یادگیری مواجه خواهند بود. دانش‌آموزان ما در چنین نظام آموزشی، بر عکس دانش‌آموزان کشورهای پیشرفته جهان، سوار بر موج مؤسسه‌های سودجو، همانند ماشینی عمل می‌کنند که از طلوع خورشید تا نیمه‌های شب، باید همه چیز را فقط و فقط حفظ کنند، بدون آنکه معنایشان را درک کنند یا فرابگیرند که چگونه آن‌ها را به‌کار برند.

تبلیغات بی‌صدای مؤسسه‌های سودجو در مدارس

این مؤسسه‌های سودجو با ارسال کتاب‌های هدیه، بن خرید و تخفیف خرید و... در مدارس دولتی ما خود را خیلی آرام و بی‌صدا تبلیغ کنند و در این مسیر هم متأسفانه موفق شده‌اند عملاً سکان دار نظام آموزشی ما گردند و کم نیستند مدیران و

ایجاد ثروت است.) سوار بر چنین موج نابسامان و آشفته‌ای کنند و به دانشگاه ببرند!

آیا قباحتی در این نوع آموزش دیده نمی‌شود؟

هنگامی که با عسل عسل گفتن تصور می‌کنیم دهانمان شیرین می‌شود، و هنگامی که یک درخت مصنوعی بدون ریشه را با یک درخت اصیل و زنده عوضی می‌گیریم و شاخ و برگ سیمی و پلاستیکی را بر درخت زنده ترجیح می‌دهیم باید چه انتظاری از درک علم و تفکر و آموزش داشته باشیم؟

با این اوصاف چرا دست‌اندرکاران آموزش هیچ قباحتی در این نوع آموزش علم نمی‌بینند؟ و هیچ صدای اعتراضی برای مقابله آن‌ها به گوش نمی‌رسد! آیا واقعاً سکوت آن‌ها بیانگر تأیید این نوع آموزش است؟ راستی کجای کار ما در این صد سال گذشته اشتباه بوده است که به این نوع روش آموزش انجامیده و گرفتار ورطه هولناکی شده است؟ [۵].

آنچه فراموش شده است آموزش واقعی است.

این نوع محصولات که با هزار منت تحت عنوان ابزارها و کتب کمک‌آموزشی و برای کمک به آموزش بهتر معرفی می‌شوند، اما در واقع برای نابود کردن کیفیت آموزش به‌وجود آمده‌اند و این معضل به قدری ریشه‌دار شده است که از هر دری رانده می‌شوند از در دیگر وارد نظام آموزشی ما می‌شوند. زمانی می‌خواستند روش راه یافتن به دانشگاه را یاد بدهند و الان که اندکی این مشکل کم‌رنگ شده این‌بار به‌طور مضاعف در کنار آن توجه خود را به یاد دادن روش نمره گرفتن معطوف کرده‌اند. در این میان آنچه فراموش شده است آموزش واقعی مفاهیم و به‌کار بستن آن‌ها در زندگی و کسب خرد لازم برای زندگی بهتر است.

نقدی بر آزمون‌های پیشرفت تحصیلی

سنجش پیشرفت تحصیلی برای نظام آموزشی از جمله موارد ضروری است؛ اما نه به روش‌های غیراستاندارد فعلی که در بیشتر مواقع به‌جز تحمیل اضطراب، از دست رفتن وقت، هزینه و نتایج غیرقابل تعمیم و غیرقابل استناد ثمر دیگری ندارد.

آزمون‌های پیشرفت تحصیلی توسط ادارات آموزش و پرورش استان‌ها به‌صورت پرسش‌های چهارگزینه‌ای معمولاً سالی چهار بار برگزار می‌شود. هدف این آزمون‌ها، سنجش میزان پیشرفت تحصیلی هر دانش‌آموز و مقایسه مدارس و مناطق با یکدیگر است.

آزمون‌هایی که مؤسسات مختلف آموزشی برگزار می‌کنند معمولاً حاوی پرسش‌های دشوار و هدفمند است تا ثابت کنند سطح سواد دانش‌آموزان پایین است و با این کار بتوانند کتاب‌ها و ابزارهای مثلاً کمک‌آموزشی خود را بهتر

بفروشند. حداقل مزیت آزمون‌های پیشرفت تحصیلی که آموزش و پرورش برگزار می‌کند این است که در قیاس با آن‌ها کمتر آلوده به این مشکل است.

اما تستی بودن پرسش‌ها، عدم تناسب آن‌ها با محتوای کتاب‌های درسی و بودجه‌بندی پیش‌بینی شده و غیراستاندارد بودن پرسش‌ها، نحوه برگزاری آزمون و عدم استفاده از نتایج آن در تصمیم‌گیری‌های بعدی جای نقد دارد.

با اینکه افکار عمومی برای تقویت بنیه تست‌زنی دانش‌آموزان فشار می‌آورد، اما این نظام آموزشی است که باید افکار عمومی را به سمت درک عمقی مطالب سوق دهد و دست کم آزمون‌های پیشرفت تحصیلی که متولی آن آموزش و پرورش استان‌ها است، مبتنی بر پرسش‌های چهارگزینه‌ای نباشد.

اگر آزمون‌های پیشرفت تحصیلی را به‌واسطه اسمشان تحلیل کنیم، باید آزمون‌هایی باشند که به پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان بینجامد، یعنی به‌واسطه آن‌ها نقاط ضعف را شناسایی و برای رفع آن روشی پیش‌بینی شود، نه اینکه فقط آزمونی برگزار و بعد از اعلام نتیجه همه چیز تمام شود.

آزمون‌های پیشرفت تحصیلی از حیث استاندارد بودن هم جای نقد دارند. اصولاً یک آزمون استاندارد آزمونی است که:

اولاً؛ مشخص می‌کند دانش‌آموزان تا چه اندازه به استانداردهای یادگیری رسیده‌اند.

ثانیاً؛ همه ابعاد و سطوح یادگیری دانش‌آموزان را بسنجد نه فقط محفوظات آن‌ها را.

ثالثاً؛ چیزی را بسنجد که دانش‌آموز باید یاد بگیرد نه آنچه که فراتر از حوزه یادگیری اوست.

تعدادی از پرسش‌های این آزمون‌ها با سطح ذهنی و میزان دانسته‌های دانش‌آموزان همخوانی ندارند و این باعث افت عملکرد آن‌ها در زمان آزمون می‌گردد و منجر به کسب نمراتی می‌شود که نشان دهند توان علمی واقعی آن‌ها نیست. [۶].

نتیجه‌گیری

در دنیای اقتصاد دانش‌بنیان که در آن، تولید و کاربرد دانش منشأ اصلی ایجاد ثروت محسوب می‌شود، مهم‌ترین و بارزترین سرمایه، نیروهای آموزش‌دیده، متخصص و آشنا به اسرار سرطبیعت است که می‌توانند از این نیروها در جهت تولید ثروت، تأمین آسایش و بالا بردن سطح زندگی خود و افراد جامعه خویش استفاده کنند.

تا زمانی که نوع نگرش بر دستگاه آموزشی ما تغییر نکند، دست افراد غیرمسئول و بنگاه‌های اقتصادی سودجو از فرایند آموزش قطع نشود و رسانه‌ها وظیفه اصلی خود در این عرصه را ایفا نکنند، فراگیران دانش را برای به‌کار بستن و کارآفرینی نخواهند آموخت و نمی‌توان انتظار وضعیتی بهتر از اوضاع کنونی را داشت و مسئولان ذی‌ربط باید جهت رفع این مشکل اقدام کنند و آموزش را بیش از پیش کارآمد و در مسیر واقعی خویش قرار دهند.



منابع

۱. رهبر؛ منیژه، سرمقاله (ضرورت آموزش نگرش علمی)، فصلنامه رشد آموزش فیزیک، شماره ۴۸، (۱۳۷۷).
 ۲. اتحاد مهرآباد؛ حسن، روانبخش؛ مرضیه، سبزی؛ محمد، بهینه‌سازی فرایند یادگیری، فصلنامه رشد آموزش فیزیک، شماره ۱۰۲، (۱۳۹۲)، ۱۰-۱۵.
 ۳. وفایی؛ محمدافشین، فیروزبخش؛ پژما، مطالبه کردن موسی علیه‌السلام حضرت را کی خلقت خلق اهلکتهم و جواب آمدن، مثنوی معنوی (دفتر چهارم)، بخش ۱۱۵، انتشارات انجمن ترویج زبان و ادب فارسی ایران، تهران، (۱۳۹۱).
 ۴. سردبیر مجله، سرمقاله (اهمیت منابع انسانی)، فصلنامه رشد آموزش فیزیک، شماره ۱۰۵، (۱۳۹۲)، ۳.
 ۵. منصوری؛ رضا، کنکور آسان است چون گاو حیوان مؤدبی است؟، سخنرانی دکتر منصوری در مراسم اعطای جایزه ترویج علم، تهران (۱۳۹۳).
 ۶. خباز؛ مریم، پسرفت در آزمون‌های پیشرفت تحصیلی، روزنامه جام‌جم، روزنامه جام‌جم، شماره ۴۱۵۷ به تاریخ ۱۳۹۰/۱۰/۹۳، صفحه ۱۴.
- Email:h.e.mehr@gmail.com
mobile:
09141765356

حباب‌های سطحی در وان حمام و بازتاب در تشت‌های موج

توماس گریترز
ترجمه رضوانه طالبی پور

اشاره

در این مقاله، نویسنده یک تجربه نورشناختی روزمره را با نگاهی دقیق بررسی می‌کند و سپس نشان می‌دهد که همین اصول برای یک وسیله آزمایشگاهی برقرار است. او توصیف خود را با بیان خاطره جالبی، شیرین‌تر می‌سازد.

کلیدواژه‌ها: عدسی گری با ریزموج‌ها، قانون اسنل، مخزن ریزموج، کمیته مطالعات علوم طبیعی، توماس یانگ

تشت موج^۱

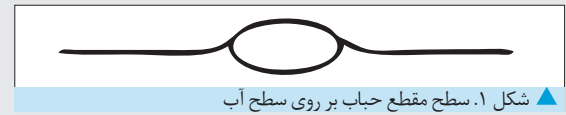
اگر در آب کم‌عمق بایستید، امواج روی سطح، خطوط تاریک و روشنی را در ته آن تولید می‌کنند. شکل ۳ نشان می‌دهد که سطح مانند ردیفی از عدسی‌های استوانه‌ای موازی عمل و این خطوط را تولید می‌کند. تشت موج از همین سازوکار برای تولید یک درمیان فصل مشترک‌های همگراکننده و واگراکننده هوا به آب استفاده و موج‌ها را نمایان می‌کند.

این موضوع مرا به تابستان سال ۱۹۶۰ برد. من دانشجوی تحصیلات تکمیلی در دانشگاه راتگرز^۲ بودم که در حال برنامه‌ریزی کمیته مطالعات علوم طبیعی تابستانی برای معلمان دبیرستان بود که استادان دیک وایدنر^۴ و دوک سلز^۵ آن را سرپرستی می‌کردند. در آمادگی برای کارم به‌عنوان دستیار آزمایشگاه، برای یک هفته به ام.آی.تی فرستاده شدم. در آنجا نه تنها قادر بودم که جرالذ زاخاریاس^۶ و فرانسیس فریدمن^۷ را در حال فعالیتشان ببینم، بلکه با تشت موج کمیته مطالعات علوم طبیعی^۸ آشنا شدم. از میان تمام قطعات ابزارسازی کمیته مذکور، این تشت موج به‌نظرم بدیع‌ترین بود.

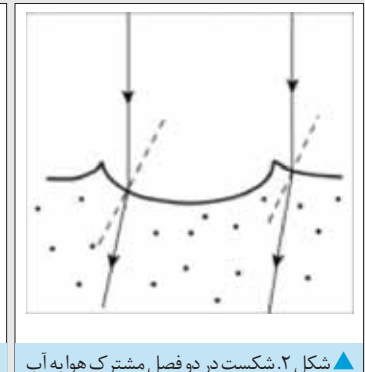
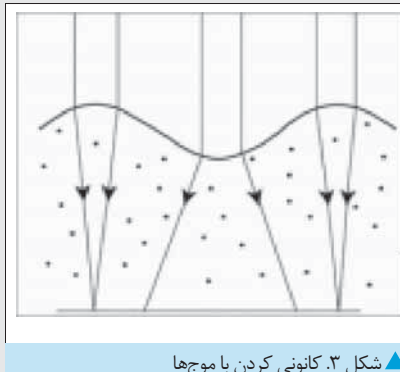
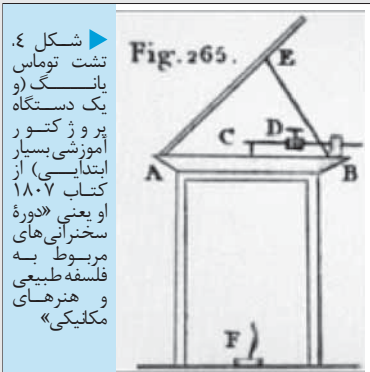
اما آن‌جا جور که فکر می‌کردم نبود! هنگامی که تدریس در کالج کنیون^۹ را در سال ۱۹۶۴ آغاز کردم؛ یک تشت موج خانگی متعلق به دهه ۱۹۳۰ را یافتم. بنابراین فهمیدم که کمیته مطالعات علوم طبیعی آن ایده را قرض گرفته بود. این مسیر سپس به مطالعه دقیقی از کتاب ۱۸۰۷ توماس یانگ^{۱۰} رهنمون شد. نام این کتاب دوره سخنرانی‌های مربوط به فلسفه طبیعی و هنرهای مکانیکی بود که شکل ۴ از روی آن کشیده شده است.

پیش‌تر درباره ابزار جمع موج یانگ نوشتیم. با اضافه شدن این تشت موج او، کارش در مورد مقاومت مواد (مدول‌های یانگ) و نیز آزمایش پیش‌تازانه در زمینه پراش از لبه نازک یک ورقه، باید توماس یانگ (۱۸۲۹-۱۷۷۳) را پس از مرگ به‌عنوان یکی از اعضای انجمن آمریکایی معلمان فیزیک برگزینیم!

وان‌های حمام مکان‌های مناسبی برای مطالعه فیزیک هستند! اخیراً من با خوشحالی در وان شلپ شلپ می‌کردم و متوجه شدم که نور از لامپ بالای سرم روی نقاط روشنی در ته وان کانونی می‌شود. جالب اینکه بررسی دقیق‌تر نشان داد که حلقه‌های تاریکی نیز آن نقاط را احاطه کرده‌اند. این طرح به‌دلیل تأثیر کانونی کردن حباب‌های شناور روی سطح آب به‌وجود آمده بود.



سطح مقطع حباب در شکل ۱ نشان داده شده است. پیرامون حباب ناحیه برآمده دایره‌ای وجود دارد که در آن تأثیر کشش سطحی سبب بالا رفتن سطح آب می‌شود در حالی که خود حباب خود سطح آب را پایین می‌برد. شکل ۲ قانون اسنل^۱ را نمایش می‌دهد که برای هر دو بخش به‌کار رفته است. در این شکل، دو خط عمود بر سطح رسم شده‌اند و می‌توانیم ببینیم که پرتوهای ورودی به آب به طرف خط عمود خم می‌شوند. در نتیجه پرتوهایی که از چراغ سقف می‌آیند و از حلقه برآمده آب عبور می‌کنند، به‌سوی مرکز «سایه» حباب خم می‌شوند و یک نقطه روشن به‌وجود می‌آورند. به همین ترتیب نوری که از خود حباب عبور می‌کند، به بیرون از مرکز سایه خم می‌شود. لذا حلقه تاریک پیرامون نقطه نورانی را تولید می‌کند.



