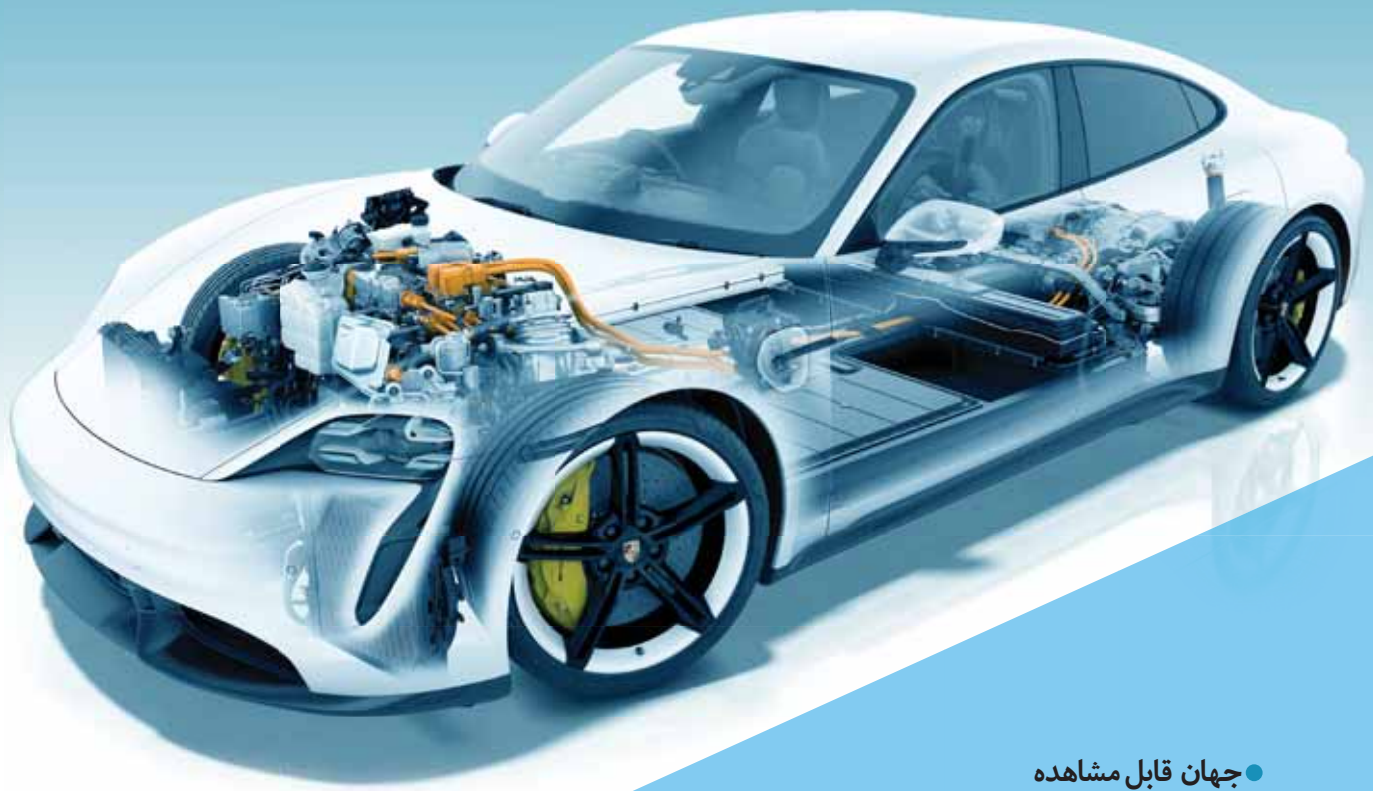
ISSN: 1606-917x

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

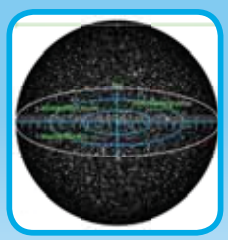
رشد آموزش

فیزیک ۱۲۵

فصلنامهٔ آموزشی، تحلیلی و اطلاع‌رسانی | برای معلمان، دانشجومعلمان و کارشناسان وزارت آموزش و پرورش
دورهٔ سی و پنجم | شمارهٔ ۲ | زمستان ۱۳۹۸ | ۶۴ صفحه | ۳۶۰۰۰ ریال | پیامک: ۳۰۰۰۸۹۹۵
www.roshdmag.ir



- جهان قابل مشاهده
- درهم‌تنیدگی کوانتومی چیست؟
- چیزهایی که در تاریکی می‌درخشند چگونه نور تولید می‌کنند؟



شکست نور چگونه بخشی از لیوان را نامرئی می کند؟

عکاس ساره غفوری

رشد آموزش
فیزیک
۱۲۵
فصلنامهٔ آموزشی، تحلیلی و اطلاع رسانی برای معلمان، دانشجو معلمان و کارشناسان وزارت آموزش و پرورش
دورهٔ سی و پنجم، شمارهٔ ۲، زمستان ۱۳۹۸

سرمقاله: سه ضلع مثلث آموزش / احمدرضا اعرابی/ ۲
فلسفه علم: رابطه علم ودین از دیدگاه فیزیک‌دانان کلاسیک غربی / زهرا باقری / ۴
آموزشی: جهان قابل مشاهده / ترجمه هما قائدشرف/ ۱۰
آموزشی: نکته‌هایی دربارهٔ شناوری و غوطه‌وری / اژدرسلیمانپور باکفایت / ۱۳
پژوهشی: تحلیل محتوای فیزیک پایه یازدهم تجربی به روش ویلیام رومی / معصومه قربانی، راحله صنعی‌شرق / ۱۶
نقد و بررسی: نقد و بررسی سؤالات فیزیک کنکور سراسری نظام جدید / احمد احمدی و محمدرضا شریف‌زاده / ۲۲
تجربه‌های آموزشی: استفاده از گوشی تلفن‌همراه برای انجام آزمایش‌ها و یادگیری مفاهیم فیزیکی / مرضیه احمدی، فاطمه نیکوکار/ ۲۹
اخبار علمی: مرزهای فیزیک، تازه‌ترین اخبار پژوهشی / منیژه رهبر / ۳۶
تاریخ علم: پرسش و پاسخ‌های ابوریحان و ابن‌سینا (بخش دوم) / اسفندیار معتمدی / ۴۰
آموزشی: چیزهایی که در تاریکی می‌درخشند چگونه نور تولید می‌کنند؟ / فاطمه ثابتیان / ۴۴
آموزشی: تا بی‌نهایت، کاوش در زیر ساختار کوارک و لپتون / دون لینکولن، ترجمه: احمد توحیدی / ۴۶
آموزشی: درهم تنیدگی کوانتومی چیست؟ / عمار ووتا، ترجمه، منیژه رهبر/ ۵۲
پژوهشی: دانش دیداری دانش‌آموزان از تصویرهای کتاب‌های فیزیک (۱) و (۲) رشته تجربی / صفورا شیرین‌نوش، نیره مطلبی / ۵۴
آموزشی: نگاه فیزیکی برفراموادچپگرد با ضریب شکست منفی / هادی رحیمی، مهین درویشی/ ۵۹

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

مدیر مسئول: مسعود فیاضی
سردبیر: احمدرضا اعرابی
مدیر داخلی: احمد احمدی
هیئت تحریریه: احمد احمدی، روح الله خلیلی بروجنی، دکتر حسن قلمی باویل علیایی، دکتر هانیه عالی‌نژاد، دکتر سیدهدایت سجادی، دکتر منیژه رهبر، اسفندیار معتمدی
مدیر هنری: کوروش پارسانژاد
طراح گرافیک: نوید اندرودی
دبیر عکس: پرویز قراگوزلی
ویراستار: جعفر ربانی
نشانی مجله: تهران، ایرانشهر شمالی، پلاک ۲۶۶
تلفن دفتر مجله: ۸۸۸۴۳۲۵۱-۰۲۱ (داخلی ۳۴۰)
صندوق پستی مجله: ۱۸۵۷۵/۶۵۸۵
صندوق پستی امور مشترکین: ۱۵۸۷۵/۳۳۳۱
تلفن امور مشترکین: ۸۸۸۶۷۳۰۸-۰۲۱
وبگاه مجلات رشد: www.roshdmag.ir
پیام‌نگار مجله: Physics@roshdmag.ir
پیامک: ۳۰۰۰۸۹۹۵
چاپ و توزیع: شرکت افست
شمارگان: ۲۷۰۰ نسخه

هوایی پاک به همراه بهینه شدن مصرف سوخت با خودروهای هیبریدی

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

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

سه ضلع مثلث آموزش

فرایند آموزش را می‌توان به مثلثی تشبیه کرد که سه ضلع آن را استاد، دانش‌پژوه (اعم از دانش‌آموز و دانشجو) و فناوری آموزشی تشکیل می‌دهد و هریک از این سه ضلع در جای خود از اهمیت وافر برخوردارند. نحوهٔ تعامل این سه می‌تواند نوع آموزش را مشخص کند. آموزش می‌تواند تسلیمی ـ حفظی باشد، به گونه‌ای که در کلاس درس هرچه استاد می‌گوید و می‌نویسد، دانش‌پژوه، که گویی سلب اختیار شده است، همچون وحی مُنزل بپذیرد و در ذهنش بایگانی کند. در این شیوه، معلم و دانش‌آموز هر دو راضی خواهند بود، ولی این دانش‌آموز دیگر خلاق نیست؛ تنها انبانی از دانسته‌هایی است که در عمل به‌کار نمی‌آید. در نتیجه، آن‌گاه که توقع می‌رود دست بگشاید و طرحی نو دراندازد، می‌ایستد و نگاه می‌کند. در عرصهٔ عمل کار او تقلید است و در عرصه نظر تنها ریزه‌خوار آنچه در جزوه‌اش نوشته است و اگر جزوه‌اش را بگیری چیزی برایش باقی نمی‌ماند. کتاب‌خانه‌هایمان را اگر نگاه کنیم در آن‌ها از این دست جزوه‌های دوران تحصیل کم نخواهیم یافت. هرچه بیشتر خواندیم کمتر آموختیم. در این وضعیت آشفته، کتاب‌های کمک‌درسی نیز نورٌ علی نورا شده است. تو گویی تصمیم گرفته‌ایم قبل و بعد از کنکور، هر دو را به مماشات با تست‌های طبقه‌بندی‌شده و جزوه‌های دسته‌بندی‌شده بگذرانیم.

به راستی چه باید کرد که فرایند آموزش‌های ما از این وضعیت رهایی یابد و در مسیری درست قرار گیرد؟

سند تحول بنیادین آموزش‌وپرورش، فرایند تعلیم‌وتربیت را فرایندی تعالی‌جویانه، تعاملی و تدریجی می‌داند که بر مبنای آن، آموزش در کلاس درس باید جهت‌دار و عمیق صورت گیرد. چنین آموزشی مستلزم داشتن ویژگی‌های زیر است:

۱. مشارکت فعال دانش‌پژوه در فهم مطالب برای ارتقای سطح دانش؛

۲. ایجاد نشاطِ ناشی از لذت کشف در فرایند آموزش؛

۳. برانگیختن انگیزه‌های درونی دانش‌پژوه در به دست آوردن مطالب علمی؛

۴. رفع کسالت و پریشانی ناشی از اضطراب آزمون؛

۵. قرار گرفتن مشارکت و کار گروهی در اولویت ذهنی دانش‌پژوه به جای رقابت بین هم‌کلاسی‌ها؛

۶. درک ثمرهٔ آموخته‌ها برای دانش‌پژوه در زندگی روزمره او، به‌صورت کاربردی؛

۷. احیای روح پرسشگری در دانش‌پژوه؛

۸. ایجاد امکانی گسترده برای ذهن‌های خلاق، به منظور کشف ایده‌های جدید و فراتر از کتاب درسی.

مشاهده می‌کنید که مربیان، اعم از آموزگاران و دبیران و استادان، باید چه تلاش نفس‌گیری را به‌کار گیرند تا به این اهداف برسند.

به یاری خدا، ما برآنیم که در این مجله، علاوه بر نشر مقالات و تحقیقاتی که عزیزانمان در زمینه‌های متفاوت فیزیک می‌نویسند یا انجام می‌دهند، به توسعهٔ آموزش فیزیک در مدارس نیز بپردازیم و در این مورد همت بیشتری را مصروف داریم. به همین منظور از همکارانی که در دبیرستان و دانشگاه زحمت تدریس درس فیزیک را بر عهده دارند، می‌خواهیم در این زمینه یاریمان کنند. همچنین دست دانش‌پژوهانی را که خلاقانه به پژوهش و تحقیق می‌پردازند صمیمانه می‌فشاریم.

به یاری خدا، ما برآنیم که در این مجله، علاوه بر نشر مقالات و تحقیقاتی که عزیزانمان در زمینه‌های متفاوت فیزیک می‌نویسند یا انجام می‌دهند، به توسعهٔ آموزش فیزیک در مدارس نیز بپردازیم

بنابراین همان‌طور که از پژوهشگران می‌خواهیم یافته‌های پژوهشی خود را برای ما ارسال دارند از دبیران محترم نیز می‌خواهیم ما را از تجربه‌های آموزشی خود و اکتشافات درسی‌شان آگاه سازند. گاهی اوقات شما روشی را برای تدریس یک مفهوم به‌کار می‌برید که قدرت تفکر علمی دانش‌آموزان را می‌افزاید و سبب می‌شود که دانش‌آموزانتان به کشف و بسط لذت‌بخش مطالب و مفاهیم فیزیک دست پیدا کنند و کنجکاوی آن‌ها برای گسترش یافته‌های علمی خود افزون گردد. این تجربیات بسیار ارزشمند هستند و ما وظیفه خود می‌دانیم که به نشر این تجربیات در مجله رشد فیزیک بپردازیم تا روحیه کاوش‌های علمی روز در کشور افزون‌تر شود. بنابراین از تجربه‌های خود ما را بی‌نصیب نگذارید. همچنین می‌توانید، حتی با تلفن همراه خود، فیلم بگیرید و برایمان ارسال دارید.

سرانجام، ما کارهای گروهی دانش‌پژوهان را نیز، که برای درک بهتر مفاهیم درس فیزیک، در عمل انجام می‌دهند، خواهانیم؛ زیرا همان‌گونه که از عنوان مجله پیداست، وظیفه داریم در تعالی آموزش بهتر علم فیزیک بکوشیم. بنابراین این‌گونه تجربیات را باید گسترش دهیم و می‌دانیم که این فرایندها دست کمی از فرایندهای پژوهشی ندارد.

ما را شایق دریافت مطالب و یافته‌های خود بدانید و از ارسال نتایج تجربیات و پژوهش‌هایتان برای مجله دریغ نفرمایید.

در پایان بر خود لازم می‌دانم از زحمات و خدمات استاد ارجمندم خانم دکتر منیژه رهبر، سردبیر سابق مجله که طی ربع قرن، تلاش بی‌شائبه‌ای برای انتشار مجله رشد فیزیک مبذول داشتند تشکر کنم. سعیشان مشکور و تلاششان مأجور باد.

در آخر از خداوند می‌طلبیم که دشواری‌های این راه را بر ما آسان فرماید.

این‌چنین قفل گران را ای ودود
کی تواند جز به فضل تو گشود؟

سردبیر

رابطه علم و دین از دیدگاه فیزیک‌دانان کلاسیک غربی

زهرا باقری/ دکتری فیزیک

کلیدواژه‌ها: علم، دین، خداباوران، منکران، برهان کیهان‌شناختی، برهان نظم

اشاره

دکتر سیدمهدی گلشنی، استاد تمام رشته فیزیک در دانشگاه صنعتی شریف کتابی تألیف کرده‌اند به نام «فیزیک‌دانان غربی و مسئله خداباوری» که در سال ۱۳۸۹ توسط انتشارات «کانون اندیشه جوان» به چاپ رسیده است. در این کتاب، دکتر گلشنی به بررسی آرای فیزیک‌دانان غربی درباره مسئله خداباوری می‌پردازد. از آنجا که دکتر گلشنی علاوه بر فیزیک در موضوع علم دینی نیز صاحب‌نظر است و فعالیت می‌کند، در این مقاله به بررسی مختصر این کتاب می‌پردازیم. مطالعه کامل این کتاب را به دبیران فیزیک پیشنهاد می‌کنم زیرا این موضوع از موضوع‌های روز جامعه علمی است.

در این کتاب، نویسنده پیش از آنکه به بحث از دیدگاه‌های فیزیک‌دانان غربی درباره خداوند بپردازد، نگاهی اجمالی به رابطه علم و دین از نظر فیزیک‌دانان غربی معاصر دارد و در این رابطه سه دیدگاه: ۱. عدم تعارض میان علم و دین ۲. اصالت علم یعنی فهم دین براساس علم فیزیک ۳. همزیستی مسالمت‌آمیز علم و دین را بیان می‌کند. پس از آن وارد بحث اعتقاد به خدا در میان فیزیک‌دانان غربی می‌شود و سه دیدگاه ۱. منکران ۲. افراد بی‌تفاوت ۳. معتقدان به خداوند را طرح و تحلیل می‌کند و بعد از بیان این دیدگاه‌ها، جواب‌های معتقدان به خدا را در مورد شبهات منکران خداوند ذکر می‌کند.

نتیجه‌گیری نهایی نویسنده این است که گرچه در اوایل قرن حاضر با رشد روزافزون علوم تجربی و ثمرات علمی آن در مغرب‌زمین، تکیه و اعتماد به روش‌ها و محتوای علوم تجربی از دیگر مقولاتی چون فلسفه و به‌ویژه دین، پیشی گرفت اما در چند دهه اخیر به واسطه ارزیابی دقیق‌تر توانایی و ناتوانی علوم تجربی، آن دلسپردگی مطلق به روش‌ها و محتوای علوم تجربی تا حدی تعدیل شده است. گو اینکه این سخن به آن معنی نیست که امروزه نظریه‌ها و مدل‌های علمی ضد دینی و ضد خدایی در محافل علمی عرضه نمی‌شوند یا جایگاهی ندارند.

مقدمه

در قرن هفدهم، علم جدید شکل مشخصی یافت. بسیاری از دانشمندان که در تکوین علم دست داشتند، مذهبی بودند. براهه[۱]، کپلر[۲] و گالیله[۳] در استنتاج قانون‌های حرکت سیارات، می‌کوشیدند تا از طرح وجود خداوند در طبیعت پرده بردارند. به قول گالیله: «خداوند در اعمال طبیعت، بیشتر از جمله‌های مقدس انجیل، متجلی می‌شود» و به قول نیوتون[۴] «این زیباترین نظام خورشید و سیارات و ستاره‌های دنباله‌دار، تنها می‌تواند در نتیجه تدبیر و حاکمیت یک موجود دانا و توانا پدید آید.»

در قرن‌های هجدهم و نوزدهم نیز با رخنه در علوم تجربی، وجود خدا را اثبات می‌کردند. مثلاً لرد کلوین[۵] در قرن نوزدهم برای توضیح پایداری اتم‌ها، ناگزیر وجود خدا را اثبات کرد. غالب فیزیک‌دانان کلاسیک همچون لایب نیتس[۶]، ارستد[۷]، آمپر[۸]، فاراده[۹]، هنری[۱۰] و ماکسول[۱۱] با ارجاع به نظم و انسجام طبیعت، وجود خداوند را اثبات کردند. تمامی این بزرگان، فیزیک را وسیله‌ای برای دیدن آثار خداوند در طبیعت قانونمند می‌دانستند. اما با پیشرفت علم، اعتبار این اثبات‌ها از بین رفت. توفیق اندیشه‌های نیوتون در توضیح رفتار نظام‌های فیزیکی، تکیه بر عقل را تقویت کرد. بسیاری از دانشمندان به توانایی و کمال بیش از حد اطمینان پیدا کردند و این امر بر الهیات اثر گذاشت و نقش دین را در نشر اخلاقیات محدودتر ساخت.

در قرن هجدهم و نوزدهم، این دیدگاه بیش از پیش تقویت شد. لاپلاس[۱۲] ادعا کرد که منظومه شمسی پایدار است و برای بقا نیاز به دخالت خداوند ندارد. وقتی او کتاب چهار هزار صفحه‌ای خود درباره مکانیک سماوی را به ناپلئون[۱۳] عرضه کرد، ناپلئون به او گفت: شما که این کتاب بزرگ را درباره نظام عالم نوشته‌اید، چرا هرگز نامی از خالق آن نبرده‌اید؟ لاپلاس پاسخ داد: عالی‌جناب من به این فرضیه نیازی ندارم.

در قرن نوزدهم، فیزیک کلاسیک به کمال خود رسید و توفیق علم جدید در گستره عمل باعث شد که علم، نوعی دین شود، دینی که عقل، خدای آن و دانشگاه‌ها، معابد و استادان دانشگاه‌ها، کشیش‌های آن بودند.

در نیمه اول قرن حاضر نیز نظر حاکم این بود که علم می‌تواند هر حادثه یا ساختاری را در عالم، برحسب قانون‌ها یا مؤلفه‌هایش توضیح دهد.

رابطه علم و دین از دیدگاه فیزیک‌دانان غربی معاصر

امروزه درباره ارتباط علم و دین دیدگاه‌های متفاوتی وجود دارد:

دیدگاه ۱: میان علم و دین تعارضی وجود ندارد اما در چگونگی رابطه این دو نگرش‌های گوناگونی وجود دارد:

الف. عده‌ای بر این باورند که علم و دین دو قلمروی کاملاً مستقل هستند و هر کوششی برای وحدت آن‌ها، به انحرافشان می‌انجامد.

دین به موضوع‌های اخلاقی و روحی می‌پردازد که مستقیماً مورد توجه علم نیست و متقابلاً علم به دنبال فهم کمی عالم مادی است که ربطی به دین ندارد. به قول ویگنر[۱۴] (فیزیک‌دان امریکایی برنده جایزه نوبل): دین عمدتاً ارشادی عمل می‌کند. و به قول سگره[۱۵] (فیزیک‌دان آمریکایی برنده جایزه نوبل): من این دو را جدا نگه می‌دارم. برخی از دانشمندان خیلی مذهبی بوده‌اند مثل فاراده و کوشی، برخی لاادری‌گرا و عده‌ای نیز لامذهب بوده‌اند. این نشان می‌دهد که توان علمی ربطی به اعتقاد مذهبی ندارد.

به قول پل دیویس[۱۶] (فیزیک‌دان انگلیسی): بسیاری از همکاران علمی من، این دو جنبه زندگی را جدا از هم نگه می‌دارند، چنان‌که گویی در شش روز هفته علم حاکم است و در روزهای یکشنبه، دین متجلی می‌شود. عده‌ای هم می‌کوشند تا در زندگی خود، علم و دین را با هم سازگار کنند.

ب. عده‌ای دیگر معتقدند که علم و دین با سطوح مختلف و مکمل سر و کار دارند که با هم جهان‌بینی منسجمی پدید می‌آورند. به قول وایسکوف[۱۷] (فیزیک‌دان آمریکایی): یک مکملیت بوری[۱۸] میان علم و دین وجود دارد.

در این دیدگاه، علم و دین زوجی مرتبط پدید می‌آورند که در آن خداوند عامل وحدت‌بخش است. دین تصویری منسجم از عالم به ما می‌دهد، ولی در عین حال پرسش‌هایی می‌کند که ورای علم است. علم و دین هر یک حوزه‌ای ویژه خود و زبان مخصوص خود را دارند و پرسش‌های مختلفی را مطرح می‌کنند. علم می‌پرسد: چه و چگونه؟ و دین می‌پرسد: چرا؟ به‌قول شالو[۱۹] (فیزیک‌دان امریکایی و برنده جایزه نوبل): پرسش از مبدأ باید به دقت هر چه بیشتر، تا حدی که علایق و توانایی دانشمندان اجازه می‌دهد، دنبال شوند. اما پاسخ‌ها هرگز نهایی نیست و برای پاسخ به پرسش‌های عمیق‌تر، سرانجام باید به دین مراجعه کرد.

همچنین به قول مارگنائو[۲۰] (فیزیک‌دان امریکایی): علم به دین نیاز دارد تا منشأ و موفقیت‌هایش را توجیه کند. هنگامی که در سال ۱۹۳۲ در مؤسسه مطالعات پیشرفته در پرینستون تحقیق می‌کردم، این دیدگاه را با اینشتین[۲۱] مطرح کردم و تعبیر او را به یاد دارم: کشف قانونی بنیادی و تأیید شده از طبیعت، الهامی از خداست.

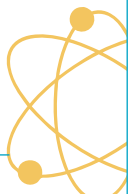
دیدگاه ۲: بعضی از فیزیک‌دانان، ضمن یاری از تعبیرهای مذهبی، به علم اصالت بیشتری می‌دهند. برخی از آنان مثل تیپلر[۲۲] (فیزیک‌دان انگلیسی) معتقدند که دین را اساساً با زبان فیزیک می‌توان فهمید و درباره آن تنها براساس نظریه‌های فیزیک می‌توان قضاوت کرد.

این افراد می‌کوشند تا مدعاهای دین را از علم به‌دست آورند. مثلاً در اصل آنتروپی گفته می‌شود اگر در عالم اولیه مقادیر برخی از کمیت‌های فیزیکی چیزی جز آنچه داشت می‌بود، حیات امکان بروز نمی‌یافت. این گروه با یاری جستن از این اصول، می‌خواهند خدا را ثابت کنند. بعضی دیگر از فیزیک‌دانان، الهیات را ورای فیزیک می‌بینند ولی باور دارند که فیزیک در شکل دادن به آن سهم دارد. به عقیده آنان تحول فیزیک، ما را به افق متافیزیک رسانده است و ما با مطالعه عالم فیزیکی می‌توانیم به شناخت واقعیت برسیم. از این دیدگاه، فیزیک بهترین راه رسیدن به خداست. چنان که پل دیویس می‌گوید: هر چند ممکن است عجیب به‌نظر برسد ولی من بر این باورم که در مقایسه با دین، علم راه مطمئن‌تری به‌سوی خداست.

دیدگاه ۳: تعداد زیادی از فیزیک‌دانان یا به‌خاطر تعارضی که در بعضی موارد میان علم و دین می‌بینند ـ مثلاً در معجزه‌ها یا مسئله حیات پس از مرگ ـ و یا به‌خاطر پیروی از مد، اصالت دین را نفی می‌کنند و حاضر نیستند ملاحظات دینی را در بحث‌های خود وارد کنند. به قول واینبرگ[۲۳] (فیزیک‌دان امریکایی و برنده جایزه نوبل): بسیاری از فیزیک‌دانان به ظاهر وابستگی اسمی را با مذهب والدین خود حفظ می‌کنند که هدف آن برگزیدن نوعی عنوان برای هویت قومی و استفاده در ازدواج‌ها و مراسم تدفین است و فقط تعداد کمی از این فیزیک‌دانان هستند که به کلام مذهب رسمی خود توجه می‌کنند. بیشتر فیزیک‌دانان امروزی آن قدر به دین علاقه ندارند که حتی بتوان آن‌ها را عملاً ملحد شمرد.

اعتقاد به خدا در میان فیزیک‌دانان غربی

از دید بعضی از کیهان‌شناسان وقتی درباره خدای خالق صحبت می‌کنیم، او به‌صورت قانونی مطلق که حاکم بر مهبانگ است ظاهر می‌شود. اما اکثر خداباوران، او را موجودی متعال و ماورای طبیعت تلقی می‌کنند. در این بخش، منظور ما از اعتقاد به خدا همین معنای اخیر است. در اعتقاد به خدایی که موجودی متعال و فوق طبیعت است، سه دیدگاه وجود دارد:



از دید بعضی از کیهان‌شناسان وقتی درباره خدای خالق صحبت می‌کنیم، او به‌صورت قانونی مطلق که حاکم بر مهبانگ است ظاهر می‌شود

۱. دیدگاه منکران خدا

به گفته پاگلز[۲۴] (فیزیک‌دان امریکایی): «هیچ شاهد علمی بر وجود خالق عالم طبیعت و اراده غایتی ورای قانون‌های شناخته شده طبیعت نداریم». در این باور علوم به‌تنهایی می‌تواند به تمام پرسش‌های ما پاسخ دهد. به قول بونر[۲۵] (فیزیک‌دان انگلیسی): «کار علم این است که برای تمام رویدادهای عالم، تبیین‌هایی عقلانی فراهم کند. اگر دانشمندی در توضیح چیزی به خدا متوسل شود، از حرفه علمی خود دور شده است. اگر نتواند مسئله‌ای را تبیین کند، باید از داوری درباره آن بپرهیزد و باید باور کند که سرانجام برای آن تبیین عقلانی خواهد یافت». عالم طبیعت خودکفاست و نیازی به ماورای طبیعت ندارد. به باور هاوکینگ[۲۶] (فیزیک‌دان انگلیسی): می‌توان عالم را به وسیله مدلی ریاضی توصیف کرد که تنها با قانون‌های فیزیک تعیین می‌شود.

از نظر این فیزیک‌دانان، ایده خدا اصلاً مطرح نیست و بعد روحی انسان را تجلی فرآیندهای فیزیولوژیکی می‌دانند که در مغز انسان رخ می‌دهد و حتی بعضی از آن‌ها خدا را مانع پیشرفت علمی می‌دانند. به نظر اتکینز[۲۷] (شیمی‌ـ‌فیزیک‌دان انگلیسی): هدف من این است که استدلال کنم عالم می‌تواند بدون دخالت پدید آید و نیازی نیست که به وجودی متعال متوسل شویم.

در دو سه دهه اخیر، برخی از فیزیک‌دانان، با الهام از نتایج نظریه کوانتومی، این اندیشه را مطرح کرده‌اند که عالم فیزیکی، افت و خیزی کوانتومی است که از خلأ نتیجه شده است. آنان نظریه مهبانگ را در انتهای افت و خیزی در خلأ اولیه می‌انگارند که مشتمل بر میدان‌های کوانتومی است. اما این نظریه‌ها هرگز به مسئله مبدأ پاسخ نمی‌دهند. به اعتراف پاگلز که از فیزیک‌دانان خداناباور بود، توجه کنید: هیچ چیز قبل از خلقت عالم، کامل‌ترین خلأی که می‌توانیم تصور کنیم، وجود نداشت. نه فضایی وجود داشت، نه زمانی و نه ماده‌ای ... آن چیزی که ریاضی‌دانان آن را مجموعه تهی می‌نامند. اما خلأ تصورناپذیر، در نتیجه

قانون‌های فیزیکی، خود را به وجود مبدل ساخت. این قانون‌ها در آن خلأ در کجا نوشته شده است؟ چه چیزی به آن خلأ می‌گوید که آبستن یک عالم ممکن باشد؟ به‌نظر می‌رسد که حتی خلأ در معرض قانون باشد، قانونی که قبل از فضا و زمان وجود داشته است.

هارتل[۲۸] (اختر فیزیک‌دان امریکایی) و هاوکینگ کوشیدند تا با به‌کار گیری اصول مکانیک کوانتومی در مهبانگ و وارد کردن مفهوم زمان موهومی، نشان دهند که فضا زمان محدود است ولی کرانه ندارد و قوانین فیزیک در این حوزه ویژه نقض نمی‌شوند. در این صورت از نظر هاوکینگ برای فضا زمان کران‌هایی نیست که به خدا نیاز باشد یا قانون جدیدی بطلبد تا شرایط مرزی را برای فضا زمان وضع کند. عالم کاملاً خودکفاست و متأثر از چیزی خارج از خود نیست. نه خلق می‌شود و نه نابود می‌شود بلکه صرفاً هست. البته هاوکینگ خود نیز اعتراف می‌کند که نظریه‌اش صرفاً یک پیشنهاد است که از اصل دیگری استنتاج نمی‌شود و مانند هر نظریه علمی دیگر ممکن است به دلایل زیباشناختی یا متافیزیکی پیشنهاد شود ولی آزمون واقعی این است که آیا پیش‌بینی‌هایی می‌کند که با تجربه سازگاری داشته باشد؟ و تعیین این نکته در گرانی کوانتومی به دو دلیل مشکل است: اولاً هنوز مطمئن نیستیم که کدام نظریه، می‌تواند نسبیت عام را با مکانیک کوانتومی با موفقیت ترکیب کند و دوماً هر الگویی که کل عالم را به تفصیل توصیف کند، از لحاظ ریاضی به‌قدری پیچیده است که نمی‌توانیم پیش‌بینی‌های دقیق ارائه کنیم.

این دانشمندان می‌کوشند تا با نفی حدوث زمانی عالم، آن را بی‌نیاز از خدا تلقی کنند. به استدلال هاوکینگ توجه کنید: اگر عالم کران‌های زمانی داشته باشد، باید کسی تصمیم بگیرد که در آن کرانه، چه چیزی رخ می‌دهد. در آنجا باید خدا را در نظر بیاورید. البته هاوکینگ در سال ۱۹۸۵ در پاسخ به این ایراد که وی می‌ترسد به وجودی متعال اذعان کند، گفت: من فکر می‌کردم که در مسئله هستی جای یک وجود متعال را کاملاً باز گذاشته‌ام. اینکه بگوییم موجودی مسئول قانون‌های فیزیک بوده، با همه اطلاعات ما سازگار است.

۲. افراد بی‌تفاوت

این افراد آشکارا اظهار بی‌اعتقادی به خدا نمی‌کنند ولی در نوشته‌ها یا گفتارهایشان هم چیزی که حاکی از اعتقادات مذهبی باشد، دیده نمی‌شود. اکثر فیزیک‌دانان غربی معاصر از این گروه هستند. در میان آن‌ها افراد خداباور وجود دارد ولی یا به دلایل نفع شخصی و یا به این سبب که برخلاف جو حاکم بر جامعه فیزیک‌دانان است، آن را ابراز نمی‌کنند، چنان که پولکینگورن[۲۹] می‌گوید: الهیات پیش از این، امکان یک جهان‌بینی وحدت یافته را نوید می‌داد ولی در نگرش قرن بیستمی، این امکان فراهم نیست و شاید صرفاً به همزیستی مسالمت‌آمیز اکتفا می‌شود. هر دانشمندی که ملاحظات مذهبی یا کلامی را در امور علمی خود در نظر بگیرد، در آستانه تهدید جامعه علمی قرار می‌گیرد.

۳. معتقدان به خدا

الف. عده‌ای معتقدند که علم می‌تواند با مشاهده حقایق طبیعت و به کمک استدلال عقلی نتیجه بگیرد که شعوری متعال وجود دارد.

عده‌ای معتقدند که علم می‌تواند با مشاهده حقایق طبیعت و به کمک استدلال عقلی نتیجه بگیرد که شعوری متعال وجود دارد. در بین برهان‌هایی که فیلسوفان در اثبات وجود خدا ارائه کرده‌اند، دو برهان بیش از همه مورد توجه بوده است: برهان کیهان‌شناختی و برهان نظم

در بین برهان‌هایی که فیلسوفان در اثبات وجود خدا ارائه کرده‌اند، دو برهان بیش از همه مورد توجه بوده است: برهان کیهان‌شناختی و برهان نظم.

برهان کیهان‌شناختی می‌گوید که هر چیزی که در عالم می‌بینیم، مبین خودش نیست. پس تبیین عالم در خود آن نیست، بلکه در وجودی خود- مبین است. به قول استوجر[۳۰] (اختر فیزیک‌دان امریکایی): وجود هر چیزی اعم از انرژی، ذرات مادی و قانون‌های حاکم، مستلزم علتی است که یا خودش واجب‌الوجود است یا به علت واجب‌الوجود دیگری- یعنی به علت نخستین و اولین علتی که در سلسله علی برای تبیین خود به علت دیگری نیاز ندارد- منتهی می‌شود.

برهان نظم مبتنی بر این واقعیت تجربی است که در عالم به‌رغم همه پیچیدگی‌ها، میزان زیادی از نظم می‌بینیم که به تبیین نیاز دارد و با اثبات خداوند این تبیین فراهم می‌شود. از برهان نظم در دهه‌های اخیر به‌صورت‌های دیگری استفاده شده است. استدلال می‌شود که بعضی از پدیده‌های مشهود در طبیعت، بستگی ظریفی به مقدار ثابت‌های طبیعت دارد. به‌طور مثال اگر نیروی هسته‌ای که پروتون‌ها و نوترون‌های هسته را در کنار هم نگه می‌دارد، کمی ضعیف‌تر از مقدار فعلی آن بود، هرگز اتمی تشکیل نمی‌شد و برعکس اگر کمی قوی‌تر بود، پروتون‌ها به هم نزدیک‌تر می‌شدند و اتم‌ها و ستارگان و زمین هیچ گاه به‌وجود نمی‌آمدند. درواقع این مثال نشان می‌دهد که پیدایش حیات، منوط به نظم ظریف در ثابت‌های طبیعت است. پل دیویس چنین گفته است: «این تطابق سحرآمیز مقادیر عددی که طبیعت برای ثابت‌های بنیادین تعیین کرده است، باید بر وجود یک عنصر نظم کیهانی گواهی دهد». هویل[۳۱] نیز در این‌باره چنین گفته است: هیچ چیز به اندازه این کشف، الحاد مرا نلرزانده است.

ب. در دهه ۱۹۲۰ اخترشناسان شواهدی یافتند مبنی بر اینکه عالم در حال انبساط است و لذا کهکشان‌ها از یکدیگر دور می‌شوند. این کشف در دهه ۱۹۴۰ به پیدایش نظریه مهبانگ انجامید که براساس آن کل عالم از انفجاری بزرگ در ۱۵ میلیارد سال پیش نشئت گرفته است. به باور برخی از مسیحیان، کشف مهبانگ به سبب تأییدی از کتاب مقدس بوده است. پاپ پیوس دوازدهم از نظریه مهبانگ با بیان زیر استقبال کرده است: خلقت در زمان انجام گرفت و بنابراین خالقی وجود دارد.

ج. عده‌ای توضیح علوم درباره مسائلی مثل مبدأ خلقت عالم را کافی نمی‌دانند و برای تبیین این مسائل از دین و متافیزیک کمک می‌گیرند. به قول پولکینگورن هورن: «پرسش‌هایی وجود دارد که در علم مطرح می‌شود و پاسخ لازم دارد اما سرشت آن‌ها ورای آن است که علم خودش بتواند پاسخ دهد. احساس شایعی در میان دانشمندان، به‌ویژه آن‌هایی که فیزیک بنیادی کار کرده‌اند، وجود دارد و آن اینکه عالم فیزیکی مشتمل بر بیش از آن چیزی است که چشم علمی دریافت می‌کند». به عقیده آنان پاسخ به پرسش‌هایی نظیر چرا ما وجود داریم؟ ما چگونه اینجا هستیم؟ ورای پژوهش‌های علمی است. به قول جسترو[۳۲] (اختر فیزیک‌دان امریکایی): «ما هیچ اطلاعی درباره اینکه وقتی عالم کمتر از سه دقیقه عمر داشت، نداریم و نمی‌دانیم چه رخ داده است. به نظر من این خامی است که ما نظریه‌های پیچیده‌ای بسازیم و با آن‌ها و

براساس پژوهش‌های حوزه‌ای که نه به طریق مستقیم و غیرمستقیم قابل مشاهده است، به پرسش‌های عمیق فلسفی، دینی و علمی پاسخ گوییم».

د. عده‌ای وجود خدا را از راه تجربه‌های شخصی پذیرفته‌اند. به قول ترینگ[۳۳] (فیزیک‌دان نظریه‌پرداز اتریشی): «من اعتقاد ندارم که می‌توانم خدا را با منطق انسانی بفهمم. فقط می‌توانم از تجربه‌های شخصی‌ام کمک بگیرم و بدانم که او مرا هدایت می‌کند. چنان که به نظر می‌رسد هر جزیی از مخلوقات را هدایت می‌کند». درواقع عده‌ای از کشف زیبایی‌های طبیعت و شگفتی‌های خلقت، به‌احساس عرفانی دست یافته‌اند. به قول اینشتین: زیباترین و عمیق‌ترین احساسی که ما می‌توانیم تجربه کنیم، احساس عرفانی است. کسی که با این احساس بیگانه است و هنوز مجذوب و شگفت‌زده نشده، مثل مرده می‌ماند. باور من به خدا، اعتقادی شورانگیز به هستی قدرت عقلانی برتری است که در عالم به گونه‌ای درک‌ناپذیر آشکار می‌شود.

پاسخ خداباوران به شبهه‌های منکران خدا

اکنون برخی از پرسش‌هایی را که معتقدان به خدا در دفع شبهه‌های منکران مطرح کرده‌اند، متذکر می‌شویم:

۱. اگر ماده یا انرژی گرایش به خودتنظیمی داشته باشد، ماده و انرژی چگونه این گرایش‌ها را پیدا کرده‌اند و چگونه با این گرایش‌ها به وجود آمده‌اند؟

۲. اگرچه واژه‌های کوانتوم و کیهان‌شناسی را افرادی که در علوم فیزیکی کار می‌کنند به کار می‌برند، اما ترکیب آن‌ها به پرسش‌هایی می‌انجامد که علمی نیستند.

۳. در همه الگوهایی که می‌کوشند خلقت خود به خود عالم را به کمک پدیده‌های کوانتومی توضیح دهند، چیز یا چیزهایی زمینه خلقت مطرح می‌شوند. به قول جان بارو[۳۴] فیزیک‌دان انگلیسی: در هیچ یک از معناهایی که واژه عدم در آن‌ها به‌کار می‌رود، کسی واقعاً آفرینش از عدم را اثبات نمی‌کند.

۴. قوانین طبیعت به منشأ نیاز دارند. به قول مارگنائو اکنون این پرسش مطرح می‌شود که منشأ قانون‌های طبیعت چیست؟ و من تنها پاسخ قانع‌کننده‌ای که می‌یابم این است که آن‌ها به‌وسیله خدا خلق شده‌اند و خدا قادر و عالم مطلق است. و نیز می‌گوید: خدا هم عالم فیزیکی و هم قانون‌های حاکم بر آن را خلق کرد.

به نظر دیویس: آیا وجود عالم را می‌توان بی‌نیاز از خدا و تنها به وسیله علم توضیح داد؟ آیا می‌توان عالم را نظام بسته‌ای در نظر گرفت که علت وجودی‌اش در آن نهفته باشد؟ پاسخ به معنایی بستگی دارد که با آن توضیح می‌دهیم. با فرض قانون‌های فیزیک، عالم می‌تواند خودمدار باشد و از جمله، خود را خلق کند. اما قانون‌های فیزیک از کجا می‌آیند؟ و نیز: تا وقتی که منشأ قانون‌های طبیعت خداست، وجودی شگفت‌تر از ماده- که آن را نیز خدا آفریده است- نیست. اما وقتی مبنای الهی قانون‌ها را کنار می‌نهیم، وجود آن‌ها به یک راز عمیق تبدیل می‌شود.

جان بارو، در سخنرانی‌های سال ۱۹۸۸ گیلفورد خود استدلال کرد که دانش همه قانون‌های طبیعت برای توضیح کامل عالم فیزیکی مشاهده‌پذیر لازم است، ولی کافی نیست. این دانش باید به کمک چیزهای دیگر کامل شود و این شبیه به حالت قانون‌های نیوتونی حرکت و حرکت سیارات است. قانون‌های نیوتون تعداد سیارات یا جهت دوران آن‌ها را تعیین نمی‌کند. این اطلاعات را باید به قانون‌های نیوتون افزود تا توصیف کامل منظومه شمسی امکان‌پذیر شود. همچنین، چیزی که امروزه به نام نظریه همه چیز مرسوم است، نمی‌تواند همه چیزها را توضیح دهد.

۵. گاهی استدلال می‌شود که قانون‌های فیزیک با عالم به وجود آمده‌اند. در این صورت، آن‌ها نمی‌توانند منشأ عالم را توضیح دهند. زیرا تا وقتی که عالم به وجود نیامده است، قانونی هم وجود نخواهد داشت.

اینکه قانون‌های بنیادی عالم بر پایه ریاضی است و اینکه ریاضیات در توضیح عالم فیزیکی موفق است، توضیح لازم دارد.

در این باره پنرز[۳۵] (ریاضی-فیزیک‌دان انگلیسی) می‌گوید: دیده‌ایم که عالم واقعی فیزیکی، با بعضی از طرح‌های زیبا و روشنی تطابق دارد ... من به‌سختی باور می‌کنم ... که چنین نظریه‌های برتری، تنها از انتخاب طبیعی و تصادفی اندیشه‌ها سرچشمه گرفته باشند. پس، باید دلیل عمیقی در توافق ریاضیات و فیزیک، یعنی عالم افلاطونی و عالم فیزیکی وجود داشته باشد.

۶. در سال‌های اخیر، بعضی از الهیون مسیحی و برخی از متخصصان علوم تجربی تأکید کرده‌اند که برای فرض مخلوق بودن عالم، حدوث زمانی ضروری نیست، از این رو با پذیرش و یا رد نظریه مهبانگ، در اصل قضیه وابستگی عالم، تفاوتی ایجاد نمی‌شود. به دیگر سخن، حادث زمانی نبودن عالم، وجود آن را توضیح نمی‌دهد. به قول ایان باربور[۳۶]: «به نظر ما، مسیحیان نیاز ندارند که یکی از این دو نظریه (نظریه مهبانگ و نظریه حالت ماندگار) را بر دیگری ترجیح دهند. زیرا تز خلقت، درباره آغاز زمانی نیست بلکه، رابطه اساسی میان عالم و خداست. تبیین مذهبی خلقت، با هر دو نظریه سازگار است و مناقشه میان آن‌ها را تنها با استفاده از زمینه‌های علمی و دریافت اطلاعات بیشتری از آن‌ها می‌توان حل کرد.

آرتور پیکاک[۳۷] نیز می‌گوید: تأکید اصلی در تز یهودی مسیحی خلقت ... بر وابستگی و امکان تمام هویت‌ها و رویدادها غیر از خداست و به قول دیویس: اینکه ممکن است عالم مبدأ زمانی نداشته باشد، وجود آن را توضیح نمی‌دهد و شرح نمی‌دهد که چرا عالم شکل کنونی خود را دارد، توضیح نمی‌دهد که چرا در عالم، طبیعت، میدان‌ها ... و اصول فیزیکی که برقرار سازنده شرایط حالت پایدارند، وجود دارد.

کریستوفر آیشام[۳۸] (اختر فیزیک‌دان انگلیسی) در کنفرانسی که در سال ۱۹۸۷ در واتیکان برگزار شد استدلال کرد که حادثه اولیه عالم، وضعیت جداگانه‌ای ندارد. همه زمان‌ها برای خداوند یکسان‌اند و عدم قطعیت فرآیندهای کوانتومی، از فعالیت مستمر خداوند حکایت می‌کند یعنی که دائماً چیزی را از عدم خلق می‌کند. آنچه برای خداپرست مهم است، این است که خداوند را عاملی حاضر در رویدادهای عالم در نظر بگیرد.

۷. در کیهان‌شناسی معاصر، نظر غالب این است که عالم طبیعت مبدأ مشخصی در یک مهبانگ داشته است. اگر بپذیریم که در آن حالت استثنایی، قانون‌های فیزیک اعتبارشان را از دست می‌دهند،

قوانین طبیعت به منشأ نیاز دارند. به قول مارگنائو اکنون این پرسش مطرح می‌شود که منشأ قانون‌های طبیعت چیست؟ و من تنها پاسخ قانع‌کننده‌ای که می‌یابم این است که آن‌ها به‌وسیله خدا خلق شده‌اند

وجود عالم را نمی‌توانیم برحسب این قوانین توضیح دهیم. بلکه باید دلیل آن را خارج از فیزیک بجوییم.

۸. اگر مانند بعضی از فیزیک‌دانان بپذیریم که عالم فیزیکی در اثر افت و خیزهای کوانتومی، یعنی از خلأ به وجود آمده است و باور کنیم که در آنجا هیچ قانون فیزیکی نقض نشده است، باز این پرسش مطرح می‌شود که چرا می‌توان نظریه کوانتومی را در بیان کل عالم به کار برد؟ به دیگر سخن:

اولاً: اعتبار تعمیم نظریه‌ای که در بیان ذرات اتمی و زیراتمی به‌کار رفته است به کل عالم روشن نیست.

ثانیاً: معنای بعضی از مفاهیم موجود در این نظریه نیز واضح نیست. به‌علاوه، خلأ در آنجا خلأ مطلق (فلسفی) نیست، بلکه باید وجود بعضی قانون‌ها و میدان‌ها را فرض بگیریم.

اما حتی اگر فرض کنیم که در حالت اولیه هیچ انرژی و میدان و ... وجود ندارد، احتمالاً در صورتی معنا دارد که در آن حالت ساختاری قابل اندازه‌گیری وجود داشته باشد.

