ISSN: 1606-917x

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

رشد آموزش

فیزیک ۱۲۶

فصلنامهٔ آموزشی، تحلیلی و اطلاع‌رسانی | برای معلمان، دانشجومعلمان و کارشناسان وزارت آموزش و پرورش
دورهٔ سی و پنجم | شمارهٔ ۳ | بهار ۱۳۹۹ | ۶۴ صفحه | ۳۶۰۰۰ ریال | پیامک: ۳۰۰۰۸۹۹۵
www.roshdmag.ir

- پیش‌بینی‌های کیهان‌شناختی از مرداب نظریه‌ریسمان
- فیزیک را چگونه آموزش دهیم؟
- مرکز اپتیک از صفر شروع شد
- ابن هیثم بزرگ‌ترین فیزیک‌دان جهان اسلام

خاصیت موئینگی

عکاس: ساره غفوری

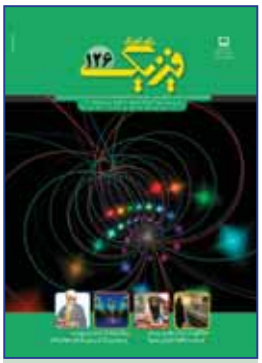
رشد آموزش
فیزیک
۱۲۶

فصلنامهٔ آموزشی، تحلیلی و اطلاع رسانی برای معلمان، دانشجو معلمان و کارشناسان وزارت آموزش و پرورش
دورهٔ سی و پنجم، شمارهٔ ۳، بهار ۱۳۹۹

سرمقاله: آموزش توسعه‌محور / احمدرضا اعرابی / ۲
مرزهای فیزیک: پیش‌بینی‌های کیهان‌شناختی از مرداب نظریه ریسمان / دکتر کامران وفا / مترجمین؛ علی رادپی و احمدرضا اعرابی / ۴
تاریخ علم: ابن هیثم بزرگ‌ترین فیزیک‌دان جهان اسلام / اسفندیار معتمدی / ۸
آموزشی: چهارچوبی برای درس فلسفه معلمی در آموزش فیزیک / سید هدایت سجادی / ۱۴
تاریخ علم: گالیله و اندازه‌گیری در فیزیک / محمدساعد غفوری / ۱۷
پژوهشی: آیا قانون اول نیوتن در حرکت، حالت خاصی از قانون دوم است؟ / مهدی شیرزاد / ۲۲
پژوهشی: پرسش‌های مفهومی از کتاب‌های نونگاشت فیزیک دبیرستان و عدم همگرایی پاسخ‌های دریافت شده / رسول گلستانه، محمد نادری، مریم جامی الاحمدی / ۲۶
گزارش: مرکز اپتیک از صفر شروع شد / گفت‌وگو با عاطفه عجمی / نصرالله دادار / ۳۰
تجربه های آموزشی: آموزش فیزیک با دست خالی / افشین خدابخش / ۳۶
تجربه های آموزشی: فیزیک سرسفره / مریم محمدی / ۴۰
تجربه های آموزشی: آزمایش مفهوم استحکام با خلاقیت دانش‌آموزان در بافتن / مصطفی سهرابلو / ۴۳
دنیای فیزیک: برندگان نوبل فیزیک ۲۰۱۹ / علی رادپی / ۴۶
نقد و بررسی: نوبل میراث گذشته یا راه‌گشای آینده / پوریا ناظمی / ۴۷
پژوهشی: سنجش در آموزش علوم به روش کاوشگری / هانیه عالی‌نژاد / ۵۱
پژوهشی: فیزیک را چگونه آموزش دهیم؟ / ماری سیو پیترو کلا / مترجم روح‌الله خلیلی بروجنی / ۵۷
آموزشی: دو مسئله ویژه از حرکت پرتابی / بهارک دماوندی / ۶۱

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، حسن قلمی باویل علیایی، هانیه عالی‌نژاد، سیدهدایت سجادی، زهرا باقری و احمدرضا اعرابی، 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)
نمابر مجله: ۸۸۸۴۹۰۳۱۶-۰۲۱
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



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.

سرمقـــــاله

آموزش توســـــعه‌محور

آمـوزش معلم‌محـور که سـر کلاس فقط دبیـر متکلم وحده باشـد و از کلاس هیـچ صدایـی بـه اعتراض یا سـؤال برنخیزد و غالـب دانش‌آمـوزان یـا به تخته نـگاه می‌کنند و یـا در حال یادداشـت کـردن هسـتند و مراقب اند که درسـت پـا جا پای دبیـر نهند گرچه در گذشـته بسـیار مطلـوب بود ولـی امروزه نـه مطلوبسـت و نـه کارگشـا و از نظـر اجتماعـی نیـز باعـث توسـعهٔ پایدار نمی‌شـود. سال‌هاسـت که دو کارخانه بزرگ ما در حـال سـاخت اتومبیل هسـتند و حتی به چند کشـور هم صـادر می‌کنند ولـی آیا فرهنـگ رانندگی درکشـور ما اصلاح شـده اسـت؟ چرا آمار تصادفات و در نتیجه کشته و مجروحان مربـوط به آن این همه بالاسـت. چـرا تحمل چند ثانیه رعایت حـق تقدم را نداریم؟ به‌نظر می‌رسـد این مشـکلات و مسـائل مشـابه آن ریشـه در آمـوزش دارد. گوئیا به مـا آموزش تعامل بـا دیگـران داده نشـده اسـت. دمیـدن روح خلاقیـت علمی و عقلانیـت اجتماعـی تنها از مسـیر گفت‌وگو میسـر اسـت. به عبـارت دیگـر آموزش بایـد تعامل‌محور باشـد. دانش‌آموز باید درگیـر تمـام مسـائل کلاسـش باشـد و معلـم تنها بـه عنوان راهنمـا و مربـی در کنـارش ایسـتاده باشـد. بـه کلاسـی کـه دبیـر بیشـتر از دانش‌آمـوزان سـخن می‌گویـد بایـد بـا دیـده شـک و تردیـد نگریسـت البتـه امـروزه تا حـد زیـادی تعامل بـا دانش‌آمـوز در مـدارس توسـط دبیـران بـا تجربـه رعایـت می‌شـود. دبیر علم و زندگی را می‌شناسـم کـه عبایش را روی تیـر دروازه می‌گـذارد و بـا دانش‌آمـوزان به فوتبال می‌ایسـتد و هنـگام پـاس دادن بچه‌هـا را بـا اسـم کوچـک صـدا می‌زند. بچه‌هـا مجذوبش هسـتند و بالاترین نمـره را در آزمون نهایی کسـب می‌کننـد. در هنـگام تدریس، مـاه گذشـته، به خاطر دارم کـه از کلاس کنـاری بـه نـاگاه صـدای جیـغ و فریـاد دانش‌آمـوزان برخاسـت فکـر کردم کـه اتفاقی افتاده اسـت با دانش‌آمـوزان به کلاسشـان رفتیم و مشـاهده کردیم که برای دبیـر ریاضی‌شـان جشـن تولـد گرفته‌انـد. دانش‌آمـوزان ایـن کلاس بـا وجـود آنکه اختلاف سـنی زیـادی با ایـن دبیر دارند ولی او و درسـش را با تمام وجود دوسـت دارند زیرا با دبیری، درس و کلاس را طـی می‌کننـد کـه اهـل تعامـل و گفت‌وگـو اسـت، پای درد دلشـان می‌نشیند و صحبت‌هایشـان را با روی بـاز می‌شـنود. در واقـع ایـن هنـر دبیـر اسـت که چگونـه و با چـه ترفندهایـی این طفـل گریزپا را کـه امروزه تمام وسـایل از فضـای حقیقـی گرفته تا مجازی برای گریزش فراهم اسـت بـا رغبـت بـه کلاس آورد. به‌نظـر می‌رسـد عـلاوه بـر جـذب دانش‌آمـوز روش درسـتی نیـز بـرای تدریس بایـد فراهم کرد و در درس فیزیـک دسـت‌ها بازتـر اسـت به‌عنـوان مثـال اگـر شـروع تدریـس بـا انجام یـک آزمایش سـاده باشـد می‌تواند توجـه تمـام کلاس را به خـود جلب کند. از طـرف دیگر همه دانش‌آمـوزان را نبایـد در آمـوزش بـا یک چشـم دیـد زیرا هر انسـان، دنیایـی منحصربه‌فرد اسـت. اگـر پرورش دانـهٔ لوبیا و گنـدم بـا هم تفـاوت دارد چـرا در مورد انسـان‌ها که شـاهکار عظیـم خلقـت هسـتند ایـن قاعـده برقـرار نباشـد. شـناخت دانش‌آمـوز و تعیین تکالیف بر اسـاس اسـتعدادهای او بسـیار مهـم اسـت. خالـی از لطـف نخواهد بـود برایتان خاطـره‌ای را

ذکر کنم از ضعیف‌ترین دانش‌آموزم در کلاس یازدهم که هیچ دل به درس نمی‌داد و با آموزش کلاسی هماهنگی نداشت. یک‌روز خودش پیشنهاد داد که اگر امکان دارد برای فصل اول کتاب یک کلیپ آموزشی بسازد با اکراه پذیرفتم ولی هنگامی که کلیپ ۴/۵ دقیقه‌ای را در کلاس درس به نمایش گذاشت به همراه بقیه کلاس مبهوت کار انجام شده بودیم. خودش می‌گفت حدود شش ساعت وقت گذاشته و چندین بار برای نمایش مفاهیم، درس را مرور کرده است و من به فکر فرو رفتم که انسان موجودی ناشناخته با استعدادی بی‌نهایت در کار است که صدالبته باید هدایت شود.

به همکاران عزیزم توصیه می‌کنم منتظر توسعه از بالا نباشید، توسعه از پایین شروع می‌شود. تغییرات بزرگ از جاهای کوچک شروع می‌شود از کلاس درس باید توسعه را آغاز کنیم. اگر دانش‌آموزی که پرورش می‌دهید دارای روح پرسشگری در علم و ظلم‌ناپذیری در اجتماع باشد فرایند توسعه پایدار کلید خورده است. سعی ما در این مجله همین است و در همین راستا همواره از دوستان طلب همکاری و مساعدت داریم. مقالات جالبی از دبیران و اساتید محترم دریافت کردیم که جای بسی تشکر دارد. در کتاب‌های درسی فیزیک آزمایش‌های بسیار ساده و جالبی وجود دارد که می‌تواند منشأ تولید مقالات متعددی باشد. به عنوان مثال در مقاله فیزیک با دست خالی همکارمان نشان می‌دهد که با چه وسایل کم هزینه‌ای می‌توان آزمایش‌های ساده و ارزانی را انجام داد و همیشه نیاز به آزمایشگاه مجهز نیست. به سایت معرفی شده در این مقاله سر بزنید و تلاش اساتید هندی را در این زمینه مشاهده کنید که الگوی بسیار خوبی برای بسط علم، خصوصاً در مناطق محروم خواهد بود. ترغیب دانش‌آموزان به ساخت این وسایل بسیار اهمیت دارد. گرچه این دوست عزیزمان را از نزدیک می‌شناسم و می‌دانم که در کلاس درس خود آزمایش‌ها و ابداعات زیادی برای تدریس دارد. لطفاً شما نیز تجربیات خود را برایمان ارسال دارید. به مقاله آزمایش مفهوم استحکام با خلاقیت دانش‌آموزان در بافتن نیز نگاهی بیاندازید و مشاهده کنید که دانش‌آموزان دبیرستانی در شهر بیجار چگونه در یک آزمایشگاه غیر مجهز با وسایلی ساده به آزمایش می‌پردازند و در کنار دبیرشان فرایند تدریس را پیش می‌برند. سعی بر این است که دو کار را در هر شماره انجام دهیم. یکی معرفی دانشمندان ایرانی- اسلامی است که به معرفی کارهایشان خواهیم پرداخت تا جوانان عزیز پی به گذشته افتخارآمیز خود ببرند و در این شماره به کارهای ابن‌هیثم پرداخته‌ایم و زحمت این کار را بر دوش استاد عزیزم آقای معتمدی گذاشته‌ایم و دیگر معرفی کارها و مقالاتی است که در گوشه و کنار دنیا توسط محققان ایرانی در حال انجام است و در این مجله به ارائه مقاله جالب مرداب نظریه ریسمان دکتر وفا پرداخته‌ایم. امید داریم که خداوند متعال عنایت فرماید و ما را در خدمت‌رسانی هر چه بیشتر یاری فرماید.

موفق باشید

▲ شکل ۱: در نظریهٔ ریسمان، جواب‌های انرژی بالا و در ابعاد بالاتر (که در بالای تصویر مشاهده می‌کنید) متعلق به جواب‌های چهاربعدی نظریهٔ میدان کوانتومی ۵ هستند (دایره‌های آبی پایین) و جواب‌های بهنجار را تشکیل می‌دهند. به این ناحیه چشم‌انداز می‌گوییم و خارج از این ناحیه را ناحیهٔ مردابی می‌نامیم که ...

پیش‌بینی‌های کیهان‌شناختی از مرداب نظریهٔ ریسمان

دکتر کامران وفا
مترجمین: علی رادپی - احمدرضا اعرابی

اشاره

بیش از یک دهه است که پژوهشگران نظریهٔ ریسمان[1] تلاش دارند مدل‌های بهنجار[2] را از بین مجموعه مدل‌های نابهنجار[3] متمایز نمایند. جالب اینکه تلاش در این دسته‌بندی منجر به پیش‌بینی‌های قابل اندازه‌گیری در مورد انرژی تاریک نیز شده است.

کلیدواژه‌ها: نظریه ریسمان، نظریه میدان کوانتومی، مدل استاندارد، انرژی تاریک، نظریه گرانش کوانتومی

مدل استاندارد فیزیک ذرات یک «نظریهٔ میدان کوانتومی» است که به صورت بی‌نظیری برهم‌کنش‌های الکتروضعیف و قوی بین ذرات را تبیین می‌کند. با این حال بسیاری از ابهامات در مورد ورودی‌های مدل باقی مانده است، مانند جرم‌ها و اتصالات دوگانه[5]، که به نظر می‌رسد دقیقاً را از بین مجموعه‌هایی تقریباً نامتناهی انتخاب شده‌اند. برای توضیح این تنظیم‌های دقیق، پژوهشگران طیف گسترده‌ای از میدان‌های کوانتومی را، که فراتر از مدل استاندارد هستند، برساخته‌اند. با این حال کارهای اخیر در نظریهٔ ریسمان نشان‌دهندهٔ این نکته است که بسیاری از جواب‌های به‌دست آمده با تئوری گرانش کوانتومی سازگاری ندارند.

در سال ۲۰۰۵ تلاشی برای مشخص کردن شرایطی که مدل‌های میدان کوانتومی باید داشته باشند تا با نظریهٔ گرانش کوانتومی هم سازگار باشند، آغاز و در نتیجه گفته شد جواب‌هایی که سازگار نیستند در «ناحیهٔ مردابی» قرار دارند. این مرتب‌سازی نظریهٔ میدان کوانتومی، با گرانش، به یک ابزار نظری غیرمنتظره ولی قدرتمند تبدیل شده است که راه‌حل‌های بالقوه‌ای برای مشکلات تنظیم - دقیق[6] ارائه می‌دهد.

علاوه بر این با نقشه‌برداری از این ناحیهٔ مردابی، نظریه‌پردازان تئوری ریسمان، توصیف انرژی تاریک و پویایی آغازین جهان را پیش‌بینی کرده‌اند.

مشکلات تنظیم - دقیق

مشکلاتی که پژوهشگران فیزیک ذرات را به خود مشغول می‌دارد به صورت‌های مختلفی بروز می‌کند. به‌عنوان مثال، مدل استاندارد دوازده بوزون پیمانه‌ای[7] یا حامل‌های نیرو[8] دارد که شامل فوتون‌ها[9]، بوزون‌های برداری ضعیف[10] و گلوئون‌ها[11] هستند. اما چرا اندازهٔ این گروه پیمانه‌ای این‌قدر کوچک است؟ اگر همهٔ گروه‌های پیمانه‌ای از نظر ریاضی امکان‌پذیر باشند و هیچ یک از دیگری محتمل‌تر نباشد، به احتمال زیاد اندازهٔ بسیار بزرگی دارند - تازه اگر بی‌نهایت نباشند. حتی اگر کسی این گروه پیمانه‌ای را بپذیرد باید بتواند توضیح دهد

که جرم‌های مشاهده شده و جفت‌شدگی ذرات در مدل استاندارد از کجا آمده‌اند. به‌طور خاص درک مقدار جرم بوزون هیگز سخت است. اگر محاسبهٔ جرم بوزون هیگز را با در نظر گرفتن تصحیح‌های مختلف نظریهٔ کوانتم حلقه‌ای[12] انجام دهیم، مقدار به دست آمده باید به جرم پلانک نزدیک باشد:

$$M = \sqrt{\frac{c}{}} \approx 10^{18}\ \mathrm{GeV}$$

که شانزده مرتبه از مقدار مشاهده شده بیشتر است. این اختلاف بزرگ اغلب سلسله‌مراتب یا «اختلاف اندازه و ابعاد[13]» نامیده می‌شود. برای ظاهر نشدن این اصلاحات کوانتومی باید پارامترها را در تئوری به صورت دقیق تنظیم کرد. همین‌گونه، برای توضیح پارامترهای کیهان‌شناختی نظیر انرژی تاریک و عمر جهان این تنظیم دقیق ضروری به نظر می‌رسد.

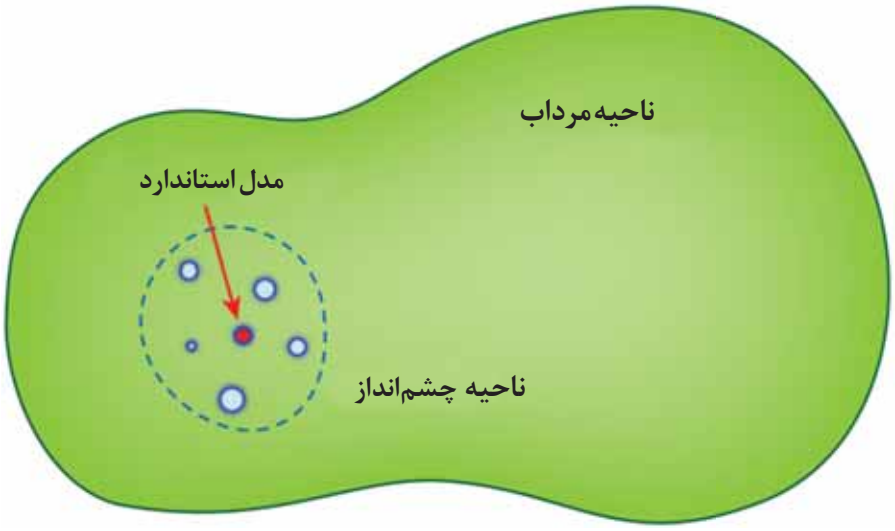
با اجتناب از این تنظیمات - دقیق، پژوهشگران فیزیک ذرات به دنبال نظریات میدان‌های کوانتومی رفتند که گرچه شامل مدل استاندارد است ولی به نوعی از آن فراتر است. به‌عنوان مثال، یکی از ایده‌های ارائه شده برای توضیح کوچک بودن جرم مشاهده شدهٔ بوزون هیگز، فرض وجود ذرات ابر متقارن[14] است، که این امر اصلاحات کوانتومی را که منجر به بزرگ به‌دست آمدن جرم بوزون هیگز شده بود کنار می‌گذارد. اما چشم‌انداز این ذرات ابرمتقارن در بهترین حالت نیز تاریک است و بعید به نظر می‌رسد که با نسل فعلی شتاب‌دهنده‌های ذرات نتیجه‌ای حاصل شود.

منصفانه است بگوییم که با وجود چند دهه تلاش فیزیک‌دانان برجسته، هنوز مدل میدان کوانتومی که مشکلات تنظیم - دقیق را برطرف کرده باشد، یافت نشده است. شاید این عدم موفقیت به این برمی‌گردد که گرانش از مدل‌های جایگزین کنار گذاشته شده است. استدلالی هم که برای این کنار گذاشتن به‌کار رفته این است که گرانش بین ذرات تنها در انرژی‌های بالا اهمیت پیدا می‌کند. بنابراین با توجه به فیزیک شناخته شدهٔ کنونی، مدلی از میدان کوانتومی اهمیت پیدا می‌کند که در انرژی‌های پایین هم با گرانش سازگار باشد. انجام چنین بررسی‌های توأم با گرانش ما را به سمت مدل‌هایی فراتر از مدل استاندارد می‌برد، همان‌گونه که نتایج تحقیقات اخیر نظریهٔ ریسمان - که شگفتی‌ساز هم بوده است - این را نشان می‌دهد.

با نقشه‌برداری از این ناحیهٔ مردابی، نظریه‌پردازان تئوری ریسمان، توصیف انرژی تاریک و پویایی آغازین جهان را پیش‌بینی کرده‌اند

جهان ریسمان

نظریهٔ ریسمان مناسب‌ترین جایگزین برای توصیف کوانتم مکانیک گرانشی است. این نظریه در ده یا یازده بُعد تعریف شده است و این بدین معنی است که باید ابعاد اضافی را فشرده نماییم - به‌عنوان مثال با چرخش آن‌ها به دور حلقه‌های کوچک - تا با جهان چهاربعدی ما سازگار باشد. سناریوهای متفاوت فشرده‌سازی، تئوری‌های کوانتومی چهاربعدی با انرژی کم متفاوتی را تولید می‌کنند که در کنار هم ناحیه به اصطلاح چشم‌انداز را تشکیل می‌دهند (شکل ۱). جایی در درون این ناحیهٔ مدل استانداردِ میدان کوانتومی با نظریه ریسمان سازگاری دارد. اما ناحیهٔ چشم‌انداز چقدر بزرگ است؟ آیا این ناحیه شامل تمام مدل‌های میدان



▲ شکل ۲: نمودار ون، وضعیت ناحیهٔ مردابی و قسمت چشم‌انداز را نشان می‌دهد. مشاهده می‌کنید که مدل استاندارد در ناحیهٔ چشم‌انداز قرار دارد.

کوانتمی ممکن می‌شود؟ اگر پاسخ مثبت بود نظریهٔ ریسمان نمی‌توانست بینشی فراتر از مدل استاندارد به ما ارائه دهد. با این حال به نظر می‌رسد شواهد در حال رشدی وجود دارد که نمی‌توانیم تمامی مدل‌های میدان کوانتومی انرژی کم، حاصل از فشرده‌سازی نظریه ریسمان، را بپذیریم[15] و در واقع اکثریت مدل‌های میدان کوانتومی متعلق به ناحیهٔ مردابی هستند که خارج از ناحیه چشم‌انداز است (شکل ۲).

تعیین معیارهایی که بتواند مدل‌های میدان کوانتمی در ناحیه مردابی را از چشم‌انداز جدا کند، امروزه یکی از حوزه‌های فعال پژوهش در نظریه ریسمان است. از آنجا که ما اطلاعی از لیست کامل فشرده‌سازی‌های ثابت نظریه ریسمان نداریم، نمی‌توانیم در مورد مرز بین این دو ناحیه مطمئن باشیم.

اما با توجه به ده‌ها سال تحقیقات انجام شده در نظریه ریسمان امروز می‌توانیم یک سری فشرده‌سازی ارائه کنیم و وجه مشترکی را بین مدل‌های میدان کوانتومی در انرژی‌های پایین به دست آوریم. سپس معیارهایی جهانی را برای قرار دادن این مدل‌ها در ناحیهٔ مردابی یا چشم‌انداز معرفی کنیم. نمونه‌ای از چنین معیارهایی حدس گرانش ضعیف[16] است که بیان می‌دارد گرانش همواره ضعیف‌ترین نیرو در هر مدل میدان کوانتمی سازگار با نظریه ریسمان است.

برخی از شواهد برای این حدس، از مطالعات مربوط به فیزیک سیاه‌چاله و خصوصیات ترمودینامیکی‌اش ناشی می‌شود. اخیراً، شبیه‌سازی‌های عددی انجام شده نیز حدس گرانش ضعیف را تأیید می‌کند و نشان می‌دهد که این حدس مانع از بروز نقاط تکین برای سایر نیروها می‌شود.

علاوه بر حدس ضعیف بودن گرانش، رویکرد ارائهٔ مرداب منجر به حدس و گمان‌هایی در مورد «حداکثر تعداد ذرات کم‌جرم مجاز» شده است که به خوبی موافق این واقعیت است که مدل استاندارد فقط شامل تعداد انگشت‌شماری از ذرات بنیادی می‌شود. حدس دیگر، «حدس فاصلهٔ مرداب[17]» نامیده می‌شود و مربوط به تغییرات شدید یکی از ابعاد هنگام فشرده‌سازی است؛ مثلاً رشد شدید اندازه. به‌عنوان مثال با افزایش قطر حلقه‌ها تعدادی ذره در جهان ما اجازه حضور می‌یابند. این مجموعه از ذرات جدید را «برج حالات سبک[18]» می‌نامند که می‌توانند پیامد بسیاری داشته باشند. به‌عنوان مثال، اگر این برج حالات سبک در ابتدای جهان وجود داشته بوده، می‌توانسته میزان تورم و انبساط اولیهٔ جهان را تحت تأثیر قرار دهد. بنابراین حدس فاصلهٔ مرداب، می‌تواند محدودیت‌های جالب توجهی را در مدل‌های انبساط جهان ایجاد کند.