- پی‌نوشت‌ها
1. Snell's law
 2. ripple tank
 3. Rutgers University
 4. Dick Weidner
 5. Duke Sells
 6. Jerald Zacharias
 7. Francis Friedman
 8. Physical Science Study Committee
 9. Kenyon College
 10. Thomas Young

معیار زمان

هانری پوانکاره

ترجمه منوچهر ذاکر

دانشکده ریاضی دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایه زنجان

کلیدواژه‌ها: معیار

زمان، زمان، ابزارهای
اندازه‌گیری، واقعیت
فیزیکی

۱

خودمان را در این
قالب قرار دهیم
بلکه پدیده‌های
مربوط به آگاهی‌های
دیگر نیز در آن حضور
دارند. به علاوه، می‌خواهیم
واقعیت‌های فیزیکی را نیز در
آن قرار دهیم، واقعیت‌هایی که
نمی‌دانم آن‌ها را در کجا قرار می‌دهیم
و آن‌ها هیچ ذهن آگاهی به‌طور مستقیم
مشاهده نمی‌کند. این ضروری است چراکه بدون آن علم
نمی‌توانست وجود داشته باشد. به عبارتی، زمان روان‌شناختی به ما
داده می‌شود و باید زمان علمی و فیزیکی را به‌وجود آورد. اینجاست که
مشکل یا در واقع مشکلات، آغاز می‌شوند. زیرا آن‌ها دو چیزند. دو نوع
آگاهی را در نظر بگیرید که مانند دو دنیای نفوذناپذیر در یکدیگرند.
چه حقی داریم بکشیم آن‌ها را در یک قالب قرار دهیم و با معیاری
واحد بسنجیم؟ آیا مثل این نیست که شخصی بخواهد طول را با گرم
یا وزن را با متر اندازه بگیرد؟ و به علاوه چرا از اندازه‌گیری صحبت
می‌کنیم؟ شاید بدانیم واقعیتی مقدم بر واقعیتی دیگر است، ولی اینکه
چقدر تقدم دارد را نه.

بنابراین دو مشکل وجود دارد: (۱) آیا می‌توان زمان روان‌شناختی را
که کیفی است به زمان کمی تبدیل کرد؟ (۲) آیا می‌توان واقعیت‌هایی
که در جهان مختلف روی می‌دهند را به یک معیار یکسان فروکاست؟

۳

اولین مشکل مدت‌هاست که مورد توجه قرار گرفته است و موضوع
بحث‌ها طولانی شده است و می‌توان گفت که حل شده است. ما حس
شهودی سراسری از تساوی دو بازه زمانی نداریم. افرادی که گمان
می‌کنند دارای این گونه شهود هستند فریب توهم را خورده‌اند. وقتی
می‌گوییم گذشت زمان ظاهر تا یک بعدازظهر همان گذشت زمان از
ساعت دو تا سه است، این گفته چه معنایی دارد؟
تأملی اندک نشان می‌دهد که فی‌نفسه هیچ معنایی را دربر ندارد. تنها
چیزی که از آن عاید می‌شود و می‌خواهیم آن را در اینجا ارائه دهیم
با توسل به تعریفی است که بدون شک دارای میزانی از دلخواهی
است. روان‌شناسان می‌توانستند کار را بدون این تعریف انجام دهند؛
فیزیک‌دانان و ستاره‌شناسان نمی‌توانستند؛ بگذارید ببینیم آن‌ها
چگونه عمل می‌کردند.

آن‌ها برای اندازه‌گیری زمان از آونگ استفاده می‌کنند و طبق تعریف
فرض می‌کنند که مدت تمام ضربان این آونگ یکسان است. ولی این
فقط تقریب اول است؛ دما، مقاومت هوا، فشار جو، از جمله عواملی

مادامی که از حوزه آگاهی فراتر
نرویم، مفهوم زمان تقریباً واضح است.
نه تنها احساس زمان حال را بدون هیچ
مشکل از خاطرات گذشته یا انتظار احساس‌های
آینده تمیز می‌دهیم، بلکه وقتی می‌گوئیم از دو پدیده‌ای
که به خاطر می‌آوریم، کدام یک بر دیگری تقدم داشته است؛ یا از دو
پدیده که پیش‌بینی می‌کنیم، یکی بر دیگری تقدم خواهد داشت،
منظورمان را به روشنی درمی‌یابیم.
وقتی می‌گوئیم دو رویداد همزمان هستند منظورمان این است که
عمیقاً در هم تنیده‌اند، به‌طوری که تجزیه و تحلیل نمی‌تواند آن‌ها را
بدون تحریف و آسیب رساندن به آن‌ها از هم جدا کند.
ترتیبی که با آن پدیده‌های آگاهی را مرتب می‌کنیم هیچ‌گونه
دلخواهی بودن را نمی‌پذیرد. این ترتیب بر ما تحمیل می‌شود و
هیچ چیز آن را نمی‌توانیم تغییر دهیم.

فقط باید یک مشاهده را بدان بیفزاییم. برای اینکه توده‌ای از
محسوسات به خاطرهای تبدیل شود که قابلیت طبقه‌بندی در زمان را
داشته باشد، باید از فعلی بودن باز ایستاده باشد، باید حس پیچیدگی
نامحدود آن را از دست داده باشیم چراکه در غیر این صورت جزء زمان
حال باقی مانده بود. به عبارتی، توده مذکور بایستی حول مرکزی از
تداعی ایده‌ها تبلور یافته باشد که به منزله نوعی برچسب خواهد بود.
فقط زمانی می‌توانیم خاطرات ذهنی خود را مثل یک گیاه‌شناس که
گل‌ها را پس از خشکاندن در گیاه‌دان خودش قرار می‌دهد طبقه‌بندی
کنیم، که تمام زندگی خود را از دست داده باشد.

ولی تعداد این برچسب‌ها فقط می‌تواند متناهی باشند. از این نظر،
زمان روان‌شناختی بایستی گسسته باشد. پس این احساس که بین
هر دو لحظه، لحظه‌های دیگری هم وجود دارد از کجا می‌آید؟ ما
یادآوری‌ها مان را بر حسب زمان مرتب می‌کنیم، اما می‌دانیم که
قسمت‌های خالی باقی می‌مانند. اگر زمان شکل از قبل موجودی در
ذهنمان نبود، چطور چنین چیزی امکان داشت؟ اگر تنها از طریق
محتوای این قسمت‌ها به وجودشان پی می‌بردیم، چطور می‌توانستیم
بدانیم که آن‌ها وجود دارند؟

۲

ولی این همه داستان نیست؛ ما نه تنها می‌خواهیم پدیده‌های آگاهی

هستند که آهنگ حرکت آونگ را تغییر می‌دهند. اگر می‌شد از این منابع خطا احتراز کنیم تقریب نزدیک‌تری به‌دست می‌آوردیم که هنوز فقط یک تقریب بود. عوامل جدید، الکتریکی، مغناطیسی و دیگر که تاکنون نادیده گرفتیم، اختلال‌های کوچکی را ایجاد می‌کردند.

در واقع، بهترین زمان‌سنج‌ها را هم باید هرازگاهی تصحیح کرد، و این تصحیح‌ها به کمک رصد‌های نجومی انجام می‌گیرند؛ ترتیبی داده می‌شود که وقتی ستاره‌ای خاص از نصف‌النهار عبور کرد ساعت نجومی ساعت یکسانی را نشان دهد. به عبارت دیگر، شبانه‌روز نجومی، یا همان زمان دوران زمین است که یکای ثابت زمان در نظر گرفته می‌شود. طبق یک تعریف جدید که جایگزین تعریف قبلی مبتنی بر آهنگ ضربان آونگ شده است دو چرخش کامل زمین حول محورش مدت زمان یکسانی دارند.

با این همه، اخترشناسان هنوز از این تعریف راضی نیستند. بسیاری از آن‌ها فکر می‌کنند که جزو مدها مانعی در برابر حرکت زمین به وجود می‌آورند و اینکه دوران زمین رفته‌رفته کندتر می‌شود. این موضوع شتاب ظاهری حرکت ماه توجیه می‌شود که به نظر می‌رسد از آنچه نظریه پیش‌بینی می‌کرد بیشتر است زیرا ساعت ما، یعنی زمین کند حرکت می‌کند.

۴

شاید بگویید همه این‌ها اهمیت چندانی ندارند؛ بدون شک ابزارهای اندازه‌گیری ناکامل‌اند، اما کافی است بتوانیم ابزار کاملی را به چنگ آوریم. به این ایده‌آل نمی‌توان دست یافت، اما کافی است وجود آن را تصور و تلاش کنیم تعریف دقیقی از یکای زمان به‌دست آوریم. مشکل اینجاست که جدیتی در تعریف وجود ندارد. وقتی از آونگ برای اندازه‌گیری زمان استفاده می‌کنیم چه اصل موضوعی را تلویحاً پذیرفته‌ایم؟ پاسخ آن است که مدت زمان دو پدیده یکسان را برابر فرض می‌کنیم؛ یا اگر ترجیح می‌دهید، علت‌های یکسان در زمان مساوی برای معلول‌های یکسان به وجود می‌آورند. در ابتدا این تعریف خوبی از تساوی دو مدت زمان به‌نظر می‌رسد. ولی مواظب باشید. آیا امکان ندارد روز آزمایش اصل موضوع پذیرفته شده ما را نقض کند؟

بگذارید منظورم را بیان کنم. فرض می‌کنم در یک مکان معین دنیا پدیده α اتفاق می‌افتد و در نتیجه در پایان مدت معینی اثر α' را به وجود آورد. در مکان دیگر دنیا که از مکان قبلی خیلی دور است، پدیده β رخ می‌دهد و در نتیجه آن اثر β' به وجود می‌آید. دو پدیده α و β همزمان‌اند، همین‌طور دو معلول α' و β' .

پس از مدتی پدیده α تحت شرایط تقریباً یکسانی مانند قبل بازتولید می‌شود، و همزمان پدیده β در مکانی بسیار دور در دنیا تحت همان شرایط تقریباً یکسان بازتولید می‌شود. اثرهای α' و β' هم به‌وقوع می‌پیوندند. فرض می‌کنیم که اثر α' به‌طور محسوسی قبل از اثر β' رخ می‌دهد.

اگر چنین وضعیتی را با آزمایش مشاهده کنیم، فرضیه ما رد خواهد شد. زیرا تجربه خواهد گفت که اولین مدت زمان $\alpha\alpha'$ برابر با اولین مدت زمان $\beta\beta'$ است و اینکه دومین مدت $\alpha\alpha'$ کمتر از دومین مدت $\beta\beta'$ است. از سوی دیگر، فرضیه ما ایجاب می‌کند که در مدت زمان $\alpha\alpha'$ باید با هم و همین‌طور دو مدت زمان $\beta\beta'$ بایستی با یکدیگر برابر باشند. این برابری و نابرابری ناشی از تجربه با دو حکم برابری ناشی از فرضیه با هم ناسازگارند.

آیا اکنون می‌توانیم تأکید کنیم مفروضاتی که اکنون مطرح کرده‌ام

بی‌معناست؟ آن‌ها اصل تناقض را نقض نمی‌کنند. بی‌شک این مفروضات نمی‌توانستند بدون نقض کردن اصل دلیل کافی^۲ رخ دهند. ولی برای توجیه یک تعریف چنان بنیادی، ضمانت دیگری را ترجیح می‌دهم.

۵

ولی این همه ماجرا نیست. در واقعیت فیزیکی یک معلول معین را صرفاً یک علت تولید نمی‌کند، بلکه چندین علت متفاوت در ایجاد آن سهیم‌اند. بدون اینکه بتوانیم نقش و سهم هر یک از آن‌ها را تمیز دهیم، فیزیک‌دانان به دنبال چنین تمایزی هستند؛ ولی فقط آن را تقریباً انجام می‌دهند، و هر قدر هم که پیشرفت کنند هرگز از تقریب فراتر نخواهند رفت. اینکه حرکت آونگ صرفاً ناشی از جاذبه زمین است تقریباً صحیح است؛ ولی هر جاذبه‌ای حتی نیروی گرانش شعری یمانی بر حرکت آونگ تأثیر می‌گذارد.

در این شرایط بدیهی است که علت‌هایی که یک اثر معین را تولید کرده‌اند هرگز نمی‌توانند مگر به صورت تقریبی باز تولید شوند. بنابراین باید فرضیه و تعریف خود را اصلاح کنیم. به جای گفتن اینکه «علت‌های یکسان در مدت برابر معلول‌های یکسان تولید می‌کنند»، باید بگوییم: «علت‌های تقریباً یکسان در مدت تقریباً برابر معلول‌های تقریباً یکسان تولید می‌کنند».

بنابراین تعریف ما، دیگر چیزی جز تقریب نیست. به علاوه، همان‌طور که ام. کالینون^۳ در خاطرات خود به درستی متذکر شده است:

«یکی از شرایط هر پدیده‌ای سرعت دوران زمین است؛ اگر این سرعت دوران تغییر کند در بازتولید این پدیده شرایطی را به وجود می‌آورد که دیگر مثل قبل نیست. ولی فرض اینکه سرعت دوران زمین ثابت باشد معادل این فرض است که بدانیم چگونه زمان را اندازه‌گیری کنیم.»

پس تعریفمان هنوز رضایت‌بخش نیست؛ این بدون شک تعریفی نیست که اخترشناسانی که از آن‌ها صحبت کردم هنگام صحبت دربارهٔ کند شدن سرعت دوران زمین آن را تلویحاً بپذیرند.

به نظر ایشان این تأیید چه معنایی دارد؟ ما فقط آن را از طریق تجزیه و تحلیل اثباتی می‌فهمیم که برای قضیه‌شان ارائه می‌دهند. آن‌ها نخست می‌گویند اصطکاک ناشی از جزرومد گرمایی تولید می‌کند که نیروی پاینده^۴ را از بین می‌برد. بنابراین آن‌ها به اصل نیروی پاینده یا پایستگی انرژی متوسل می‌شوند.

سپس می‌گویند که شتاب دیرپای ماه، که طبق قانون نیوتون محاسبه شده باشد، کمتر از نتیجه‌گیری بر پایه مشاهدات خواهد بود مگر آنکه تصحیح مربوط به کند شدن دوران زمین به حساب آورده شود. آن‌ها از قانون نیوتون یاری می‌خواهند. به عبارت دیگر، آن‌ها مدت زمان را به صورت زیر تعریف می‌کنند: زمان باید طوری تعریف شود که قانون نیوتون و نیز اصل نیروی پاینده (پایستگی انرژی) را بتوان اثبات کرد. قانون نیوتون یک واقعیت تجربی و بنابراین فقط یک تقریب است، که نشان می‌دهد کماکان با یک تعریف تقریبی مواجه هستیم.

اگر اکنون فرض شود که از اندازه‌گیری زمان به طریق دیگر استفاده شود، آزمایش‌هایی که قانون نیوتون مبتنی بر آن‌هاست کماکان معنا و تعبیر قبلی را خواهند داشت. فقط بیان قانون تغییر خواهد کرد، زیرا به زبان دیگری ترجمه خواهد شد؛ که آشکارا سادگی کمتری خواهد داشت. بنابراین، تعریف تلویحی پذیرفته‌شده اخترشناسان را می‌توان به شکل زیر جمع‌بندی کرد: زمان باید چنان تعریف شود که معادله‌های مکانیک تا حد ممکن ساده شوند. به عبارت دیگر، هیچ روش اندازه‌گیری زمان واقعی‌تر از روش دیگر نیست، بیشتر پذیرفته‌شده فقط راحت‌تر

است. نمی‌توانیم بگوییم که از دو ساعت، یکی درست و دیگری غلط کار می‌کند؛ فقط می‌توانیم بگوییم تطبیق دادن با نتایج یکی از آن‌ها دارای مزیت بیشتری است.

مشکلی که اکنون ما را به خود مشغول کرده است، همان‌طور که گفتیم، در بین کارهایی که در نظر گرفته‌ام، علاوه بر کتاب کوچک ام.کالینون، می‌توانم به رساله‌ی آندریه^۶ در باب مکانیک اشاره کنم.

۶

دومین مشکل که تاکنون توجه بسیار کمتری را به خود جلب کرده است؛ در مجموع مشابه اولی است؛ و حتی به لحاظ منطقی باید اول درباره‌اش صحبت می‌کردم.