۹. حتی در میان علمایی که عرفاً مذهبی نیستند، بسیاری را می‌یابیم که اذعان دارند احساس مبهمی درباره «چیزی» ورای واقعیت تجربه‌های روزمره دارند.

۱۰. هرقدر هم که علم پیش برود، همواره چیزی بدون توضیح می‌ماند و همواره برای تعبیر الهی عالم طبیعت جایی هست. به قول ترفیل[۳۹] فیزیک‌دان امریکایی: هرقدر هم که ما در عمق موضوعی علمی پیش برویم، همواره چیزی را بدون توضیح و تعریف می‌یابیم. فلاسفه قرون وسطا زمین را مفروض می‌گرفتند و وجود آن را به خلقت خدا نسبت می‌دادند. در قرن نوزدهم، متوجه شدند که وجود منظومهٔ شمسی به‌طور طبیعی از قانون و وجود کهکشان‌ها نتیجه می‌شود و در قرن حاضر، ما دریافته‌ایم که وجود کهکشان‌ها نتیجه مهبانگ است. در هر مرحله، نکته‌ای است که می‌توانند بگویند: دانش عملی، ما را بیش از این یاری نمی‌کند و ورای آن را می‌توانیم خلقتی ویژه فرض کنیم.

اکنون به نظر می‌رسد که کشف قانون‌هایی که بر طبیعت ذرات بنیادی حاکم هستند به ما اجازه می‌دهد که این مرز را به خود حقیقت عالم برسانیم. تأثیر آن چنان است که توجه ما را از عالم مادی به قانون‌هایی که بر رفتار آن حاکم‌اند، معطوف می‌دارد. می‌توان شنید که فیلسوفی در قرن بیستم بگوید: خب ما می‌پذیریم که عالم با قانون‌های فیزیک وجود دارد اما چه کسی این قانون‌ها را آفرید؟ و اگر چنان که بعضی از فیزیک‌دانان پیشنهاد کرده‌اند قانون‌های فیزیک که ما کشف کرده‌ایم، تنها قانون‌هایی هستند که منطقاً با هم سازگارند ... فیلسوف ما می‌تواند بپرسد که چه کسی قانون‌های منطق را آفرید؟

بنابراین، پیام من به آن‌هایی که فکر می‌کنند وقتی علم عالم اولیه را می‌کاود، از حدود خودش تجاوز می‌کند، این است: «نگران نباشید. هرقدر هم که مرزها را عقب برانیم، همواره برای ایمان مذهبی و تعبیر مذهبی عالم فیزیکی جایی هست و به قول پارکر[۴۰] فیزیک‌دان امریکایی: این ترس وجود ندارد که دانشمندان هرگز بتوانند نیاز به خدا را حذف کنند ... هر قدر هم که ما این قضیه را پیگیری کنیم، همواره چیزی می‌ماند که توضیح داده نشده است. خلقت، به قانون‌های طبیعت بستگی دارد و پیدایش آن بدون قانون‌ها امکان‌پذیر نبوده است. چه کسی این قانون‌ها را خلق کرده است؟ تردیدی نیست که همواره به خدا نیاز است.

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در چند دهه به دلایل زیر، علم ابهت خود را از دست داد و از حدت این تعارض‌ها کاسته شد:

۱. بعضی از دانشمندان در توانایی مطلق علم در پاسخ‌گویی به همه پرسش‌های انسان تردید کردند. به قول هویل اختر فیزیک‌دان انگلیسی: علم آمادگی داشته است که باورهای مذهبی را نابود کند در حالی که چیزی را جایگزین آن‌ها نکرده است که برای جامعه رضایت‌بخش باشد. همچنین با گذشت زمان، روشن‌تر شده است که علم نمی‌تواند بدون بعضی از مفروضات علمی کار کند. (فرض اطمینان بخشی تجربه‌های حسی و نیز توانایی عقل در شناخت طبیعت و ... حاکی از آن است که روش علمی خودکفا نیست).

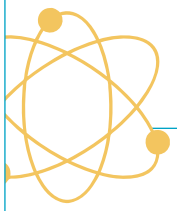
۲. عالمان دین تلاش کرده‌اند تا به علم جدید آگاهی بیشتری یابند و زمینه‌های مشترک علم و دین را بررسی کنند. پاپ اعظم (ژان پل دوم) در پیامی بر این نکته تأکید دارد: باید دست کم بعضی از الهیون به اندازه کافی در علوم تسلط داشته باشند تا بتوانند از منابعی که نظریه‌های مقبول ارائه می‌دهند استفاده درست و خلاقانه کنند. این کار مانع از آن می‌شود که برای نقد عجولانه و غیراصولی از نظریه‌های اخیر نظیر مهبانگ پوزش بطلبند. اما ضمناً باعث می‌شود که ارتباط احتمالی این‌گونه نظریه‌ها را در تعمق فهم قلمروهای سنتی پژوهش‌های کلامی نادیده نگیرند.

۳. علم در قرن حاضر به تخصص‌های گوناگون تجزیه شده است که هر یک بخشی از عالم را توصیف می‌کنند. لذا دانشمندان کمتر از پیش در پی دستیابی به تصویری کلی از عالم فیزیکی بوده‌اند و بنابراین با دین کمتر برخورد کرده‌اند. رواج نگرش‌های عملگرایانه نیز سبب شده است که به ابعاد علمی علم بیشتر از ابعاد نظری آن توجه شود و این احتمال درگیری را کمتر کرده است.

با این همه، هنوز در بسیاری از محافل علمی بعضی فیزیک‌دانان اصرار دارند که در تعبیر نظریه‌های فیزیکی، به‌ویژه نظریه‌های کیهان‌شناختی، از تعابیری که به نقش خدا در خلقت عالم اشاره می‌کنند، بپرهیزند و عالم را خودزا و خودکفا تلقی کنند.

از جمله نورث[۴۱] فیزیک‌دان اصرار دارد که به‌جای واژه خلقت، تعبیرهای دیگری مانند اولین حادثه یا رخداد خود به خود را به‌کار برد؛ و فیزیک‌دان کیهان‌شناس دیگری به نام گرونبام[۴۲]، مسئله خلقت را شبه مسئله می‌داند و از این رو، پرسش اینکه آیا عالم مبدأ زمانی داشت؟ را پرسشی صحیح می‌داند و پرسش اینکه آیا عالم خلقتی داشت؟ را شبه پرسش تلقی می‌کند. گرونبام می‌گوید: من معتقدم که نقض پایستگی ماده انرژی با اصطلاحی مانند افزایش ماده توصیف می‌شود نه با واژه خلقت.

در برابر آنان، فیزیک‌دان متدین، در اثبات مبدأ اهلی عالم، به نظم و زیبایی مشهود در عالم توجه می‌کنند و آن را حاکی از وجود خداوند



علم در قرن حاضر به تخصص‌های گوناگون تجزیه شده است که هر یک بخشی از عالم را توصیف می‌کنند. لذا دانشمندان کمتر از پیش در پی دستیابی به تصویری کلی از عالم فیزیکی بوده‌اند و بنابراین با دین کمتر برخورد کرده‌اند

دانا و توانا می‌دانند و نیز بر محدودیت‌های علم در پاسخ‌گویی به پرسش‌های اساسی بشر تأکید می‌کنند. پس، به شیوه‌های گوناگون، به سطوح بالاتری از علم تجربی اشاره می‌کنند که توجیهی عقلانی از توفیق علم به دست می‌دهد.

نکته جالب در این مناقشات این است که بسیاری از منکران مبدأ الهی عالم، بر الگوها و نظریه‌هایی تأکید کرده‌اند که بسیار بحث‌انگیز و مناقشه‌پذیرند. به ذکر دو نمونه می‌پردازیم:

۱. در حالی که علم از لحاظ عملی توفیق زیادی داشته است ـ آنچه فناوری خیره‌کننده کنونی گواه آن است ـ در حل برخی از مسائل بنیادی نظری، موفق نبوده است. مثلاً در قرن حاضر، دو نظریه بزرگ موفق در فیزیک داشته‌ایم: نظریه نسبیت و کوانتومی. اما امروز هیچ نظریه‌ای نداریم که بتواند آن دو نظریه را با موفقیت تلفیق کند.

از سوی دیگر، بسیاری از نظریه‌ها یا الگوهایی که در عصر ما ارائه شده‌اند و براساس آن‌ها اظهارنظرهای کیهان‌شناختی شده است، مبتنی بر وجود این تلفیق است. نمونه بارز این نظریه‌ها، کیهان‌شناسی کوانتومی است که به‌رغم وجود ابهامات یا مشکلات اساسی در آن، مبنای بعضی اظهارنظرهای مهم شده است. کریستوفر آیشام حق مطلب را به‌خوبی ادا کرده است: وقتی می‌کوشیم نظریه کوانتومی را برای کل عالم به کار بریم، با مسائل نظری عمده‌ای روبه‌رو می‌شویم. این مطلب آن‌قدر مشکل است که بسیاری از فیزیک‌دانان نظریه‌پرداز برجسته فکر می‌کنند که کل موضوع کیهان‌شناسی کوانتومی، اندیشه‌ای کاملاً نادرست است. از این ملاحظات نتیجه می‌شود که نظریه‌های مبتنی بر منشأ کوانتومی عالم، بر پایه حدس و گمان است و وضعیت علمی آن‌ها حتی مثل شاخه‌های نامتعارف‌تر فیزیک ذرات بنیادی معاصر نیست.

۲. کیهان‌شناسی معاصر مبتنی بر بعضی تعمیم‌های مناقشه‌پذیر است که هر چند سال یک بار جای خود را به تعمیم‌های جدیدتر می‌دهد. اطلاعات علمی ما درباره وضعیت عالم بزرگ، بسیار ناقص است چنان که به ما اجازه نمی‌دهد بر مبنای نظریه‌ها و الگوهای موقتی فیزیک، چگونگی مبدأ و منتهای عالم را تعیین کنیم. به قول جان باکال[۴۳]، اختر فیزیک‌دان امریکایی: من شخصاً فکر می‌کنم که این گستاخی است که باور کنیم انسان بتواند ساختار کامل زمانی عالم، تحول و توسعه آن و سرنوشت نهایی آن را از 10^{-19} ثانیه اول خلقت تا 10^{10} سال بعد، براساس سه یا چهار حقیقت (تجربی) که خیلی هم به‌طور دقیق شناخته شده نیست و میان متخصصان مورد مناقشه است، تعیین کند. من این را گستاخی می‌بینم.

چیزی که فیزیک‌دانان معاصر کمتر به آن توجه کرده‌اند این است که یک نظریه علمی باید داده‌های تجربی را پیش‌بینی کند ولی آیا برای تأیید آن کافی است؟ به دیگر سخن، توفیق نظریه‌های موجود در مرحله عمل، شرط کافی برای صحت آن‌ها نیست؛ از این رو نمی‌توان بر مبنای آن‌ها در هستی‌شناختی و کیهان‌شناختی اظهارنظر کرد و ماورای فیزیک را منتفی دانست.

بدیهی است کسانی که در پایان قرن بیستم به عالم‌شمول دست یابند، عالم را از خالق بی‌نیاز فرض کنند. این نیوتون متواضع است که اذعان می‌کند: من نمی‌دانم که در نظر عالمیان چگونه ظاهر می‌شوم، اما از نظر خودم کودکی هستم که در ساحل دریا بازی می‌کنم و گاهی خود را به دریا می‌اندازم و سنگ‌ریزه‌ای هموارتر یا صدفی زیباتر از حالت عادی می‌یابم، و این در حالی است که اقیانوس بزرگ حقیقت پنهان در برابرم گسترده است.

این اینشتین متفکر است که می‌پذیرد: ما مثل طفلی خردسالی هستیم که وارد کتابخانه‌های بزرگ می‌شود که همه دیوارهای آن از زمین تا سقف با کتاب‌هایی به زبان‌های گوناگون پوشیده شده است. کودک می‌داند که باید کسانی آن کتاب‌ها را نوشته باشند، اما نمی‌داند آن‌ها را چه کسانی و چگونه نوشته‌اند. زبان‌های متعدد کتاب‌ها را نیز نمی‌فهمد. کودک طرحی مشخص در ترتیب کتاب‌ها می‌بیند، نظمی اسرارآمیز که او آن را درک نمی‌کند ولی می‌تواند با حسی مبهم حدس بزند. به نظر من، وضعیت این کودک همانند وضعیت عقل انسان در برابر خداست...

باید تحولات فیزیک در قرن بیستم، و بحرانی که در حال حاضر در غالب مسئله‌های بنیادی با آن روبه‌روست، به فیزیک‌دانان آموخته باشد که در اظهارنظرها، محدودیت‌های این علم را در نظر بگیرند و به مفاد (و ما اوتیتم من العلم الا قلیلا) (اسرا ۸۵) ایمان آورند.

آندره مرسیه[۴۴] استاد دانشگاه برن سوئیس، حق مطلب را خوب ادا کرده است: یکی از آموزش‌های بزرگ فیزیک قرن بیستم، در مقایسه با غرور علم قرن نوزدهم، این است که به محدودیت‌های علم اذعان کرده است. اگر فیزیک برای علوم نقش الگو دارد، به دلایل تاریخی است. اما بیشتر به این دلیل است که فیزیک دقیق‌ترین علوم است، چه از لحاظ استفاده از ریاضیات پیشرفته و چه به کارگیری دقیق‌ترین فنون تجربی. با این همه، نباید آن را با ابتدا و انتهای دانش و حکمت اشتباه گرفت.

در دو قرن اخیر، فلسفه‌ای که در توضیح عالم، به علم تجربی قدرت مطلق می‌داد ـ علم‌گرایی ـ در عالم اسلام نفوذ کرد و بر سراسر محیط‌های علمی آن حاکم شد.

بعضی از اندیشمندان مسلمان، از علوم تجربی مطلق ستایش کرده‌اند و حتی تبیین مسائل کلامی را در علوم جست‌وجو کرده‌اند. این دیدگاه برخلاف جهان‌بینی اسلامی است زیرا سرشت گذرای علم را به حوزه کلام نیز سرایت می‌دهد.

در جهان‌بینی اسلامی، عالم واقعیتی مستقل نیست بلکه وجود آن در هر لحظه به خداوند متعال متکی است. زیبایی و انسجام عالم مخلوق، نشان‌هایی از دانش و توانایی بی‌نهایت اوست. در این بینش، آیات قرآنی و پدیده‌های طبیعت هر دو نشانه‌های خداوند در عالم است.

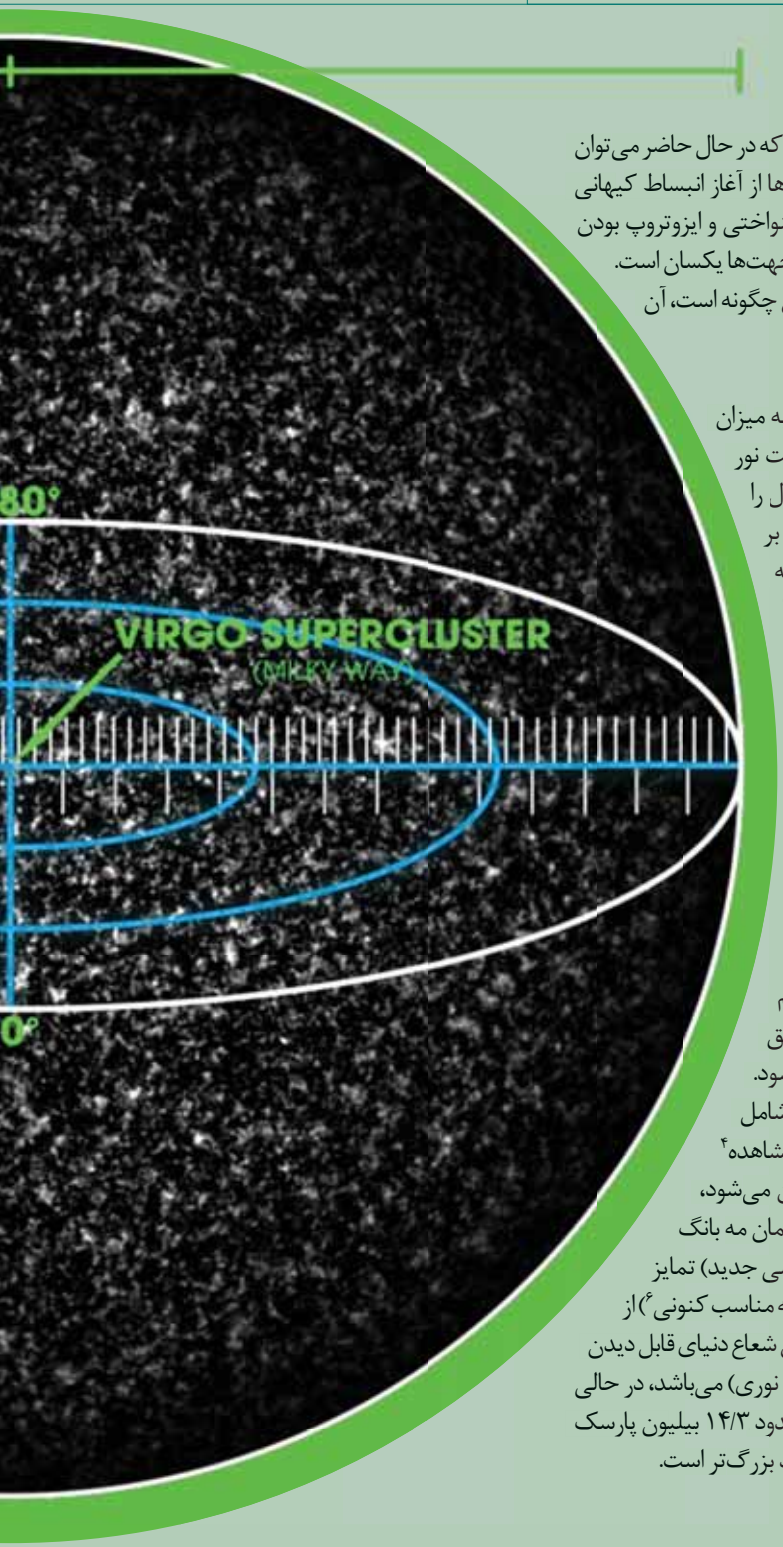
در حالی که علم تجربی می‌تواند برخی از ویژگی‌های عالم فیزیکی را برملا سازد، نباید آن را با دانش مطلق یکی دانست. باید آن را در چارچوبی وسیع‌تر که سطوح بالاتر دانش را نیز به رسمیت بشناسد، قرار داد و به نقش اساسی آن که تقرب ما به خداوند است، تحقق بخشید.

پی‌نوشت‌ها

1. Tycho Brahe
2. Johannes Kepler
3. Galileo Galilei
4. Isaac Newton
5. William Thomson, Baron Kelvin of Largs
6. Gottfried Wilhelm Leibniz
7. Hans Christian Orsted
8. Andre Marie Ampere
9. Michael Faraday
10. Joseph Henry
11. James Clerk Maxwell
12. Pierre Simon Laplace
13. Napoleon Bonaparte
14. Eugene Paul wigner
15. Emilio Gino Segre
16. Paul Davies
17. Victor Weisskopfe
18. Niels Bohr
19. Arthur Leonard Schawlow
20. Henry Margenau
21. Albert Einstein
22. Frank Jennings Tipler
23. Steven Wienberg
24. Heinz Pagels
25. Tom W. Bonner
26. Stephen Hawking
27. Peter Atkins
28. James Hartel
29. John Polkin ghorne
30. Willim R. Stoeger
31. Fred Hoyle
32. Robert Jastrow
33. Walter Thirring
34. John Barrow
35. Henry Margenau
36. Roger Penrose
37. Ian Borbour
38. Arthur Peacocke
39. Christopher Isham
40. James Trefil
41. B. Parker
42. J. D. North
43. Adolf Grunbaum
44. John Bahcal
45. Andre Mercier

جهـــــــــان

ترجمه: **هما قائدشرف** / پژوهشکده معلم شیراز



دنیای قابل مشاهده شامل کهکشان‌ها و دیگر اجرامی است که در حال حاضر می‌توان آن‌ها را از زمین مشاهده کرد. زیرا نور یا هر سیگنالی از آن‌ها از آغاز انبساط کیهانی تاکنون فرصت رسیدن به زمین را داشته است. با فرض یکنواختی و ایزوتروپ بودن دنیا، فاصله تا حاشیه دنیای قابل مشاهده کمابیش در همه جهت‌ها یکسان است. به این دلیل است که با چشم‌پوشی از اینکه شکل کلی جهان چگونه است، آن را کروی با مرکزیت مشاهده‌گر در نظر می گیریم.

کلمه «قابل مشاهده» که به این منظور استفاده می‌شود به میزان پیشـــرفت فناوری ما ارتباطی ندارد، یا اینکه توانایی دریافت نور و ســـیگنال را داشته باشـــد یا آنکه عدم وجود نور و سیگنال را تشـــخیص دهد. دنیای قابل مشـــاهده به قانون‌های حاکم بر نور و دیگر ســـیگنال‌هایی ارتباط دارد که از اجرام کیهانی به مشاهده‌گر زمینی می‌رسد. از نظر زمانی ما توانسته‌ایم دنیا را تا دوره نوترکیبی[1] ببینیم؛ دوره‌ای که فوتون‌ها توانسته‌اند جدا (د- کوپله) شـــوند و ذره‌ها برای اولین بار توانایی نشر فوتون یافته‌اند، فوتونی که به ســـرعت توسط مواد دیگر جذب نشود. اما قبل از آن، دنیا از یک نوع پلاسما پر شده بود که برای فوتون‌ها کدر و غیرقابل عبور بوده است.

«سطح آخرین پراکندگی» شـــامل مجموعه نقاطی از فضا در فاصله واقعی آن‌ها از زمان د-کوپله شدن فوتون‌ها است که اکنون به ما رسیده‌اند. این‌ها فوتون‌هایی هستند که ما اکنون به عنوان پرتوهای پس‌زمینه ماکروویو کیهانی[2] شناسایی می کنیم. اما ممکن است در آینده پس‌زمینهٔ باز هم قدیمی‌تر نوترینوی بازمانده، یا حتی ماجراهای دورتر از طریق موج‌های جاذبه (که باید با سرعت نور حرکت کنند) مشاهده شود.

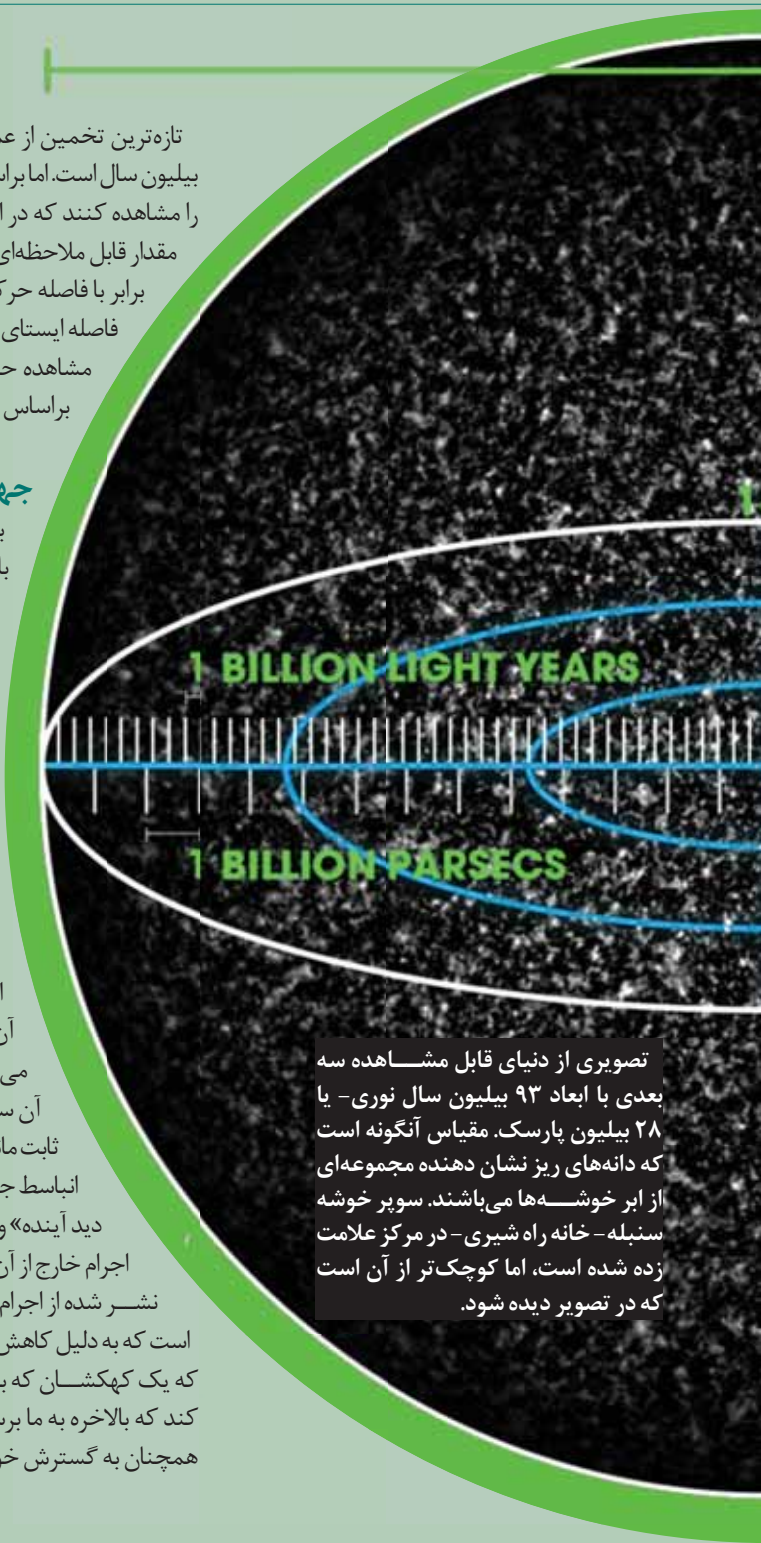
گاهی اختر فیزیک‌دانان بین دنیای قابل دیدن[3] و آشکار، که شامل سیگنال‌های نشر شده از زمان نوترکیبی است و دنیای قابل مشاهده[4] که ادراکش فقط از طریق شناسایی سیگنال‌های آن ممکن می‌شود، که شـــامل سیگنال‌ها از زمان آغاز انبساط کیهانی است (همان مه بانگ در کیهان‌شناسی سنتی، یا پایان دوره تورمی در کیهان‌شناسی جدید) تمایز قائل می‌شوند. براساس محاسبه‌ها، فاصله همبستگی[5] (فاصله مناسب کنونی[6]) از ذرات براساس پرتوهای پس‌زمینه ماکروویو کیهانی، که همان شعاع دنیای قابل دیدن است، حدود ۱۴/۰ بیلیون پارسک (حدود ۴۵/۷ بیلیون سال نوری) می‌باشد، در حالی که فاصله حرکت همبسته تا حاشیه دنیای قابل مشاهده حدود ۱۴/۳ بیلیون پارسک (حدود ۴۶/۶ بیلیون سال نوری) می‌باشد، که حدود ۲ درصد بزرگ‌تر است.

قابل مشاهده

تازه‌ترین تخمین از عمر جهان، مطابق با سال ۲۰۱۳ برابر با ۱۳/۷۹۸ +۰/۰۳۷ بیلیون سال است. اما براساس نظریهٔ انبساط جهان، انسان‌ها فقط می‌توانند اجرامی را مشاهده کنند که در ابتدا بسیار نزدیک‌تر بوده‌اند اما اکنون فاصله آن‌ها از ما به مقدار قابل ملاحظه‌ای دورتر (همان طور که در مورد فاصله مناسب کیهانی، که برابر با فاصله حرکت همبسته در زمان کنونی است مشخص شده است) از فاصله ایستای ۱۳/۷۵ بیلیون سال نوری است. قطر تخمینی دنیای قابل مشاهده حدود ۲۸ بیلیون پارسک (۹۳ بیلیون سال نوری) است که براساس آن حاشیه دنیا ۴۷-۴۶ بیلیون سال نوری از ما فاصله دارد.

جهان موجود در برابر جهان قابل‌مشاهده

برخی از بخش‌های جهان ممکن است به اندازه‌ای از ما دور باشند که نور نشر شده از آن‌ها در هیچ زمانی، از مه بانگ تاکنون، وقت کافی برای رسیدن به زمین نداشته است. بنابراین این بخش‌ها از جهان در حال حاضر خارج از دنیای قابل مشاهدهٔ بشر قرار دارند. بدین‌ترتیب در آینده نور کهکشان‌های دور زمان بیشتری برای سفر خواهد داشت و بعضی از مناطق غیرقابل‌مشاهده کنونی در آینده قابل مشاهده خواهند شد. اما براساس قانون هابل[۷]، نواحی به اندازه کافی دور از ما با سرعت بیش از سرعت نور در حال فاصله گرفتن از ما هستند (نسبیت خاص مانع از حرکت اجرام نزدیک به هم در یک منطقه محلی است که نسبت به یکدیگر با سرعت بیش از نور حرکت کنند، اما این محدودیت شامل اجرام دور از یکدیگر که فضای بین آن‌ها در حال انبساط است نمی‌شود. جهت شرح این موضوع می‌توانید کاربردهای فاصله مناسب را بررسی کنید)، و علاوه بر آن سرعت انبساط به دلیل انرژی تاریک شتاب می‌یابد. با فرض ثابت ماندن انرژی تاریک (یکی از ثابت‌های کیهان‌شناسی)، سرعت انبساط جهان همچنان به شتاب گرفتن ادامه می‌دهد. یک «حد قابل دید آینده» وجود دارد که پس از آن حتی در زمانی بی‌نهایت دور، هرگز اجرام خارج از آن حد وارد دنیای قابل مشاهده ما نخواهند شد، زیرا نور نشر شده از اجرام خارج از آن حد هرگز به ما نمی‌رسد. (یک باریک‌بینی این است که به دلیل کاهش پارامتر هابل با زمان، موردهایی می‌تواند وجود داشته باشد که یک کهکشان که با سرعت کمی بیشتر از نور از ما عقب‌تر است سیگنال نشر کند که بالاخره به ما برسد). این حد قابل دید آینده با فرض آنکه جهان در آینده همچنان به گسترش خود ادامه دهد دریک فاصله همبستگی ۱۹ بیلیون پارسکی



تصویری از دنیای قابل مشاهده سه بعدی با ابعاد ۹۳ بیلیون سال نوری- یا ۲۸ بیلیون پارسک. مقیاس آنگونه است که دانه‌های ریز نشان دهنده مجموعه‌ای از ابر خوشه‌ها می‌باشند. سوپر خوشه سنبله- خانه راه شیری- در مرکز علامت زده شده است، اما کوچک‌تر از آن است که در تصویر دیده شود.

(۶۲ بیلیون سال نوری) محاسبه شده است، که اشاره دارد به تعداد کهکشان‌هایی که در زمان بی‌نهایت آینده به‌طور تئوری می‌توانیم ببینیم (با چشم‌پوشی از این موضوع که مشاهدهٔ بعضی از کهکشان‌ها به دلیل انتقال به قرمز (redshift) عملاً غیرممکن است) و فقط ۲/۳۶ برابر تعداد آن‌هایی است که در حال حاضر قابل مشاهده می‌باشند.

هر چند طبق قاعده، در آینده کهکشان‌های بیشتری قابل مشاهده خواهد بود، اما در عمل انتقال قرمز مربوط به انبساط جهان منجر به ناپدید شدن کهکشان‌ها از دید ما خواهد شد. یک موشکافی دیگر این است که یک کهکشان در «فاصلهٔ همبستگی» مشخص از ما، در جهان قابل مشاهدهٔ ما قرار دارد اگر بتوانیم سیگنال‌های نشر شده از آن را در همهٔ عمر گذشته‌اش (مثلاً در ۵۰۰ میلیون سال پس از مه بانگ)، دریافت کنیم. اما به دلیل انبساط جهان، ممکن است که در دوره‌های بعدی عمرش هیچ سیگنالی از همان کهکشان دریافت نکنیم (مثلاً هیچ اطلاعی در مورد شکل آن در ۱۰ میلیارد سال پس از مه بانگ نداشته باشیم)، هر چند که همچنان در همان «فاصله همبستگی» نسبت به ما باقی مانده باشد (این فاصله با گذشت زمان ثابت است، در حالی که «فاصلهٔ واقعی» که دور شدن به دلیل انبساط جهان را تعریف می‌کند، متغیر و تابع زمان است)، این فاصله کمتر از شعاع همبستگی جهان قابل مشاهده است. از این واقعیت می‌توان برای تعریف نوعی افق ماجرای کیهانی که فاصله‌اش در زمان تغییر می‌کند استفاده کرد. مثلاً فاصلهٔ جاری تا این افق حدود ۱۶ بیلیون سال نوری است، به این معنی که اگر یک ماجرا در حال حاضر رخ دهد، در صورتی سیگنال آن به ما خواهد رسید که در فاصله کمتر از ۱۶ بیلیون سال نوری از ما باشد. اما اگر ماجرا در فاصله بیش از ۱۶ بیلیون سال نوری رخ دهد، سیگنال آن را هرگز دریافت نخواهیم کرد.

در مقالات تحقیقی عمومی و تخصصی کیهان‌شناسی اغلب از واژه «جهان» به معنای «جهان قابل مشاهده» استفاده می‌شود. این می‌تواند بر این اساس توجیه شود که ما نمی‌توانیم با تجربه مستقیم هیچ اطلاعی از جهانی که ارتباط علّی با ما ندارد به دست بیاوریم، هرچند تئوری‌های معتبر، جهانی بزرگ‌تر از آنچه را که مشاهده می‌کنیم می‌طلبد. هیچ شاهدی وجود ندارد که مرز دنیای مشاهده شده را مرز دنیا بدانیم و نه هیچ یک از مدل‌های جاری کیهان‌شناسی در وهلهٔ اول پیشنهاد می‌کنند که جهان دارای مرز فیزیکی است. اگر چه بعضی از مدل‌ها پیشنهاد می‌کنند. که جهان می‌توان محدود اما بدون مرز- مانند یک چند بعدی شبیه به سطح دو بعدی یک کره که در سطح محدود اما بدون مرز است- باشد. محتمل است که کهکشان‌های مشاهده شده فقط کسر کوچکی از کهکشان‌های جهان را شامل شود. براساس تئوری تورم کیهانی (بنیان‌گذار آن Alan Guth)، اگر تورم یا انفجار جهان از حدود 10^{-37} ثانیه پس از مه‌بانگ آغاز شده باشد، آنگاه با این فرض که اندازهٔ جهان در آن لحظه برابر با سرعت نور ضرب در عمر جهان در آن لحظه بوده است. تخمین‌های پایینی‌تری نیز وجود دارد که ادعا دارند کل جهان ۲۵۰مرتبه بزرگ‌تر از جهان قابل مشاهدهٔ کنونی است. پس کل جهان دارای قطری افزون بر ۱۷۶ گیگا پارسک (۵۷۵ بیلیون سال نوری) می‌تواند باشد[8].

برعکس اگر جهان محدود اما بدون مرز است، این احتمال نیز وجود دارد که کلی جهان کوچک‌تر از جهان قابل مشاهده باشد! در این صورت کهکشان‌هایی را که ما خیلی دور در نظر می‌گیریم ممکن است در واقع تصاویری تکراری از کهکشان‌های نزدیک باشند که از پیرامون جهان گشتن نور تشکیل شده‌اند. بررسی آزمایشی این فرضیه مشکل است زیرا تصاویر متفاوت از یک کهکشان دوره‌های متفاوتی از تاریخ آن را نشان می‌دهند، و در نتیجه ممکن است کاملاً متفاوت ظاهر شوند. بیلو (Bielewicz) و همکارانش ادعا دارند که توانسته‌اند یک باند پایین ۲۷/۹ گیگا پارسک (۹۱ بیلیون سال نوری) از قطر آخرین سطح پارکندگی را اثبات کنند. (زیرا این تنها یک باند پایین است، این مقاله احتمال آنکه کل جهان خیلی بزرگ‌تر یا حتی بی‌نهایت باشد را باز گذاشته است). این مقدار براساس ۷ سال داده WMAP و با روشی[9] به دست آمده است که آن روش با درگیری و مخالفت شده است.

اشتباه در مورد اندازهٔ جهان

خیلی از منابع درجهٔ دو، رقم‌های نادرست، گوناگون و پراکنده‌ای را از اندازه جهان قابل دید گزارش داده‌اند. یکی از این ارقام ۱۳/۸ بیلیون سال نوری است. در حالی که عمر جهان ۱۳/۸ بیلیون سال است. عموماً دریافت شده است که هیچ چیز نمی‌تواند با سرعتی مساوی یا بیشتر از نور حرکت کند، و این یکی از اشتباهات متداول است که شعاع جهان باید به مقدار ۱۳/۸ بیلیون سال نوری باشد.

در صورتی که مفهوم فضا-زمان مسطح ایستای مینکوفسکی (Minkowski) براساس نسبیت خاص درست بود چنین استدلالی معقول است. در جهان واقعی، فضا- زمان به طریقی خم می‌شود که با انبساط فضا، همان‌گونه که با قانون هابل اثبات شده است مطابقت دارد. مسافت‌هایی که از ضرب سرعت نور در یک فاصله زمانی نجومی به‌دست می‌آیند اهمیت فیزیکی مستقیمی ندارند.

پی‌نوشت‌ها

1.Rcombination Epoch
2. Cosmic Microwave Background Radiation (CMBR)
3. Visible
4. Observable
5. Comoving Distance
6. Current proper Distance
7. $\upsilon=H_0D$

H، ثابت هابل، تابع زمان است و مقدار امروزی آن نسبت به گذشته کمتر است و در آینده نیز کمتر خواهد بود. بنابراین تعیین مقدار ثابت هابل به‌طور غیرمستقیم در عمر عالم و به‌طور مستقیم در سرعت گریز مواد از هم در عالم مادی تأثیر می‌گذارد. اگر فاصله معین D را در نظر بگیریم و یک سری از کهکشان‌ها را مشاهده کنیم که از آن فاصله عبور می‌کنند، کهکشان‌های بعدی با سرعت کمتری از همان مسیر عبور خواهند کرد. چون جهان در حال انبساط است و اجسام دورتر حتی با سرعت بیشتری از ما دور می‌شوند. نوری که از طرف ما منتشر شود ممکن است هرگز به اجسم دور نرسد زیرا این اجسام نیز پیوسته در حال عقب رفتن هستند.

۸. حجم ۲۵۰ برابر، از شعاعی ۶/۳ برابر ناشی می‌شود زیرا حجم با توان سه شعاع رابطه دارد.

9. Matching-Circle Analysis

منبع

en.wikipedia.org/wiki/observble-universe

نکته‌هایی دربارهٔ شناوری و غوطه‌وری

اژدر سلیمانپور با کفایت/ آموزش‌وپرورش ناحیه ۱ ارومیه
دبیر ریاضی دبیرستان هیئت امنایی و ماندگار شهید دکتر چمران

چکیده

در ایـن مقالـه، بـا بیـان و اثبـات دو رابطه سـاده و مهـم، مفهـوم شـناوری و غوطـه‌وری بررسـی شـده و بـه مـوارد مهـم در شـناوری و غوطـه‌وری اشـاره می‌شـود. بررسـی برخی از مسـائل مربوط به شناوری و غوطه‌وری بدون اسـتفاده از دو رابطه مذکور سـخت و امکان‌ناپذیـر خواهـد بود.

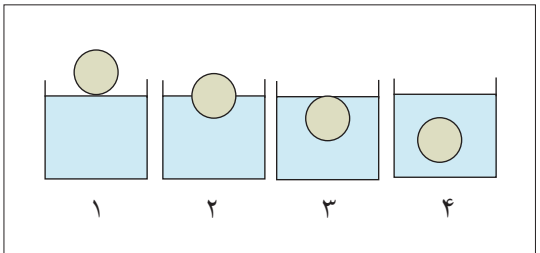
کلیدواژه‌ها: فیزیک دهم، شناوری، غوطه‌وری

۱. چگالی

در کتـاب فیزیـک ۱ دوره دوم متوسـطهٔ[۱] موضـوع چگالی بیـان و در سـال‌های بعدی از آن مفهوم اسـتفاده شـده اسـت. بـرای هـر دو رشـته تجربـی و ریاضـی، درک درسـت از مفهوم چگالی مورد نیاز اسـت. دو بحث شـناوری و غوطه‌وری مسـائل دقیقـی دارنـد کـه درک درسـت آن‌هـا آسـان نیسـت. بحـث اصلـی ایـن مقاله از دو پرسـش زیر شـروع شـده اسـت.

پرسش ۱

جسـمی را در درون شـاره‌ای قـرار داده‌ایـم؛ در کـدام یـک از حالت‌هـای شـکل ۱، چگالـی جسـم و چگالـی شـاره بـا هم برابرند؟



▲ شکل ۱: شکل مربوط به پرسش ۱.

پرسش ۲

اگـر درون ظرفـی جیـوه را به‌عنوان شـاره قرار دهیـم، با قرار دادن تکه‌ای از کدام ماده روی این شـاره، ماده در آن ته‌نشـین یا غوطه‌ور می‌شـود؟

۱) اورانیم ۲) طلا ۳) پلاتین ۴) همه موارد

در این مقاله سـعی شـده اسـت که با بیان و اثبـات دو رابطه سـاده و در عیـن حـال عمیق و کارا، یکی در رابطه با شـناوری و دیگری در مورد غوطه‌وری به دو پرسـش بالا پاسـخی دقیق داده و سـپس تمـام پرسـش‌های پیرامـون آن نیـز حل شـود. البته برخی از محاسـبات ریاضی از برنامه درسـی حذف شـده اسـت اما برای پاسـخ دادن سـریع و آسـان به مطالب مربوط به چگالی، دانسـتن ایـن دو رابطه لازم به‌نظر می‌رسـد.

۱.۱ شناوری

شـناوری جسـمی در یک شـاره یعنـی اینکه با قـرار گرفتن آن جسـم در سـطح آزاد آن شـاره، درصدی از حجم جسـم در شـاره فرو بـرود و درصدی از آن، بیرون شـاره باقـی بماند [۲]. در ایـن مـورد پرسـش ایـن اسـت که اگـر ۲۰ درصـد از حجم جسـم در شـاره‌ای فـرو رفته باشـد چگالی جسـم و شـاره چه رابطـه‌ای با هـم دارند؟

فـرض کنیـد جسـمی روی شـاره شـناور مانـده باشـد، بـه طـوری کـه درصـدی از حجـم جسـم در آن فرو رفته باشـد و بقیـه بیرون از شـاره بمانـد. در این صورت نیروی ارشمیدسـی رو بـه بـالا کـه برابـر وزن شـاره جابه‌جا شـده اسـت بایـد برابر با وزن جسـم باشـد زیرا جسـم روی شـاره شـناور مانـده و در تعـادل اسـت. بـا فـرض اینکـه F_B وزن آب جابه‌جا شـده، M_j جـرم جسـم، ρ_j چگالـی جسـم، ρ_s چگالـی شـاره، V_j حجـم جسـم، M_s جرم شـاره جابه‌جا شـده و V_s حجم شـاره جابه‌جا شـده باشـند آنـگاه می‌توان نوشـت:

$$F_B = M_j g = \rho_j v_j g$$

از طرفی وزن شاره جابه‌جاشده برابر است با:

$$M_s g = \rho_s V_s g$$

در نتیجه بنا به خاصیت ارشمیدسی، وزن شاره جابه‌جاشده نیز برابر وزن جسم است؛ پس از ترکیب دو رابطه به‌دست‌آمده با هم به‌دست می‌آوریم.

$$\rho_s V_s g = \rho_j V_j g \Rightarrow \frac{\rho_s}{p_j} = \frac{V_j}{V_s} \quad \text{و} \quad \text{(شناوری)}$$

رابطه (شناوری) بیان می‌کند که نسبت حجم جسم به حجم شاره جابه‌جاشده با نسبت چگالی شاره به چگالی جسم رابطه عکس دارد.

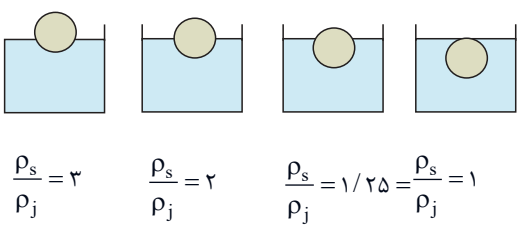
مثال ۱.۱. جسمی روی سطح آب شناور می‌ماند، به‌طوری‌که ۲۰ درصد حجمش بیرون آب است و بقیه در آب فرو رفته است. چگالی جسم کدام است؟

۱) $1250\frac{kg}{m^3}$ ۲) $800\frac{kg}{m^3}$ ۳) $8000\frac{kg}{m^3}$ ۴) $125\frac{kg}{m^3}$

حل: از رابطه شناوری و اینکه چگالی آب برابر $1000\frac{kg}{m^3}$ است داریم:

$$\frac{\rho_s}{\rho_j} = \frac{V_j}{V_s} \Rightarrow \frac{1000\frac{kg}{m^3}}{\rho_j} = \frac{V_j}{0/8V_j} = \frac{1}{0/8} \Rightarrow \rho_j = 800\frac{kg}{m^3}$$

از رابطه شناوری می‌توان نتیجه گرفت که در حالت شناور بودن یک جسم در یک شاره باید حاصل ρ_s / ρ_j بزرگ‌تر از یک باشد و گرنه شناوری رخ نمی‌دهد. شکل ۲ حالت‌های مختلف شناوری را نسبت به حجم فرورفته در شاره نشان می‌دهد. از شکل ۲ نتیجه می‌شود زمانی شناوری رخ می‌دهد که چگالی جسم از چگالی شاره کمتر باشد و در لحظه‌ای که برابر می‌شوند جسم از شناوری عبور می‌کند و در آستانه غوطه‌وری قرار می‌گیرد.



شکل ۲: حالات مختلف شناوری نسبت به حجم فرورفته

نسبت حجم جسم به حجم شاره جابه‌جاشده با نسبت چگالی شاره به چگالی جسم رابطه عکس دارد

۲.۱ غوطه‌وری

غوطه‌وری جسمی در یک شاره زمانی رخ می‌دهد که با قرار گرفتن آن جسم در سطح آزاد شاره، تمام حجم جسم در شاره فرو رود [۲]. پس در مورد حجم‌ها رابطه‌ای وجود ندارد. رابطه جدید، نسبت وزن جسم در داخل شاره به وزن جسم در بیرون شاره را در رابطه با نسبت چگالی شاره به چگالی جسم بیان می‌کند.

فرض کنیم جسمی در شاره غوطه‌ور شده باشد. وزن جسم در بیرون شاره برابر $W_\circ$ نیوتون و در داخل شاره و در حالت غوطه‌ور برابر W_a نیوتون باشد. در این صورت چون حجم شاره جابه‌جاشده با حجم جسم برابر است لذا:

$$W_a = W_\circ - M_s g \Rightarrow W_a = W_\circ - V_j \rho_s g$$

در نتیجه:

$$V_j = \frac{W_\circ - W_a}{\rho_s g}$$

با قرار دادن $V = \frac{M}{\rho}$ داریم:

$$\frac{M_j}{\rho_j} = \frac{W_\circ - W_a}{\rho_s g}$$

پس از تفکیک عامل‌ها:

$$\frac{\rho_s}{\rho j} = \frac{W_\circ - W_a}{M_{jg}} \Rightarrow \frac{\rho_s}{\rho j} = \frac{W_\circ - W_a}{W_\circ} = \frac{W_a}{W\circ}$$

در نتیجه رابطه غوطه‌وری حاصل می‌شود.

$$\frac{\rho_s}{\rho_j} = 1 - \frac{W_a}{W_\circ} \qquad \text{(غوطه‌وری)}$$

رابطه غوطه‌وری را این‌گونه می‌توان به یاد سپرد. اولاً در این رابطه نسبت چگالی‌ها با نسبت وزن جسم در بیرون و داخل شاره به همدیگر مرتبط می‌شود. ثانیاً هر دو کسر کمتر از یک هستند (این موضوع از تعریف غوطه‌وری حاصل می‌شود).[1] حتماً باید توجه کرد که کسرهای ρ_s / ρ_j در دو رابطه غوطه‌وری و شناوری را نباید با هم برابر گرفت؛ زیرا آن‌ها در دو حالت متفاوت و نامربوط به هم نوشته شده‌اند.