تعیین معیارهایی که بتواند مدل‌های میدان کوانتمی در ناحیه مردابی را از چشم‌انداز جدا کند، امروزه یکی از حوزه‌های فعال پژوهش در نظریه ریسمان است

انرژیِ تاریک و ناحیه مرداب

اخیراً، پژوهشگران در پاسخ به مشکلات موجود در توضیح انرژی تاریک، در نظریهٔ ریسمان، معیارهای اضافی مرداب را پیش نهاد کرده‌اند. این حدس‌ها هم اکنون در بین نظریه‌پردازان ریسمان مورد بحث قرار می‌گیرد، اما اگر واقعیت داشته باشد منجر به پیش‌بینی‌هایی در مورد تاریخ انبساط کیهانی خواهد شد که ممکن است در آیندهٔ نزدیک مورد آزمایش قرار گیرند. حدس‌ها مربوط به مدل‌هایی از انرژی تاریک، شامل یک میدان اسکالر (φ) است که می‌توان آن را شبیه به میدان هیگز تصور کرد. میدان اسکالر می‌تواند منبع انرژی تاریک باشد، در این صورت پتانسیل $V(\varphi)$ برابر چگالی انرژی تاریک Λ خواهد بود. محاسبات تئوری ریسمان نشان می‌دهد که شیب این پتانسیل یعنی V' باید غیرصفر باشد. به‌طور خاص این شیب باید در نامساوی زیر نیز صدق کند:

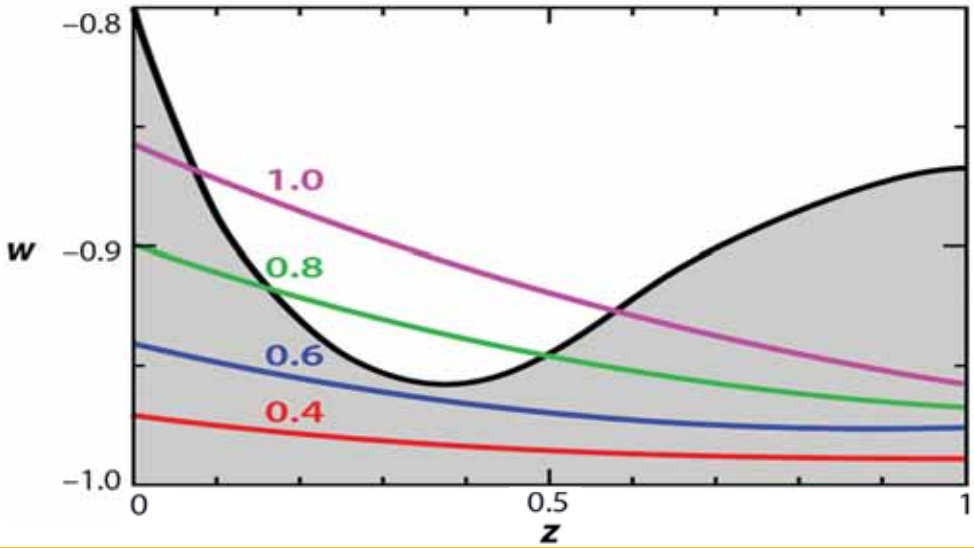
$$\left|V'\right| > \frac{cV}{M_p} > 0$$

که در این رابطه c عدد وابسته به طول پلانک است. اگر نامساوی بالا صحیح باشد بدین معنی است که انرژی تاریک، همان‌طور که بسیاری از کیهان‌شناس‌ها تصور می‌کنند، ثابت کیهانی نیست بلکه جایگزین آن انرژی تاریکی است که با گذشت زمان در حال تغییر است. محدودیت‌ها در مشاهدات فعلی با این مدل انرژی تاریک، تا هنگامی که $c < 0/5$ باشد، سازگار خواهد بود و مشاهداتی که در آینده انجام خواهد شد، قادر خواهد بود مقادیر دیگری را برای c در نظر بگیرد (شکل ۳).

حدس‌های مرداب برای انرژی تاریک ممکن است به مشکلات تنظیم دقیق در کیهان‌شناسی کمک کند. اول اینکه مقدار کمی انرژی تاریک وجود دارد که در مقایسه با مقیاس پلانک ناچیز است یعنی $\Lambda \approx 10^{-122} M_p^4$. دلیل این کوچکی احتمالاً به ماهیت نمایی حدس‌های مردابی انرژی تاریک باز می‌گردد ($V' = \lambda V \rightarrow V = \Lambda \sim e^{\lambda\varphi}$) که احتمالاً چگالی انرژی را به سمت مقادیر کم سوق داده است.

چالش مرتبط دیگر، به اصطلاح، یک مشکل تصادفی است و عمر جهان را که در ارتباط با انرژی تاریک است بسیار نزدیک به مقدار واقعی آن (۱۴ میلیارد سال) به دست می‌آورد؛ $\tau_\Lambda = \frac{M_p}{\sqrt{\Lambda}} = 10$ یعنی ده میلیارد سال.

حدس‌های مرداب، پیشنهادهایی را ارائه می‌کنند؛ بدین ترتیب که یا جهان ما همان‌طور که می‌دانیم به پایان می‌رسد و یا به دلیل اینکه میدان φ قابلیت تونل زدن به



▲ شکل ۳: این نمودار چگالی انرژی تاریک W را بر حسب جابه‌جایی قرمز تابش کیهانی (z) نمایش می‌دهد. اگر انرژی تاریک را به‌عنوان ثابت کیهانی در نظر بگیریم آنگاه $w = -1$. خط سیاه نیز مقدار ماکزیمم w را نشان می‌دهد که مربوط به مشاهدات ابرنواخترها، تابش ماکروویو، زمینهٔ کیهانی و توزیع کهکشان‌ها می‌باشد. منحنی‌های رنگی نیز پیش‌بینی‌های نظریه ریسمان مربوط به انرژی تاریک برای مقادیر مختلف c هستند

حالت جدیدی را دارد، تمام ماده به برج حالات سبک تبدیل خواهد شد. در هر دو مورد طول عمر پیش‌بینی شده برای جهان باید کمتر از چند تریلیون سال باشد؛ بدین معنی که یک ناظر باید سن جهان را کمتر از $100 \times \tau_\Lambda$ برآورد کند. اگر این استدلال وجود درست باشد، دیگر اتفاقی به نظر نمی‌رسد که سن جهان را در حدود τ_Λ محاسبه کنیم.

تنظیم جرم

حدس مرداب همراه با استدلال‌های بالا در مورد انرژی تاریک می‌تواند به ما در درک جرم هیگز کمک کند. همچنان‌که میدان اسکالر φ افزایش می‌یابد یا مقدار پتانسیل آن کاهش می‌یابد، یک برج حالات سبک پدیدار می‌شود. جرم‌های این حالات سبک (مطابق استدلال‌های مختلف) تقریباً برابر جرم معادل انرژی تاریک، یعنی $\Lambda^{\frac{1}{4}} \approx 10^{-3}\ \frac{ev}{c^2}$ می‌باشد. این مقدار جرم نزدیک به جرم تخمینی نوترینوهاست؛ m_v. این ممکن است یک اتفاق تصادفی نباشد، زیرا برج حالت‌های سبک ممکن است با نوترینوها و همچنین بوزون هیگز ارتباط داشته باشد. جرم‌های این ذرات می‌توانند با مکانیسم شناخته‌شده‌ای در فیزیک ذرات به نام «مکانیسم الاکلنگ[19]» مرتبط شوند که البته جرم مورد انتظار M_p را به دست نمی‌دهند ولی در عوض یک مقدار میانی $M_H = \sqrt{m_v M_p}$ را در نظر می‌گیرند. حتی اگر این‌ها پیش‌بینی‌های محکمی نداشته باشند، به این نکته اشاره دارند که موضوعات تنظیم - دقیق مدل استاندارد ممکن است در متن برنامه ریسمان مرداب مورد بررسی قرار گیرند.

مشکل هابل

اگر حدس مرداب برای انرژی تاریک درست باشد، پیش‌بینی می‌کند که مدل استاندارد کیهان‌شناسی مهبانگ (ΛCDM)[20] که در آن انرژی تاریک ثابت است نمی‌تواند درست باشد. کاملاً مستقل از حدس‌های مردابی در مورد مشاهدات تجربی اخیر اختلاف‌نظرهای کیهانی وجود داشته است:

اندازه‌گیری‌های محلی ثابت هابل (H_0) با پیش‌بینی که از (ΛCDM) براساس داده‌های پس‌زمینه ماکروویو کیهانی به دست می‌آید موافقت ندارد. یا در اندازه‌گیری‌ها خطای سیستماتیک وجود دارد یا (ΛCDM) مدل صحیحی نیست. گزینهٔ دوم با ایده‌های مرداب هماهنگی دارد. در واقع، برج‌های سبکی که از پیمایش φ بیرون می‌آیند بخشی از ماده تاریک را تشکیل می‌دهند و شیوه‌ای که این ذرات با گذشت زمان تکامل می‌یابند می‌تواند به کاهش اختلاف H_0 کمک کند (گرچه آن را کاملاً از بین نمی‌برد). چندین وسیلهٔ تجربی برای بررسی وجود دارد، مانند دستگاه طیف‌سنجی انرژی تاریک[21] و ماهوارهٔ اقلیدس[22]، که می‌توانند تصویر بهتری از انرژی و ماده تاریک و همچنین اندازهٔ ثابت هابل به ما بدهند. در پنج الی ده سال آینده ممکن است مثلاً بدانیم انرژی تاریک ثابت است یا خیر. اگر انرژی تاریک ثابت باشد ضربه‌ای جدی بر نظریهٔ ریسمان خواهد بود، اما اگر متغیر باشد جای این سؤال وجود دارد که آیا این مشاهدات می‌تواند اولین اثبات تجربی برای ایده‌هایی ناشی از تئوری ریسمان باشد؟ پاسخ را فقط زمان خواهد داد. اما به هر حال به نظر می‌رسد ما در زمان جالبی زندگی می‌کنیم.

https://www.roshdmag.ir/u/1Xi
https://www.roshdmag.ir/u/1Xx

پی‌نوشت‌ها

1. String swampland
2. good model
3. "Swampland" model
4. Quantum Field Theory (QFT)
5. Coupling strenghs
6. Fine - tuning
7. Gauge bosons
8. Force Carriers
9. Photon
10. Weak vector bosons
11. Gluons
12. Quantum loops
13. Hierarchy problem
14. Supersymmetric Particles
15. c. vafa,: "The string landscape and the Swampland"
16. The weak gravity conjecture
17. The swmpland distance conjecture
18. Tower of light states
19. The Seesaw mechanism
20. The Lambda Cold Dark Matter
21. The Dark Energy Spectroscopic Instrument (DESI)
22. Euclid satellite

ابن هیثم بزرگ‌ترین فیزیک‌دان جهان اسلام

اسفندیار معتمدی

اشاره

مسلمانان پس از فتوحات نخستین و تثبیت دین اسلام تحت تعلیم آداب اسلامی و خصوصاً طلب علم، شروع به گسترش دانش نمودند گرچه در ابتدا این کار با نهضت ترجمه شروع شد ولی پس از زمان کوتاهی خود سرآمد روش‌های نوین علمی خصوصاً در علم تجربی شدند. یکی از پایه‌گذاران این روش‌های تجربی در علم ابن‌هیثم بود که با توجه به آثار او می‌توان به این واقعیت پی برد که تحقیقات او دست کمی از روش تحقیق علمی به معنای امروزین آن ندارد.

کلیدواژه‌ها: نورشناسی، شکست نور، بازتاب نور، ساختمان چشم، آینه‌های کروی، ساخت عدسی، اتاق تاریک

برخی از مورخان برای علم از سه دورهٔ مشخص نام برده‌اند. نخست دورهٔ هزار سال علم در یونان و مصر از ۶۰۰ ق‌م تا ۴۰۰ م؛ دوم دورهٔ پانصد سال علم در ایران و سرزمین‌های اسلامی (۸۰۰ م تا ۱۳۰۰) برابر قرن دوم تا هفتم هجری، و سوم دورهٔ علم در اروپا و به تدریج سراسر زمین از ۱۵۰۰ میلادی به بعد. در تاریخ تمدن اسلامی، قرن اول عصر تصرف سرزمین‌ها به‌دست سپاهیان اسلام بود. تا آخر این قرن مردمان بسیاری از سرزمین‌های ایران و آسیای صغیر و اسپانیا و آفریقا اسلام را پذیرفته بودند. قرن دوم زمان جمع‌آوری و تمرکز ثروت و قدرت در مرکز حکومت اسلامی «بغداد» بود و به دنبال آن دورهٔ سازندگی تمدن و فرهنگ اسلامی رسید و از گوشه و کنار جهان میراث مکتوب تمدن‌های کهن از نوع علمی، فلسفی، هنری و ادبی به بغداد سرازیر شد و تحت تعلیم آداب اسلامی نظم و سازمانی نو یافت. در بیت‌الحکمهٔ بغداد ترجمه و مطالعه این کتاب‌ها کار مطالعه در طبیعت و جهان خلقت را بر پایهٔ جدیدی قرار داد.

قرن چهارم هجری دورهٔ اوج فعالیت‌های علمی در دنیای اسلام بود. در این قرن خاندان‌های بزرگ ایرانی بر بغداد، ری، اصفهان، نیشابور، مرو و خوارزم حکومت می‌کردند. امنیت و آزادی سبب شد که فیلسوفان و دانشمندان در نهایت آزادی به بحث و تبادل‌نظر بپردازند و اغلب در جلساتی شرکت کنند که اندیشه‌های اعضای آن‌ها کاملاً در تضاد یکدیگر باشد و هرکس آزادانه از اندیشه‌های خود دفاع کند. قرن چهارم بارورترین و شکوفاترین زمان رشد علمی در این دوره است. بسیاری از بزرگان علم در این قرن می‌زیسته و یا تربیت شده‌اند. از جمله این دانشمندان محمد زکریای رازی (فوت ۳۱۳ ق)، عبدالرحمن صوفی (۲۹۱ ـ ۳۷۶ ق)، ابوالوفای بوزجانی (۳۲۸ ـ ۳۸۷ ق)، ابوسهل کوهی (۳۶۰ ـ ۳۹۱ق)، کوشیار گیلانی (۳۳۰ تا ۴۰۰ ق)، ابن‌هیثم بصری (۳۵۴ ـ ۴۳۰ ق)، ابوریحان بیرونی (۳۶۲ ـ ۴۴۲ ق)، ابن‌سینا (۳۷۰ ـ ۴۲۸ ق) را می‌توان نام برد.

یکی از این بزرگان علم ابن‌هیثم است. ابن‌هیثم بزرگ‌ترین فیزیکدان مسلمان و از محققان سرآمد مبحث

نـور اسـت. او کـه منجـم، ریاضیـدان و پزشـک هـم بـود، بـه میـراث علمـی پیشـینیان خـود چـون فیثاغـورس، ارسـطو، اقلیـدس، ارشـمیدس، بطلمیـوس و ابونصر فارابی و ابویوسـف اسـحاق کنـدی دسـت یافـت و شـرح‌هایی بـر آثار ارسـطو و جالینـوس نوشـت و خود بـه تحقیقات و آزمایش‌هایی دسـت زد و بیـش از نـود اثـری علمی به‌وجـود آورد. مهم‌تریـن اثر او در فیزیـک کتاب **المناظر** اسـت که کمال‌الدین فارسـی سـه قـرن بعـد آن را مـورد تجزیه و تحلیـل قـرار داد و در قرن ۱۲ و ۱۳ میـلادی بـه لاتیـن و زبان‌هـای اروپایـی ترجمـه شـد و پایـه‌ای بـرای تحقیقـات دانشـمندان مغرب‌زمیـن گردید.

زندگی‌نامه

ابوعلـی حسـن‌بن حسـن بصـری معـروف بـه ابن‌هیثـم (به لاتین الهازن که صورت لاتینی‌شـدهٔ الحسـن اسـت) در ۳۴۵ ش/ ۳۵۴ ق /۹۶۵ م در بصـره بـه دنیا آمد و در ۴۱۸ ش/ ۴۳۰ ق/ ۱۰۴۰ م، در قاهـره درگذشـت. او را بزرگ‌ترین نورشـناس جهـان در فاصلـهٔ میان بطلمیـوس تا ویتلو می‌شناسـند. وی پزشـک، ریاضیـدان و اخترشـناس نیـز بـود، بر آثار ارسـطو و جالینوس شـرح‌هایی نوشـته است.

دربـارهٔ زندگـی ابن‌هیثـم روایت‌هـای متفاوتـی وجـود دارد. ابن‌قِفطـی (وفـات ۶۴۶/۶۲۷ /۱۲۴۸) مـورخ مصری نویسـندهٔ تاریـخ الحکمـا از سـفر ابن‌هیثـم از عـراق بـه مصـر در دورهٔ خلافت‌الحاکـم بامـرالله (۳۸۶ ـ ۴۱۱ هــ. ق) چنیـن روایـت می‌کنـد کـه: ایـن خلیفـه کتابخانـه‌ای بـه نـام دارالعلـم بنـا کـرده بـود کـه در شـهرت از بیت‌الحکمـهٔ بغداد کمتـر نبود و چـون ابن‌هیثـم ادعـا کـرده بود کـه می‌تواند سـدی بـر روی رود نیـل بنـا کند کـه جریـان آب را تنظیم نمایـد وگفته بود «اگـر در مصـر بـودم در نیـل کاری انجام مـی‌دادم که منفعت فراوانـی بـرای سـاکنان آن و کل جهـان بـه بـار آورد». خلیفه کـه تحت‌تأثیـر ایـن ادعـا قـرار گرفتـه بـود از او دعـوت کـرد کـه بـه مصـر بـرود، و بـرای آن که احتـرام خود را به او نشـان دهـد خـودش تـا دهکده‌ای در بیـرون قاهره، به نـام خندق به اسـتقبال او رفـت و وی را احتـرام فـراوان کرد.

ابن‌هیثـم در رأس هیئتـی از قطره به مـرز جنوبی مصر، که گمـان می‌کـرد آب نیـل در آنجا از سـرزمین‌های مرتفـع وارد مصـر می‌شـود، سـفر کـرد. اما پیـش از آنکه به مقصد برسـم، کم‌کـم اعتقـادش به نقشـه‌هایی که داشـت سسـت شـد. زیرا در آنجـا سـاختمان‌های کهنـی بـر سـاحل نیـل دیـد کـه در طـرح و اجـرا هیـچ نقصی نداشـتند. ایـن بود که نـزد حاکم با یـأس و شـرم به شکسـت خـود اعتراف کـرد و خلیفـه او را به یک سـمت دیوانی گماشـت.

ابن‌هیثـم نخسـت ایـن شـغل را از روی تـرس پذیرفـت امـا چـون خـود را از خشـم خلیفـهٔ خون‌آشـام و دمدمی‌مـزاج در امـان نمی‌دیـد، تظاهـر بـه دیوانگـی کـرد. از این رو تـا مرگ حاکم خانه‌نشـین بود و سـپس از دیوانه‌نمایی دسـت برداشت و در نزدیکـی مسـجد الازهـر اقامـت گزیـد و اموالـش را کـه مصـادره شـده بـود پـس گرفـت و باقـی عمـر را بـه تألیـف و اسـتنتاج متـون علمـی و تدریـس سـپری کـرد تـا آنکـه درگذشـت. (زندگی‌نامـه، ۱۲۳، ۱۳۶۵).

ابن‌هیثـم حیـات علمـی خـود را در دوران طلایـی تمـدن اسـلامی گذرانـد. در زمان او کتاب‌های فلسـفی، ریاضی، طب و ... از زبان‌هـای یونانـی و سـریانی و پهلـوی به عربی ترجمه و در حـد کمال عرضه شـده بود. از آن پـس دوران ابداع و ابتکار علمی رسـیده بود (دفـاع ۱۱۴).

ابن‌هیثـم وارث کتـاب *مناظـر* اقلیـدس، آثـار هـرون و ارشـمیدس، در آیینه‌هـای منحنـی، و تحقیقـات بطلمیـوس در شکسـت نـور، آثـار علوی ارسـطو و مخروطـات آپولونیوس بود. او توانسـت نورشـناخت را دگرگون کنـد و آن را به‌صورت علـم منظـم و مشـخص درآورد (نصـر، ۱۱۶). او از پیشـینیان دانشـمند مسـلمان خـود بهـره فـراوان بـرد و آثـار آن‌هـا را مطالعـه کـرد. از جملـه وارث کِندی و فارابی در فلسـفه، رازی در طـب، خوارزمـی و ثابت‌بن‌قُره در ریاضـی، جابربن‌حیان در شـیمی و ابوالوفـای بوزجانـی در نجـوم بود.

تألیفات ابن‌هیثم

ابن‌هیثـم زندگی‌نامـه خـود را نوشـته اسـت امـا بـه روایتی کـه از ابن‌قفطی نقل شـده اشـاره نکرده اسـت. وی فهرسـتی از آثـار خـود را در زمـان ۶۳ سـالگی خـود نوشـته اسـت. این آثـار شـامل ۲۱ اثر اسـت که تا آخـر جمادی‌الاخر سـال ۴۱۹ هــ ق. برابـر ۲۵ ژوئیـه ۱۰۲۸ م تألیـف کرده اسـت. فهرسـت دیگـری از آثـار او کـه به دسـت ابـن ابی اصیبعـه مؤلف کتاب *طبقات‌الاطبـا* رسـیده و مربـوط بـه پایان سـال ۴۲۹ هــ ق / ۲ اکتبـر ۱۰۳۸م و شـامل ۹۲ اثـر اسـت. از ایـن آثـار ۵۵ اثر موجـود اسـت. موضوعـات آثاری کـه از او باقی مانـده همه در زمینه‌هایـی اسـت کـه وی بـه داشـتن سـهم مهـم در آن‌هـا شـهرت دارد و شـامل نورشناسـی و نجوم و ریاضیات اسـت.

موضوعات آثاری که از او باقی مانده همه در زمینه‌هایی است که وی به داشتن سهم مهم در آن‌ها شهرت دارد و شامل نورشناسی و نجوم و ریاضیات است

المناظر

معروف‌تریـن اثـر ابن‌هیثـم کتـاب *المناظـر و المرایا* اسـت. در سـرزمین مسـلمانان متأسـفانه کتـاب المناظـر بـه مـدت سـه قـرن به فراموشـی سـپرده شـده بـود به‌طـوری که حتی خواجه‌نصیرالدیـن طوسـی (۵۸۰ ـ ۶۵۳ ش) از وجـود آن خبـر نداشـت تا آنکـه در آغاز قرن هشـتم قمـری کمال‌الدین فارسـی، بـه راهنمایـی اسـتادش قطب‌الدین شـیرازی، کتابی بـه نـام *تنقیح‌المناظر* نوشـت و به شـرح و نقد کتـاب *المناظر* پرداخـت. کتـاب *المناظـر* در اواخر قرن دوازدهم تـا اوایل قرن سـیزدهم میـلادی به زبان لاتین ترجمه شـد. گفته شـده که مترجـم آن ژرارد کرمونایـی بوده باشـد.

کتاب المناظر که حاصل مطالعه‌کارهای گذشتگان و تحقیقات ابن‌هیثم است در موضوع نورشناسی و چشم بوده و شامل هفت مقاله به شرح زیر است:

مقالهٔ اول دربارهٔ ساختمان چشم و چگونگی بینایی و عواملی است که سبب دیدن چیزها می‌شود.

مقاله دوم شرح چگونگی تصویرهایی است که با چشم تشخیص داده می‌شود.

مقاله سوم به شرح خطاهای دید می‌پردازد. خطاهایی که در آگاهی‌های ما از جهان مؤثر است.

مقاله چهارم در موضوع بازتاب نور و قوانین بازتابش است. در این مقاله ابن‌هیثم به توصیف ابزاری می‌پردازد که برای اندازه‌گیری بازتاب از آینه تخت، کروی، استوانه‌ای و سهوی، هذلولی، محدب و مقعر به کار می‌رود.

مقاله پنجم دنباله و تکمیل‌کنندهٔ مقاله چهارم است.

مقاله ششم به عواملی از خطاهای دید که ناشی از بازتابش است می‌پردازد.

مقاله هفتم درباره شکست نور است. ابن‌هیثم در این مقاله به اندازه‌گیری زاویه تابش و زاویه شکست در هوا به آب، هوا به شیشه و شیشه به آب در سطوح تخت و کروی پرداخته است.

«*المناظر* رساله‌ای فلسفی دربارهٔ ماهیت نور نیست، بلکه پژوهشی ریاضی و تجربی دربارهٔ خواص، به‌ویژه از جهت رابطهٔ آن‌ها با دید (ابصار) است. در مورد مسئله «ماهیت نور» ابن‌هیثم معتقد به نظری است که به طبیعیون یا حکمای طبیعی نسبت می‌دهد ـ نه به این دلیل که این نظریه به خودی خود کفایت دارد، بلکه بدین سبب که حقیقتی در آن هست که باید با عناصر دیگری که «تعلیمیون»، یعنی ریاضی‌دانانی چون اقلیدس و بطلمیوس می‌گویند، ترکیب شود. در ترکیب حاصل از دو، روش «ریاضیدانان»، بر ظاهر تحکیم حاکم است. اما تعالیم آنان در پرتو تعالیم «حکمای طبیعی»، تغییر می‌کند و در واقع وارونه می‌شود. اگر نظریاتی را که ابن‌هیثم به حکمای طبیعی نسبت می‌دهد، با گفته‌ها و تعالیمی که در آثار مشّائیان از اسکندر افرودیسی تا ابن‌سینا رایج است مقایسه کنیم، معلوم می‌شود که منظور او از «طبیعیون» همان حکمای طبیعی هستند که از لحاظ فلسفی به سنت مشّائی تعلق دارند» (حسین معصومی همدانی، ۱۳۶).

نوآوری‌های ابن‌هیثم

ابن‌هیثم نخستین دانشمندی است که مفهوم پرتو نور را به کار می‌برد و از آن تصور فیزیکی در چشم دارد. وی می‌گوید:

«چون حقیقت بینایی در طول زمان از دید اهل‌نظر و محققان مخفی ماند و در آن دچار اختلاف‌نظر شدند و نظر صائبی وجود نداشت، من آنچه در توان داشتم بدان اهتمام ورزیدم و آن را مورد توجه و دقت‌نظر فراوان قرار دادم و در بحث از حقیقت آن جدیت و پشتکار فراوان مصروف داشتم و در ابتدای بحث به مبادی و مقدمات آن می‌پردازیم» (دفاع، ۳۶).

۱. ماهیت نور. ابن‌هیثم نخستین نورشناسی است که نور را دارای وجود مادی می‌داند و معتقد است نور باید در زمان تحقق یابد، اگرچه از وجود مخفی بماند. او مخالف نظریهٔ گسیل نور از چشم به اجسام بود و معتقد بر این نظر بود که نور از شئی مرئی به سوی چشم می‌تابد و عدسی چشم نور را می‌پذیرد (دفاع، ۳۷).

بر طبق تعریف ابن‌هیثم «نور عبارت است از حرارت ناری که از اجسام منیر همچون خورشید یا آتش یا اجسام برافروخته متصاعد می‌شود و اگر بر اجسام متراکم تابیده شود سبب گرمای آن‌ها می‌شود و در صورتی که از آینه‌ای مقعر به نقطه‌ای واحد که در آن را جسم قابل‌احتراق وجود دارد انعکاس یابد آن را می‌سوزاند. نور دو نوع است؛ نور ذاتی مانند نور خورشید و آتش، و نور عَرَضی که از اجسام منیر ساطع می‌شود(مصطفی نظیف).

۲. ابن‌هیثم با مشاهدهٔ نوری که از یک روزنه به فضای تاریک و غبارآلوده تابیده باشد، نتیجه گرفته که نور به خط مستقیم سیر می‌کند.

۳. بازتابش. بازتابش نور با برخورد گلولهٔ فلزی بر سطح مانع مقاوم کاملاً شباهت دارد. به این ترتیب که اگر گلوله‌ای به‌طور قائم یا مایل بر سطح سختی برخورد کند، به همان وضع قائم یا مایل از طرف دیگر بازتاب می‌شود و برای نور هم همین عمل صورت می‌گیرد. ابن‌هیثم با اندازه‌گیری زاویهٔ تابش و زاویهٔ بازتابش به برابر بودن آن‌ها پی برد و قانون بازتابش را به دست آورد.

٤. آینه‌های سوزان کروی و سهوی. ابن‌هیثم قانون بازتابش را در مورد آینه‌های کروی و سهوی نیز تحقیق کرد و نتیجه گرفت که پرتوهای خورشید که به خط مستقیم پیش می‌آیند بر هر سطح صیقلی با زاویهٔ مساوی بازتاب می‌یابند. «از اینجا نتیجه می‌شود که پرتوی که بر سطح کروی بتابد پرتو بازتابیده با پرتو تابش با قطر دایره دو زاویهٔ مساوی می‌سازند و هر پرتو که از جسمی صیقلی به نقطه‌ای برسد، در آن نقطه حرارتی ایجاد می‌کند و چنان است که اگر چندین پرتو با هم در یک نقطه جمع شوند، در آن نقطه حرارت چند برابر می‌شود و به همان نسبت افزایش می‌یابد (نصر، ۱۱۸).