دو پدیده روان‌شناختی در دو محتوای آگاهی مختلف رخ می‌دهند؛ وقتی می‌گوییم آن‌ها هم‌زمان هستند، منظورم چیست؟ وقتی می‌گوییم یک پدیده فیزیکی که خارج از هر آگاهی اتفاق می‌افتد، مقدم یا موخر بر یک پدیده روان‌شناختی رخ می‌دهد، منظورم چیست؟

در سال ۱۵۷۲، تیکو براهه متوجه ستاره‌ای جدید در آسمان شد. آتش‌سوزی شدیدی در یک جسم سماوی بسیار دور دست به وقوع پیوسته بود؛ اما این رویداد مدتی پیش رخ داده بود. دست کم دویست سال لازم بود تا نور از آن ستاره به زمین برسد. بنابراین، آتش‌سوزی قبل از کشف قاره آمریکا اتفاق افتاده بود. اکنون اگر این پدیده غول‌آسا را در نظر بگیریم، که شاید هیچ شاهده‌ی نداشته است چون اقمار آن احتمالاً غیرمسکونی بودند، و بگوییم این رویداد مقدم بر شکل‌گیری تصویر دیداری جزیره اسپانیولا^۷ در آگاهی کریستوفر کلمبوس^۸ بوده است، منظورم چیست؟

اندکی تأمل کافی است تا بفهمیم که همه‌ی این تأییدات فی‌نفسه معنایی ندارند. فقط می‌توانند معنایی داشته باشند که پیامد یک قرارداد باشد.

۷

نخست باید از خود پرسیم چگونه می‌توان ایده‌ی قرار دادن دنیاها را متعدد غیرقابل نفوذ به یکدیگر در یک چارچوب واحد را در سر پروراند. دوست داریم عالم خارج را برای خود ترسیم کنیم، و فقط با انجام این کار احساس خواهیم کرد که آن را فهمیده‌ایم. می‌دانیم که هرگز نمی‌توانیم به این ترسیم دست بیاییم؛ ضعف ما بسیار زیاد است. ولی دست کم آرزوی دست‌یافتن به آگاهی نامتناهی را داریم که این ترسیم را امکان‌پذیر سازد، گونه‌ای از یک آگاهی عظیم که همه چیز را ببیند و آن در قالب زمان آن، همان‌طور طبقه‌بندی کند که ما مشاهدات هرچند ناچیز خودمان را در زمان خودمان طبقه‌بندی می‌کنیم.

این فرضیه به راستی خام و ناقص است، زیرا این آگاهی عظیم را فقط یک نیمه خدا می‌تواند داشته باشد؛ که به یک معنی نامتناهی و به معنای دیگر محدود است، زیرا فقط یادآوری ناقصی از گذشته و نه همه را در اختیار خواهند داشت، چون در غیراین صورت همه اتفاقات گذشته به‌طور مساوی به او عرضه می‌شود و در نتیجه برای آن زمان وجود نخواهد داشت. با این همه، وقتی برای همه اتفاقاتی که در بیرون از ما رخ می‌دهند از زمان صحبت به میان می‌آوریم آیا این فرضیه را ناخودآگاه به کار نمی‌گیریم؛ آیا خودمان را در مقام این خدای ناقص قرار نمی‌دهیم، که حتی خدا ناباوران هم خودشان را در

جایگاهی قرار نمی‌دهند که خدا چنانکه وجود داشت قرار می‌گرفت؟ آنچه اکنون گفتیم به ما نشان می‌دهد که چرا سعی کرده‌ایم همه پدیده‌های فیزیکی را در یک چارچوب قرار دهیم. ولی آن را نمی‌توان به‌عنوان تعریفی برای هم‌زمانی جا زد، چون این هوش فرضی، حتی اگر هم وجود می‌داشت، بیرون از دسترس ما بود. بنابراین باید چیز دیگری را جست‌وجو کنیم.

۸

تعاریف متداول مناسب برای زمان روان‌شناختی دیگر برایمان کافی نیستند. دو واقعیت روان‌شناختی هم‌زمان، چنان به هم پیوسته‌اند که تحلیل قادر به جدا کردن بدون مثله کردنشان نیست. آیا همین موضوع در مورد دو واقعیت فیزیکی نیز صدق می‌کند؟ آیا زمان حال من از زمان حال ستاره شعرای یمانی به گذشته دیروز من نزدیک‌تر نیست؟ همچنین گفته شده است که دو واقعیت باید وقتی هم‌زمان در نظر گرفته شوند که ترتیب توالی‌شان را بتوان به دلخواه وارون کرد. واضح است که این تعریف مناسب حال دو واقعیت فیزیکی که دور از هم رخ می‌دهند نیست به‌علاوه در ارتباط با آن‌ها حتی درک نمی‌کنیم که این برگشت‌پذیری چه می‌تواند باشد؛ به‌علاوه، ابتدا باید خود توالی ظهور پدیده‌ها تعریف شود.

۹

بنابراین اجازه دهید ابتدا تعریفی از آنچه به‌عنوان هم‌زمانی یا تقدّم زمانی فهمیده می‌شود را ارائه و بدین منظور چند مثال را بررسی کنیم. من نامه‌ای می‌نویسم. این نامه را دوستی که به او نامه نوشته‌ام می‌خواند. در اینجا دو واقعیت وجود دارند که صحنه‌ی آن‌ها دو آگاهی متفاوت است. در نوشتن این نامه تصویر دیداری از آن را داشته‌ام و دوست من نیز به نوبه خود همین تصویر دیداری را هنگام خواندن آن داشته است. گرچه این دو واقعیت در دنیاهای غیرقابل نفوذ رخ می‌دهند، اما تردیدی در تقدّم شمردن اولی بر دومی ندارم زیرا باور دارم که دومی معلول اولی است.

صدای تندر را می‌شنوم و نتیجه می‌گیرم یک تخلیه الکتریکی رخ داده است؛ در مقدم شمردن این پدیده فیزیکی بر تصویر صوتی دریافت شده در آگاهی‌ام تردیدی وجود ندارد، زیرا باور دارم که صدا معلول همان تخلیه الکتریکی است.

پس به قاعده‌ای که دنبال کردیم و تنها چیزی است که می‌توانیم دنبال کنیم، بنگرید: وقتی به‌نظر می‌رسد که پدیده‌ای علت پدیده‌ی دیگر است، آن را مقدم در نظر می‌گیریم. بنابراین با علت است که زمان را تعریف می‌کنیم؛ ولی بیشتر مواقع، وقتی با دو واقعیت که با رابطه‌ای ثابت به هم پیوند دارند مواجه می‌شویم چگونه تشخیص می‌دهیم کدام یک علت و کدام معلول است؟ فرض می‌کنیم واقعیت متقدّم، آنی که ابتدا رخ داده، علت دیگری باشد. بنابراین با زمان است که علت را تعریف می‌کنیم. اکنون چگونه خود را از این استدلال دوری حفظ کنیم؟

اکنون می‌گوییم بعد از این، در نتیجه به سبب^۹ این؛ ولی اکنون به سبب این^{۱۰}، در نتیجه بعد از این^{۱۰} آیا می‌توان از این دور باطل فرار کرد؟

۱۰

بگذارید ببینیم به جای فرار از این معضل، که نمی‌توان در آن کاملاً موفق شد، چگونه می‌توان برای خلاصی تلاش کرد.

پس از کنش ارادی A احساس D را دارم، که آن را پیامد کنش A در نظر می‌گیرم؛ از سوی دیگر، به دلیلی متوجه می‌شوم که این پیامد بلافاصله نیست، بلکه خارج از آگاهی من دو واقعیت B و C که شاهدشان نبوده‌ام چنان رخ داده‌اند که B معلول C، A معلول B و D معلول C است.

ولی چرا؟ اگر فکر می‌کنم دلیلی وجود دارد که چهار واقعیت D و C و B و A را از طریق ارتباطات علی به هم وابسته بدانیم، چرا آن‌ها را به صورت ترتیب علی ABCD و همزمان با آن با ترتیب زمانی ABCD مرتب می‌کنیم، و نه به ترتیبی دیگر؟

در کنش A به روشنی احساس فعال بودن به من دست می‌دهد، در حالی که برای احساس D فکر می‌کنم که منفعل‌ام. پس بدین دلیل است که A را به منزله علت اولیه و D را معلول نهایی به حساب می‌آورم؛ پس در زنجیره علت و معلول A در ابتدا و D در انتها قرار می‌دهم؛ ولی چرا B را قبل از C و نه بعد از C قرار می‌دهیم؟

وقتی این پرسش مطرح می‌شود، پاسخ معمولاً آن است که می‌دانیم B علت C است زیرا همواره می‌بینیم B قبل از C رخ می‌دهد. این دو پدیده هنگام مشاهده با یک ترتیب معین اتفاق می‌افتند و وقتی پدیده‌های مشابه بدون شاهد رخ دهند دلیلی بر وارون شدن این ترتیب وجود ندارد.

بدون شک، ولی باید مراقب بود؛ دو پدیده فیزیکی B و C را مستقیماً نمی‌شناسیم. آنچه می‌دانیم محسوسات B' و C' هستند که به ترتیب به وسیله B و C تولید شده‌اند. آگاهی ما بلافاصله می‌گوید B' مقدم بر C' است و بر این مبنا مقدم بودن B بر C را فرض می‌گیریم.

در واقع این قاعده خیلی طبیعی به نظر می‌رسد، و با وجود این اغلب از آن منحرف می‌شویم. ما صدای تندر را تنها چند ثانیه بعد از تخلیه الکتریکی ابر می‌شنویم. فرض کنید دو درخش برق یکی در فاصله‌ای دور و دیگری در فاصله‌ای نزدیک از ما رخ دهد و صدای دومی زودتر از صدای اولی به گوشمان برسد، آیا دومی نمی‌تواند مقدم بر اولی باشد؟

مشکل دیگر آن است که آیا حق داریم درباره علت یک پدیده صحبت کنیم؟ اگر همه بخش‌های عالم با یک معیار معین به هم پیوسته باشند، یک پدیده، فقط معلول یک علت واحد نخواهد بود. بلکه برآیند تعداد بی‌شماری علت خواهد بود. معمولاً این مطلب اغلب این‌طور بیان می‌شود که پیامد حالت عالم در لحظه قبل است. چطور می‌توان قواعدی را مطرح کرد که برای شرایطی چنین پیچیده به کار آیند؟ و به علاوه تنها آن هنگام است که این قواعد می‌توانند جامع و دقیق باشند.

برای اینکه در این پیچیدگی نامتناهی گم نشویم، بگذارید فرضیه ساده‌تری را مطرح کنیم. به عنوان مثال، سه جرم آسمانی مانند خورشید، مشتری و زحل را در نظر بگیرید ولی برای سادگی بیشتر، آن‌ها را سه نقطه مادی و جدا از بقیه جهان فرض کنید. مکان و سرعت این سه جرم در یک لحظه برای تعیین مکان و سرعت آن‌ها در لحظه بعدی و در نتیجه در هر لحظه دیگر کافی است. مکان آن‌ها در لحظه t مکان آن‌ها را در لحظه t+h و نیز در لحظه t-h را تعیین می‌کند.

حتی بیشتر از آن، مکان مشتری در لحظه t همراه با مکان زحل در زمان t+a، مکان مشتری و زحل را در هر زمان دیگر مشخص می‌کند. مجموعه داده‌هایی مانند مکانی که مشتری در زمان t+e اشغال می‌کند

به همراه مکانی که زحل در لحظه t+a+e اشغال می‌کند به مجموعه داده‌هایی که مکان مشتری را در زمان t و مکان زحل را در زمان t+a می‌دهد وابسته است و این وابستگی توسط قوانینی به دقت قوانین نیوتون، اگرچه کمی پیچیده‌تر است. پس چرا یکی از این مجموعه‌ها را علت مجموعه دیگری به حساب نیاوریم که نتیجه آن همزمانی لحظه t برای مشتری با لحظه t+a برای زحل است؟ پاسخ آن، تنها دلایل بسیار محکم سادگی و راحتی کارند.

۱۲

ولی بگذارید به مثال‌های کمتر مصنوعی بپردازیم. برای شناخت تعریفی که تلویحاً برای متخصصان در نظر گرفته شده است بگذارید آن‌ها را هنگام کار نظاره کنیم و در پی روش‌هایی باشیم که آن‌ها با استفاده از آن همزمانی را بررسی می‌کنند.

دو مثال ساده اندازه‌گیری سرعت نور و تعیین طول جغرافیایی را در نظر می‌گیرم.

وقتی اخترشناسی به من می‌گوید فلان پدیده سماوی که تلسکوپ وی در این لحظه آن را نشان می‌دهد، در واقع پنجاه سال پیش اتفاق افتاده است، من به معنی آن می‌پردازم و بدین منظور نخست از وی می‌پرسم از کجا این را می‌داند، یعنی چگونه سرعت نور را اندازه گرفته است.

او کار را با این فرض که نور دارای سرعتی ثابت و یکسان در تمام جهت‌ها باشد آغاز کرده است. این اصلی است که بدون آن نمی‌توان به اندازه‌گیری سرعت نور اقدام کرد. درستی این اصل را هرگز نمی‌توان مستقیماً با آزمایش تأیید کرد. اصل با آزمایش قابل ابطال است و این در صورتی است که نتایج آزمایش‌های گوناگون با یکدیگر سازگار نباشند. ما باید خود را خوش‌شانس بدانیم که چنین تناقضی رخ نداده است و اینکه ناسازگاری‌های جزئی احتمالی به سادگی قابل توضیح هستند.

اصل مذکور در همه رویدادها که شبیه اصل دلیل کافی است همه پذیرفته‌اند؛ آنچه می‌خواهم بر آن تأکید کنم این است که این اصل قاعده جدیدی برای بررسی همزمانی در اختیارمان می‌گذارد که با آنچه قبلاً شرح دادیم به کلی متفاوت است.

با مفروض گرفتن این اصل بگذارید ببینیم سرعت نور چگونه اندازه‌گیری شده است. می‌دانید که رومر^{۱۱} با استفاده از گرفتن‌های اقماری مشتری بررسی کرد که این رویدادها چقدر از مقدار پیش‌بینی شده عقب‌ترند. ولی این پیش‌بینی چطور صورت گرفت؟ به کمک قوانین نجومی، مثلاً قانون نیوتون.

اگر سرعت نور را اندکی متفاوت از آنچه اکنون پذیرفته شده است می‌گرفتیم و یا اگر قانون نیوتون را تقریبی فرض می‌کردیم، آیا نمی‌شد واقعیت‌های مشاهده شده را به همان خوبی توضیح داد؟ این صرفاً باعث می‌شد که قانون نیوتون با قانونی پیچیده‌تر جایگزین شود. بنابراین برای سرعت نور مقداری پذیرفته شد که قوانین نجومی سازگار با این مقدار تا حد ممکن ساده باشند. زمانی که دریانوردان و جغرافی‌دانان طول جغرافیایی را تعیین می‌کنند مجبورند دقیقاً همین مسئله‌ای را که درباره‌اش بحث می‌کنیم حل کنند. آن‌ها باید بدون اینکه در پاریس باشند وقت پاریس را محاسبه کنند. چگونه این کار را انجام می‌دهند؟ آنها زمان سنجی که برای پاریس تنظیم شده را با خود حمل می‌کنند. مسئله کیفی همزمانی به مسئله کمی اندازه‌گیری زمان تبدیل می‌گردد. نیازی به ذکر مشکلات مربوط به مسئله دوم نیست چون قبلاً آن را به تفصیل شرح داده‌ام.

یا آن‌ها پدیده‌ای نجومی، از قبیل گرفت ماه را مشاهده و فرض





بازتاب مقاومت ظاهری یک مبدل

ویلیام لیتون
ترجمه احمد توحیدی

اغلب این پرسش مطرح می شود که چگونه یک ابزار متصل به مبدل می تواند از شبکه برق، توان الکتریکی بگیرد، زیرا به نظر می رسد اولیه و ثانویه مبدل به هم متصل نیستند. اما با نگاهی دقیق تر به چگونگی پیوند مغناطیسی اولیه و ثانویه و در نظر گرفتن نقش قانون لنز در این پیوند این ابهام برطرف می شود.