مثال ۱.۲. جسمی در هوا $40N$ و در حالت غوطه‌ور در آب $20N$ وزن دارد و در حالت غوطه‌ور در مایعی با چگالی نامعلوم $30N$ وزن دارد. چگالی مایع کدام است؟

۱) $1250\frac{kg}{m^3}$ ۲) $2000\frac{kg}{m^3}$ ۳) $8000\frac{kg}{m^3}$ ۴) $500\frac{kg}{m^3}$

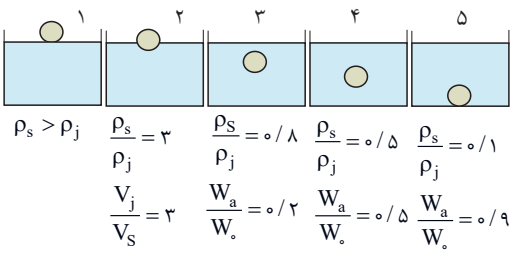
حل) با استفاده از رابطه‌غوطه‌وری:

$$\frac{\rho_s}{\rho_j} = 1 - \frac{W_a}{W_\circ} \Rightarrow \frac{1000}{\rho_j} = 1 - \frac{20}{40} \Rightarrow \rho_j = 2000\frac{kg}{m^3}$$

با استفاده مجدد از رابطه غوطه‌وری:

$$\frac{\rho_s}{\rho_j}=1-\frac{W_a}{W_\circ}\Rightarrow\frac{\rho_s}{2000}=1-\frac{3}{4}\Rightarrow\rho_s=500\frac{kg}{m^3}$$

با توجه به روابط شناوری و غوطه‌وری، مراحل مختلف جسم و شاره در حالت‌های مختلف، در شکل ۳ دیده می‌شود. واضح است هر چه نسبت $W_a / W_\circ$ به یک نزدیک شود آنگاه جسم غوطه‌ور به کف ظرف نزدیک‌تر خواهد بود.



▲ شکل ۳: از شناوری تا حالات مختلف غوطه‌وری

شرط غوطه‌وری این است که چگالی جسم از چگالی شاره بیشتر باشد. با نگاهی به جدول چگالی اجسام مختلف در کتاب دهم، در می‌یابیم که چگالی جیوه در بین مایعات از همه بیشتر است و جالب اینکه چگالی جیوه از چگالی آهن و مس نیز بیشتر است. همچنین چگالی آهن و مس از چگالی فولاد، که محکم‌تر از هر دو است، بیشتر است. به جمله جالب زیر می‌رسیم:

بیشتر بودن چگالی اجسام بیانگر مقاوم (سفت) بودن آن‌ها نیست.

درصد زیادی از دانش‌آموزان جمله بالا را در ابتدا اشتباه بیان می‌کنند و مقاوم بودن اجسام را نتیجه بیشتر بودن چگالی آن‌ها می‌دانند.

اما پاسخ دو پرسش مطرح‌شده در اول بحث چیست؟ در مورد اولی باید بگوییم در شکل ۱ حالت ۳ دارای نکته مهمی است و پاسخ پرسش نیز همین حالت است. این حالت انتهای شناوری و شروع غوطه‌وری است. بنا به رابطه شناوری باید چگالی شاره و چگالی جسم در این حالت برابر باشد و توجه داریم در این حالت بنابه رابطه غوطه‌وری، وزن جسم در داخل شاره صفر است. پاسخ پرسش دوم تمام موارد است. از رابطه غوطه‌وری درمی‌یابیم که زمانی اجسام داده‌شده در جیوه غوطه‌ور می‌شوند که چگالی آن‌ها از چگالی جیوه بیشتر باشد و با توجه به جدول چگالی اجسام همه موارد صحیح است.

مثال ۱.۳. جسمی به جرم kg ۲ را در شاره‌ای قرار می‌دهیم. چگالی جسم ۳ برابر چگالی شاره است. وزن جسم در درون شاره نسبت به وزن جسم در بیرون از شاره $(g=10\frac{N}{kg})$ چقدر کاهش می‌یابد؟

۱) $\frac{40}{3}N$ ۲) $\frac{20}{3}N$ ۳) $\frac{4}{3}N$ ۴) $\frac{2}{3}N$

حل) چون جسم غوطه‌ور است پس بنا به رابطه غوطه‌وری:

$$\frac{1}{3}=1-\frac{W_a}{W_\circ}\Rightarrow\frac{1}{3}=1-\frac{W_a}{20}\Rightarrow Wa=\frac{40}{3}N$$

پس کاهش وزن عبارت‌است از:

$$Wa-\frac{40}{3}=20-\frac{40}{3}=\frac{20}{3}N$$

۱.۳. چند تمرین برای پژوهش بیشتر

(۱) جسمی به وزن $W_\circ$ را درون شاره‌ای با چگالی ρ_2 می‌اندازیم. وزن جسم در داخل شاره ۴۰ درصد کاهش می‌یابد. اگر چگالی جسم ρ_1 باشد کدام گزینه درست است؟

۱) $\rho_1=\rho_2$ ۲) $\rho_1>\rho_2$ ۳) $\rho_2=0/4\rho_1$ ۴) $\rho_2=0/6\rho_1$

(۲) جسمی به چگالی $2\frac{kg}{m^3}$ را درون شاره‌ای به چگالی $3\frac{kg}{m^3}$ قرار می‌دهیم. اگر جرم شاره جابه‌جاشده ۳ برابر جرم جسم باشد آنگاه حجم جسم جابه‌جاشده چند برابر حجم جسم است؟

۱) ۲ برابر ۲) نصف ۳) ۱ برابر ۴) امکان‌پذیر نیست.

(۳) تکه‌ای چوب و جسمی سربی به جرم یک کیلوگرم در کاسه‌ای پر از آب قرار دارند. جسم ۱ کیلوگرم را به کمک سیمی نازک از آب بیرون می‌آوریم؛ در نتیجه سطح آب کمی پایین می‌رود. سپس جسم سربی را روی تکه چوب می‌گذاریم و مجموعه به حالت شناور باقی می‌ماند. با گذاشتن جسم سربی روی چوب:

الف) آب از کاسه سرریز می‌شود.

ب) سطح آب مانند حالت قبل درست به لبه کاسه می‌رسد.

پ) سطح آب دوباره بالا می‌رود اما به لبه کاسه نمی‌رسد.

ت) اطلاعات کافی برای تعیین آنچه اتفاق می‌افتد نداریم.

(۴) چگالی هوای مایع $1000\frac{kg}{m^3}$ است. اگر همه هوای داخل اتاقی به ابعاد $3m\times 7m\times 5m$ متراکم شود، چند لیتر هوای مایع جمع می‌شود؟

(چگالی هوا $1\frac{kg}{m^3}$ است)

۱) ۱۰۵ ۲) ۱۴۷ ۳) ۰/۱۴۷ ۴) ۰/ ۱۰۵

پی‌نوشت

۱. این فرمول دقیقاً شبیه فرمول مربوط به محاسبه رسوب در بحث انحلال‌پذیری در شیمی است.

منابع

۱. شورای برنامه‌ریزی و تألیف گروه فیزیک، فیزیک ۱ سازمان پژوهش و برنامه‌نویسی آموزشی، پایه دهم، دوره دوم متوسطه ـ ۱۱۰۲۱۴، چ دوم، ۱۳۹۶.

۲. فرانک. ج. بلت، **فیزیک پایه** (سیالات، حرارت و امواج)، ترجمه محمد خرمی، ج دوم، مؤسسه فرهنگی فاطمی، چ هشتم، ۱۳۸۲.

تحلیل محتوای فیزیک پایه یازدهم تجربی به روش ویلیام رومی

معصومه قربانی / دانشجوی کارشناسی ارشد آموزش فیزیک دانشگاه فرهنگیان شهید بهشتی مشهد
راحله صنعی شرق / هیئت علمی، پردیس شهید بهشتی مشهد

چکیده

محتوای کتاب درسی میزان فعالیت دانش‌آموز را مشخص می‌کند. طراحی محتوای کتاب باید متناسب با توانایی‌های یادگیرنده باشد. تحلیل محتوای کتاب فیزیک پایه یازدهم تجربی در پژوهش‌ها مغفول مانده است. از این رو هدف پژوهش حاضر، تحلیل محتوای متن، تصویرها و مسائل کتاب فیزیک پایه یازدهم سال ۱۳۹۶ براساس روش ویلیام رومی می‌باشد. روش مورد استفاده در این پژوهش تحلیل محتواست. جامعه آماری پژوهش، کتاب فیزیک پایه یازدهم بود. طبق نتایج تحقیق؛ ضریب درگیری متن ۰/۴۴ است که نشان می‌دهد متن کتاب فیزیک پایه یازدهم به شیوه فعالی نوشته شده است. ضریب درگیری تصویرها نیز ۰/۴۸ تعیین شد که نشان داد تصویرهای کتاب، دانش‌آموز را درگیر در یادگیری می‌کند، همچنین در بخش تحلیل شاخص فعالیت‌محور بودن کتاب، ضریب درگیری ۰/۷۷ شد که نشان می‌دهد کتاب فعالیت‌محور است.

کلیدواژه‌ها: تحلیل محتوا، روش ویلیام رومی، کتاب فیزیک پایه یازدهم

مقدمه

با نگاهی گذرا بر تحولات بشر، با رویکرد جامعه‌شناسی، غنای فرهنگ، تکامل و بالندگی انسان وام‌دار رکنی اساسی چون آموزش است. اگر آموزش در مفهوم وسیع و همه‌جانبه مورد توجه قرار گیرد، می‌توان آن را شامل کلیه تلاش‌های سازمان‌یافته و غیرسازمان‌یافته که موجب انتقال میراث علمی، فناوری و فرهنگی و اجتماعی یک جامعه از نسلی به نسل دیگر می‌گردد دانست. علاوه بر این، رسالت خطیر دیگر آموزش، فراهم‌سازی فرصت‌های رشد و شکوفایی استعدادها و خلاقیت‌های افراد جامعه به‌خصوص کودکان و نوجوانان است (میرزایی و همکاران، ۱۳۹۲).

امروزه با توجه به اینکه تغییر در همه جنبه‌های زندگی انسان به‌قدری سریع اتفاق می‌افتد که انسان را دائماً با مسائل جدید و متنوعی روبه‌رو می‌کند؛ و برای حل آن‌ها از آمادگی کافی برخوردار نیست، درواقع در دنیای جدید امروز افراد نیاز به تفکر دارند چون به افرادی که در جامعه جدید زندگی می‌کنند، آرا و نظرهای جدید و متفاوتی پیشنهاد می‌شود و این افراد باید از میان آن‌ها یکی را انتخاب کنند. درگذشته به‌ندرت فکر می‌شد که ممکن است بتوان افراد را متفکر و خلاق بار آورد، اما نتایج پژوهش‌ها نشان داد که تفکر مهارتی یادگرفتنی است و بنابراین می‌توان افراد را، با فراهم کردن شرایط تحت کنترل، متفکر و خلاق بار آورد (امیردهی و قاسمی، ۱۳۹۵)، به‌طوری که کلارک بیان می‌کند: برونر بر این باور است که به جای انتقال اطلاعات و حقایق به یادگیرندگان باید آن‌ها را در موقعیت‌هایی قرار دهیم که خودشان به کشف اطلاعات دست بزنند (شریعتمداری، ۱۳۸۶). با توجه به این مهم، تعلیم‌وتربیت هر کشور نقشی بسیار اساسی در پرورش این مهارت‌ها در افراد دارد. لازمه این امر پیش‌بینی فعالیت‌ها، برنامه‌ها و کتاب‌های درسی جدیدی است که بر مفاهیم و روش‌هایی تکیه می‌کنند که فراگیران را در کشف مفاهیم جدید و ارائه راه‌حل‌هایی بدیع برای مسائل زندگی راهنمایی می‌کند. در این راستا برنامه‌ریزان درسی نیز موظف‌اند که محتوای موضوع‌های درسی را به‌گونه‌ای مطلوب انتخاب و سازمان‌دهی کنند تا پاسخگوی نیازهای حال و آینده افراد و جامعه بشری باشد (سپندی، ۱۳۹۲).

موقعی دانش‌آموز به انواع تفکر می‌پردازد که با مشکل یا مسئله‌ای مواجه شود و نتواند آن را حل نماید؛ بنابراین در

تنظیم تجربه‌های یادگیری به‌منظور پرورش مهارت تفکر باید زمینه‌ای را ایجاد کرد که دانش‌آموز درگیر مسئله شود. به‌علاوه این مسائل نباید از نوع پرسش‌هایی باشند که بتوان بلافاصله پاسخ آن‌ها را از کتاب‌های درسی پیدا کرد؛ بلکه باید پاسخ به آن‌ها مستلزم ارتباط دادن واقعیت‌ها و ایده‌های مختلف به یکدیگر باشند؛ به همین منظور، بهتر است مسائلی در کتاب‌های درسی مطرح شوند که از محیط پیرامون، سرچشمه گرفته و به زندگی واقعی نیز مربوط باشند (کرمی و همکاران، ۱۳۹۰).

گنجاندن اطلاعات متعدد در کتاب‌های درسی، رویکرد حافظه‌پروری، یادگیری سطحی، محتوای غیرفعال، عدم توجه به کاربردی بودن مطالب کتاب‌های درسی و توجه بیش از حد به کسب نمره، همواره از مسائل عمده در نظام آموزش‌وپرورش کشور ما بوده‌اند. در نظام‌های آموزشی که هدف آن‌ها بالا بردن نمره‌های دانش‌آموزان است، آنچه که باید به آنان آموخته شود مورد غفلت قرار می‌گیرد. آتکین معتقد است اگر دانش‌آموزی در حفظ کردن واژه‌های علمی و فرمول‌ها موفق است، او پیشرفت می‌کند و در آزمون‌های ورودی دانشگاه پذیرفته می‌شود. چنین آموزشی برای ادامه تحصیل خوب است نه برای کسب آمادگی لازم در زندگی واقعی. همچنین به نقل از ویلیام اشمیت بیان می‌کنند «آنچه ما به دانش‌آموزان یاد می‌دهیم به وسعت یک کیلومتر اما به عمق یک سانتی‌متر است و معلمان هم بیشتر مایل‌اند اطلاعات را در کلاس‌ها تکرار کنند و کمتر به عمق یادگیری می‌اندیشند (کرمی و همکاران، ۱۳۹۰).

کتاب درسی به‌عنوان عاملی اولیه در فرایند یادگیری دانش‌آموزان، نقشی فراگیر و پیوسته دارد؛ چگونگی تألیف و تدوین محتوای آن می‌تواند دغدغه روش آموزش مبتنی بر فعالیت فراگیر با محوریت دانش‌آموز در فرایند یادگیری را مرتفع کند یا به عاملی بی‌اثر در یادگیری تبدیل شود (در اینجا منظور از محتوای آموزشی یا کتاب درسی هرگونه پیام کتبی، اعم از تصویری و نوشتاری و یا ترکیبی از آن‌هاست که به‌طور مستقیم و غیرمستقیم بر ذهن، افکار، ارزش‌ها و مهارت‌های مخاطب تأثیر می‌گذارد. بدیهی است در این برداشت، محتوای آموزشی دربرگیرندهٔ طیف گسترده‌ای از مطالب و موضوع‌های یادگیری و به شکل‌های متنوع نوشتاری، تصویری و شنیداری است. به‌عنوان یکی از مهم‌ترین ابعاد محتوای آموزشی، می‌توان به بحث مطالعه و تحلیل متون و محتوای آموزشی و به‌طور ویژه‌تر «کتاب درسی» اشاره کرد چرا که باید دانش‌آموزان را به اهدافی که مدنظر است و شورای عالی برای آن مدون کرده است، برسانند (نیک‌نفس و علی‌آبادی، ۱۳۹۲).

از طریق تحلیل محتوا است که می‌توان به ویژگی‌های یک کتاب درسی پی برد و ضعف‌ها را در محتوای کتاب‌های درسی شناسایی و معرفی کرد. از سوی دیگر، با توجه به اینکه نظام آموزش‌وپرورش ایران از نوع متمرکز است، اغلب وقت کلاس به کتاب درسی اختصاص پیدا می‌کند و همه آموخته‌های دانش‌آموزان براساس کتاب درسی سنجیده می‌شود؛ پس در کشور ما به لحاظ اهمیت و جایگاه کتاب درسی، تحلیل محتوا ضرورت بیشتری پیدا می‌کند (موسی‌پور، ۱۳۹۶).

در کتاب فیزیک پایه یازدهم و روش‌های آموزش آن، تأکید اساسی بر روش‌هایی است که در آن‌ها دانش‌آموز نقش فعالی دارد. در این روش‌ها نقش اصلی در فرایند یادگیری به عهده دانش‌آموز است و اوست که این فرایند را به پیش می‌برد؛ بنابراین، سایر عوامل مانند محتوای آموزشی، تجهیزات و ابزارهای آموزشی و اقدامات معلم، همگی در ارتباط با دانش‌آموز معنی و مفهوم پیدا می‌کنند. معلم در این روش‌ها نقش جهت‌دهنده و سازمان‌دهنده را دارد و می‌کوشد تا فعالیت‌های دانش‌آموزان را با هدایت خود به انجام رساند. در برنامه‌های آموزشی جدید، استفاده از روش‌های تدریس مبتنی بر فرایند حل مسئله و مهارت‌های تفکر نسبت به گذشته اهمیت بیشتری یافته است. براساس این دیدگاه، برنامه‌ریزان در محتوای برنامه درسی به طرح موقعیت‌های حل مسئله می‌پردازند. در این موقعیت‌ها دانش‌آموزان راهنمایی می‌شوند تا در مسیر حل مسئله، به دانش‌ها، مهارت‌ها و نگرش‌های تازه دست یابند. همچنین در اجرای برنامه‌های درسی جدید، از معلم خواسته می‌شود تا تدریس خود را به شیوه گروهی سازمان‌دهی کند، به نحوی که خود نیز به‌عنوان عضوی از گروه دانش‌آموزان درآید. در این روش‌ها بر تعامل میان معلم و دانش‌آموزان و دانش‌آموزان با یکدیگر بیش از حد تأکید می‌شود، زیرا تجربه نشان داده است که تعامل و تبادل تجربه‌های دانش‌آموزان با یکدیگر نقش عمده‌ای در یادگیری آنان دارد. افزون بر این، فعالیت‌های گروهی موجب توسعه مهارت‌های اجتماعی از قبیل احترام به حقوق دیگران، همکاری گروهی، حق و مسئولیت قائل شدن برای دیگران، مشارکت در تصمیم‌گیری‌های گروهی و ... در دانش‌آموزان می‌شود.

لذا با توجه به اهمیت کتاب درسی در بارور ساختن قدرت تفکر در یادگیرنده و تأکید صاحب‌نظران بسیاری از جمله پیاژه، برونر، دیویی، جوناسن و همچنین نظریه‌های یادگیری عصر حاضر مانند شناخت‌گرایی و ساخت‌گرایی در مورد فعال بودن دانش‌آموز در حین آموزش از یک‌سو؛ و نقش اساسی تحلیل محتوا در بهبود کتاب‌ها از سوی دیگر و کمبود پژوهش در زمینه تحلیل محتوای کتاب فیزیک پایه یازدهم، بر آن شدیم تا تحلیلی در این باره انجام دهیم. هدف این پژوهش، بررسی میزان توجه به جنبه‌های فعال

در کتاب فیزیک پایه یازدهم و روش‌های آموزش آن، تأکید اساسی بر روش‌هایی است که در آن‌ها دانش‌آموز نقش فعالی دارد. در این روش‌ها نقش اصلی در فرایند یادگیری به عهده دانش‌آموز است

و غیرفعال کتاب فیزیک پایه یازدهم تجربی براساس روش ویلیام رومی است.

پیشینه تحقیق

کرمی و همکاران (۱۳۹۲) پژوهشی با هدف، تحلیل محتوای متن و تصویرها کتاب ریاضی ۱ پایه اول متوسطه سال ۱۳۹۱ براساس روش ویلیام رومی و همچنین تحلیل بخش‌های تمرین در کلاس، فعالیت و مسائل درس براساس حیطه شناختی بلوم انجام داده‌اند. جامعه آماری پژوهش، کتاب ریاضی اول متوسطه سال ۱۳۹۱ بود. یافته‌ها بیانگر آن بود که ضریب درگیری متن، ۰/۵۳ است که نشان می‌دهد متن کتاب ریاضی ۱ اول متوسطه به شیوه فعالی نوشته شده است. ضریب درگیری تصویرها نیز ۱/۲ تعیین شد که نشان داد تصویرها کتاب، دانش‌آموز را درگیر در یادگیری می‌کند. همچنین در بخش تحلیل شاخص فعالیت‌محور بودن کتاب، ضریب درگیری، ۰/۷۵ تعیین شد که نشان می‌دهد کتاب، فعالیت‌محور است. در بخش تحلیلی، براساس حیطه شناختی بلوم، مشخص شد که ۸۱ درصد تمرین‌ها، فعالیت‌ها و مسائل کتاب در سطح درک و فهم است.

میرزایی و مهنانی (۱۳۹۲) به تحلیل محتوای متن، تصویرها و پرسش‌های فصل‌های سوم و چهارم کتاب شیمی ۲ و آزمایشگاه سال ۱۳۹۱، براساس روش ویلیام رومی پرداخته‌اند. نتایج نشان داد، ضریب درگیری متن، تصویرها و پرسش‌ها برای فصل سوم به ترتیب ۰/۰۸، ۰/۰۲۵، برای فصل چهارم به ترتیب، ۰/۱۲۳، ۰/۱۱ و شاخص درگیری فعالیت‌محور بودن فصل‌های سوم و چهارم ۰/۱۳۳ بدست آمد که نمایانگر غیرفعال بودن محتوای این فصل‌ها در بخش متن، تصویرها و پرسش‌هاست.

این پژوهش بر آن است تا میزان فعال و غیرفعال بودن کتاب فیزیک یازدهم و نیز میزان درگیری دانش‌آموزان را نسبت به متن، پرسش‌ها و تصویرها بررسی کند تا برنامه‌ریزان و مؤلفان کتاب‌های درسی از یافته‌ها و نتایج این پژوهش، در هنگام تدوین، گزینش و انتخاب محتوای کتاب‌های درسی، دقت بیشتر کرده تا ضمن تسهیل یادگیری، زمینه پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان را فراهم آورند.

پرسش‌های پژوهش

- میزان به‌کارگیری شیوه ارائه فعال در متن کتاب درسی فیزیک پایه یازدهم تجربی تا چه حد است؟
- میزان به‌کارگیری شیوه ارائه فعال در تصویرهای کتاب درسی فیزیک پایه یازدهم تجربی تا چه حد است؟
- میزان به‌کارگیری شیوه ارائه فعال در پرسش‌های کتاب درسی فیزیک پایه یازدهم تجربی تا چه حد است؟

روش پژوهش

روش گردآوری اطلاعات روش تحلیل محتواست. تحلیل محتوا یک روش منظم برای توصیف عینی و کمی محتوای کتاب‌ها و متون برنامه درسی و یا مقایسه پیام‌ها و ساختار محتوا با اهداف برنامه درسی است (یارمحمدیان، ۱۳۸۱). در روش تحلیل محتوا، سعی می‌شود اطلاعات کیفی به داده‌های کمی تبدیل و سپس تجزیه و تحلیل شود. روش‌های گوناگونی برای تحلیل محتوای کتاب‌های درسی با توجه به نوع و هدف تحلیل وجود دارد که در این پژوهش از فرمول ویلیام رومی برای این کتاب استفاده می‌شود. این پژوهش به‌صورت تحلیلی (روش تحلیل محتوا) انجام شد. جامعهٔ آماری این پژوهش، کتاب درسی فیزیک پایه یازدهم تجربی سال ۱۳۹۶ است که مؤلفه‌های متن، پرسش و تصویرهای کتاب مورد تحلیل قرار گرفته است. در نتیجه تحلیل مشتمل بر مقوله‌هایی است که برخی از آن‌ها به متن، پرسش‌ها و تصویرهای فعال و برخی مقوله‌ها به متن، پرسش‌ها و تصویرها غیرفعال مربوط می‌شوند و هدف از کاربرد این روش در تحلیل محتوا آن است که دریابیم مقوله‌های یادشده تا چه حدی می‌تواند یادگیرنده را نسبت به فراگیری «متن» و درگیر کردن با «پرسش‌ها» و «تصویرها» جذب نماید و ضریب درگیری دانش‌آموزان با آن تا چه حد است؟ به این منظور باید از واحد تحلیل که اساس پژوهش و معیار اندازه‌گیری یافته‌ها را فراهم می‌کند، کمک گرفت. به‌عبارتی، مهم‌ترین رکن تحلیل محتوا، واحد تحلیل است. آن واحدی که از یک‌سو محتوای مورد بررسی را به عناصر مجزا تقسیم می‌کند و از سوی دیگر نیز اساس توصیف و تحلیل یافته‌ها را فراهم می‌سازد. داده‌ها و اطلاعات از ارزش‌های مناسب آمار توصیفی مانند فراوانی و نیز محاسبه ضریب درگیری برای متن، فعالیت‌ها و تصویرها استفاده شده است (امیردهی و قاسمی، ۱۳۹۵).

در این پژوهش، براساس روش ویلیام رومی، واحد تحلیل در بخش تحلیل متن، متن و جمله، در بخش تحلیل تصویرها و اشکال نیز واحد تحلیل، تصویر و در بخش فعالیت‌محور بودن کتاب، واحد تحلیل، پرسش‌های کتاب است. ویلیام رومی برای ارزشیابی متن، حداقل صفحه‌های انتخاب شده را ۱۰ صفحه تعیین کرده است؛ همچنین برای ارزشیابی تصویرها حداقل ۱۰ تصویر از کل کتاب و به‌منظور تعیین شاخص میزان فعالیت‌های کتاب نیز حداقل ۱۰ صفحه از کل کتاب را پیشنهاد داده است.نمونه انتخاب شده در بخش تحلیل متن کتاب، ۲۵ صفحه از کتاب و در بخش تصویرها نیز از کل کتاب ۱۷ تصویر و در بخش تحلیل پرسش‌ها و فعالیت‌ها نیز ۱۷ صفحه به‌صورت تصادفی انتخاب شد و تعداد فعالیت‌ها و پرسش‌ها شمرده شد.

به‌منظور تجزیه و تحلیل اطلاعات در روش ویلیام رومی از فرمول ارائه شده ویلیام رومی، استفاده و کدگذاری شده است.

روش گردآوری اطلاعات روش تحلیل محتواست. تحلیل محتوا یک روش منظم برای توصیف عینی و کمی محتوای کتاب‌ها و متون برنامه درسی و یا مقایسه پیام‌ها و ساختار محتوا با اهداف برنامه درسی است

یافته‌های پژوهش

آیا متن کتاب درسی فیزیک پایه یازدهم تجربی براساس روش ویلیام رومی به شیوه فعالی نوشته شده است؟

براساس یافته‌های جدول شماره ۱، متن ۲۵ صفحه از کتاب فیزیک پایه یازدهم براساس موارد مربوط به مقوله‌های فعال و غیرفعال تحلیل شد. نتایج به‌دست آمده نشان داد که از مجموع جمله‌های مورد تحلیل در کتاب فیزیک پایه یازدهم تجربی، ۹۴ جمله در مقوله غیرفعال و ۴۲ جمله در مقوله فعال قرار گرفت که از تقسیم جمع شاخص‌های تشکیل‌دهنده مقوله فعال بر جمع شاخص‌های تشکیل دهنده مقوله غیرفعال، ضریب درگیری برای متن کتاب (۰/۴۴) به‌دست آمده؛ این ضریب نشان می‌دهد کتاب فیزیک پایه یازدهم به شیوه فعالی نوشته شده است و میزان درگیری با متن، در محدوده مورد انتظار است اگرچه ضریب بسیار پایین است.

ـ آیا تصویرهای کتاب درسی فیزیک پایه یازدهم براساس روش ویلیام رومی، دانش‌آموزان را درگیر می‌کند؟

جدول ۱ فراوانی توزیع جملات کتاب براساس فرمول ویلیام رومی

شماره صفحه	A	B	C	D	E	F	G	H
۴	۳	۲	۲	۱	۰	۱	۰	۲
۶	۲	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۰
۹	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۲
۱۳	۲	۰	۰	۲	۰	۰	۰	۲
۱۶	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۱	۱
۲۵	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۰
۳۲	۳	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۱
۳۷	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۳	۳
۴۳	۳	۴	۱	۰	۰	۰	۰	۰
۴۸	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰
۵۴	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰
۵۷	۲	۲	۰	۱	۰	۰	۰	۱
۶۶	۲	۱	۲	۰	۰	۰	۱	۱
۷۱	۲	۰	۲	۰	۰	۰	۰	۰
۷۳	۲	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۴
۷۷	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۲	۰
۸۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰
۸۶	۳	۰	۴	۰	۰	۰	۰	۰
۸۷	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۲	۰
۹۰	۰	۰	۰	۱	۳	۰	۰	۲
۹۲	۴	۰	۰	۰	۳	۰	۰	۰
۹۳	۱	۱	۳	۰	۰	۰	۱	۰
۹۶	۳	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰
۹۷	۱	۰	۳	۰	۰	۰	۰	۰
جمع کل	۴۰	۱۹	۲۵	۱۰	۸	۲	۱۳	۱۹
ضریب درگیری	۴۲/۹۴ = ۰/۴۴							

جدول ۲ فراوانی توزیع تصویرهای کتاب براساس فرمول ویلیام رومی

شماره صفحه	A	B	C	D
۱۵	۲	۱	۰	۰
۱۷	۶	۰	۰	۰
۲۶	۲	۱	۰	۰
۲۸	۵	۰	۰	۰
۳۶	۶	۱	۰	۰
۴۱	۱	۰	۰	۱
۴۷	۷	۰	۰	۰
۶۲	۲	۰	۱	۰
۶۶	۳	۱	۰	۰
۶۷	۲	۳	۰	۰
۷۴	۲	۲	۰	۰
۷۸	۱	۳	۰	۰
۸۰	۵	۳	۰	۰
۹۲	۲	۳	۰	۰
۹۴	۱	۰	۰	۱
۹۸	۳	۰	۰	۰
۱۰۱	۰	۶	۰	۰
جمع کل	۵۰	۲۴	۲	۲
ضریب درگیری	۲۴/۵۰ = ۰/۴۸			

از تقسیم جمع شاخص‌های تشکیل‌دهنده مقوله فعال بر جمع شاخص‌های تشکیل دهنده مقوله غیرفعال، ضریب درگیری برای متن کتاب (۰/۴۴) به‌دست آمده؛ این ضریب نشان می‌دهد کتاب فیزیک پایه یازدهم به شیوه فعالی نوشته شده است و میزان درگیری با متن، در محدوده مورد انتظار است

براساس یافته‌های جدول شماره ۲، تعداد تصویرهای فعال کتاب در صفحات مورد بررسی، ۲۴ مورد و تعداد تصویرهای غیرفعال ۵۰ مورد است. براساس فرمول تعیین ضریب درگیری در الگوی ویلیام رومی، تعداد مقوله‌های فعال تصویرها بر تعداد مقوله‌های غیرفعال تقسیم شد و ضریب درگیری محاسبه شد که ضریب درگیری به‌دست آمده بین ۰/۴ و ۱/۵ بود؛ این ضریب (۰/۴۸) نشان می‌دهد که تصویرهای کتاب فیزیک پایه یازدهم متوسطه به شیوه فعالی تنظیم شده ولی میزان درگیری با تصویرها، چندان بالا نیست.

ـ پرسش‌های کتاب فیزیک پایه یازدهم به چه میزانی براساس روش ویلیام رومی، دانش‌آموزان را به‌صورت فعال درگیر می‌کند؟

جدول ۳ فراوانی توزیع پرسش‌های کتاب براساس فرمول ویلیام رومی

شماره صفحه	A	B	C	D
۱۵	۱	۱	۰	۰
۲۱	۰	۲	۰	۰
۳۵	۴	۳	۲	۴
۶۸	۱	۱	۰	۱
۷۳	۰	۱	۰	۴
۷۵	۱	۲	۰	۱
۷۸	۰	۴	۰	۱
۱۰۰	۰	۳	۲	۱
۱۰۲	۰	۳	۱	۳
۹۹	۰	۰	۰	۲
۹۲	۲	۲	۰	۰
۹۰	۰	۱	۲	۲
۸۸	۰	۳	۰	۱
۶۸	۱	۲	۰	۰
۶۳	۲	۲	۱	۴
۹۸	۱	۰	۰	۱
۸۳	۱	۰	۰	۱
جمع کل	۱۴	۳۰	۸	۲۶
ضریب درگیری	۳۴/۴۴ = ۰/۷۷			

برای تعیین فعالیت‌محور بودن کتاب، سؤال‌ها و فعالیت‌های ۱۷ صفحه براساس موارد مربوط به مقوله‌های فعال و غیرفعال تحلیل شد. یافته‌های جدول شماره ۳ نشان می‌دهد که ضریب درگیری به‌دست آمده ۰/۷۷ است که تعیین می‌کند کتاب فیزیک پایه یازدهم فعالیت‌محور است.

بحث و نتیجه‌گیری

یادگیری مؤثر مهم‌ترین هدف همه فعالیت‌های آموزشی است و کتاب‌ها نقش مهمی در برآوردن این هدف دارند. به گفته کایا (Kaya) کتاب‌ها همچنین نقش مهمی در تعیین روند آموزشی و فعالیت‌های یادگیری که در کلاس انجام می‌شود، دارند؛ و به بیان اکمن کتاب‌ها فقط اطلاعات را فراهم نمی‌کنند، بلکه در توسعه تصورها و توانایی‌های ذهنی، هوشی، روش‌های مطالعه و مهارت‌ها نقش دارند؛ کتاب‌ها اگر خوب تهیه شوند به معلمان کمک می‌کنند، در تدریس از زمان به‌طور مؤثرتری استفاده کنند و به‌طور بهتری شاگردان را در رسیدن به نتایج کمک کنند؛ همچنین اگر کتاب‌ها به دقت تهیه نشوند شرح‌ها و شکل‌های داخل کتاب ممکن است تصورها و برداشت‌های غلطی را در ذهن دانش‌آموزان به وجود آورد و این برداشت‌های غلط در ذهن معمولاً پایدار هستند و به‌آسانی قابل تغییر نیستند و شناخت آن‌ها به‌وسیله معلم نیز کار آسانی نیست و این تصورهای غلط اثر منفی بر یادگیری‌های بعدی می‌گذارد (ساری‌خانی، ۱۳۸۸).

پیشرفت دانش و فناوری و تغییر پیوسته چهره جهان از یک‌سو و اهمیت روزافزون علوم در زندگی انسان از سوی دیگر، سبب شده تا آموزش مناسب و اثربخش آن در برنامه‌های درسی مدارس به‌عنوان یکی از حوزه‌های فعال از اهمیت بسزایی برخوردار گردد. در سال‌های اخیر تأکید اساسی بر روش‌هایی بوده که یادگیرنده در آن‌ها نقشی فعال داشته باشد. برای دستیابی به این روش‌ها، فراگیری اصول و روش‌های علمی ضروری به‌نظر می‌رسد. پرورش مهارت‌های یادگیری، فراگیران را در پیمودن مراحل روش علمی تواناتر می‌سازد. لذا در این پژوهش سعی شده است کتاب فیزیک پایه دهم تجربی بر مبنای الگوی ویلیام رومی مورد بررسی قرار گیرد.

با توجه به جدول شماره ۱، ضریب درگیری متن کتاب ۰/۴۴ تعیین شد که بین ۰/۴ و ۱/۵ قرار دارد؛ پس براساس تفسیر نتایج در الگوی رومی می‌توان نتیجه گرفت که کتاب، فراگیران را درگیر در یادگیری می‌کند و متن کتاب به روش فعالی نوشته شده است؛ هرچه قدر ضریب درگیری بالاتر و به ۱/۵ نزدیک‌تر باشد، میزان درگیری دانش‌آموز با

پیشرفت دانش و فناوری و تغییر پیوسته چهره جهان از یک‌سو و اهمیت روزافزون علوم در زندگی انسان از سوی دیگر، سبب شده تا آموزش مناسب و اثربخش آن در برنامه‌های درسی مدارس به‌عنوان یکی از حوزه‌های فعال از اهمیت بسزایی برخوردار گردد

کتاب، بیشتر و محتوای مورد نظر، فعال‌تر است. با تحلیل محتوای متن کتاب فیزیک پایه یازدهم متوجه شدیم که یکی از دلایل ضریب درگیری پایین متن کتاب، این است که حقایق و مفاهیم زیادی در متن، ارائه شده و در بیان این حقایق و مفاهیم از روش‌های انتقال مستقیم استفاده شده است که تعداد مقوله‌های غیرفعال متن را افزایش داده، باعث پایین آمدن ضریب درگیری شده است؛ پس به‌منظور افزایش ضریب درگیری با متن، لازم است از حجم حقایق و مفاهیم کتاب، کاسته و جهت ارائه آن‌ها از روش‌های فعال استفاده شود؛ زیرا اگر کتاب، فعالیت‌محور ولی حجم حقایق و مفاهیم مطرح شده در آن زیاد باشد، ضریب درگیری با متن، کاهش پیدا می‌کند. نتایج این تحقیق همسو با یافته تحقیق؛ ساری‌خانی، ۱۳۸۸ بوده است.

با توجه به جدول شماره ۲، ضریب درگیری تصویرهای کتاب، ۰/۴۸ است. پس براساس تفسیر نتایج در الگوی رومی می‌توان نتیجه گرفت که تصویرهای کتاب می‌تواند فراگیران را درگیر در یادگیری کند. مناسب بودن ضریب درگیری تصویرهای کتاب فیزیک به این دلیل است که اکثر تصویرها مورد استفاده در کتاب، نیاز به درگیری ذهنی داشته، به‌منظور انجام فعالیت در کتاب درسی، گنجانده شده‌اند. پس نتیجه می‌گیریم تصویرها نیز نقش مهمی در کتاب‌های درسی دارند و لازم است مؤلفان کتاب‌های درسی از تصویرها فقط برای انتقال اطلاعات استفاده نکنند و به‌منظور درگیر کردن دانش‌آموزان در یادگیری، تصویرهایی را در کتاب‌ها قرار دهند که دانش‌آموزان را درگیر در یادگیری کند. این نتیجه، اهمیت تصویرها در کتاب‌های درسی را برای معلمان هم آشکار می‌سازد و این نکته را بیان می‌کند که باید در تدریس به تصویرها و نقش آن‌ها در یادگیری فعال، توجه خاصی داشته باشند. این یافته، مطابق با نتایج پژوهش‌های انجام شده در این زمینه از جمله (ساری‌خانی، ۱۳۸۸؛ علیزاده و همکاران، ۱۳۹۴) می‌باشد.

براساس جدول شماره ۳، ضریب درگیری کتاب از نظر فعالیت‌ها و پرسش‌ها، ۰/۷۷ است که براساس تفسیر الگوی رومی می‌توان نتیجه گرفت که کتاب به‌طور کلی، فعالیت‌محور است. فعالیت‌محور بودن کتاب فیزیک پایه یازدهم دلیل بر این است که تعداد فعالیت‌های پیش‌بینی شده در نمونه مورد بررسی نسبت به حجم کل نمونه، مناسب بوده است و جهت افزایش ضریب درگیری، لازم است فعالیت‌های بیشتری در کتاب گنجانده و در عین حال از حجم مطالب ارائه شده هم کاسته شود. با کاستن از حجم مطالب و افزایش فعالیت‌هایی که دانش‌آموز برای پاسخ به آن‌ها باید از آموخته‌های خود در درس جدید و یاری طلبیدن از آموخته‌های گذشته، برای نتیجه‌گیری در مورد مسائل جدید استفاده کند، زیرا این نگرش در طرح پرسش، می‌تواند دانش‌آموز را در استفاده از ظرفیت‌های ذهنی خویش و محک زدن کیفیت آموخته‌های گذشته و دانشی که به دوش می‌کشد، یاری کند.

با توجه به یافته‌های حاصل باید به این مسئله توجه داشته باشیم که اگر محتوای برنامهٔ درسی باید به‌گونه‌ای ارائه شود که یادگیرنده را با محتوای داده شده درگیر سازد؛ یعنی اولاً سعی کند یادگیرنده را به استفاده از تجربه‌های قبلی خود ترغیب کند و ثانیاً او را به تجزیه و تحلیل مطالب هدایت کند، در این صورت در وی قدرت تفکر و تعقل را پرورش خواهد داد، زیرا یادگیرنده را به معنای دقیق کلمه به تجربه کردن وا می‌دارد و فعالیت‌هایی را در وی بر خواهد انگیخت. در مقابل، هرگاه اطلاعات و معلومات جدید به شکلی مشخص و کاملاً آماده در اختیار یادگیرنده قرار گیرند، به حفظ کردن آن‌ها قناعت خواهد کرد و چون موقعیتی برای فعالیت و تجربه کردن فراهم نیاید، مطالب کاملاً به‌صورت سطحی در ذهن یادگیرنده جای خواهند گرفت. در چنین حالتی نه‌تنها آموخته‌های فرد او را در تفکر کمک نمی‌کند، بلکه حتی فرد امکان استفاده صحیح از آن‌ها را نیز نخواهد داشت، زیرا آموخته‌های جدید در صورتی می‌توانند به‌خوبی در آینده، مورد استفادهٔ فرد واقع شوند که دارای یک ساخت باشند و این ساخت زمانی حاصل می‌شود که فرد در جریان یادگیری فعالانه دخالت داشته باشد تا آنچه را که آموخته است با آنچه را که می‌آموزد در هم بیامیزد و از آن‌ها به ساخت معنا و تجربه جدید برسد.

براساس تفسیر نتایج در الگوی رومی می‌توان نتیجه گرفت که تصویرهای کتاب می‌تواند فراگیران را درگیر در یادگیری کند

پیشنهادها

- قرار دادن فعالیت‌هایی در متن، که بتواند قوهٔ پرسشگری دانش‌آموز را برانگیزد و فراگیر به‌صورت خودکار وقتی در موقعیت مسئله‌ای قرار بگیرد، موقعیت را حلاجی کند و در راه یافتن پاسخ به تولید علم نائل شود.
- به پژوهشگران و معلمان، پیشنهاد می‌شود تا در تحلیل‌های بعدی به‌منظور تعیین ضریب درگیری، کل کتاب فیزیک پایه یازدهم را بررسی کنند.
- پژوهشگران، با استفاده از روش‌های گوناگون تحلیل، سعی در برطرف کردن مشکلات موجود کنند تا سرانجام بتوانند متن، پرسش‌ها و تصویرهایی را برگزینند که در فعال کردن ذهن و فکر دانش‌آموزان مؤثر واقع شوند.

منبع

به علت کثرت مراجع از آوردن آن‌ها خودداری شده است. این مراجع در آرشیو مجلهٔ رشد موجود است.

نقد و بررسی سؤالات فیزیک کنکور سراسری نظام جدید

احمد احمدی و محمدرضا شریف‌زاده

اعضای شورای برنامه‌ریزی گروه فیزیک حوزهٔ علوم‌تجربی سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

اشاره

هر سال کنکور سراسری به منظور گزینش دانشجو برای ادامهٔ تحصیل در دانشگاه‌ها برگزار می‌شود. سؤالات کنکور روی نحوهٔ آموزش، نگاه به آموزش، ارزشیابی کلاس درس، برنامه‌ریزی درس خواندن دانش‌آموزان، انتخاب مدرسه، معلم و ... تأثیر زیادی دارد که در بسیاری از موارد این تأثیر، اهداف آموزشی را به بیراهه می‌کشاند و مانع از رسیدن دانش‌آموزان به اهداف قصدشده و شایستگی‌های موردنظر در نظام تعلیم‌وتربیت رسمی کشور می‌شود. در بهترین شرایط، دانش‌آموزان فقط در حوزه دانش و سه سطح دانش، کاربرد و استدلال با هم رقابت می‌کنند و چون هدف تقریباً همهٔ دانش‌آموزان ورود به رشتهٔ موردنظر در دانشگاه موردعلاقهٔ خود است، تمام هدف‌های مهارتی، نگرشی، تربیتی و ... گم می‌شود. البته کنکور سبب یک رقابت علمی فردی نیز می‌شود که اگرچه دانش‌آموزان را از کسب مهارت در کارهای گروهی و اجتماعی دور می‌کند. تلاش آن‌ها را برای یادگیری درس افزایش می‌دهد. بنابراین سؤالات کنکور از حساسیت و اهمیت خاصی برخوردار است و باید حداکثر تطابق را با برنامهٔ درسی (از جمله کتاب‌های درسی) داشته باشد.

کلیدواژه‌ها: کنکور، برنامهٔ درسی، کتاب‌های درسی، بستهٔ آموزشی، ارقام بامعنا، پوشش یکنواخت، رویکرد آموزشی، محدودیت‌های آموزشی، حدود پیشروی آموزش، محدودهٔ بحث، اصطلاحات و نمادها، خطاها و لغزش‌های علمی

با توجه به مطالب بیان‌شده در مقدمهٔ بالا، گروه فیزیک حوزهٔ تربیت و یادگیری علوم سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، بر اساس وظایف سازمانی و ملی خود، که برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی و بقیهٔ بستهٔ آموزشی است، و نیز به منظور اشاعهٔ برنامه درسی و مراقبت از آن، مطالبهٔ خود را در طراحی سؤالات فیزیک کنکور سراسری سال ۱۳۹۸ رشته‌های علوم‌تجربی و ریاضی‌فیزیک در زمستان ۱۳۹۷ برای سازمان سنجش به شرح ذیل ارسال نموده است:

توصیه‌های گروه فیزیک حوزهٔ تربیت و یادگیری علوم سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، به سازمان سنجش آموزش کشور در طراحی سؤالات کنکور ۱۳۹۸

منابع سؤالات کنکور درس فیزیک:

الف) منبع سؤالات کنکور درس فیزیک برای رشتهٔ ریاضی‌فیزیک:

۱) کتاب فیزیک ۱/ رشتهٔ ریاضی‌فیزیک با کد ۱۱۰۲۰۹ سال ۱۳۹۵

۲) کتاب فیزیک ۲/ رشتهٔ ریاضی‌فیزیک با کد ۱۱۱۲۰۹ سال ۱۳۹۶

۳) کتاب فیزیک ۳/ رشتهٔ ریاضی‌فیزیک با کد ۱۱۲۲۰۹ سال ۱۳۹۷

ب) منبع سؤالات کنکور درس فیزیک برای رشتهٔ علوم‌تجربی:

۱) کتاب فیزیک ۱/ رشتهٔ علوم‌تجربی با کد ۱۱۰۲۱۴ سال ۱۳۹۵

۲) کتاب فیزیک ۲/ رشتهٔ علوم‌تجربی با کد ۱۱۱۲۴۴ سال ۱۳۹۶

۳) کتاب فیزیک ۳/ رشتهٔ علوم‌تجربی با کد ۱۱۲۲۴۴ سال ۱۳۹۷

مواردی که باید در طراحی سؤالات کنکور کتاب‌های جدید فیزیک لحاظ شود:

الف) کلیهٔ سؤالات بر اساس کتاب‌های درسی جدید که مبتنی بر برنامهٔ درسی ملی طراحی و تألیف شده‌اند، طراحی شود، به‌طوری‌که جدید و نو بودن سؤالات بر اساس رویکردها و محتوای کتاب‌های جدید کاملاً مشهود باشد. بدیهی است، انحراف از اهداف و رویکرد کتاب‌های درسی در طراحی سؤالات کنکور، راه را بر انحراف وسیع و ارائه مطالب غیرمرتبط با برنامهٔ درسی باز می‌کند و دبیران، دانش‌آموزان و خانواده‌های آن‌ها را دچار تشویش و نگرانی خواهد کرد.

ب) از تاریخ علم‌ها، پانویس‌ها، خوب است بدانیدها، نتیجهٔ فعالیت‌های تحقیقی[۱]، جدول‌ها، پیوست‌ها، واژه‌نامه‌ها و اطلاعات

و داده‌های ریز و جزئی تصاویر، که دور از هدف اصلی تصویرند، و نیز داده‌های مندرج در برخی از پرسش‌ها و مسائل که به ذهن سپردن آن‌ها ضرورتی ندارد، سؤالی طراحی نشود.

پ) در بسیاری از قسمت‌های کتاب‌های نونگاشت فیزیک، محدودیت‌هایی در آموزش و ارزشیابی بیان شده است که در طراحی سؤالات باید به کلیهٔ این محدودیت‌ها توجه کرد. مثلاً در کتاب فیزیک۳ رشتهٔ ریاضی‌فیزیک، صفحهٔ ۲۲ نوشته شده:

«در این کتاب تنها سقوط آزاد بدون سرعت اولیه بررسی می‌شود.»