۵. شکست نور. ابن‌هیثم مطالعات بطلمیوس دربارهٔ شکست نور را ادامه داد و به نتایجی رسید که آن را در هشت قاعده بیان کرد. این قواعد روابطی است که میان زاویهٔ تابش و زاویهٔ انحراف نور و تفاوت آن‌ها یعنی d, i و $i - d$ وجود دارد.

ابن‌هیثم برای دو آزمایش با دو زاویه تابش متفاوت i_1 و

ابن‌هیثم نخستین دانشمندی است که مفهوم پرتو نور را به کار می‌برد و از آن تصور فیزیکی در چشم دارد

i_2 نتایج زیر را به دست می‌آورد:

۱. اگر $i_2 > i_1$ باشد یعنی زاویه تابش در آزمایش دوم بزرگ‌تر از زاویه تابش در آزمایش اول باشد، $d_2 > d_1$ خواهد بود.

۲. $d_2 - d_1 > i_2 - i_1$ یعنی تفاوت زاویهٔ انحراف در دو حالت بیشتر از تفاوت زاویهٔ تابش دو حالت است.

۳. $\frac{d_1}{i_1} > \frac{d_2}{i_2}$ یعنی نسبت زاویهٔ انحراف به زاویهٔ تابش در آزمایش دوم بیشتر از آزمایش اول است.

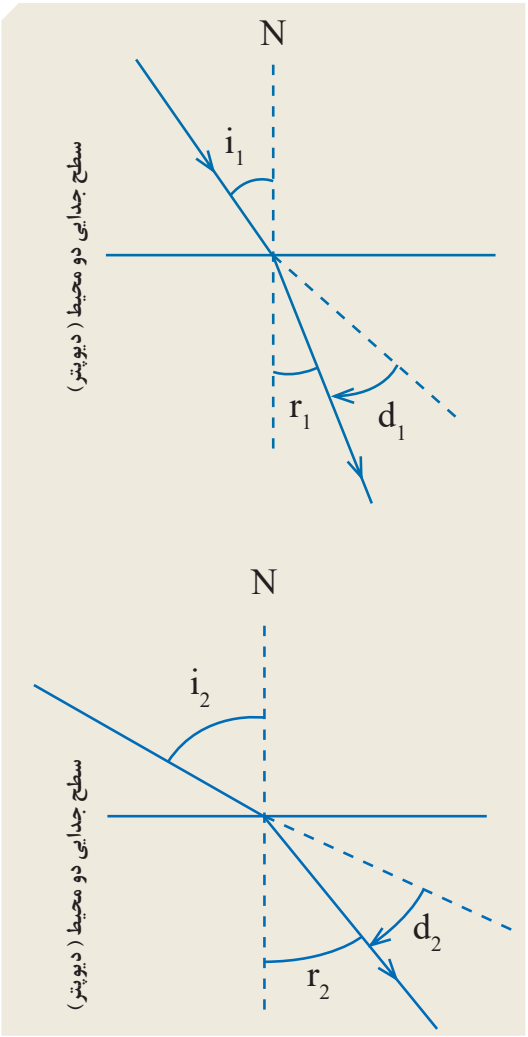
۴. $n_2 > n_1$ یعنی زاویهٔ شکست آزمایش دوم بزرگ‌تر از زاویهٔ شکست آزمایش اول است.

۵. در شکست از محیط رقیق به محیط چگال $d_1 > 2i$.

۶. در شکست از محیط چگال به محیط رقیق $i < \frac{1}{2}d$.

۷. هرچه محیطی چگال‌تر باشد بیشتر نور را به سمت خط قائم منحرف می‌کند.

۸. هرچه محیطی رقیق‌تر باشد بیشتر نور را از خط قائم دور می‌کند. (بیرشک ۱۴۳)



۶. تراش عدسی . ابن‌هیثم وسایل کارش را خودش می‌ساخت. او یک چرخ عدسی‌تراشی ساخت و با آن عدسی‌ها را تراش می‌داد و آزمایش می‌کرد و نتیجه آزمایش را شرح می‌داد و توجیه می‌کرد.

۷. ساختمان چشم. ابن‌هیثم در فصل پنجم از مقالهٔ اول المناظر ساختمان چشم را شرح می‌دهد و در این کار از شیوهٔ کتب طب و تشریح که به سنت جالینوسی نوشته شده بود پیروی می‌کند. او هندسهٔ چشم را چنان تغییر می‌دهد که با توضیحی که دربارهٔ دید می‌دهد سازگار باشد. (معصومی ۱۳۹)

ابن‌هیثم در توصیف چشم انسان می‌گوید: «چشم انسان تقریباً شکل کروی دارد که از پشت تقریباً $\frac{5}{6}$ آن توسط پرده‌ای ضخیم و سخت به نام صلبیه احاطه شده است و عصب بینایی از پشت به آن می‌رسد و $\frac{1}{6}$ سطح جلویی چشم را پوشش محدبی به نام قرنیه می‌پوشاند که به مثابهٔ بخش قدامی صلبیه است و در پشت پرده قرنیه پرده‌ای به نام عنبیه وجود دارد که رنگ آن بر اشخاص مختلف است. در وسط عنبیه حفرهٔ گردی به نام مردمک واقع است که می‌تواند بزرگ و کوچک شود و در پشت عنبیه عدسی محدب‌الطرفینی به نام جلیدیه یا بلوریه وجود دارد که سطح خَلفی آن از سطح قدامی تحدب بیشتری دارد و از کنار به عضلاتی متصل است که قابل انبساط و انقباض‌اند». (علی دفاع ۳۸)

در نظر ابن‌هیثم رطوبت جلیدیه دو نوع است: قسمت جلویی که در آن رطوبت جلیدیه است و در جلوی آن سطح رونده که شبیه عدس است وجود دارد و قسمت عقبی که رطوبت آن بسیار سفت است و شبیه شیشه‌های خرد شده است، به همین دلیل ابن‌هیثم این قسم را رطوبت زجاجیه نامید.

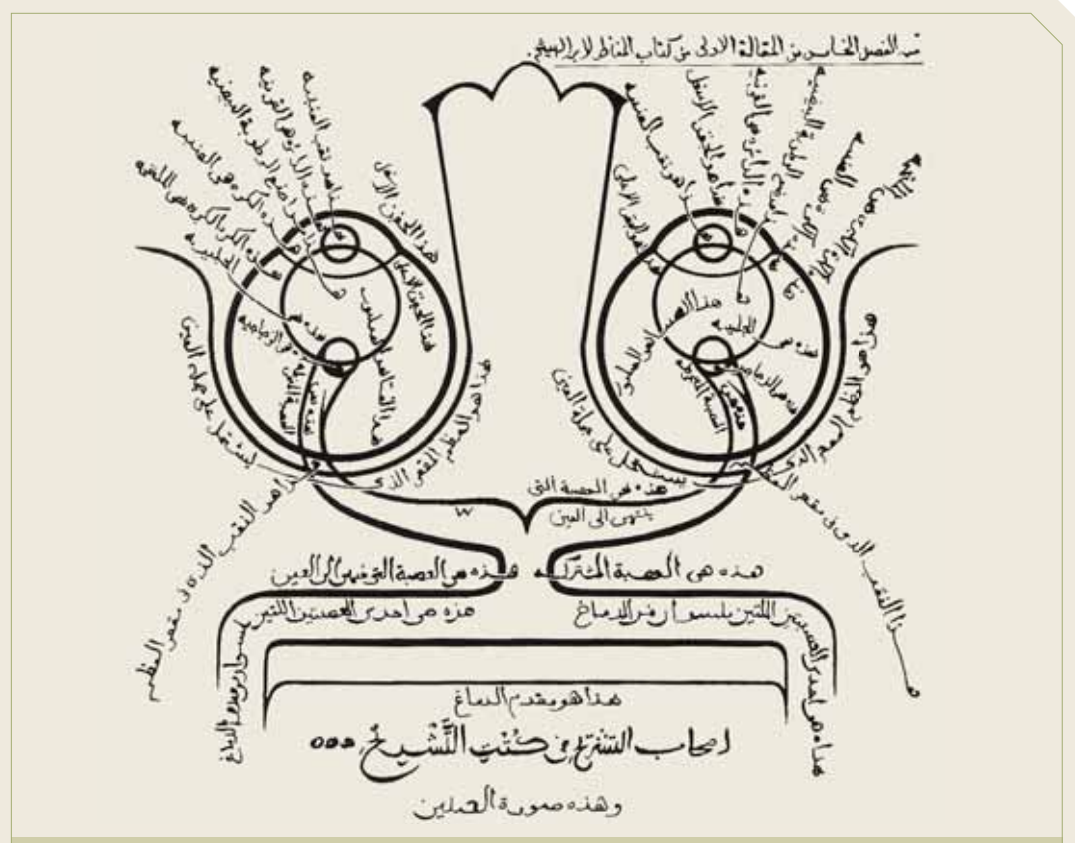
ابن‌هیثم با مشاهدهٔ نوری که از یک روزنه به فضای تاریک و غبارآلوده تابیده باشد، نتیجه گرفته که نور به خط مستقیم سیر می‌کند

تشریح ساختمان چشم. اثر ابن‌هیثم در کتاب المناظر

۸. نظریهٔ رویت. ابن‌هیثم نظریهٔ رویت را در فصل‌های دوم و چهارم و هشتم از مقالهٔ اول کتاب المناظر شرح داده است و می‌نویسد:

در نور خاصیتی است که بر چشم تأثیر می‌کند و در چشم خاصیتی است که از نور متأثر می‌شود؛ بنابراین تنها راه توضیح بینایی این است که نور از جسم به چشم برسد. مسئله‌ای که ابن‌هیثم حل آن را بر خود لازم می‌دانست آن بود که تعیین کند چه شرایطی لازم است تا صورت جسم دست‌نخورده به چشم منتقل شود و در آنجا تأثیر بصری خود را برجای گذارد. برای حل این مسئله فرض کرد که اولین احساس رویت در جلیدیه رخ می‌دهد.

این فرض از زمان جالینوس رایج بود. همچنین از اصلی



▲ تشریح ساختمان چشم، اثر ابن هیثم در کتاب المناظر

ابن‌هیثم در موضوع احساس و ادراک صاحب‌نظر است. او ادراک را یک حالت نفسانی می‌داند که از احساس شیء در خارج شروع می‌شود

که آزمایش آن را تأیید می‌کند استفاده کرد و جسم درخشان را مجموعه‌ای از نقاط دانست که هر یک نور و رنگ خود (یا صورت نور و رنگ خود) را به‌طور مستقیم و در همه جهات منتشر می‌کنند. به دلیل وجود این اصل، هر نقطه‌ای از جسم مرئی را می‌توان مرکز مخروطی از پرتوها دانست که قاعدهٔ آن بر قسمتی از سطح چشم که مقابل مردمک است قرار دارد. چون این نکته دربارهٔ همه نقاط جسم درست است. پس صورت‌های نور و رنگ یکایک نقاط جسم روی این قسمت از سطح چشم پخش می‌شوند.

چون بیشتر این صورت‌ها هنگام عبور از قرنیه شکسته می‌شوند، تصویر جسم از این هم آشفته‌تر می‌شود. از این رو ابن‌هیثم می‌گوید برای اینکه جسم به‌طور واضح و مطابق اصل درک شود، باید فرض کرد که رویت هر نقطه از جسم فقط به کمک نقطه معینی از سطح چشم امکان دارد و آن پای عمودی است که از آن نقطهٔ جسم به قرنیه فرود آید ... و آن‌گاه به‌صورت عمودی به سطح خَلَفی جلیدیه برخورد می‌کنند. بدین طریق روی جلیدیه صورت کاملی تشکیل می‌شود که نقاط آن، یک به یک، با نقاط جسم تناظر دارند و جلیدیه این صورت «مشخص» و «مستقیم» را حس می‌کند.

۹. شرایط صحت بینایی. در نظر ابن‌هیثم دو شرط لازم است تا آنکه جسمی را ببینیم:

۱. شرط مربوط به جسم

۲. شرط مربوط به بیننده

شرط مربوط به شیء مرئی آن است که: جسم نوردهنده یا نورگیرنده باشد، روبه‌روی چشم قرار گیرد، اندازهٔ معین داشته باشد، کدر باشد، در فاصله معتدل معین و در راه عبور خط چشم باشد و از خط راه چشم خیلی راست یا چپ نباشد. شرط مربوط به بیننده آن است که: چشم سالم از امراض باشد در مدت زمان لازم نور به چشم برسد، اندازه‌ای از شناخت و آگاهی برای درک ظاهر از اشیاء وجود داشته باشد.

۱۰. خطای چشم. خطای چشم ناشی از اختلال در شروطی است که برای انتقال تصویر شیء دیدنی وجود داشته باشد، این خطاها چند نوع است:

الف. خطاهای مربوط به عدم سلامت چشم و کمبود نور. بنابراین بیماری چشم به خاطر مرض یا خستگی، وضع و حالت شیء دیدنی نسبت به چشم مانند کوچکی شیء، کدر بودن آن، دوری از خط دید،

ب. خطا در شناسایی به خاطر چیزهایی که در ذهن جای گرفته است، مثل اینکه شخصی سریع نگاه کند یا اینکه در تاریکی از مقابل تو بگذرد. پس گمان می‌کنی که او زید است (به دلیل اینکه صورت زید در ذهن تو به دلیل عبور زید و عمر و سابقه دارد) یا اینکه مورچهٔ کوچکی را بر دانه گندمی یا بر میوه‌ای می‌بینی و گمان می‌کنی که آن کرم است.

ج. خطا در قیاس، که شامل خروج از حد اعتدالی یک شرط یا بیشتر از یک شرط از شروط صحت بینایی است، مانند دوری بیش از اندازه (مثل آن‌که دو شخصی از تو بسیار دورند و می‌بینی و گمان می‌کنی که آن‌دو به هم چسبیده‌اند یا اینکه بینندهٔ آسمان گمان می‌کند که ماه بزرگ‌تر و نورانی‌تر از ستارگان است. همه این‌ها برمی‌گردد به اینکه انسان اشیاء را با قیاس به آنچه انس گرفته و عادت کرده، درک می‌کند.

ابن‌هیثم در موضوع احساس و ادراک صاحب‌نظر است. او ادراک را یک حالت نفسانی می‌داند که از احساس شیء در خارج شروع می‌شود. شیء محسوس بعد از ورود در دفاع با صورتی مقایسه و یا بر آن منطبق می‌شود که بر اثر تکرار و مداومت احساس، مسابقه‌ای در ذهن ایجاد می‌شود. بعد از این دو مقدمه مرحلهٔ حکم فرا می‌رسد. عمل ادراک در نفس به سرعت حاصل می‌شود. در ادراک دو مرحله وجود دارد: یکی احساس عمل جسمانی و دیگری مرحلهٔ مقایسه و حکم در عمل نفسانی.

« هر احساس نوعی از انفعال و قسمی از اَلَم (درد) است؛ و این الم هنگامی دریافته می‌شود که احساس شدید باشد، مانند احساس نور تند و گرنه در زمرهٔ مسائل عادی است».

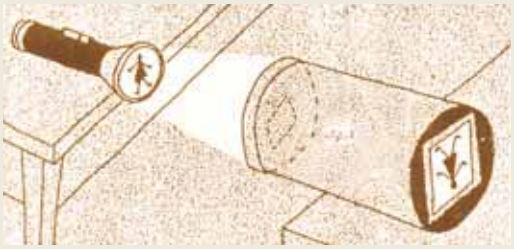
۱۱. سایه. ابن‌هیثم در تعریف تاریکی می‌نویسد: «تاریکی نبود نور کامل است» و در تعریف سایه می‌گوید که «سایه نبود برخی نورها و وجود برخی دیگر است».

وی تمایز میان سایه و نیم‌سایه را می‌شناخته و اولی را ظلمته یا ظل محض و دومی را ظل نامیده است (پزشک ۱۴۴).

۱۲. اتاق تاریک. اتاق تاریک جعبه‌ای است که در دیواره‌ای از آن روزنه‌ای قرار دارد. هرگاه این جعبه مقابل یک جسم روشن قرار گیرد تصویری از آن به‌طور معکوس بر دیوارهٔ مقابل روزنه تشکیل می‌شود. ابن‌هیثم از تشکیل این تصویر نتیجه گرفت که نور به خط مستقیم منتشر می‌شود.

۱۳. نور و رنگ. ابن‌هیثم بر این نظر بود که نور و رنگ مجزا از یکدیگرند و با تابش نور رنگ که بالقوه در اجسام موجود است بالفعل می‌شود. این نظر مورد قبول دیگر دانشمندان اسلامی از جمله ابن‌سینا بوده است.

۱۴. شَفَق. ابن‌هیثم ثابت کرد که شفق نجومی وقتی



آغاز می‌شود یا پایان می‌یابد که ارتفاع منفی خورد به ۱۹ درجه برسد و بر این مبنا ارتفاع جو زمین را ۵۲۰۰۰ قدم تخمین زد.

وی علت انکسار جوی و افزایش قطر ظاهری خورشید و ماه را در نزدیکی افق به درستی توضیح داد (قربانی ۴۸).

ابن‌هیثم و نجوم و ریاضی

از آثار باقی‌ماندهٔ ابن‌هیثم بیست مقاله در نجوم است. بیشتر این آثار رساله‌هایی مختصر هستند که به موضوعات فرعی و محدود نظری و عملی مانند ساعت‌های خورشیدی، تعیین قبله، اختلاف منظر و ارتفاع ستارگان پرداخته‌اند. به نظر بعضی محققان پاره‌ای از این آثار جالب از نظر تاریخی پراهمیت است. مهم‌ترین اثر نجومی ابن‌هیثم رساله‌ای به نام «مقالة فی هیئة العالم» است. این اثر تنها رساله‌ای از ابن‌هیثم است که در قرون وسطی به غرب راه یافت و به زبان اسپانیایی ترجمه شد و بعداً آن را مترجم ناشناسی تحت‌عنوان «کتاب جهانی و آسمانی» به لاتین ترجمه و منتشر کرد.

علاوه بر بخش‌هایی از کتاب المناظر که به ریاضیات مربوط است بیست نوشته از ابن‌هیثم که منحصراً به مباحث ریاضی اختصاص دارند وجود دارد که مورد استفاده پژوهندگان آثار او قرار گرفته است.

مسئله ابن‌هیثم. نبوغ ریاضی ابن‌هیثم در مقاله پنجم کتاب المناظر آنجا که مسئله‌ای را حل می‌کند که امروزه به نام او معروف است، به اوج شکوفایی رسیده است. این مسئله چنین است:

«در صفحه دایره‌ای به مرکز ۵ و به شعاع R دو نقطه ثابت A و B داده می‌شود. هرگاه دایره‌ای را به مثابه آینه‌ای فرض کنیم، بر آن نقطه‌ای چون M بیابید که شعاع نوری که از A خارج می‌شود، پس از منعکس شدن در نقطه M بر B بگذرد».

راه‌حل بسیار پیچیدهٔ ابن‌هیثم به یک معادلهٔ درجه چهارم منتهی می‌شود که وی آن را با قطع کردن یک هذلولی متساوی القطرین و یک دایره حل کرده است. (قربانی، ۴۸)

منابع

۱.بیرشک،احمد، **زندگی‌نامه علمی دانشوران**. شرکت انتشارات علمی و فرهنگی، تهران، چاپ اول، ۱۳۶۵.

۲.دفاع علی عبدالله و جلال شوقی، **مَشاهیر کبیر در تمدن اسلامی**، ترجمه رضا محمدزاده، پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی، تهران، ۱۳۸۲.

۳.سارتن،جورج، **مقدمه‌ای بر تاریخ علم**، ترجمه غلامحسین صدری‌افشار، انتشارات علمی و فرهنگی، تهران، چاپ دوم، ۱۳۸۳.

٤. فارسی کمال‌الدین: **تنقیح المناظر لذوی الابصار و البصائر**، ۲ جلد،حیدرآباد رکن ٤٨ ـ ۱۳٤۷ هجری قمری.

۵. قربانی، ابوالقاسم: **دو ریاضیدان ایرانی**، چاپ تهران، ۱۳٤۸.

٦. معتمدی اسفندیار: **تاریخ علم در ایران**. نشر مهاجر، جلد دوم.

۷. نصر، سیدحسین: **علم و تمدن در اسلام** ترجمه احمد آرام. شرکت سهامی انتشارات خوارزمی، چاپ دوم.

چارچوبی برای درس فلسفهٔ معلمی در آموزش فیزیک

سید هدایت سجادی
عضو هیئت علمی دانشگاه فرهنگیان تهران

چکیده

هـدف از ایـن نوشـتار ارائـه چارچوبـی جدید بـرای درس فلسـفهٔ معلمـی در آمـوزش فیزیک، و همچنیـن بسـط بیشـتر محورهای اساسـی منـدرج در فلسـفهٔ معلمی، بـه مفهوم چیسـتی معلمی فیزیـک اسـت. اگرچه در این نوشـتار، سـرفصلی برای این درس پیشـنهاد نمی‌شـود، امـا می‌تواند زمینـه‌ای را بـرای ایـن کار فراهـم نمایـد. از این رو بـا تحلیل مفهوم چیسـتی معلمی فیزیـک، و با توجـه بـه شـرایط اجتماعی و فرهنگی خـاص جامعه و نظـام تعلیم و تربیـت در ایـران، و نیز مبتنی بـر مطالعـات و تجـارب شـخصی، نکاتـی ارائه شـده کـه ممکن اسـت بتوانـد در قالب به اشـتراک گذاشـتن تجربیـات فـردی، به بهبـود آموزش ایـن درس کمـک نماید. همچنیـن می‌توانـد الگویی بـرای فلسـفه معلمـی به طور عـام برای رشـته‌های دیگر، و بـه ویژه رشـته‌های دیگر آمـوزش علوم (زیست‌شناسـی، شـیمی و....) در اختیـار بگذارد.

کلیدواژه‌ها: فلسفهٔ معلمی، آموزش فیزیک، چیستی معلمی فیزیک

مقدمه

یکی از درس‌هایی که ذیل موضوع «شایستگی معطوف به دانش تربیتی موضوعی» (PCK) در برنامهٔ درسی دانشگاه فرهنگیان گنجانده شده است درس «فلسفهٔ معلمی» است که به صورت تخصصی برای هر یک از رشته‌ها تعریف شده است. نام این درس در رشته فیزیک «فلسفهٔ معلمی در آموزش فیزیک» است که یک واحد عملی در ۱۶ جلسه به مدت ۳۲ ساعت در طول نیم‌سال است. سرفصل‌های اعلام شده برای این درس، بر چهار محور اساسی تعریف شده است که در ادامه بدان پرداخته خواهد شد. با توجه به وجود برخی ابهامات و نارسایی‌ها در سرفصل‌های مصوب، بسیاری از اساتیدی که به صورت مرتبط یا غیرمرتبط این درس را برمی‌دارند، با ابهام در تدریس آن مواجه هستند و درک روشنی از آن ندارند؛ و گرچه تاکنون پژوهشی رسمی دربارهٔ نگرش و دیدگاه اساتید در این زمینه ارائه نشده است اما مطالعات میدانی غیررسمی نشانگر ابهام آن‌ها در چارچوب کلی این درس است.[1] لذا نوشته‌ای که در ادامه خواهد آمد پیشنهاد چارچوبی برای درس فلسفه معلمی در آموزش فیزیک و حاصل تجربه‌ای از چند دوره تدریس نگارنده در آن است.

۲. چارچوب کلی سرفصل‌های مصوب: بررسی و نقد

عناوین اصلی درس فلسفهٔ معلمی در رشتهٔ آموزش فیزیک عبارت است از: بررسی مباحث مربوط به آشنایی با فلسفه معلمی، تشریح معلمی کردن در رشتهٔ آموزش فیزیک براساس مقررات سازمانی به‌عنوان شغل سازمانی و تعهد اجتماعی، سابقهٔ معلمی در رشتهٔ آموزش فیزیک در کشورهای غربی و شرقی، منطق معلمی در رشتهٔ آموزش فیزیک، آشنایی با معلمان سرآمد (گذشته) در رشتهٔ آموزش فیزیک و بررسی مقایسه‌ای عمل معلمان سرآمد در رشتهٔ آموزش فیزیک[2]. در این معرفی از درس، اهداف / پیامدهای یادگیری هم آمده است. محتوای درس نیز بر چهار محور اساسی استوار است: نخست، تشریح معلمی کردن (با توجه به رشتهٔ آموزش فیزیک به‌عنوان شغل سازمانی و به‌عنوان تعهد اجتماعی)، دوم، سابقهٔ معلمی در رشتهٔ آموزش فیزیک (در کشورهای شرقی و غربی)، سوم، منطق معلمی (در رشتهٔ تخصصی آموزش فیزیک)، و چهارم، معلمان سرآمد (در رشته آموزش فیزیک، در گذشته و اکنون، و بررسی مقایسه‌ای عمل معلمان).

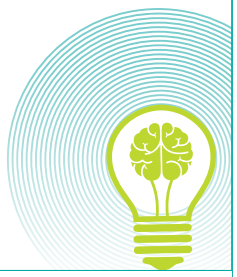
اگرچه این محورهای چهارگانه و عناوین و بسط تفصیلی آن‌ها در مقام نظر می‌تواند مفید واقع شود، اما در عمل سرفصل‌های مصوب ابهام‌زا هستند. این ابهام‌زایی دلایل متعددی می‌تواند داشته باشد. نخست، عدم معرفی یا فقدان منابع آموزشی مناسب و منسجم برای این درس؛ دوم، کمبود اساتید تخصصی و در نتیجه واگذاری این درس به اساتید غیر متخصص؛ سوم، به‌کارگیری واژگان و مفاهیم کلی و تفسیربردار در معرفی محتوا (هم در موضوع اصلی و هم در مباحث فرعی)؛ چهارم، پوشش ناکافی و جامع و مانع نبودن محتوای ارائه شده برای این درس (فلسفهٔ معلمی در آموزش فیزیک).

برای مثال، در این سرفصل‌ها تقریباً ۹ جلسه از ۱۶ جلسهٔ درس به «معلمان سرآمد» اختصاص یافته است در حالی‌که معلم سرآمد خود واژه‌ای تفسیربردار است و به معیارهایی برای مشخص نمودن آن نیاز داریم. در ضمن منبع مشخصی هم برای این درس ارائه نشده که این به نوبه خود ابهام‌زایی بیشتری را سبب شده است. در این نوشتار بیشتر بر عامل چهارم، یعنی پوشش ناکافی و جامع و مانع نبودن محتوا، متمرکز شده و سعی خواهم کرد با توجه به تجارب شخصی و مطالعات خود در این زمینه، به‌طور مبسوط به چارچوب نظری بهتری برای ارائه سرفصل‌های مناسب دست یابم.