دو پرسش اساسی و یک آزمایش برای رسیدگی به بدفهمی ها

بحث را با مدار مبدل شکل ۱ شروع می کنیم که در آن ابتدا کلیدهای A و B بسته اند. دو پرسش زیر را در کلاس مطرح کنید:

۱. اگر کلید A در مدار اولیه باز شود، چه اتفاقی برای لامپ مدار ثانویه می افتد؟
۲. اکنون اگر هر دو کلید دوباره بسته شوند هنگام باز شدن کلید B چه اتفاقی برای لامپ در مدار اولیه روی خواهد داد؟ (به خوانندگان توصیه می شود پیش از خواندن پاسخ های زیر درباره آن فکر کنند).

دانش آموزان تقریباً همیشه درست حدس می زنند که اگر کلید A باز شود هر دو لامپ مدارهای اولیه و ثانویه خاموش خواهند شد. اما، اگر طرز کار مبدل درک نشده باشد، شاگردان اغلب تصور می کنند با باز کردن کلید B، در حالی که کلید A بسته است، لامپ مدار اولیه روشن می ماند و حتی بعضی حدس می زنند که لامپ پر نورتر خواهد شد.

اگر یک مبدل^۱ منفرد داشته باشید نمودار شکل ۱ را می توان به راحتی تکثیر کرد. وصل کردن یک لامپ به طور سری به اولیه و متصل کردن لامپ با توان یکسان به ثانویه مبدل دیگر کلیدها لازم نیستند زیرا با باز و بسته کردن لامپ ها به سرپیچ ها به همان نتیجه خواهید رسید. (اما، احتیاط کنید، چون ممکن است لامپ ها خیلی داغ شوند. لامپ هایی با توان پایین تر که به طور سری در مدار قرار دارند مشکل کمتری ایجاد می کنند). آزمایش را در حالی که هر دو لامپ روشن هستند شروع کنید. متوجه خواهید شد لامپ ها کم نورتر از حالتی هستند که مستقیماً به جریان برق متصل شده باشند. از لامپ هایی استفاده کنید که توان اسمی یکسان آن ها با توان اسمی مبدل هماهنگ باشند. مبدل های منفرد گران قیمت هستند، اما این آزمایش را می توان با یک مبدل کاهنده با کیفیت خوب و انتخاب لامپ های مناسب برای مدار اولیه و ثانویه هم انجام داد. برای انجام موفقیت آمیز این آزمایش مبدل باید کیفیت خوبی

می کنند این پدیده از تمامی نقاط روی زمین به طور همزمان دریافت می شود. این موضوع به طور کلی درست نیست، زیرا انتشار نور لحظه ای نیست؛ چنانچه به دقت مطلقی نیاز داشته باشیم، باید تصحیحی را بر مبنای قاعده های دشوار به عمل آوریم.

و یا سرانجام از تلگراف استفاده می کنند. از ابتدا واضح است که دریافت سیگنال مثلاً در برلین بعد از ارسال همان سیگنال مثلاً از پاریس صورت می گیرد. این همان قاعده علت و معلول است که قبلاً تحلیل کردیم. ولی چقدر بعد؟ معمولاً مدت زمان تراگسیل سیگنال نادیده گرفته می شود و دو رویداد همزمان در نظر گرفته می شوند. ولی جهت دقیق بودن، هنوز به تصحیحی کوچک با محاسبه ای پیچیده نیاز داریم که در عمل انجام نمی گردد، چون در گستره خطاهای مشاهده است؛ با معیاری که ما داریم ضرورت نظری آن یعنی معیار تعریف دقیق مشخص است. از این بحث می خواهم بر دو نکته تأکید کنم: ۱. قاعده هایی که به کار برده می شوند بسیار متنوع هستند. ۲. جدا کردن مسئله کیفی همزمانی از مسئله کمی اندازه گیری زمان دشوار است؛ چه از زمان سنج استفاده شود و چه سرعت انتقال، مانند سرعت تراگسیل نور مدّ نظر باشد، فرقی نمی کند، زیرا این سرعت را نمی توان بدون اندازه گیری زمان اندازه گرفت.

۱۲

نتیجه گیری: ما نه شهود مستقیمی از همزمانی داریم و نه از تساوی دو مدت زمان. اگر فکر کنیم که دارای این شهودیم دچار توهم شده ایم. در واقع آن را جایگزین به کارگیری برخی قواعد کرده ایم که اغلب آن ها را بدون به حساب آوردن به کار می بریم.

ولی سرشت این قواعد چیست؟ نه قاعده ای کلی و نه قاعده ای دقیق؛ بلکه مجموعه ای از قواعد کوچک قابل استفاده در هر مورد مشخص.

این قواعد بر ما تحمیل نشده اند و شاید خودمان را با اختراع قواعد دیگر سرگرم کنیم؛ ولی نمی توان آن ها را بدون پیچیده کردن زیاد بیان قوانین فیزیک، مکانیک و نجوم کنار گذاشت.

بنابراین این قواعد را نه به خاطر اینکه واقعی هستند، بلکه به دلیل فراهم آوردن بیشترین سهولت انتخاب می کنیم، و می توانیم لب کلام را به این صورت بیان کنیم: «همزمانی دو رویداد و یا ترتیب توالی آن ها و تساوی دو مدت زمان چنان تعریف می گردد که شرح و بیان قوانین طبیعی تا حد ممکن ساده شوند. به عبارت دیگر، همه این تعاریف ناشی از یک فرصت طلبی ناخودآگاه است.»

مرجع: مقاله معیار زمان را هانری پوانکاره در سال ۱۸۹۸ در نشریه *Revue de metaphysique et de morale* با عنوان فرانسوی *La mesure du temps* منتشر کرد. ترجمه انگلیسی این اثر توسط ریاضی دان آمریکایی (۱۸۵۳-۱۹۲۲) با عنوان *The Measure of Time* of Time در مجموعه *The Foundations of Science* و بخش مربوط به کتاب *The Value of Science* در سال ۱۹۱۳ به چاپ رسید.

پی نوشت ها

1. George Bruce Halstead
 ۲. اصل دلیل کافی یا The principle of sufficient reason اصلی است که در استدالات فکری و فلسفی به کار می رود و واضع آن لایبنیتس است. این اصل بیان می دارد که برای هر شئی یا رویدادی علتی وجود دارد که وجود آن شئی یا علت بروز آن رویداد را توضیح می دهد.
 3. M. calinon
 ۴. نیروی پاینده یا vis viva واژه ای است که در متون علمی قدیمی به کار می رفته و امروزه کنار گذاشته شده است. نزدیک ترین اصطلاح به آن که اکنون به کار می رود پالترزی است. vis viva را می توان به نوعی انرژی جنبشی یا انرژی نهفته در جسم متحرک تلقی کرد. واژه مذکور را گوتهفرد لایبنیتس پیشنهاد کرد. وی یک دستگاه مکانیکی از چندین جرم در نظر گرفت. جسم آم دارای جرم m_i و سرعت v_i است. لایبنیتس متوجه شد کمیت $\sum m_i v_i^2$ در بسیاری از دستگاهها پایسته است، وی این کمیت را vis viva نام گذاری کرد.
 5. Andrade
 6. Isle of Espanola
 7. Christopher Columbus
 8. petitio principii
- اصطلاحی در زبان لاتین و نشانگر یک مغالطه منطقی است بدین نحو که در اثبات درستی یک گزاره به طور تلویحی از خود همان گزاره استفاده شود.
۹. post hoc, ergo propter hoc
۱۰. اصطلاحی در زبان لاتین که معمولاً به عنوان یک مغالطه منطقی به کار برده می شود و چنین تعبیر می شود که رویدادی که بعد از یک رویداد اتفاق افتاده معلول رویداد متقدم تلقی می شود.
۱۱. Ole Christensen
۱۲. Roemer (۱۶۴۴-۱۷۱۰)
- منجم دانمارکی و اولین فردی است که سرعت نور را اندازه گیری کرد.

داشته باشد. جزئیات این آزمایش را می توان^۲ در وبگاه آخر مقاله یافت. وقتی این آزمایش را انجام دهید این نتیجه شگفت انگیز را به دست می آورید که در هر دو حالت اگر یکی از کلیدها باز شود (یا هر یک از لامپها باز شده باشند) لامپها خاموش خواهند شد. وقتی کلید A باز باشد و واضح به نظر می رسد که با قطع توان الکتریکی هر دو لامپ خاموش خواهند شد. اما، وقتی کلید B باز است، این واقعیت که لامپ مدار اولیه هم خاموش خواهد شد شگفت انگیز است. چند کتاب درسی درباره این موضوع بحث کرده اند و چگونگی همسازی مبدل با مقاومت ظاهری را به دست آورده اند، اما شاید بحث مشهودتر که شامل جزئیات ارتباط شار اولیه با ثانویه است به توضیح موضوع کمک کند.

قانون لنز و توضیح ارتباط شار در کار مبدل

در کتابهای درسی معمولی توضیح کار مبدل شامل به دست آوردن رابطه ای است که چگونگی مقاومت های ظاهری اولیه و ثانویه از طریق مربع نسبت دور سیم پیچ ها را نشان می دهد. آنچه در زیر می آید فیزیک همسازی مقاومت های ظاهری ثانویه با اولیه با استفاده از ارتباط شار مغناطیسی دو سیم پیچ و قانون لنز است. مبدل شکل ۲ نشان می دهد چند دور سیم پیچ اولیه (بالای پیچ) به جریان متناوب متصل است. ثانویه (پیچ) به سیمی متصل شده است که اتصال کوتاه تولید می کند. فرض کنید در این لحظه جریان در اولیه طوری تغییر می کند که جهت میدان مغناطیسی تولید شده رو به بالا افزایش می یابد. چون ثانویه اتصال کوتاه شده است بنا به قانون لنز جریان القایی در ثانویه باید طوری تغییر کند که میدان مغناطیسی تولید شده در آن لحظه با تغییر میدان مغناطیسی تولید شده به وسیله اولیه مخالفت کند. این بدان معناست که در هر لحظه اولیه «می کوشد» میدان مغناطیسی متغیری تولید کند جریان در ثانویه باید با تولید میدان مغناطیسی متغیر مخالفی، واکنش نشان دهد. جمع برداری این دو میدان مغناطیسی متغیر مخالف، میدان مغناطیسی خالصی در اولیه به وجود نمی آورد. سیم پیچ اولیه هیچ نیروی محرکه ای «حساس» نمی کند و صرفاً همچون یک سیم پیچ با مقاومت پایین عمل می کند. بنابراین، وقتی که ثانویه اتصال کوتاه شده باشد، جریان بسیار بزرگی می تواند در اولیه جاری شود (که شاید باعث سوختن مبدل شود). اگر، به جای اتصال کوتاه لامپی با مقاومت کم به ثانویه متصل شده باشد، جریان متناوب در مدار شار مغناطیسی متناوبی در جهت مخالف اولیه تولید خواهد کرد. این بخشی از شار اولیه را خنثی خواهد کرد اما هنوز می تواند جریان کافی برای روشن شدن لامپ در اولیه تولید کند.

چرا باز بودن ثانویه مانع از عبور جریان در اولیه مبدل می شود؟

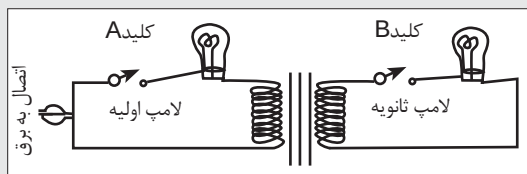
در شکل ۳ مدار ثانویه باز است، بنابراین هیچ جریانی در پیچ ثانویه (پایینی) وجود ندارد. این بدان معناست که جریان ثانویه هیچ میدان مغناطیسی تولید نمی کند. اما، میدان مغناطیسی متغیر در اولیه هنوز طبق قانون لنز، یک نیروی محرکه در اولیه

تولید می کند که با خود القایی با هر تغییر جریانی مخالفت می کند. بنابراین اولیه در معرض یک مقاومت ظاهری بازتابی بزرگ قرار می گیرد. اگر لامپی به طور سری با اولیه بسته شده باشد، خاموش خواهد شد.

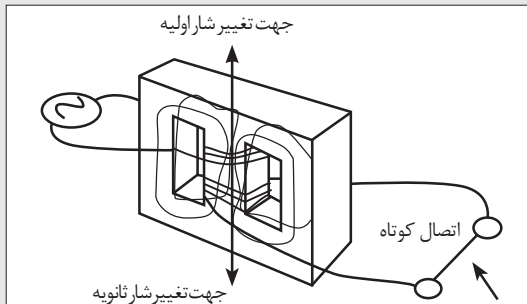
به طور شهودی می توان دید که مقادیر مقاومت های دیگر (یا مقاومت ظاهری) متصل به ثانویه جریان های مناسبی در ثانویه تولید خواهند کرد که به نوبه خود جریان هایی با تغییرات مناسب در میدان مغناطیسی اولیه تولید و مقاومت ظاهری متصل به ثانویه را به اولیه برمی گردانند. این بدان معناست که وقتی لامپ در مدار ثانویه برداشته شود، مدار بازی در ثانویه تولید می شود، این افزایش شدید مقاومت ظاهری ثانویه به اولیه برمی گردد و لامپ در مدار اولیه خاموش می شود.

Transformer impedance Reflection Demonstration william Layton

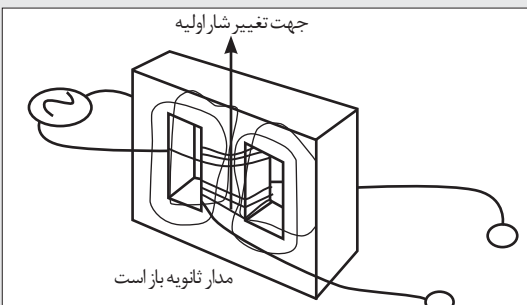
Thephysics Teacher Uol. 52 october 2014



▲ شکل ۱. معلم می تواند با قرار دادن این شکل مقابل دانش آموزان در کلاس از آن برای تجسم بهتر پرسش های ۱ و ۲ کمک بگیرد. شکل با مدار واقعی اختلاف زیادی دارد، اما دانش آموزان از نقش هر جزء مدار آگاه می شوند به ویژه می فهمند رشته های لامپ ها مدار را تکمیل می کنند.



▲ شکل ۲. اگر مدار اتصال کوتاه شود (واقعاً این کار را انجام ندهید: در اینجا فقط برای بحث انجام شده است) بنا به قانون از جریانی در سیم پیچ ثانویه به وجود می آید. این جریان میدان مغناطیسی مخالفی تولید می کند به طوری که باعث کاهش میدان مغناطیسی تولید نشده به وسیله اولیه خواهد شد.



▲ شکل ۳. اگر مدار ثانویه باز باشد، هیچ جریانی در سیم پیچ ثانویه به وجود نمی آید، بنابراین هیچ میدان مغناطیسی تولید نمی شود. اما، خود القایی سیم پیچ اولیه نیروی محرکه ای تولید می کند که سبب خاموش شدن لامپ مدار اولیه خواهد شد.

پی نوشت ها

۱. تعداد دور سیم پیچ های اولیه و ثانویه یک مبدل منفرد با هم مساوی است. این نوع مبدل برای مجزا کردن ایزارهای الکترونیکی از پارازیت (توفه) و در کلیدهای معمولی برای اتصال به زمین استفاده می شود.

2. www.youtube.com/watch?v=y0WrKT45ZU



شیوا فلاحي

کارشناس فیزیک، دبیر آموزش و پرورش منطقه ۱۱ تهران

فناوری‌های نوین در آموزش فیزیک

چکیده

بدون شک، روش تدریس تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر یادگیری دارد. شواهد روشنی وجود دارد که رویکرد سنتی در آموزش (تدریس مبتنی بر سخنرانی و استفاده از کتاب) اثر اندکی در افزایش درک مفاهیم بنیادی علم فیزیک دارد. این مقاله،

مروری است بر چالش‌های رویکرد سنتی آموزش فیزیک و نقش فناوری‌های نوین در رفع این چالش‌ها. در قسمت پایانی نیز به معرفی فناوری‌های نوین رایج در آموزش فیزیک می‌پردازیم.