یعنی طراحی سؤال از سایر حالت‌های سقوط آزاد در بحث حرکت، متناسب با آموزش داده‌شده به دانش‌آموز نیست. یا مثلاً در صفحه ۳۴ کتاب فیزیک ۳ نوشته شده است:

«بررسی حالت‌هایی که نیروها هم‌راستا یا عمود بر هم نیستند خارج از برنامهٔ درسی این کتاب است و نباید مورد ارزشیابی قرار گیرد.»

بنابراین کلیهٔ حالت‌هایی که در آن‌ها نیاز به تجزیهٔ بردار است، کنار گذاشته می‌شود و یا در فیزیک۲ رشتهٔ ریاضی‌فیزیک، صفحهٔ ۷۲ نوشته شده:

«حل مدارهای چندحلقه‌ای که در حلقه‌های مختلف از باتری استفاده می‌شود، و همچنین سایر به هم بستن‌های مقاومت‌ها به غیر از به هم بستن متوالی و موازی، جزء برنامه درسی این کتاب نبوده و نباید در آموزش و ارزشیابی‌ها مدنظر قرار گیرد.»

و...

ت) مقدار همهٔ ثابت‌های فیزیکی موردنیاز در طراحی سؤالات داده شود. همچنین در طراحی سؤالات، از واژه‌ها و اصطلاحات به‌کارگرفته‌شده در کتاب‌های نونگاشت استفاده شود.

ث) در طراحی سؤالات، به‌گونه‌ای عمل شود که رسیدن به پاسخ در مدت‌زمان متعارف که برای پاسخ دادن به یک سؤال تستی منظور می‌شود مبتنی بر دانستن نکته‌های کنکوری خاص و پرسش‌های کلیشه‌ای و معروف نباشد.

ج) در طراحی سؤالات، به حدود پیشروی آموزش در هر موضوع از کتاب درسی توجه شود. مثلاً اگرچه در کتاب فیزیک ۱، در بحث گرماسنجی، در مورد تعادل گرمایی بحث شده است، اما هرگز در این کتاب مسائل تعادل گرمایی که در آن پیش از حل مسئله معلوم نیست همه یا بخشی از مواد شرکت‌کننده در تبادل گرمایی تغییر فاز می‌دهند یا نه، مورد بحث و بررسی قرار نگرفته است. پرسش از چنین مسائلی سبب توسعه و گسترش مفاهیم به خارج از چارچوب اهداف برنامه درسی تعیین‌شده در درس فیزیک می‌شود.

چ) اگرچه رعایت تعداد ارقام بامعنا توسط دانش‌آموزان الزامی نیست اما مؤلفان کتاب‌های درسی و طراحان سؤال کنکور بهتر است آن را رعایت کنند و در ارائه داده‌ها و نتایج آن‌ها در هر سؤال به تعداد ارقام بامعنا توجه شود. یعنی اگر پاسخ سؤال با سه رقم بامعنا باید داده شود، با دو رقم یا چهار رقم داده نشود.

به عبارت دیگر در طراحی و پاسخ‌دهی هر سؤال به این موضوع همانند کتاب‌های درسی توجه شود.

ح) با اینکه می‌توان با ترکیب مفاهیم فیزیکی آموزش‌داده‌شده در کتاب‌های فیزیک ۱، ۲ و ۳ با مفاهیم و ابزارهای ریاضی که دانش‌آموزان در مقاطع بعدی خود آموزش می‌گیرند، سطح بالاتری از فیزیک را تولید و از آن پرسش نمود، اما برنامه درسی کتاب‌های فیزیک، فقط دانش پیشینی ریاضی دانش‌آموزان را مدنظر قرار می‌دهد. فرارفتن از این محدودیت در پرسش‌های کنکور، آموزش فیزیک در مدارس را دچار چالش جدی می‌کند. مثلاً در بحث الکتریسیته ساکن فیزیک۲، مفاهیم در حدی ارائه شده‌اند که هنوز دانش‌آموز، هندسه تحلیلی سال دوازدهم را نمی‌داند یا در بحث حرکت‌شناسی در کلاس دوازدهم، مباحث در حدی مطرح شده‌اند که هنوز دانش‌آموز بحث مشتق را نمی‌داند. ضروری است این محدودیت‌ها در طرح پرسش‌های کنکور رعایت شود.

خ) مثال‌ها، تمرین‌ها، بسیاری از فعالیت‌ها، آزمایش‌ها، پرسش‌ها و شکل‌های داخل هر فصل و همچنین پرسش‌ها و مسئله‌های پایان هر فصل، قابلیت بالایی برای طراحی یک سؤال مناسب چهارگزینه‌ای را دارند. لذا همکاران محترم سازمان سنجش با عنایت به این مهم، می‌توانند گام‌هایی مؤثر در جهت تقویت برنامه و کتاب درسی بردارند.

د) با توجه به اینکه درک مفهومی فیزیک اهمیت شایانی دارد ازاین‌رو بهتر است در کنار مسائل و پرسش‌های کمی، بر پرسش‌ها و سؤالات مفهومی نیز تأکید شود.

ذ) توزیع سؤالات در مباحث مختلف در هر آزمون، متناسب با حجم و تعداد مفاهیم همان مباحث در کتاب درسی باشد و نباید به هیچ‌یک از حوزه‌ها بیش از سهم آن حوزه در کتاب درسی پرداخته شود.

کنکور سراسری سال ۱۳۹۸ در روزهای ۱۴ و ۱۵ تیرماه این سال برگزار شد. ضمن تشکر از همکاران سازمان سنجش که در طراحی این سؤالات، زحمات فراوانی کشیده‌اند، گروه فیزیک سازمان پژوهش بر اساس وظایف ماهوی خود و با توجه به اهمیت برگزاری اولین دورهٔ کنکور نظام جدید (نظام ۶ـ۳ـ۳)، نقد و بررسی سؤالات فیزیک آن را انجام داده که نتیجهٔ آن به شرح ذیل است:

نقاط قوت

۱. محدودهٔ طراحی سؤالات بر اساس کتاب‌های درسی جدید تا حد قابل قبولی رعایت شده است.

۲. سطح دشواری سؤالات به شکل منطقی متناسب با سطح آموزشی مورد انتظار در کتاب‌های درسی است.

۳. تعداد سؤالات مشابه با تمرین‌ها یا مثال‌های کتاب درسی

کلیهٔ سؤالات بر اساس کتاب‌های درسی جدید که مبتنی بر برنامهٔ درسی ملی طراحی و تألیف شده‌اند، طراحی شود، به‌طوری‌که جدید و نو بودن سؤالات بر اساس رویکردها و محتوای کتاب‌های جدید کاملاً مشهود باشد

(در مباحث مشترک با کتاب‌های نظام قدیم) قابل ملاحظه است.

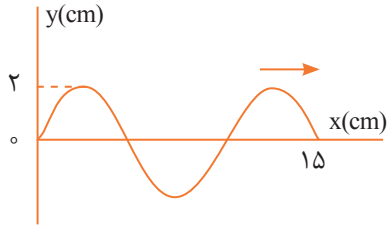
نقاط ضعف

با توجه به آنکه سؤالات کنکور سراسری خط مشی آموزش در کلاس‌های درس را تعیین می‌کند و اثرات آن بر همهٔ قسمت‌های آموزش انکارناپذیر است، با اذعان به محاسن آزمون، برخی نواقص و مشکلات سؤال‌های آزمون را به شرح ذیل اعلام می‌نماید:

۱. عدم پوشش یکنواخت فصل‌ها و مفاهیم مطرح‌شده در کتاب‌های درسی جدید

الف) در آزمون فیزیک رشتهٔ ریاضی، از فصل ۱ فیزیک ۱، اثر دوپلر، تداخل امواج، شدت صوت، معادله نوسان هماهنگ ساده و ... سؤالی طراحی نشده است درحالی‌که در سؤال ۱۷۰ و ۱۷۱ رشتهٔ ریاضی از یک مفهوم دو بار سؤال طراحی شده است.

۱۷۰ـ شکل زیر، یک موج سینوسی را در لحظه‌ای از زمان نشان می‌دهد که در جهت محور x در طول ریسمان کشیده‌شده‌ای حرکت می‌کند. اگر نیروی کشش ریسمان ۸۰N و چگالی خطی (جرم واحد طول) آن $0/2 \frac{kg}{m}$ باشد، هر یک از ذرات ریسمان در مدت $0/01s$ مسافت چند سانتی‌متر را طی می‌کنند؟



۱) ۲
۲) ۴
۳) ۸
۴) ۱۶

۱۷۱ـ چگالی خطی جرم (جرم واحد طول) در یک سیم که در ساز موسیقی به کار رفته $4\times10^{-3} \frac{kg}{m}$ است و این سیم بین دو نقطه با نیروی ۲۵۰N کشیده شده است. اگر بسامد صوت حاصل از ساز ۳۱۲/۵ Hz باشد، طول موج ایجاد شده در آن چند متر است؟

۱) ۰/۵۰
۲) ۰/۷۵
۳) ۰/۸۰
۴) ۱/۲۵

ب) تعداد سؤالات طراحی‌شده از فصل ۱ و ۲ فیزیک ۳ رشته ریاضی که تنها ۳۸ درصد از حجم کتاب است، ۱۰ سؤال و برای بقیهٔ کتاب که حدود ۶۲ درصد از کتاب است نیز ۱۰ سؤال است. این نوع توزیع سؤال، این پیام را به دبیران محترم می‌دهد که به مباحث مکانیک به‌طور متفاوت و ویژه بپردازند که این مغایر برنامهٔ درسی است.

پ) در طراحی سؤالات، به مفاهیم جدید آورده‌شده در کتاب‌های درسی کم‌توجهی شده است. در آزمون رشته ریاضی دو سؤال ضعیف از مفاهیم جدید آمده است (۱۸۳ و ۲۰۰) و در رشتهٔ تجربی فقط یک سؤال (۲۳۱) آمده است که پیام مناسبی به جامعهٔ دبیران و دانش‌آموزان نمی‌رساند.

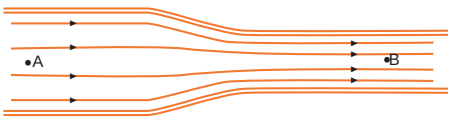
۱۸۳ـ ترمیستور چیست؟

۱) نوعی دیود است که حساس به نور و گرما است.
۲) نوعی دیود است که به‌عنوان دماسنج استفاده می‌شود.
۳) نوعی از مقاومت است که بستگی مقاومت الکتریکی آن به دما، تقریباً صفر است.
۴) نوعی از مقاومت است که بستگی مقاومت الکتریکی آن به دما، با مقاومت‌های الکتریکی معمولی متفاوت است.

۲۰۰ـ نقطهٔ ذوب طلا:

۱) فقط در مقیاس نانوذره خیلی کاهش می‌یابد.
۲) فقط در مقیاس نانوذره خیلی افزایش می‌یابد.
۳) هم در مقیاس نانوذره و هم در مقیاس نانولایه خیلی کاهش می‌یابد.
۴) هم در مقیاس نانوذره و هم در مقیاس نانولایه خیلی افزایش می‌یابد.

۲۳۱ـ در شکل زیر، آب به‌صورت پیوسته در لوله جاری است. اگر قطر مقطع بزرگ دو برابر قطر مقطع کوچک باشد، تندی حرکت آب در نقطهٔ A چند برابر سرعت در نقطهٔ B است؟



۱) $\frac{1}{4}$
۲) $\frac{1}{2}$
۳) ۲
۴) ۴

ت) بخش عمده‌ای از حجم کتاب‌های جدید به مفاهیم و کاربردها پرداخته و از آموزش سنتی (پرسش‌های کمیت‌محور) فاصله گرفته است. این مباحث ظرفیت بالایی برای طراحی سؤال‌های مفهومی غیرکمی دارند. در آزمون‌های برگزارشده حضور این نوع سؤالات کم‌رنگ است (مانند: بازتاب و شکست، جبهه‌های موج، پراش، سراب، همرفت، تابش، اثر گلخانه‌ای، موج صوتی و....) و همچنان بر طیف سؤالات عملیاتی و کمی تأکید زیادی شده است.

در طراحی سؤالات، به مفاهیم جدید آورده‌شده در کتاب‌های درسی کم‌توجهی شده است

۲. عدم رعایت برخی اصطلاحات و نمادهای به‌کاررفته در کتاب‌های درسی

الف) استفاده از واژهٔ ناآشنای «باسکول» به جای «ترازوی فنری» در سؤال ۱۶۳ رشتهٔ ریاضی

۱۶۳ـ در کف یک آسانسور باسکولی نصب شده است. در یک حرکت، باسکول وزن شخص را بیش از حالت سکون نشان داده است. آن حرکت چگونه است؟

۱) الزاماً تندشونده به طرف بالا
۲) الزاماً تندشونده به طرف پایین
۳) تندشونده به طرف بالا یا کندشونده به طرف پایین
۴) کندشونده به طرف بالا یا تندشونده به طرف پایین

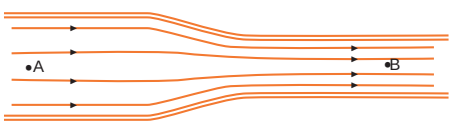
ب) استفاده از واژهٔ «کمیت فرعی» در سؤال ۲۳۴ رشته تجربی (این اصطلاح در کتاب درسی جدید وجود ندارد. می‌توانستیم سؤال را به این شکل مطرح کنیم؛ در کدام‌یک از موارد زیر، یکای همهٔ کمیت‌ها، فرعی است؟)

۲۳۴ـ در کدام‌یک از موارد زیر، همهٔ کمیت‌ها فرعی هستند؟

۱) جرم، زمان، فشار
۲) چگالی، تندی، انرژی
۳) چگالی، جریان الکتریکی، حجم
۴) شدت روشنایی، مقدار ماده، زمان

پ) استفادهٔ نابه‌جا از واژهٔ «سرعت» در سؤال ۲۳۱ رشته تجربی (تندی کمیتی نرده‌ای است و نمی‌تواند چندبرابر سرعت باشد که کمیتی برداری است.)

۲۳۱ـ در شکل زیر، آب به‌صورت پیوسته در لوله جاری است. اگر قطر مقطع بزرگ دو برابر قطر مقطع کوچک باشد، تندی حرکت آب در نقطهٔ A چند برابر سرعت در نقطهٔ B است؟



۱) $\frac{۱}{۴}$
۲) $\frac{۱}{۲}$
۳) ۲
۴) ۴

ت) در سؤال ۱۶۵ رشتهٔ ریاضی، گفته‌شده که «سرعت» همهٔ توپ‌ها یکسان است که منظور در این‌جا «تندی» یا «اندازهٔ سرعت» بوده است.

۱۶۵ـ مطابق شکل زیر، سه توپ مشابه از بالای ساختمانی، از یک نقطه با سرعت یکسان پرتاب می‌شوند. اگر کار نیروی وزن روی سه توپ از لحظهٔ پرتاب تا رسیدن به زمین $W_۱$، $W_۲$ و $W_۳$ باشد، کدام رابطه درست است؟

۱) $W_۱=W_۲=W_۳$
۲) $W_۲>W_۱>W_۳$
۳) $W_۳<W_۲<W_۱$
۴) $W_۲=W_۳>W_۱$

ث) در سؤال ۱۷۳ رشتهٔ ریاضی، باید «اندازهٔ سرعت» یا «تندی» آورده می‌شد.

۱۷۳ـ نوسانگری به جرم ۱۰۰g به انتهای فنری که ثابت آن ۴۰N/m است، بسته شده است و روی سطح افقی بدون اصطکاک، حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر انرژی مکانیکی نوسانگر ۸mJ باشد، لحظه‌ای که انرژی جنبشی نوسانگر برابر انرژی پتانسیل کشسانی آن است، سرعت آن چند متر مربع بر ثانیه است؟

۱) $\frac{\sqrt{۲}}{۱۰}$
۲) $\frac{\sqrt{۲}}{۵}$
۳) $۱۰\sqrt{۲}$
۴) $۲۰\sqrt{۲}$

ج) استفاده از نماد نادرست برای جابه‌جایی در سؤال ۲۱۳ رشته تجربی. این نماد در کتاب درسی و در هیچ کتاب دیگری به کار نرفته است (در کتاب درسی از نماد $\vec{d}=(\Delta x)\vec{i}$ استفاده شده است).

۲۱۳ـ نیروی $\vec{F}=(۳۰N)\vec{i}+(۴۰N)\vec{j}$ به جسمی به جرم ۵kg وارد می‌شود و آن را روی سطح افقی به اندازهٔ $\vec{\Delta x}=(۶m)\vec{i}$ جابه‌جا می‌کند. کار نیروی $\vec{F}$ در این جابه‌جایی چند ژول است؟

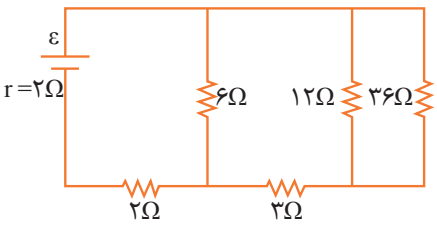
۱) ۱۸۰
۲) ۲۴۰
۳) ۳۰۰
۴) ۴۲۰

تندی کمیتی نرده‌ای است و نمی‌تواند چندبرابر سرعت باشد که کمیتی برداری است

سؤال ۱۶۱ رشتهٔ ریاضی؛ در این سؤال شرط تعادل گشتاور نیروها با توجه به زاویهٔ داده‌شده تأمین نمی‌شود

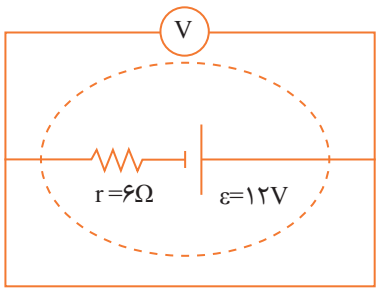
چ) استفاده نادرست از نماد شکلی منبع واقعی در سؤال‌های ۲۲۴، ۲۲۵ و ۲۲۶ رشتهٔ علوم تجربی (نمادهای به‌کاررفته مربوط به نظام قدیم است. در کتاب‌های درسی جدید مشابه نماد به‌کاررفته در سؤال ۱۸۶ رشتهٔ ریاضی‌فیزیک استفاده شده است.)

۲۲۵ـ در مدار زیر، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومتی که بیشترین توان در آن تلف می‌شود، ۱۲ ولت است. ε چند ولت است؟



۱) ۱۲
۲) ۱۸
۳) ۲۰
۴) ۲۴

۱۸۶. در مدار زیر، ولت‌سنج چند ولت را نشان می‌دهد؟



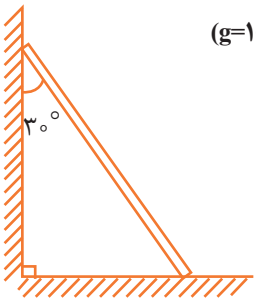
۱) صفر
۲) ۲
۳) ۶
۴) ۱۲

ح) یکای لیتر در سؤال‌های ۱۹۵ و ۱۹۷ رشتهٔ ریاضی به ترتیب به‌صورت Lit و lit نشان داده شده است و این در حالی است که در کتاب جدید از نماد L استفاده شده است.

۳. خطاها و لغزش‌های علمی در سؤالات

الف) سؤال ۱۶۱ رشتهٔ ریاضی؛ در این سؤال شرط تعادل گشتاور نیروها با توجه به زاویهٔ داده‌شده تأمین نمی‌شود. گشتاور دورنسو و گشتاور برونسو نسبت به پای نردبان به ترتیب $۱۵۰\sqrt{۳}L$ و $۱۰۰L$ می‌شود که در آن L طول نردبان است. با توجه به اینکه نردبان در شرایط غیرمتعادل قرار دارد، حل آن فراتر از مفاهیم مطرح‌شده در فیزیک ۳ است.

۱۶۱ـ نردبانی همگن به جرم ۴۰kg مطابق شکل زیر، روی دیوار قائمی با اصطکاک ناچیز قرار دارد. اگر نیرویی که دیوار قائم به نردبان وارد می‌کند، ۳۰۰N باشد، نیرویی که سطح افقی به نردبان وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ (g=۱۰N/kg)



۱) ۴۰۰
۲) ۵۰۰
۳) ۶۰۰
۴) $۲۵۰\sqrt{۳}$

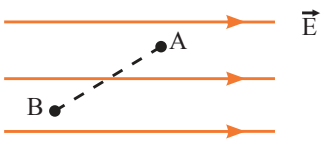
ب) در سؤال ۲۱۲ رشتهٔ تجربی، نوع توان خواسته‌شده مشخص نیست و این در حالی است که در گزینه‌های داده‌شده هم توان ورودی وجود دارد و هم توان خروجی (به سازمان سنجش پیشنهاد شد برای اینکه حقی از دانش‌آموزان ضایع نشود هر دو گزینه پذیرفته شوند).

۲۱۲ـ یک پمپ آب در هر ساعت ۲۵۲ تن آب را تا ارتفاع ۱۲ متر بالا می‌کشد. اگر بازده پمپ ۸۰ درصد باشد، توان پمپ چند کیلووات است؟ ($g=۱۰m/s^۲$)

۱) ۷/۵
۲) ۸
۳) ۸/۴
۴) ۱۰/۵

پ) در سؤال ۱۷۸ رشتهٔ ریاضی؛ تغییر کمیت انرژی پتانسیل به معنی $\Delta U=U_B-U_A$ است. با این فرض، دانش‌آموز به پاسخ $V_B=۲۰V$ می‌رسد. بنابراین با توجه به شکل باید در صورت سؤال به جای عبارت «انرژی پتانسیل الکتریکی آن 5mJ تغییر می‌کند»، عبارت «اندازهٔ تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی آن 5mJ می‌شود» می‌آمد تا منظور طراح سؤال برای انتخاب گزینهٔ $V_B=۲۲۰V$ تأمین شود (به سازمان سنجش پیشنهاد شد برای اینکه حقی از دانش‌آموزان ضایع نشود هر دو گزینه ۱ و ۴ پذیرفته شوند).

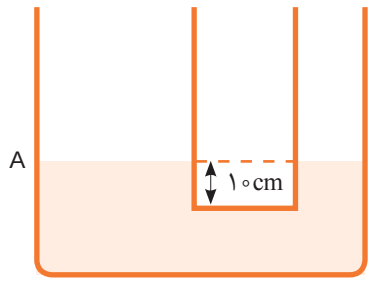
۱۷۸ـ در شکل زیر، بار الکتریکی $q=-۵۰\mu C$ از نقطهٔ A به پتانسیل الکتریکی ۱۲۰ ولت به نقطهٔ B می‌رود و انرژی پتانسیل الکتریکی آن 5mJ تغییر می‌کند. پتانسیل الکتریکی نقطهٔ B چند ولت است؟



۱) ۲۰
۲) ۱۱۰
۳) ۱۳۰
۴) ۲۲۰

ت) در سؤال ۲۳۰ علوم‌تجربی، بیان صورت سؤال منجر به دو نوع برداشت با پاسخ‌های متفاوت می‌شود. اگر ارتفاع 5cm را به‌عنوان کل ارتفاع ستون نفت در لولهٔ سمت چپ بگیریم به پاسخ 3/6cm می‌رسیم، اما اگر ارتفاع 5cm را نسبت به سطح نشان داده شده AA′ بگیریم به پاسخ 3/9cm می‌رسیم.

۲۳۰ـ در دو لولهٔ استوانه‌ای مربوط به هم تا سطح AA′ آب وجود دارد و قطر قاعدهٔ یکی از استوانه‌ها ۳ برابر قطر قاعدهٔ استوانهٔ دیگر است. اگر از لولهٔ سمت چپ تا ارتفاع ۵ سانتی‌متر نفت اضافه کنیم، آب در لوله باریک چند سانتی‌متر نسبت به حالت اول بالا می‌رود؟
$(\rho_{آب}=1gr/cm^3 \text{ و } g=10m/s^2 \text{ و } \rho_{نفت}=0/8gr/cm^3)$



۱) ۱/۲
۲) ۳/۶
۳) ۴
۴) ۵

ج) در سؤال ۲۰۰ رشتهٔ ریاضی‌فیزیک، در کتاب درسی نه تنها نامی از نانولایه‌های طلا برده نشده، بلکه به کاهش خیلی زیاد دمای ذوب نانولایه‌های طلا نیز اشاره نشده و صرفاً گفته شده است که ویژگی‌های فیزیکی نانولایه‌ها تغییر می‌کند. تعمیم داده شده در گزینهٔ ۳، تلقی طراح از متن کتاب درسی بوده است.

۲۰۰ـ نقطهٔ ذوب طلا:
۱) فقط در مقیاس نانوذره خیلی کاهش می‌یابد.
۲) فقط در مقیاس نانوذره خیلی افزایش می‌یابد.
۳) هم در مقیاس نانوذره و هم در مقیاس نانولایه خیلی کاهش می‌یابد.
۴) هم در مقیاس نانوذره و هم در مقیاس نانولایه خیلی افزایش می‌یابد.

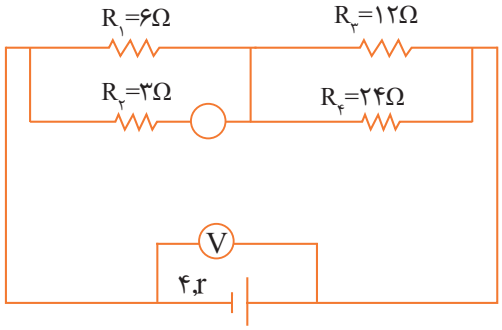
چ) در سؤال ۱۹۱ رشتهٔ ریاضی‌فیزیک؛ فشار خواسته‌شده، مربوط به درس علوم‌تجربی سال نهم دورهٔ متوسطه اول است. درحالی‌که در کتاب‌های درسی فیزیک هر دو نظام آموزشی قدیم و جدید، تنها فشار شاره‌ها مورد بحث است. بنابراین سؤال با اهداف کتاب‌های فیزیک دورهٔ دوم متوسطه هم‌خوانی ندارد.

۱۹۱ـ مکعب فلزی توپری به ابعاد 2cm×4cm×5cm و چگالی $8g/cm^3$ از طرف یکی از وجه‌هایش روی سطح افقی قرار می‌گیرد. بیشترین فشاری که مکعب می‌تواند بر سطح وارد کند، چند پاسکال است؟ (g=10N/kg)
۱) $1/6\times10^2$
۲) 4×10^2
۳) $1/6\times10^3$
۴) 4×10^3

ح) در سؤال ۲۲۴ رشتهٔ تجربی بهتر بود به آرمانی بودن آمپرسنج و ولت‌سنج اشاره می‌شد.

۲۲۴ـ در مدار زیر، اگر به جای مقاومت ۳ اهمی، مقاومت ۶ اهمی قرار دهیم، اعدادی که آمپرسنج و ولت‌سنج نشان می‌دهند، به ترتیب چه تغییری می‌کنند؟

۱) افزایش ـ کاهش
۲) کاهش ـ افزایش
۳) کاهش ـ کاهش
۴) افزایش ـ افزایش



خ) در سؤال ۲۱۸ رشتهٔ علوم‌تجربی، موارد تعارض باید از جنس پدیده‌های فیزیکی مانند پدیدهٔ فوتوالکتریک، طیف خطی گازها، و... باشند نه نظریه‌های فیزیکی مانند نظریهٔ مکانیک نیوتونی یا نظریهٔ الکترومغناطیسی ماکسول که هر کدام بخش‌هایی از فیزیک کلاسیک محسوب می‌شوند.

۲۱۸ـ کدام‌یک از موارد زیر، با فیزیک کلاسیک قابل توجیه‌نیستند؟
۱) مکانیک نیوتونی و پدیدهٔ فوتوالکتریک
۲) پدیدهٔ فوتوالکتریک و طیف خطی
۳) لیزر و نظریهٔ الکترومغناطیسی ماکسول
۴) نظریهٔ الکترومغناطیسی ماکسول و طیف خطی

۴. عدم رعایت ارقام بامعنا در متن سؤال‌ها و پاسخ گزینه‌ها

الف) در سؤال ۲۳۵ رشتهٔ علوم‌تجربی، تعداد رقم‌های بامعنای داده‌شده برای کل داده‌ها، دو رقم است. بر این اساس

در کتاب درسی نه تنها نامی از نانولایه‌های طلا برده نشده، بلکه به کاهش خیلی زیاد دمای ذوب نانولایه‌های طلا نیز اشاره نشده و صرفاً گفته شده است که ویژگی‌های فیزیکی نانولایه‌ها تغییر می‌کند

$\Delta A=0/18cm^2$ و $A_2=A_1+\Delta A$ برابر با $50cm^2$ می‌شود. درست این است که در این سؤال شبیه مثال صفحه ۱۰۴ کتاب درسی فیزیک۱ رشتهٔ ریاضی‌فیزیک، محاسبهٔ مقدار ΔA خواسته می‌شد.

۲۳۵ـ ضریب انبساط طولی آلومینیوم $2/3\times10^{-1}k^{-1}$ است و روی یک ورقهٔ تخت آلومینیمی، حفرهٔ دایره‌ای‌شکل ایجاد کرده‌ایم که مساحت آن در دمای صفر درجهٔ سلسیوس $50cm^2$ است. اگر دمای ورقه را به آرامی به ۸۰ درجهٔ سلسیوس برسانیم، مساحت حفره چند سانتی‌متر مربع می‌شود؟

۱) ۴۹/۸۱۶
۲) ۴۹/۹۰۸
۳) ۵۰/۰۹۲
۴) ۵۰/۱۸۴

ب) در سؤال ۱۵۶ رشتهٔ ریاضی‌فیزیک؛ مقدار زمان با یک رقم بامعنا و مقدار سرعت متحرک که نتیجهٔ محاسبه با این ارقام بامعناست با سه رقم بامعنا داده شده است.

۱۵۶ـ متحرکی، بدون سرعت اولیه، در مبدأ زمان از مبدأ مکان روی محور x با شتاب ثابت به حرکت درآمده و در لحظهٔ t=5s به مکان x=-122/5m می‌رسد. بزرگی سرعت متحرک در این لحظه به چند متر بر ثانیه می‌رسد؟

۱) ۱۹/۶
۲) ۳۲/۴
۳) ۴۵/۰
۴) ۴۹/۰

پ) در سؤال ۱۶۰ رشتهٔ ریاضی، مقدار جرم با یک رقم بامعنا داده شده است و مقدار نیرو، که نتیجهٔ محاسبه با این ارقام بامعناست، با ۴ یا ۵ رقم بامعنا داده شده است.

۱۶۰ـ رانندهٔ خودرویی به جرم ۲ تن که با سرعت 36km/h در یک مسیر مستقیم و افقی در حرکت است، با دیدن مانعی ترمز می‌کند. بر اثر ترمز، خودرو با طی مسافت ٤ متر می‌ایستد. نیروی اصطکاک واردشده بر خودرو چند نیوتون است؟

۱) ۷۵۰۰
۲) ۱۲۵۰۰
۳) ۱۵۰۰۰
۴) ۲۵۰۰۰

بنا به تصریح کتاب درسی (در مثال‌ها و زیرنویس) دانش‌آموز موظف به حفظ کردن این رشته‌ها نیست

۵. سؤال خارج از محدودهٔ کتاب درسی

در سؤال ۲۱۹ رشتهٔ علوم‌تجربی، از نام رشته‌های گسیلی هیدروژن، پرسش به عمل آمده است که بنا به تصریح کتاب درسی (در مثال‌ها و زیرنویس) دانش‌آموز موظف به حفظ کردن این رشته‌ها نیست. بنابراین پیشنهاد شد هر دو گزینهٔ ۱ و ۲ به‌عنوان پاسخ درست منظور شود.

۲۱۹ـ در طیف گسیلی هیدروژن، کوتاه‌ترین طول موج گسیلی چند نانومتر است و این گسیل مربوط به کدام رشته است؟ $R=0/01(nm)^{-1}$

۱) ۱۰۰ و بالمر
۲) ۱۰۰ و لیمان
۳) $\frac{400}{3}$ و بالمر
۴) $\frac{400}{3}$ و لیمان

۶. ویرایش علمی و ادبی سؤالات

به‌طورکلی ویرایش علمی و ادبی در طراحی سؤالات به‌طور جدی لحاظ نشده است. به‌عنوان نمونه چند مورد آورده شده است:

الف) استفاده از نماد k در سؤال ۲۲۵ رشتهٔ علوم‌تجربی برای کلوین که باید با K نشان داده شود.

ب) استفاده از V برای نشان دادن سرعت که باید با v نشان داده شود (در سؤال‌های ۲۰۶ و ۲۲۷ رشتهٔ علوم‌تجربی و سؤال‌های ۱۵۷ و ۱۵۸ رشتهٔ ریاضی‌فیزیک).

پ) سؤال ۲۳۰ رشته علوم‌تجربی بهتر بود به‌صورت زیر ویرایش می‌شد:

در دو لولهٔ استوانه‌ای متصل به هم، مطابق شکل زیر، تا سطح AA' آب وجود دارد. قطر دهانهٔ لوله سمت چپ ۳ برابر قطر دهانهٔ لوله سمت راست است. اگر در لولهٔ سمت چپ آن‌قدر نفت بریزیم که ارتفاع ستون نفت 5/0cm شود، آب در لولهٔ سمت راست نسبت به سطح AA' چند سانتی‌متر بالا می‌رود؟
($\rho_{آب}=1g/cm^3$ و $g=10m/s^2$ و $\rho_{نفت}=0/8g/cm^3$)

ت. .....

پی‌نوشت
۱. البته فعالیت‌هایی که دانشی هستند یا به نتایج آزمایش می‌پردازند شامل این بند نمی‌شود.

استفاده از گوشی تلفن همراه برای انجام آزمایش‌ها و یادگیری مفاهیم فیزیکی

مرضیه احمدی/فاطمه نیکوکار

چکیده

با توجه به فراگیر شدن استفاده از گوشی‌های تلفن همراه و تبلت‌ها در میان دانش‌آموزان و معلمان، استفاده از این ابزار در آموزش و آزمایش می‌تواند به تسهیل توانایی و تفهیم درس به دانش‌آموزان امری مفید و مؤثر واقع شود. در سال‌های اخیر نرم‌افزارهای آموزشی مفیدی برای انجام آزمایش‌ها و مفاهیم فیزیکی طراحی و تولید شده‌اند که قابلیت استفاده بر روی موبایل‌ها را دارند. در این مقاله به معرفی یکی از آن‌ها یعنی نرم‌افزار physics toolbox sensor suite که در فیزیک دبیرستانی می‌تواند کاربرد داشته باشد، پرداخته‌ایم و تا حد امکان مثال‌هایی از کاربرد آن نیز ذکر کرده‌ایم.

کلیدواژه‌ها: تلفن همراه، تبلت، مفاهیم فیزیک، نرم‌افزار physics toolbox sensor suite

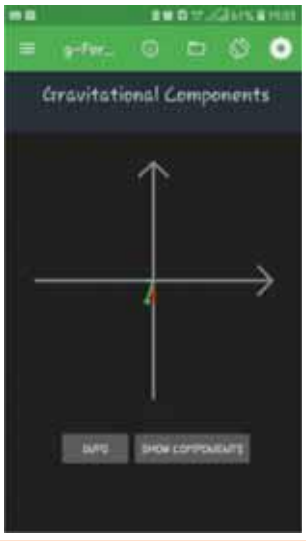
مقدمه

یکی از مشکلاتی که بسیاری از دانش‌آموزان با آن روبه‌رو هستند نبودن دروس عملی و تجربه شهودی در بسیاری از دروسشان است. این امر باعث می‌شود پس از فارغ‌التحصیلی توانایی‌های عملی آن‌ها بسیار پایین باشد و نتوانند برخی از مسائل را به‌صورت شفاهی توضیح دهند. سیستم‌عامل اندروید و ios برای برخی از این مشکلات نیز راه‌حل‌هایی دارد که در این مقاله به آن پرداخته شده است.

physics toolbox sensorsuite عنوان مجموعه‌ای از ابزارهای فیزیک است که توسط Vieyra Software توسعه یافته و در مارکت بزرگ گوگل‌پلی منتشر شده است. بنا براین با توجه به در دسترس بودن تلفن‌های همراه و سهولت استفاده از آن می‌توان برای انجام آزمایش و اندازه‌گیری بسیاری از کمیت‌ها مانند میدان مغناطیسی، فشار، دما، شتاب حرکت و ... می‌توان از این ابزار استفاده نمود. البته برنامه‌های زیاد دیگری نیز در راستای این هدف طراحی شده که قابل نصب روی تلفن‌ها و یا تبلت‌ها است، همچون Formulas Physics ، Physics Ideal و Physics Complete ما در این مقاله در مورد مهم‌ترین بخش‌های physics toolbox sensor suite توضیح می‌دهیم و در هر مورد با مثالی کاربرد آن را بررسی می‌نماییم. این نرم‌افزار به معلمان و دانش‌آموزان کمک می‌کند تا کمیت‌های فیزیکی را به‌راحتی اندازه‌گیری و نتایج را بر روی صفحه دیجیتالی مشاهده کنند. از مهم‌ترین مزیت‌های این نرم‌افزار می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- مفید بودن برای مقاصد آموزشی، دانشگاهی و صنعتی
- انجام آزمایش‌های مختلف فیزیکی و به دست آوردن نتایج دقیق
- بهره بردن از تمامی سنسورها و ترکیب آن‌ها برای آزمایش‌ها
- نمایش دادن نتایج بر روی صفحه دیجیتالی
- پشتیبانی از انواع دستگاه‌های هوشمند اندرویدی

شکل ۱. نمایی از صفحه اصلی (الف) و صفحه نمایش کمیت‌های قابل اندازه‌گیری نرم‌افزار (ب)



شکل ۲. نمایی از صفحهٔ نمایش مؤلفه‌های نیروی گرانش

➢ نصب و اجرا نرم‌افزار

این نرم‌افزار بـــا عنـــوان physics toolbox sensor suite در Google play یا app store قابل دانلود و نصب روی دستگاه‌های اندروید و ios اســـت و نصب آن نیز بسیار ساده می‌باشد. پس از نصب و اجرای برنامه صفحه‌ای مانند شـــکل (۱) باز می‌شود. از منوی بالا ســـمت چپ علامت ≡ را لمس کنید. در این بخش قابلیت‌های نرم‌افزار و کمیت‌هایی را که می‌توان با آن اندازه‌گیری کرد مشاهده خواهید نمود (شکل ۲).

➢ توضیحات کلی

برای استفاده از هر بخش نرم‌افزار، بعد از انتخاب آن و ورود به بخش مورد نظر، با لمس گزینه (i) اطلاعاتی همچون نام سنسور، نرخ نمونه‌برداری، توضیحات و اصول اندازه‌گیری و یک ســـری لینک برای دریافت اطلاعات بیشتر در مورد کمیت اندازه‌گیری و نحوه اندازه‌گیری سنسور در دسترس شما قرار می‌گیرد.

با لمس (🗀) فایل‌های ذخیره شده قابل دریافت می‌شوند.

با لمـــس (⚙) تنظیمات مـــورد نظر خـــود را در هر حالت اعمال می‌کنیم؛ تنظیماتی مانند نوع خط نمودارها، تنظیمات صفحه‌نمایش، کالیبره سنسورها و ... که برخی از گزینه‌های آن در زیر ذکر شده است.

Displyaxis
Graphdisplay
Data display
Elapsed time
Use current local time
Cvstime stop format
Calibrat
Collection rate
Line with

همان‌طور که پیش‌تر گفته شد برای اندازه‌گیری هر کمیت آن را از منو (≡) انتخاب نموده و وارد صفحه اندازه‌گیری آن کمیت می‌شویم. سپس هر نوع تنظیمی را که مورد نظرمان است اعمال می‌کنیم و برای ثبت اندازه‌گیری علامت (") را لمس می‌نماییم. با لمس (") می‌توان اندازه‌گیری را متوقف و ذخیره نمود. فایل ذخیره شده با هر سیستمی که می‌خواهیم قابل اشتراک‌گذاری است. فایل ذخیره شده عموماً با فرمت «cvs» است و بهتر است در بخش «save as» خروجی کمیت اندازه‌گیری شده را با فرمت اکسل ذخیره نماییم.

در ادامه به معرفی کمیت‌های قابل اندازه‌گیری توسط نرم‌افزار معرفی شده می‌پردازیم.

➢ الف. اندازه‌گیری نیروی گرانش، g force meter

در این حالت صفحه‌ای مطابق شکل زیر مشاهده می‌شود.

بنا به تصریح کتاب درسی (در مثال‌ها و زیرنویس) دانش‌آموز موظف به حفظ کردن این رشته‌ها نیست

در صفحهٔ نمایش داده شـــده، بردار سبز معرف تصویر برآیند نیروی گرانش روی صفحهٔ موبایل است و تصاویر آن روی محور x و y بـــا رنگ‌های آبی و قرمز نمایش داده شـــده که با لمس «show component» مقادیر آن را می‌توان روی صفحه نمایش دید، و همان‌طور که در بالا بیان شد می‌توان داده‌ها را در فایل اکسل ذخیره نمود.

➢ ب. شتاب خطی linear accelerometer

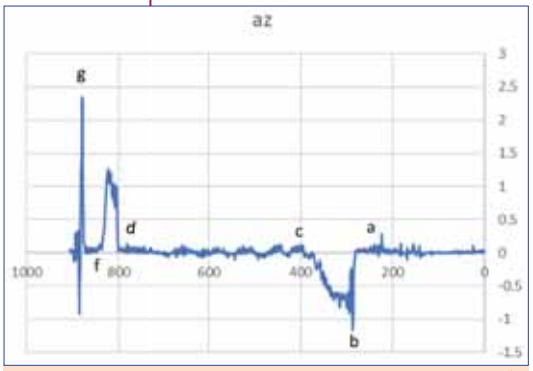
در این بخش، نرم‌افزار شتاب را در راستاهای مختلف اندازه‌گیری می‌کند و می‌تواند برحسب زمان نمودار شتاب را نمایش دهد. در بخش تنظیمات می‌تـــوان ویژگی‌های خروجی مورد نظر را انتخاب نمود. در مبحث مکانیک این سنسور می‌تواند کاربردهای زیادی داشته باشد.

مثال

داخل آسانسور می‌شـــویم و مثلاً در طبقه چهارم، گوشی را کف آسانســـور قرار می‌دهیم و شروع به ضبط می‌کنیم. سپس به طبقه منهای یک رفته و داده‌ها را ذخیره می‌نماییم. البته در حین حرکت هم می‌توان نمودار را مشاهده نمود. از طرفی فایل ذخیره شده را در اکسل می‌توان باز کرد و نمودار شتاب زمان را رســـم نمود. در نمودار زیر مؤلفهٔ شتاب در راستای «z» با زمان رسم شده است.

▲ شکل ۳. نمایی از صفحه اندازه‌گیری شتاب خطی

نرم‌افزار شتاب را در راستاهای مختلف اندازه‌گیری می‌کند و می‌تواند برحسب زمان نمودار شتاب را نمایش دهد



▲ نمودار ۱. رسم مؤلفهٔ شتاب در راستای عمود بر سطح زمین (z) بر حسب زمان درحالی‌که آسانسور از طبقه ۴ به طبقه ۱- حرکت می‌کند.

تحلیل نمودار

از نقطه a که شروع حرکت آسانسور است حرکت در راستای پایین شـــتابدار تندشونده است. از b تا c شتاب کاهش می‌یابد و از c تا d حرکت یکنواخت و شـــتاب صفر اســـت و از «d» به بعد شتاب کاهش یافته و در «f» شتاب صفر و جایی است که آسانسور متوقف شده و پیک آخر (g) نمودار ضربه‌ای است که آسانسورهای معمولی در هنگام توقف وارد می‌کنند.

➢ ج. اندازه‌گیری سرعت زاویه‌ای، geroscope

این سنســـور سرعت زاویه‌ای را در راســـتای سه محور اندازه می‌گیرد.

بعد از فعال نمودن این بخش می‌توان در قســـمت تنظیمات فرکانس نمونه‌برداری و نحوه نمایش نمودارها را تنظیم نمود که البته بهتر است وضعیت نرمال انتخاب گردد.

جای شکل

مثال ۲: استفاده از گردونهٔ آتش برای حرکت دورانی: در این حالت باید موبایل را روی گردونه ثابت نمود تا در حین حرکت آسیبی به آن نرسد.

مثال ۳: فعال نمودن سنسور و چرخیدن به دور خود

▲ شکل ۴. نمایی از صفحه اندازه‌گیری سرعت زاویه‌ای

➢ د. فشارسنج، barometer

این سنسور بسیار پرکاربرد و استفاده از آن بسیار آسان است.

جای شکل

مثال ۱: در آزمایشگاه جاهایی که داشتن فشار هوا نیاز است، مانند آزمایش بویل ماریوت بدون جیوه در کتاب آزمایشگاه علوم تجربی دهم.

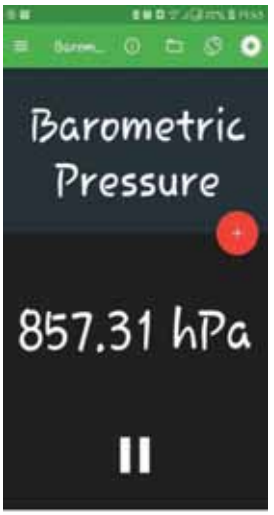
مثال ۲: اندازه‌گیری فشار در ساعات مختلف روز

مثال ۳: گرم نمودن هوای داخل یک محفظه و بررسی تغییر فشار با دما

مثال ٤: اندازه‌گیری فشـــار در طبقات یک برج ۲۱ طبقه و مشاهده رابطه فشار هوا با ارتفاع

محل اندازه‌گیری	ارتفاع از همکف (متر)	فشار برحسب هکتوپاسکال
همکف	صفر	۸۷۱,۱۴۷۹
طبقه ۲۱	۸۰,۹	۸۷۱,۱۱۴۰
پشت بام	۸۴,۵	۸۶۳,۶۵۱۴
روی هلی‌برد	۸۶,۵	۸۶۳,۵۲۴۱

شکل ۶. نمایی از صفحهٔ اندازه‌گیری همزمان چند کمیت



شـــکل ۵. نمایی از صفحه اندازه‌گیری فشار برحسب هکتو پاسکال

نتیجه: از این آزمایش می‌تـــوان نتیجه گرفت که با افزایش ارتفاع مقدار فشار هوا کاهش پیدا می‌کند و حتی می‌توان بررسی نمود تغییرات به ازای هر متر تغییر ارتفاع یکنواخت است یا نه.

➢ ه. roller coaster، اندازه‌گیری همزمان چند کمیت

در این بخش می‌توان به‌طور همزمان کمیت‌های فشار، شتاب، نیروی گرانش و ســـرعت زاویـــه را اندازه‌گیری کرد و در بخش تنظیمات انتخاب نمود که کدام دو نمودار نمایش داده شود.

➢ و. ruller، خط‌کش

فاصله بین دو انگشت (نقاط تماس با صفحه گوشی)

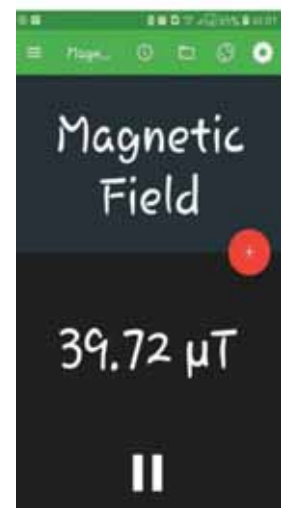
ز. اندازهٔ میدان مغناطیسی، Magnetic Feild

در ایـــن بخش می‌توان میـــدان مغناطیســـی را در مقیاس میکروتســـلا اندازه‌گیری می‌کرد. اگر هم بخواهیم فقط مقدار برآیند میدان را نمایش دهد می‌توانیم در بخش تنظیمات تیک «graph» را برداریم.

در استفاده از این سنســـور، اگر بخواهیم میدان مغناطیسی زمین را اندازه بگیریم باید سخت‌افزار از رساناها به‌دور باشد.

مثال ۱: با توجه به اینکه میدان مغناطیسی زمین دائماً در حال

شکل ۷. نمایی از صفحه خط‌کش



شکل ۸. نمایی از صفحه میدان مغناطیسی

تغییر است می‌توان در یک بازه زمانی دلخواه میدان مغناطیسی را اندازه گرفت و تغییرات را در آن بازه زمانی بررسی نمود.

مثال ۲: با نزدیک کردن گوشی به آهن‌ربا می‌توان تأثیر میدان را با تغییر فاصله از آهن‌ربا بررسی نمود.

مثال ۳: می‌توان گوشی را در یک فاصلهٔ مساوی از آهن‌رباها قرار داد و میزان میدان آن‌ها را با هم مقایسه کرد.