۳. فلسفهٔ معلمی در آموزش فیزیک: چارچوبی دیگر

نخست: فلسفه دارای معانی متعددی است که متناسب‌ترین معنی آن در این زمینه، چیستی یا ماهیت است؛ یعنی ماهیت یا چیستی معلمی. اما ماهیت معلمی فیزیک چیست؟ در اینجا با دو مؤلفه سر و کار داریم که در قالب دو پرسش قابل طرح است: نخست اساساً معلمی به معنای عام به چه مفهوم است؟ و دوم معلمی فیزیک چه اختصاصاتی دارد؟ واژه معلم خود از پس زمینه فرهنگی و دینی خاصی برآمده است که تا حدی با مفهوم معلم در زبان انگلیسی (Teacher) متمایز است. از این رو تحلیل مفهوم معلمی و معلمی فیزیک به مثابه دانشی با ویژگی‌های خاص، باید در این درس لحاظ شود؛ ضمن اینکه باید به بستر فرهنگی این اصطلاح هم توجه شود. از این‌رو در اولین جلسات درس باید به معرفی و بررسی ماهیت معلمی فیزیک و جایگاه آن پرداخته شود. مبتنی بر این مقدمات، محورهای اصلی جلسات را می‌توان این‌گونه پیش برد: چیستی و ماهیت معلمی فیزیک، ماهیت علم فیزیک، نقش و جایگاه معلم فیزیک در نظام آموزشی، بسترهای فرهنگی، دینی و ارزشی معلمی فیزیک، معلمان الگو و سرآمد، و ....

دوم. با توجه به ارتباط میان اهداف آموزش علوم (فیزیک به‌طور خاص) از یک سو و جایگاه معلمان از سوی دیگر، لازم است این اهداف در دو سطح برای دانشجومعلمان بیان شود: سطح اول اهداف استاندارد آموزش علوم در دنیا و سطح



در اینجا با دو مؤلفه سر و کار داریم که در قالب دو پرسش قابل طرح است: نخست اساساً معلمی به معنای عام به چه مفهوم است؟ و دوم معلمی فیزیک چه اختصاصاتی دارد؟

دوم اهداف آموزش علوم در اسناد بالادستی و سند ملی تحول. شایان ذکر است که با توجه به تحولات در حوزهٔ پژوهش‌ها در آموزش علوم، این اهداف هم متحول و سیال هستند و باید به آن‌ها توجه شود. بررسی نقش معلم در تحقق این اهداف حائز اهمیت است. از این‌رو جلساتی از درس را باید به اهداف آموزش در سطح بین‌المللی و ملی اختصاص داد و همچنین به نقش معلم در تحقق این اهداف و جایگاه وی پرداخته شود.

سوم. با توجه به اینکه مقام عمل از مقام نظریه‌پردازی فاصله دارد، معلمی که تربیت می‌شود باید برای عمل در وضعیت و فضایی واقعی تربیت شود. از این‌رو بررسی فضای واقعی آموزش در ایران ضرورت دارد؛ زیرا اهداف مندرج در اسناد بین‌المللی آموزش علم دنیا متناسب با بسترهای اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و ... هر جامعه تعریف شده و لذا به خودی خود برای جامعه ایران و نظام آموزشی آن ممکن است قابل اعمال نباشند. حتی اسناد بالادستی ملی در ایران هم در مواردی با واقعیت‌های جامعهٔ ایران همخوانی ندارد. به‌عنوان مثال نظام ارزشیابی کنکور، کل نظام آموزشی در ایران را تحت تأثیر قرار داده است در حالی‌که در اسناد بالادستی به‌عنوان مؤلفه‌ای کارا و اثرگذار لحاظ نگردیده است. از این‌رو، بررسی وضعیت فعلی و واقعی آموزش علم (فیزیک) در کنار وضعیت‌های ایده‌آل حائز اهمیت است و در جلساتی باید بدان پرداخته شود.

چهارم. با توجه به بار ارزشی واژهٔ معلمی، که از زمینه‌ای دینی برخاسته است، بررسی جایگاه معلمی و به‌ویژه معلمی فیزیک از نظر دین حائز اهمیت است. نکته قابل توجه در این میان پاسخ این پرسش برای دانشجو- معلم فیزیک است که چگونه کار یک دبیر فیزیک می‌تواند مشمول این گزاره دینی باشد که معلمی شغل انبیاست و لذا به‌عنوان عبادت مطرح شود. از این‌رو توجه به مفهوم علم و معلمی در قرآن به‌عنوان منبع اصلی دین اسلام حائز اهمیت است. در ضمن در صورت وجود دانشجو معلمانی از اقلیت‌های دینی، حداقل از مشترکات ادیان توحیدی برای بسترسازی مفهوم و جایگاه معلمان از منظر ادیان بهره گرفته شود.

پنجم. در راستای تحقق اهداف آموزش علوم، در سه سطح دانش، مهارت و نگرش، و به‌طور کلی در جهت دستیابی به شایستگی‌های معلمی فیزیک، نقش معلم در تحقق اهداف در هر یک از این سطوح بررسی شود. همچنین به بررسی نقش معلم مبتنی بر رویکردها، فنون و راهبردهای نوین آموزش فیزیک پرداخته شود.

ششم. در مورد دبیران آموزش علوم پایه، از جمله فیزیک، باید گفت که قابلیت الگوبرداری رفتاری و اخلاقی دانش‌آموز از آن‌ها، از حیث روان‌شناختی و نیز با توجه به زمینه‌های فرهنگی جامعه، به مراتب بیشتر از دیگر شاخه‌های علم است. از این‌رو دانشجومعلم این رشته‌ها باید نقش و جایگاه خود را از نظر الگوی رفتاری بیشتر بشناسد. پس ضرورت دارد با توجه به این زمینهٔ فرهنگی، جلساتی به موضوع «معلم به مثابه الگو» اختصاص یابد.

هفتم. شناخت معیارهای یک دبیر فیزیک خوب بسیار مهم است. دانشجومعلم باید بداند برای اینکه یک معلم خوب و موفق قلمداد شود باید چه ویژگی‌هایی داشته باشد. برخی از این ویژگی‌ها عمومی هستند، اما ویژگی‌ها و اختصاصاتی هم متناسب با این رشته وجود دارد که آشنایی دانشجومعلمان فیزیک با آن‌ها می‌تواند تصویر بهتری از آیندهٔ حرفه‌ای برای او ترسیم نماید.

هشتم. معرفی معلمان فیزیک موفق به‌عنوان الگوهای عملی، برای دانشجویان بسیار راهگشاست. از این‌رو هم در سطح جهانی و هم در سطح ایران باید معلمان موفق را بدان‌ها معرفی کرد. این معلمان حتی ممکن است معلمان سابق خود دانشجویان باشند و معرفی آن‌ها معیارهایی برای چگونه موفق شدن به دست دهد.

جمع‌بندی

آنچه در این نوشتار آمد چند نکتهٔ پیشنهادی در جهت ترسیم چارچوبی مبسوط و جامع برای درس فلسفه معلمی در آموزش فیزیک بود تا مبتنی بر آن بتوان هم سرفصل جامع‌تری برای این درس طراحی نمود و هم منابع آموزشی برای آن تدوین، تألیف و یا حداقل معرفی کرد. محورهای اساسی این چارچوب از این قرارند: چیستی معلمی فیزیک، بررسی ماهیت علم (فیزیک)، جایگاه معلم فیزیک (در نظام‌های آموزشی گوناگون مبتنی بر فلسفه‌های تعلیم و تربیت متفاوت)، نقش معلم با توجه اهداف، رویکردها و راهبردهای نوین آموزش فیزیک، معرفی معلمان فیزیک سرآمد و معیارهای سرآمد بودن. در ضمن مباحث فرعی با تفصیل بیشتر در نکات هشتگانه بالا آمده است.

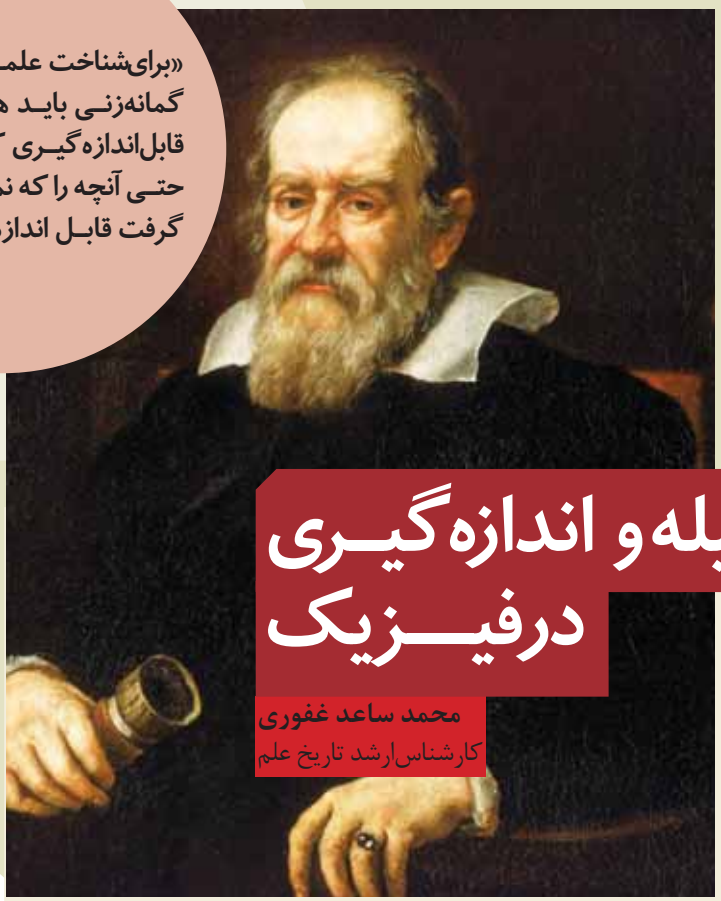
پی‌نوشت‌ها

۱. در سال ۱۳۹۶ ریاست وقت پردیس‌های استان تهران دانشگاه فرهنگیان (دکتر سبحانی) در جلسه‌ای غیررسمی پیشنهاد اصلاح سرفصل‌های درس فلسفهٔ معلمی را به اینجانب دادند. با توجه به تغییر سمت ایشان و قطع ارتباط اینجانب با دانشگاه فرهنگیان در مقطعی خاص این امر محقق نشد اما این پرسش برایم باقی ماند که یک سرفصل مطلوب برای فلسفه معلمی چگونه باید باشد.

۲. برنامهٔ درسی دورهٔ کارشناسی آموزش فیزیک (بازنگری شده ۱۳۹۵)، مجری معاونت آموزشی و تحصیلات تکمیلی دانشگاه فرهنگیان.

«برای شناخت علمی، به جای گمانه‌زنی باید هر چیز را قابل‌اندازه‌گیری کرد و کوشید حتی آنچه را که نمی‌توان اندازه گرفت قابل اندازه‌گیری نمود»

گالیلئو گالیله



گالیله و اندازه‌گیری در فیزیک

محمد ساعد غفوری
کارشناس ارشد تاریخ علم

اشاره

می‌دانیم که فیزیک علمی است که بر اندازه‌گیری و آزمایش پایه‌گذاری شده است و اگر کسی در این نکته شک کند باید در فهم علمی او شک کرد، ولی همیشه این‌گونه نبوده است. در فضای قرون وسطی و حتی بعد از آن، که سرشار از فرضیات فلسفی ارسطویی بود و تنها بحث در مورد وجود پدیده‌ها پذیرفته بود و نه در جزئیات آن‌ها، اهمیت دادن به آزمایش و روش‌های اندازه‌گیری پدیده‌ها، به‌عنوان پایهٔ علم و شناخت طبیعت. امری غریب بود. گالیله در چنین فضایی می‌زیست و طعم تلخ مخالفت با کلیسا را در دوران سخت کهولت و نابینایی چشید. در این مقاله به آثار این دانشمند بزرگ می‌پردازیم.

کلیدواژه‌ها: اندازه‌گیری در فیزیک، دوره آونگ، سقوط آزاد، نسبی بودن سرعت، قهرهای مشتری، تلسکوپ

حرکت آونگ حالت خاصی از سقوط اجسام بر اثر نیروی جاذبه است. هرگاه سنگی را رها کنیم در مسیری مستقیم به سوی زمین سقوط می‌کند اما اگر این سنگ به ریسمانی آویزان باشد پس از طی یک مسیری دایره‌ای به پایین می‌رسد

دوره آونگ به دامنه آن بستگی ندارد.

در غیاب هوا تمامی اجسام با سرعت یکسان سقوط می‌کنند.

گالیله و آونگ

گالیلئو گالیله در سن ۱۷ سالگی و به سفارش پدرش تحصیل در رشتهٔ پزشکی را در دانشگاه پیزا[1] شروع کرد. اما علم پزشکی نتوانست روح جست‌وجوگر وی را آرام سازد. او دل در گروی ریاضیات و فیزیک و علم تجربی داشت. مشهور است که گالیله یک‌بار هنگام شرکت در مراسمی مذهبی در کلیسای پیزا به شمعدان آویخته‌ای نگاه می‌کرد و دید که وقتی شمع‌های آن را روشن می‌کردند به نوسان در آمد اما این نوسانات رفته‌رفته، به‌دلیل وجود اصطکاک، کند شد و شمعدان از جنبش ایستاد. گالیله از خود پرسید: «آیا با کندشدن حرکت شمعدان، زمان هر نوسان کوتاه‌تر می‌شود؟ گفته‌اند گالیله از نبض خود به‌عنوان زمان‌سنج استفاده کرد و زمان هر بار رفت و برگشت شمعدان را اندازه گرفت و به نظرش آمد این زبان ثابت است. گرچه نمی‌توان صحبت روایت بالا را به سادگی پذیرفت اما می‌توان احتمال داد که گالیله در خانه با یک گلوله و مقداری نخ این آزمایش را انجام داده است.

گالیله درحالی‌که هنوز حرفهٔ پزشکی را دنبال می‌کرد، استفاده از این آونگ را به‌عنوان وسیله‌ای برای اندازه‌گیری نبض بیمار پیشنهاد کرد که در پزشکی آن زمان بسیار متداول شد؛ و البته این آخرین نقشی بود که گالیله در علم پرشکی ایفا کرد، زیرا مطالعه آونگ و دیگر وسایل مکانیکی مسیر فکری وی را به کلی تغییر داد و او به مطالعهٔ ریاضیات فیزیک و نجوم روی آورد. این را که زمان تناوب آونگ مستقل از دامنهٔ حرکتش است، بعدها نیوتن اثبات کرد ولی نمی‌توان سهم بسزای گالیله در بررسی این مسئله را نادیده گرفت.

گالیله و سقوط آزاد

حرکت آونگ حالت خاصی از سقوط اجسام بر اثر نیروی جاذبه است. هرگاه سنگی را رها کنیم در مسیری مستقیم به سوی زمین سقوط می‌کند اما اگر این سنگ به ریسمانی آویزان باشد پس از طی یک مسیری دایره‌ای به پایین می‌رسد و این زمان به جرم سنگ بستگی ندارد بنابراین گالیله نتیجه گرفت که اجسام سبک و سنگین احتمالاً با هم به زمین خواهند رسید. گالیله برای اثبات این موضوع دو گلوله یکی چوبی و دیگری آهنی را از بالای برج پیزا رها کرد و دید که این دو با هم به زمین رسیدند[2]

گالیلـه پـس از آنکـه نشـان داد، اگـر مقاومـت هـوا نباشـد، اجسـام بـا جرم‌هـای متفـاوت، هم‌زمـان سـقوط می‌کننـد به دنبـال آن بـود کـه تندی یک جسـم در حال سـقوط را در هر لحظـه اندازه‌گیـری کنـد. امـا از آنجا کـه گالیله نمی‌توانسـت بـا وسـیله‌های عـادی آن زمان ایـن اندازه‌گیری را انجـام دهد. برآن شـد که نخسـت نیروی جاذبـه را دقیق کنـد و این کار را زیرکانـه بـا به حرکـت درآوردن گلوله بر روی سـطح شـیب‌دار انجام داد.

هر چه شـیب یک سـطح بیشـتر باشـد گلوله تندتر می‌غلتد و در حالـت حـدّی کـه سـطح قائم اسـت سـقوط آزاد می‌کند و در امتـداد قائـم فـرو می‌افتـد. مشـکل اصلـی گالیلـه در آن آزمایـش چگونگـی اندازه‌گیـری مـدت زمانـی بـود کـه گلوله در آن مـدت مسـافت‌های مختلـف را طـی می‌کنـد. گالیلـه ایـن مشـکل را بـا بـه کار بـردن سـاعت آبـی حل کـرد که در آن قطره‌هـای آب در فواصـل زمانـی برابـر از تـه ظرفـی خارج می‌شـوند. بدیـن ترتیـب او مشـاهده کـرد کـه مسـافت‌های پیمـوده شـده در مـدت زمان‌هـای مسـاوی بـه نسـبت اعداد ۱و۳و۵و۷و۰۰۰ اسـت. اگـر شـیب سـطح بیشـتر می‌شـد مسـافت‌ها طـی شـده در واحـد زمـان هـم افزایـش می‌یافـت ولی نسـبت بین مسـافت‌ها، باز هـم همین اعداد بـود. از اینجا بـود کـه گالیله هوشـمندانه نتیجه گرفـت که این قانـون باید در مـورد حالـت سـقوط آزاد هم صـدق کنـد و همین‌طور هم بـود. نکتـه جالـب اینکه اگر مسـافت‌های طی شـده را نسـبت بـه شـروع حرکـت بررسـی کنیـم، در زمان‌هـای مسـاوی این مسـافت‌ها به‌صـورت زیـر خواهنـد بود:

$$۱,۱+۳,۱+۳+۵,,۱+۳+۵+۷,...$$

$$۱ \quad ۴ \quad ۹ \quad ۱۶$$

بدیـن ترتیـب گالیلـه قبـل از نیوتـن بـه رابطـهٔ $S=\frac{۱}{۲}gt^{۲}$ رسـید[۳]

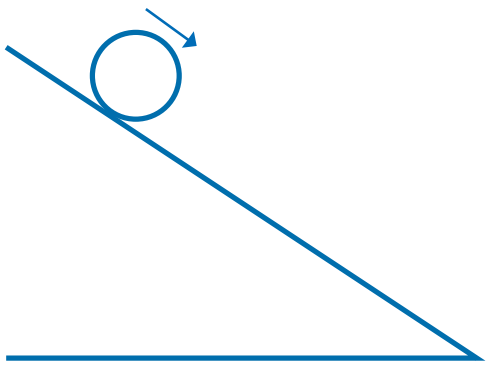
https://www.roshdmag.ir/u/1X9

گالیله و نسبی بودن سرعت

گالیلـه مسـیر بسـیار خوبـی را در پیـش گرفـت. او پـس از بررسـی سـقوط آزاد به بررسی پرتابه با سـرعت افقی پرداخت. شـاید به‌دلیـل آنکـه پرتابه‌هایـی کـه وی از بـالای سـطح شـیب‌دار رهـا می‌کـرد، پـس از حرکـت روی میـز، از روی میز به‌صـورت یک پرتابهٔ افقی روی مسـیر سـهمی شـکل به‌طرف زمیـن حرکـت می‌کردند.

هر چه شیب یک سطح بیشتر باشد گلوله تندتر می‌غلتد و در حالت حدّی که سطح قائم است سقوط آزاد می‌کند و در امتداد قائم فرو می‌افتد

آیا گالیله سکه و پر را از این برج رها کرد؟



سطح شیب‌دار، شتاب جاذبه را رقیق می‌کند.

گالیله که ریاضی‌دان بزرگی هم بود این حرکت را به درستی به دو نوع حرکت زیر تقسیم کرد:

۱. حرکت افقی با سرعتی ثابت (حرکت یکنواخت)

۲. حرکت قائم سقوط آزاد با سرعتی که متناسب با زمان افزایش می‌یابد (حرکت شتابدار)

گالیله علاوه بر بررسی حرکت پرتابی و به‌دست آوردن معادلهٔ مسیر پرتابه با کمک روابط هندسی پیچیدهٔ اقلیدسی، به نکتهٔ دقیق دیگری نیز توجه کرد و آن نسبیت در حرکت یا سرعت نسبی بود.

به‌عنوان مثال، اگر یک کشتی در حال حرکت باشد و از بالای دکل آن گلوله‌ای بدون سرعت اولیه رها شود. گلوله حرکت کشتی را نیز با خود به همراه خواهد داشت و همراه کشتی به حرکت افقی خود ادامه خواهد داد و بنابراین درست در زیر دکل به سطح کشتی برخورد خواهد کرد و این موضوع با منطق ارسطو در حرکت متناقض است.

گالیله این نکته را در یکی از کتاب‌هایش به نام *منظومهٔ بزرگ جهان (۱۶۳۲ م)* چنین بیان می‌دارد.

«وقتی در اتاق کشتی بودم صدبار از خود پرسیدم که آیا کشتی در حال حرکت است یا در حال سکون؟ یا تصور می‌کردم که دارد در مسیری مورد نظر من حرکت می‌کند حال آنکه بعداً فهمیدم در مسیری دیگر حرکت می‌کرده است» این واقعیت که در اتاق بستهٔ درون کشتی غیرممکن است با یک آزمایش مکانیکی معلوم کرد که آیا کشتی لنگر انداخته یا حرکت می‌کند به «اصل نسبیت گالیله» معروف است. در فیلم تفاوت حرکت دو پرتابه یکی با سرعت اولیه و دیگری بدون سرعت اولیه مشاهده می‌شود و این دقت گالیله را در آن روزگار نشان می‌دهد.

https://www.roshdmag.ir/u/1Xa

از طرف دیگر گالیله با آزمایش هوشمندانه‌ای نشان داد که جسم برای تداوم حرکت یکنواخت خود (اگر اصطکاک صفر باشد) نیاز به نیرو ندارد، و این نکته را قبل از نیوتن نشان داده بود. اینکه بعدها نیوتن گفت که «من بر شانهٔ غول‌هایی ایستاده‌ام» احتمالاً یکی از این غول‌ها گالیله بوده است. اطلاع از همهٔ فعالیت‌ها و مشارکت‌هایی که گالیله در پیشرفت علم مکانیک داشت برای نیوتن و جانشینان او امری ضروری و بنیادی بود.

https://www.roshdmag.ir/u/1Xb

گالیله و آسمان

بشر از دیرباز نگاه مشتاقانهٔ خود را به آسمان می‌دوخته است. چه بسیار انسان‌هایی که با یک نگاه به آسمان شیفتهٔ آن شده‌اند. به‌عنوان مثال تیکوبراهه در سال ۱۵۶۰م تنها با دیدن یک خورشیدگرفتگی به ستاره‌شناسی رو آورد و حدود سی‌سال رصدهای دقیقی را انجام داد؛ رصدهایی که دستیارش یوهانس کپلر توانست قوانین سه‌گانه مهم خود را بر اساس آن‌ها به‌دست آورد. گالیله هم شیفتهٔ آسمان پر ستارهٔ شب بود. از این رو وقتی شنید که یک هلندی وسیله‌ای ساخته است که دوردست‌ها را به نزدیک می‌آورد چون خودش طرز کار عدسی‌ها را می‌دانست توانست در مدتی کوتاه یک تلسکوپ بسازد و آن را به نمایش گذارد و از آن استفاده کند.

گالیله پس از نمایش تلسکوپ و برخورداری از مواهب مادی آن[۵]، بیش از پیش به آسمان نگریست.

خودش می‌نویسد «سطح ماه کاملاً صاف، بدون پستی و بلندی و کاملاً کروی نیست، آن چنان‌که دستهٔ بزرگی از فیلسوفان می‌پندارند. برعکس، پر است از گودال‌ها و برآمدگی‌ها؛ درست مانند زمین که هر جا، با کوه‌های بلند و دره‌های عمیق تنوع یافته است ...

زهره و عطارد بر گرد خورشید دوران می‌کنند چنان که دیگر سیارات ... سه شیء نورانی در نزدیکی سیارهٔ مشتری دیدم که دوتایشان در طرف شرق و دیگری در طرف غرب سیاره بود و هنگامی که پس از مدتی دوباره نگاه کردم هر سه در مغرب مشتری و نزدیک‌تر از شب قبل بودند ...»

کشفیات گالیله با استفاده از تلسکوپ صورت گرفت. او دلایل انکارناپذیری دربارهٔ درستی منظومهٔ جهانی کپرنیک به‌دست داد و همیشه با خشنودی از آن سخن می‌گفت. گالیله سرانجام با طعنه‌هایی که در کتاب‌های خود به ارسطو می‌زد و دفاعیاتی که از نظریهٔ خورشید مرکزی کپرنیک ارائه می‌داد خود را با کلیسا درگیر کرد[۶] که قصه‌اش معروف است.

گالیله استاد اندازه‌گیری بود. حدود چهل‌سال قبل از رومر (۱۷۱۰ ـ ۱۶۴۴م)، که سرعت نور را اندازه گرفت، او به همراه دستیارش سعی در اندازه‌گیری سرعت نور داشت ولی به‌دلیل نداشتن زمان‌سنج مناسب به این کار توفیق نیافت گالیله می‌نویسد «سرعت نور گرچه بسیار زیاد است ولی بی‌نهایت نیست» به و این نکتهٔ بسیار مهمی است که

گالیله استاد اندازه‌گیری بود. حدود چهل‌سال قبل از رومر (۱۷۱۰ ـ ۱۶۴۴م). که سرعت نور را اندازه گرفت، او به همراه دستیارش سعی در اندازه‌گیری سرعت نور داشت ولی به‌دلیل نداشتن زمان‌سنج مناسب به این کار توفیق نیافت

گالیله در حال نمایش تلسکوپ دست‌ساز خود.

حکایت از بینش عمیق گالیله نسبت به نور دارد.

در یک مناظره، گالیله این نظر را مطرح کرد که یخ و پاره‌ای اجسام دیگر به این دلیل روی مایع شناور می‌مانند که سبک‌تر از مایع هستند طرف مقابل موضع ارسطو را پیش کشید و گفت یک قطعه یخ نازک و مسطح به دلیل شکل خاصی که دارد در آب شناور می‌ماند. گالیله بنابر معمول استدلال خود را با نمایش مجهز کرد. وقتی او نشان داد که قطعه‌هایی از آبنوس، حتی اگر به شکل‌های بسیار نازکی باشند همواره در آب فرو می‌روند، در حالی که یک تودهٔ بزرگ نیز یخ در سطح آب باقی می‌ماند توانست طرف مناظره و حضّار را کاملاً مجاب کند[۷].