کلیدواژه‌ها: آموزش، فیزیک، فناوری‌های جدید

مقدمه

برای دانش‌آموزان دوره متوسطه یادگیری علوم پایه و به‌ویژه، علم فیزیک چندان آسان نیست. نمره پایین درس فیزیک در امتحانات نهایی نسبت به سایر درس‌ها گواه روشنی بر این مدعا است. بسیاری از دانش‌آموزان درس فیزیک را یک درس بسیار دشوار و تا حدودی انتزاعی می‌دانند و یادگیری آن را منوط به توانایی گسترده در حفظ کردن فرمول‌های دشوار، پردازش و حل مسائل سخت، تجزیه و تحلیل روابط ریاضی و انباشت نکات نظری فراوان می‌دانند؛ و به همین دلیل هم رابطه خوبی بین این درس با خود احساس نمی‌کنند. این در حالی است که دانش فیزیک در تمامی جنبه‌ها و سطوح زندگی بشری ساری و جاری است و به شکل گسترده‌ای ظهور عملی دارد. (۱)

در این رابطه چند پرسش بنیادی قابل طرح است:

۱. رویکرد موجود در آموزش فیزیک تا چه حد در سختی یادگیری این درس نقش دارد؟
۲. رویکرد مزبور تا چه حد ناشی از ویژگی‌های این علم است؟
۳. این رویکرد تا چه میزان اثربخش است؟

۴. آیا لازم

است بین آموزش

فیزیک با آموزش

سایر درس‌ها تفاوتی

وجود داشته باشد؟

تحقیقات انجام شده در

زمینه شیوه‌های تدریس درس

فیزیک حاکی از این است که نیاز

مبرمی به ایجاد تغییر و تحول در شیوه تدریس

فیزیک وجود دارد. شواهد بررسی‌های مختلف نیز نشان می‌دهد که

هنوز بسیاری از معلمان قسمت قابل ملاحظه‌ای از وقت کلاس خود

را به سخنرانی اختصاص می‌دهند. در صورتی که فقط توضیح دادن

تدریس محسوب نمی‌شود و فقط گوش کردن به معنای یادگیری

نیست، هدف از یادگیری به یادآوردن و یادگیری انفعالی نیست بلکه

فعال و خلاق بار آوردن دانش‌آموزان و کار گروهی است. (۲)

در این مقاله، نخست به چالش‌های رویکرد سنتی آموزش فیزیک

اشاره می‌کنیم، سپس به معرفی رویکرد جدید و نقش فناوری‌های

نوین در این رویکرد می‌پردازیم. پس از آن فناوری‌های نوین رایج

در آموزش فیزیک را معرفی می‌کنیم و در بخش پایانی نیز همراه با

نتیجه‌گیری پیشنهادهایی ارائه می‌دهیم.

چالش‌های رویکرد سنتی^۱ آموزش فیزیک

امروزه آموزش فیزیک در دبیرستان (و حتی در دانشگاه) چالشی

است که هر معلم فیزیک با آن روبه‌روست. اغلب شاگردان رغبت

زیادی به یادگیری فیزیک ندارند و کلاس‌های درس فیزیک

حالتی بی‌روح پیدا کرده‌اند؛ زیرا آموزش فیزیک عمدتاً مبتنی بر

ارائه تعدادی فرمول و جدا از جهان واقعی شده که با شیوه گفتار

و سخنرانی اجرا می‌شود و لذا آموزشی ناکارآمد است که قادر به

ایجاد شهود و بینش واقعی در شاگردان نیست. (۳). رویکرد سنتی

در آموزش درس فیزیک در سطوح متوسطه (فیزیک مقدماتی^۲) از

ویژگی‌های مشخصی برخوردار است: استفاده از کتاب درسی، حل

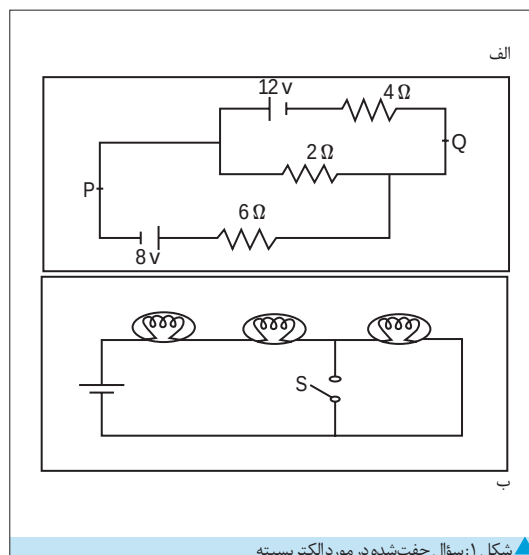
مسائل کتاب و کتاب‌های کمک‌آموزشی، استفاده از آزمایشگاه در

حد امکانات موجود، ارزیابی بر اساس امتحان (مشابه مسائل حل

شده). به طور کلی، این رویکرد کتاب محور و معلم محور است، به این صورت که مفاهیم اشاره شده در کتاب توسط معلم شرح داده می شود و از حل مسائل به منظور افزایش درک مفاهیم استفاده می گردد.

در دو دهه گذشته، پژوهشگران حوزه آموزش فیزیک به بررسی میزان اثربخشی رویکرد سنتی آموزش پرداخته اند. شواهد کلی حاکی از این است که این رویکرد تأثیر اندکی در افزایش درک دانش آموزان از مفاهیم فیزیک دارد (۶-۴). در مطالعات متعدد، دو جنبه اصلی از فرایند یادگیری علم فیزیک مورد بررسی قرار گرفته است: یکی درک مفهومی^۳ و دیگری انتقال اطلاعات^۴. در اینجا به مروری از چند مطالعه مشهور در ارتباط با جنبه درک مفهومی فرایند یادگیری پرداخته می شود. در مطالعه هالون و هستنس^۵ (۱۹۸۵)، میزان فهم دانش آموزان از مفاهیم دینامیک (نیرو و حرکت) مورد بررسی قرار گرفته است. یافته های این مطالعه حاکی از این است که درک اولیه دانش آموزان اگر در ارتباط با پدیده های فیزیکی باشد تأثیر قابل توجهی در عملکرد آن ها در درس فیزیک دارد، ولی آموزش با رویکرد سنتی تأثیر اندکی در درک مفهومی دانش آموزان دارد (۴).

در مطالعه دیگری فهم دانشجویان از الکتریسیته مورد ارزیابی قرار گرفته است. در این مطالعه از مسائل جفت شده^۶ به منظور ارزیابی پاسخ های کمی به همراه درک مفهومی دانش آموزان استفاده شده است. برای مثال شکل (۱) را در نظر بگیرید. در قسمت (الف) خواسته شده که میزان جریان در مقاومت 3Ω محاسبه شود و در قسمت (ب) اثر بستن کلید S بر روی روشنایی لامپ ها و جریان آمده از باتری مورد سؤال قرار گرفته است. نمره متوسط دانش آموزان در قسمت الف و ب به ترتیب برابر با ۶۹ و ۴۹ درصد بوده است در حالی که سؤال قسمت ب از نظر فیزیک دانان بسیار بدیهی تر و آسان تر به نظر می رسد. این یافته ها نشان می دهد که دانش آموزان می توانند بدون اینکه درک درستی از مفاهیم پایه ای فیزیک داشته باشند به پرسش های کمی و متداول در درس فیزیک پاسخ دهند (۷).



شکل ۱: سؤال جفت شده در مورد الکتریسیته

جمالی و ضمیر انوری (۱۳۹۲) در مطالعه ای به بررسی میزان درک دانشجویان از مفاهیم انتقال گرما پرداخته اند. جامعه آماری این تحقیق، دانشجویان دوره کارشناسی فیزیک دانشگاه شهید رجایی تهران در نیم سال دوم ۹۱-۹۲ بوده است و ۵۰ نفر از آنان به عنوان نمونه در دسترس انتخاب شده اند. نتایج حاصل از آزمون استاندارد ارزیابی محتوایی (TTCI) نشان می دهد که دانشجویان تصورات نادرست و پایداری از مفاهیم انتقال گرما دارند. آن ها گاهی مفهوم دما و انرژی را معادل هم می دانند و به اشتباه به این دو مفهوم ماهیت مادی می دهند. همچنین، دانشجویان با فرض مادی بودن انتقال انرژی، بین دو مفهوم «آهنگ» و «مقدار» گرمای مبادله شده، تمایزی قائل نیستند و عواملی که بر این دو مفهوم اثر می گذارند، ناآگاه بوده اند. این در حالی است که همین دانشجویان، که با مباحث انتقال گرما آشنا شده اند، به راحتی به پرسش هایی که به صورت محض و انتزاعی بوده پاسخ صحیح داده اند (۸).

این چند مثال، نمونه ای از مطالعات متعددی است که در آن ها به بررسی اثربخشی رویکرد سنتی در آموزش فیزیک پرداخته شده است. چالش های اساسی رویکرد سنتی آموزش فیزیک را می توان به صورت زیر دسته بندی کرد:

۱. ناتوانی در ایجاد درک مفهومی از پدیده های فیزیک، فراگیران؛
 ۲. مشارکت دادن اندک دانش آموزان در فرایند یادگیری؛
 ۳. عدم اصلاح تصورات ناصحیح اولیه فراگیر در خصوص واقعیت های علم فیزیک؛
 ۴. تأکید بیش از حد بر حل مسئله.
- یک نتیجه گیری قطعی این است که، صرف نظر از توانایی یا ناتوانی معلم، دانش آموزان معمولی در کلاس های آموزشی با رویکرد سنتی، فهم درستی از مفاهیم اصلی این علم پیدا نمی کنند. همچنین، به رغم تلاش قابل ستودنی بسیاری از معلمان این حوزه، هنوز برای دانش آموزان این درس خسته کننده و بی ارتباط با دنیای واقعی به نظر می رسد.

نقش فناوری های نوین در رویکرد جدید آموزش فیزیک

آیا روشی بهتر برای آموزش فیزیک و افزایش درک مفهومی دانش آموزان وجود دارد؟ کارل وایمن^۷ یکی از برندگان جایزه نوبل فیزیک در سال ۲۰۰۱ میلادی اشاره می کند که پاسخ این پرسش مثبت است. بسیاری از روش هایی که به خوبی در پیشبرد تحقیقات علم فیزیک کمک می کنند در بهبود روش آموزش فیزیک نیز مؤثر خواهند بود. این روش ها شامل آموزش بر پایه پژوهش و عملیاتی کردن و استفاده مؤثر از فناوری های نوین است (۹). در همین راستا بسیاری از صاحب نظران و متخصصان تعلیم و تربیت نظام های آموزشی، شیوه هایی را توصیه و از جمله تأکید می کنند که فراگیران را باید بیش از همه در تدریس دخیل و سهیم کرد (۱۰).

در ایران نتایج برخی از پژوهش ها مانند پورصاحبان (۱۳۸۷)

امروزه آموزش
فیزیک در
دبیرستان
(و حتی در
دانشگاه) چالشی
است که هر
معلم فیزیک با
آن روبه روست.
اغلب شاگردان
رغبت زیادی
به یادگیری
فیزیک ندارند و
کلاس های درس
فیزیک حالتی
بی روح پیدا
کرده اند

شبیه‌سازی به استفاده از امکانات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری در جهت همانندسازی موقعیت‌های واقعی در محیط ساختگی رایانه (فضای مجازی) گفته می‌شود

و بدریان (۱۳۸۵) نشان می‌دهد که به کارگیری روش‌های کاوشگری و گروهی در مدارس ما، به عللی مانند نبودن وسایل آزمایش به مقدار کافی و گران بودن بعضی وسایل، کمبود وقت و کمبود معلمانی که قادر به استفاده از این روش‌ها باشند با موانع بسیاری مواجه است (۱۲-۱۱). از سوی دیگر، در فیزیک مفاهیمی وجود دارد که نمی‌توان در آزمایشگاه واقعی ایجاد کرد (مثل خطوط میدان الکترومغناطیسی). در مقابله با این کاستی‌ها، استفاده از فناوری‌های جدید در تدریس فیزیک می‌تواند بسیار مؤثر واقع شود. نتایج تحقیق والاس^۸ (۲۰۰۴)، پست هولسم^۹ (۲۰۰۶) و وب^{۱۰} (۲۰۰۵) نشان می‌دهد که استفاده از فناوری‌های جدید در آموزش علوم تجربی مؤثر است. همچنین فناوری می‌تواند در جهت در نظر گرفتن تفاوت‌های فردی دانش‌آموزان و ارائه تکالیفی متناسب با هر دانش‌آموز به کمک معلمان بیاید. در پژوهشی، نصرت، ایرجی و بهرامی (۱۳۹۰) به بررسی تأثیر روش تدریس فعال فناورانه (شامل کاوشگری گروهی در آزمایشگاه و سخنرانی و شبیه‌سازی با استفاده از فناوری) بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان در درس فیزیک به روش نیمه تجربی پرداخته‌اند. نتایج آزمون تحقیق آن‌ها نشان می‌دهد که تأثیر آموزش فیزیک با استفاده از روش فعال فناورانه بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان بیشتر از روش‌های سنتی است (۱۶). امروزه استفاده از فناوری‌های نوین، که خود حاصل پیشرفت علم هستند در آموزش علوم مختلف نقش بسزایی ایفا می‌کند. در ادامه چند روش استفاده از این فناوری‌ها را در فرایند آموزش و یادگیری علم فیزیک مرور می‌کنیم.

شبیه‌سازی^{۱۱}

شبیه‌سازی به استفاده از امکانات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری در جهت همانندسازی موقعیت‌های واقعی در محیط ساختگی^{۱۲} رایانه (فضای مجازی) گفته می‌شود. با توجه به اینکه بیشتر قواعد و قوانین فیزیک با معادله‌های ریاضی بیان می‌شوند، شبیه‌سازی موقعیت‌های فیزیکی در فضای مجازی امکان‌پذیر است. شبیه‌سازی می‌تواند موقعیت‌های مختلفی را، از سقوط آزاد یک سنگ تا حرکت مداری یک سیاره تحت تأثیر یک یا چند ستاره و یا برخورد دو کهکشان را به نمایش درآورد. لازم به ذکر است که شبیه‌سازی در اکثر موارد با نواقصی همراه است و نمی‌تواند به صورت صددرصد جایگزین موقعیت واقعی شود، اما برای مطالعه موقعیت‌هایی که امکان تجربه آن‌ها در دنیای واقعی وجود ندارد (و یا موقعیت‌هایی که خیلی پرهزینه هستند یا خیلی خطرناک هستند و یا خیلی سریع رخ می‌دهند) بسیار مفید است.

شبیه‌سازی‌ها ابزارهایی عالی برای تدریس‌اند و با استفاده از آن‌ها می‌توان مفاهیم مجرد را برای فراگیران ملموس و آشنا کرد. به بیان دیگر، این گونه شبیه‌سازی پلی معنایی است که از طریق نگاشت به مفاهیم پایه منجر به افزایش درک

مفهومی دانش‌آموزان می‌گردد. بیشتر محققان بر این باورند که شبیه‌سازی ابزارهایی اثربخش در فرایند یادگیری می‌باشند (۱۷). این ابزار آموزشی کمک شایانی به رفع چالش‌های اول و سوم رویکرد سنتی خواهد داشت.

آزمایشگاه رایانه محور^{۱۳}

آزمایشگاه رایانه محور با داشتن ابزارهای متنوع مدل‌سازی تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر فرایند آموزش و یادگیری فیزیک دارد. این ابزارها می‌توانند نقش ویژه‌ای در آموزش فیزیک برای دانش‌آموزانی که در مهارت‌های ریاضی ضعیف‌اند داشته باشند. از آزمایشگاه رایانه محور می‌توان، هم برای تأکید بیشتر بر روی درک شهودی و هم برای حل مسائل پیچیده بهره گرفت. چون یکی از مشکلات رویکرد سنتی در آموزش فیزیک عدم مشارکت فعال دانش‌آموزان در فرایند یادگیری است. با آزمایشگاه رایانه محور می‌توان انواع آزمایش‌ها را توسط همه فراگیران انجام داد. با استفاده از این ابزار نوین آموزشی دانش‌آموزان در هر سطحی فرصت انجام آزمایش‌های فیزیکی را پیدا خواهند کرد. همچنین آزمایشگاه رایانه محور این امکان را فراهم می‌کند که به صورت همزمان با کمک نرم‌افزارهای مختلف به اندازه‌گیری و رسم کمیت‌های فیزیکی مانند موقعیت، سرعت، شتاب، نیرو، دما و غیره پرداخت. جمع‌آوری آسان اطلاعات باعث ایجاد انگیزه در جهت مشارکت فعال و افزایش درک فراگیران می‌گردد. در واقع، این ابزار می‌تواند تا حد زیادی چالش‌های اول و دوم رویکرد سنتی را رفع کند.