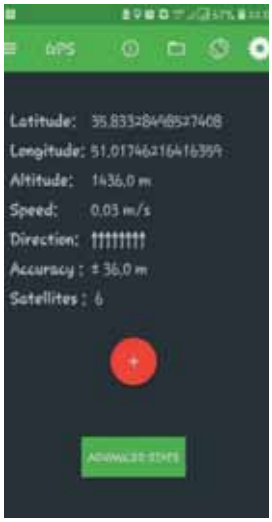
مثال ٤: طرح پژوهش‌های مختلف مانند بررسی تغییر میدان با ارتفاع

➢ ح. قطب‌نما، compass

برای استفاده از قطب‌نما و مثلاً تعیین شمال و جنوب جغرافیایی باید علامت به‌اضافه (+) دقیقاً در مرکز دایره قرار گیرد.

مثال: در کتاب آزمایشگاه دهم جهت‌های جغرافیایی با عقربه‌های خورشید تعیین می‌گردد شما می‌توانید بعد از آن کار با ساعت نیز درستی آن را با گوشی محک بزنید.

شکل ۹. نمایی از صفحه قطب‌نما



شکل ۱۰. نمایی از صفحه جی‌پی‌اس

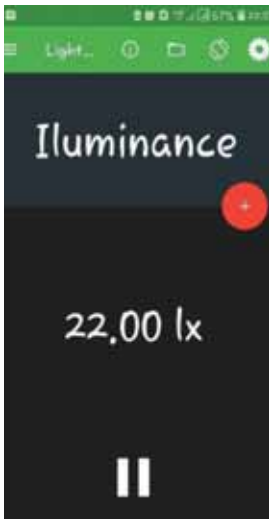
➢ ط. جی پی اس، GPS

از این قابلیت برای نمایش طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع استفاده می‌شود. گوشی هوشمند سیگنال‌های رادیویی را از ماهواره‌هایی که زمان دقیق نشان داده شده از یک ساعت اتمی را ثبت می‌کنند دریافت و شناسایی می‌کند و با فرکانس‌هایی که با فرکانس‌های رادیویی GPS منطبق است، هماهنگ می‌سازد. با مشاهدهٔ زمان دریافت سیگنال رادیویی، شما می‌توانید فاصلهٔ آن را از ماهواره با استفاده از سرعت شناخته شده نور (با برخی از اصلاحات به علت اثرات نسبیتی) تعیین کنید. این کار با حداقل چهار ماهواره برای تلفن جهت تعیین موقعیت آن از چندین جهت انجام می‌شود و به گوشی هوشمند اجازه می‌دهد مختصات طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع را بر روی سطح زمین تعیین کند.

شکل ۱۱. نمایی از اندازه‌گیری زوایا

➢ ی. شیب‌سنج، Inclinometer

در این بخش زوایای موبایل با بردارهای x ،y ،z نمایش داده می‌شود.

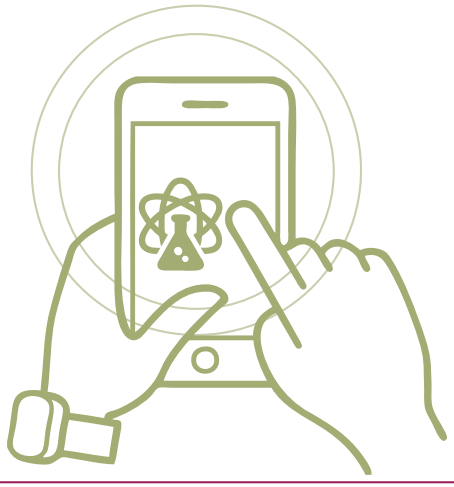


شکل ۱۲. نمایی از صفحهٔ اندازه‌گیری شدت نور

➢ ک. اندازه‌گیری شدت نور، Lightmeter

با این ابزار اندازه‌گیری شدت نور محیط در فضای موجود قابل اندازه‌گیری است.

مثال: در آزمایشگاه علوم تجربی یازدهم بخش مقاومت‌های نوری در حالتی که اجسام گرم می‌شوند و از خود نور ساطع می‌نمایند، می‌توان از این ابزار استفاده نمود و شدت نور را اندازه‌گیری کرد.



➢ ل. اندازه‌گیری شدت صوت، soundmeter

شدت صدای پخش شده را برحسب دسی‌بل نشان می‌دهد.

➢ م. اندازه‌گیری فرکانس صدا، Tone detector

مثال ۱: اولاً صدا توسط دانش‌آموزان تولید و درک ذهنی آن‌ها از فرکانس تقویت شود، ثانیاً تأثیر سرعت بر فرکانس دریافتی (پدیده دوپلر) مشاهده شود و ثالثاً، با استفاده از دو بخش سنجش صوت صدا و سنجش فرکانس، می‌توان به تفهیم و اصلاح کج‌فهمی‌ها در بخش صوت به دانش‌آموزان کمک نمود.

➢ ن. اسیلوسکوپ، Osciloscope

می‌توان نمایش صداهای جاری و یا تولید شده را به‌صورت موج دید.

اسیلوسکوپ شکل موج صدای تولید شده را نمایش می‌دهد.

➢ س. آنالیز طیف صدا، Spectrum Analyzer

با استفاده از این بخش می‌توان طیف صوت را به نمایش گذاشت. در زیر نمودار پیک فرکانس را نمایش می‌دهد (شکل ۱۶).

➢ ع. spectogram

اسپکتوگرام نمایشی از طیف فرکانسی صوت یا دیگر سیگنال‌هایی است که نسبت به زمان تغییرات زیادی دارند.

از اسپکتوگرام می‌توان برای شناسایی کلمات گفته شده به‌صورت آوایی و تحلیل آواهای مختلف حیوانات استفاده کرد.

یکی از کاربردهای بسیار مهم اسپکتوگرام، تحلیل صوت با استفاده از روش‌های پردازش تصویر است؛ چون در این روش، صوت به‌صورت تصویر مدل‌سازی می‌شود.

➢ ف. اندازه‌گیری همزمان Multi record

در این بخش می‌توان چند کمیت دلخواه را با تیک زدن مشخص کرد و با هم ثبت و اندازه‌گیری نمود.

➢ ص. تولیدکنندهٔ صدا، Tone generator

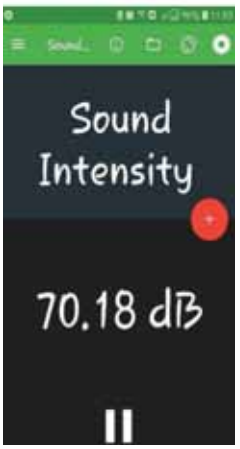
در این بخش فرکانس صدایی را که نیاز داریم تولید می‌کنیم و حتی می‌توانیم نوع موج را هم مشخص کنیم که سینوسی، مربعی، مثلثی یا دندان‌اره‌ای است.

البته در سطح فیزیک دبیرستانی همان موج سینوسی کفایت می‌کند.

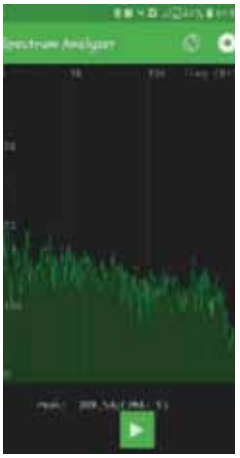
مثال: تعیین آستانهٔ شنوایی هر شخص و ماکزیمم فرکانسی که می‌تواند بشنود.

برای این کار به تدریج فرکانس صدای تولید شده را با علامت‌های + و − کم و زیاد و در درک فرکانس به دانش‌آموز کمک می‌کنیم؛ حتی در فهم زیر و بم بودن صدا.

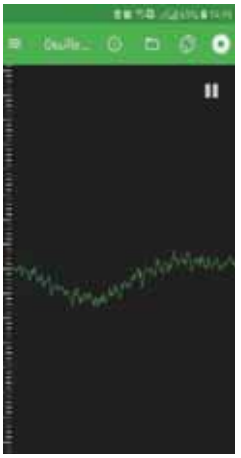
شکل ۱۴. نمایی از صفحه اندازه‌گیری فرکانس صدا



شکل ۱۳. نمایی از صفحهٔ اندازه‌گیری شدت صوت



شکل ۱۶. نمایی از صفحه آنالیز طیف صدا



شکل ۱۵. نمایی از صفحه اسیلوسکوپ

شکل ۱۸. نمایی از صفحهٔ اندازه‌گیری همزمان چند کمیت

شکل ۱۷. نمایی از صفحهٔ اسپکتوگرام

منابع

1. https://www.vieyrasoftware.net/
2. google play
3. app store

ق. مولد رنگ، color generator

در ایـــن بخش هر رنگی که بخواهیم صفحـــه به آن رنگ در می‌آید.

ر. استروبوسکوپ، Stroboscope

برای اینکه بتوانیم اجســـام متحرک را ثابـــت ببینیم باید با فرکانســـی معادل فرکانس حرکت آن‌ها به‌صورت لحظه‌ای به آن‌ها نور بتابانیم. در این بخش می‌توان با فرکانس چشمک زدن ال‌ای‌دی موبایل را تنظیم نمود.

مثال: ثابت نشان دادن پرهٔ پنکه در تاریکی و برعکس نیز، با تغییر دادن فرکانس استروبوسکوپ می‌توانیم جسم متحرک را ثابت ببینیم و نتیجه بگیریم که فرکانس چرخش چقدر است.

ط. رسم نمودار Manual data plot

در این بخش می‌توان یک سری عدد و واحد به نرم‌افزار داد و با زدن تب Plot نمودار آن‌ها را مشاهده کرد.

مثال: رسم هر نمودار خیلی سریع در کلاس

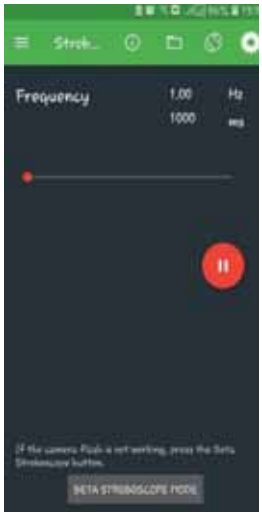
ض. رسم نمودار دو به دلخواه

در این بخش از بین دو کمیتی که انتخاب می‌کنید می‌توانید نمودارش را به‌صورت لحظه‌ای مشاهده نمایید.

مثال: رسم همزمان نمودار شتاب و فشار

شکل ۱۹. نمایی از صفحه تولید صدا

شکل ۲۰. نمایی از صفحه مولد رنگ



شکل ۲۱. نمایی از صفحهٔ استروبوسکوپ

شکل ۲۲. اولین شکل سمت راست: نمایی از صفحه رسم نمودار
شکل وسط: یک‌سری داده در جاهای خالی درج شده است.
شکل آخر از سمت راست: رسم نمودار

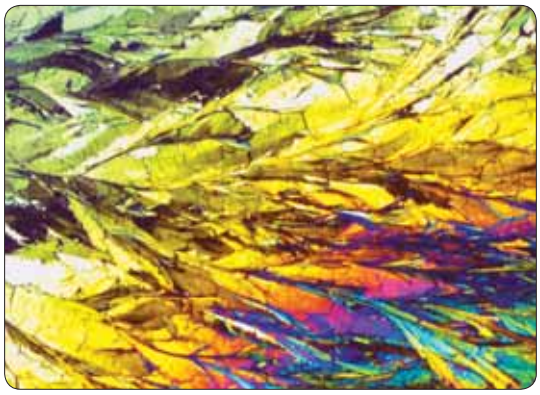
شکل ۲۳. اولین شکل از سمت راست، نمایی از صفحه انتخاب سنسور و دومین شکل رسم همزمان نمودارهای انتخابی توسط کاربر

مرزهای فیزیک
تازه‌ترین اخبار پژوهشی

دکتر منیژه رهبر

روشی جدید برای روشن‌تر کردن صفحهٔ تلفن هوشمند و دوام بیشتر باتری آن

کارولین بروگن[1]، امپریال کالج لندن



تصویرهای میکروسکوپ از لایه‌های دستوارهٔ پلیمرهای مبتنی بر کربن برای دیودهای نورگسیل.

به خاطر روشی که دانشمندان امپریال کالج اختراع کرده‌اند، صفحه نمایش‌های تلویزیون و تلفن‌های هوشمند ما در آینده می‌توانند کارآیی انرژی دو برابر داشته باشند.

پیکسل‌های موجود در بسیاری از صفحه‌های نمایش تلویزیون، تلفن‌های هوشمند، تبلت‌ها و لپ‌تاپ‌ها را ابزارهای ریز موسوم به $OLED_s$[2] (دیودهای نور گسیل آلی) روشن می‌کنند.

برای اطمینان از مشاهدهٔ تصاویر این صفحه نمایش‌ها در یک روز روشن آفتابی صفحه‌های OLED را با صافی ضد بازتاب می‌پوشانند.

با این همه، به خاطر فیزیک صافی‌های ضد بازتاب نیمی از نور تولید شده توسط هر پیکسل OLED در داخل صفحه نمایش باقی می‌ماند، و باعث می‌شود کارآیی انرژی OLED نصف شود.

بنابراین سازندگان این صافی‌ها تصمیم گرفتند **کارآیی انرژی** را فدای افزایش قابل اســـتفاده بودن کنند: اگر نمی‌شد صفحه نمایش را در فضای بیرون خواند، تلفن‌های هوشمند محبوبیت نداشتند.

اکنون گروهی از دانشمندان بخش فیزیک و شیمی امپریال کالج نوع جدیدی از OLED را ابداع کرده‌اند که این نقطهٔ ضعف را ندارد.

کنترل شیمی فرآیند

این گروه شـــامل دکتر جس‌وید[3]، لی ون[4]، پروفســـور ماتیو فوچر[5] و پروفســـور آلاسدیر کمبل[6]، نتیجه کار خود را در مجله AcsNano چاپ کرده‌اند.

مقالهٔ آن‌ها نشـــان می‌دهد که با کنترل شیمی مواد OLED می‌توان دیودهای نورگســـیل آلی‌ای تهیه کرد که نور قطبیده خاصی گســـیل کند که نیاز به صافی ضد بازتاب ندارد. صفحه نمایش‌های ساخته شده از این $OLED_s$ کارآیی انرژی بالاتری دارند، که به معنی عمر بیشتر باتری و آزاد شدن دی‌اکسیدکربن کمتر است.

دکتر وید از بخش فیزیک امپریال کالج گفت: «مطالعات ما، برای اولین بار، نشان می‌دهد که با تغییر روش تهیهٔ OLED می‌توانیـــم $OLED_s$ قطبنده با کارآیـــی زیاد تهیه کنیم. این یافته‌ها تمام صفحه نمایش‌ها را روشـــن‌تر، دارای کنتراست بهتر و عمر طولانی‌تر می‌کند.

در حالـــی کـــه تمرکز کار آن‌هـــا بر صفحـــه نمایش‌های $OLED_s$ بود، آن‌ها متوجه شـــدند که مـــواد و رویکردهای مورد استفاده‌شان را می‌توان در موارد دیگر هم به‌کار برد. نور قطبیدهٔ تولید شده در مواد آن‌ها دارای **توان بالقوه کاربرد** در ذخیره‌سازی، انتقال و رمزگشایی از اطلاعات نیز هست و در نتیجه در محاسبات و انقلاب داده‌ها سودمند است.

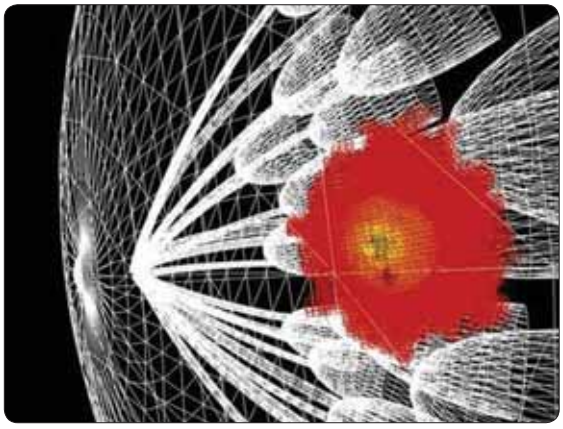
منبع

1.Imperial college of Science, Medicine and Technology

پی‌نوشت‌ها

1.caroline Brogan
2. Organic light emitting diodes
3. Jess wade
4. Li wan
5. Mathew Fuchter
6. Alasdair campell

اخترشناسان به جنگ سرطان می‌روند



مدلی که نفوذ نور در سطح سینهٔ انسان را نشان می‌دهد.

بخش اعظم اخترشناسی به آشکارسازی و تحلیل نور بستگی دارد. به‌عنوان مثال، دانشمندان با بررسی نور پراکنده شده، جذب شده و باز گسیل شده از ابرهای گاز و گردوغبار اطلاعاتی دربارهٔ درون آن‌ها به دست می‌آورند.

به رغم اختلاف مقیاس بسیار زیاد، فرایندهایی که هنگام عبور نور از بدن انسان صورت می‌گیرد شباهت زیادی به فرایندهای مشاهده شده در فضا دارد. و وقتی کارها خراب می‌شوند- وقتی بافت سرطانی می‌شود- تغییرات نمایان می‌شوند.

در بریتانیا، هر سال تقریباً ۶۰/۰۰۰ زن تحت درمان سرطان قرار می‌گیرند، و ۱۲۰۰۰ نفر می‌میرند. درمان زودهنگام کلید حل مشکل است، و ۹۰ درصد آنانی که در مراحل اولیه درمان می‌شوند دست‌کم پنج سال دوام می‌آورند، در مقایسه با ۱۵ درصد در مراحل پیشرفته.

سرطان رسوب‌های مختصر کلسیم در سینه به جا می‌گذارد که می‌توان آن را با تغییر طول موج نور هنگام عبور از بافت تشخیص داد. گروه اکستر[1] متوجه شد که با استفاده از کدهای رایانه‌ای توسعه‌یافته برای بررسی تشکیل ستارگان و سیارات می‌توان این رسوب‌ها را یافت.

چارلی جینز[2] از دانشگاه اکستر که این کار را در گردهمایی RAS اخترشناسی ملی در دانشگاه اکستر ارائه داد اظهار داشت: «نور در گسترهٔ وسیعی از پیشرفت‌های پزشکی، مانند اندازه‌گیری اکسیژن‌گیری خون در نوزادان زودرس، یا درمان خال‌های لکه شرابی با لیزر نقش بنیادی دارد.

بنابراین ارتباط طبیعی بین پزشکی و اخترشناسی وجود دارد، و خوشحالیم که از کار خود در جهت درمان سرطان استفاده می‌کنیم.»

شبیه‌سازی‌های انجام شده با نور فروسرخ نزدیک (NIR) که در بافت نفوذ می‌کند نشان می‌دهد که پس از ۱ ثانیه پرتوگیری، توموری (در عمق 9mm در بافت پوست) و حاوی نانو ذرات طلای جذب‌کنندهٔ NIR حدود ۳ درجه سلسیوس گرم شده است، در حالی که پس از ۱۰ دقیقه تا ۲۰ درجه سلسیوس گرم می‌شود. این دوز گرمایی برای از بین بردن سلول‌های سرطانی کافی است.

این گروه با همکاری نیک‌استون[3]، دانشمند زیست پزشکی اکستر، مدل‌های رایانه‌ای خود را بهبود می‌بخشند تا شناخت بهتری از تأثیر نور آشکارسازی شده بر بافت انسان به دست آورند. انتظار می‌رود که آن‌ها سرانجام آزمون تشخیص سریعی برای اجتناب از بافت‌برداری‌های غیرضروری به وجود آورند که چشم‌انداز بقای هزاران زن را بهبود می‌بخشد. این کار با همکاری با بیمارستان‌ها در حال انجام است تا راه را برای فناوری پیشگام و آزمون‌های کلینیکی بیشتر هموار سازد.

این گروه در یک پروژه دیگر از مدل‌های رایانه‌ای برای یک درمان بالقوه جدید برای سرطان پوست غیر ملانومی (NMSC) استفاده می‌کنند. این متداول‌ترین نوع سرطان است، که هر سال ۸۰/۰۰۰ مورد از آن در انگلستان گزارش می‌شود. انتظار می‌رود که NMSC در سال ۲۰۲۰ حدود ۱۸۰ میلیون پوند برای خدمات سلامت ملی هزینه داشته باشد، عددی که با افزایش بیماری رشد خواهد کرد.

این گروه با همکاری دانشمندان دانشکده پزشکی اکستر از کد رایانه‌ای خود برای ایجاد شبیه‌سازی یک آزمایشگاه مجازی، برای مطالعهٔ درمان سرطان پوست استفاده می‌کنند. حمله دو شاخه با استفاده از داروهای فعال شده با نور (درمان فوتودینامیک) و نانو ذرات گرم شده با نور (درمان فوتوگرمایی) صورت می‌گیرد.

شبیه‌سازی چگونگی گرم شدن نانو ذرات طلا در یک تومور مجازی پوست را با پرتوگیری نور فروسرخ- نزدیک بررسی می‌کند. پس از ۱ ثانیه پرتوگیری، تومور ۳ درجه سلسیوس گرم می‌شود. پس از ۱۰ دقیقه، همین تومور ۲۰ درجه گرم می شود که برای از بین بردن سلول‌ها کافی است. تاکنون، درمان فوتوگرمایی با نانو ذرات در موش‌ها مؤثر بوده است، اما با تلاش این گروه در جهت دقیق‌تر کردن شرایط تجربی، آن‌ها این فناوری را برای انسان‌ها به کار خواهند برد.

مدلی رایانه‌ای که نشان می‌دهد نور در عبور از پوست مسیرهای پیچیده‌ای را دنبال می‌کند.

چارلی گفت: «پیشرفت علوم بنیادی را هرگز نباید به تنهایی در نظر گرفت، اخترشناسی هم استثنایی در این مورد نیست، و گرچه نمی‌توان در ابتدا پیش‌بینی کرد، اکتشاف‌ها و روش‌های آن اغلب برای جامعه سودمندند. کار ما مثالی در این مورد است. و من واقعاً افتخار می‌کنم که کار ما به همکاران پزشک‌مان در **نبرد با سرطان** کمک می‌کند.»

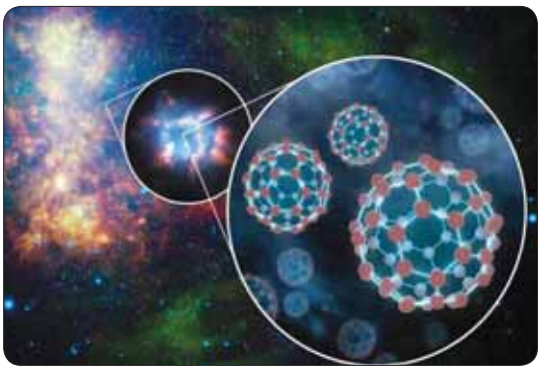
گام‌های بعدی شامل استفاده از مدل‌های سه بعدی از تومورهای واقعی و شبیه‌سازی چگونگی واکنش به روش‌های درمان مختلف است. داده‌های موجود در مورد چگونگی واکنش به درمان وجود دارد که زمینهٔ مناسبی را برای مقایسه با مدل‌های مختلف فراهم می‌سازد. به این ترتیب، گروه می‌تواند پیش‌بینی کند که کدام یک از انواع مختلف درمان برای یک تومور مؤثرترند، و به پزشکان امکان می‌دهد که امکان گزینش متنوع‌تری برای برنامه درمان خود داشته باشند.

پی‌نوشت‌ها
1.Exeter group
2. Charlie Jeynes
3. Nick Stone

منبع
1.Royal Astronomical Society

تلسکوپ هابل گوی‌های الکتریکی را در فضا یافته است

که به حل معمای میان ستاره‌ای کمک می‌کنند



برداشتی هنرمندانه که حضور باکی‌بال‌ها در فضا را نشان می‌دهد. باکی‌بال‌ها که از ۶۰ اتم کربن مثل یک توپ فوتبال تشکیل شده‌اند، پیش از اینکه دانشمندان از تلسکوپ فضایی اسپیترز[3] ناسا استفاده کنند، آشکارسازی شده بودند. نتیجهٔ جدید کشف نوع باردار (یونیده) آن‌ها در فضای میان ستاره‌ای برای اولین بار است.

دانشمندان با استفاده از تلسکوپ فضایی هابل ناسا حضور مولکول‌های دارای بار الکتریکی در فضا را تأیید کرده‌اند که به شکل توپ‌های فوتبال‌اند، و معمای محتوای اسرارآمیز محیط میان ستاره‌ای[4] (ISM)- یعنی گاز و گرد و غباری که فضای میان ستاره‌ای را پر کرده است- حل می‌کنند چون ستارگان و سیارات از ابرهای رهبنده گاز و گرد و غبار در **فضا** شکل می‌گیرند به نظر مارتین کوردینر[5]«ISM پراکنده را می‌توان نقطهٔ شروع **فرآیندهای شیمیایی** در نظر گرفت که سرانجام به تشکیل سیارات و زندگی می‌انجامد. بنابراین تعیین دقیق محتوای آن اطلاعاتی دربارهٔ مواد لازم برای به‌وجود آمدن ستارگان و سیارات را در اختیار می‌گذارد». کوردینر که در مرکز پرواز فضایی گودارد ناسا در گرینبلت[6]، مریلند مستقر است، نویسنده اصلی مقاله‌ای است که در استروفیزیکال جورنال لترز[7] چاپ شده است.

مولکول‌هایی که کوردینر و گروهاش شناسایی کرده‌اند نوعی کربن موسوم به «باکمینسترفولرن» یا «باکی‌بال» است که از ۶۰ اتم کربن (C_{60}) قرار گرفته در کره‌ای توخالی تشکیل شده است. C_{60} در مواردی نادر در سنگ‌ها و مواد معدنی زمین یافته شده است، و در دوده‌های حاصل از احتراق در دمای بالا هم ظاهر می‌شود. C_{60} پیش از این هم در فضا دیده شده است. با این همه، وجود نوع باردار (یونیده) آن در ISM پراکنده، اولین بار است که تأیید می‌شود. C_{60} وقتی یونیده می‌شود که پرتوهای فرابنفش گسیل شده از ستارگان الکترونی را از مولکول جدا کنند و باعث شوند C_{60} دارای بار مثبت

بیل استیگروالد[1]، مرکز پروازهای فضایی گودارد، ناسا[2]

G^{+}_{60} شود. کوردینر می‌گوید،» ISM پراکنده به لحاظ تاریخی محیطی بسیار خشن و رقیق برای به وجود آمدن مقدار زیادی مولکول‌های بزرگ در نظر گرفته می‌شد. پیش از آشکار سازی C_{60}، بزرگ‌ترین مولکول شناخته شده در فضا فقط دارای ۱۲ اتم بود. تأیید وجود C_{60} نشان می‌دهد که اختر شیمی حاصل، حتی در کمترین چگالی‌ها و در محیط‌های با بیشترین تابش فرابنفش در کهکشان، چقدر می‌تواند پیچیده شود.

زندگی تا جایی که می‌دانیم مبتنی بر مولکول‌های حاوی کربن است، و این کشف نشان می‌دهد که مولکول‌های پیچیدهٔ کربن می‌توانند در محیط خشن فضای میان ستاره‌ای تشکیل شوند و دوام بیاورند. کوردینر گفت، «حضور C_{60} بدون هیچ تردیدی پیچیدگی بسیار زیاد شیمی مربوط به محیط‌های فضایی را نشان می‌دهد، و به احتمال زیاد تشکیل خودبه‌خود مولکول‌های بسیار پیچیده حاوی کربن در فضا اشاره دارد.» بیشتر ISM از هیدروژن و هلیم تشکیل شده است، اما رگه‌هایی از ترکیب‌هایی هم وجود دارد که شناسایی نشده‌اند. چون **فضای میان ستاره‌ای** بسیار دور است، دانشمندان برای شناسایی محتوای آن، چگونگی تأثیرش بر نور ستارگان دور دست را بررسی می‌کنند. با عبور نور ستاره از فضا، عناصر و ترکیب‌های موجود در ISM برخی رنگ‌ها (طول موج‌های) نور را جذب و آن‌ها را حذف می‌کنند. وقتی دانشمندان نور ستاره را تحلیل و آن را به رنگ‌های تشکیل دهنده (طیف) آن تجزیه کنند، رنگ‌های جذب شده کمرنگ یا مفقود است. هر عنصر یا ترکیب طرح جذبی منحصربه‌فردی دارد که به عنوان اثر انگشت آن عمل می‌کند و شناسایی را امکان‌پذیر می‌سازد. با این همه، برخی طرح‌های جذب ناشی از ISM گستره وسیع‌تری از رنگ‌ها را در برمی‌گیرند، که با هر اتم یا مولکول شناخته شده در زمین متفاوت است. این طرح‌های جذب را نوارهای میان ستاره‌ای پراکنده[8] (DIB_S) می‌نامند. هویت آن‌ها از زمانی که مری لی هِگر[9] آن‌ها را کشف و نتیجه رصدهای خود از اولین دو نوار DIB را در سال ۱۹۲۲ منتشر کرد، معمایی را به‌وجود آورده بود. یک DIB وقتی مشخص می‌شود که برازش دقیقی با اثر انگشت یک ماده در آزمایشگاه داشته باشد. با این همه، میلیون‌ها ساختار مولکولی متفاوت برای امتحان کردن وجود دارد، بنابراین برای آزمودن همهٔ آن‌ها باید عمرهای زیادی را صرف کرد.

کوردینر گفت، «امروز، بیش از ۴۰۰ DIB شناخته شده است، اما (غیر از چند مورد که به C^{+}_{60} نسبت داده شده است) هیچ یک از آن‌ها قطعاً شناسایی نشده‌اند. روی هم رفته، ظاهر DIB_S

حضور مقدار زیادی از مولکول‌های کربن را در فضا نشان می‌دهد. بـــا این همه، ترکیب و ویژگی‌های این مواد تا تعیین DIB آن‌ها ناشناخته‌خواهدماند.»

دهه‌ها بررسی در آزمایشـــگاه تا کار روی C_{60}^{+} موفق به یافتن برازش دقیق به DIBS نشده بودند. در این کار جدید، گروه توانست رصدهای تلسکوپ ISM هابل را به طرح جذبی C_{60}^{+} برازش دهد، و تخصیص اخیر کارگروهی از دانشگاه بازل در سوئیس را، که بررسی آزمایشگاهی آن‌ها داده‌های مقایسه‌ای لازم را تأمین کرد، تأیید کند.

مسئله اصلی آشکارسازی C_{60}^{+} با تلسکوپ‌های معمولی مستقر در زمین آن است که بلوک‌های بخار آب جوی طرح جذبی C_{60}^{+} را از دید پنهان می‌کند. اما، تلسکوپ هابل که بالاتر از جو در مدار حرکت می‌کند دیدی روشن و بلامانع دارد. با این همه، هنوز باید حدود حساسیت هابل را بسیار فراتر از مقدار متداول می‌بردند تا شانس آشکارسازی اثر انگشت‌های ضعیف C_{60}^{+} را به دست می‌آوردند.

آشکارســـازی C_{60}^{+} از ISM پراکنده انتظـــارات این گروه را که مولکول‌های کربن بسیار بزرگ نامزدهای توجیه بسیاری از DIB_S نامشخص باقیمانده هستند پشتیبانی می‌کند. این موضوع نشان می‌دهد که تلاش‌های گروه در آینده باید در جهت اندازه‌گیری طرح‌های جذبی ترکیب‌های وابسته به C_{60}^{+} باشد، تا به شناسایی برخـــی از DIB_S باقیمانده کمک کند. گروه می‌خواهد C_{60}^{+} را در محیط‌های دیگر هم آشکارســـازی کنـــد تا ببیند باکی‌بال‌ها تا چه انـــدازه در عالم متداول‌اند. به نظر کوردینر، رصدهای آن‌ها تاکنون نشان داده اســـت که به نظر می‌رسد C_{60}^{+} در کهکشان بسیار معمول بود.

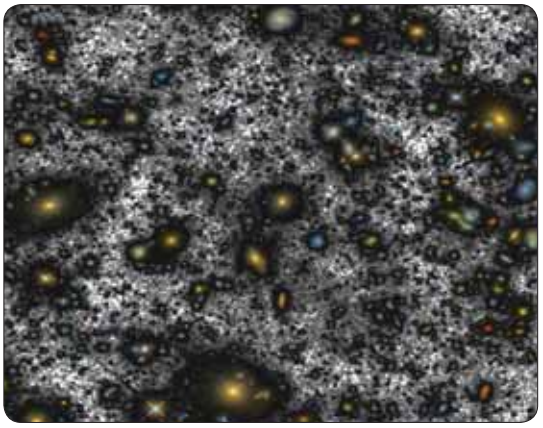
منبع

NASA Godard Space Flight Center

پی‌نوشت‌ها

1.Bill Steigerwald
2. Godard Space Flight center
3. Spitzer Telescope
4. Interstellar medium
5.Martin Cordiner
6.Greenbelt
7.Astrophysical Journal Letters
8.Diffuse interstellar Bands
9. Mary lea Heger

«توهم مرگ»- در عالم کوانتومی برای همیشه وجود داریم



ریاضی فیزیک‌دان بلندآوازه **ســـرراجر پنرز**[1] در دانشـــگاه آکســـفورد و پژوهشگران انســـتیوی معروف ماکس پلانک در مونیخ مطرح کرده‌اند که عالم فیزیکی که در آن زندگی می‌کنیم فقط حاصل استنباط ماست و وقتی بدن‌های فیزیکی ما بمیرد، محیطی نامتناهی فراتر از آن وجود دارد. برخی بر این باورند که خودآگاهی ما پس از مرگ در عالم‌های موازی سفر می‌کند.

«فراسو واقعیتی نامتناهی و بسیار بزرگ‌تر است.... که این دنیا ریشـــه در آن دارد. به این ترتیب، زندگی‌های ما در این سطح از موجودیت، قبلاً در این جهان بعدی احاطه و در برگرفته شـــده است.... بدن می‌میرد اما میدان کوانتومی روانی تداوم می‌یابد. به این ترتیب، من فنا ناپذیرم.»

در حالی که دانشـــمندان هنوز درگیر جروبحث شدید دربارهٔ اینکه خودآگاهی دقیقاً چیســـت هستند، استوارت هیمراف[2] از دانشـــگاه آریزونا و پنرز نتیجه گرفته‌اند که آن اطلاعات ذخیره شده در یک سطح کوانتومی اســـت. پنرز با این موضوع موافق است- او و گروه‌اش شواهدی را یافته‌اند که «ریزلوله‌های مبتنی بر پروتئین- یک جزء ساختاری سلول‌های انسان- حاصل اطلاعات کوانتومی هستند- اطلاعات در سطح زیراتمی ذخیره می‌شود.»

پنرز استدلال می‌کند که اگر شخصی موقتاً بمیرد، این اطلاعات کوانتومی از ریزلوله‌ها آزاد و وارد عالم می‌شود. اما، اگر آن‌ها احیا شوند اطلاعات کوانتومی به ریزلوله‌ها برمی‌گردد و آن چیزی است که تجربه نزدیک به مرگ را به‌وجـــود می‌آورد. «اگر آن‌ها احیا نشوند، و بیمار بمیرد، امکان دارد که این اطلاعات کوانتومی بتواند بیرون از بدن، شاید برای همیشه، به‌صورت روح باقی بماند.»

رابرت لانزا[3] می‌پرسد، «در فراتر از بیوسنتریزم، زمان بازاندیشی، فضا، خودآگاهی و توهم مرگ، آیا روح وجود دارد؟» نظریه‌ای که او مطرح می‌کند می‌گوید که ما جاودانه‌ایم و بیرون از زمان وجود داریم بیوسنتریزم فرض می‌کند که فضا و زمان اجسام سختی که فکر می‌کنیم نیستند. درجهان بی‌زمان و بی‌مکان مرگ وجود ندارد. نظریه جدید او مطرح می‌کند که مرگ رویداد پایانی که فکر می‌کنیم نیست.

او می‌گوید، «تعداد بی‌نهایت عالم وجود دارد، و هر چیزی که می‌تواند اتفاق بیفتد در یک عالم رخ می‌دهد. در این ســـناریوها مرگ به معنای واقعی وجود ندارد. همه عالم‌های ممکن همزمان، بـــدون توجه به آنچه در هر یک از آن‌هـــا اتفاق می‌افتد، وجود دارند. گرچه سرنوشت تک‌تک بدن‌ها نابودی است، اما احساس زندگی- اینکه من کیستام؟ صرفاً یک چشمهٔ ۲۰ وات از انرژی موجود در مغز است. اما این انرژی در مرگ از بین نمی‌رود. یکی از مطمئن‌ترین اصول علم این است که انرژی هرگز نابود نمی‌شود؛ انرژی نمی‌تواند خلق یا نابود شود. اما آیا این انرژی از یک جهان به جهان دیگر می‌رود؟»

منبع

The Daily Galaxy. https://daily galaxy. com/2019/07/illusion of death in quantum Universe we exist indefinitly as soul/

پی‌نوشت‌ها

1.Sir Roger Penrose
2. Stuart Hameroff
3.Robert Lanza

(بخش دوم)

پرسش و پاسخ‌های ابوریحان و ابن‌سینا

اسفندیار معتمدی

اشاره

در شمارهٔ قبل چهار پرسش و پاسخ ابوریحان و ابن‌سینا را بررسی کردیم. اکنون به بقیهٔ این پرسش و پاسخ‌ها می‌پردازیم.

۵. پرسش پنجم ابوریحان:

در میان چهار سطح ا.ب.ج.د خط‌های فرضی و بدون عرض تصور شده است. مشخص است که این سطح‌ها با همدیگر مماس هستند و چهارضلعی را به‌وجود آورده‌اند. واضح است که سطح را از جهات بعدها جز طول و عرض نیست. پس اگر سطح الف با طول با سطح ب و با عرض با سطح ج مماس است، تماس آن با سطح د چگونه است؟ روشن است که میان چیزهایی که با هم مماس هستند چیزی وجود ندارد که مانع تماس آن‌ها با هم باشد.

سطوح اربعهٔ ا. ب. ج. د بدین هیئت و در میان آن‌ها خطوط و همیه بدون عرض توهم می‌کنیم و محسوس است که این سطح با اضلاع همدیگر متماس خواهد بود تا چهار ضلعی پیدا شود. واضح است که سطح را از جهات مقداری جز طول و عرض نیست پس اگر سطح الف تماس کند با سطح ب در طول و با سطح ج در عرض و با سطح د چگونه تماس خواهد کرد و ظاهر است که ما بین اشیای متماسه حاجبی نیست که مانع از ملاقات باشد با آنکه ملاقات نیز ممکن نیست زیرا که چنانچه بیان کردیم جز طول و عرض سطح مقداری نیست که ما به التماس باشد و نیز اگر سطح الف د با هم متماس باشند سطح ب با سطح ج چگونه متماس می‌شود.

پاسخ ابن‌سینا

خدای عمرت درازکناد این مطلب را که بیان نمودی و گفتنی نیست از برای سطح جهات مگر در طول و عرض. این قول محل تأمل است، زیرا که از برای سطح غیر از طول جهت دیگری نیست. اگر برای سطح عرضی باشد آن عرض را عرضی دیگر خواهد بود و هکذا الی غیرالنهایه، و این محال است که تماس کند سطح الف با سطح جیم در جهت عرض بلکه اگر لابد شود از تماس با جهت طول خواهد بود. زیرا که غیر از طول برای سطح جهتی نیست و اینکه بیان نمودی ما بین اشیای مماس بر یکدیگر شیء دیگری نیست غیر صحیح است زیرا که ما بین دو تماس فصل مشترکی است و من آن را در ضمن فرق ما بین تماس و اتصال ثابت می‌نمایم و رجوع می‌کنیم به جواب مسئله به توفیق خداوندی. اما تماس را به قاعده‌ای که فیلسوف اعظم ارسطو در مقالهٔ پنجم از کتاب سمع طبیعی ممهد کرده جمع شدن اشیای مماسه است با هم و در این اجتماع از وجود فصلی مشترک چاره نیست و الا شیئی واحد خواهند بود پس ثابت شده که میان دو جسم مماس بر هم شیئی واسطه‌ای موجود است و اما اتصال عبارت است از متحد بودن نهایات متصلین و در اینجا واجب است که شیئی واسطه‌ای میان آنچه به هم وصل شده‌اند قرار نگیرد. پس هرچه را نهایت و طرف باشد اتصال و تماس از برایش ممکن است و هرچه را طرف و نهایتی نیست اتصال و تماس غیرممکن است. از این جهت اجزای لایتجزی را نفی کرده است. پس تماس جسم با جسم دیگر در سطح است که نهایت جسم و تماس سطح با سطح با خط است که نهایت سطح است و تماس خط با خط در نقطه است که نهایت خط و نهایةالنهایات است و از برای خودش نهایتی نیست، و بدین سبب تماس او با چیزی جایز نیست و همچنین است حال در مابین کمیات متصله من حیث‌الوجود و در نقطه من حیث‌الامتناع و اگر در نقطه‌ها مثل اجتماع چیزی مفروض و متوهم شود باید اعتقاد کنیم که آن ماورای اتصال و تماس است بلکه اجتماع نوع آخریست معدوم الاسم. و سزاوار است که بدانیم حال چنین است در سطوح و خطوط اگر مجتمع شوند از غیرجهت نهایت خود (اگر سطحی با سطحی در جهتی که نهایت او نبود و همچنین اگر خطی با خطی ملاقات کند در غیر نقطه) آن نوع اجتماع از قبیل تماس و اتصال نیست و به حدی محدودنی و نیز باید دانست که اجتماع سطوح متراکمه را عمق نمی‌گویند و اجتماع خطوط را نیز سطح

نمی‌نامند و اجتماع نقـاط را خط نام ننهند بلکه در اجتماع این اشـیا چیزی بر مرتبهٔ اولی افزوده نمی‌شـود. برهان این مطلب آنکه اگر دو سـطح با هم مجتمع گشته زیاده از سطح واحد باشـند آن زیادت لامحاله عمق خواهد بود و عمق خود کمیت ممتده‌ای اسـت که دو طرف آن منتهی به سطحین باشند و ما که در مابین سطحین مقداری وضع نکرده‌ایم بلکه بیش از دو سطح چیزی مفروض نکرده بودیم پس این مقدار مابین سـطحین از چه راه پدید آمد و از کجا پیدا شـد و نیز گوییم اگر ما بین آن سطحین بعدی متعین شود لازم آید که سـطحین با هم اجتماعی مشابه تماس و اتصال است نکرده باشـند و هنوز اتصالی و تماسی واقع نشده باشد بلکه ما بین آن‌ها بعدی اسـت که مرتفع نگشته مگر اینکه این اجتماع را در وهم قرار دهیم و حال آنکه موضوع مطلب تماس و اجتماع در خارج اسـت و ازاین‌روی واضح آمد که اگر دو سطح با هم مجتمع شـوند، زیاده از سطح واحد نیست و سطوح کثیره را نیز بدین بیان فرض می‌کنیم زیرا که اگر سطوح کثیره بر روی هم متراکم آینـد در هر اثنین از آن‌ها این کلام گوییم چون آن اثنین زیاده بر واحد نشـد آنگاه آن اثنین را با اثنین دیگر ملاحظه کنیم و از این ملاحظه حاصل آید که مجموع سطوح متراکمه بر سطح واحد مزید نیاورد و همچنین است کلام در خط و نقطه آنگاه گوییم سطح الف تماس کرده در طول واحد با سـطح ب و متصل گشـته و مماس شده با سطح ج نیز از طول دیگری زیرا که نهایات سـطوح ا ب ج منتهی گشته بر نقاط ه و ز . و ایـن نقاط با هم نوعی از اجتماع حاصل کرده و متحد گشـته‌اند و از جهت اجتماع و اتحاد این نقاط زاویهٔ ط پیدا گشـته و آن خود نقطهٔ واحدی است مابین آن نقاط و منظم می‌نماییم بر سطوح سه‌گانه که با هم متحد شده‌اند سطح در او آن سـطح مماس گردد و متصل شود با دو خط خـود با دو خط دو سـطح ج ب و نقطهٔ آن دو و نقطهٔ که ط باشـد بر سبیل مجاز مشترک است مابین سطوح سه‌گانه به این معنی که نقطهٔ هرکدام از این سطوح تواند شد.

پرسش ششم ابوریحان:

اگر بپذیریم که خلأ در داخل و خارج عالم وجود ندارد، پس چرا اگر هوای درون ظرف شیشـه‌ای مکیده شود و وارونه بر آب قرار گیرد، آب را به سوی بالا می‌کشد؟

پاسخ ابن‌سینا:

علت بالا رفتن آب، وجود خلأ نیسـت؛ بلکه وقتی شیشـه مکیده می‌شـود، چون هوای شیشـه بیرون نمی‌آید، تا خلأ حاصل شود؛ شدت دمیدن در هوا اثر می‌کند و حرکت قسری (حرکت برخلاف میل و تحمیل‌شـده از خارج) هوا به وجود می‌آید که در نتیجه، می‌خواهد حجمش افزایش یابد. از این‌رو بخشـی از هوا جدا شـده و بیرون می‌رود و قسمتی از آن در شیشه باقی می‌ماند و چون شیشه بر روی آب قرار گیرد، هوا در اثر وجود آب، سرد و منقبض شده و به اندازه کاهش حجم آب، بالا می‌رود تا شیشه خالی نماند.

آیا نمی‌بینی که اگر در شیشـه بدمی و هوا را در آن داخل کنی، باز همین حالت مشاهده می‌شود؟ پس معلوم می‌گردد که به سـبب انبساط هوا و مکیدن آن، همان وضعی به وجود می‌آید که وقتی شیشـه را گرم کنی ایجاد می‌شود. در پاسخ همین اندازه کافی است.

اعتراض ابوریحان

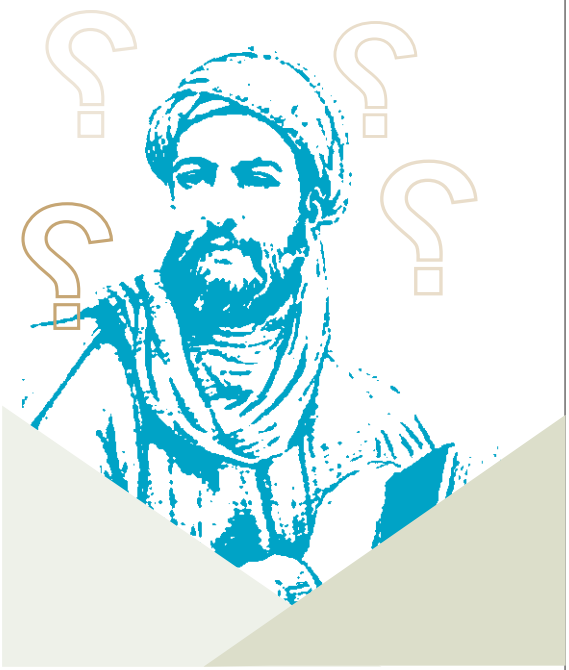
این‌گونـه دلیل و برهان آوردن، نظریـه وجود خلأ را تأیید می‌کند. ولی اگر معتقد به عدم خلأ باشیم، وقتی در اثر مکیدن ظرف شیشه‌ای، هوا منبسط شد و آنچه زیادتر از حجم ظرف بـود بیرون رفت، این مقدار افزایش‌یافته، به کجا می‌رود؟ جز اینکه گفته شود: هوا به همان اندازه سرد و منقبض می‌گردد، به‌طوری که انقباض آن با انبساط هوای ظرف برابر می‌شود؟ نتیجه آزمایـش در این موضوع، آن اسـت که اگر در ظرف بدمیم، همان حال پیدا می‌شود که در مکیدن. نتیجه تجربه من آن اسـت که نه فقـط در ظرف، بلکـه در آب رودخانه جیحون هم دیدم که هوا ضمـن تولید صدا، از ظرف بیرون آمد و آب به ظرف شیشه‌ای وارد نشد.