گالیله همچنین رابطهٔ بین بسامد یک زه کشیده شده را، با طول و نیروی کشش و چگالی آن، مطالعه و تشدید را بررسی کرد. او می‌نویسد «این هم مثالی برای روشن شدن طرح من ... در توضیح این مسئلهٔ جالب که چطور سیم گیتار یا کلاوسنی سیم دیگری را نه‌تنها در هم‌نوایی، حتی در اوکتاو (هشته) یا گنت (پنجه) ... به تشدید وا می‌دارد. به‌طوری که، هر گاه در کنارسازی مانند کلاوسن، نخ‌های ابریشمی یا هر مادهٔ نرم و لطیف دیگر ببندیم. با نواختن ساز، مشاهده می‌شود که بعضی از نخ‌ها به ارتعاش در می‌آیند؛ و این بستگی دارد به اینکه کدام نخ بسامدش با بسامد زه به ارتعاش درآمده می‌خواند. اگر در حالی که با آرشه روی سیم‌کلنت ویولا[۸] می‌کشند. لیوان ظریف و پاکیزه‌ای را به آن نزدیک کنیم. هنگامی که صدای سیم با صدای لیوان هم‌نوا[۹] شود لیوان به ارتعاش و تشدید در می‌آید[۱۰]»

مشاهده کردیم که آنچه در تمامی آزمایش‌های فوق مشترک بود نشان از عطش سیری‌ناپذیر گالیله در بیان اندازه‌گیری پدیده‌ها دارد. بنابراین مشخص می‌شود چرا تقریباً همهٔ فیلسوفان زمان گالیله به شدت با او مخالفت می‌کردند.

سپیده‌دم فیزیک نوین با گالیله آغاز می‌شود!

پی‌نوشت‌ها

1. Pisa

۲. تحقیقات تاریخی نشان می‌دهند چنین آزمایشی نیز انجام نشده و ساخته ذهنی خیال‌پرداز است.

۳. گالیله رابطه سرعت و شتاب و زمان را نیز به‌صورت v=at به‌دست آورد.

٤. گرچه هم تیکو براهه و هم کپلر نتایج کارهای خود را در خدمت پیشگویی و فال‌بینی هم قرار دادند.

۵. دو برابر شدن حقوقش و استاد مادام‌العمر شدنش.

۷ و٦. رجوع کنید به کتاب از گالیله تا هاوکینگ اثر ویلیام ه. کروپر ترجمه‌ای طوسی.

۸. ویولا (violes) ساز آرشه‌ای با سه یا چهار تار (ویولای دستی) با ٦ یا ۷ تا (ویولای کامپ) ویولا به اصطلاح جد ویلون یا ویلون سل‌های کنونی است.

۹. هم‌فرکانس

۱۰. رجوع کنید به سرگذشت فیزیک نوین، میشل بیزونسکی، ترجمهٔ لطیف کاشیگر.

آیا قانون اول نیوتن در حرکت، حالت خاصی از قانون دوم است؟

مهدی شیرزاد
کارشناس ارشد فیزیک

چکیده

در یک نگاه غیردقیق چنین به‌نظر می‌رسد، که می‌توان قانون اول نیوتن در حرکت را از قانون دوم نتیجه گرفت: گویی که قانون اول حالت خاصی از قانون دوم است. این پندار، حتی در بعضی متون نسبتاً معتبر بین‌المللی هم دیده می‌شود.

در این نوشتار خواهیم دید، بیان رایج قانون اول نیوتن در حرکت، مبتنی بر بدفهمی است. در واقع بدون بیان درست قانون اول، صورت‌بندی قانون دوم هم دچار اشکال خواهد شد. قانون اول، در واقع آزمونی برای تشخیص: «چارچوب لخت» است و این آزمون در اصل مبتنی بر تعریف دقیق نیرو است: اینکه ما دقیقاً چه چیزی را نیرو تلقی می‌کنیم.

کلیدواژه‌ها: قانون اول نیوتن در حرکت، قانون دوم نیوتن در حرکت، چارچوب لخت، نیروهای حقیقی، نیروهای مجازی

تاریخ علم: تاریخ بدعت‌ها

نظریه‌های بنیادین علمی معمولاً از یک نوآوری آغاز می‌شود و به یک تعصب ختم می‌گردد. در فیزیک، معمولاً نتایج نظری و دستاوردهای عملیِ نظریه‌ها چندان شگرف است که سبب عدم توجه دقیق به مبادی و مبانی پایه‌ای نظریه‌ها می‌شود. بعضی سؤالات فیزیک در مرز بین فیزیک، ریاضی محض و فلسفه قرار گرفته‌اند. نه دقیقاً داخل در حوزهٔ فیزیک هستند که در کلاس‌های رسمی فیزیک به آن‌ها پرداخته شود و نه آن‌قدر فلسفی هستند که در مباحث رسمی فلسفی یا فلسفه علم بتوان آن‌ها را مورد بررسی قرار داد.

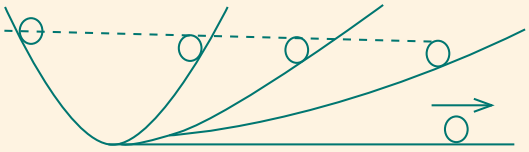
ارسطو می‌گفت هر متحرک در هر لحظه به محرکی خارجی احتیاج دارد وگرنه خواهد ایستاد. از نظر او تیری که در هوا پرتاب می‌شود، در هر لحظه‌ها هوا را از جلو به‌عقب می‌راند و همین هوای عقب رانده شده سبب می‌شود که تیر به جلو رانده شود، تا آنجا که مقاومت هوا بر نیروی پیکان غلبه کند و آن را از حرکت باز دارد.

از نظر ارسطو، حرکت در خلأ امری محال است چون باعث می‌شود، تندی متحرک بی‌نهایت شود. در واقع مدل حرکت برای ارسطو ارابه‌ای بود که با اسب‌ها کشیده می‌شود؛ یعنی هرجا اسب‌ها از کشیدن باز می‌ایستند، ارابه نیز بی‌حرکت می‌ماند.

گالیله، دکارت و نیوتن سه نابغهٔ بزرگ پس از رنسانس بودند که هر یک در بنای دانش مکانیک و فاصله گرفتن از ایده‌های کهن ارسطویی، سهم به‌سزایی برعهده گرفتند. آزمایش سطح شیب‌دار گالیله یکی از اولین کارهای تجربی او بود که اصل لختی یا اینرسی از آن متولد شد.

در این آزمایش، دو سطح شیب‌دار متصل به هم که هر دو با افق زاویه‌های مساوی ساخته‌اند قرار دارد.

از نقطه‌ای در بالای یکی از دو سطح، گلوله‌ای رها می‌شود. این گلوله با سرعتی که کسب می‌کند، روی سطح مقابل به اندازهٔ ارتفاعی که از آن پایین آمده است بالا خواهد رفت. حال اگر زاویهٔ سطح دوم به تدریج کاهش یابد، برای آنکه گلوله به ارتفاع اولیه برسد باید مسافت بیشتری را روی این سطح طی کند. گالیله با این آزمایش به این نتیجه رسید که اگر سطح دوم کاملاً افقی شود، می‌توان فرض کرد که گلوله پس از شروع حرکت، روی صفحهٔ افقی تا بی‌نهایت پیش خواهد رفت؛ چون هیچگاه به ارتفاع اولیه نخواهد رسید. البته او در این آزمایش فرض را بر این گذاشت که گلوله و صفحه نسبت به هم اصطکاکی ندارند و مقاومت هوا هم وجود ندارد.



لَختی: اصل، قانون یا تعریف؟

نیوتن در کتاب مشهور خود *اصول ریاضی فلسفهٔ طبیعی* همهٔ مباحث کتاب را بر سه اصل (آکسیوم) و هشت تعریف بنا می‌کند. اولین اصل همان است که امروزه به‌نام قانون اول نیوتن در حرکت معروف است و با این عبارت بیان می‌شود: هر جسم به حالت سکون و یا حرکت یکنواخت خود بر خطی راست، ادامه خواهد داد مگر آنکه به‌واسطهٔ نیرویی که بر آن وارد آید، حالت خود را عوض کند.

دقت کنید که در بیان بالا، منظور از «تغییر حالت» همان «تغییر سرعت» است، و می‌دانیم که هر نوع تغییر سرعتی (چه تغییر در تندی و چه تغییر در جهت حرکت) مستلزم شتاب است که به نیرویی خارجی نیاز دارد. تمایل اجسام به حفظ حالت موجودشان، غالباً با نسبت دادن خاصیتی به جسم به‌نام لَختی یا اینرسی، توضیح داده می‌شود.

آیا قانون اول نیوتن حالت خاصی از قانون دوم نیوتن است؟

در اینجا ما قانون اول نیوتن در حرکت را به N_1 و قانون دوم را با N_2 نمایش می‌دهیم. در میان فیزیکدانان این نظر شایع است که N_1 را حالت خاصی از N_2 تلقی می‌کنند. در واقع آن‌ها N_1 را متعلق به استاتیک (شتاب صفر) و N_2 را متعلق به دینامیک (شتاب ناصفر) می‌انگارند. ولی این صحیح نیست. این پندار نادرست حتی در بعضی کتاب‌های مقدماتی فیزیک هم دیده می‌شود. به متن زیر از کتاب معتبر Essential university physics توجه کنید:

Newton,s Second Law Includes The First Law as the Special Case $\vec{F}_{net} = \vec{0}$. In this Case, Equation $\vec{F}_{net} = m\vec{a}$ gives $\vec{a} = \vec{0}$. So on object's velocity doesn't change[1]

اکنون به متن زیر نیز از کتاب «فیزیک»، هالیدی ـ رزنیک ـ کرین» (ویراست پنجم) توجه نمایید:

نظریه‌های بنیادین علمی معمولا از یک نوآوری آغاز می‌شود و به یک تعصب ختم می‌گردد. در فیزیک، معمولا نتایج نظری و دستاوردهای عملی نظریه‌ها چندان شگرف است که سبب عدم توجه دقیق به مبادی و مبانی پایه‌ای نظریه‌ها می‌شود

Note that the First Law of motion appears to be Contained in the Second Law as a Special Case, for if $\sum \vec{F} = 0$ then $\vec{a} = 0$ In other words, if the resultant Force on a body is zero, the acceleration of the body is zero and the body moues with Constant velocity, as stated by the first Law. However, The First Law Has an independent and important role in defining inertial reference frome.without that definition, we would not be able to choose the fromes of reference in which to apply the Second Law. We Therefore need both Laws for a Complete systems of mechanics[۲].

اگر این نوشته را به دقت بررسی کنیم می‌بینیم که بیان اول نادرست و بیان دوم درست است.

منطق درست، فیزیک غلط:

شما بر پایهٔ قانون دوم نیوتن و بر پایهٔ یک استنتاج بدیهی منطقی می‌توانید بنویسید:

$$\vec{F}_{net} = 0 \Leftrightarrow \vec{a} = 0$$

دقت کنید که گزارهٔ بالا در یک گزارهٔ دو شرطی است و می‌توان آن را به‌صورت زیر بیان کرد:«شتاب جسم صفر است اگر و تنها اگر نیروی خالص وارد به آن جسم صفر باشد.»

ادعا می‌شود که بیان بالا همان قانون اول نیوتن است و در نتیجه قانون اول از قانون دوم قابل استنتاج است. ولی این درست نیست. گرچه استنتاج بالا، ایراد منطقی ندارد ولی اساساً قانون اول (N_1) گزاره‌ای شرطی (یا دو شرطی) نیست. قانون اول، به بیان دقیق کلمه، تعریف‌کنندهٔ یک چارچوب لخت است. بیان درست N_1 چنین است:

«اگر $f_{net} = 0$ و $\vec{v} = 0$ ؛ آنگاه شما در یک چارچوب لخت حضور دارید.»

نیروی حقیقی ـ نیروی مَجازی

البته می‌توان خیلی هم سخت نگرفت. ما می‌توانیم N_1 را تعریف‌کنندهٔ دستگاه لخت ندانیم. در این صورت می‌توان با معرفی نیروهای مَجازی در هر حالت، N_1 را حالت خاصی از N_2 تلقی کرد. در واقع اگر $-m\vec{a}$ و هر نوع نیروی وابسته به سینماتیک چارچوب را (مثل نیروی گریز ازمرکز) نیرو تلقی کنیم، آنگاه می‌توانیم N_1 را در N_2 مندرج بدانیم. ولی واقعاً چرا $m\vec{a}$ را نیرو تلقی نکنیم و خود را درگیر تعریف چارچوب لَخت کنیم؟ این پرسش خوبی است و در واقع اساسی‌ترین پرسش است. اول توجه کنید که گزارهٔ دو شرطی استنتاج شده از قانون دوم به‌صورت زیر بود: «شتاب صفر است اگر و تنها اگر نیروی خالص صفر باشد.»

گزارهٔ بالا می‌تواند صادق باشد بی‌آنکه شما در چارچوب لخت حضور داشته باشید.

اگر خوب دقت کنید، قانون N_1 ، آزمونی برای تشخیص چارچوب لَخت است. این آزمون واقعاً مبتنی بر تعریف دقیق نیرو است؛ با این توضیح که باید بدانیم دقیقاً چه چیزی را نیرو تلقی می‌کنیم؟ در حیطهٔ فیزیک کلاسیک، نیرو برهم‌کنشی دو جسم است که در نهایت به یکی از این چهار نیروی بنیادین طبیعت تحویل گردد:

- نیروی گرانشی
- نیروی هسته‌ای قوی
- نیروی الکترومغناطیسی
- نیروی هسته‌ای ضعیف

هر نیرویی (یا هر احساس نیرویی) که ناشی از برهم‌کنش دو جسم نباشد، هر چند که ما آن را به‌عنوان نیرو تلقی کنیم، مثل $-m\vec{a}$ ، نیروی گریز از مرکز، نیروی کوریولیس و ... درکاتالوگ نیروهای حقیقی داخل نمی‌شوند. در واقع قانون اول از آن حیث مهم است که فهرست نیروهای حقیقی در قانون دوم را مشخص می‌کند.

«اگر شما یک به یک همهٔ نیروهای حقیقی را تست کرده و با نبود آن‌ها، شتاب جسم را صفر اندازه بگیرید، آنگاه شما در یک چارچوب لخت هستید.»

حالا شما مجاز هستید قانون دوم را تنها و تنها با داخل کردن نیروهای حقیقی به‌کار ببرید.

اگر در چارچوب لَخت نباشید، دو حالت زیر امکان دارد:

۱. وجود شتاب علیرغم اینکه نیروها به ظاهر متوازن هستند .

۲. حرکت یکنواخت راست ـ خط، علیرغم اینکه نیروها به ظاهر متوازن نیستند.

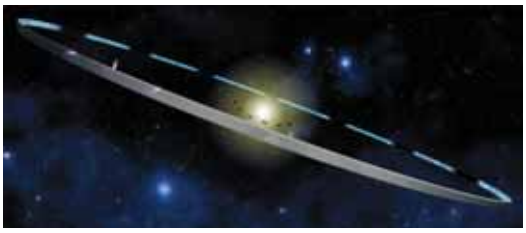
دقت کنید، وقتی در چارچوب لَخت هستید، هم برای دینامیک و هم برای استاتیک، فقط باید نیروهای حقیقی (یعنی فهرستی از نیروها که در نهایت به چهار نیروی بنیادین طبیعت ختم می‌شوند) داخل گردد. به‌علاوه توجه کنید که هم استاتیک و هم دینامیک هر دو مربوط به «قانون دوم نیوتن» هستند و ربطی به قانون اول نیوتن ندارند. در واقع قانون اول، امکانی فراهم می‌آورد که مادر قانون دوم (چه شتاب وجود داشته باشد و چه وجود نداشته باشد.) تنها نیروهای حقیقی را داخل کنیم. اگر شما در چارچوب لَخت نباشید، هنگام به‌کار بردن قانون N_2، علاوه بر نیروهای حقیقی به نیروهای مجازی هم نیاز دارید. این نیروها ناشی از برهم‌کنش یک جسم دیگر نیستند. دقت کنید که همهٔ چارچوب‌های لَخت، در نیروهای حقیقی توافق دارند ولی هر چارچوب نالَخت (شتاب‌دار خطی، شتاب دار دورانی، شتاب‌دار نوسانی یا ترکیبی از این‌ها) دارای نیروی مجازی خاص خود می‌باشد: (مثل نیروی مجازی $-m\vec{a}$ ، نیروی گریز از مرکز، نیروی کوریولیس و ...) تا بتواند قانون دوم نیوتن را به درستی اعمال کند. البته گاهی از سرناچاری و یا به دلایل کاربردی می‌توان برای اِعمال قوانین نیوتن

آزمایش سطح شیب‌دار گالیله یکی از اولین کارهای تجربی او بود که اصل لختی یا اینرسی از آن متولد شد

برای چارچوب متصل به کرهٔ زمین، اثراتِ فالَختی آن را با معرفی نیروهای گریز از مرکز، نیروی عرفی دورانی و نیروی کوریولیس کنسل کرد و چنان وانمودکرد که گویی در چارچوب لخت هستیم. این کار البته تمهیدی مهندسی است و با هدف غایی فیزیک که همانا یکپارچه نمودن نیروهای طبیعت است مغایرت دارد.

یک مثال: دو شخص A_1 و A_2 را در نظر بگیرید. A_1 جعبه‌ای را بر روی سطح زمین قرار می‌دهد و این جعبه هیچ شتابی ندارد. او نیروها را در چارچوب متصل به جعبه بررسی می‌کند. نیروی گرانش که مربوط به کرهٔ زمین است (و نیرویی بلند بُرد است) جعبه را به پایین می‌کشد و نیروی عمودی واکنش سطح، جعبه را به بالا هُل می‌دهد. این دو نیرو باید یکدیگر را خنثی کنند چون از دید A_1 شتابی وجود ندارد. دقت کنید که A_1 التفات چندانی به چارچوب لَخت و نالَخت ندارد و مسئله را صرفاً از دید مهندسی آنالیز می‌کند. در واقع او، همین‌که شتاب را صفر می‌بیند از دید مهندسی آنالیز می‌کند. در واقع او، همین‌که شتاب را صفر می‌بیند، انتظار دارد که نیروهای وارد بر جسم را هم متوازن اندازه بگیرد. ولی چه بسا او اصلاً در چارچوب لخت نباشد و چه بسا یکی از نیروها (مثلاً نیروی گرانش) اصلاً نیرویی حقیقی نباشد، بلکه به واسطهٔ حضور او در یک چارچوب نالخت به‌صورت نیرو حس می‌شود.

حالا فرض کنید A_1 بی‌آنکه خود بداند. بر روی یک دنیای خیلی بزرگ حلقه‌ای چرخان زندگی می‌کند. ساکنین این حلقهٔ چرخان خودشان نمی‌دانند در حال چرخش هستند و فکر می‌کنند دنیا دور آن‌ها می‌چرخند. برای ناظر A_2 که یک ناظر لخت است و خارج دنیای حلقه‌ای قرار دارد، به جعبه فقط یک نیروی حقیقی وارد می‌شود: یعنی همان نیروی واکنش عمودی سطح، همین نیرو، در واقع نیروی مرکزگرایی می‌شود که سبب شتاب جعبه به‌سوی مرکز دوران می‌گردد و جعبه را به حرکت دایره‌ای الزام می‌کند.



به علاوه تمام ناظرهای لخت دیگر هم با A_2 هم عقیده هستند. در واقع از دید A_2، مسئله جعبه بر روی حلقهٔ دوار یک مسئله دینامیک است نه یک مسئله استاتیک. از آن طرف برای A_1 که قانون N_1 را حالت خاصی از قانون N_2 می‌پندارد، نیروهای وارد بر جعبه، دو نیرو هستند و وضعیت برای او یک وضعیت تعادلی است و این مسئله را استاتیک می‌داند نه دینامیک. شاید از دیدگاه مهندسی، این تفاوت دیدگاه چندان مهم نباشد ولی از دید تحلیل فیزیکی، این نوع تحلیل دارای اشکالات مبنایی و کاربردی است.

اشکال مبنایی تحلیل ناظر A_1 این است که او یک نیروی مجازی (نیروی گریز از مرکز) را در واقع یک نیروی حقیقی گرانشی تلقی کرده است. در واقع مسئله استاتیک برای او به قیمت معرفی یک نیروی ناموجود تمام شده است. شاید این خیلی مهم نباشد ولی واقعاً این کار او، کاتالوگ نیروها را شلوغ می‌کند: نیروهایی که در نهایت به نیروهای بنیادین طبیعت ختم نمی‌شوند.

اما به یک مشکل کاربردی توجه کنید. فرض کنید ساکنان این دنیای حلقه‌ای چرخنده، بخواهند سفینه‌ای را به بیرون پرتاب کنند. آن‌ها در کمال شگفتی متوجه می‌شوند که با هر سرعتی (هر چقدر هم زیاد باشد) راکت نمی‌تواند از سیارهٔ آن‌ها با شوت مستقیم خارج شود. در واقع هرگاه که راکت را پرتاب می‌کنند، متوجه می‌شوند که این راکت به طرفی خم شده و مجدداً به سطح سیاره برخورد خواهد کرد. در واقع ناظر A_1 چاره‌ای ندارد که یک نیروی خاص برای نوع حرکت راکت، «فقط» وقتی که راکت پرتاب می‌شود معرفی کند. این نیرو، در واقع به هیچ نیروی حقیقی (وابسته به چهار نیروی بنیادین طبیعت) ملحق نمی‌شود. در این حالت، به این نیروی کذایی برای توصیف رفتار حرکت راکت پرتاب شده از دید ناظر A_1، «نیروی کوریولیس» می‌گویند. خب چرا تعصب بورزیم و این نیروی جدید را به فهرست نیروها، اضافه نکنیم؟ اضافه کردن این نیرو، به سیاههٔ نیروها دو ایراد دارد:

ë اولاً ⇐ این نیرو حاصل بر هم کنش راکت با هیچ جسمِ دیگری نیست.

ثانیاً ⇐ هر چارچوب نا لَخت دیگر، نیروی مجازی خاص خود را دارد و هر نیروی مجازی فقط داخل همان چارچوب نالَخت معتبر است و خارج آن محلی از اعراب ندارد. این رهیافت با دیدگاه خاص روش‌شناختی وحدت نیروها در تعارض است.

در مقابل، همهٔ ناظران لَخت، بیرون این دنیای حلقه، چرخان، توصیف واحدی برای نوع حرکت راکت دارند. به محض اینکه راکت سطح حلقه را ترک می‌کند دیگر هیچ نیرویی به آن وارد نمی‌شود و در امتداد خط مستقیم ادامهٔ حرکت خواهد داد. در این مدت حلقهٔ دایره‌ای هم کمی می‌چرخد و در نتیجه راکت به نقطه مقابل (که البته قبلاً کمی در طرف چپ راکت بود) برخورد می‌کند.

به نکته جالبی توجه کنید! مسئله تعادلی جعبه از دید A_1 یک مسئله استاتیک بود ولی از دید ناظر لخت A_2 یک مسئله دینامیک شد. در مقابل پرواز راکت از دید A_1 (با معرفی یک نیروی مجازی) یک مسئله دینامیک شد حال آنکه از دید ناظر لخت A_2 یک مسئله استاتیک است.

دقت کنید، وقتی در چارچوب لَخت هستید، هم برای دینامیک و هم برای استاتیک، فقط باید نیروهای حقیقی (یعنی فهرستی از نیروها که در نهایت به چهار نیروی بنیادین طبیعت ختم می‌شوند.)

پی‌نوشت‌ها

1. Essential - University - physics: Richard wolfson. Third Edition - p.73.
2. Krane - PhysicsHaliday - Sed - p. 43, 48.

پرسش‌های مفهومی از کتاب‌های نونگاشت فیزیک دبیرستان و عدم همگرایی پاسخ‌های دریافت شده

رسول گلستانه، مریم جامی‌الاحمدی
دبیران فیزیک شهرستان تربت جام
محمد نادری
دبیر فیزیک شهرستان خلخال

چکیده

در طول سالیان تدریس، ما همیشه شاهد بوده‌ایم که دانش‌آموزان درس‌خوان در پاسخ به سؤالات مفهومی فیزیک مشکل دارند و عموماً از این سؤالات استقبال نمی‌کنند. تمایل دانش‌آموزان بیشتر به پاسخ دادن به سؤالات تکراری و تستی است و این امر تا حدود زیاد متأثر از سایه‌ای است که آزمون ورودی دانشگاه‌های کشور و به دنبال آن آزمون‌های آزمایشی مؤسسات مختلف بر آموزش رسمی کشور انداخته است. رویکرد آموزشی تستی باعث شده تا مطالعه دانش‌آموزان و حتی معلمان در سراسر کشور از سطح کتب تست یا حل چند سؤال تستی فراتر نرود. ما در این مقاله سعی کرده‌ایم چند مورد سؤال مفهومی از مباحث کتب نونگاشت فیزیک دبیرستان مطرح کرده و تحلیل آن‌ها را هم انجام دهیم. در نهایت آمار پاسخ‌گویی جامعه نمونه‌ای از معلمان کل کشور را ارائه خواهیم داد.

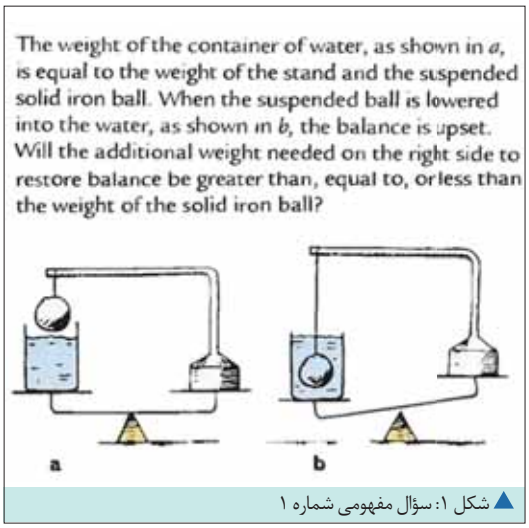
کلیدواژه‌ها: سؤالات مفهومی، دانش‌آموزان، معلم، آزمون ورودی

مقدمه

برای هر معلم مطالعه و تفکر در مورد مطالبی که آموزش می‌دهد بسیار حائز اهمیت است. مطالعه در چگونگی آموزش یک مفهوم باعث می‌شود تا درک عمیق‌تری نسبت به آن مفهوم داشته باشیم و این خود در بیان آن به زبان ساده برای دیگران کمک می‌کند. متأسفانه امروزه حاشیه‌ها و موانع مطالعه زیاد شده است؛ هم برای معلم و هم برای دانش‌آموز؛ ضمن اینکه از یک‌سو بدون مطالعه و پیگیری مطالب آموزشی، احتمال اشتباه در تحلیل موقعیت‌ها و سؤالات جدید زیاد خواهد شد و از سوی دیگر مطالعهٔ کتب مختلف باعث می‌شود تا ذهن مغشوش شود و شخص فرصت فکر و تحلیل موقعیت را پیدا نکند.

سؤال شماره ۱

این سؤال را دانش‌آموزان در کلاس درس پرسیدند و گفتند که توضیح آن را در کتاب کمک‌آموزشی، که این سؤال را حل نموده، خوانده‌اند ولی متوجه نشده‌اند. معلوم شد که این سؤال از کتاب فیزیک مفهومی، ویرایش دهم، نوشتهٔ پل چی هیوئیت انتخاب شده است [۱]. متن سؤال را به همراه شکل آن در ادامه آورده‌ایم.