ابزار چند رسانه‌ای^{۱۴}

چند رسانه‌ای به ابزاری گفته می‌شود که شامل متن، صدا، پویانمایی، شبیه‌سازی و فیلم کوتاه است. از مزایای استفاده از این ابزار در فرایند یادگیری می‌توان به پردازش اطلاعات توسط مغز از طریق ارتباط با مفاهیم در یک رویکرد غیرخطی اشاره کرد. قابلیت استفاده از ابزارهای چند رسانه‌ای، بسته به منبع اطلاعات، هم به صورت آنلاین و هم به صورت غیر آنلاین وجود دارد.

لازم به ذکر است که رویکرد نوین آموزش فیزیک خود با موانعی روبه‌روست از جمله، کثرت بیش از اندازه دانش‌آموزان یک کلاس، اختصاص ساعات کم به تدریس کتاب‌های فیزیک، کمبود امکانات آموزشی مدارس از لحاظ فناوری‌های نوین (رایانه، اینترنت، ویدیو، پروژکتور و...)، متناسب نبودن آموزش‌های ضمن خدمت با محتوای آموزشی رویکرد وین، به روز نبودن دانش و مهارت‌های برخی از معلمان برای استفاده از فناوری‌های نوین.

معرفی منابع نوین آموزشی

چون بیشتر مفاهیم علم فیزیک در زمینه‌های مختلف به سادگی با روابط ریاضی قابل مدل‌سازی هستند، در سال‌های اخیر، استفاده از فناوری‌های جدید در آموزش این علم هم در

طرح phET
یک بسته از
ابزارهای آنلاین
در جهت آموزش
ویادگیری
فیزیک مقدماتی
در سطح
دبیرستان و
دانشگاه است.
این طرح از سال
۱۹۹۹ توسط
پژوهشگران و
استادان بخش
فیزیک دانشگاه
کلرادو طراحی
شده است

در کلاس و یا به عنوان تکالیف درسی دانش آموزان کاربرد دارند. از ویژگی های مثبت این آزمایش ها می توان به مشاهده پدیده های فیزیکی، گردآوری داده، تحلیل داده ها، ساختن مدل و آزمون پیش بینی این مدل ها اشاره نمود (۱۹). مطالب تحت پوشش در آن عبارت اند از: حرکت، قانون های نیوتون، حرکت دورانی، انرژی، حرکت هماهنگ و امواج، جامدات، شاره ها، گازها، الکتریسیته و مغناطیس، فیزیک نور و مباحث پیشرفته.

وبگاه کلاس درس فیزیک (the physics Classroom)

این وبگاه را تام هندرسون^{۲۰} مدرس فیزیک در مدرسه گلنبروک^{۲۱} در ایالت ایلینوی آمریکا طراحی کرده است. مطالب وبگاه در سه بخش ارائه شده است. بخش اول (خواندن و نگاه کردن به اینترنت) شامل ابزارهای مفیدی برای کمک به فرایند آموزش و یادگیری علم فیزیک است. این بخش در سه قسمت ارائه شده است که در ادامه توضیح مختصری درباره آن ها ارائه می شود:

- کلاس آموزشی فیزیک؛ یک مجموعه از صفحات آموزشی که با زبان بسیار ساده نوشته شده اند و شامل قسمت ارزیابی فهم مطالب هستند.
 - استودیوی چندرسانه ای فیزیک؛ مجموعه ای غنی از فیلم های کوتاه و انیمیشن های متنوع به منظور تشریح مفاهیم بنیادی فیزیک با رویکرد دیداری. هر انیمیشن با توضیحات تکمیلی و لینک به مطالب اضافی همراه است.
 - استودیوی فیزیک؛ این قسمت شامل ابزارهایی به منظور شبیه سازی موقعیت های فیزیکی است. مزیت این روش امکان تغییر و دستکاری متغیرهای مربوطه و بررسی نتایج آن بر روی موقعیت های فیزیکی است.
- علاوه بر مطالب فوق، این وب سایت شامل مجموعه ای غنی از ابزارهای آموزشی برای معلمان و آزمون های ارزیابی است (۲۰).

* فیزیک متن باز^{۲۲} (OSP)

این وبگاه برنده جایزه علم برای منابع آنلاین در آموزش در سال ۲۰۱۱ شده است^{۲۳}. هدف اصلی این وبگاه تقویت توانایی محاسباتی و مدل سازی دانش آموزان است. ترکیب فیزیک محاسباتی و مدل سازی رایانه ای با نظریه و آزمایش، اثربخشی قابل ملاحظه ای در افزایش درک مفهومی خواهد داشت. هر شبیه سازی انجام شده در این وبگاه بر روی موضوع مشخصی تمرکز دارد و قابل استفاده در کلاس و یا بیرون از محیط کلاس است. موضوع های بسیار گسترده ای از سطوح ابتدایی تا پیشرفته در این وبگاه پوشش داده شده است (۲۱).

نرم افزارها * VIDEOPOINT

این نرم افزار یک نرم افزار منحصر به فرد به منظور آموزش

سطوح مقدماتی و هم در سطوح پیشرفته از روند رو به رشد قابل ملاحظه ای برخوردار بوده است. اکنون بیشتر این ابزارهای آموزشی یا به صورت آنلاین و یا به صورت نرم افزارهای رایگان در دسترس هستند. در ادامه به نمونه های مشهور استفاده از فناوری های جدید در آموزش علم فیزیک اشاره می شود.

منابع آنلاین

* طرح فناوری آموزش فیزیک^{۱۵} (phET)

طرح phET یک بسته از ابزارهای آنلاین در جهت آموزش و یادگیری فیزیک مقدماتی در سطح دبیرستان و دانشگاه است. این طرح از سال ۱۹۹۹ توسط پژوهشگران و استادان بخش فیزیک دانشگاه کلرادو^{۱۶} طراحی شده است. پروژه مزبور با رویکرد پژوهش محور امکان ایجاد ارتباط بین پدیده های مادی و مفاهیم فیزیک را فراهم می سازد. در طرح phET به منظور کمک به درک دیداری دانش آموزان، به شبیه سازی پدیده هایی پرداخته می شود که در حال عادی با چشم قابل مشاهده نیستند. این شبیه سازی ها شامل ابزارهای دقیق اندازه گیری همانند خط کش، کروномتر، ولت سنج، دماسنج و... هستند. همچنین، به منظور حصول اطمینان از اثربخشی آموزشی، این شبیه سازی ها به طور مداوم مورد ارزیابی قرار می گیرند (۱۸).

تمامی امکانات طرح phET به صورت رایگان در وبسایت خود طرح موجود است. یکی دیگر از مزایای این طرح، وجود نمونه فارسی بسیاری از شبیه سازی های انجام شده و قابلیت ترجمه تمامی امکانات آن به زبان های مختلف دنیا است. تا به حال، نزدیک به ۱۱۰ میلیون شبیه سازی مختلف از وبسایت این طرح دانلود شده است. از امکانات موجود در این سایت می توان، هم در کلاس های درس و آزمایشگاه ها به عنوان یک ابزار آموزشی اثربخش استفاده نمود و هم به عنوان تکالیف درسی مفاهیم بنیادی و اصلی فیزیکی تحت پوشش در پروژه phET به صورت زیر دسته بندی شده است:

- حرکت
- صوت و امواج
- کار، انرژی و توان
- گرما و ترمودینامیک
- پدیده های کوانتومی
- نور و تابش
- الکتریسیته، مغناطیس و مدارها

* منبع فناوری آموزش فیزیک روتگرز^{۱۷} (PT^۳)

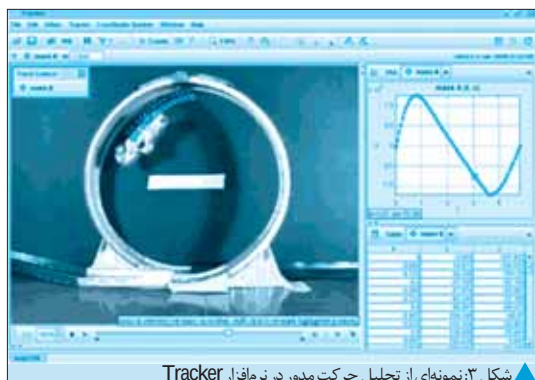
این وبگاه متعلق به دانشگاه ایالتی نیوجرسی^{۱۸} است و تقریباً در کل دنیا شناخته شده است. این طرح برنده «جایزه علم برای منابع آنلاین در آموزش» در سال ۲۰۱۰^{۱۹} شده است. در این وبگاه از فناوری تصویری برای آموزش فیزیک و طراحی آزمایش های فیزیک بهره گرفته می شود. این وبگاه شامل مجموعه ای از آزمایش هایی است که یا به صورت ابزار آموزشی

استفاده از فناوری‌های نوین به منظور رفع چالش‌های رویکرد سنتی در آموزش علم فیزیک، هم در سطوح مقدماتی و هم در سطوح پیشرفته، از روند رو به رشد قابل ملاحظه‌ای برخوردار بوده است

قانون‌های بنیادی علم فیزیک با استفاده از فیلم و حرکت است و به صورت یک ابزار کمک آموزشی برای تدریس فیزیک مقدماتی طراحی شده است و شامل تحلیل‌ها و فیلم‌های آموزشی متعدد است. فرایند تحلیل فیلم شامل جمع‌آوری زمان و داده‌های موقعیتی از حرکت‌ها و سپس مرور این داده‌ها به صورت جدول و نمودار است (۲۲).

مراحل استفاده از نرم‌افزار VIDEOPOINT به صورت زیر است:

- مرحله اول: انتخاب موضوع
- مرحله دوم: نمایش فیلم آموزشی
- مرحله سوم: مدرج کردن^{۲۴} مدل
- مرحله چهارم: تحلیل
- مرحله پنجم: گردآوری داده‌ها
- مرحله ششم: رسم داده‌ها
- مرحله هفتم: مدل‌سازی داده‌ها



شکل ۳: نمونه‌ای از تحلیل حرکت مدور در نرم‌افزار Tracker

* Interactive Physics (IP)

این نرم‌افزار یک آزمایشگاه کامل از حرکت است که قضیه‌های بنیادی مکانیک نیوتونی را شبیه‌سازی می‌کند. امکان شبیه‌سازی با کشیدن اشکال مختلف و تبدیل آن به انیمیشن در این نرم‌افزار وجود دارد. امکان تعیین میزان اصطکاک، کشش، جاذبه، ویژگی‌های فیزیکی در شبیه‌سازی‌های نرم‌افزار Interactive Physics وجود دارد. همچنین، اندازه‌گیری کمیت‌های فیزیکی همچون سرعت، شتاب، گشتاور و نیروی اصطکاک در شبیه‌سازی‌های این نرم‌افزار امکان‌پذیر است (۲۵).

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در رویکرد سنتی در آموزش علم فیزیک معمولاً دانش‌آموزان می‌توانند بدون درک درستی از مفاهیم بنیادی فیزیک به پرسش‌های کمی و متداول در این درس پاسخ دهند. از چالش‌های اساسی رویکرد سنتی در آموزش فیزیک می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: عدم ایجاد درک مفهومی از پدیده‌های فیزیکی، مشارکت اندک دانش‌آموز در فرایند یادگیری، عدم اصلاح عقاید ناصحیح اولیه فراگیر در ارتباط با واقعیت‌های فیزیک، تأکید بیش از حد بر حل مسئله.

استفاده از فناوری‌های نوین به منظور رفع چالش‌های رویکرد سنتی در آموزش علم فیزیک، هم در سطوح مقدماتی و هم در سطوح پیشرفته، از روند رو به رشد قابل ملاحظه‌ای برخوردار بوده است. پیشنهاد می‌شود، مطابق با یک برنامه‌ریزی مدون، استفاده از فناوری‌های جدید همانند شبیه‌سازی‌ها، مدل‌سازی‌ها، آزمایشگاه‌های رایانه‌محور، ابزارهای چندرسانه‌ای و... در سرفصل‌های آموزشی درس فیزیک گنجانیده شود. برای مثال، می‌توان به همراه کتاب‌های آموزشی فیزیک یک سی‌دی طبقه‌بندی شده از ابزارهای مذکور و نرم‌افزارهای مرتبط مطابق با فصول و مطالب تحت پوشش کتاب فراهم کرد. استفاده از این ابزارها هم در محیط کلاس و هم در محیط بیرون از کلاس می‌تواند نقش بسزایی در فرایند یادگیری دانش‌آموزان داشته باشد.



شکل ۲: تحلیل افتادن یک گلوله در نرم‌افزار VIDEOPOINT

* Tracker

نرم‌افزاری در جهت تحلیل فیلم به همراه ابزارهای مدل‌سازی است. این ابزار آموزشی یک روش مؤثر و کارا در ترکیب فیلم با مدل‌سازی رایانه‌ای است. در این نرم‌افزار امکان ردیابی موقعیت، سرعت و شتاب اجسام به صورت دستی یا خودکار وجود دارد (۲۳). بخش‌های مختلف نرم‌افزار Tracker عبارت‌اند از:

- باز کردن فیلم آموزشی
- مدرج کردن فیلم
- انتخاب ابزار ردیابی
- رسم داده‌های ردیابی شده

* Physics Tool Kit

یک ابزار آموزشی جهت تحلیل فیلم‌های آموزشی با فیلم‌های در موضوع‌های مکانیک، صوت، الکترومغناطیس و امواج است. همچنین، این نرم‌افزار شامل مجموعه غنی از مطالب آموزشی، مسائل و فیلم‌های آموزشی در موضوع‌های مختلف است (۲۴).

اهداف سال جهانی نور

ترجمهٔ راحله زادفتح‌الله

مقدمه

نور نقش مهمی را در فعالیت‌های انسانی ایفا می‌کند. در بنیادی‌ترین سطوح، مثلاً فوتوسنتز، نور منشأ زندگی است و کاربردهای بسیار نور جامعه را از نظر پزشکی، ارتباطات، سرگرمی و فرهنگ متحول ساخته است.

صنایع مبتنی بر نور محرک‌های اصلی اقتصاد هستند. فناوری مبتنی بر نور از طریق فراهم کردن دسترسی به اطلاعات، ارتقاء توسعه پایدار و افزایش سطح سلامت و رفاه اجتماعی به‌طور مستقیم پاسخ‌گوی بسیاری از نیازهای بشر هستند.

فناوری‌های مبتنی بر نور، برای چالش‌های موجود در جهان از قبیل انرژی، آموزش و پرورش، کشاورزی و سلامت اجتماعی راه‌حل ارائه می‌کنند. کاربرد این فعالیت‌ها موجب بهبود کیفیت زندگی در کشورهای در حال توسعه شده است. این فناوری‌ها کلید توانمندی برای دستیابی به اهداف هزاره و فراتر رفتن از آن‌ها هستند. از آنجا که نور کلید رشته‌های میان‌رشته‌ای علوم و مهندسی در قرن بیست و یکم است، مردمان جهان به اهمیت مطالعه علمی نور و کاربرد فناوری‌های مبتنی بر آن برای پیشرفت جهانی کاملاً پی برده‌اند. مهم است که درخشان‌ترین ذهن‌های جوان از رشته‌های علوم و مهندسی همواره جذب حرفه‌های موجود در این زمینه از علم شوند.

کلیدواژه‌ها: نور، صنایع مبتنی بر نور، سال جهانی نور

منطق و اهداف سال جهانی نور

سال جهانی نور

● موجب ارتقای درک همگان از این موضوع خواهد شد که چگونه نور و فناوری‌های مبتنی بر آن وارد زندگی روزمره افراد شده‌اند و برای توسعه جهانی آینده بسیار ضروری هستند.