توضیح

پیـش از ایـن گفتیـم که ارسـطو و پیروان او بـه وجود خلأ بـاور نداشـتند، ولـی ابوریحـان وجـود خـلأ را پذیرفتـه بود. اکنـون وجـود خلأ امری ثابت‌شـده اسـت؛ یعنـی مکان‌هایی وجـود دارد کـه در آن‌هـا مـاده موجود نیسـت. عمـلاً هم به کمـک تلمبـه تخلیـه هـوا می‌تـوان فضاهـای محـدود خـلأ بـه وجـود آورد و آزمایش‌هایـی انجـام داد. البتـه خلأ مطلق یعنـی فضایـی که به کلی خالـی از ماده باشـد، مفهوم ذهنی اسـت و تاکنون ایجاد آن ممکن نشـده اسـت. نخستین روش تولیـد فضاهـای خالـی به‌وسـیله توریچلـی (۱۶۰۸ـ ۱۶۴۸) امکان‌پذیـر شـد. او بـا اسـتفاده از لولـه‌ای کـه در آن جیـوه ریخـت توانسـت فضای نسـبتاً خالـی از هـوا به وجـود آورد. او لولـه شیشـه‌ای به‌طـول تقریبـی یـک متـر و بـه قطر یک سـانتی‌متر را پـر از جیوه کرد و آن را روی تشـتکی برگرداند و ملاحظـه کـرد کـه ابتـدا جیـوه پاییـن می‌آید و در سـطح مشـخصی می‌ایسـتد. ارتفاع ثابت سـتون جیوه در کنار دریا ۷۶۰ میلی‌متـر خواهـد بـود. او بـا اسـتفاده از ایـن آزمایـش فشـار هوا را انـدازه گرفت.

در عمـل، تولید خلأ به وسـیلهٔ تلمبه‌های مخصوصی صورت می‌گیـرد. نخسـتین تلمبه‌هـای تولیـد خلأ کـه هم‌اکنون هم

اگر بپذیریم که خلأ در داخل و خارج عالم وجود ندارد، پس چرا اگر هوای درون ظرف شیشه‌ای مکیده شود و وارونه بر آب قرار گیرد، آب را به سوی بالا می‌کشد؟



به کار می‌روند مانند تلمبه‌های مکشی آب هستند. فناوری ایجاد خلأ بسیار پیشرفت کرده است و در تحقیقات علمی بسیاری از وسایل از این فناوری استفاده می‌شود.

٦. پرسش هفتم ابوریحان

اگر در اثر گرما، اجسام منبسط می‌شوند و در اثر سرما، منقبض می‌شوند، و شکافته و پاره شدن قمقمه‌ها در اثر انبساط آن‌هاست، پس چرا ظرف‌ها هنگامی که آب درون آن‌ها منجمد می‌شود، می‌شکنند؟

پاسخ ابن‌سینا

پاسخ این پرسش، از خود مسئله ظاهر و آشکار است. زیرا هوا در حین انبساط، به جای بیشتری نیاز دارد و سبب شکسته شدن قمقمه می‌شود. همچنین هنگام سرد شدن منقبض می‌شود و جای کمتری می‌گیرد و نزدیک می‌شود که خلأ در قمقمه پدید آید و چون پیدایش خلأ امکان ندارد، در نتیجه، قمقمه شکسته می‌شود و در طبیعت، نمونه‌های دیگر بسیار است و اما آنچه ذکر کردیم، کافی است.

اعتراض ابوریحان

اگر شکستن قمقمه از درون باشد، این بیان درست است. اما آشکارا خلاف آن است و می‌بینیم که شیشه به بیرون می‌شکند و به نظر می‌رسد که ظرف گنجایش مواد درون خود را ندارد.

ابن‌سینا شکسته شدن ظرف را مربوط به انبساط و انقباض هوا می‌داند در صورتی که افزایش حجم آب بر اثر یخ بستن سبب شکسته شدن ظرف می‌شود

توضیح

ابن‌سینا شکسته شدن ظرف را مربوط به انبساط و انقباض هوا می‌داند در صورتی که افزایش حجم آب بر اثر یخ بستن سبب شکسته شدن ظرف می‌شود.

می‌دانیم که حجم اجسام بر اثر انجماد کاهش می‌یابند و آب از این نظر استثنا دارد. آب بر اثر سرد و منجمد شدن، افزایش حجم می‌یابد و چون ظرف منبسط نمی‌شود در نتیجه فشار حاصل از انبساط حجم سبب شکسته شدن ظرف می‌شود. حوض‌ها و استخرها در زمستان که هوا خیلی سرد است و آب آن‌ها یخ می‌بندد ممکن است شکسته شوند. بطری شیشه‌ای پر از آب یا شربت هم اگر یخ ببندد می‌شکند. شرح بیشتر را در توضیح بعدی خواهید دید.

۷. پرسش هشتم ابوریحان

چرا اگر یک قطعه یخ را در آب بیندازیم، بر روی آب می‌ماند و پایین نمی‌رود؟ در صورتی که یخ بر اثر سرما و انجماد آب به‌وجود می‌آید و حالت خاکی بودن در آن بیشتر است.

پاسخ ابن‌سینا

این موضوع روشن و آشکار است که آب هنگام یخ بستن، مقداری از هوا را در سوراخ‌ها و فضاهای درون خود نگه می‌دارد و همین مقدار هوا، مانع از آن می‌شود که یخ به زیر آب فرو رود.

ابوریحان به این پاسخ اعتراض نکرده است.

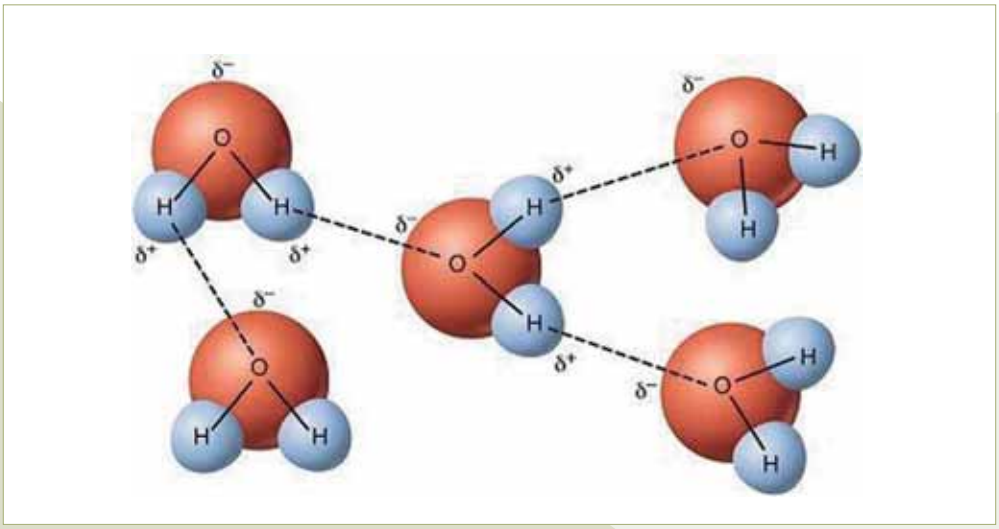
توضیح

به‌طوری که گفتیم بر اثر منجمد شدن آب حجم افزایش می‌یابد در صورتی که مواد دیگر بر اثر انجماد کاهش حجم می‌یابند. بنابراین انبساط آب غیرعادی است.

علت انبساط غیرعادی آب

علت انبساط غیرعادی آب مربوط به وضع مولکول‌های آب در حالت جامد و مایع آن است. برای توضیح این پدیده لازم است ساختمان مولکولی آب و نیز اتم‌های سازندهٔ آن بررسی شود.

هر مولکول آب از یک اتم اکسیژن و دو اتم هیدروژن



▲ به نظر می‌رسد اتم‌های هیدروژن، مولکول‌های آب را در کنار یکدیگر نگاه داشته است.

(H_2O) ترکیب شده است. هر اتم اکسیژن دارای ۸ الکترون است. از این تعداد، ۲ الکترون بر سطح انرژی K=۱ و شش الکترون بر سطح انرژی L=۲ با آرایش زیر قرار دارند:

$1S^2 \quad 2S^2 \quad 2P_x^2 \quad 2P_y 1 \quad 2P_z^1$

هر اتم هیدروژن دارای یک الکترون است ($1S^1$) و زمانی که یک اتم اکسیژن با دو اتم هیدروژن پیوند می‌یابد، مولکول قطبی[1] آب را ایجاد می‌کند که وضع اتم‌ها در آن به این صورت است:

زاویهٔ پیوند در این مولکول حدود ۱۰۵°(۴۱′، ۱۰۴°) و فاصله دو مرکز اتم‌های اکسیژن و هیدروژن ۰/۹۹ آنگستروم است. در مولکول آب علاوه بر آنکه هیدروژن و اکسیژن بر هم نیرو وارد می‌کنند، نیروهای الکتروستاتیکی هم بر اثر وجود هیدروژن موجود است که سبب می‌شود هر مولکول آب با چهار مولکول مجاور خود پیوند یابد (پیوند هیدروژنی) و یک شبکهٔ بلوری را ترتیب دهد. در یخ مولکول‌های آب کاملاً با یکدیگر پیوند می‌یابند و حلقه‌های شش‌ضلعی به وجود می‌آورند. این شش‌ضلعی‌ها همه به هم متصل‌اند و ساختمان قفس‌مانند گسترده‌ای را در حجم یخ می‌سازند. فاصلهٔ بین دو اکسیژن مجاور $2/76\ A^\circ$[2] است. وقتی که یخ را گرم کنیم در دمای ذوب، یخ به شبکه‌های کوچک‌تری شکسته می‌شود و اگر بتوان در لحظهٔ کوتاهی از این تبدیل عکس‌برداری کرد، در عکس به نظر می‌رسد که کوه یخی شکسته می‌شود و هر قسمت می‌تواند بر قسمت دیگر بلغزد. وقتی دما را به‌تدریج افزایش دهیم، گرمایی که آب می‌گیرد، سبب شکسته شدن پیوند بلوری و افزایش جنبش گرمایی می‌شود. جنبش گرمایی بیشتر، سبب افزایش حجم ماده می‌شود، در صورتی که مولکول‌هایی که در شبکهٔ بلوری در فاصلهٔ مشخصی از هم قرار داشتند، در حالت مایع به هم نزدیک‌ترند و حجم کمتری را اشغال می‌کنند.

باید توجه داشت که در دمای صفر درجه همهٔ مولکول‌های یخ از شبکه بلوری خارج نمی‌شوند و بر اثر افزایش دما، به‌تدریج شبکهٔ بلوری شکسته می‌شود و مولکول‌ها به هم نزدیک‌تر می‌شوند و هم‌زمان، جنبش مولکولی سبب افزایش حجم مایع می‌شود. دو عامل کاهش و افزایش حجم سبب می‌شوند که تا دمای ۴ درجه، حجم آب به کمترین مقدار خود برسد و از آن پس، با زیاد شدن جنبش مولکولی، پدیدهٔ عادی افزایش حجم آب مشاهده می‌شود.

در هنگام سرد کردن آب تا دمای ۴ درجه، حجم کاهش می‌یابد ولی در فاصلهٔ ۴ تا ۰ درجه به سبب تشکیل پیوندهای هیدروژنی بین مولکول‌ها و تشکیل شبکهٔ بلوری، فاصلهٔ بین مولکول‌ها زیادتر می‌شود و در نتیجه حجم افزایش می‌یابد.

پی‌نوشت‌ها

۱. مولکول قطبی مولکولی است که نقطه اثر بارهای مثبت و منفی آن بر هم منطبق نباشند. به سبب آنکه هستهٔ اکسیژن دارای ۸ بار مثبت و هستهٔ هیدروژن شامل یک بار مثبت است، بارهای منفی به طرف اکسیژن کشیده شده و از هیدروژن دور می‌شوند و در نتیجه برآیند بارها در اطراف هستهٔ هیدروژن مثبت و در اطراف اکسیژن منفی خواهد شد (مولکول قطبی آب) و همین امر نیروی الکتروستاتیکی ایجاد می‌کند که بر مولکول‌های دیگر مؤثر است.

۲. A(Angström) نام دانشمند سوئدی است. آنگستروم واحد طول می‌باشد که برابر 10^{-10} متر است.

چیزهایی که در تاریکی می‌درخشند چگونه نور تولید می‌کنند؟

فاطمه ثابتیان

مقدمه

همهٔ ما در بســـیاری جاهـــا چیزهایی را می‌بینیم کـــه در تاریکی می‌درخشـــند، از موجودات زنده گرفته تا اسباب‌بازی‌های گوناگون. به‌عنوان مثال، شاید فرزند شما یک یویو، یک توپ، یک تلفن همراه و حتی پیژامایی داشته باشد که در تاریکی تابان است! این چیزها پیدا کردن او در شـــب را راحت می‌سازد. محصولات تابان ساخته شده را اغلب باید «شارژ کرد». شما آن‌ها را در برابر نور می‌گیرید، و سپس به محل تاریک می‌برید. آن‌ها معمولاً به مدت ۱۰ دقیقه می‌درخشند. برخی محصولات جدیدتر چند ساعت هم می‌درخشند.

کلیدواژه‌ها: فسفر، زیست لیانی، مواد پرتوزا

طرز کار مصنوعات نور گسیل

محصولاتی که در تاریکی می‌درخشند حاوی **فسفر** هستند. فسفر ماده‌ای است که پس از فعال شدن نور مرئی تابش می‌کند. ما اغلب مغزها را در صفحه‌های تلویزیون یا نمایشگرهای رایانه می‌بینیم. در صفحه تلویزیون، باریکهٔ الکترون به فسفر برخورد و آن را فعال می‌کند. در لامپ‌های فلوئورسان، نور فرابنفش فسفر را فعال می‌کند. در هر دو مورد، ما نور مرئی را مشاهده می‌کنیم. یک تلویزیون رنگی حاوی هزاران جزء تصویر از فسفرهای ریز است که رنگ‌های مختلف (سرخ، سبز و آبی) گسیل می‌کنند. در مورد لامپ‌های فلوئورسان، معمولاً مخلوطی از فسفرها مورد استفاده قرار می‌گیرند که روی هم‌رفته نوری را به‌وجود می‌آورند که به نظرمان سفید است. شیمی‌دان‌ها هزاران مادهٔ شیمی ساخته‌اند که رفتاری شبیه فسفر دارند. در این فسفرها دارای سه ویژگی مورد نظر است:

- نوع انرژی که برای فعال شدن آن‌ها لازم است
- رنگ نور مرئی که تولید می‌کنند
- مدت زمانی که پس از فعال شدن درخشان‌اند (و به **تداوم** فسفر معروف است)

برای ساخت اسباب‌بازی‌های تابان، به فسفری نیاز دارید که با نور معمولی فعال شود و تداومی طولانی داشته باشد. در فسفری که دارای این ویژگی‌ها هستند سولفید روی و آلومینات استرانسیم است. آلومینات استرانسیم جدیدتر است. می‌توان آن را در اسباب‌بازی‌های پیشرفته مشاهده کرد و تداوم آن از سولفید روی بسیار بیشتر است. فسفر با پلاستیک مخلوط می‌شود و به‌صورت محصول تابان در تاریکی در می‌آید.

گاهی چیزی را مشاهده می‌کنید که در تاریکی می‌درخشد ولی نیاز به شارژ کردن ندارد. متداول‌ترین مورد استفاده از آن‌ها در عقربه‌های ساعت‌های گرانبهاست. در این مورد فسفر با عنصر پرتوزا مخلوط می‌شود، و گسیل پرتوزا مدام فسفر را فعال می‌سازد. در گذشته از عنصر پرتوزایی رادیم استفاده می‌شد، که نیمه عمر آن ۱۶۰۰ سال است.

امروز، بیشترین ساعت‌های تابان از ایزوتوپ هیدروژن موسوم به تریتیم استفاده می‌کنند (که دارای نیمه‌عمر ۱۲ سال است) یا پرومتیم، یک عنصر پرتوزای ساخت بشر با نیمه عمر حدود سه سال.

کرم شب‌تاب چطور نور تولید می‌کند؟

کرم‌های شب‌تاب در داخل بدن خود نور تولید می‌کنند. این فرایند **زیست لیانی** نامیده می‌شود و در بسیاری از موجودات زنده دیگر، که عمدتاً موجودات دریایی هستند نیز وجود دارد. درخشش کرم‌های شب‌تاب برای جذب کردن جفت است. آن‌ها برای انجام این کار دارای سلول‌های خاصی در شکم خود هستند که نور تولید می‌کند.

این سلول‌ها حاوی ماده شیمیایی موسوم به **لوسیفرین** هستند و آنزیمی به نام **لوسیفراز** می‌سازند. برای تولید نور **لوسیفرین با اکسیژن ترکیب می‌شود** تا مولکولی غیرفعال به نام **اکسی لوسیفرین** تولید کند. لوسیفراز واکنشی را سرعت می‌بخشد که در دو مرحلهٔ زیر صورت می‌گیرد:

۱. لوسیفرین با آدنوزین تری فسفات (ATP) موجود در سلول‌ها ترکیب می‌شود و لوسیفریل ادنیلیت و پیرو فسفات (PPi) در سطح آنزیم لوسیفراز تشکیل می‌دهد. لوسیفریل ادنیلیت به آنزیم وابسته می‌ماند.

لوسیفرین + ATP ⟶ **لوسیفریل ادنیلیت** + PPi

۲. لوسیفریل ادنیلیت با اکسیژن ترکیب می‌شود و اکسی لوسیفرین و آدنوزین مونو فسفات (AMP) به‌وجود می‌آورد. نور گسیل و اکسی لوسیفرین و AMP از سطح آنزیم آزاد می‌شود:

لوسیفریل ادنیلیت + O_2 ⟶ **اکسی لوسیفرین** + AMP + **نور**

طول موج نور گسیل شده بین ۵۱۰ و ۶۷۰ نانومتر (زرد کم‌رنگ تا سبز مایل به سرخ) است. سلول‌هایی که نور تولید می‌کنند دارای بلورهای اسید اوریک هم هستند که به بازتاب نور از شکم هم کمک می‌کنند.

سرانجام، اکسیژن از طریق لوله‌ای در شکم به سلول‌ها می‌رسد که **نای شکمی** نامیده می‌شود. نمی‌دانیم که قطع و وصل نور را سلول‌های عصبی کنترل می‌کنند یا تأمین اکسیژن.

واکنش شیمیایی لوسیفرین- لوسیفراز سال‌هاست که برای اندازه‌گیری مقدار ATP تولید شده در سلول‌ها در واکنش‌های شیمیایی مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد. اخیراً، ژن (بخشی از رمز ژنتیکی پروتئین) آنزیم لوسیفراز جدا شده و در ژن‌های دیگر موجودات زنده قرار گرفته است تا سنتز/ یا حالت ژن‌های دیگر تعیین شود (یعنی به‌عنوان **ژن گزارشگر** به‌کار گرفته شده است).

سلول‌های زیست لیان حاوی ماده شیمیایی موسوم به لوسیفرین هستند و آنزیمی به نام لوسیفراز می‌سازند. برای تولید نور لوسیفرین با اکسیژن ترکیب می‌شود تا مولکولی غیرفعال به نام اکسی لوسیفرین تولید کند

تا بی‌نهـــــــــایت

کاوش در زیرساختار کوارک و لپتون

دون لینکولن/ ترجمهٔ احمد توحیدی

اشاره

اوُگوستوس دِمورگان، ریاضی‌دان دورهٔ ویکتوریایی، می‌گویـــد: «کک‌های بزرگ در پشـــت خود کک‌های کوچکـــی حمل می‌کنند که آن‌هـــا را نیش می‌زنند و کک‌های کوچک کک‌های کوچک‌تری و به همین ترتیب تا بی‌نهایت.»

اگرچه شعر طنزآمیز جاناتان سویفت (۱۷۳۳م) به نام «دربارهٔ شعر: یک سرود» به تاریخ ادبیات ربط دارد، اما به سادگی می‌توان آن را استعاره‌ای از طبیعت دانست. داســـتان بلند کاوش در اجزای سازندهٔ نهایی ماده تا ماجرایی طولانی در پی یافتن ساختاری بنیادی برای ماده بود اما به‌تدریج معلوم شـــد که ماده از آجرهای ســـاختمانی کوچک و کوچک‌تری ساخته شده است. یعنی ماده از ملکول‌ها و ملکول‌ها از اتم‌ها، و اتم‌ها نیز از الکترون‌ها و هسته‌ها تشکیل شده‌اند. تازه، هسته حاوی پروتون‌ها و نوترون‌هاســـت، و نوکلئون‌ها (هستک‌ها) نیز خود متشکل از کوارک‌ها هستند. این پیشروی به ساختار ریزتر در شکل شماره ۱ به تصویر درآمده است.

امروزه داستان هستهٔ اتم، در هر اثر علمی، دیگر یک داستان قدیمی شناخته‌شـــده است، اما جزئیات آن و جدیدترین شناخت ما از آجرهای ساختمان نهایی ماده هنوز به‌طور کامل درک نشده است، بنابراین ارزش آن را دارد که ایده‌های جدید در این مورد نقد و بررسی و بازخوانی شوند.

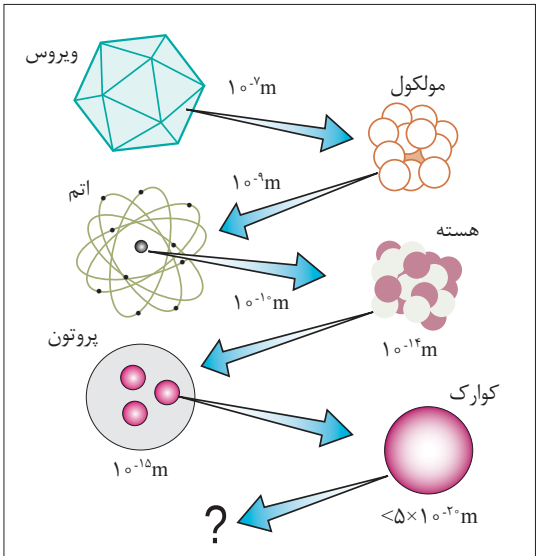
مدل استاندارد

با کشـــف پروتـــون و نوترون در ســـه دههٔ اول قرن بیســـتم دانشمندان تصور می‌کردند که شناختشان از زیرساختار اتمی ماده احتمالاً به خوبی کامل شده است. تا اینکه در دو دههٔ بعد (۱۹۳۰م تا ۱۹۵۰م) فیزیک‌دان‌ها شروع به کشف ذراتی کردند که تا آن زمان در ماده معمولی یافت نمی‌شد. این ذرات میون، پیون و دلتا نام گرفتند. بررسی‌هایی که با استفاده از باریکه‌های پرتوهای کیهانی فضایی و باریکه‌های حاصل از شتاب‌دهنده‌های پیشرفتهٔ نوین ذرات انجام شد پیامدش افزایش ناگهانی واقعی از ذرات غیرمنتظره بود. این ذرات مجموعهٔ گیج‌کننده‌ای از انواع جرم‌های گوناگون، بارهای الکتریکی، اسپین‌ها و برهم‌کنش‌های خاص بودند و ویژگی‌های بســـیاری را با خود همراه داشتند؛ از این‌رو دانشمندان به آن‌ها حیوانات وحشی نام دادند و در «باغ وحش ذرات» جایشـــان دادند. چگونگی کشف این ذرات خود داستانی جذاب است که با جزئیات خود در کتاب‌های فیزیک ذرات آمده است.

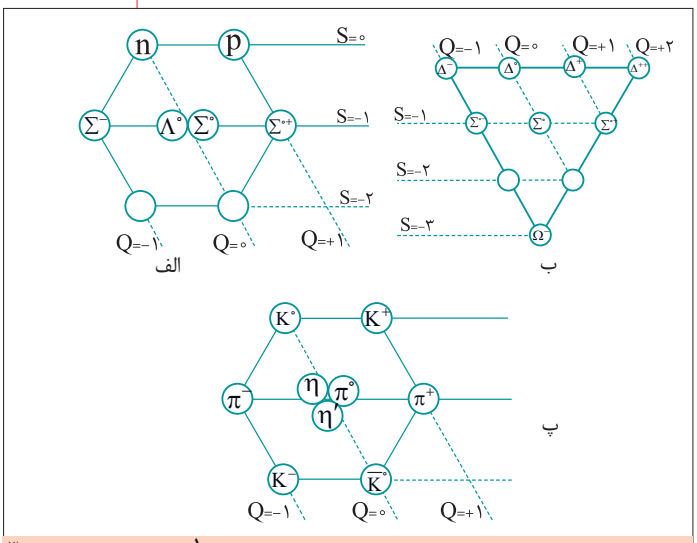
در سال‌های ۱۹۶۰م، معلوم شد دسته‌ای از ذرات، که به‌طور توضیح‌ناپذیری برهم‌کنش‌های یکسانی با نیروی هسته‌ای قوی، یعنی نیرویی که هسته را نگه می‌دارد، دارند، خودشان احتمالاً دارای ساختار درونی‌اند. دانشمندان این دسته از ذرات را به نام کلی «هادرون» نامگذاری کردند.

هادرون‌ها دو دسته‌اند: باریون‌ها و مزون‌ها*. شکل ۲ تعدادی از هادرون‌های شناخته‌شـــده را نشان می‌دهد. آن‌ها بر حسب بار الکتریکی (Q) و شـــگفتی(S) مرتب شـــده‌اند. شـــگفتی (strangeness) عددی کوانتومی است و برای توصیف طرح‌های مشاهده‌شـــده لازم اســـت که در ادامه، با استفاده از کوارک‌ها، توضیح داده خواهد شد.

این وضعیت تا میانهٔ دههٔ ۱۹۶۰م کاملاً مشـــخص نشده بود. آزمایش‌ها حاکـــی از این بود که باریون‌هـــا و مزون‌ها از ذرات کوچک‌تر درونی تشکیل شـــده‌اند: لذا این ذرات را «**پارتون**» نامیدند و آن‌ها را به‌عنوان قسمتی از پروتون محسوب کردند که در پی آزمایش‌های بســـیار در دسترس قرار می‌گرفتند. **موری گلمن**، فیزیک‌دان آمریکایی، (تصویر ۳)، از لحاظ نظری دستهٔ جدیدی از ذرات را به نام «**کوارک**» پیشنهاد کرد؛ به این شرح که باریون‌ها از سه کوارک تشکیل شده‌اند، در حالی که مزون‌ها متشـــکل از یک مادهٔ کوارکی و یک جفت پادمادهٔ کوارکی‌اند. زمانی طول کشید تا در اوایل دههٔ ۱۹۷۰م در آزمایش‌ها ثابت شد که پارتون‌های پیشنهادی اندازه‌گیری‌های اولیه و ساختار مشاهده‌شـــده در شـــکل ۲ در واقع همان کوارک‌های گلمن هستند، با این تفاوت که گلمن فقط سه کوارک پیشنهاد کرده بود، اما در آزمایش‌های بعدی معلوم شـــد در هر باریون شش کوارک وجود دارد. کوارک‌ها فرمیون‌هایی با اسپین $\frac{1}{2}$ هستند و نام‌هایی تفننی (شوخ‌آمیز) مثل بالا، پایین، شگفت، افسون، ســـر و ته دارند. بار الکتریکی کوارک‌های بالا، افسون و سه برابر با $+\frac{2}{3}$ بار پروتون است، در حالی که بار الکتریکی کوارک‌های پایین، شگفت و افسون برابر است با $-\frac{1}{3}$ بار پروتون. کوارک‌های



▲ شکل ۱. کاوش برای مشخص شدن آجرهای ساختمان نهایی ماده به یک سلسله احتمالات منجر شده، هرکدام از آن‌ها در ترازی کوچک‌تر از دیگری تا امروز جایگزین یکدیگر شده‌اند.



▲ شکل ۲. یک نمونهٔ کوچک از هادرون‌ها: الف) باریون‌ها با اسپین $\frac{1}{2}$، ب) باریون‌ها با اسپین $\frac{3}{2}$، و ج) مزون‌ها با اسپین ۰. آن‌ها به وسیلهٔ بار الکتریکی (Q) و شگفتی (S، که در مقاله به‌طور مختصر دربارهٔ آن توضیح داده می‌شود) مرتب شده‌اند و پروتون (P) و نوترون (N) در بالاترین ذراتِ (الف) قرار دارند. هادرون‌های شناخته‌شدهٔ بسیاری کشف شده‌اند، اما این طرح‌ها الهام‌بخش مدل کوارک بودند.

بالا و پایین در پروتون‌ها و نوترون‌ها یافت می‌شوند. پروتون از دو کوارک بالا و یک کوارک پایین و نوترون از یک کوارک بالا و دو کوارک پایین تشکیل شده است. چهار کوارک دیگر هم در آزمایش‌های فیزیک ذرات مشاهده شده‌اند؛ اما آن‌ها ناپایدارند و گسترهٔ طول‌عمرهایی از 10^{-8}s (کوارک‌های شگفت) تا 10^{-25}s (برای کوارک‌های سر) دارند. گسترهٔ جرم کوارک‌ها در جدول ۱ آورده شده است.

پژوهشگران افزون بر کوارک‌ها، دستهٔ دیگری از ذرات به نام «**لپتون**» را نیز کشف کردند. این دسته، در ابتدا به الکترون بسیار سبک و نوترینو محدود می‌شدند، اما امروز لپتون‌ها به‌عنوان ذراتی تعریف می‌شوند که نیروی قوی هسته‌ای را تجربه نمی‌کنند. مقدار بار الکتریکی شناخته‌شده‌ترین لپتون باردار، الکترون برابر با بار پروتون، اما از لحاظ علامت مخالف آن است. دو لپتون باردار الکتریکی دیگر «**میون**» و «**تأو**» نام دارند. همچنین «**نوترینو**»ها دسته دیگری از لپتون‌ها به‌شمار می‌روند که از لحاظ بار الکتریکی خنثی هستند و فقط نیروی ضعیف را تجربه می‌کنند. همهٔ لپتون‌ها «**فرمیون**»اند. ویژگی فرمیون‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است.

این ذرات را می‌توان در سه خانوادهٔ مشخص به نام «نسل‌ها» گروه‌بندی کرد. نسل اول سازندگان مادهٔ معمولی و عبارت‌اند از کوارک‌های بالا و پایین، الکترون، و نوترینوی الکترون. نسل دوم شامل کوارک‌های افسون و شگفت و نیز میون و نوترینوی میون‌اند، و بالاخره نسل سوم شامل چهار ذره باقی‌ماندهٔ دیگر تأو و نوترنیوی تأو، کوارک‌های سر و ته است. یافته‌ها دانشمندان را به این تردید انداخته است که شاید کوارک‌ها و لپتون‌ها خود دارای ساختار ژرف‌تر هستند که تا حدودی دارای نظم بیشتری است.

جدول ۱ . ویژگی‌های کوارک و لپتون در یک نگاه. بار الکتریکی برحسب یکای بار الکتریکی پروتون و جرم (دریرانترها) برحسب یکای GeV است.

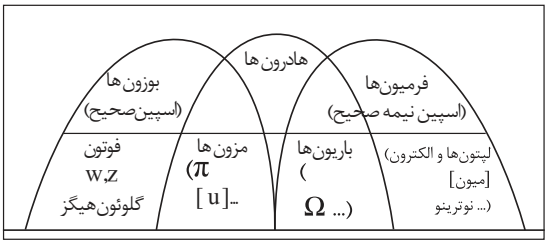
بار الکتریکی	نسل			ذره
	۳	۲	۱	
$+\frac{2}{3}$	سر (۱۷۳)	افسون (۱/۳)	بالا (۰/۰۰۲)	کوارک‌ها
$-\frac{1}{3}$	ته (۴/۲)	شگفت (۰/۰۹۶)	پایین (۰/۰۰۵)	
-۱	تأو (۱/۸)	میون (۰/۱)	الکترون (۰/۰۰۰۵)	لپتون‌ها
۰	نوترینوی تأو (<۰/۰۲۴)	نوترینوی میون (<۰/۰۰۰۱۷)	نوترینوی الکترون (<۰/۰۰۰۰۰۰۰۱۵)	

باغ‌وحش ذرات

سال‌های اوایل دهۀ ۱۹۶۰م زمان گیج‌کننده‌ای برای فیزیک‌دان‌ها بود. صدها ذره با مجموعۀ خیره‌کننده‌ای از خواص کشف شده بودند. ذراتی با «**اسپین**» صحیح (**بوزون‌ها**) و اسپین نیمه‌صحیح (فرمیون‌ها). ذرات دارای بارهای الکتریکی (۲، ۱، ۰، ۱-، ۲-) بر حسب یکای بار پروتون بودند. ذرات برهم‌کنش بسیار قوی (هادرون‌ها) از لحاظ الکترومغناطیسی (دارای بار الکتریکی) یا برهم‌کنش بسیار ضعیف (گوناگون) داشتند. برخی از ذرات دارای خواص عجیبی بودند. آن‌ها به آسانی تولید می‌شدند اما بسیار آهسته وا می‌پاشیدند. معمولاً ذرات با آهنگ مشابهی تولید یا واپاشیده می‌شوند. بنابراین به این ذرات عجیب «شگفت» نام دادند و لذا عدد کوانتومی جدیدی (شگفتی) برای آن‌ها ابداع شد. آن‌ها تابع موج ذرات تقریباً مشابه، پاریتۀ مثبت یا منفی یکسانی داشتند. در این چارچوب زمانی بسیار مشکل بود تا بفهمیم چه اتفاقی در حال روی دادن است.

در آغاز، فیزیک‌دان‌ها براساس اولین یا دومین خواص ذرات، پیوندی میان آن‌ها برقرار ساختند و اندکی برهم‌نهی میان دو گروه پیدا کردند. آن‌ها بدون شناخت نظریۀ کوارک و مدل استاندارد، بلکه با یک انتخاب طبیعی، ذرات را براساس جرم‌هایشان به چهار گروه دسته‌بندی کرده‌اند: بدون جرم، جرم پایین (در حدود MeV ۱)، جرم متوسط (در حدود MeV ۱۰۰) و جرم بالا (در حدود MeV ۱۰۰۰ یا بالاتر). البته امروز می‌دانیم که این طبقه‌بندی مناسب نیست.

در نهایت معلوم شد که مسئله دارای ابعاد چندگانه بالایی است و برای فهمیدن آن به قدرت نیرومند مدل استاندارد نیازمند است. اما طرح‌های (الگوهای) دسته‌بندی ذرات بودند که امکان ابداع مدل استاندارد را فراهم کردند. اگرچه، شکل زیر فاقد خواص بار الکتریکی و پاریته ذرات است، اما پیچیدگی برهم‌نهی و طبقه‌بندی آن‌ها را نشان می‌دهد.



▲ باغ‌وحش ذرات
ذراتی را که پیش از سال ۱۹۶۴م کشف شده‌اند می‌توان در دسته‌های مختلفی مرتب کرد. شکل بالا نشان می‌دهد که یک امکان جدید تقسیم ذرات به هادرون/غیرهادرون و فرمیون/بوزون است و این انتخاب منحصربه‌فردی نیست. میون (که زمانی مزون میون نامیده می‌شد) هم در طبقه‌بندی مزون و هم در طبقه‌بندی لپتون ظاهر می‌شود، زیرا جرمش ($۱۰۸MeV$) مشابه مزون‌های دیگر است. اکنون دیگر می‌دانیم که میون یک لپتون است، چون تحت‌تأثیر نیروی هسته‌ای قوی قرار نمی‌گیرد. وقتی مدل کوارک پیشنهاد شد، به روشنی معلوم شد که میون حاوی کوارک نیست، بلکه یک مزون واقعی است. اکنون میون به‌عنوان یک لپتون شناخته می‌شود، که درواقع نمونه سنگین‌تر الکترون است.

جدول تناوبی

مدل کوارک بخشی از تعداد زیاد طرح‌های نهفته‌شده در باغ‌وحش ذرات مذکور در قبل را توضیح می‌دهد. به‌طور مشابه، طرح‌های تکراری نسل‌های لپتون و کوارک حاکی از ساختار نهفته‌شدۀ دیگری در آن‌هاست. اما شاید یک مثال تاریخی آشنا بهتر بتواند ارتباط میان آن‌ها را نشان دهد. در سال ۱۸۶۹م دیمیتری مندلیف، شیمی‌دان روسی، جدول تناوبی عناصر شیمیایی را، مشابه آنچه امروز به کار می‌بریم، پیشنهاد کرد. او عناصر شناخته‌شده آن روز را به‌صورت شبکه‌ای دوبعدی تنظیم کرد. در این جدول عناصر شیمیایی با واکنش‌پذیری مشابه در تعدادی ستون قرار گرفته‌اند. در هر ستون عناصر سبک‌تر در بالا قرار گرفته‌اند و با افزایش جرم رو به پایین حرکت می‌کنند. شکل ۴ جدول تناوبی را نشان می‌دهد و رنگ‌آمیزی آن ارتباط ساختار اتمی را که در شکل ۵ به‌طور آشکار به نمایش درآمده است، مشخص می‌سازد.

دانشمندان جوان اکنون می‌توانند ویژگی‌های جدول تناوبی را توضیح دهند، که در آن ستون‌ها برحسب پیکربندی مدارهای اتمی تعریف شده‌اند، در حالی که افزایش جرم در هر ردیف به دلیل افزایش تعداد پروتون‌ها و نوترون‌هاست. به‌طور خلاصه، اطلاعات ساختار اتمی عناصر است که نظم و ترتیب برقرارشده در جدول تناوبی را توضیح می‌دهد. در شکل ۵ ساختار اتمی با مدارهای کروی S، مدارهای قطبی P، مدارهای دو قطبی d و در آخر مدارهای f نشان داده شده است.

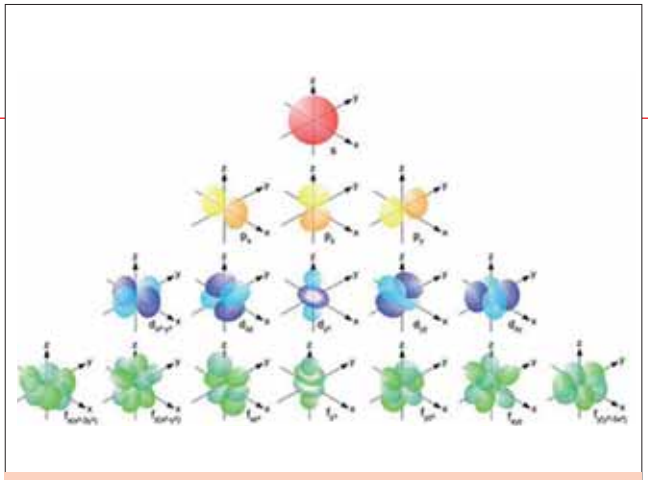
به هر حال تقریباً پیش از سال ۱۹۲۰م در همین حدود، یعنی قبل از کشف هستۀ اتم و پروتون و انتشار معادله **شرودینگر**، دانشمندان به مشاهده طرح‌های ساده در جدول تناوبی پرداختند بدون آنکه دلیل این طرح‌ها را درک کنند. تا اینکه با تلاش‌هایشان امکان درک طرح‌های دیده‌شده در جدول ۱ را فراهم کردند.

در جدول ۱، برخلاف جدول تناوبی شیمیایی، ردیف‌ها مشابه یکدیگرند و ذراتی که در یک ردیف قرار دارند بار الکتریکی یکسانی دارند. افزون بر این، جرم ذرات از نسل اول به دوم و سوم افزایش می‌یابد. این طرح‌ها توضیح داده نمی‌شوند، اما، با ادامۀ پیشینۀ تاریخی جدول تناوبی، طبیعی است که گمان کنیم زیرساختار داشتن کوارک‌ها و لپتون‌ها دلیل این طرح‌ها باشد. فراموش نشود که هیچ مدرک تجربی برای پشتیبانی این فرضیه نداریم، اما بی‌شک این نظریه‌پردازی پذیرفتنی است.

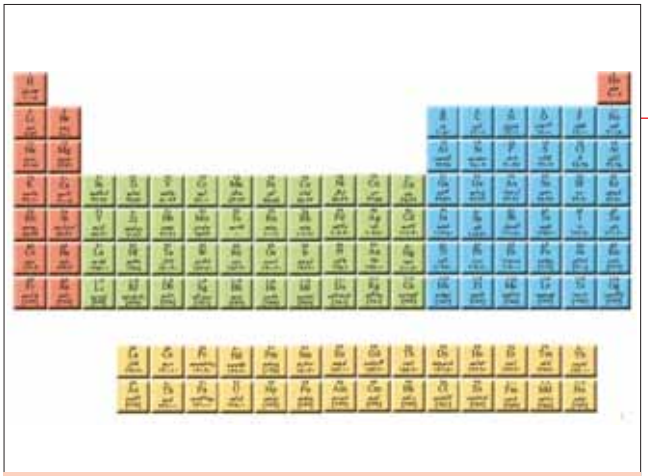
ایده‌های نظری

وقتی ایده‌ای به ذهن پربار فیزیک‌دان‌های خلاق وارد می‌شود، طولی نمی‌کشد که نظریه‌های پیشنهادی آن‌ها رخ می‌نماید و ایده‌های بسیاری ارائه می‌شوند. ایده‌های «ابر ریسمان‌ها» و «پریون‌ها» دو نمونه از این حدس و گمان‌ها هستند که با استفاده از آن‌ها می‌توان طرح‌های دیده‌شده در جدول ۱ را توضیح داد.

شاید ابر ریسمان‌ها شناخته‌شده‌ترین مدل باشند. «ابر ریسمان» عبارت کوتاه‌شده‌ای برای نظریۀ ابرتقارنی ریسمان است که نخست در سال ۱۹۷۱م پیشنهاد شد. ابر ریسمان یک تقارن نظری



▲ شکل ۴. جدول تناوبی ویژگی‌های تکرارشونده دارد، با عناصری مانند هیدروژن، لیتیم، سدیم و غیره که در ستونی شدیداً واکنش‌پذیر قرار دارند، در حالی که گروه هلیم، نئون، آرگون، و ... گازهای بی‌اثر (نجیب) و در ستون دیگری جای دارند. در این جدول مدارهای S، P، d و f به ترتیب با رنگ‌های صورتی، زرد و آبی و سبز مشخص شده‌اند.



▲ شکل ۵. ساختار اتمی ویژگی‌های کلیدی جدول تناوبی را توضیح می‌دهد. واکنش‌پذیری یک عنصر با تعداد الکترون‌هایی که مدارهای موجود دارد تعیین می‌شود. مدارهای S، P، d و f به ترتیب با رنگ‌های صورتی، زرد، آبی و سبز مشخص شده‌اند.

پیشنهادی است که هنوز مشاهده نشده است. یک نظریه وقتی ابرتقارن است که در معادله‌های توصیف‌کنندهٔ آن، بتوان عبارت توصیف‌کنندهٔ فرمیون‌ها و بوزون‌ها را با یکدیگر تعویض کرد بدون آنکه معادله‌های آن‌ها تغییر کند. شایان توجه است که هیچ نظریهٔ پذیرفته‌شدهٔ رایجی این تقارن را تأیید نمی‌کند.

خاستگاه «ریسمان» فرضیه‌ای ابتکاری است. برخلاف روند تاریخی این تصور که کوچک‌ترین آجر ساختمانی یک شبه ذرهٔ نقطه‌ای است، در واقع یک ریسمان، شیء بسیار کوچکی است که می‌توان در کل آن را یک رشته اسپاگتی پخته‌شده یا یک حلقهٔ هولاهوپ میکروسکوپی تصور کرد. این دو شکل هندسی به ترتیب ریسمان‌های باز و بسته نامیده شده‌اند.

نظریه ابرریسمان توضیح می‌دهد که کوارک‌ها و لپتون‌های مشاهده‌شده، به سادگی مدهای ارتعاشی، ساکن مختلف ریسمان‌ها هستند

واقعیت بسیار پیچیده است. تصور می‌شود که ابرریسمان‌ها اشیائی شش‌بُعدی‌اند و به بیان دقیق‌تر ارتعاش‌ها بعدهای چندگانه دارند. (گفته می‌شود نظریه ابرریسمان یازده‌بُعدی است، به‌ویژه چهار بُعد آشنای فضازمان، شش بُعد اختصاصی برای ریسمان‌ها و یک بُعد اضافی است که به نظریه‌پردازان اجازهٔ سازگاری نظریه‌های مختلف ریسمان را می‌دهد که واقعاً آن‌ها همچون چیز یکسانی‌اند.)

شش‌بُعد اضافی هر یک از ریسمان‌ها، بُعدهای فیزیکی با اندازهٔ بسیار کوچکی هستند که غالباً تصور می‌شود طول آن‌ها از مرتبهٔ طول پلانک است. در حالی که نظریهٔ ابرریسمان‌ها یک نظریه سودآور روشنفکرانه، با ویژگی توضیحی جذاب است، در عین حال از این واقعیت رنج می‌برد که با فناوری موجود فاقد پیش‌بینی‌های آزمودنی است. این انتقاد برخی از افراد را به جایی رسانده است که ادعا می‌کنند ابرریسمان یک نظریه علمی نیست.

به هر حال نظریهٔ ابرریسمان ایدهٔ بزرگی است، که اگر درست باشد، احتمالاً می‌تواند نظریهٔ همه‌چیز باشد. دیگر ایده‌های نظری چندان خواهان فراگیری ندارند. یکی از این ایده‌های نظری صرفاً به سادگی سطح کوچک‌تر دیگری از ماده را پیشنهاد می‌کند. در اصل نامی روی آن گذاشته شده است که ویژگی‌هایی برای اجزای سازندهٔ ذرات کوارک‌ها و لپتون‌ها را توصیه می‌کند. مدل‌های بسیاری با نام‌های مختلف برای ذرات پیشنهادی ارائه شده است، اما بیشترین نام پذیرفته‌شده «پریون» است.

یکی از نظریه‌های مربوط به پریون‌ها دو دسته پریون را پیشنهاد می‌کند: دستهٔ اول پریون با بار الکتریکی برابر با $+\frac{1}{3}$ بار پروتون، دستهٔ دوم پریونی که از لحاظ بار الکتریکی خنثی است. پادمادهٔ پریون‌ها بار الکتریکی مخالف دارند. پریون‌ها و پادپریون‌ها در کوارک‌ها و لپتون‌ها در سه گروه یافت می‌شوند و برای مثال، سه پریون با مجموعه بار الکتریکی ۱+ ذره‌ای می‌سازند که «پوزیترون» نام‌گذاری شده است. دو پریون باردار و یک پریون خنثی کوارک بالا را می‌سازند. ساختار پریونی کوارک‌ها و لپتون‌ها در جدول ۲ دیده می‌شود.

افزون بر این، ظرفیت پریون پیشنهادی برای ذرات آن است که می‌تواند نیروهای بنیادی را با یکدیگر مبادله کند. بنابراین احتمالاً بر پایه نظریهٔ پریون می‌توان مانند آنچه در شکل ۶ نشان داده شده است برای فرایندهای شناخته‌شده، هم‌ارز طرح‌های نمودارهای فاینمن را رسم کرد. تولید یک جفت پوزیترون و نوترینوی الکترونی در فرایند نابودی یک کوارک بالا و پادکوارک پایین با مبادله بوزون w ($ud^- \to w^+ \to e^+ \nu_e$) را می‌توان با مبادلهٔ ضربدری دو پریون بازنمایی کرد.

در جامعهٔ علمی، نظریه‌های پریونی، به دلایل گوناگون، چندان مورد توجه قرار نمی‌گیرند: نخست اینکه هیچ شاهد تجربی از وجود (واقعیت) آن‌ها پشتیبانی نمی‌کند؛ دیگر آنکه مدل‌های پریونی گوناگونی با ویژگی‌های مختلف برای پریون‌ها پیشنهاد شده است. و بالاخره بیشتر مدل‌ها، مانند آنچه در مقاله توصیف شده است، به طور قطعی وجود (واقعیت) سه نسل کوارک‌ها را توضیح نمی‌دهند. نسل‌های اضافی می‌توانند وجود داشته باشند زیرا کوارک‌ها و لپتون‌ها حالات برانگیخته ساختار پریونی توصیف‌شده در مقاله‌اند و یا نسل‌های اضافی می‌توانند شامل پریون‌های اضافی باشند.

در میان انتقادهای بسیار جدی از پریون‌ها، یکی پرسش آماری فرمیون‌هاست. پریون‌ها به نظر می‌رسد فرمیون‌هایی با اسپین $\frac{1}{2}$ هستند. آن‌ها در گروه سه‌تایی می‌توانند ذراتی (اشیایی) با اسپین $\frac{3}{2}$ تولید کنند؛ همچنین می‌توانند ذراتی با اسپین $\frac{3}{2}$ نیز بسازند، لیکن چنین ذراتی هنوز مشاهده نشده‌اند. افزون بر این، با محدودیت‌های

در واقع یک ریسمان، شیء بسیار کوچکی است که می‌توان در کل آن را یک رشته اسپاگتی پخته‌شده یا یک حلقهٔ هولاهوپ میکروسکوپی تصور کرد. این دو شکل هندسی به ترتیب ریسمان‌های باز و بسته نامیده شده‌اند

یک مدل پریونی پیشنهادشده برای کوارک‌ها و لپتون‌ها. علامت (+) بازنمای یک پریون باردار، O و $\overline{O}$ بازنمای بار خنثی (ماده و پادماده) و علامت (−) بازنمای یک پادپریون باردار است.