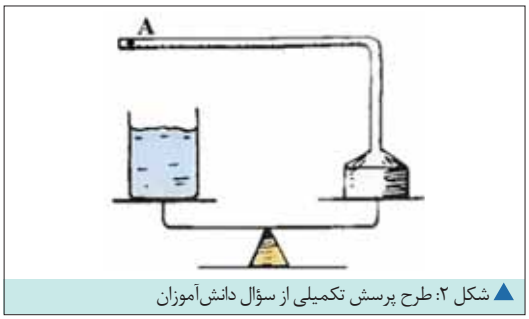
▲ شکل ۱: سؤال مفهومی شماره ۱

ترجمه سؤال: وزن ظرف آب در شکل a با وزن کفه و گلولهٔ توپر آهنی برابر است. وقتی گلولهٔ آویزان وارد آب شود مطابق شکل b تعادل ترازو به هم می‌خورد. توضیح دهید که وزنهٔ اضافی لازم در طرف راست برای بازگرداندن تعادل، آیا باید بزرگ‌تر، مساوی و یا کوچک‌تر از وزن گلولهٔ آهنی باشد؟

یکی از پاسخ‌هایی که در جواب این سؤال باید گفت این است که: در برابر نیروی شناوری وارد بر گلوله باید به وزن کفهٔ سمت راست اضافه شود. از آنجا که چگالی آهن بیش از دوبرابر چگالی آب است، پس وزن وزنه مورد نظر باید کمتر از وزن گلوله باشد.

ما از دل این سؤال پرسش زیر را مطرح کردیم و به دو گروه مجازی مختلف که یکی شامل معلمان فیزیک و دیگری غیر از معلمان فیزیک بود دادیم و از آن‌ها خواستیم تا در پاسخ‌گویی مشارکت کنند. نتایج پاسخ‌ها در نظرسنجی جالب توجه بود.

سؤال: در شکل زیر ترازو ابتدا در تعادل افقی قرار دارد. اگر در نقطهٔ A نیرویی به اندازهٔ ۸ نیوتن عمود بر میله به سمت پایین وارد کنیم، کفهٔ حاوی ظرف آب (F_1) به بالا می‌رود یا پایین می‌آید؟



▲ شکل ۲: طرح پرسش تکمیلی از سؤال دانش‌آموزان

درواقع ما اثر نیروی کشش نخ را که در سؤال اولیه مطرح بود حالا به گونه‌ای دیگر مورد پرسش قرار دادیم. پاسخ سؤال فوق این است که نیروی ۸ نیوتن به کفهٔ F_2 منتقل می‌شود که در نتیجه آن کفه پایین می‌رود و کفهٔ ظرف آب (F_1) بالا می‌آید.

▲ شکل ۳: گروه فیزیک دوازدهم با ۲۵۱۱ عضو

اما با توجه به نتایج نظرسنجی، پاسخ‌گویی همکاران فیزیک همگرایی نداشت و تقریباً ۵۰ درصد معلمان فیزیک پاسخ نادرست را داده بودند. همین پرسش در گروه غیر از معلمان فیزیک (معلمان زیست‌شناسی) گذاشته شده و نتایج زیر حاصل شد.

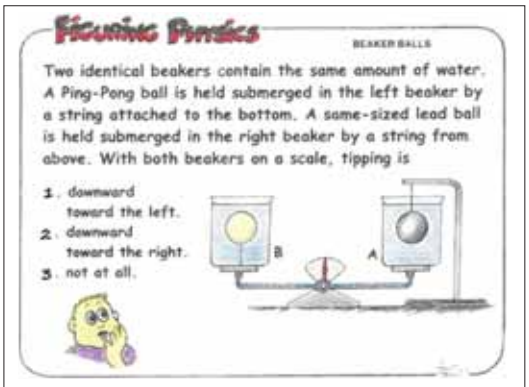
▲ شکل ۴: نظرسنجی در گروه زیست‌شناسی ایران با ۱۷۸۰ عضو

معلمان زیست‌شناسی به سؤال فوق بهتر از معلمان فیزیک پاسخ داده بودند، آن‌ها ۷۴ درصد پاسخ درست داده بودند در حالی‌که معلمان فیزیک ۵۱ درصد پاسخ درست داده بودند. تعداد افراد شرکت‌کننده در پاسخ‌گویی برای هر دو گروه فیزیک و گروه زیست یکسان بود. (۶۷ نفر)

نتایج فوق عجیب بود و نمی‌توانستیم بپذیریم که چرا پاسخ همکاران فیزیک به یک سؤال ساده و بدون محاسبات این همه واگراست.

رویکرد آموزشی تستی باعث شده تا مطالعه دانش‌آموزان و حتی معلمان در سراسر کشور از سطح کتب تست یا حل چند سؤال تستی فراتر نرود

سؤال شماره ۲



▲شکل ۵: سؤال شماره ۲ انجمن معلمان فیزیک آمریکا ـ مجله فیزیک نیچر

ترجمه سؤال: دو ظرف حاوی مقدار یکسانی آب هستند. یک توپ پینگ‌پنگ در زیر آب با نخ نازکی به ته ظرف B بسته شده است. در ظرف A نیز یک توپ فلزی هم‌اندازه با توپ پینگ‌پنگ توسط نخی به درون آب آویزان شده است. اگر ترازو را از حالت افقی رها کنیم انحراف ترازو به چه صورت است؟

۱. کفهٔ B پایین می‌رود.

۲. کفهٔ A پایین می‌رود.

۳. در حالت تعادل باقی می‌ماند.

پاسخ: پاسخ این سؤال با کمی فکر به راحتی معلوم می‌شود. یعنی سؤال پاسخی یکتا دارد که در ادامه پاسخ را ارائه خواهیم داد.

وزنی که کفهٔ B متحمل می‌شود برابر مقدار زیر است:

$$W_B = W_{\text{آب}} + W_{\text{ظرف}} + W_{\text{توپ}} \qquad (۱)$$

به همین صورت وزنی که کفهٔ A متحمل می‌شود برابر است با:

$$W_A = W_{\text{آب}} + W_{\text{ظرف}} + F'_b \qquad (۲)$$

اگر F_b نیروی شناوری وارد بر گلوله باشد F'_b عکس‌العمل آن است که از طرف گلوله به آب به سمت پایین وارد می‌شود. نیروی شناوری وارد بر توپ پینگ‌پنگ از وزن آن بیشتر است. ولی نیروی شناوری وارد بر گلوله و توپ یکسان است. از مقایسهٔ رابطه‌های (۱) و (۲) با یکدیگر می‌توان فهمید که کفهٔ A وزن بیشتری متحمل می‌شود. بنابراین کفهٔ A پایین می‌آید. تحلیل‌های دیگری هم برای رسیدن به پاسخ هست. فیلم این آزمایش در سایت یوتیوب موجود است.

اما با توجه به نتایج نظرسنجی، پاسخ‌گویی همکاران فیزیک همگرایی نداشتِ و تقریباً ۵۰ درصد معلمان فیزیک پاسخ نادرست را داده بودند

این سؤال را به‌صورت نظرسنجی در گروه‌های فیزیک استان‌های مختلف کشور قرار دادیم و از همکاران خواستیم تا پاسخ مورد نظر خودشان انتخاب کرده و از تحلیل سؤال تا اتمام نظرسنجی پرهیز کنند. ۲۳۸ نفر از کل کشور در پاسخ‌گویی مشارکت کردند که تنها ۴۰ درصد آنان پاسخ درست انتخاب کردند. از ۶۰ درصدی هم که پاسخ نادرست داده بودند ۴۵ درصد گفته بودند ترازو متعادل می‌ماند و ۱۵ درصد هم کفهٔ B را انتخاب کرده بودند!!

▲شکل ۶: نتایج نظرسنجی سؤال ۲

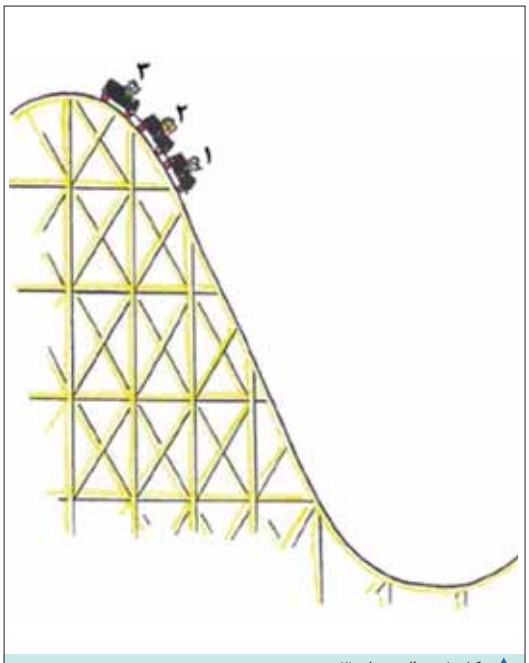
سؤال شماره ۳

سومین سؤال مفهومی که برای نظرسنجی در اختیار همکاران فیزیک گذاشتیم در مورد انرژی بود. فیزیک ۳ (سال دوازدهم) اشاره‌ای به تعریف مرکز جرم شده است. ما بر آن شدیم تا یک سؤال مفهومی از مبحث انرژی مکانیکی ارائه دهیم.

▲شکل ۷: تعریف مرکز جرم در کتاب فیزیک ۳
گاهی برای سادگی فرض می‌شود که همهٔ جرم یک جسم در یک نقطه به نام مرکز جرم جسم متمرکز شده است و به جای آنکه نیرو به قسمت‌های مختلف جسم وارد شود به این نقطه وارد می‌شود.

سؤال ۳. مطابق شکل ۸، سه واگن متصل به هم از روی ریل شیب‌دار با موتور خاموش در حال فرود به پایین یک دره هستند. تندی کدام واگن در هنگام عبور از **پایین‌ترین** نقطهٔ دره (۵) از بقیه بیشتر است. (اصطکاک صفر فرض شود)[۲]

۱. واگن شماره ۱
۲. واگن شماره ۲
۳. واگن شماره ۳
۴. تندی هر سه یکسان است.



▲شکل ۸: سؤال شماره ۳

پاسخ: باید توجه کنیم که تندی هر سه واگن در هر لحظه با هم برابر است، چون هر سه واگن به هم متصل هستند. بنابراین وقتی واگن شماره ۱ از ته دره در حال عبور است هر سه واگن دارای تندی V_1 و هنگامی که واگن شماره ۲ در حال عبور از ته دره می‌باشد تندی هر سه واگن برابر V_2 و هنگامی که واگن شماره ۳ در حال عبور از ته دره است تندی هر سه واگن برابر V_3 است. وقتی واگن‌ها به سمت پایین حرکت می‌کنند از انرژی پتانسیل هر سه واگن کم شده و به انرژی جنبشی آن‌ها افزوده می‌شود این کاهش انرژی پتانسیل زمانی بیشترین مقدار خواهد بود که مرکز جرم مجموعه در پایین‌ترین نقطه قرار بگیرد و آن لحظه‌ای است که واگن شماره ۲ در حال عبور از ته دره است. بنابراین در لحظهٔ عبور واگن شماره دو از ته دره سرعت واگن‌ها ماکزیمم است. به عبارتی می‌توان گفت تندی واگن شماره ۲ هنگام عبور از پایین دره از تندی بقیه واگن‌ها هنگام عبور از ته دره بیشتر است.

پرسش فوق را در گروه فیزیک جهت نظرسنجی قرار دادیم. باز هم جواب‌های همکارانی که در نظرسنجی شرکت کرده بودند عجیب بود! ۹۴ نفر در نظرسنجی ما شرکت کردند که فقط ۲۱ درصد همکاران فیزیک پاسخ درست داده بودند. یعنی ۷۹ درصد **پاسخ نادرست** داده بودند! بقیه همکاران هم نظری نداده بودند.

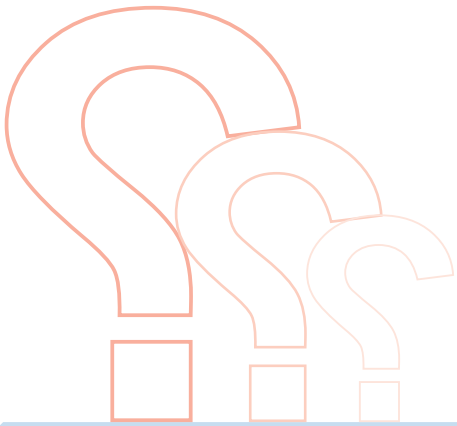
نتیجه‌گیری

در این قسمت قصد قضاوت دربارهٔ پاسخ‌های معلمان عزیز را نداریم ولی آنچه که به شدت در این سؤال و جواب‌ها حس می‌شود این است که ما معلمان (اول خودمان) نیاز به مطالعه و تأمل بیشتر در زمینهٔ تخصصی خود داریم. برای پاسخ‌گویی به سؤالاتی که مطرح شده بودند نیازی به کتب دانشگاهی و ریاضیات سنگین نبود زیرا سؤالات از دل مفاهیم سادهٔ فیزیک طرح شده بودند. پس چرا باز هم کیفیت پاسخ‌ها این‌گونه بود؟!

در هر صورت جای آموزش و یا تغییر در رویکرد آموزشی متولیان آموزش کشور در سطح کلان به روشنی احساس می‌شود. ما در ابتدا، در چرایی این وضعیت توضیح دادیم که شاید عوامل بازدارنده از مطالعه زیاد شده؛ شاید انگیزهٔ کافی برای مطالعه، برای یافتن پاسخ درست، برای فکر کردن در مورد سؤال و به‌روز شدن در ما وجود ندارد، شاید ...

در آخر پیشنهادی که اول به خود و در ادامه به همکاران عزیز داریم مطالعه است. مطالعه می‌تواند خواندن کتاب یا پیگیری یک مطلب در اینترنت و بحث با همکاران فیزیک در مورد یک موضوع به‌صورت هم‌افزایی باشد.

آنچه که به شدت در این سؤال و جواب‌ها حس می‌شود این است که ما معلمان (اول خودمان) نیاز به مطالعه و تأمل بیشتر در زمینهٔ تخصصی خود داریم



منابع
1. Conceptual Physics, Paul G. Hewitt, Addison Wesley, Year: 2009.
2. The Physics Teacher 56, 8(2016) https://doi.org/10, 1119/1, 4937962

مرکز اُپتیک از صفر شروع شد

گفت‌وگو با مهندس عاطفه عجمی مدیر آزمایشگاه مرکز اُپتیک جهاد دانشگاهی صنعتی شریف

گفت‌وگو: نصرالله دادار
عکاس: ابراهیم سیسان

از راست به چپ؛ احمدرضا اعرابی (سردبیر)، نصرالله دادار، عاطفه عجمی

اشاره

۳۲ سال پیش، زمانی که در کشورمان صنعت اُپتیک هنوز نمود چندانی نداشت و عمدتاً در دانشگاه‌ها و آن هم در رشته فیزیک واحدهایی برای درس اُپتیک ارائه می‌شد، عده‌ای عاشق و علاقه‌مند، به حسب نیازهای دفاع مقدس در جبهه‌ها و پشتیبانی رزمندگان، تأسیس مرکز اُپتیک جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی شریف را کلید زدند.

همه چیز تقریباً از صفر شروع شد؛ به‌طوری‌که، به گفتهٔ خانم عجمی این مرکز در آغاز راه فقط یک کامپیوتر داشت که همکاران به صورت نوبتی با آن کار می‌کردند. کار با طراحی قطعات خیلی ساده شروع شد و کم کم به طراحی‌های پیچیده رسید، تا جایی که مرکز ما امروز علاوه بر تأمین نیازهای دفاعی کشور، در زمینه‌های صنعتی، پزشکی و آموزشی نیز فعال است. خوب است بدانیم که مرکز دارای بخش‌های مختلفی مانند کارگاه ساخت قطعات اُپتیکی، کارگاه ساخت قطعات مکانیکی، آزمایشگاه اُپتیک، بخش توسعه و تحقیق و طراحی قطعات و سیستم‌های اُپتیکی و بخش لایه نشانی و میکرولیتوگرافی است و آزمایشگاه آن همکار سازمان استاندارد نیز هست.

اهمیت مرکز اپتیک دانشگاه صنعتی شریف ما را بر آن داشت تا همراه آقای احمدرضا اعرابی، سردبیر محترم مجلهٔ رشد آموزش فیزیک، به این مرکز برویم و با خانم مهندس عاطفه عجمی دربارهٔ چگونگی شکل‌گیری این مرکز و توسعهٔ آن به گفت‌وگو بنشینیم.

لازم به توضیح است که خانم مهندس عجمی عضو هیئت علمی جهاد دانشگاهی صنعتی شریف و مدیر آزمایشگاه مرکز اُپتیک است. ایشان دارای مدرک کارشناسی فیزیک و کارشناسی ارشد مهندسی صنایع بود. و ۳۳ سال است که در این مرکز مشغول فعالیت هستند.

é مرکز اُپتیک جهاد دانشگاهی صنعتی شریف چگونه و در چه زمانی آغاز به کار کرد؟

è زمانـــی که ما کار روی اُپتیک را شـــروع کردیم علم اُپتیک به گســـتردگی امروز نبود. ما هر چه در این حوزه یاد گرفتیم، خودمان یاد گرفتیم. البته در دانشـــگاه اُپتیک تدریس می‌شد ولـــی واحدهای آن خیلی کم بود و ما اُپتیـــک را در عمل یاد گرفتیم. زمان جنگ بود و براساس نیازهای دفاع مقدس ما کار روی اُپتیک را آغاز کردیم. به همین دلیل مجبور بودیم پشت پرده پاره‌ای از اقدامات را انجام دهیم که رزمندگان را در مقابل دشمن در جبهه‌های جنگ یاری کند.

این مرکز در سال ۱۳۶۵ تأسیس شد، یعنی حدود ۳۳ سال پیش. در ابتدا هم به نام «مرکز فیزیک» شکل گرفت. چون آن موقع رشته‌های دانشگاهی در مراکز جهاد دانشگاهی تأسیس می‌شد. مثلاً برق، فیزیک، مکانیک و ....

وقتی مرکز فیزیک شکل گرفت ما چند بخش داشتیم: یک بخش به نام آکوســـتیک، یک بخش به نام لیزر، یک بخش به نام اُپتیک و یک بخش هم به نام حرارت و ترمودینامیک.

در هر یک از این بخش‌ها سه یا چهار نفر، که بعضی از آن‌ها متخصـــص هم نبودند کار می‌کردند. یک مقدار که جلو رفتیم دیدیم بهتر است تخصصی‌تر شویم و عده‌ای از بچه‌ها فقط روی اُپتیک کار کننـــد. بنابراین افرادی که تخصص آن‌ها به اُپتیک نمی‌خورد رفتند و ما متمرکز شدیم روی اُپتیک. با خرید یک ســـری تجهیزات که از خارج آمده بود ساخت قطعات اُپتیکی را شروع کردیم. اکنون کارگاه‌ها و بخش‌های ما گسترش پیدا کرده و از قطعه‌ســـازی وارد سیستم‌سازی شده‌ایم و کارگاه‌ها و آزمایشـــگاه‌های مختلف در کنار کارمان شکل گرفته است. در واقع الآن به جایی رســـیده‌ایم که داریم در بخش‌های اُپتیک، فتونیک، الکترواُپتیک و اپتومکانیک کار می‌کنیم.

https://www.roshdmag.ir/u/1Xc

é چه ضرورتی موجب شـــد که به صورت تخصصی و مستقل فقط روی اُپتیک کار کنید؟

è نیروهایی کـــه در آن زمان در مصدر کار بودند، شـــاید به خاطر ارتباطاتی که با مسئولان کشور و دفاع مقدس داشتند، احساس نیاز می‌کردند روی اپتیک کار کنند.

فراموش نمی‌کنـــم اولین پروژه‌های نظامی که در آن زمان کار می‌کردیم، **پریســـکوپ** بود که در جبهه و جنگ به آن خیلی نیاز داشـــتند. در اینجا لنزهای آن ســـاخته می‌شد و لوله‌های مناسب که خراب می‌شدند، باید درست می‌شدند.

یعنی ما کارها را براســـاس نیازهای آن زمان که جنگ بود شـــروع کردیم. در آن زمان، من خودم در بخش حرارت‌های ترمودینامیک کار می‌کردم.

زمان جنگ بود و براساس نیازهای دفاع مقدس ما کار روی اُپتیک را آغاز کردیم. به همین دلیل مجبور بودیم پشت پرده پاره‌ای از اقدامات را انجام دهیم که رزمندگان را در مقابل دشمن در جبهه‌های جنگ یاری کند

دستگاه پولیش عدسی

گروهی هم داشـــتیم به نام گروه شیمی که روی طراحی عایق موشک کار می‌کرد. این گروه مثلاً می‌خواستند بدانند که آیا فلان ماده از نظر اصول فیزیک شـــرایط لازم را برای عایق موشک دارد یا نـــه؛ و ما در بخش حرارت ترمودینامیـــک این پژوهش را انجام می‌دادیم تا ببینیم آیا ماده‌ای کـــه تولید کرده‌اند خواص فیزیکی لازم را برای عایق موشک دارد یا نه. اما به تدریج همهٔ بچه‌ها روی اُپتیک متمرکز شدند و همان‌طور که گفتم عده‌ای ماندند و عده‌ای هم که رشته تخصصی‌شان به اُپتیک نمی‌خورد از ما جدا شدند.

é پس ضرورت اولیه کار شما نیازهای دفاع مقدس بود. بعد از آن، یعنی پس از جنگ، براساس چه ضرورت‌هایی کارها را ادامه دادید؟

è آن زمان ما همکاری به نام آقای اقتصادی داشتیم. آقای اقتصادی خیلی علاقه‌مند بود که یک پایه و اساس قوی برای اُپتیک در ایران به وجود بیاورد. همان علاقه‌مندی او بود که موجب شد این بخش بیشتر تقویت شـــود و بخش‌های دیگر به مرور زمان کنار گذاشته شـــود. در واقع از آن پس، خارج از نیازهـــای دفاعی، ما اُپتیک را همچنان ادامه دادیم.

اول ســـراغ طراحی رفتیم و نرم‌افزارهای طراحی را تهیه و مطالعه کردیم. یک کامپیوتر در آن زمان بیشتر نداشتیم که نوبتی با آن کار می‌کردیم و برنامه‌نویسی را انجام می‌دادیم. از طراحی قطعاتِ خیلی ساده شروع کردیم تا به طراحی پیچیده رسیدیم. الآن تقریباً می‌توانم بگویم که ما در طی این سال‌هایی که در اینجا فعالیت داشته‌ایم، در همهٔ زمینه‌ها، چه صنعتی و چه پزشکی و چه آموزشی، هم سیستم ســـاخته‌ایم و هم قطعه. مثلاً یکی از چیزهایی که برای بخش‌های آموزشی ساختیم کیت و میکروسکوپ اُپتیکی بود.

سفارش‌های اولیه را هم آموزش‌وپرورش به ما داد. الآن کیت‌ها و میکروسکوپ‌های ما در بسیاری از مدارس آموزش‌وپرورش موجود است. با بخش‌های دیگر کشور هم، اعم از نظامی، صنعتی، خدماتی و ... در ارتباط بودیم.

مثلاً در بخش صنعت، اولین باســـکول نوری، یا همان اُپتیکی را ما درســـت کردیم. در باسکول نوری بدون اینکه بار یک کامیون را خالی کنند روی باسکول می‌رود و مقدار بارش اندازه‌گیری می‌شود. در بخش‌های پزشکی و نظامی هم که جای خودش را دارد.

ورود صنایع اُپتیک به ایران موجب شد که کم کم همهٔ بخش‌ها به آن نیاز پیدا کنند، در نتیجه ما هم آن را مرتب گســـترش دادیم تا به جایی رسیدیم که الآن همهٔ بخش‌های الکترونیکی ما تبدیل به نور می‌شود و الکترونیک، فتونیک می‌شود.

شـــاید در اوایل برای خود ما هم اهمیت اپتیک روشن نبود ولی وقتی جلوتر رفتیم دیدیم که خیلی از دستگاه‌هایی که در فیزیک استفاده می‌کنیم پایه‌اش اُپتیک است.

ما جهت تقویت این مرکز تجهیزات مورد نیاز را از آلمان آوردیم و کارگاه‌هایمان را مجهز کردیم و در کنار آن، تجهیزات اندازه‌گیری را

یک نمونه اسفرومتر برای تعیین مشخصات عدسی

ورود صنایع اُپتیک به ایران موجب شد که کم کم همهٔ بخش‌ها به آن نیاز پیدا کنند، در نتیجه ما هم آن را مرتب گسترش دادیم تا به جایی رسیدیم که الآن همهٔ بخش‌های الکترونیکی ما تبدیل به نور می‌شود و الکترونیک، فتونیک می‌شود

یک نمونه رتیکل ساخته شده در این مرکز

هم خریداری کردیم. در حال حاضر ما هم دستگاه‌های اندازه‌گیری مکانیکی داریم و هم دستگاه‌های اندازه‌گیری اُپتیکی. کاربرد این دستگاه‌ها این است که هنگام تولید باید از روش‌های مکانیکی مثل ضخامت‌سنج، و اپرومتریک برای اندازه‌گیری استفاده کنیم ولی بعد که قطعه به صورت کامل ساخته شد، از روش‌های اُپتیکی آن را دقیقاً اندازه‌گیری کنیم. ما یک بخش طراحی داریم: که به آن (R&D) می‌گوییم. ما از قطعه‌سازی کم‌کم تبدیل به یک سیستم شده‌ایم. اول قطعات را طراحی می‌کنیم و سپس در کارگاه‌ها آن‌ها را می‌سازیم. در کنار کارگاه اُپتیک ما یک کارگاه مکانیک داریم. در اینجا مکانیک ملازم اُپتیک است. همهٔ توری‌هایی که ما می‌سازیم، توری‌هایی هستند که به صورت مکانیکی باید ساخته شوند و با آن‌ها قطعات اُپتیکی را می‌سازیم. در کنار این کارگاه، آزمایشگاه اُپتیک را داریم و در کنار آن یک آزمایشگاه الکترونیک هم داریم.

https://www.roshdmag.ir/u/1Xd

é به طور کلی این مرکز از چه بخش‌هایی تشکیل شده است؟

è این مرکز از پنج بخش به شرح زیر تشکیل شده است:

۱. کارگاه ساخت قطعات اُپتیکی

۲. کارگاه ساخت قطعات مکانیکی

۳. آزمایشگاه اُپتیک

۴. بخش توسعه و تحقیق و طراحی قطعات و سیستم‌های اُپتیکی (R&D)

۵. بخش لایه نشانی و میکرولیتوگرافی

é اشاره‌ای داشتید که شما در سه بخش صنعتی، پزشکی و آموزشی فعال هستید. به‌طور مشخص در بخش آموزشی چه کارهایی کرده‌اید یا می‌کنید؟

è در بخش آموزشی، روی تولید کیت و میکروسکوب، به سفارش آموزش‌وپرورش، کار کردیم. خیلی از مدارس بخصوص مدارس غیرانتفاعی هم تعداد زیادی از این کیت‌ها را خریدند و حتی خود دانشگاه‌ها هم خریدار این کیت‌ها شدند. این‌ها محصولات ما برای مراکز آموزشی است.