● از طریق فعالیت‌های هدفمند در علم امکان آموزش را در سراسر جهان برای جوانان فراهم خواهد کرد. همچنین به موضوع‌های توازن جنسیتی رسیدگی و بر روی کشورهای در حال توسعه تمرکز می‌کند.

● باعث ارتقای اهمیت فناوری‌های مبتنی بر نور در توسعه پایدار به‌ویژه در زمینه بهداشت، کشاورزی و ارتباطات، همچنین فراهم کردن توانایی دسترسی به فرصت‌های آموزش و بهبود کیفیت زندگی در سراسر جهان می‌شود.

● موجب ارتقای آگاهی از سرشت میان‌رشته‌ای علوم قرن بیستم و تأکید بر چگونگی تعامل بین حوزه‌های مختلف علم می‌شود که

لازمه پژوهش‌ها و آموزش آینده است.

● ارتباط بین نور و هنر را برجسته می‌سازد و باعث افزایش فزاینده نقش فناوری‌های اپتیکی برای حفظ میراث فرهنگی می‌شود.

● باعث ارتقای همکاری‌های بین‌المللی از طریق هماهنگی فعالیت‌های بین جوامع آموزش‌دیده، مؤسسات آموزشی و صنعت و تمرکز ویژه بر روی مشارکت و طرح‌های جدید کشورهای در حال توسعه می‌شود.

● سبب برقراری همکاری بادوام برای اطمینان از این موضوع می‌شود که فعالیت‌ها، اهداف و دستاوردها در آینده حتی بعد از سال جهانی نور هم تداوم خواهند یافت.

پیش‌نویس تصمیم‌های پیشنهادی

۱. تشخیص اهمیت نور و فناوری‌های اپتیکی در زندگی شهروندان سراسر جهان و توسعه آینده جامعه جهانی در بسیاری از سطوح
۲. تأکید بر اینکه افزایش آگاهی‌های جهانی و همچنین افزایش آموزش در زمینه نور و فناوری‌های نوری برای مقابله با بسیاری از چالش‌های موجود از جمله توسعه پایدار، انرژی، سلامت اجتماعی و بهبود سطح زندگی در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه ضروری است.

۳. در نظر گرفتن کاربردهای علوم مربوط به نور و فناوری‌های مبتنی بر آن برای پیشرفت‌های موجود و آتی در زمینه پزشکی، ارتباطات، سرگرمی و فرهنگ ضروری است. فناوری‌های مبتنی بر نور به‌طور مستقیم با فراهم کردن دسترسی به اطلاعات و افزایش سلامت اجتماعی و تندرستی پاسخ‌گوی بسیاری از نیازهای جامعه بشری هستند.

۴. آگاهی از این نکته که ۲۰۱۵ همزمان با سالگرد یک رشته نقطه‌های عطف برجسته در تاریخ علم نور است از جمله اینکه فرنل نور را به‌صورت موج در سال ۱۸۱۵ پیشنهاد کرد، نظریهٔ انتشار الکترومغناطیسی نور توسط ماکسول در سال ۱۸۶۵ مطرح شد، وارد کردن مفهوم نور در کیهان‌شناسی از طریق نسبیت عام در سال ۱۹۱۵ و کشف تابش زمینه کیهانی در سال ۱۹۹۵ صورت گرفت.

۵. آگاهی از این نکته که سالگرد این اکتشافات در سال ۲۰۱۵ فرصت بی‌نظیری را فراهم می‌کند که سرشت به‌هم پیوسته اکتشافات علمی در زمینه‌های مختلف، از طریق تأکید بر ارتقای آموزش علمی جوانان و زنان به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه و اقتصادهای نوظهور، برجسته شود.

برگرفته از اعلامیه سازمان ملل متحد برای اعلام سال ۲۰۱۵ به عنوان سال جهانی نور



طراحی چند آزمایش جالب وساده فیزیکی

سیدرسول حسینی

اصغر شعرافزاده، از ناحیه ۳ آموزش و پرورش استان اصفهان

چکیده

به علت اهمیت و جایگاه آزمایش در یادگیری مفاهیم فیزیکی، همچنین توجه به این نکته در روش تدریس، که بهتر است قبل از شروع هر مبحثی، معلم، علاقه‌مندی دانش‌آموزان را با دیدن آزمایشی در مورد موضوع مورد بحث، برانگیزد. در این مقاله به شرح و توضیح روش انجام چند آزمایش جالب در زمینه فیزیک می‌پردازیم، که بارها توسط نویسندگان مقاله، ضمن انجام تدریس، آزمایش شده است. این آزمایش‌ها شامل مباحثی چون اثر مساحت سطح بر میزان فشار، ساخت موتور الکتریکی ساده، اثر برنولی، ساخت لامپ کربنی، طیف‌نشری اتمی و جک‌های هیدرولیکی، جریان همرفتی، فیبر نوری، ساخت باتری ساده و گشتاور است.

کلیدواژه‌ها: اثر برنولی، جک‌های هیدرولیکی، موتور الکتریکی، لامپ کربنی، تخم‌مرغ درخشان، فیبر نوری، گرمای ویژه آب، چگالی، فشار

مقدمه

از آن جایی که تدریس توأم با آزمایش تأثیر به‌سزایی در یادگیری مفاهیم فیزیکی دارد و باعث عمیق‌تر شدن یادگیری و در ادامه طراحی و انجام آزمایش‌های جدیدی می‌شود که اغلب بسیار جالب و شگفت‌انگیزند، به ذکر چند آزمایش جالب در زمینه مفاهیم فیزیکی می‌پردازیم تا همکاران ضمن پرداختن به آن‌ها، دانش‌آموزان را در جهت انجام این آزمایش‌ها ترغیب و تشویق کنند و یا خودشان ضمن تدریس به انجام آن همت گمارند.

موتور الکتریکی ساده

برای تبدیل انرژی الکتریکی به مکانیکی راه‌های گوناگون وجود دارد و از وسایل مختلفی می‌توان برای این امر استفاده کرد. اما به کار بردن روش‌های ساده برای نشان دادن چنین تبدیلی جالب‌تر به نظر می‌رسد. با استفاده از یک آهنربای استوانه‌ای، یک پیچ نوک‌تیز، تکه‌ای سیم روکش‌دار رشته‌ای، یک باتری قلمی کوچک می‌توان یک موتور الکتریکی ساده ساخت.



شکل ۱: نحوه اتصال قطعات موتور الکتریکی ساده

آهنربا را مطابق شکل (۱) به قسمت پهن انتهای پیچ نزدیک می‌کنیم تا به آن بچسبد. اکنون سر تیز پیچ را به پایانه منفی باتری نزدیک می‌کنیم. چون پیچ آهنربا شده است، جذب انتهای باتری می‌شود. در ادامه یک سر تکه سیم را به پایانه مثبت باتری متصل کرده و سر دیگر آن را به کنار آهنربا تماس می‌دهیم. خواهیم دید که مجموعه آهنربا و در پیچ با سرعت زیاد شروع به چرخش می‌کند. دلیل چرخش پیچ این است که به خاطر ایجاد اتصال کوتاه در سیم روکش‌دار، آهنربا و در پیچ جریان الکتریکی برقرار می‌گردد که موجب ایجاد میدان مغناطیسی در اطراف آن‌ها می‌گردد که جهت این میدان با قانون دست راست قابل توجه است (وقتی که شست دست راست جهت جریان الکتریکی در یک سیم را نشان دهد جهت بسته شدن انگشتان، جهت میدان مغناطیسی ایجاد شده را نشان می‌دهد). برهم‌کنش این میدان مغناطیسی با میدان مغناطیسی آهنربای دائمی متصل به ته پیچ باعث وارد شدن نیرو به پیچ می‌شود که این نیرو گشتاور تولید می‌کند و چون محل اتصال پیچ با انتهای باتری اصطکاک ناچیزی دارد این گشتاور سبب چرخش پیچ می‌شود. [۳]

بادکنک جادویی

همان‌طور که می‌دانیم دو عامل در فشار تأثیرگذار است یکی نیرو و دیگری مساحت سطحی که نیروی مورد نظر بر آن وارد می‌شود. برای نشان دادن تأثیر افزایش مساحت سطح بر فشار حدود ۵۰ عدد پونز را مطابق شکل (۲) روی میز می‌گذاریم. به‌طوری که سر تیز آن‌ها رو به بالا باشد. درون یک بادکنک می‌دمیم و دهانه آن را می‌بندیم. سپس بادکنک را روی پونزها قرار داده و فشار می‌دهیم. خواهیم دید که بادکنک نمی‌ترکد زیرا تعداد پونزها زیاد است و نیروی وارد بین پونزها تقسیم می‌شود در نتیجه نیرویی که از طرف هر پونز به بدنه بادکنک وارد می‌شود آن‌قدر کم است که نمی‌تواند بادکنک را سوراخ کند. اما اگر همین آزمایش با یک پونز انجام شود بادکنک به‌سرعت می‌ترکد. [۲]

برای انجام آزمایش به تعدادی لیوان سبک یکبار مصرف هم نیاز داریم تا آن‌ها را در چند نقطه دلخواه قرار دهیم. (برای جذاب‌تر شدن آزمایش می‌توانیم از دانش‌آموزان بخواهیم تا این لیوان‌ها را روی سر خود بگذارند). اکنون کافی است سطل را در دست گرفته و مطابق شکل (۵) به سمت لیوان‌ها نشانه برویم و با کف دست محکم به پلاستیک دهانه سطل بکوبیم. با این کار یک فشردگی در هوای درون سطل درست می‌شود (مانند امواج صوتی) که پیش می‌رود تا به انتهای سطل می‌رسد. چون سوراخ انتهای سطل قطر کمتری نسبت به سطل دارد سرعت هوا هنگام خروج از سطل افزایش یافته و این هوای فشرده در مسیر خود حرکت می‌کند و در برخورد با لیوان، به آن ضربه می‌زند.



شکل ۵: چگونگی ضربه زدن به انتهای ظرف و افتادن لیوان

در ادامه برای جذاب‌تر شدن آزمایش می‌توانیم هوای درون سطل را به وسیله دود اسفند یا فشفشه‌های دودزا، دودآلود کنیم و یا به وسیله دستگاه‌های بخار سرد مملو از قطرات ریز آب کنیم و سپس آزمایش را انجام دهیم. در این حالت حلقه‌های زیبای دود مسیر حرکت هوای فشرده را به ما نشان می‌دهند. از این آزمایش برای آموزش اثر برنولی، انتقال انرژی توسط موج، حرکت امواج صوتی در هوا، و حرکت امواج طولی استفاده کرد. [۵]

سازه‌های هیدرولیکی چوبی

امروزه کاربرد جک‌های هیدرولیکی در صنعت بسیار معمول و متداول شده است به طوری که در بسیاری از کارخانه‌ها و ماشین‌آلات صنعتی از این نوع جک‌ها استفاده می‌شود. برای آشنایی دانش‌آموزان با طرز کار این نوع جک و همچنین فراهم آوردن زمینه برای بروز خلاقیت در آن‌ها می‌توانیم با استفاده از ابزار ساده چند نوع از این وسایل را بسازیم و به آن‌ها نشان دهیم و از آن‌ها بخواهیم مدل‌های دیگری را طراحی کرده و بسازند. پیشنهاد ما برای ساخت این وسیله استفاده از سیخ چوبی، شلنگ سرم، سرنگ در ابعاد مختلف و چسب گرمایی و مقداری روغن یا آب است. ابتدا بایستی طرح وسیله‌ای را که می‌خواهیم بسازیم و کاربرد آن را مشخص و سپس تا شروع به ساخت آن موانع احتمالی را برطرف کنیم. در این گونه سازه‌ها، سرنگ‌های متصل به هم به کمک شلنگ سرم که در آن‌ها آب یا روغن قرار دارد نقش جک‌های هیدرولیکی را بازی می‌کنند و بازوهای مختلف دستگاه را حرکت می‌دهند. از روکش سوزن سر سرنگ به عنوان لولا استفاده می‌کنیم به طوری که انتهای بسته آن را می‌بریم و با عبور یک تکه از سیخ چوبی آن را به لولا تبدیل می‌کنیم. تکه‌های مختلف چوب را با چسب گرمایی به هم می‌چسبانیم تا اسکلت سازه ساخته شود. در اینجا از دادن توضیح بیشتر خودداری و توجه شما را به شکل (۶) که



شکل ۲: قرار دادن بادکنک روی یونزها

سقوط آب

برای ایجاد جریان همرفتی معمولاً از ایجاد نقاط داغ در شاره استفاده می‌شود. اما در ادامه آزمایشی معکوس و بسیار ساده برای نشان دادن جریان همرفتی پیشنهاد می‌شود: با اضافه کردن مقداری رنگ یا جوهر به آب، کمی آب رنگی تهیه می‌کنیم. آن‌گاه آن را در ظرفی می‌ریزیم و در یخچال قرار می‌دهیم تا یخ ببندند. اکنون چند تکه یخ رنگی در اختیار داریم. در ادامه درون یک لیوان شیشه‌ای مقدار آب ولرم می‌ریزیم و یخ رنگی را در آن می‌اندازیم. چون چگالی یخ از آب کمتر است روی آب می‌ماند و به خاطر گرم بودن آب، به آرامی یخ رنگی ذوب می‌شود و چون این آب رنگی سردتر و چگال‌تر از قسمت‌های مجاور است به آرامی به طرف پایین حرکت می‌کند و کم‌کم جریان همرفتی زیبایی درون لیوان مطابق شکل (۳) مشاهده می‌شود و پس از مدتی کل آب رنگی می‌شود. [۲]



شکل ۳: جریان همرفتی در آب

حرکت هوا در ظرف قیفی شکل

حرکت شاره‌ها در لوله را می‌توان با اصل برنولی توجیه کرد به این صورت که هرگاه سطح مقطع لوله کاهش یابد، سرعت شاره افزایش پیدا می‌کند و البته با افزایش سرعت شاره فشار وارد بر آن کاهش می‌یابد. با طرح آزمایشی ساده و جذاب می‌توان این امر را نشان داد. به این صورت که در انتهای یک سطل بزرگ سوراخی به قطر تقریبی ۱۵ سانتی‌متر ایجاد می‌کنیم سپس یک کیسه پلاستیکی نسبتاً محکم را مطابق شکل (۴) به وسیله نوار چسب یا حدود ۲ متر کش روی دهانه سطل می‌کشیم به طوری که دهانه سطل را کاملاً بپوشاند. می‌توانیم برای راحتی انجام آزمایش به کمک تسمه پارچه‌ای برای آن یک بند هم درست کنیم تا بتوان آن را دور گردن انداخت.



شکل ۴: طرز آماده کردن ظرف قیفی شکل

می‌گذاریم. می‌توانیم با برش دادن یک بطری نوشابه خانواده از قسمت میانی ظرفی درست کنیم و به جای ظرف پلاستیکی از آن استفاده کنیم. اکنون کافی است آب نمک غلیظ را درون این ظرف پلاستیکی بریزیم. باتری ما آماده است. می‌توانیم با اتصال دو سر ولت‌سنج، اختلاف پتانسیل دو سر این باتری که مس نقش پایانه مثبت و آلومینیم نقش پایانه منفی آن را بازی می‌کند، اندازه بگیریم یا یک آرمیچر فن‌دار به آن متصل کنیم و چرخش بادبزن را مشاهده نماییم.