محتویات پریونی	بار الکتریکی	ذره
+++	+۱	پوزیترون e^+ (پادماده الکترون)
++O	$+\frac{۲}{۳}$	کوارک بالا U
+OO	$+\frac{۱}{۳}$	پادماده کوارک پایین $\overline{d}$
OOO, $\overline{O}\overline{O}\overline{O}$	۰	Ve نوترینوی الکترون $\overline{Ne}$ پادنوترینوی الکترون
$-\overline{O}\overline{O}$	$-\frac{۱}{۳}$	کوارک پایین d
$--\overline{O}$	$-\frac{۲}{۳}$	پادماده کوارک بالا $\overline{U}$
---	-۱	الکترون $\overline{e}$

تجربی در مورد اندازهٔ کوارک‌ها و لپتون‌ها (در ادامه مقاله توضیح داده خواهد شد) بیشینهٔ اندازهٔ آن‌ها باید درست کمتر از $۱۰^{-۱۸}m$ باشد. با استفاده از استدلال‌های ساده‌ای بر پایه اصل عدم قطعیت هایزنبرگ یا رابطه دوبروی، می‌توان محدودیت‌های تقریبی گذاشته‌شده روی جرم پریون‌ها را به دست آورد.

ما با استفاده از رویکرد اصل هایزنبرگ $\Delta x.\Delta p \sim \frac{\hbar}{۲}$ و کاربرد یکاهای طبیعی (به‌طور مثال $c=۱$) شروع می‌کنیم. در محدودهٔ ذرات بدون جرم $E=pc$، می‌توان پیش‌بینی کرد که $\Delta x.\Delta E \sim \frac{\hbar c}{۲} \sim ۰/۲ GeVfm$ است $۱fm=۱۰^{-۱۵}m$. اگر بیشینهٔ اندازهٔ پریون $۱۰^{-۱۸}m$ را در رابطه بالا قرار دهیم $\Delta E \sim ۲۰۰GeV$ به دست خواهد آمد. با استفاده از اصل هم‌ارزی انرژی/ جرم با تقریب یک مقیاس جرم از مرتبه ۲۰۰GeV یا بزرگ‌تر را می‌توان برای جرم طبیعی پریون‌ها به دست آورد.

جرم کوارک‌ها و لپتون‌های نسل اول را به یاد آورید. آن‌ها همه از مرتبهٔ ۱MeV یا پایین‌تر از آن‌اند. یعنی وقتی جرم‌های سه پریون را با جمع کنیم، احتمالاً جرم خالص را ۶۰۰MeV یا بیشتر به دست خواهیم آورد. برای اینکه جرم آخرین کوارک یا لپتون از مرتبه ۱MeV به دست آید باید انرژی بستگی (پیوندی) منفی و بزرگ باشد که با این شرایط امکان ندارد؛ بنابراین با توجه به این موضوع سطح اضافه دیگری از پیچیدگی به ایدهٔ پریون افزوده خواهد شد.

اعتراض‌های فنی دیگری نسبت به ایدهٔ پریون مطرح می‌شود. افزون بر این، هیچ دلیلی نداریم که فکر کنیم حتی اگر پریون‌ها وجود داشته باشند، آن‌ها آخرین لایه از ساختار زیراتمی‌اند. امکان وجود پیش پریون یا پیش از پریون‌هایی محتمل است، و این‌ها همه در مسیری رو به پایین در مقیاس ابریسمان قرار می‌گیرند و یا بسیار مشابه چیزی هستند که هنوز نقش آن به تصور ما در نیامده است. کوتاه سخن اینکه پریون مدل چیزی است که باید به آن با نگاهی تردیدآمیز نگریست.

نتایج تجربی

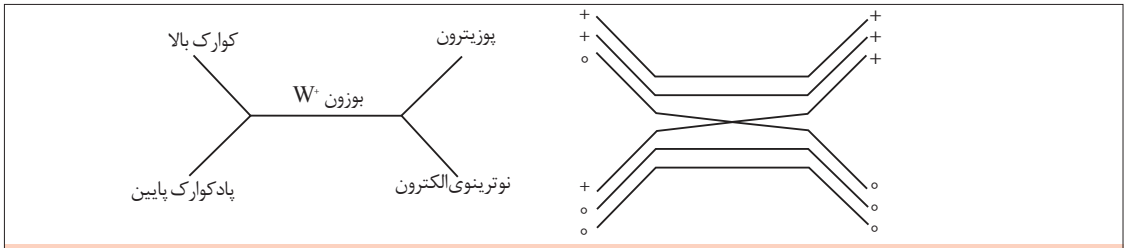
این واقعیت که باید برای وجود نسل‌های ذرات توضیحاتی داده شود، هنوز باقی مانده است. حتی باید با اظهار نظری بسیار متهورانه توضیح داده شود که چرا سه نسل کوارک و لپتون مورد نیاز مدل استاندارد است. به هر حال، بررسی کوارک‌ها و لپتون‌ها و کاوش برای انحرافات از رفتار شبه‌ذره‌ای آن‌ها به نگرشی خالی از تعصب و رویکردی تجربی نیازمند است. اگرچه این نوع بررسی پرسش زیرساختار کوارک و لپتون را حل نمی‌کند، لیکن شروع بررسی رفتار شبه‌ذره‌ای نبودن ذرات پیش‌درآمدی است برای آغاز درک ما از این پرسش.

این ایده‌ها تازه نیستند بلکه در اوایل سال‌های دهه ۱۹۸۰م پیشنهادشده‌اند.

بررسی‌های جدیدی در مورد آنچه «برهم‌کنش‌های تماسی» نامیده می‌شوند در برخورددهندهٔ بزرگ هادرونی، مشهور به LHC انجام می‌شود. برهم‌کنش‌های تماسی اشاره بر آن دارند که تکانهٔ هر ذرهٔ انتقال‌یافته در هر برهم‌کنش ناچیز است و فقط جرم آن اهمیت دارد. این موضوع کلاً مشابه نظریهٔ برهم‌کنش‌های ضعیف است که انریکوفرمی در سال ۱۹۳۳م پیشنهاد کرد. تفاوت میان فرمول‌بندی فرمی برای نیروی ضعیف و رویکردهای بسیار جدید، آن است که برداشت‌های جدید به‌طور آشکاری شامل تکانه‌های بوزون‌های مبادله‌کننده W و Z در مدت برهم‌کنش است. در برداشت فرمی انتقال انرژی در واپاشی تبازایی از مرتبه ۱MeV مورد بررسی قرار می‌گیرد که در مقایسه با جرم‌های بوزون W (۸۰/۳GeV) و بوزون Z (۹۱GeV) قابل چشم‌پوشی است.

به‌طور مشابه، در پژوهش‌های جدید، برای ساختار زیراتمی کوارک و لپتون قلمرویی را کاوش می‌کنند که در آن فیزیک نوین بسیار اهمیت دارد. این موضوع دلالت بر آن دارد که انرژی کافی برای تولید ذرهٔ تکثیرکننده که اساساً در حال سکون است وجود دارد. بنابراین نظریه بدون اشاره به برداشتن عبارت «تکانهٔ تکثیرکننده» فرمول‌بندی شده است.

شتاب‌دهندهٔ **LHC** بالاترین انرژی در جهان را تولید می‌کند و در آن اندازه‌گیری‌های بسیاری در شبکه‌های متعدد (مانند کوارک، لپتون‌ها در حالت نهایی) و در پیکربندی‌های اسپینی مختلف برای ذرات تکثیرکننده انجام می‌شود. گسترهٔ کمینه جرم‌های ذرات تکثیرکننده از چند TeV تا ۱۵TeV بالا می‌رود. برای انتخاب ۱۰TeV به‌عنوان مرتبه‌ای از مقیاس برای اندازهٔ جرم کمینهٔ یک ذرهٔ تکثیرکننده و ادامه دادن استدلالی مشابه آنچه در قسمت بالا مورد بحث قرار گرفت، که شامل اصل عدم قطعیت هایزنبرگ بود، می‌توان یک اندازهٔ بیشینه برای کوارک‌ها و لپتون‌ها (حدود $۲\times۱۰^{-۲۰}m$) در نظر گرفت. شاید شگفت‌آور باشد که محدوده‌های کوارک‌ها و لپتون‌ها اندازهٔ یکسانی دارند و این موضوع حاکی از آن است که کوارک‌ها توسط نیروی قوی تولید می‌شوند و لپتون‌ها که توسط نیروی بسیار ضعیف‌تر برهم‌کنش‌های الکترومغناطیسی تولید می‌شوند باید کمیاب‌تر باشند، اگرچه معلوم شده است که اندازه‌گیری لپتون‌ها بسیار ساده‌تر و دارای عدم قطعیت نظام‌مند ابزاری کوچک‌تری‌اند. این



شکل ۶. شکل (format) پریونیِ تراز آشنایِ کوارک و لپتون را می‌توان با استفاده از نمودارهای فاینمن نمایش داد. خطوط قرمز که با علامت + نشان داده شده‌اند بازنمای پریون‌ها با بار الکتریکی $+\frac{۱}{۳}$ هستند، در حالی‌که خطوط آبی که با علامت ○ نشان داده شده‌اند، بازنمای پریون‌ها با بار الکتریکی خنثی می‌باشند. شکل اشاره‌ای به ساختار پریونی بوزون‌های حامل نیرو دارد. در این حالت، بوزون W^+ حاوی ۶ پریون، با مشخصات (+++○○○) است.

وضعیت برخلاف ایدهٔ تولید عادی‌تر کوارک‌ها است که از آمار بالایی سود می‌برد. شاید اهمیت دارد که توجه کنیم محدوده‌های تجربی رایج فقط با ضریب دو یا سه یکسان‌اند و به‌طور ثابتی در حال پیشرفت هستند.

آینده

با توجه به محدودیت‌های سختی که روی بیشترین اندازهٔ کوارک‌ها و لپتون‌ها گذاشته شده است، آینده چه خواهد شد؟ نخست بسیار اهمیت دارد که بفهمیم شتاب‌دهندهٔ LHC تاکنون فقط ۳درصد از کل باریکه‌ای را که انتظار می‌رود در طول عمر خود توزیع کند ثبت کرده است. با رشد آمار و اصلاح نظام‌مند عدم قطعیت‌ها، می‌توان منتظر افزایش محدوده‌های گذاشته‌شده روی آزمایش‌های LHC، شاید از چند تا ده برابر، باشیم.

برخی از دانشمندان رویکرد دیگری را انتخاب کرده‌اند. به بیان دقیق‌تر آن‌ها به آزمایش‌های به اصطلاح فرادقیق روی میز نگاه می‌کنند که انتظار می‌رود اندازه‌گیری‌های انجام‌شده محدوده‌های قابل مقایسه‌ای با محدوده‌هایی که به وسیلهٔ LHC اکنون انجام می‌شود داشته باشند. غالباً این آزمون‌ها شامل اندازه‌گیری دقیق برهم‌کنش‌های اتمی پاریته یا پژوهش‌هایی برای شکست تقارن‌اند. این پژوهش‌ها نسبت به پژوهش‌های زیرساختار کوارک و لپتون هرچه بیشتر نظریه‌های فیزیک جدید را بررسی می‌کنند. جوهر (اصل ـ مغزه) این پژوهش‌ها اندازه‌گیری‌های دقیق نیروی ضعیف است؛ زیرا نیروی ضعیف تنها نیروی شناخته‌شده‌ای است که می‌تواند هویت لپتون یا کوارک را تغییر دهد (مثلاً، میون به الکترون و نوترینوی‌های همراهش وا می‌پاشد)، امکان بسیاری وجود دارد که انحراف‌هایی از پیش‌بینی‌های مدل استاندارد بتوانند اثرهای زیرساختاری کوارک و لپتون را حذف کنند. هنوز خیلی زود است که بدانیم بُروندادِ این اندازه‌گیری‌ها چه خواهد بود، اما آن‌ها بی‌شک رهگذر پژوهشی امیدوارکننده‌ای هستند.

از سوی دیگر، ایدهٔ ساختن شتاب‌دهنده‌ای حتی بزرگ‌تر از LHC به نام برخورددهنده هادرونی بزرگ (VLHe) در دست اقدام است و در این خصوص پیشنهادهای رقابتی دیگری ارائه شده است که نشان می‌دهد مکان‌های استقرار شتاب‌دهنده‌های آینده احتمالاً چین و یا نزدیک سرن است. پیش‌بینی می‌شود این شتاب‌دهنده‌ها برخورددهنده‌های پروتون با انرژی ۱۰۰GeV باشند که تقریباً هفت برابر بالاتر از انرژی ۱۳ یا ۱۴TeV برخورددهنده LHC‌اند. این شتاب‌دهنده‌ها اگر ساخته شوند، انرژی آن‌ها تقریباً از مرتبهٔ اندازهٔ اصلاح محدودیت‌های گذاشته‌شده روی اجزای سازندهٔ کوارک و لپتون است و با آنچه اکنون به وسیلهٔ LHC به دست می‌آید قابل مقایسه خواهد بود. اما افق زمانی برای این تسهیلات پیشنهادشده احتمالاً بیست یا سی سال است، بنابراین مدت زمانی پیش از تحقق بخشیدن به این پیشرفت‌ها وجود دارد.

خلاصه و تأملات شخصی

خوب، پاسخ چیست؟ آیا کوارک‌ها و لپتون‌ها ذراتی مرکب‌اند؟ (دارای اجزای سازنده‌اند؟) آیا لایهٔ دیگری در پیاز اتمی وجود دارد؟ اگر از من بپرسید فکر می‌کنم احتمالاً جواب مثبت است. اما نباید شما حرف مرا باور کنید. واقعاً من مطمئن نیستم. این خود یک خطای علمی است که شما بر پایهٔ اعتقاد به آنچه فکر می‌کنید ولی مطمئن نیستید مرتکب اشتباهی شوید. با وجود این، به جِدّ فکر می‌کنم این فرضیه‌ای است که ارزش آزمودن را دارد. اینکه چرا کوارک و لپتون نسل‌های چندگانه دارند رازی است و باید توضیح داده شود حرفی نیست.

جای امیدواری است که وقتی شتاب‌دهندهٔ LHC با انرژی اضافی کار کند به این پرسش پاسخ واضحی داده شود. اما من به مقاله‌های منتشرشده امیدواری کمتری دارم. مسلم است که دانشمندان، هم‌چنین من، به بررسی داده‌های LHC ادامه خواهند داد (بیست برابر یا بیشتر شدن داده‌ها چشم‌انداز هیجان‌انگیزی در پی خواهد داشت) اما به‌طور روزافزونی آشکار شده است که باید ایده‌های دیگری نیز بررسی شوند. شاید اکنون زمان آن رسیده است که گامی در جهت پیشنهادهای خلاقانه برداشته شود.

راز نسل‌های کوارک و لپتون و پرسش از زیرساختارشان برای استادان یا معلمانی که در دورهٔ کارشناسی و یا حتی در دبیرستان تدریس می‌کنند یک واقعیت است و احتمالاً پاسخ مشخصی برای آن تاکنون دریافت نشده است. برخلاف سازوکار **هیگز** و اَبرتقارن، برای این معما راه‌حل احتمالی و دائمی به‌دست نیامده است. به‌طور خلاصه، جامعهٔ پژوهشی حرفه‌ای برای این معما شانه‌هایش را بالا می‌اندازد و می‌گوید: «من نمی‌دانم». شاید همین حالا فردی که در کلاستان نشسته است منشأ بینش تازهٔ بعدی باشد؛ میدانی باز باز (حوزه‌ای که نتیجه‌اش نامشخص است).

منابع

1. And SoAdinfinitum: The Search for Quark and Lepton Substructure
2. Don Lincoln, Fermilab, Batavia.11
3. THEPHYSICS TEACHER *Vol.56,April2018

مرجع

یادداشت: خاستگاه این عبارات تاریخی است. باریون از واژه یونانی «barys» به معنای سنگین و مزون از واژهٔ «mesos» به معنای متوسط گرفته شده است. وقتی این ذرات کشف شدند، باریون‌ها (مثلاً پروتون و نوترون) در میان سنگین‌ترین ذرات زیراتمی قرار گرفتند، در حالی‌که مزون‌ها گرایش جرمشان در گسترهٔ ۱۰درصد تا ۴۰ درصد از جرم پروتون قرار داشت. برعکس ذراتی که در دسته لپتون‌ها (Leptos) به معنای سَبک، جای داشتند از باریون‌ها سبک‌تر بودند. الکترون که شناخته‌شده‌ترین لپتون است جرمی تقریباً در حدود $\frac{۱}{۲۰۰۰}$ جرم پروتون دارد. اما، با توجه به آنچه در مقاله توضیح داده شد آن معنای ضمنی فیزیکی که برای این نام‌ها پیشنهاد شده بود برای مدت طولانی باقی نماند.

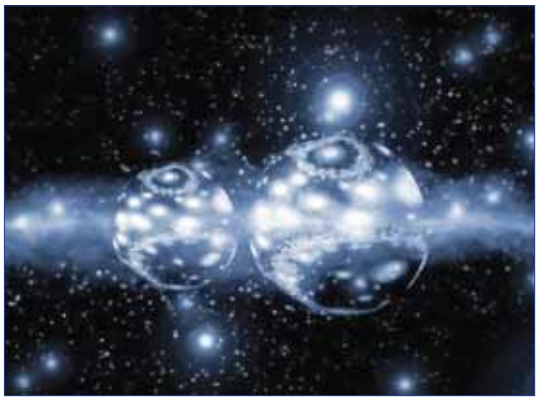
درهم‌تنیدگی کوانتومی چیست؟

عمار ووتا / ترجمه: منیژه رهبر

مقدمه

درهم‌تنیدگـــی کوانتومی اصطلاحی متداول و بســـیار بد فهمیده شده است، اما راه‌هایی برای روشن کردن مفهوم آن وجود دارد. عمار ووتا[1] از دانشـــگاه تورنتو در کانادا آن را شرح می‌دهد.

کلیدواژه‌ها: درهم‌تنیدگی، رایانـــه کوانتومی، رمزنگاری کوانتومی



درهم‌تنیدگی یک «همبستگیِ کوانتومی» بین ویژگی‌های ذرات اســـت. این روزها معمولاً اخباری را دربارهٔ **رایانه‌های کوانتومـــی**، **رمزنگاری کوانتومـــی** و **چیزهای دیگر کوانتومی** می‌شـــنوید. در مقاله‌های مربوط به این موضوع‌ها به‌طور اجتناب‌ناپذیری به درهم‌تنیدگی ارجاع داده می‌شود که یک ویژگی فیزیک کوانتومی است که وسیله‌های شگفت‌انگیز را امکان‌پذیر ساخته است.

اینشتین درهم‌تنیدگی را «کنش وهمناک از دور» نامید که نامی جاافتاده و به‌صورت فزاینده‌ای پرطرفدار است. شناخت و به‌کارگیـــری درهم‌تنیدگـــی، علاوه بر ســـاخت رایانه‌های کوانتومی بهتر به‌صورت‌های دیگر هم مفید است.

به‌عنوان مثال، می‌توان از آن بـــرای انجام اندازه‌گیری‌های دقیق‌تـــر از **امواج گرانشی** و شناخت بهتر **مواد نامتعارف** اســـتفاده کرد. همچنین به‌صورت ظریفـــی در جاهای دیگر نمایان می‌شود: من چگونگی درهم‌تنیدگی اتم‌هایی را بررسی می‌کنم که به هم برخورد می‌کنند، تا متوجه شـــوم که این موضوع چه تأثیری در دقت ساعت‌های اتمی دارد.

اما درهم‌تنیدگی چیست؟ آیا راهی برای شناخت این پدیدهٔ «وهمناک» وجود دارد؟ سعی می‌کنم با کنار هم گذاشتن دو مفهوم فیزیکی قانون‌های پایستگی و برهم‌نهش کوانتومی آن را توضیح دهم.

قانون‌های پایستگی

قانون‌های پایســـتگی از عمیق‌تریـــن و فراگیرترین مفاهیم موجود در همهٔ فیزیک هســـتند. قانون پایستگی انرژی بیان می‌کند که کل مقدار انرژی موجود در یک دســـتگاه منزوی ثابـــت می‌ماند (گرچه می‌تواند از انـــرژی الکتریکی به انرژی مکانیکی به گرما و مانند آن تبدیل شـــود). این قانون مبنای کار تمام ماشـــین‌های ما شامل ماشـــین بخار تا ماشین‌های الکتریکی است. قانون‌های پایستگی نوعی گزاره حساب نگه داشـــتن هســـتند که طبق آن می‌توانید مقداری از انرژی را به‌صورت‌های مختلف مبادله کنید، اما مقدار کل آن باید ثابت بماند.

پایستگی تکانه

(تکانه حاصلضرب جرم در ســـرعت اســـت) دلیل آن است که وقتی دو اســـکیت‌باز روی یـــخ به جرم‌های مختلف از هم دور می‌شوند، نفر سبک‌تر با سرعتی بیشتر از فرد سنگین‌تر حرکت می‌کند. مبنای این گزاره معروف که «هر کنش دارای واکنش مســـاوی و در جهت مخالف اســـت». پایستگی تکانه زاویه‌ای اســـت که - با در نظر گرفتن دوبارهٔ اســـکیت‌بازها- اسکیت بازی که می‌چرخد با نزدیک کردن بازوهایش به بدن **می‌تواند با سرعت بیشتری بچرخد.**

گابریلا پاپاداکیس[2] و گیوم چیزرون[3] در مسابقه‌های قهرمانی اروپایی ۲۰۱۹ در بلاروس تأثیر قانون‌های پایستگی را نشان می‌دهند.

مؤثر بودن این قانون‌های پایستگی در گسترهٔ وسیعی از مقیاس‌ها در سراسر عالم، **از سیاهچاله‌های موجود در کهکشان‌های دوردست گرفته** تا ریزترین **الکترون‌های چرخان**، به‌صورت تجربی تأیید شده است.

اضافه شدن کوانتومی

تصور کنید که در حال پیاده‌روی در جنگلی زیبا هستید. به یک دوراهی می‌رسید و باید تصمیم بگیرید که به طرف چپ بروید یا راست. مسیر سمت چپ تاریک و دلگیر به نظر می‌رسد اما معروف است که به منظره‌های زیبایی منتهی می‌شود. در حالی که مسیر سمت راست آفتابی و شیب‌دار است. سرانجام تصمیم می‌گیرید که به‌طرف راست بروید، **در حالی که با حسرت به راهی که در پیش نگرفته‌اید فکر می‌کنید**. در جهان کوانتومی، می‌توانید هر دو مسیر را انتخاب کنید.

برای دستگاه‌هایی که با مکانیک کوانتومی توصیف می‌شوند (یعنی، چیزهایی که به خوبی از گرما و اختلال‌های خارجی منزوی شده‌اند)، قاعده‌ها جالب‌تر است: به‌عنوان مثال، الکترون مثل یک فرفره چرخان می‌تواند در حالتی باشد که در جهت ساعتگرد بچرخد، یا حالت دیگری که در جهت پادساعتگرد می‌چرخد. الکترون، برخلاف فرفره چرخان، می‌تواند در حالت زیر هم باشد. [چرخش ساعتگرد]+ [چرخش پادساعتگرد] + [چرخش ساعتگرد]

حالت‌های دستگاه‌های کوانتومی را می‌توان با هم جمع یا از هم کم کرد. به‌صورت ریاضی، قاعده‌های ترکیب حالت‌های کوانتومی را می‌توان به همان صورت **جمع و تفریق بردارها** بیان کرد. واژه‌ای که برای این ترکیب حالت‌های کوانتومی به‌کار می‌رود برهم‌نهش است. این در واقع چیزی است که باعث اثرهای عجیبی می‌شود که مثل آزمایش دو شکاف، یا دوگانگی موج- ذره، شاید چیزهایی درباره‌شان شنیده باشید.

فرض کنید می‌خواهید الکترونی که در حالت برهم‌نهش [چرخش *ساعتگرد*]+ [چرخش *پادساعتگرد*] است که مجبور کنید که پاسخی معین بدهد. در این صورت الکترون یا در حالت [چرخش *ساعتگرد*] ظاهر می‌شود یا حالت [چرخش *پادساعتگرد*]. احتمال یک نتیجه در برابر نتیجهٔ دیگر را می‌توان (با استفاده از یک کتاب فیزیک خوب) به آسانی محاسبه کرد. شاید کاتورگیِ ذاتی این فرایند شما را، که انتظار دارید عالم رفتاری **کاملاً قابل پیش‌بینی** داشته باشد، ناراحت کند، اما زندگی (که به‌طور تجربی بررسی شده) چنین است.

قانون‌های پایستگی و مکانیک کوانتومی

اکنون بگذارید این ایده‌ها را کنار هم بگذاریم، و قانون پایستگی انرژی را در مورد یک زوج ذره کوانتومی به کار ببریم.

یک زوج ذره کوانتومی (مثلاً اتم) را در نظر بگیرید که با انرژی کل ۱۰۰ واحد انرژی شروع به کار می‌کنند. شما و دوستتان این زوج را از هم جدا می‌کنید، و هر یک از شما یکی از آن‌ها را برمی‌دارید: شما متوجه می‌شوید که اتم شما ۴۰ واحد انرژی دارد. بنابراین با استفاده از قانون پایستگی انرژی، نتیجه می‌گیرید که اتم دوستتان باید ۶۰ واحد انرژی داشته باشد. پس به محض اینکه انرژی اتم خود را بدانید، انرژی اتم دوستتان را هم می‌دانید. شما این موضوع را حتی اگر دوستتان هیچ اطلاعاتی به شما ندهد می‌دانید. و این را حتی اگر در هنگام اندازه‌گیری انرژی اتم خود دوستتان در طرف دیگر کهکشان باشد می‌دانید. هیچ چیز وهمناکی دربارهٔ آن وجود ندارد (پس متوجه می‌شوید که این یک همبستگی است، نه علیّت).

اما حالت‌های کوانتومی یک زوج اتم می‌تواند جالب‌تر باشد. انرژی این زوج را می‌توان به راه‌های مختلف تقسیم کرد (که البته همهٔ آن‌ها با پایستگی انرژی سازگارند). ترکیب حالت یک زوج اتم می‌تواند در برهم‌نهی باشد، به‌عنوان مثال:

[۳۰ واحد اتم دوستتان. ۷ واحد اتم شما] + [۴۰ واحد اتم دوستتان؛ ۶۰ واحد اتم شما]

این یک حالت درهم‌تنیدهٔ دو اتم است. نه اتم شما، و نه اتم دوستتان در این برهم‌نهی انرژی معین ندارد. با وجود این، ویژگی‌های دو اتم به واسطه پایستگی انرژی به یکدیگر همبسته‌اند: مجموع انرژی آن‌ها همواره ۱۰۰ واحد است.

به‌عنوان مثال، اگر انرژی اتم خود را اندازه بگیرید و متوجه شوید که در حالت انرژی ۷۰ واحد است، می‌توانید اطمینان داشته باشید که انرژی اتم دوستتان ۳۰ واحد است. حتی اگر دوستتان هرگز چیزی به شما نگوید. و به خاطر پایستگی انرژی، این موضوع را حتی اگر دوست شما در آن سوی کهکشان هم باشد می‌دانید. هیچ‌چیز وهمناکی در مورد آن وجود ندارد.

قانون‌های پایستگی نوعی گزارهٔ حساب نگه داشتن است که طبق آن می‌توانید مقداری انرژی را به صورت‌های مختلف مبادله کنید اما مقدار کل آن ثابت بماند

پی‌نوشت‌ها

1.Amar Vutha
2. Gabriella Papadakis
3. Guillaume Cizeron

منبع

http:// cosmos mag-zine. com/ physics 17 may 2019.

دانش دیداری دانش‌آموزان از تصویرهای کتاب‌های فیزیک(۱) و (۲) رشتهٔ تجربی

صفورا شیرین‌نوش / کارشناس ارشد آموزش فیزیک، دبیر فیزیک، استان همدان، منطقه لالجین
نیره مطلبی / کارشناس ارشد فیزیک، دبیر فیزیک، استان همدان، شهر همدان

چکیده

این مقاله به بررسی دانش دیداری دانش‌آموزان از کتاب‌های فیزیک(۱) و (۲) رشتهٔ تجربی می‌پردازد. بدین منظور پژوهشگران با معیارهایی جهت انتخاب تصاویر، پرسش‌نامه‌ای شامل ۲۵ تصویر از کتاب فیزیک(۱) و پرسش‌نامه‌ای شامل ۱۹ تصویر از کتاب فیزیک(۲) طراحی کردند. تمام پرسش‌ها شامل دو بخش تعیین موضوع و شرح تصاویر بود. آزمون پژوهش بدون اطلاع قبلی و بعد از اتمام تدریس کتاب‌ها برگزار شد. نمونهٔ انتخاب‌شده به‌صورت نمونهٔ در دسترس شامل ۵۳ نفر از دانش‌آموزان پایهٔ دهم و ۸۲ نفر از دانش‌آموزان پایهٔ یازدهم رشته‌های ریاضی و تجربی شهر همدان و منطقهٔ لالجین بود. جهت تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از برنامهٔ اکسل استفاده شد و در جلسه‌های بحث و تبادل‌نظر تمام تصویرهای کتاب‌های فیزیک(۱) و (۲) توسط پژوهشگران موردبررسی قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهند ضریب ویلیام رومی برای تصاویر کتاب‌های فیزیک(۱) و (۲) در سطح خوب (متوسط) است. میانگین پاسخگویی به پرسش‌ها کمتر از ۱۰ بود و دانش‌آموزان به‌طور متوسط کمتر از ۵۰ درصد به پرسش پاسخ داده‌اند. بنابراین، در حالی‌که در هر یک از صفحه‌های کتاب‌های فیزیک دست‌کم یک تصویر وجود دارد اما ارتباط مطلوبی بین مفاهیم تصاویر و دانش دانش‌آموزان برقرار نشده است.

کلیدواژه‌ها: دانش دیداری، تصاویر، کتاب فیزیک(۱)، کتاب فیزیک(۲)

مقدمه

طراحی‌هایی که از چندین هزار سال پیش بر روی دیوارهٔ غارها باقی مانده است نشان می‌دهند که نقاشی اولین روش مکتوبی است که انسان‌ها برای انتقال پیام از آن استفاده کرده‌اند. با اختراع خط در تمدن بشر، ارزش استفاده از تصویر نه تنها کم نشد، بلکه تصویرسازی وسیله‌ای برای بازگو کردن روایت‌های مذهبی، داستان‌های پیامبران و تجسم چهره‌های فرشتگان در کتاب‌های مقدس شد. همچنین، ادبیات کهن ایران از این شیوه بهره برده است و در آثاری مانند کلیله‌ودمنه و شاهنامه، تصاویر بیانگر مضامین داستانی موجود در متن هستند

با گسترش آموزش همگانی، هنر گرافیک در تدوین کتاب‌های آموزشی به‌کار گرفته شد، به‌طوری‌که در اولین گام‌های آموزش قبل از مدرسه، استفاده از تصویر برای انتقال مفاهیم بهترین راهبرد عملی است؛ همچنین در آخرین تغییرات نظام آموزشی کشور ما، از این رویکرد استفاده شده است و مهارت خواندن با ترکیبی از تصویر و متن در کتاب‌های «بخوانیم» دورهٔ ابتدایی آموزش داده می‌شود[۱]. در سطوح بالاتر تحصیل نیز ضرورت به‌کارگیری سواد دیداری در آموزش همچنان به قوت خود باقی است، زیرا پژوهش‌ها نشان می‌دهند ۷۵درصد یادگیری از طریق حس بینایی صورت می‌گیرد[۲].

از طرفی علوم‌شناختی تأکید می‌کند که حافظهٔ مشغول به کار در مغز انسان شامل اجزای جداگانه‌ای است و دست‌کم بخش گفتاری (حلقهٔ آواشناسی) و بخش دیداری (نرم لایهٔ دیداری) مجزا و جدا به‌نظر می‌رسند[۳]. بنابراین، انتقال تصویر به حافظه بلندمدت سریع‌تر است و استفاده از یک تصویر مناسب برای انتقال مفهوم می‌تواند جایگزین چندین سطر شرح و توضیح شود. به عبارت دیگر، تصویرها راحت‌تر از متن درک می‌شوند، به‌طوری‌که نشان دادن یک دایره بسیار راحت‌تر از توصیف کردن آن است. همچنین انسان از دیدن تصویر بیشتر از خواندن مطلب تأثیر می‌پذیرد؛ نشان دادن تصویر یک جنگ تأثربرانگیزتر از توصیف آن است.

بر این مبنا کتاب‌های علمی ـ آموزشی تلاش می‌کنند تا از جاذبه ظاهری کتاب‌های آموزشی استفاده کنند تا مخاطب را مجذوب کنند و باعث افزایش محفوظات اطلاعاتی او و هضم و جذب سلولی این دریافت‌ها در وجود مخاطب شوند. لذا، در این پژوهش به دلیل اهمیت بررسی کتاب‌های درسی جدیدالتألیف دوره دوم متوسطه از رویکردهای مختلف، دانش بصری دانش‌آموزان از تصاویر کتاب‌های درسی فیزیک(۱) و (۲) پایه‌های دهم [۴] و یازدهم [۵] رشتهٔ تجربی ارزیابی شده است.

روش پژوهش

این پژوهش در پی پاسخ دادن به پرسش پژوهشی زیر است: دانش دیداری دانش‌آموزان پایه‌های دهم و یازدهم از کتاب‌های فیزیک(۱) و (۲) چقدر است؟

بدین منظور پرسش‌نامه‌ای شامل ۲۸ تصویر از کتاب فیزیک(۱) و پرسش‌نامه‌ای شامل ۲۰ تصویر از کتاب فیزیک(۲) تهیه شد. تصاویر پرسش‌نامه‌ها با نظر پژوهشگران با اولویت‌های زیر از کتاب‌های فیزیک رشتهٔ تجربی انتخاب شدند:

- تمام تصویرهای ابتدای فصل‌ها
- تصویرهایی که به زندگی روزمره مرتبط می‌شوند.
- تصویرهایی که با مفاهیم اصلی کتاب ارتباط دارند.

همچنین تلاش شد که از تمام کتاب به‌طور متوازن تصاویری انتخاب شود.

پرسش‌نامه‌ها بعد از تدریس تمام کتاب در هفته آخر اردیبهشت در اختیار ۱۰۱ نفر از دانش‌آموزان پایهٔ دهم ریاضی و تجربی و ۱۱۸ نفر از دانش‌آموزان پایهٔ یازدهم ریاضی و تجربی قرار گرفت. دانش‌آموزان پایهٔ دهم در جلسه‌ای ۲۵ـ۲۰ دقیقه و دانش‌آموزان پایهٔ یازدهم در جلسه‌ای ۲۰ـ۱۵ دقیقه به این پرسش‌نامه‌ها بدون اطلاع قبلی پاسخ دادند.

بعد از تکمیل پرسش‌نامه‌ها در بررسی اولیه و در مرحله تصحیح تعدادی از پرسش‌نامه‌ها به دلیل نامناسب بودن نوع پاسخ‌ها حذف شدند. در مرحله تجزیه‌وتحلیل داده‌ها نیز تعدادی از پاسخ‌نامه‌ها که نمرهٔ کل آن‌ها کمتر از ۵ بود، حذف گردیدند؛ همچنین تعدادی از تصویرها نیز به دلیل عدم وضوح کافی حذف شدند. بنابراین نمونهٔ انتخاب‌شده به‌صورت نمونهٔ در دسترس و شامل تعداد ۱۳۵ نفر از دانش‌آموزان استان همدان (شهر همدان و منطقه لالجین) بود.

تمام پرسش‌ها دو قسمتی طراحی شدند و شامل تعیین موضوع و شرح تصویر بودند و هر قسمت جداگانه تصحیح شد. جهت بررسی پاسخ‌نامه‌ها در نرم‌افزار اکسل به هر پاسخ صحیح ارزش یک و به هر پاسخ نادرست ارزش صفر نسبت داده شد.

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها

مؤلفان کتاب‌ها برای ایجاد ارتباط عمیق با مخاطبان، ایجاد انگیزه و جلب توجه در کنار نوشتار از تصویرها، نمودار و... نیز استفاده می‌کنند. اما در ارتباط تبادل افکار و اندیشه‌ها، احساسات و عقاید بدون استفاده از علائم امکان‌پذیر نیست و انتقال مطلوب و مؤثر زمانی صورت می‌گیرد که فرستنده و گیرنده پیام، از علائم و نمادهای مناسب و آشنا استفاده کنند. در واقع اشتراک در نمادها، مفاهیم و معانی، اساس تأثیر و تأثر در ارتباط است. اگر فرستنده و گیرنده پیام هر یک تصور جداگانه‌ای از علائم و نمادهای مورد استفاده و در نهایت از مفاهیم منتقل‌شده داشته باشند، بدون شک نتیجهٔ کار، هیچ یک از طرفین را راضی نخواهد کرد و شکست در ارتباط مسلم خواهد بود. بر این اساس هرچه بین معنی موردنظر فرستنده و معنی ایجادشده در ذهن گیرنده مشابهت و اشتراک بیشتری وجود داشته باشد ارتباط بهتر و مؤثرتر خواهد بود. به‌طور مثال اگر معنی موردنظر فرستنده پیام را M و معنی ایجادشده در ذهن گیرنده را M' در نظر بگیریم هنگامی ارتباط مطلوب، مؤثر و کامل برقرار می‌شود که M=M' باشد. اگر $\frac{M}{M'}=0$ باشد، به این معنی است که هیچ‌گونه ارتباطی صورت نگرفته است. به عبارت دیگر اشتراک M و M' میزان کارایی و اثربخشی یک پیام را مشخص می‌کند. اگر M' کوچک‌تر از M باشد ارتباطی که انجام پذیرفته چندان مطلوب نیست. اگر M' بزرگ‌تر از M باشد، معنایی فراتر از معنای فرستنده در ذهن گیرنده پیام به وجود آمده است، چنین رابطه‌ای خلاق و اکتشافی است؛ مثل معنایی که از دیدن یک منظره یا حادثه در ذهن یک هنرمند یا فرد نوآور ایجاد می‌شود [۶].

این پژوهش جهت تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از چنین رویکردی استفاده کرده است. در واقع چنین فرض شده است که هر چه درصد پاسخ‌گویی به یک پرسش بیشتر باشد، دانش‌آموزان مفهوم آن تصویر را بیشتر درک کرده‌اند و ارتباط موردنظر بین مفهوم تصویر و فهم دانش‌آموزان بیشتر برقرار شده است. نتایج بررسی پاسخ‌نامه‌ها در نمودارها و جدول‌های زیر خلاصه شده است.

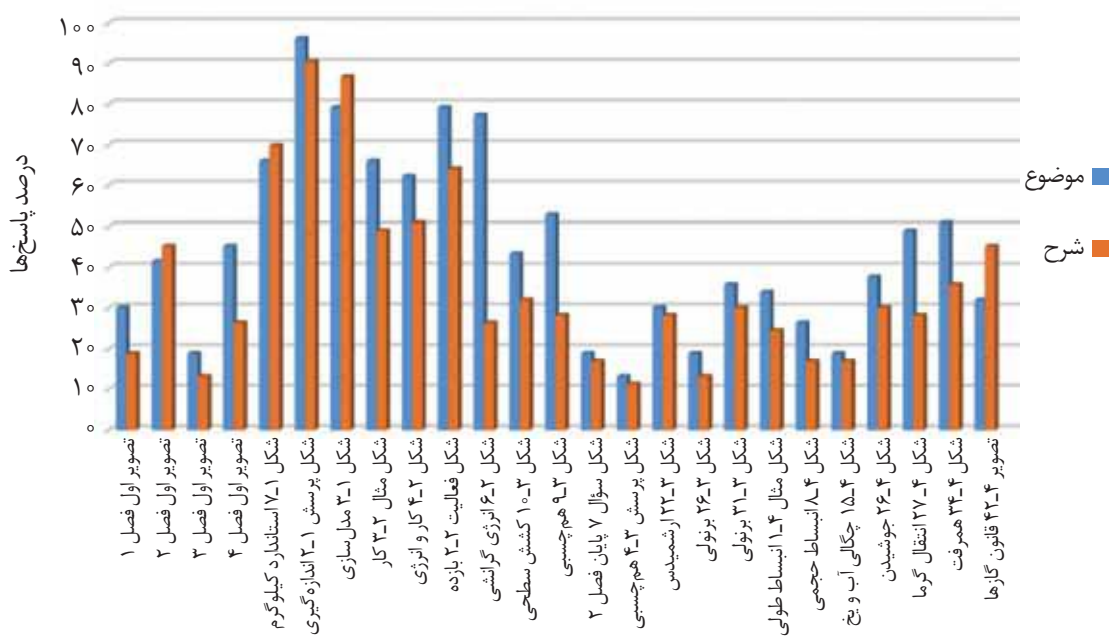
طبق نتایج نمودارهای ۱ و ۲ و جدول‌های ۱ و ۲، میزان پاسخ‌گویی به پرسش‌ها به‌طور متوسط کمتر از ۵۰ درصد بوده و میانگین نمرهٔ کل کمتر از ۱۰ است. در تعیین موضوع تصویرها، فقط ۸ پرسش در پایهٔ دهم و ۸ پرسش در پایهٔ یازدهم به سطحی بالاتر از ۵۰ درصد رسیده‌اند. در تعیین شرح تصویرها، ۴ پرسش در پایهٔ دهم و ۶ پرسش در پایهٔ یازدهم بیش از ۵۰ درصد پاسخ‌گویی داشته‌اند. پس می‌توان نتیجه گرفت ارتباطی که بین مفاهیم تصاویر و دریافت دانش‌آموزان در هر دو کتاب برقرار شده است چندان مطلوب نیست؛ همچنین میزان پاسخ‌گویی به پرسش فصل‌های آخر به نحو چشمگیری کاهش می‌یابد. این موضوع را می‌توان به تعدد مشاهدهٔ تصاویر ابتدای کتاب و تأثیر آن بر یادسپاری مطالب ارتباط داد.

بنابر نظر مؤلفان تصاویر اول فصل‌ها طوری انتخاب شده‌اند که ارتباط فیزیک با زندگی روزمره را در آن موضوع آموزشی نشان می‌دهند[۷]. در حالی که پاسخ‌گویی دانش‌آموزان به تصاویر اول فصل‌ها در پایهٔ دهم زیر ۵۰ درصد است، به‌ویژه در تعیین موضوع و شرح تصویر نیلوفر آبی میزان پاسخ‌گویی کمتر از ۲۰ درصد است. در پایهٔ یازدهم نیز حداکثر پاسخ‌دهی به حدود ۶۰ درصد رسیده است. این نتیجه بیانگر آن است که هدف موردنظر مؤلفان تا حد زیادی تأمین نشده است.

همان‌طور که ملاحظه می‌شود در تمام پرسش‌ها به‌جز چند مورد میزان پاسخ‌گویی به تعیین موضوع تصویرها بیشتر از شرح آن‌هاست. این نتیجه نشان می‌دهد دانش‌آموزان نگاه‌های گذرایی به تصاویر داشته‌اند و قادر به شرح بسیط تصاویر نیستند.

مؤلفان کتاب‌ها برای ایجاد ارتباط عمیق با مخاطبان، ایجاد انگیزه و جلب توجه در کنار نوشتار از تصویرها، نمودار و... نیز استفاده می‌کنند

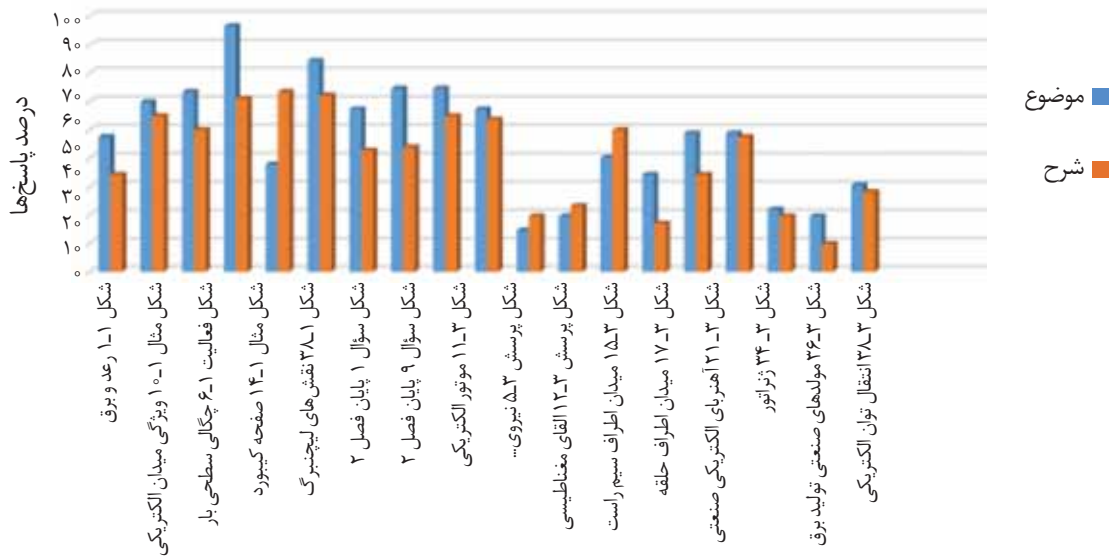
نمودار ۱. درصد پاسخ‌گویی به پرسش‌نامه کتاب فیزیک(۱) پایه دهم تجربی



جدول ۱. نتایج بررسی پاسخ‌نامه‌های کتاب فیزیک(۱) پایه دهم تجربی

جامعه آماری	تعداد پرسش‌ها	میانگین نمره هر دانش‌آموز	حداقل نمره	حداکثر نمره	درصد میانگین پاسخ‌گویی به موضوع تصویرها	درصد میانگین پاسخ‌گویی به شرح تصویرها
۵۳	۲۵	۸/۱۴	۵	۱۹/۶	۴۴	۳۶

نمودار ۲. درصد پاسخ‌گویی به پرسش‌نامه کتاب فیزیک(۲) پایه یازدهم تجربی



جدول ۲. نتایج بررسی پاسخ‌نامه‌های کتاب فیزیک(۲) پایه یازدهم تجربی

جامعه آماری	تعداد پرسش‌ها	میانگین نمره هر دانش‌آموز	حداقل نمره	حداکثر نمره	درصد میانگین پاسخ‌گویی به موضوع تصویرها	درصد میانگین پاسخ‌گویی به شرح تصویرها
۸۲	۱۹	۸/۱	۵	۱۵	۴۶ درصد	۴۰ درصد

به‌عنوان مثال در بعضی برگه‌ها در شـــرح شکل ۱ نوشته شده است: «یکای اندازه‌گیری طول»!

دانش‌آموزان در پاسخ به شکل ۲ بیشتر به نیروی دگرچسبی بین قطره‌های آب و شاخهٔ درخت اشاره کرده‌اند و به قسمتی از تصویر که شکل مولکول‌های آب را نشان می‌دهد و بیانگر بزرگی نیروی هم‌چسبی مولکول‌های آب نسبت به نیروی دگرچسبی آب و شاخه درخت است توجه نداشته‌اند.

در شـــکل ۳ دانش‌آموزان بیشـــتر به بحث نیروی هم‌چسبی اشاره کرده‌اند. اگرچه کشش سطحی به دلیل نیروی هم‌چسبی مولکول‌های سطح مایع به‌وجود می‌آید. اما نگاه دقیق‌تر نشان می‌دهد پدیده کشش سطحی در این تصویر مشهودتر است.

تعدادی از دانش‌آموزان تصویر رعد و برق و نقش‌های لیچنبرگ (فروریزش) در شکل‌های ۴ و ۵ را یکسان فرض کرده‌اند.

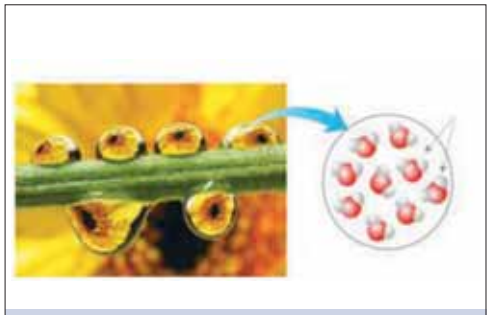
با توجه به نمودار ۲ مقدار پاســـخ‌گویی به شرح تصویر شکل ۶ بیشـــتر از تعیین موضوع تصویر است. اگرچه مفهوم میدان الکتریکی یکی از مفاهیم دشوار و مهم کتاب درسی است، اما در این تصویر نیز مقیاس اجزای تصویر رعایت نشده و اندازهٔ شمع‌ها بیشتر از اندازهٔ مولد واندوگراف است. این تغییر مقیاس می‌تواند دلیلی بر کمرنگ شدن نقش میدان الکتریکی تولیدشده توسط واندوگراف باشد.