از موارد دیگری که در بخش آموزشی کار می‌کنیم، بیشتر در بخش‌های دانشجویی است. بعضی دانشجویان قطعات خاصی برای پایان‌نامه‌هایشان نیاز دارند که ما تولید می‌کنیم. در جشنواره‌ها هم از قطعات این مرکز استفاده می‌شود. برای جشنواره‌های دانش‌آموزی هم ساخته‌های ما خریداری می‌شود و ما به سفارش آن‌ها قطعاتی ساخته‌ایم و حتی برای اینکه این قطعات ارزان‌تر برایشان تهیه شود پیشنهادهایی به آن‌ها داده‌ایم و این قطعه با توجه به شرایطی که دارد، به نمونه شما بهتر می‌خورد. ما در طراحی‌های اولیه به هر کس که مراجعه می‌کرد، از جمله به دانشجویان، کمک می‌کردیم و به آن‌ها مشاوره می‌دادیم تا بهتر بتوانند مشکلشان را حل کنند.

میکروسکوپ نوری در آزمایشگاه میکرو الکترونیک

از موارد دیگری که در بخش آموزشی کار می‌کنیم، بیشتر در بخش‌های دانشجویی است. بعضی دانشجویان قطعات خاصی برای پایان‌نامه‌هایشان نیاز دارند که ما تولید می‌کنیم

دستگاه لنزومتر برای اندازه‌گیری توان دیوپتوی عدسی که در این مرکز ساخته شده است

نباشد لازم نیست بیاورند تا ما آن‌ها را مورد ارزیابی قرار دهیم. به جز این همکاری با سازمان استاندارد، خیلی از افرادی هم که در داخل روی قطعات اُپتیکی کار می‌کنند، برای تأیید شدن کارهایشان به اینجا مراجعه می‌کنند

دستگاه برش شیشه

é شما برای مدارس، به جز تولید کیت و میکروسکوپ، چه کارهای دیگری انجام داده‌اید؟

è البته آن کار ادامه پیدا نکرد، چون سیاست آموزش‌وپرورش بر حذف آزمایشگاه‌ها قرار گرفت و آزمایشگاه‌ها حذف شد و دوباره همهٔ درس‌ها تئوری شد! بنابراین با حذف آزمایشگاه‌ها، کار ما هم برای مدارس متوقف شد وگرنه ما دنبال این بودیم که کارمان را توسعه بدهیم. مثلاً کیت‌ها را می‌توانستیم لیزری کنیم یا به آن‌ها فیلترهای تداخلی اضافه کنیم، ولی متأسفانه وقتی سیاست آموزش‌وپرورش عوض شد، این کارها متوقف شد.

البته کارهای دیگری هم الآن برای مدارس انجام می‌دهیم و آن مربوط به بازدیدهای دانش‌آموزی از همین مرکز است. مدارس به ما نامه می‌دهند و دانش‌آموزانشان را به صورت گروهی و هر تعدادی که خودشان مشخص می‌کنند، مخصوصاً دانش‌آموزان سال آخر دبیرستان را، برای بازدید از مرکز به اینجا می‌آورند. این کار به دانش‌آموزان خیلی دید می‌دهد.

مثلاً از بازار کاری که در آینده با آن روبه‌رو می‌شوند آگاهی پیدا می‌کنند. آن‌ها در مدرسه اُپتیک می‌خوانند، ولی نمی‌دانند بازار کارش چیست، ولی اینجا که می‌آیند بازار کار اینجا را می‌بینند و با توانمندی‌های اینجا آشنا می‌شوند. مثلاً بعضی از آن‌ها علاقه نشان می‌دهند که اگر وارد دانشگاه شریف شدند بیایند و با مرکز اُپتیک همکاری کنند.

é اگر دانش‌آموزان بخواهند برای ساخت یک لنز خاص یا تولید یک برنامهٔ خاص از شما مشورت بگیرند امکان این کار وجود دارد؟

è البته که کمکشان می‌کنیم. مثلاً دانش‌آموزی می‌آید اینجا و می‌گوید: من می‌خواهم یک تلسکوپ بسازم. ما برایش توضیح می‌دهیم که تلسکوپ از دو قسمت تشکیل شده است و باید این کارها را بکنید. یا مجلهٔ نجوم را به او معرفی می‌کنیم و می‌گوییم این مجله را بخوان. بعد برای شروع کار، به او می‌گوییم که می‌توانی این‌طور شروع کنی. مثلاً اول از لوله پولیکا شروع کنید یا ...

دانش‌آموزان علاقه‌مند زیاد هستند. بعضی اوقات آن‌ها با خانواده‌هایشان می‌آیند اینجا و ما آن‌ها را راهنمایی می‌کنیم و قطعه‌ها را هم در اختیارشان قرار می‌دهیم و آن‌ها وسیله‌ای را که می‌خواهند می‌سازند و می‌آورند به ما نشان می‌دهند.

https://www.roshdmag.ir/u/1Xe

é شما با سازمان استاندارد هم همکاری دارید؟

è بله. ما «آزمایشگاه همکار سازمان استاندارد» هم هستیم. در سال ۸۴ سازمان استاندارد به ما اعلام کرد که ما در زمینه محافظ‌های شخصیِ چشم، که همهٔ آن‌ها

از خارج وارد می‌شود، مثل عینک‌های لیزری، عینک‌های جوشکاری یا عینک آفتابی که خیلی هم استفاده می‌شود، هیچ متولی در کشـــور نداریم و همهٔ این‌ها غیر استاندارد اســـت. به همین دلیل مسئولان آن سازمان از ما خواستند که ما آزمایشـــگاه آن‌ها شـــویم و واردات را در این بخش کنترل کنیم. از آن زمان تاکنون اجازهٔ ورود این نوع کالاها به کشور باید به تأیید آزمایشگاه ما برسد. بنابراین این‌طور نیســـت که به راحتی مجوز ورود این نوع کالاها به کشور بدون تأیید آزمایشگاه ما داده شود. البته آن‌ها در ابتدا از ما خواســـتند که علاوه بر مطالعهٔ شرایط استاندارد جهانی در این زمینه، تجهیزات کامل برای انجام این کار را فراهم کنیم تا از نظر سیستمی و از نظر فنی شرایطش را داشته باشیم. ما قبول کردیم و تقریباً از ســـال ۸۴ تاکنون، یعنی حدود ۱۴ سال است که همکار سازمان استاندارد هستیم و آن‌ها ســـالی یک‌بار برای ممیزی به اینجا می‌آیند و گواهی‌نامهٔ ما تمدید می‌شود. عدسی‌های طبی و محافظ‌های صنعتی تولید داخلی را هم داریم، ولی بقیه چیزها وارداتی است.

آن وســـایلی و تجهیزاتی را که ما تأیید کنیم اجازهٔ ورود به کشـــور را پیدا می‌کنند و اگـــر تأیید نکنیم باید به مبدأ خودش برگشت داده شود.

باید توجه داشـــته باشیم که ما فقط کالاهایی را که وارد گمـــرک می‌شـــوند، و کنترل آن‌ها اجباری اســـت، از نظر اســـتاندارد، مورد بررســـی و ارزیابی قرار می‌دهیم. اگر به «کنترل اجباری» نیاز نباشد لازم نیست بیاورند تا ما آن‌ها را مورد ارزیابی قرار دهیم. به جز این همکاری با ســـازمان اســـتاندارد، خیلی از افرادی هم که در داخل روی قطعات اُپتیکی کار می‌کنند، برای تأیید شدن کارهایشان به اینجا مراجعه می‌کنند و ما در اینجا کارهای آن‌ها را مورد ارزیابی قرار می‌دهیم و براســـاس مشخصاتی که ارائه می کنند، به آن‌ها گواهی و تأییدیه می‌دهیم که قابل ارائه به دستگاه‌ها و سازمان‌های دولتی و جاهای دیگر است.

é ضوابط و شرایط شما برای اجازهٔ بازدید و استفادهٔ معلمان و دانش‌آموزان از مرکز اُپتیک چیست؟

è ضوابط سخت یا خیلی خاصی نداریم. معلمان و دانش‌آموزان و مدیـــران مـــدارس می‌توانند بـــرای بازدیـــد از این مرکز، درخواســـت‌های خود را به صورت کتبی برای مرکز ارســـال کننـــد و تعداد بازدیدکنندگان را هم مشـــخص کنند. چون ظرفیت ما برای بازدید دانش‌آموزان و معلمان، ظرفیت معینی اســـت (حدود ۲۰ نفر در دو گروه ۱۰ نفره). ما پس از بررسی درخواست‌ها زمان بازدید را برای آن‌ها مشخص می‌کنیم.

é خانم عجمـــی، از این گفت‌وگو و اطلاعاتی که در مورد مرکز اُپتیک در اختیار ما و مجله رشد فیزیک قرار دادید سپاسگزاریم و از شما تشکر می‌کنیم.

گواهینامه تایید صلاحیت - آزمایشگاه همکار

به استناد روش اجرایی "تایید صلاحیت و نظارت بر عملکرد آزمایشگاههای آزمون و کالیبراسیون" به شماره مبرک ۱۱۱/۲۰۸، آزمایشگاه اپتیک جهاد دانشگاهی صنعتی شریف به شناسه ملی ۱۴۰۰۱۹۰۴۰۰۱ برای انجام آزمونهای مشروحه زیر تایید می‌گردد

عنوان محصول/آزمون	استاندارد (ضوابط مورد تایید سازمان)
عینک آفتابی (به جز مقاومت به ضربه)	ISIRI 12226, INSO 20308-1
عینک ایمنی	ISIRI 8904
عینک تست (به جز آزمون لنز ISIRI)	ISIRI 12835 , BS 5883
قطعات اپتیکی در ناحیه مرئی و فروسرخ نزدیک:	MIL-PRF-13830 B
لاه میکروسکوپ	ISIRI 6397-1 , 6397-2
عدسی طبی کار شده مونتاژ (به جز ضریب شکست عدسی عینک فتوکرومیک و مقاومت به ضربه)	ISIRI 3967 , 8715-1 , 8715-2 , 8715-3 , 8715-4
عدسی طبی تمام تکان	ISIRI 3965, INSO 3470-2
عدسی طبی تمام تکان دید و چند کانون	ISIRI 3970, INSO 3970-1
مواد عدسی طبی (به جز ضریب شکست فتوکرومیک)	ISIRI 3969
عدسی طبی اصلاحی تک دید کار شده	ISIRI 3916, INSO 8715-1
عینک های مخصوص موتور سواری (به جز مقاومت در برابر نفوذ و مقاومت در برابر آسیب سطحی ذرات ریز)	BS EN 1938
عینک محافظ صنعتی (به جز آزمون مقاومت در برابر نفوذ ذرات ریز)	ISIRI 12869 , 12866, EN 166
عینک های محافظ چشم در برابر لیزر (به جز آزمون پایداری در برابر نفوذ ذرات ریز)	ISIRI 13490 EN208
محافظ جوشکاری (به جز آزمون عایق الکتریکی)	ISIRI 13495 , ISO 4849
لنز عینک طبی	EN 175 , EN 169 , EN 379, ISO 12870
اپتیک بینایی - ویژگی های عینک های تک دید آماده برای استفاده مستقیم	ISIRI 12434

محمود رضا طاهری
مدیر کل

ندکر:
۱- مدت اعتبار این تاییدیه ۵ از تاریخ صدور سه سال می‌باشد.
۲- داشتن این تاییدیه رافع مسئولیت‌های حقوقی و جزائی دارنده آن نمی باشد.
۳- رعایت شاخصه همکاری با سازمان ملی استاندارد ایران الزامی است.
هر موردی که آزمون در زمینه تغییر ماهیت داشته و استاندارد مشخصی برای آن وجود نداشته باشد از ضوابط فنی مربوطه از نمونه های تعریف شده استاندارد یا قبول کتاب مقررات مشارکت و واردات استفاده می شود.

معلمان و دانش‌آموزان و مدیران مدارس می‌توانند برای بازدید از این مرکز، درخواست‌های خود را به صورت کتبی برای مرکز ارسال کنند

اندازه‌گیری شعاع انحناء عدسی با استفاده از اسفرومتر

آموزش فیزیک با دست خالی

افشین خدابخش
دبیر دبیرستان‌های تهران

چکیده

می‌دانیم فیزیک علمی است که تا اندازهٔ بسیار زیادی براساس آزمایش پایه‌گذاری شده است و این از مزایای مهم این علم است. معمولاً ما بهترین روش تدریس را حالتی تصور می‌کنیم که دانش‌آموزان به همراه دبیر خود در آزمایشگاهی مجهز در حال آزمایش هستند. البته می‌دانیم که تجهیز آزمایشگاه بسیار هزینه‌بر است. اما بسیاری از آزمایش‌ها هست که چندان هزینه‌بر نیست ولی می‌توان در کلاس انجام داد و به عبارت دیگر آزمایشگاه را به کلاس برد.

اخیراً با کارهای چند معلم هندی آشنا شدم که آزمایش‌های فیزیک را با حداقل امکانات انجام داده و بسیاری از وسایل آزمایش‌ها را با اشیای دورریز ساخته و با خود به کلاس درس برده بودند. این کار به غیر از آنکه هیجان‌انگیز است، برای دانش‌آموزان بسیار راه‌گشاست و به آن‌ها می‌آموزد که بسیاری از مشکلات راه حلی ساده دارند. در این مقاله و انشاالله مقالات آینده به معرفی کارهای این گروه خواهم پرداخت و امیدوارم الگوی خوبی برای همکاران باشد. ما بسیاری از این فعالیت‌ها را سر کلاس درس با کمک دانش‌آموزان انجام داده و حتی نکاتی به آن‌ها افزوده‌ایم[1].

کلیدواژه‌ها: موتور الکتریکی، شیرهای یک‌طرفه، خاصیت موئینگی، تارهای مرتعش

۱. ساخت موتور الکتریکی ساده و ارزان

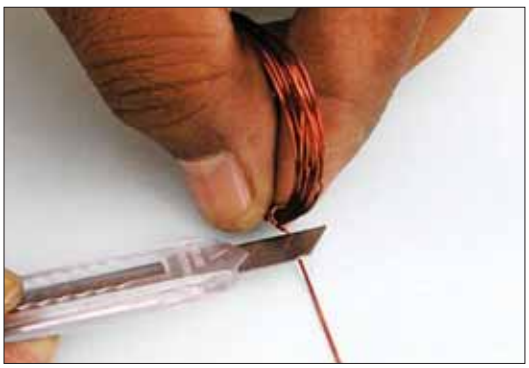
شاید کسی باور نکند که می‌توان با کمک یک باتری بزرگ ۱/۵ ولتی، دو عدد سنجاق، یک آهن‌ربا و مقداری سیم روکش‌دار یک موتور الکتریکی ساخت. (شکل ۱)

▲ شکل ۱: لوازم مورد نیاز یک موتور الکتریکی

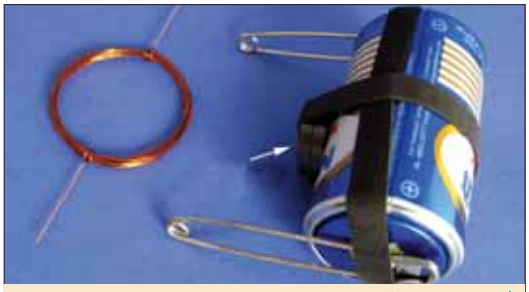
مطابق شکل (۲) سیم روکش‌دار را چندین بار دور باتری بپیچید و یک سیم‌پیچ مسطح بسازید. این پیچه هستهٔ اصلی موتور الکتریکی است. دو انتهای سیم را دور خود حلقه بپیچید تا سیم‌پیچ محکم شود.

▲ شکل ۲: ساخت یک سیم‌پیچ مسطح

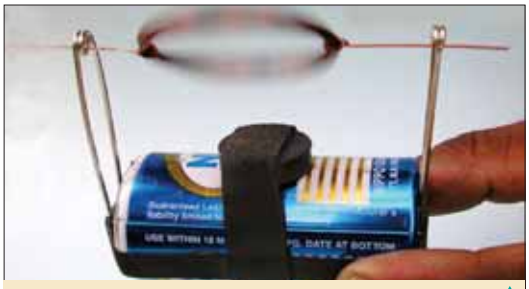
با کاتر دو انتهای سیم را بخراشید تا بتوانید جریان الکتریکی را به سیم‌پیچ منتقل کنید (شکل ۳). اگر سیم روکش‌دار نازک باشد و نتوانید از آن به‌عنوان محور استفاده کنید می‌توانید از یک تکه مفتول به‌عنوان محور چرخش استفاده نمایید.



اکنون دو سنجاق قفلی را در دو انتهای باتری، و آهن‌ربا را نیز در وسط باتری قرار دهید و با کش لاستیکی آن‌ها را در جای خود محکم کنید. موتور الکتریکی آمادهٔ کار است (شکل ۴). با قرار دادن سیم‌پیچ بین دو سنجاق قفلی فلزی موتور شروع به کار خواهد کرد (شکل ۵). دبیر فیزیک می‌تواند در کنار تدریس بحث الکترومغناطیس برای دانش‌آموزان سال یازدهم این وسیله را بسازد و آزمایش کند.



▲ شکل ۴: موتور آمادهٔ سرهم شدن است



▲ شکل ۵: موتور در حال کار است

https://www.roshdmag.ir/u/1Xg

۲. تلمبهٔ کاربردی

بارها سر کلاس، در آموزش مفهوم فشار، به موضوع شیرهای یک‌طرفه پرداخته بودم ولی بیشتر به جنبه‌های تئوری آن نظر داشتم. اما آزمایش زیر در کنار کاربردی بودن آن، طرز کار شیر یک‌طرفه را توضیح می‌دهد. در شکل (۶) برای ساخت یک تلمبهٔ بادکنک مواد مورد نیاز برای این کار مشخص شده است.

▲ شکل ۶: مواد مورد نیاز برای ساخت یک تلمبه بادکنک

لاستیک بادکنک را روی در بطری قرار دهید و دور آن را چسب بزنید. آنچه تا اینجا گفتیم در شکل‌های ۷، ۸ و ۹ و ۱۰ نشان داده شده است. مکانیسم این قطعه دقیقاً شبیه مکانیسم یک شیر یک‌طرفه است، یعنی از یک طرف اجازهٔ عبور هوا را می‌دهد ولی از طرف دیگر مانع عبور آن می‌شود. برای تأکید بیشتر می‌توان در کلاس و برای دانش‌آموزان والو چرخ دوچرخه یا ماشین را نمایش داد.

▲ شکل ۷: ایجاد سوراخ روی در بطری

▲ شکل ۸: قرار دادن تکه‌ای از بادکنک روی سوراخ

▲ شکل ۹: قرار گرفتن بادکنک روی سوراخ

▲ شکل ۱۰: شیر یک‌طرفه

دبیر فیزیک می‌تواند در کنار تدریس بحث الکترو مغناطیس برای دانش‌آموزان سال یازدهم این وسیله را بسازد و آزمایش کند

استفاده کنید، تنها باید در بدنهٔ آن دو سوراخ ایجاد کنید تا بتوانید دو انگشت شست را روی آن بگذارید (شکل ۱۱). اکنون تلمبه آماده است (شکل ۱۲) و مشاهده می‌کنید که این تلمبه چگونه کار می‌کند. شکل‌های ۱۳ و ۱۴ هم نشان می‌دهد که تلمبهٔ شما چطور می‌تواند یک بادکنک را باد کند.

▲شکل ۱۱: سوراخ

▲ شکل ۱۲

▲ شکل۱۳

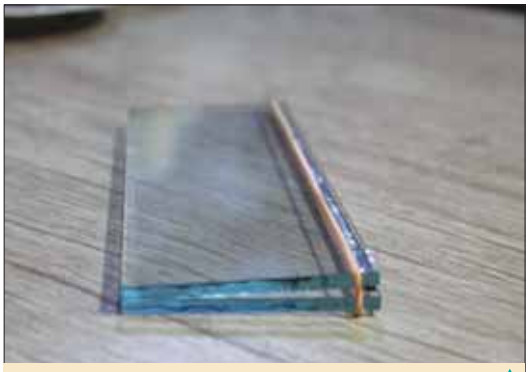
▲ شکل ۱۴

این کار به غیر از آنکه هیجان‌انگیز است، برای دانش‌آموزان بسیار راه‌گشاست و به آن‌ها می‌آموزد که بسیاری از مشکلات راه حلی ساده دارند

۳. رسم نمودار با خاصیت موئینگی (۲)

به غیر از آزمایش‌های معمول در مورد خاصیت موئینگی که در کتاب درسی ذکر شده است، آزمایش دیگری نیز وجود دارد که بسیار هیجان‌انگیز است. می‌دانیم هرچه ضخامت لوله موئین کمتر باشد ارتفاع مایع در آن بیشتر است. بنابراین اگر تعداد زیادی لوله موئین را در مایعی در کنار هم قرار دهیم مایع با توجه به ضخامت لوله‌ها در ارتفاع‌های متفاوتی قرار خواهد گرفت. در این صورت اگر لوله‌ها را به ترتیب از قطر کم تا قطر زیاد کنار هم قرار دهیم نمایشی از ارتفاع‌های متفاوت بدست خواهیم آورد. اما چگونه می‌توان این همه لوله را در کنار یکدیگر قرار داد؟

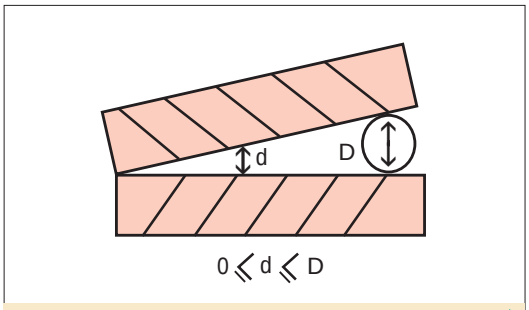
▲شکل ۱۵



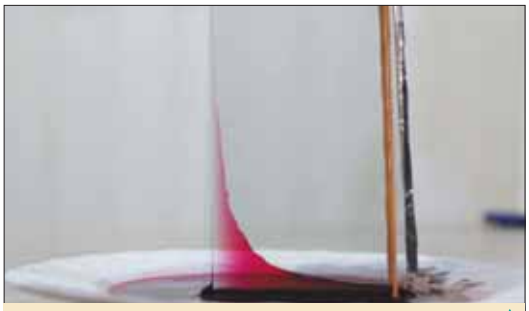
▲شکل ۱۶

در شکل ۱۵ مواد مورد نیاز برای این آزمایش نشان داده شده است. دو شیشه را به هم می‌چسبانیم و در یک طرف محل تماس دو شیشه یک سیخ چوبی و یا یک قطعه ورق آلومینیوم لوله‌شده قرار می‌دهیم (شکل ۱۶)، سپس دور هر دو شیشه یک کش اسکناس می‌چسبانیم (شکل ۱۷). در شکل ۱۸ وضعیت سطح مقطع دو شیشه نمایش داده شده است که به شکل یک مثلث است. رمز شکل زیبای ایجاد شده در شکل ۱۹ نیز همین مثلث است. هنگام انجام آزمایش مراقب باشید که دستتان به شیشه برخورد نکند، زیرا چربی موجود در دست مانع از انجام درست آزمایش می‌شود[۳].

شکل ۱۷



شکل ۱۸



شکل ۱۹

۴. ساخت و بررسی تارهای مرتعش

این آزمایش بسیار ساده و ارزان است، آن هم برای دانش‌آموزان سال دوازدهم که به بررسی تارهای مرتعش و فرکانس‌های متفاوت صوتی می‌پردازند. پس ببینیم چگونه می‌توان با استفاده از چند نوار کاغذ و تعدادی چوب بستنی و دو کش اسکناس و دو چوب کبریت آزمایش به این مهمی را در کلاس درس انجام داد. مواد مورد نیاز در شکل ۲۰ نشان داده شده است.

شکل ۲۰

ساندویچ کرده و دو طرف چوب بستنی‌ها را با دو کش اسکناس محکم می‌بندیم.

شکل ۲۱

اکنون نوبت چوب کبریت‌هاست که آن‌ها را بین دو چوب بستنی قرار دهیم این کار باعث می‌شود نیروی مؤثرتری بر نوار کاغذی وارد شود (شکل ۲۲).

شکل ۲۲: قرار دادن چوب کبریت بین دو چوب بستنی

این وسیله برای ایجاد صوت آماده است. کافی است آن را مقابل دهان خود بگیرید و در آن بدمید. توجه دارید که با تغییر طول نوار کاغذی و فاصلهٔ بین دو چوب کبریت می‌توان فرکانس‌های متفاوتی ایجاد کرد. این کار شباهت زیاد به صوت ایجاد شده توسط تارهای مرتعش دارد.

چگونه می‌توان با استفاده از چند نوار کاغذ و تعدادی چوب بستنی و دو کش اسکناس و دو چوب کبریت آزمایش به این مهمی را در کلاس درس انجام داد

پی‌نوشت‌ها

۱. علاقه‌مندان می‌توانند به سایت زیر مراجعه کنند.
http://www.arvindgup-tatoys.com/toys.html

۲. این آزمایش در سایت مذکور وجود ندارد ولی در فضای مجازی می‌توان آن را پیدا کرد.

۳. شاید برایتان جالب باشد که بدانید از آب لبو به‌عنوان آب رنگی برای انجام آزمایش استفاده شده است.

فیزیک سرسفره

مریم محمدی
دبیر فیزیک منطقهٔ باغبادران،
استان اصفهان

اشاره

در آموزش علوم تجربی آزمایش نقش بسزایی دارد. معمولاً هر گاه صحبت از آزمایش می‌شود تصویر یک آزمایشگاه مجهز به ذهن ما می‌آید، در حالی که ما می‌توانیم از هر فرصتی در زندگی روزمره برای انجام آزمایش استفاده کنیم. مثلاً میز غذا فرصت مناسبی است برای نشان دادن بسیاری از مفاهیم فیزیک، از ساده‌ترین تا اساسی‌ترین آن‌ها. اکنون، با فرض اینکه سر سفره نشسته‌ایم، در این مقاله به مفاهیم چگالی، آیینه، فشار، صوت و ... می‌پردازیم.

کلیدواژه‌ها: تعادل، وارونگی، شکست‌نور، چگالی، فشار شاره، مرکز جرم، تغییر حالت، اصل برنولی

سر میز غذا همه چیز ساکن است، و این نشان می‌دهد که اولاً نیروهای وارد شده به اجزای سفره یکدیگر را خنثی

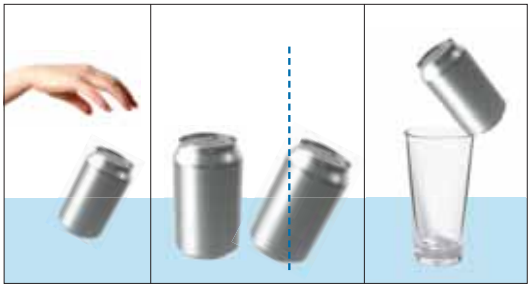
قاشق، چنگال مانند اهرم عمل می‌کنند. غذا نیروی مقاوم و نیروی دست، نیروی محرک است. وقتی قاشق و چنگال به هم می‌خورند امواج صوتی تولید می‌شود. قسمتی از این امواج صوتی در محدوده شنوایی قرار دارد ولی قسمتی از آن فراصوت است و شنیده نمی‌شود. امواج صوتی از امواج مکانیکی هستند و برای انتشار نیاز به محیط مادی دارند. پس اگر در خلأ این برخورد اتفاق بیفتد هیچ صدایی شنیده نخواهد شد. امواج فراصوتی کاربردهای بسیار زیادی در پزشکی دارد.