▲ شکل ۸: قطعات مختلف باتری

اتفاقی که در اینجا رخ می‌دهد این است که واکنش بین آلومینیم و مس با آب‌نمک که در اینجا نقش الکترولیت را دارد سبب می‌شود الکترون‌ها بر روی ورقه آلومینیمی جمع شوند و ورقه مسی دچار کمبود الکترون شود. در نتیجه بین دو پایانه اختلاف پتانسیل ایجاد شود. شکل (۹). (۳)



▲ شکل ۹: چرخش بادبزن به وسیله باتری

قاشق و چنگال جادویی

یکی از مباحث جالب و کاربردی در فیزیک «گشتاور» است. می‌دانیم که وقتی نیروها باعث چرخش اجسام حول یک نقطه یا محور شوند می‌گوییم نیروی موردنظر گشتاور ایجاد کرده است. همچنین می‌دانیم اگر مجموع گشتاورهای ساعتگرد و پاد ساعتگرد وارد بر جسم برابر باشد و برآیند نیروهای وارد بر آن صفر شود جسم به تعادل می‌رسد. با طرح آزمایشی جالب و البته باز هم ساده می‌توانیم این مسئله را برای دانش‌آموزان به شکل شگفت‌انگیزی آموزش دهیم و از آن‌ها خواهیم تا دلیل آن را کشف کنند. برای انجام آزمایش به یک قاشق، یک عدد چنگال، یک عدد خلال دندان، یک لیوان شیشه‌ای یا پلاستیکی و یک کبریت نیاز داریم. ابتدا لبه قاشق را بین دندان‌های چنگال فرو می‌کنیم به طوری که در هم گیر کنند. سپس چوب خلال را هم در فضای بین آن دو گیر می‌دهیم. اکنون با دقت مجموعه را مطابق شکل (۱۰) بر روی لبه لیوان می‌گذاریم. چوب خلال را به آرامی بر روی لبه لیوان عقب و جلو می‌بریم تا زمانی که احساس کنیم مجموعه پس از رها کردن، سر جای خود می‌ماند. در این حالت مجموعه به تعادل

نمونه‌ای از این سازه‌ها است جلب می‌کنیم که با کمی دقت در این شکل و کمی خلاقیت شما می‌توانید سازه‌های جالب بسازید. [۲]



▲ شکل ۶: سازه هیدرولیکی ساخته شده

فیبر نوری با آب

می‌دانیم که هرگاه زاویه تابش نور از محیط غلیظ به رقیق از زاویه حد بیشتر باشد بازتاب کلی رخ می‌دهد و از این مسئله برای هدایت امواج نورانی در فیبرهای نوری و انتقال اطلاعات به کمک آن استفاده می‌شود. برای نشان دادن نحوه عملکرد تار نوری می‌توان از وسایل ساده استفاده کرد. به این صورت که یک بطری نوشابه خانواده خالی را برمی‌داریم و نزدیک به انتهای آن سوراخی تقریباً به قطر سه میلی‌تر ایجاد می‌کنیم. دهانه سوراخ را با دست می‌گیریم و درون بطری را پر از آب می‌کنیم. کنار بطری یک تشست کوچک قرار می‌دهیم تا آب پس از خروج از سوراخ در اطراف پخش نشود. اکنون به کمک یک چراغ لیزر باریکه نور را مطابق شکل (۷) از طرف مقابل بطری به طرف سوراخ می‌تابانیم و دست خود را برمی‌داریم. خواهیم دید که باریکه نور در باریکه آبی که ایجاد می‌شود حرکت می‌کند تا به انتهای مسیر باریکه آب برسد. [۱]



▲ شکل ۷: بازتاب کلی در باریکه آب

باتری ساده

برای تبدیل انرژی شیمیایی به الکتریکی راه‌های گوناگونی وجود دارد و امروزه از روش‌های گوناگون برای تولید باتری‌هایی از این قبیل بهره می‌گیرند. اما چگونه می‌توانیم با استفاده از وسایل ساده و در دسترس باتری بسازیم؟ برای این کار به یک ورقه مسی 13×20 سانتی‌متری، یک قوطی آلومینیمی نوشابه خالی که برچسب بدنه آن پاک شده باشد، یک ظرف پلاستیکی که گنجایش یک لیتر را داشته باشد، دو واشر اورینگ هم‌قطر با بطری آلومینیمی و مقداری آب نمک غلیظ نیاز داریم. ابتدا ورقه مسی را مطابق شکل (۸) به صورت استوانه‌ای درمی‌آوریم. سپس واشرهای اورینگ را دور بطری آلومینیمی می‌اندازیم و آن‌ها را درون استوانه مسی قرار می‌دهیم. نقش واشرها جلوگیری از اتصال مس و آلومینیم است. اکنون این مجموعه را در داخل ظرف پلاستیکی

رسیده است. برای جالب‌تر شدن آزمایش می‌توانیم قسمت داخلی از چوب خلال را که درون لیوان قرار گرفته است آتش بزنیم. قسمت‌های داخلی چوب می‌سوزد ولی شعله پس از رسیدن به لبه لیوان خاموش می‌شود چوب برخورد لبه لیوان و چوب مانع ادامه پیشروی شعله می‌شود. [۴]



▲ شکل ۱۰: طرز قرار گرفتن قاشق و چنگال روی لبه لیوان

جوشاندن آب در بادکنک

ابتدا یک بادکنک را باد می‌کنیم و پس از بستن دهانه آن به وسیله نخ، آن را روی شعله شمعی می‌گیریم. مسلماً بادکنک به سرعت منفجر می‌شود. حال داخل بادکنک مشابه دیگری کمی آب می‌ریزیم و سپس درون آن می‌دمیم و دهانه آن را می‌بندیم. اکنون اگر بادکنک را مطابق شکل (۱۱) از قسمتی که آب درون آن قرار دارد روی شعله نگه داریم خواهیم دید که بادکنک نمی‌ترکد و آب درون آن گرم می‌شود. می‌توانیم گرما دادن را آنقدر ادامه دهیم تا آب درون آن به جوش آید. دلیل این امر آن است که پوسته بادکنک نازک است و گرمای دریافتی را به آن منتقل می‌کند از طرفی ظرفیت گرمایی ویژه آن بالا است و با دریافت مقدار زیادی گرما، دمای آب چندان افزایش نمی‌یابد. [۱]



▲ شکل ۱۱: جوشاندن آب درون بادکنک

لامپ کربنی

ابتدا دو سیم رابط سوسماری را مطابق شکل (۱۲) بر روی پایه‌ای سوار می‌کنیم و دو انتهای این سیم‌ها را به یک منبع تغذیه شامل شش عدد باتری ۱/۵ ولتی بزرگ سری و یک کلید متصل می‌کنیم به‌طوری که یک مدار تشکیل شود.



▲ شکل ۱۲: طرز قرار گرفتن گیره‌های سوسماری

اکنون یک عدد مغز مداد (اتود) با قطر ۰/۷ میلی‌متر را مطابق شکل (۱۳) با دقت در دهانه دو گیره سوسماری قرار می‌دهیم

و لیوانی را واژگون روی آن می‌گذاریم. اکنون با بسته شدن کلید مشاهده خواهیم کرد که مغز مداد ملتهب می‌شود و مانند یک لامپ شروع به تابش می‌کند. در این آزمایش مغز مداد مانند یک مقاومت کربنی عمل می‌کند و می‌دانیم که کربن یک ماده نیم‌رسانای نسبتاً خوب است. این امر سبب می‌شود انرژی الکتریکی به گرما تبدیل و مغز مداد به شدت داغ شود و شروع به تابش کند. ضمناً پوشاندن مجموعه به وسیله لیوان سبب می‌شود تا اکسیژن اندکی که در هوای داخل لیوان وجود دارد به‌زودی مصرف شود و میله کربنی به‌طور کامل نسوزد. [۳]



▲ شکل ۱۳: روشن شدن لامپ کربنی

تخم مرغ در خشان

مطالعه طیف اتمی عناصر نشان می‌دهد که اگر الکترون‌های اتم هر عنصر را برانگیخته سازیم هنگام برگشت به ترازهای اولیه از خود نور گسیل می‌کنند. می‌توانیم با استفاده از یک تخم‌مرغ یا خیارشور و دو سیم رابط و به کمک برق شهر این مسئله را نشان دهیم. روش کار به این صورت است که ابتدا روکش پلاستیکی قسمت انتهایی سیم‌های رابط را جدا می‌کنیم و آن را به دور قسمت قفلی سنجاق‌ها می‌پیچیم و نوار چسب آن را عایق‌بندی می‌کنیم به‌طوری که تنها قسمت نوک تیز سنجاق پیدا باشد. سپس سرهای تیز سنجاق‌ها را مطابق شکل (۱۴) از دو انتهای تخم‌مرغ با دقت به درون آن فرو می‌کنیم به‌طوری که سنجاق‌ها درون تخم‌مرغ با هم اتصال نداشته باشند. اکنون دو سر آزاد سیم‌ها را با احتیاط به برق شهر وصل می‌کنیم. اگر فضا به حد کافی تاریک باشد مشاهده می‌کنیم که تخم‌مرغ شروع به درخشش می‌کند. همین آزمایش را می‌توان با یک خیارشور انجام داد و جالب این است که نمک داخل خیارشور نور زرد سدیم تولید می‌کند. [۴]



▲ شکل ۱۴: فرو بردن سنجاق‌ها درون تخم‌مرغ

نتیجه‌گیری

همان‌طور که دیدیم با طراحی و انجام آزمایش‌های ساده که بسیاری از آن‌ها به وسایل خاصی هم نیاز ندارد می‌توان به بهترین شکل ممکن، مفاهیم فیزیک را به دانش‌آموزان آموخت و زمینه را برای گسترش فعالیت‌های بیشتر آن‌ها و افزایش ارتباط درس و زندگی فراهم کرد.

منابع

۱. احمدی، احمد؛ پورقاضی، اعظم؛ سپهری‌راد، محمد؛ شیوایی، سیدمهدی؛ فراهانی، شیرین؛ عزیزی، حسن؛ محمودزاده، غلامعلی؛ فیزیک ۱ و آزمایشگاه- ۲۰۶/۲، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی درسی، وزارت آموزش و پرورش، چاپ چهاردهم ۱۳۹۱.
۲. احمدی، احمد؛ پورقاضی، اعظم؛ خلیلی‌بروجنی، روح‌الله؛ زال‌پور، ابوالقاسم؛ شیوایی، سیدمهدی؛ فراهانی، شیرین؛ عزیزی، حسن؛ محمودزاده، غلامعلی؛ وصالی، منصور فیزیک ۲ و آزمایشگاه- ۲۴۶/۳، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی درسی، وزارت آموزش و پرورش، چاپ هشتم ۱۳۸۸.
۳. احمدی، احمد؛ پورقاضی، اعظم؛ خلیلی‌بروجنی، روح‌الله؛ زال‌پور، ابوالقاسم؛ شیوایی، سیدمهدی؛ فراهانی، شیرین؛ عزیزی، حسن؛ محمودزاده، غلامعلی؛ وصالی، منصور فیزیک ۳ و آزمایشگاه- ۲۵۶/۳، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی درسی، وزارت آموزش و پرورش، چاپ اول، ۱۳۸۰.
۴. احمدی، احمد؛ خلیلی‌بروجنی، روح‌الله؛ فیزیک پیش‌دانشگاهی ۱ و ۲ علوم ریاضی- ۲۹۴، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی درسی، وزارت آموزش و پرورش، چاپ اول، ۱۳۹۰.
۵. اربلیش، رابرت؛ سیدیعقوبی، سیدکمال‌الدین؛ امین اخلاقی، زینت؛ ته و توی طبیعت، ۱۹۳۸- انجمن فیزیک ایران، دانشگاه تربیت‌معلم، آذربایجان، ۱۳۸۱.

- The importance of aimed education /2
 Historical developments in optics / T. Tavasoli /3
 Teaching the concept of magnetic Flux with multiple intelligences /R.Masumi Nejad /8
 Sustainable development with Physics Laws/ T. Gholam Hoseini, A. Shokati/12
 The Signaling mirror/ Jihn Carlson/14
 The new methods of Physics teaching/ A. Seid Fadaei/16
 Interdisciplinary Sciences, the necessity of our time/ H. Hoseini/21
 Physics education, Concerns and hopes/ L. Sadat Moemeni/26
 Physics Frontier /M. Rahbar/31
 Buoyancy, density and Khazeni's hekmat balance (Part 2) /Gh. Rahimi/34
 The observable universe/ H. Ghaed Sharaf/42
 Exam based education, a serious defect of education system/ H. Etehad Mehrabad /44
 Surface bubbles in bathtub /T. B. Greeslad /47
 The measure of time /H. Poincare /48
 Transformer impedance reflection demonstration /W. Layton/ 52
 Surface bubbles in bathtub /T.B Greeslad/ 53
 New technologies in Physics education /Sh. Falahi/ 54
 The role of light in life /R.Zad Fatahah/ 59
 Several interesting and simple experiments /R. Hoseini/ 60
 A. sharbafzadeh



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 Fadaei, Hojat Alhagh Hoseini, Esfandiyar Motamedi, Manijeh Rahbar
www.roshdmag.ir
Physics@roshdmag.ir
 ISSN: 1606-917X
 SMS: 3000899502
 P.O. Box: 15875/6585
 Department of Physics, Tehran-Iran
 Physics Education Journal
Vol.31- No.112- 2015



دولت و ملت، همدلی و هم‌زیبایی

رشد

توجه! اشتراک:
 پس از واريز مبلغ اشتراک به شماره حساب ۳۹۶۶۲۰۰۰ بانک تجارت، شعبه ستاره آريش کد ۳۵۰ در وجه شرکت افست به دو روش زیر، مشترک مجله شوید.
 ۱- مراجعه به وبگاه مجلات رشد به نشانی: www.roshdmag.ir و تکميل برگه اشتراک به همراه کد ثبت مشخصات فيش واریزی؛
 ۲- ارسال اصل فيش بانکی به همراه برگ تکميل شده اشتراک یا پست سفارشی یا از طریق دورنگار به شماره ۷۷۷۳۳۳۱۹۲. لطفاً کپی فيش را نزد خود نگه دارید.

عنوان مجلات درخواست:

نام و نام خانوادگی:
 تاریخ تولد:
 نشانی کامل پستی:
 استان:
 شهرستان:
 خیابان:
 پلاک:
 شماره فیش بانکی:
 مبلغ پرداختی:
 اگر قبلاً مشترک مجله شده‌اید، شماره اشتراک خود را بنویسید:

امضاء:

نشانی: تهران صندوق پستی امور مشترکین: ۱۹۵۸۵/۱۱۱
 نشانی: تهران صندوق پستی امور مشترکین: ۷۳۳۳۹۷۱۲-۱۴ و ۷۳۳۳۵۱۱۰ و ۷۳۳۳۶۶۳۰-۲۱

هرینه اشتراک سالانه مجلات عمومی رشد (هشت شماره): ۳۵۰/۰۰۰ ریال
 هرینه اشتراک سالانه مجلات تخصصی رشد (سه شماره): ۲۰۰/۰۰۰ ریال



با مجله‌های رشد آشنا شوید

مجله‌های دانش‌آموزی

به صورت ماهانه و به شماره در سال تحصیلی منتشر می‌شود:

رشد کودک

برای دانش‌آموزان پیش‌دبستانی و پایه اول دوره آموزش ابتدایی

رشد نوجوان

برای دانش‌آموزان پایه‌های دوم و سوم دوره آموزش ابتدایی

رشد دانش‌آموز

برای دانش‌آموزان پایه‌های چهارم، پنجم و ششم دوره آموزش ابتدایی

مجله‌های دانش‌آموزی

به صورت ماهانه و هشت شماره در سال تحصیلی منتشر می‌شود:

رشد نوجوان

برای دانش‌آموزان دوره آموزش متوسطه اول

رشد جوان

برای دانش‌آموزان دوره آموزش متوسطه دوم

رشد بزرگسال

برای دانش‌آموزان دوره آموزش متوسطه دوم

مجله‌های بزرگسال عمومی

به صورت ماهانه 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 مشاوره مدرسه • رشد آموزش تربیت بدنی

رشد آموزش علوم اجتماعی • رشد آموزش تاریخ • رشد آموزش هنر ادبی

رشد آموزش زبان‌های خارجی • رشد آموزش ریاضی • رشد آموزش فیزیک

رشد آموزش شیمی • رشد آموزش زیست‌شناسی • رشد مدیریت مدرسه

رشد آموزش هنر و مرشدی و کار دانش • رشد آموزش پیش دبستانی

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

نشانی: تهران: خیابان ایرانشهر شمالی، ساختمان شماره ۴ آموزش دوزش، پلاک ۱۶۶

تلفن و فاکس: ۰۲۱-۸۸۲۰۱۳۸

وبگاه: www.roshdmag.ir