همچنین پژوهشـــگران پس از بررسی پاســـخ‌نامه‌ها و تمام تصاویر کتاب‌های فیزیک(۱) و (۲) تجربی و بحث و تبادل‌نظر به نکته‌های زیر در جهت اصلاح تصاویر این کتاب‌ها دست یافته‌اند.

شـــکل ۷ اتومبیلی را نشان می‌دهد که ســـرعت آن در حال افزایش اســـت. اگرچه کمیت‌های زمان و شتاب در این تصویر موردنظر نیســـتند، ولی به کار بردن بردار V بزرگ‌تر و رســـم خطوط خط‌چین در تصویرهـــای متوالی، در امتداد اتومبیل‌ها گویای افزایش سرعت اتومبیل نیست. نکتهٔ مهم‌تر اینکه تغییر رنگ اتومبیل در تصاویر دوم و سوم توجیهی ندارد.

شکل ۸ در کنار عنوان انرژی پتانسیل گرانشی قرار گرفته است و نیروهای وارد بر نارگیل در حال سقوط را نشان می‌دهد. چون این تصویر ذهنیتی از انرژی پتانسیل گرانشی ایجاد نمی‌کند، پیشنهاد می‌شود از شکل ۹ که در چاپ‌های اخیر کتاب هالیدی تحت عنوان انرژی پتانسیل گرانشی به‌کار رفته است نیز استفاده شود.

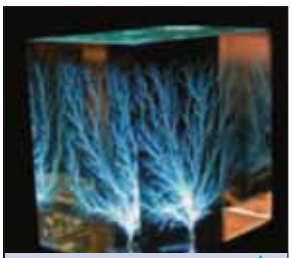
شـــکل ۱. تصویر ۱ـ۷ صفحه ۹ کتاب فیزیک(۱) تجربی



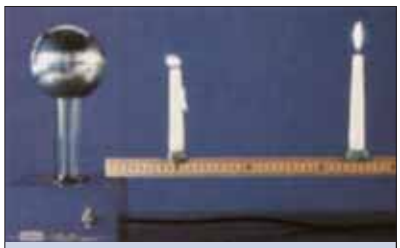
شکل ۲. تصویر ۳ـ۹ صفحهٔ ۶۷ کتاب فیزیک(۱) تجربی

شکل ۳. تصویر ۳ـ۱۰ صفحه ۶۷ کتاب فیزیک(۱) تجربی

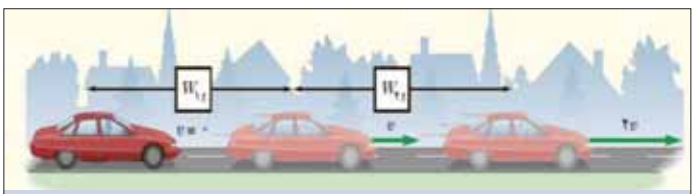
شـــکل ۴. تصویر ۱ـ۱ صفحه ۲ کتاب فیزیک(۲) تجربی



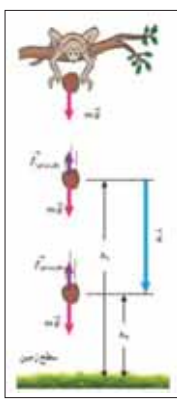
شکل ۵. تصویر ۱ـ۳۸ صفحه ۳۲ کتاب فیزیک(۲) تجربی



شکل ۶. تصویر مثال ۱ـ۶ صفحه ۱۲ کتاب فیزیک(۲) تجربی



شکل ۷. تصویر پرسش ۲ـ۳ صفحه ۳۸ کتاب فیزیک(۱) تجربی



شـــکل ۸. تصویر ۲ـ۶ صفحه ۴۰ کتـــاب فیزیک(۱) تجربی

شکل ۹. مرجع[۷]

شکل ۱۰ در توضیح تفاوت گرمای ویژهٔ فلزات مختلف به‌کار رفته است. این پرسش در پرسش‌نامهٔ پایهٔ دهم مطرح شده بود. ولی به دلیل اشـــارهٔ صریح دانش‌آموزان به واضح نبودن تصویر، حذف گردید.

در شکل ۱۱ مســـیر حرکت بارهای آزاد زیگزاگی نشان داده شده است، در حالی‌که مسیر حرکت بارها در میدان الکتریکی ســـهمی‌وار است. پیشـــنهاد می‌شـــود این تصویر با شکل ۱۲ جایگزین شود.

توضیحی که در زیر شکل نوشته شده است این کج‌فهمی را ایجاد می‌کند که انرژی به‌وسیلهٔ بارهای متحرک در مدار منتقل می‌شود، در حالی‌که انرژی الکترومغناطیسی در مدار به‌وسیلهٔ میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی منتقل می‌شود. در واقع بارها فقط نقش رابط را بر عهده دارند[۱۰].

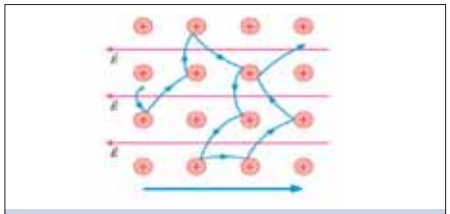
شکل ۱۴ برای شبیه‌سازی عبور جریان یکسان از مقاومت‌های یکســـان به کار رفته است، ولی چون ذهنیتی راجع به مقاومت ایجاد نمی‌کند، پیشنهاد می‌شود با تصویر مداری که دو لامپ یکسان موازی دارد، جایگزین شود.

به منظور نتیجه‌گیری دقیق‌تر، تصاویر کتاب‌های فیزیک(۱) و (۲) به روش ویلیام رومی نیز بررسی شده است. نتایج این بررسی بدین شرح است.

با توجه به معیارهایی که برای بررسی تصاویر کتاب در محاسبه ضریب ویلیام رومی در نظر گرفته می‌شود می‌توان هر دو کتاب فیزیک(۱) و (۲) را در حد خوب ارزیابی کرد.
لذا، با توجه به نتایجی که از بررسی پرسش‌نامه‌ها و تصاویر در این پژوهش به‌دست آمده، بهتر است تصاویر کتاب‌های فیزیک طوری انتخاب و جایگزین شوند تا سطح ویلیام رومی تصاویر هر یک از فصل‌ها و کتاب‌ها به مقدار عالی ارتقا یابد.

▲ شـــکل ۱۰. تصویر پرســـش ۴ـ۳ صفحـــه ۱۰۷ کتاب فیزیک(۱) تجربی

▲ شکل ۱۱. تصویر ۲ـ۷ صفحه ۴۱ کتاب فیزیک(۲) تجربی



▲ شکل ۱۲: مرجع[۹]

▲ شکل ۱۳. تصویر ۲ـ۱ صفحه ۴۰ کتاب فیزیک(۲) تجربی

◀ شکل ۱۴. تصویر ۲ـ۲۳ صفحـــه ۵۸ کتـــاب فیزیـــک(۲) تجربی

جدول ۳. نتایج تحلیل تصویرهای کتاب فیزیک(۱) تجربی به روش ویلیام رومی

فصل ۱	فصل ۲	فصل ۳	فصل ٤	ضریب ویلیام رومی کتاب فیزیک(۱) تجربی
۱۰۰	۸۷	۷۴	۲۶	۶۲

جدول ٤. نتایج تحلیل تصویرهای کتاب فیزیک(۲) تجربی به روش ویلیام رومی

فصل ۱	فصل ۲	فصل ۳	ضریب ویلیام رومی کتاب فیزیک(۲) تجربی
۴۶	۵۰	۸۸	۶۲

نتیجه‌گیری

همهٔ ما تجربهٔ تورق و مشـــاهدهٔ تصویر کتاب‌های درســـی را بلافاصلـــه بعد از دریافت کتاب‌ها داریم. ولی به محض شـــروع سال تحصیلی جزوه‌ها و نوشته‌های دست‌نویس ارزش بیشتری نسبت به محتوای کتاب‌ها پیدا می‌کند. این در حالی است که تصویرهای کتاب‌های آموزشـــی تنها به دلیل ایجاد جذابیت به کار نمی‌روند؛ بلکه اهدافی مانند ارتباط با مخاطب و ایجاد درک عمیق‌تر از موضوع مورد بحث و کمک به یادسپاری مطالب در آن‌ها نهفته اســـت. ازاین‌رو لازم به نظر می‌رســـد این تصویرها دقیق‌تر انتخاب شوند و به طرق مختلف مانند CD آموزشی یا طراحی وبگاه‌های اختصاصی تعداد بیشتری از آن‌ها در اختیار معلمـــان و دانش‌آموزان قرار گیـــرد، همچنین معلمان با تأثیر اســـتفاده از تصویر در یادگیری فراگیران آشـــنا شوند، معلمان روش‌های تدریس مبتنی بر تصویرســـازی مانند روش نقشـــه مفهومی را به‌کار گیرند، روش‌های مطالعه‌ای ترویج شود که توجه دانش‌آموزان را به‌دقت در تصویرها تشویق می‌کند. همچنین در حالی‌که حجم زیادی از کتاب به آن‌ها اختصاص می‌یابد، بهتر است دست‌کم چند پرسش درس فیزیک در کنکور از تصویرها یا شرح آن‌ها مطرح شود.

اگرچه بررسی میزان تأثیر به‌کارگیری تصویر در کنار متن در بهبود فرایند یادگیری و تعیین مقدار حجمی از کتاب که در هر سطح آموزشی باید به تصویر اختصاص یابد پژوهش‌های جدی و جداگانه‌ای می‌طلبد، اما نتایج این پژوهش نشان می‌دهد در حالی‌که تقریباً در تمام صفحـــات کتاب‌های فیزیک(۱) و (۲) تجربی دست‌کم یک تصویر استفاده شده است، دانش دیداری دانش‌آموزان از آن‌ها در سطح مطلوبی نیست.

پی‌نوشت‌ها

۱. فارســـی‌آموز(۱) (خواندن)، ســـازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، ۱۳۹۶، سخنی با فارسی‌آموزان.

۲. صدقیان حکاک، نسرین. بررسی تطبیقی صفحه‌آرایی کتاب‌های فنی‌وحرفه‌ای آموزش‌وپرورش در ســـه دهه اخیر (۱۳۸۸ـ۱۳۵۸)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه نبی‌اکرم(ص)، ۱۳۸۸.

۳. ردیـــش، ادوارد اف. آموزش فیزیـــک، ترجمهٔ فاطمه احمدی، محمد احمدی. تهران. انتشارت دانشگاه تربیت‌دبیر شهید رجایی. ۱۳۸۸. ص ۳۰.

٤. فیزیـــک(۱) پایه دهم دوره دوم متوســـطه ـ ۱۱۰۲۱٤، ســـازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، ۱۳۹٦.

۵. فیزیک(۲) پایه یازدهم دوره دوم متوســـطه ـ ۱۱۱۲٤٤، ســـازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، ۱۳۹٦.

٦. شعبانی، حســـن. (۱۳۹۲) مهارت‌های آموزشـــی و پرورشی (روش‌ها و فنون تدریس). تهران. ســـازمان مطالعه و تدوین کتب علوم‌انسانی (سمت). جلد ۱. ص ۱۰۷.

۷. فایل تصویری منتشرشده دوره ضمن خدمت فیزیک یازدهم، ۱۳۹٦.

8. Halliday & Resnick. **(2011)**, *Principle of physics*, Night Edition, wiley plus, p:196.

9. Knight: Randall. **(2007)**, *Physics for science and engineers*, Vol.1, second Edition, California polytechnic state university p:948.

10. Scaife, Jon. **(2012)**. *Energy, system and, connectors; or why electrons don't carry energy from batteries to bulb*. Physics Education. 47(6). 760-763.

نگاه فیزیـــکی بر فرامواد چپگرد با ضـــریب شکست منفی

هادی رحیمی / دانشیار گروه فیزیک دانشگاه آزاد اسلامی واحد شبستر

مهین درویشی / دبیر فیزیک آموزش‌وپرورش شهرستان شبستر

چکیده

به‌تازگی نتایج پژوهش‌های نظری و تجربی نشان داده است که امکان تهیهٔ انواع جدیدی از مواد وجود دارد که در طبیعت یافت نمی‌شوند و به همین جهت به آن‌ها فرامواد می‌گویند. این فرامواد به دلیل دارا بودن ویژگی‌های منحصربه‌فرد، به‌عنوان حوزهٔ جدید فیزیک و مهندسی مطرح شده‌اند. فرامواد این قابلیت را دارند که با هر دو مؤلفه میدان الکتریکی و مغناطیسی برهم‌کنش کنند به همین دلیل استفاده از فرامواد، روش قدرتمندی را برای کنترل میدان‌های نوری و ریزموجی عرضه می‌کند. فرامواد را می‌توان براساس ضرایب گذردهی الکتریکی و نفوذپذیری مغناطیسی، به دو صورت فرامواد چپگرد با ضرایب شکست منفی و فرامواد تک منفی دسته‌بندی کرد. فرامواد چپگرد موادی هستند که در آن‌ها ضرایب گذردهی الکتریکی و نفوذپذیری مغناطیسی هر دو همزمان منفی هستند، در حالی که در فرامواد تک منفی، فقط یکی از ضرایب گذردهی الکتریکی یا نفوذپذیری مغناطیســـی منفی هستند. فرامواد تک منفی به دلیل ساخت راحت نسبت به فرامواد چپگرد اخیراً در ساختارهای بلور فوتونی، مورد توجه ویژه‌ای قرار گرفته‌اند.

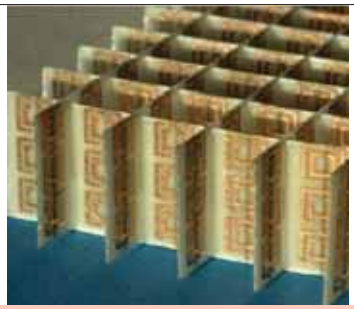
کلیدواژه‌ها: فرامواد، ضریب شکست منفی، ضرایب گذردهی الکتریکی و نفوذپذیری مغناطیسی

مقدمه

در اپتیک ضریب شکست مواد، نسبت سرعت نور در خلأ به سرعت نور در محیط مادی اســـت. تمام مواد طبیعی موجود مانند آب، شیشه، هوا، بلورها (شکل ۱) و غیره دارای ضریب شکست مثبت هستند. مواد اپتیکی، نفوذپذیری ناچیزی را در بســـامدهای نوری دارند لذا اغلب مواد اپتیکی، غیرمغناطیسی هستند. در این مواد ویژگی‌های نوری به‌وسیله گذردهی الکتریکی بیان می‌شـــود. گذردهی الکتریکی و نفوذپذیری مغناطیسی، واکنش ماکروسکوپی یک محیط به میدان الکتریکی و مغناطیسی است. واکنش دستگاه به معنی ایجاد دوقطبی‌های الکتریکی و مغناطیسی است [۱-۲].

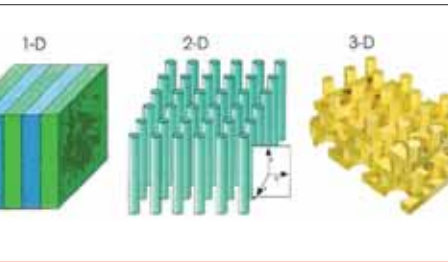
در حالت کلی دستگاه‌های نوری را برحسب اندازه ساختار شبکه (a) و طول موج اعمالی (λ) به سه دسته تقسیم‌بندی می‌شود. در حالت اول، اندازه ساختار شبکه خیلی کوچک‌تر از طول موج است یعنی ($a<<\lambda$) این وضعیت در بلورهای نوری معمولی و فرامواد‌ها (شکل ۲) اتفاق می‌افتد.

شکل ۱: نوعی بلور معمولی



شکل ۲: ساختار فرامواد

در حالت دوم اندازه ساختار شبکه تقریباً برابر با طول موج نور است یعنی ($a\sim\lambda$) پراش، تداخل و بلورهای فوتونی مثال‌هایی از این وضعیت هستند [۳-۴].



شکل ۳: مثال‌های ساده از بلورهای فوتونی یک و دو و سه بعدی

حالت سوم در اپتیک هندسی مطرح است که در آن اندازه ساختار شبکه خیلی بزرگ‌تر از طول موج نور است یعنی ($a>>\lambda$). تشکیل سایه و ایجاد تصویر در عدسی‌ها مثال‌هایی از این حالت هستند (شکل ۳).

۲. انتشار امواج تخت

معادله‌های حاکم بر شکست نور در فصل مشترک دو محیط با ویژگی‌های دی الکتریکی متفاوت، از معادله‌های ماکسول و با در نظر گرفتن شرایط مرزی به‌دست می‌آید. ابتدا معادله‌های ماکسول را برای موج رونده در یک محیط بدون بار می‌نویسیم:

$$\nabla.D=0,\quad \nabla\times E=-\frac{\partial B}{\partial t},$$

$$\nabla.B=0,\quad \nabla\times H=\frac{\partial D}{\partial t},$$

E میدان الکتریکی، B میدان مغناطیسی نور، ε گذردهی نسبی الکتریکی و μ نفوذپذیری نسبی مغناطیسی است.

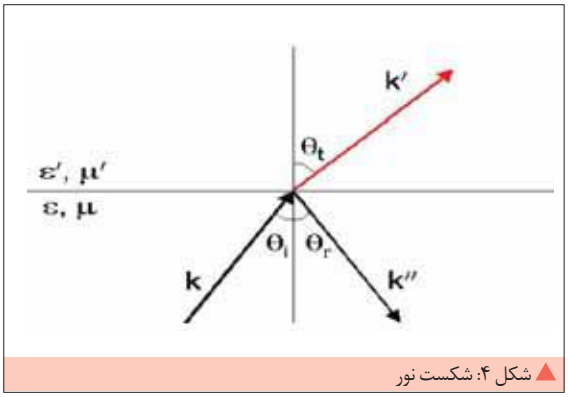
یک راه حل برای معادله موج $\nabla^2E+\frac{\omega^2}{c^2}\varepsilon(\omega)E=0$ به‌صورت $A=e^{i(kx-\omega t)}$ است که در آن k عدد موج است. مؤلفه‌های فضایی و زمانی موج نیز با رابطه پاشندگی به یکدیگر مربوط می‌شوند.

$$\frac{n}{c}=\frac{k}{\omega}=\sqrt{\mu\varepsilon}$$

در مواد شفافی که در آن‌ها ε و μ هر دو مثبت $\varepsilon>0$ و $\mu>0$ یا هر دو منفی $\varepsilon<0$ و $\mu<0$ باشد، ضریب شکست ($n=\sqrt{\varepsilon\mu}$) مثبت یا عدد موج (k) حقیقی می‌شود و در نتیجه موج منتشر خواهد شد. ولی موادی که دارای $\varepsilon<0$ و $\mu>0$ یا $\varepsilon>0$ و $\mu<0$ هستند برای امواج الکترومغناطیسی ماتاند و نور در آن‌ها منتشر نمی‌شود [۵].

۳. شکست

موج تختی را در نظر می‌گیریم که به فصل مشترک دو محیط با گذردهی الکتریکی و نفوذپذیری مغناطیسی ε، μ و ε′، μ′ بتابد. ضرایب شکست دو محیط $n=\sqrt{\frac{\varepsilon\mu}{\varepsilon_0\mu_0}}$ و $n'=\sqrt{\frac{\varepsilon'\mu'}{\varepsilon_0\mu_0}}$ هستند (شکل ۴).



شکل ۴: شکست نور

تغییرات فضایی و زمانی میدان‌های تابشی و بازتابشی و شکستی در فصل مشترک باید یکسان باشد و لذا فاز آن‌ها باید برابر باشد.

$$(k.x)_{interface}=(k'.x)_{interface}=(k''.x)_{interface}$$

$$k\sin\theta_i=k'\sin\theta_t=k''i\sin\theta_r$$

رابطه اسنل برابر است با

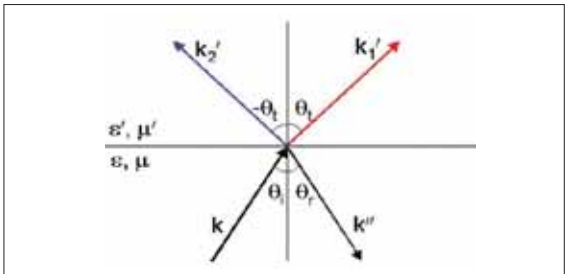
$$\frac{\sin\theta_i}{\sin\theta_t}=\frac{k'}{k}=\sqrt{\frac{\varepsilon'\mu'}{\mu\varepsilon}}$$

θ_i، θ_r و θ_t زوایای تابش، بازتابش و شکست و k، k' و k" بردارهای موج تابشی، بازتابشی و شکست هستند [۵].

۴. ضریب شکست منفی

ساخت موادی با ضریب شکست منفی را اولین بار فیزیک‌دان اوکراینی **ویکتور وسلاگو**[۱] در سال ۱۹۶۸به‌صورت نظری مطرح کرد، ولی دستیابی به موادی با ضریب شکست منفی به‌طور تجربی تا سال ۲۰۰۰ امکان‌پذیر نشد [۶].

با توجه به رابطه اسنل ($\frac{n'}{n}=\frac{\sin\theta_i}{\sin\theta_t}$) برای ضریب شکست مثبت، نسبت $\frac{n'}{n}$ مثبت است پس زاویه شکست نیز مثبت می‌شود و زاویه‌های تابش و شکست در دو طرف خط عمود واقع‌اند ولی برای ضریب شکست منفی این نسبت به‌صورت $-\frac{n'}{n}$ در می‌آید و لذا زاویه شکست منفی می‌شود و در نتیجه زاویه تابش و شکست مطابق شکل (۵) هر دو در یک طرف خط عمود بر فصل مشترک قرار می‌گیرند.

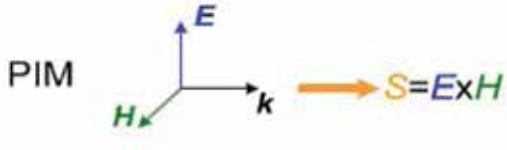


شکل ۵: شکست منفی

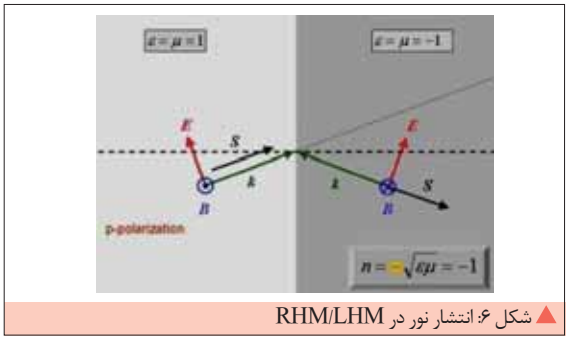
در شکل بالا k_1' بردار موج عبوری در محیطی با ضریب شکست مثبت و k_2' بردار موج عبوری در محیطی با ضریب شکست منفی قرار دارند. موادی با ضریب شکســـت مثبت را اصطلاحاً RHM[۲] و PIM[۳]نیز می‌گویند.

مادهٔ راستگرد = RHM
مادهٔ با ضریب شکست مثبت = PIM

در مـــواد معمولی با n>۰، میدان‌هـــای الکتریکی در دو محیط، هم‌جهت خواهند شد و بردار موج K، میدان الکتریکی E و میدان مغناطیســـیH مطابق شکل زیر تشـــکیل یک مجموعه راستگرد (RHM) را می‌دهند. بنابراین بردار پوئینتینگ[۴] $(S'=E'\times H')$ با بردار K' موازی و هم‌جهت خواهد شـــد یا به عبارتی سرعت فار و سرعت گروه در این مواد هم‌راستا هستند (شکل ۶).



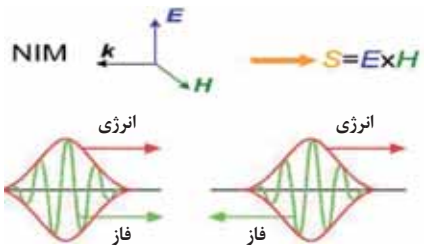
شـــکل زیر دو محیط با ضریب شکســـت مثبت و منفی را نشان می‌دهد که در آن‌ها نوری با قطبش P منتشر می‌شود. مطابق شکل محیط‌هایی که در آن‌ها $\varepsilon'<0$ و μ' است، K' و S' با هم موازی ولی در خلاف جهت هم هستند یا به عبارتی سرعت گروه و سرعت فاز در خلاف جهت هم هستند.



شکل ۶: انتشار نور در RHM/LHM

در موادی با ضریب شکســـت منفی (NIM) بردار موج K، میدان الکتریکی E و میدان مغناطیســـی H مطابق شکل زیر تشکیل یک مجموعه چپ‌دست[۵](LHM) را می‌دهند.

مادهٔ چپگرد = LHM



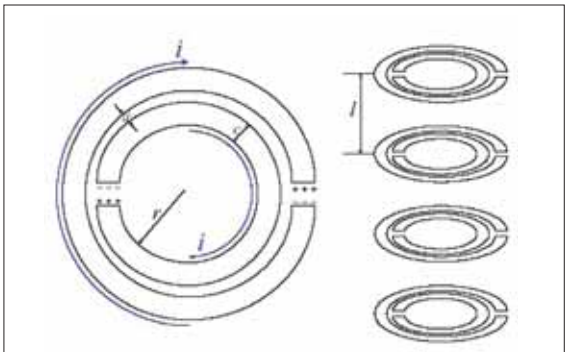
به امواجی که در محیط LHM منتشـــر می‌شوند امواج پس‌تاب و به امواجی که در محیط RHM منتشـــر می‌شوند امواج پیش‌تاب می‌گویند.

به موادی با ضریب شکســـت منفی، فراماده نیز می‌گویند. فراموادِ دارای ویژگی ساختاری (ثابت شبکه‌ای) کوچک‌تر از طول موج نور فرودی است بنابراین میدان نوری یک محیط همگن را خواهید دید. برای نورهای مرئی ثابت شبکه از مرتبه نانومتر و برای امواج ریزموج از مرتبه دســـی‌متر اســـت. تنها فرا ماده به‌طور طبیعی در دسترس اوپال یک نوع ســـنگ سیلیس است که در ناحیه مرئی کار می‌کند. فراموادِ در بسامد ریزموج همیشه به‌طور مصنوعی ساخته می‌شوند و اصلاً در طبیعت وجود ندارد. برخی فلزات موجود در طبیعت مانند نقـــره، طلا و آلومینیم در ناحیه نـــوری دارای گذردهی الکتریکی ε منفی هستند و برخی در بسامدهای کم دارای μ منفی هستند. لذا هیچ‌گونه ماده حجیمی که دارای ε و μ منفی باشند در بسامد یکسان یافت نمی‌شود. لذا شلبی اخیراً ساختاری را گزارش داد که در آن ε و μ می‌تواند همزمان در گســـترهٔ باریکی حول ناحیه ریزموج ایجاد شود. این ساختار شامل آرایهٔ متناوبی از سیم‌های مسی و مشددهای حلقه‌ای شـــکافته بود که در آن‌ها ε و μ همزمان در ناحیه ریزموج منفی می‌شـــود [۱۴-۷]. گذردهی مجموعه‌ای از سیم‌ها می‌تواند

به‌صورت زیر بیان شود:

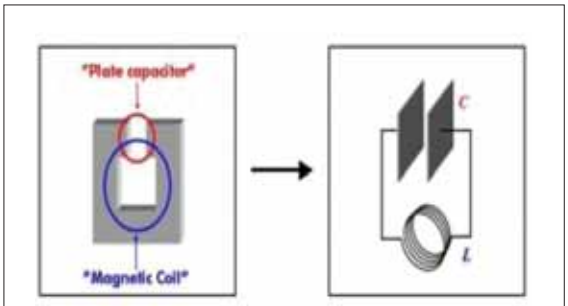
$$\varepsilon(\omega) = 1 - \frac{\omega_p^2}{\omega^2}$$

ω بسامد میدان تابشی و ω_p بسامد پلاسمای مربوط به هندسه سیم‌هاست و با تنظیم آرایه سیم‌ها می‌توان ناحیه‌ای با گذردهی منفی را به‌دست آورد. از رابطه بالا مشخص است که در بسامدهای تابشی کمتر از بسامد پلاسما، گذردهی الکتریکی منفی می‌شود. مشددهای حلقه‌ای شکافته[۶] (SRR) نیز شامل دو حلقه هم‌مرکز با یک گاف معین به شکل C هستند [۷-۱۴].



شکل ۷: مشددهای حلقه‌ای شکافته (SRR)

میدان مغناطیسی یک موج قطبیده تابشی که عمود بر حلقه‌هاست می‌تواند یک جریان نوسانی القایی در حلقه تولید کند و در نتیجه یک خازن بین دو شکاف تشکیل می‌شود و به این ترتیب یک مدار Lc مطابق شکل زیر ایجاد خواهد شد. در بسامدهای نزدیک به بسامد تشدید مدار $(\omega_0 = \sqrt{\frac{1}{LC}})$ نفوذپذیری منفی خواهد شد.



شکل ۸: مشدد حلقه‌ای شکافته معادل با یک مدار Lc

نفوذپذیری مغناطیسی با تابع بسامدی زیر مشخص می‌شود:

$$\mu(\omega) = 1 - \frac{\omega_b^2 - \omega_0^2}{\omega^2 - \omega_0^2 + i\gamma\omega}$$

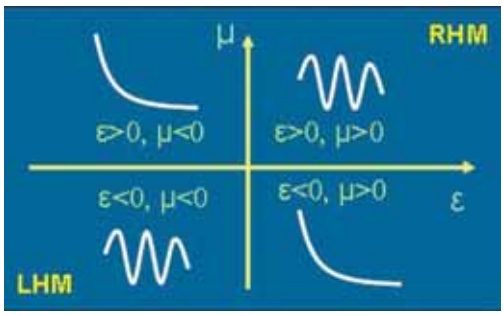
ω_b بسامد پلاسمای مربوط به آرایهٔ حلقه‌ها، ω_0 بسامد تشدید مدار و γ ثابت میرایی است. ضریب شکست چنین مواد مرکب به‌صورت $n = \sqrt{\varepsilon\mu}$ است. در گسترهٔ بسامد بین ω_0 و ω_b یعنی $\omega_b > \omega > \omega_0$ هر دو کمیت ε و μ منفی می‌شود. اگر سیم‌ها و مشددهای حلقه‌ای هیچ‌گونه برهم‌کنشی با هم نداشته باشند، با قرار دادن روابط ε و μ در رابطه ضریب شکست خواهیم داشت:

$$n(\omega) = \frac{1}{\omega}\sqrt{\frac{(\omega^2 - \omega_b^2)(\omega^2 - \omega_p^2)}{(\omega^2 - \omega_0^2)}}$$

رابطه بالا فقط برای آرایه سیم‌ها و SRRها صادق است. همان‌طور که می‌دانیم در مواد طبیعی تشکیل دوقطبی‌های الکتریکی و مغناطیسی اتمی عامل انتشار نور است ولی در موادی که ضریب شکست منفی دارند اتم‌ها، اتم‌های واقعی نیستند در این ساختارهای ترکیبی مصنوعی نقش دو قطبی‌های الکتریکی را سیم‌ها و نقش دو قطبی‌های مغناطیسی را مشددهای حلقه‌ای باز (SRR) بازی می‌کنند [۷-۱۴].

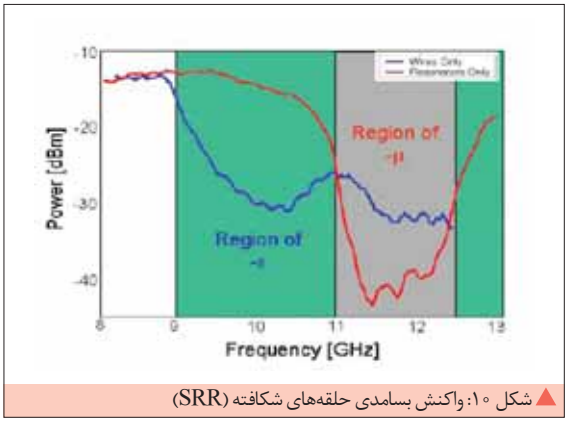
۵. پیش‌بینی‌های نظری

همان‌طور که می‌دانیم علامت‌های ε و μ انتشار یا عدم انتشار نور در داخل محیط‌ها را مشخص می‌کند. نور تابشی به موادی با $\varepsilon < 0$ و $\mu > 0$ یا $\varepsilon > 0$ و $\mu < 0$ باز می‌تابد و منتشر نمی‌شود و مطابق شکل زیر به سرعت میرا می‌شود بنابراین در ربع دوم و چهارم به‌دلیل موهومی شدن بردار موج (k)، تابع موج رونده در جهت X در این محیط‌ها به شکل Exp (-kx-iωt) خواهد شد. در ربع اول و سوم هر دو پارامتر ε و μ مثبت یا منفی هستند. در چنین محیط‌هایی بردار موج حقیقی است و موج Exp (-ikx-iωt) می‌تواند به راحتی منتشر شود.



شکل ۹: صفحه ε و μ

حال اگر در یک محیط با ضریب شکست منفی میزان عبور را اندازه‌گیری کنیم، می‌توان ناحیه‌ای با ضریب شکست منفی را مشخص کرد. در همپوشانی دو ناحیه، ε و μ هر دو منفی خواهد شد و این هدف مورد انتظار ماست. ناحیه‌ای با ε و μ منفی دارای پهنای کمی است که با نواحی $\varepsilon < 0$ و $\mu > 0$ یا $\varepsilon > 0$ و $\mu < 0$ احاطه شده است. در ناحیه‌ای که ε و μ منفی است عبور بالا و برای بقیه نواحی مورد آزمایش عبور خیلی کمی خواهیم داشت. همان‌طور که در شکل مشخص است فقط برای سیم‌های مسی، ناحیه بسامدی که در آن گذردهی الکتریکی منفی می‌شود بالای ۹ GHz و برای آرایش حلقه‌های شکافته (SRR) نفوذپذیری مغناطیسی در گسترهٔ بسامدی بین ۱۲/۵-۱۱ GHz منفی است [۷-۱۴].

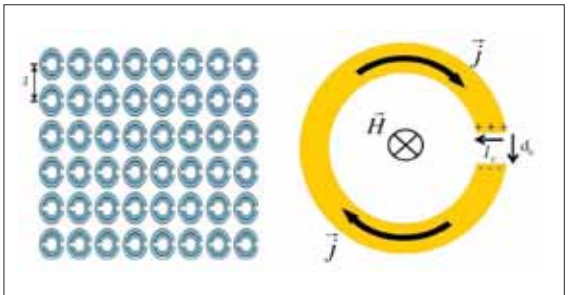


شکل ۱۰: واکنش بسامدی حلقه‌های شکافته (SRR)

با توجه به شـــکل، ناحیه همپوشانی گسترهٔ بسامدی بین GHz ۱۲/۵-۱۱ ظاهر می‌شود.

۶. نوسانگرهای حلقوی باز به‌عنـــوان فراماده مغناطیسی

یک فلز حجیم هیچ واکنش مغناطیسی به امواج الکترومغناطیسی ندارد، اما اگر به شکل حلقه درآورده شود میدان مغناطیسی متغیر با زمان موج الکترومغناطیسی که عمود بر سطح حلقه است می‌تواند یک جریان نوســـانی القائی در حلقه تولید کند. لذا حلقه پاســـخ مغناطیسی ضعیفی به میدان مغناطیسی موج خواهد داشت. برای اینکه پاسخ به حالت تشـــدیدی در بیاید حلقه به شکل C در نظر گرفته می‌شود. این شکافتگی در حلقه باعث ایجاد خازن می‌شود و به این ترتیب یک مدار نوســـانگر LC به وجود می‌آید. برای این منظور، حلقه‌هایی به شـــعاع r را در یک شـــبکه به ثابت a>>r در نظر می‌گیریم. به این ساختار، امواج الکترومغناطیسی با طول موج λ>>a>>r می‌زنیم. حالتـــی را در نظر می‌گیریم که در آن میدان مغناطیسی موج تابشی عمود بر سطح حلقه‌ها باشد.


شکل ۱۱: آرایه‌ای از سیم‌های فلزی بی‌نهایت بلند و نازک به شعاع r که در یک شبکه به ثابت a>>r

این میدان مغناطیســـی متغیر با زمان، طبق قانون القای فاراده نیروی محرکه القایـــی و در نتیجه جریان القایی در حلقه‌ها تولید می‌کند. بنابراین می‌توان برای این حلقه‌های حامل جریان، یک دو قطبی مغناطیسی القایی تعریف کرد یعنی:

$$m = \pi r^2 j$$

همچنین تعداد دوقطبی‌های مغناطیسی در واحد حجم (مغناطش) برابر است:

$$M = \frac{m}{a^2} = \frac{\pi r^2}{a^2} j$$

قانون القای فاراده برای حلقه‌هایی به سطح A به‌صورت رابطه زیر است:

$$\oint E.dl = -\frac{d\phi_B}{dt} \rightarrow 2\pi r E = i\omega BA$$

با فرض اینکه ρ، j و C به ترتیب مقاومت ویژه، جریان القایی و ظرفیت مؤثر خازن در واحد طول باشد خواهیم داشت:

$$2\pi r\rho j - \frac{j}{i\omega C} = i\omega\pi r^2 \mu_0 (H_{eff} + j)$$

عبارت دوم در طـــرف اول رابطه (۳۵-۱) افت پتانسیل در خازن اســـت. همچنین H_{eff} میدان مغناطیســـی مؤثر محـــوری در حلقه‌هاســـت. از طرفـــی می‌دانیـــم کـــه $M = \chi_m H_{eff}$ و $\mu_{eff} = (1+\chi_m) = 1 + \frac{M}{H_{eff}}$ لذا نفوذپذیری مغناطیسی مؤثر حلقه‌ها مطابق رابطه زیر خواهد بود:

$$\mu_{eff}(\omega) = \frac{B_{eff}}{\mu_0 H_{eff}} = 1 - \frac{f\omega^2}{\omega^2 - \omega_0^2 + i\Gamma\omega}$$

که در آن $f = \frac{\pi r^2}{a^2}$ ضریب پرشدگی، $\Gamma = \frac{2\rho}{\mu_0 r}$

ضریـــب اتلاف‌هـــای اهمی، $\omega_0 = \sqrt{\frac{1}{\mu_0 \pi r^2 C}}$

بسامد تشدید مدار و $C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon \pi l_c}{2d_c}$ ظرفیت مؤثر خازن در واحد طول است در نتیجه بسامد تشدید مدار که به ویژگی‌های هندسی حلقه‌ها بستگی دارد به‌صورت زیر در می‌آید:

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} = c\left(\frac{2d_c}{\varepsilon l_c \pi r^2}\right)^{\frac{1}{2}}$$

C سرعت نور در خلأ است. در بسامدهای بالاتر از بسامد تشدید مدار ω_0، واکنش دستگاه میدان مغناطیسی موج تابشی در فاز مخالف است و در نتیجه نفوذپذیری منفی خواهد شد [۱۴-۷].

۷. کاربردهای فراماده

ویژگی‌های جالب توجه فراماده، باعث به‌کارگیری گسترده آن‌ها در موجبرها، آنتن‌های هوشمند، حســـگرها، صافی‌ها، عدســـی‌ها و دستگاه‌های ریزموج و ... شده است. در زمینه نظامی نیز فراماده در نامرئی‌سازی پرنده‌های پهپادی و موشک و ... مورد استفاده قرار می‌گیرند.

پی‌نوشت‌ها

1. Victor Veselago
2. Right Handed Material
3. Positive Index Material
4. Poynting vector
5. Left Handed Material
6. Split- ring resonators

منابع

1. M. Born and E. Wolf, (1999). Principles of optics. Cambridge university press, cambridge, UK, 7th edition.
2. J.A. Kong, (1986). Electromagnetic Wave Theory ~John Wiley & Sons, New York.
3. Charles Kittel, (1996). Introduction to solid state physics. John Wiley & Sons, New York, 7th edition. ISBN 0-471-11181-3.
4. K. Sakoda, (2005). Optical properties of photonic crystals, Springer, Berlin.
5. P. Yeh, A. Yariv, (1988). Optical waves in layered media (John willey & sons).
6. V. g. Veselago, (1968). The electrodynamics of substances with simultaneously negative values of ε and μ, Sov. Phys. Usp.10, 509.
7. J. Pendry, A. J. Holden.et al, (1998). Low frequency plasmons in thin– wire structures, J. Phys: Condens. Matter 10, 4785.
8. D. Bayindir et al., (2002). Transmission properties of composite meta-materials in free space, Appl. phys. Lett. 81, 120.
9. J. Pendry and D. Brien, (2002). Very-low frequency magnetic plasma, J. Phys. Condens. Matter 14, 7409.
10. J. B. Pendry, (2000). Negative refraction makes a perfect lens, Phys. Rev. Lett. 85, 966.
11. J. B. Pendry, (2000). Negative refraction makes light run backward in time, Phys. world.13, 27.
12. D. R. Smith, J. B. Pendry, (2004). Metamaterial and negative refraction index, Science.305, 788.
13. R. A. Shelby, D. R. Smith, S. Schultz, (2001). Experimental Verification of a Negative Index of Refraction, Science 292, 77.
14. A. Alù and N. Engheta, (2003). Single-negative, double-negative, and low-index metamaterials, IEEE, 51, 2558.

Roshd
فیزیک
125
Physics Education Journal

IN THE NAME OF ALLAH

Three Sides of the educational triangle / 2
The relationship between Science and Religion from the viewpoint of classical physicists / Z. Bagheri / 4
The visible word / H. G. Sharaf / 10
Floating and immersion tips /A. Soleimanpoor / 13
Content analysis physics textbook of Secondary School eleventh- grade by William Rummy's technique / M. Ghorbani and R. Sanati /16
Review of the physics test of the New System in the general entrance examination / A. Ahmadi and M. Sharifzadeh / 22
Using a mobile phone to experiment and learn physical concepts / M. Ahmadi and F. Nikokar / 29
Frontiers of physics, The latest research news / M. Rahbar / 36
Questions and answers by Aburayihan and Avicina / E. Motamedi / 40
How do fireflies light up? / F. Sabetian / 44
The Search for Quark and Lepton substructure / A. Tohidi / 46
What is the quantum extanglement? / M. Rahbar / 52
Visual knowledge of students in the physics book 1 and 2 experimental fields / S. Shirinnosh and N. Motalebi /54
A physical look at left-handed metamaterials with negative index / H. Rahimi and M. Darvishi /59

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

Managing Editor: Masoud Fayazi
Editor-in-Chief: Ahmad Reza Arabi
Executive Director: Ahmad Ahmadi
Graphic Designer: Navid Andarodi
Editorial Board: Ahmad Ahmadi, Ahmadreza Arabi, Esfandyar Motamedi, Haneih Aali Nejad, Hasan Ghalami Bavil Olyaee, Rouhollah Khalili, Seyyed Hedayat Sajadi, M. Rahbar

www.roshdmag.ir
Physics@roshdmag.ir
ISSN: 1606-917x
SMS: 30008995
P.O. Box: 15875/6585
Department of Physcis, Tehran-Iran

Physics Education Journal
Vol.35- No.125- 2020

با مجله‌های رشد آشنا شوید

مجله‌های دانش‌آموزی دبستانی
به صورت ماهنامه و 9 شماره در سال تحصیلی منتشر می‌شوند:
رشد کودک برای دانش‌آموزان پیش‌دبستانی و پایهٔ اول دورهٔ اول آموزش ابتدایی
رشد نوآموز برای دانش‌آموزان پایه‌های دوم و سوم دورهٔ اول آموزش ابتدایی
رشد دانش‌آموز برای دانش‌آموزان پایه‌های چهارم، پنجم و ششم دورهٔ اول آموزش ابتدایی

مجله‌های دانش‌آموزی متوسطه
به صورت ماهنامه و هشت شماره در سال تحصیلی منتشر می‌شوند:
رشد جوانه برای دانش‌آموزان دورهٔ اول آموزش متوسطه
رشد برهان برای دانش‌آموزان دورهٔ دوم آموزش متوسطه
رشد جوان برای دانش‌آموزان دورهٔ اول آموزش متوسطه

مجله‌های عمومی بزرگسال
به صورت ماهنامه و هشت شماره در سال تحصیلی منتشر می‌شوند:
رشد آموزش ابتدایی ◆ رشد فناوری آموزشی
رشد مدیریت زندگی ◆ رشد معلم ◆ رشد آموزش خانواده

مجله‌های تخصصی بزرگسال
به صورت فصلنامه و سه شماره در سال تحصیلی منتشر می‌شوند:
رشد آموزش قرآن و معارف اسلامی ◆ رشد آموزش پیش‌دبستانی ◆ رشد آموزش تاریخ
رشد آموزش تربیت‌بدنی ◆ رشد آموزش جغرافیا ◆ رشد آموزش ریاضی
رشد آموزش زبان و ادب فارسی ◆ رشد آموزش زبان‌های خارجی
رشد آموزش زیست‌شناسی ◆ رشد آموزش شیمی ◆ رشد آموزش علوم اجتماعی
رشد آموزش فنی و حرفه‌ای و کاردانش ◆ رشد آموزش فیزیک
رشد آموزش مشاور مدرسه ◆ رشد آموزش هنر ◆ رشد برهان متوسطه دوم
رشد مدیریت مدرسه

مجله‌های عمومی و تخصصی رشد برای معلمان، دانشجومعلمان و کارشناسان وزارت آموزش‌وپرورش تهیه و منتشر می‌شوند.

◆ نشانی: تهران، خیابان ایرانشهر شمالی، ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش‌وپرورش، پلاک ۲۶۶.
◆ تلفن و نمابر: ۸۸۳۰۱۴۸۷ - ۰۲۱
◆ وبگاه: www.roshdmag.ir

سال رونق تولید

رشد برای شما

نحوهٔ اشتراک مجلات رشد:
الف) مراجعه به وبگاه مجلات رشد به نشانی www.roshdmag.ir و ثبت‌نام در سایت و سفارش و خرید از طریق درگاه الکترونیکی بانکی.
ب) واریز مبلغ اشتراک به شماره حساب ۳۹۶۶۲۰۰۰ بانک تجارت، شعبهٔ سه راه آرایش‌گاه ۳۹۵ در وجه شرکت افست، و ارسال فیش بانکی به همراه برگ تکمیل‌شدهٔ اشتراک با پست سفارشی یا از طریق دورنگار به شمارهٔ ۸۸۴۹۰۲۳۳ - ۰۲۱.
شمارهٔ شبا: IR180180000000003966200000

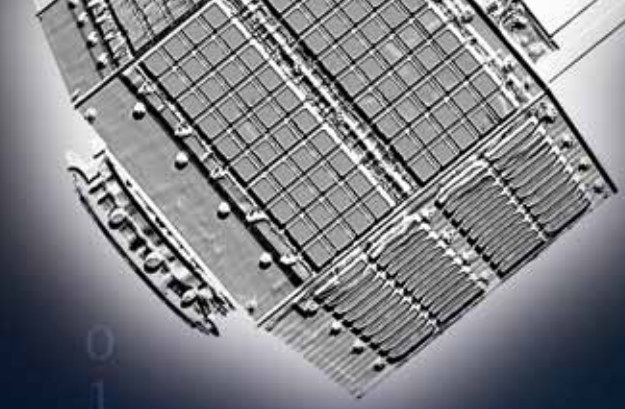
◆ عنوان مجلات درخواستی:
.....
◆ نام و نام خانوادگی:
◆ تاریخ تولد:
◆ میزان تحصیلات:
◆ تلفن:
◆ نشانی کامل پستی:
استان:
شهرستان:
خیابان:
پلاک:
کدپستی:
شماره فیش بانکی:
مبلغ پرداختی:
◆ اگر قبلاً مشترک مجلهٔ رشد بوده‌اید، شمارهٔ اشتراک خود را بنویسید:
.....
امضا:

نشانی: تهران، صندوق پستی امور مشترکین: ۱۵۸۷۵-۳۳۳۱
تلفن امور مشترکین: ۸۸۷۶۳۰۸۰-۰۲۱
Email: Eshterak@roshdmag.ir

◆ هزینهٔ اشتراک سالانه مجلات عمومی رشد (هشت شماره): ۵۵۰/۰۰۰ ریال
◆ هزینهٔ اشتراک یک سالهٔ مجلات تخصصی رشد (سه شماره): ۳۵۰/۰۰۰ ریال

دو ماهی! انعکاس کلی در آکواریوم

عکاس بهناز صدری دبیر فیزیک



۱۴ بهمن
روز فناوری فضایی