فشـار در مایعات به ارتفاع از سـطح آزاد بسـتگی دارد و در ظـروف مرتبـط ارتفاع از سـطح آزاد یکسـان اسـت. در قوری و لولـهٔ آن ارتفاع مایع یکسـان اسـت. به همین دلیـل در طراحی قـوری ارتفاع لولـهٔ آن نباید از ارتفاع بدنهٔ قوری کمتر باشـد. در لیوان‌هـای نی‌دار نیـز چنین قانونی حاکم اسـت.

اگـر در یـک بدنـهٔ یک نی چنـد سـوراخ ایجاد کنیـم، دیگر نمی‌توانیـم بـا آن مایـع را بنوشـیم. زیرا هـوا از سـوراخ‌ها وارد نـی می‌شـود و بـا مکـش خلأ نسـبی قبـل ایجاد نمی‌شـود و مایـع بـالا نمی‌آید.

مرکـزِ جرم: یک قوطـی کوکاکـولا را در حالت کامـلاً پر و یـا کامـلاً خالی نمی‌توان به صـورت تعادلی به‌صـورت زیر نگه داشـت ولـی اگر تقریباً یک ششـم قوطـی را پـر از مایع کنیم می‌تـوان آن را بـه صـورت تعادلـی بـه شـکل زیر نگه داشـت. در واقـع هـر گاه مرکز جرم (بـردار وزن) از نقطه تکیه‌گاه عبور کنـد تعـادل خواهیم داشـت. بـا اسـتفاده از قوطـی کوکاکولا تعـادل پایـدار، ناپایدار و بی‌تفـاوت را می‌توان نشـان داد.

بـرای نشـان دادن مرکـز ثقـل جـرم از دو چنـگال و یـا یک قاشـق و چنـگال نیـز می‌تـوان به صـورت زیـر اسـتفاده کرد. در ایـن حالـت مرکـز جـرم دو چنـگال از لبه لیـوان می‌گذرد.



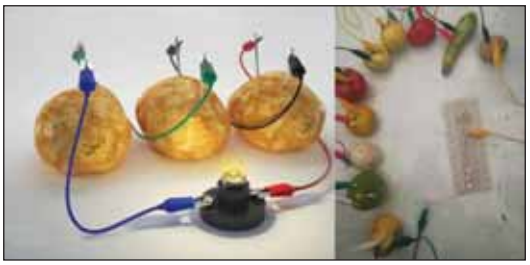
آب فوق سـرد: اگر مقـداری آب خالـص را در بطری بریزیم و آن را تـا زیـر حالـت نقطه انجمـاد، در فریزر، سـرد کنیم ولی یـخ نزند سـپس از فریزر به آرامـی بیـرون آورده و یک ضربه به آن بزنیـم، و یـا در بطـری را باز کنیـم و آب آن را روی یک تکه یـخ بریزیـم آب به یکبـاره یخ می‌زند. به این عمل فراسـرمایش (دمایـی که مایعـات به پایین‌تـر از نقطهٔ انجمـاد معمولی خود می‌رسـند ولـی منجمـد نمی‌شـوند)، گفتـه می‌شـود علـت ایـن پدیـده این اسـت کـه ناخالصی‌هـای موجـود در آب نقش هسـته را در جوانه‌زنـی بلورهـای یـخ بـازی می‌کننـد؛ به بیانی دیگـر ناخالصی‌هـای موجـود در آب عمـل تبلورسـازی را فعال می‌کننـد. نبـودن ایـن ناخالصی‌هـا در آب حتـی در زیـر نقطهٔ انجمـاد حالـت مایـع خـود را حفـظ کنـد. ولـی تـکان دادن یا تمـاس دادن آن بـا یخ، بلورسـازی را فعال می‌کنـد و از آنجا که آب از قبـل در نقطـهٔ انجمـاد قرار داشـته، بلافاصله یـخ می‌زند.

یخ زدن سـریع نوشـابه: اگر یک بطری نوشـابه گازدار را کـه در آن بـاز نشـده بـه خوبی تـکان دهیم و سـپس آن را به مدت سـه سـاعت داخل فریـزر بگذاریم بدون اینکـه یخ بزند، و سـپس نوشـابه را بیـرون آورده و در آن را بـه مدت یک ثانیه ببندیـم و بطـری را برعکس کنیم، نوشـابه از بالا شـروع به یخ زدن می‌کنـد و ایـن یخزدگـی خیلی سـریع بـه پایین منتقل می‌شـود. علـت این پدیده آن اسـت کـه با خارج شـدن گاز از بطـری هم فشـار و هـم دما کاهـش می‌یابد و شـاهد یخ زدن نوشـابه داخل بطـری خواهیم بود.

میز غذا فرصت مناسبی است برای نشان دادن بسیاری از مفاهیم فیزیک، از ساده‌ترین تا اساسی‌ترین آن‌ها

باتـری میـوه‌ای: بـا اسـتفاده از میخ (گیـره کاغذ)، سـکه و چنـد عـدد میـوه یـا سـبزی (سـیب‌زمینی، لیموتـرش، گوجه‌فرنگـی و ...) و تعـدادی سـیم رابـط می‌تـوان باتـری میوه‌ای سـاخت، سـپس با اسـتفاده از آن یک لامپ یا سـاعت کوچـک خود را روشـن کرد. در این باتری میـوه‌ای دو واکنش شـیمیایی روی می‌دهـد. واکنـش اول بیـن فلـز گیـرۀ کاغـذ و آب‌لیمـو (سـبزی یـا میـوه) و واکنـش دوم بیـن فلـز سـکه و آب‌لیمـو (سـبزی یـا میـوه) انجـام می‌شـود. اگـر مطمئـن هسـتید کـه همۀ مراحل را درسـت انجـام داده‌ایـد ولی لامپ روشـن نمی‌شـود، جـای دو سـر سـیم را بـا هم عـوض کنید. ایـن مرحلـه دقیقاً شـبیه قـرار دادن باتری در دسـتگاه اسـت کـه اگـر آن را برعکـس بگذاریـد، دسـتگاه کار نخواهـد کرد.

با تهیۀ تعدادی لیوان یکسان که ارتفاع آب درون آن‌ها متفاوت است می‌توان مجموعه‌ای از نت‌های موسیقی را نواخت



تولیـد صدا: اگر یک لیوان آب، چای ، شـیر یا شـیرکاکائو را کـه هم‌انـدازه و هم‌شـکل هسـتند و بـه یـک میـزان پـر شـده‌اند، هـم بزنیـد متوجه می‌شـوید کـه صدای تولید شـده از آن‌هـا متفـاوت اسـت. ایـن بـه دلیـل آن اسـت کـه صـوت ایجاد شـده بـه نوع مـاده بسـتگی دارد.

همچنیـن اگـر بـا یک قاشـق بـه لبـۀ دو لیـوان مشـابه که مقـدار متفاوتی آب درون آن‌هاسـت، ضربه بزنید صدای ایجاد شـده از آن‌هـا نیـز متفـاوت خواهد بـود زیرا هرچه مقـدار هوا در لیوان بیشـتر باشـد صدا بم‌تـر خواهد بود. بـا تهیۀ تعدادی لیـوان یکسـان کـه ارتفـاع آب درون آن‌هـا متفـاوت اسـت می‌تـوان مجموعـه‌ای از نت‌هـای موسـیقی را نواخـت.

اصـل برنولی: می‌گویـد در یک سـیال یا شـاره در جریان لایـه‌ای نامتلاطم، فشـار سـیال بـه دیـواره با کاهش سـرعت افزایـش می‌یابد و برعکس ناحیه‌ای که در آن سـرعت بیشـتر اسـت سـیال فشـار کمتـری دارد. ایـن وضعیـت را بـه جریان متلاطـم، کـه در آن حرکـت شـاره درهم و برهم یـا نامنظم و نامرتب اسـت، نمی‌تـوان تعمیم داد. اصل برنولـی برای جریان لایـه‌ای، یعنـی هنگامـی که هـر لایۀ شـاره در کنـار لایه‌های مجـاور بـه آرامی در حرکت باشـد، قابل اسـتفاده اسـت. برای نشـان دادن ایـن اصـل می‌توانیـم دو قوطـی نوشـابۀ خالـی و سـبک را مطابـق شـکل با فاصله اندکـی کنار هم قـرار دهیم، سـپس بـا یـک نی بیـن آن‌هـا بدمیـم. مشـاهده می‌کنیم که دو قوطـی بـه یکدیگر نزدیک می‌شـوند.

قانـون اول نیوتن: بیـان دارد که: در یک دسـتگاه مرجع، جسـمی کـه تحت‌تأثیر یک نیروی خارجی نباشـد یـا همواره سـاکن اسـت، یـا همـواره بـا سـرعت ثابـت در حـال حرکـت اسـت. شـما می‌توانیـد پـس از غذا خوردن با کشـیدن سـفره یـا رومیـزی بـا سـرعت، نشـان دهید کـه همه‌چیز سـر جای خـود ثابـت خواهنـد مانـد! ایـن آزمایـش قانـون اول نیوتن را نشـان می‌دهد.

آزمایش مفهوم استحکام با خلاقیت دانش‌آموزان در بافتن

مصطفی سهرابلو
دبیر علوم تجربی شهرستان بیجار

اشاره

مشارکت فعال دانش‌آموزان در انجام آزمایش‌ها و فعالیت‌های درسی یکی از جلوه‌های یادگیری فعال است که معمولاً با دست‌ورزی و به‌کارگیری ابزار و تمرین مهارت‌های مختلف همراه است. در این فعالیت‌ها است که خلاقیت‌های فردی و گروهی دانش‌آموزان نمودار می‌گردد و به افزایش کیفیت فعالیت‌های یاددهی ـ یادگیری می‌انجامد. در این گزارش به شرح تجربهٔ دانش‌آموزان کلاس هفتم، در بخش فیزیک کتاب علوم، در بافتن رشته‌های فلزی و غیرفلزی می‌پردازیم.

کلیدواژه‌ها: مقاومت ماده، بافتن، مشارکت فعال

وسایل و ابزار آزمایش: نخ‌های پنبه‌ای، پلاستیکی، ابریشمی، سیم مسی و فولادی، وزنه‌ها با جرم‌های متفاوت، یک پایهٔ ساده

آزمایش میزان استحکام مواد مختلف از طریق بافتن

عنوان درس «مواد پیرامون ما» و مربوط به بخش فیزیک از کتاب علوم تجربی پایه هفتم بود و قرار بود مفهوم استحکام مواد تدریس شود و آزمایش صفحه ۲۹ که ضمن آن استحکام رشته‌های فلزی و غیرفلزی بررسی می‌شد انجام گیرد. قرار بود بچه‌ها به‌صورت گروهی این آزمایش را انجام دهند و نتایج را یادداشت کنند.

ابتدا بچه‌ها به انتهای دو رشته نخ نازک و موازی با یکدیگر وزنه‌ای بستند، ولی نخ پاره شد؛ ولی وقتی من این دو نخ را بر روی هم پیچاندم و از آن‌ها خواستم دوباره وزنه را به آن آویزان کنند نخ دوام آورد و پاره نشد چرا که دو نخ پیچ‌خورده، که اکنون یک نخ بیشتر نبود، توانست وزن بیشتری را تحمل کند و استحکام بیشتری از خود نشان دهد.

لیلا گفت: یعنی این پیچ و تاب دادن دو نخ به یکدیگر استحکامشان را افزایش داد؟ این سؤال می‌توانست راه را برای فهم بیشتر آن‌ها از استحکام فراهم کند، بنابراین گفتم: خودتان امتحان کنید! مهارت بافندگی که شما دارید در این موقع به دردتان می‌خورد. این حرف باعث شد بچه‌ها به‌صورت دو نفره رشته‌های سیم مسی، نخ، ابریشم یا موی سر را به شکل‌های مختلفی که بلد بودند و قبلاً در منزل یا جای دیگری آموخته بودند، در چند دقیقه به هم ببافند. مثلاً سه تار از موی سر خودشان را به هم بافتند و سپس

آن را بـا اسـتحکام یـک تار مو مقایسـه کردند. (عکـس ۱ و ۲) ضمنـاً کلاس ما مختلط اسـت.

سـپس ایـن کار را ادامـه دادنـد و رشـته‌های دیگـر بـا جنس‌هـای مختلـف را هم همین‌طـور بافتند. (عکـس ۳ و ۴)

بالاخـره، بعـد از اتمـام بافتنی‌هـا، دانش‌آمـوزان اسـتحکام و مقاومـت رشـته‌های تکـی و بافتـه شـده و پیچ‌وتـاب خـوردهٔ سـیم مسـی، نـخ ابریشـمی، نـخ سـاده، مـو و ... را بـا یکدیگر مقایسـه کردنـد. (عکس ۵)

نتایج بسـیار قابـل توجه و بـرای دانش‌آمـوزان تعجب‌برانگیز بـود. بـرای مثال سـه تار موی بسـیار نازک و به هم بافته شـده توانسـت تـا یک کیلو و پنجـاه گـرم (۱۰۵۰ gr) را تحمل کند و پاره نشـود؛ و یا سـیم مسـی نیز مقاومت زیادی نشـان داد و ...، بچه‌هـا با انجـام خلاقانهٔ این آزمایش بـه عوامل ایجادکنندهٔ تفـاوت اسـتحکام در مواد مختلف فلزی و غیرفلـزی پی بردند. نتایج هم توسـط یکـی از اعضای هر گـروه در گزارش کار ثبت می‌شـد. (عکس ۶)

در طول انجام آزمایش، نتایج اسـتحکام رشـته‌ها و بیشترین مقـدار وزنـی کـه تحمـل می‌کردند، توسـط گروه‌ها ثبت شـد. (جدول ۱)

نوع رشته	بیشـــترین وزنی که تحمل می‌کند (گرم)
نخ ساده	۴۶۰
نخ ابریشمی	۳۲۰۰
پلاستیکی ـ تک‌لا	۱۴۶۰
پلاستیکی ـ دولا بافته شده	۱۹۰۰
موی تک‌رشته	۵۵۰
موی بافته شده ـ ۳ رشته‌ای	۱۰۵۰
سیم مسی	۶۰۰۰
سیم مسی بافته شده ـ ۳ رشته‌ای	۱۰۰۰۰<

▲ عکس ۱ و ۲ (بافتن سه تار نازک مو)

▲ عکس ۳

▲ عکس ۴

▲ عکس ۵ (آزمایش استحکام موی بافته شده)

▲ عکس ۶

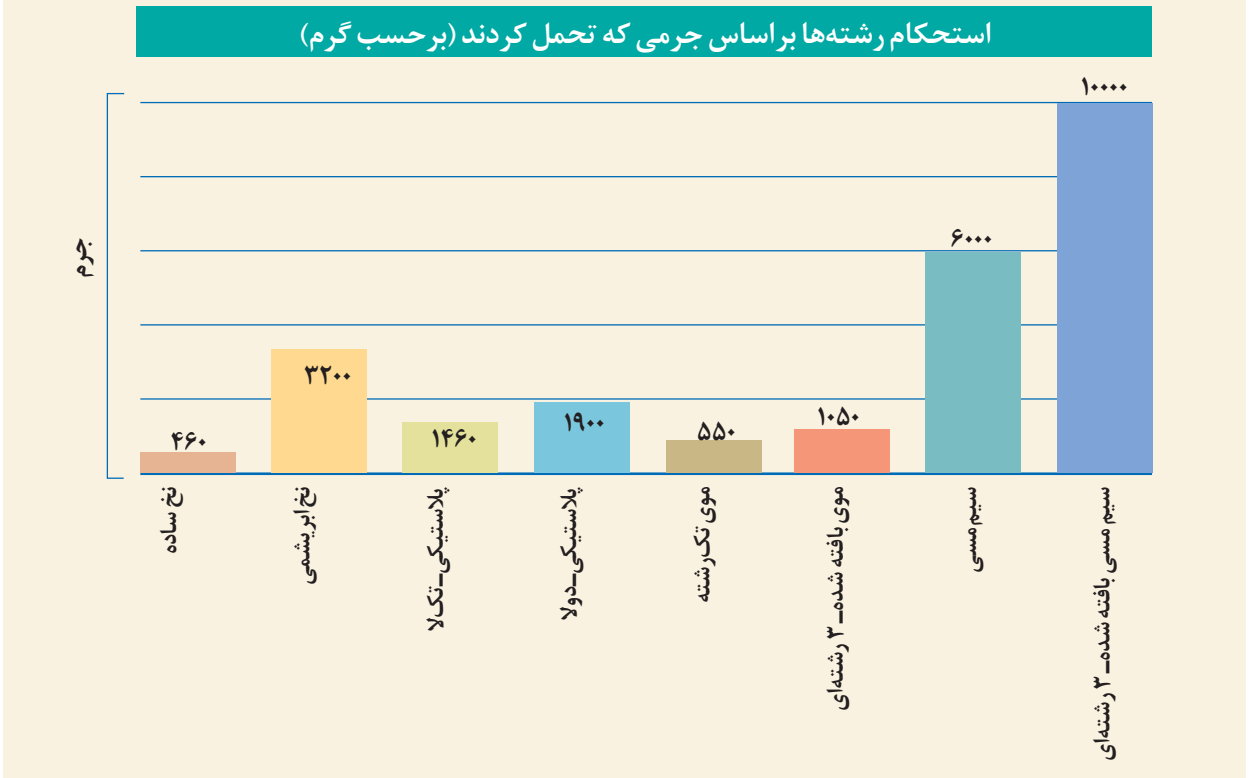
انواع فعالیت‌ها و آزمایش‌ها، با برنامه‌ریزی مناسب، می‌تواند ضمن علاقه‌مند کردن دانش‌آموزان به مشارکت فعال، باعث بروز خلاقیت در آن‌ها و یادگیری پایدار در آن‌ها شود

در مورد جدول شماره ۱، لازم به توضیح است که برای سیم مسی بافته شده، بیشتر از ۱۰ کیلوگرم، وزنهٔ مشخص در اختیار نبود. همچنین به جز رشته‌های بافته شده (مو، سیم مسی) و پلاستیک دولا، بقیهٔ موارد تقریباً قطر یکسان داشتند.

https://www.roshdmag.ir/u/1Xh

نتیجه

انواع فعالیت‌ها و آزمایش‌ها، با برنامه‌ریزی مناسب، می‌تواند ضمن علاقه‌مند کردن دانش‌آموزان به مشارکت فعال، باعث بروز خلاقیت در آن‌ها و یادگیری پایدار در آن‌ها شود. دانش‌آموزان توانایی‌ها و علایق و مهارت‌های مختلفی دارند که در صورت فراهم کردن موقعیت‌های مناسب برای آن‌ها از سوی معلم و به‌کارگیری این مهارت‌ها در فرایند یاددهی ـ یادگیری، منجر به یادگیری بهتر خواهد شد.



برندگان نوبل فیزیک ۲۰۱۹

مترجم: علی رادپی
کارشناس و دبیر فیزیک دبیرستان‌های تهران

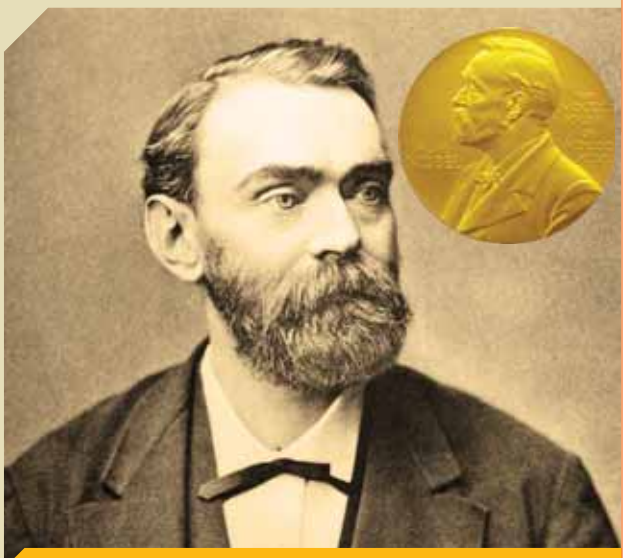
جیمز پیبلز — میشل مایور — دیوید کلوز

آکادمی علوم سلطنتی سوئد برندگان نوبل در رشته فیزیک را معرفی کرد:

جیمز پیبلز[1] از دانشگاه پرینستون نیمی از جایزه را گرفت و نیمهٔ دیگر به میشل مایور[2] از دانشگاه ژنو و دیوید کلوز[3] از دانشگاه ژنو و کمبریج رسید. از این سه نفر، جیمز پیبلز به پاس تلاش او برای درک مفاهیم بنیادی کیهان‌شناسی، که طی ۵۰ سال اخیر شناخت ما از جهان را متحول ساخته و ارائهٔ نظریه‌ای که ماهیت شکل‌گیری جهان را نشان می‌دهد، و میشـــل مایور و دیوید کلوز برای کشف اولین سیارهٔ فراخورشیدی در سال ۱۹۹۵، برندگان نوبل فیزیک ۲۰۱۹ شدند. تحقیقـــات جیمز پیبلز کمک بســـیاری به پردازش رصد تابش کیهانی نمود، در حالی‌کـــه قبلاً اطلاعات اندکی از تابش مایکروویو وجود داشت. کار پیبلز همزمان بود با داده‌های گرفته شده از تابش پس‌زمینهٔ کیهانی و لذا سبب توسعهٔ نظریهٔ مهبانگ[4] گردید وی همچنین توزیع عناصر در کیهان را محاسبه نمود و ابزارهایی ساخت که امکان آزمایش زمینهٔ کیهانی را برای نظریهٔ انبساط جهان فراهم آورد.

پیبلز از اواسط دههٔ ۱۹۶۰ رمزگشایی از تابش مایکروویو کیهانی را آغاز کرده بود که در نهایت منجر به درک فعلی ما از شـــکل جهان و مادهٔ تاریک و انرژی تاریک گردید. و اما، همان‌طور که اشاره شد، مایور و کلوز هم مشترکاً نیمی دیگر از جایزه نوبل ۲۰۱۹ را برای کشف اولین سیارهٔ فراخورشیدی در صورت فلکی پگاسوز[5] در فاصلهٔ ۵۰ سال نوری دریافت کردند. این کشـــف آن‌ها نظریه کلاســـیک شکل‌گیری منظومه‌های خورشیدی را به چالش می‌کشد. طی ۲۰ سال اخیر براســـاس روش‌های آن‌ها بوده که ما شاهد کشف ۴۰۰۰ سیارهٔ فراخورشیدی دیگر شده‌ایم. درواقع کار مایور و کلوز در نقطهٔ مقابل کار پیبلز قرار داد. زیرا آن‌ها به جای ســـروکله زدن با تاریکی، با بررسی نوسانات نوری گسیل شده از ستارهٔ پگاسوز ۵۱، دریافتند که سیاره‌ای در مدار این ستاره در حال چرخش است. اما آنچه باعث تعجب شد این است که معلوم شد اندازه و مدار این سیاره از هر سیاره‌ای در منظومهٔ خورشیدی خودمان چه اندازه متفاوت است؛ و این داده‌ها دریچه‌ای شد برای درک مدل‌های متفاوت سامانه‌های خورشیدی در کیهان‌شناسی امروز. این مطالعات تصویر جدیدی از جهان و جایگاه زمین در کیهان ارائه می‌کند.

پی‌نوشت‌ها
1. James Peebles
2. Michel Mayor
3. Didier Queloz
4. Big Bang
5. Pegasus



نوبل میراث گذشته یا راه‌گشای آینده؟

پوریا ناظمی
کارشناس ریاضی از دانشگاه فردوسی مشهد

اشاره

شاید هیچ رسانهٔ جدی یا نیمه‌جدی در ایران نباشد که هر سال، به بهانهٔ اهدای جوایز نوبل، نگاهی به تاریخ و چشم‌انداز این جایزه و برندگان آن نیندازد؛ جوایزی که هر سال به دانشمندانی ـ حداکثر سه دانشمند در هر رشته ـ اهدا می‌شود که مطالعات و تحقیقات آن‌ها مهم‌ترین کشفیات یا ابداعات در حوزه‌های شیمی، فیزیک و پزشکی باشد[1]. این جوایز بر مبنای وصیت‌نامهٔ آلفرد نوبل و از محل سرمایه‌گذاری بر دارایی‌های بازمانده از او تأمین می‌شود.

آنچه نوبل را از جوایز دیگر متمایز می‌کند، تنها مبلغ جایزهٔ نقدی نیست. ساختار جامعهٔ علمی، تعامل آن با اجتماع و سازوکار نخبه‌گرایانهٔ این جایزه است که آن را به پدیده‌ای اجتماعی بدل کرده است. این ساختار اجتماعی ـ علمی البته خالی از نقد نیست و ما در این مقاله به آن خواهیم پرداخت.

کلیدواژه‌ها: تاریخ علم، روش علمی، علم جهت‌دار، تبعیض علمی، مسئولیت رسانه‌ها، شبه علم

نوبل، بازماندهٔ رسمی از دوران قدیم

یکی از نقدهایی که دربارهٔ جایزهٔ نوبل قابل طرح است این است که آنچه الهام‌بخش آلفرد نوبل در تأسیس این جایزه بوده، نحوهٔ تفکری بوده که از عصر آغازین دوران مدرن در علم به یادگار مانده است. با این توضیح که، تحت‌تأثیر رسم بازمانده از عصر قبل از دوران تجدد، در دوران آغازین رشد علم مدرن نیز بسیاری از دانشمندان و فعالان علمی برای اینکه بتوانند هزینهٔ کارهای تحقیقاتی و پژوهشی خود را تأمین کنند به سراغ حامیان مالی می‌رفتند. حامیانی که نه‌تنها بخشی از هزینه‌های فعالیت این دانشمندان را برعهده می‌گرفتند، که با وارد کردن آن‌ها در ساختار دیوانی خود نیز، منصبی درآمدزا برای ایشان ایجاد می‌کردند؛ این امر چه‌بسا حمایتی سیاسی هم برای آن حامیان به بار می‌آورد.

نمونه‌ای از این دانشمندان گالیله بود که در تلاش برای به دست آوردن حمایت خاندان علم‌دوست و تأثیرگذار مدیچی در فلورانس، چهار قمر نویافتهٔ مشتری را که امروز به نام قمرهای گالیله‌ای می‌شناسیم به «قمرهای مدیچی» نام‌گذاری کرد.

همان‌طور که اشاره شد این نوع حمایت‌ها، خاص دوران جدید نیست و تاریخ علم در دوران‌های مختلف، شاهد حمایت‌های پادشاهان و حکمران‌های محلی از دانشمندان، ادبا، فلاسفه و غیره بوده است. برای مثال در ایران شخصیت‌های معروفی چون ابن‌سینا، ابوریحان بیرونی، خواجه نصیرالدین طوسی، غیاث‌الدین جمشید کاشانی و تقریباً هر یک از چهره‌های جدی علم و ادبیات تحت حمایت حاکم یا پادشاه زمان خود بوده‌اند.

این واقعیت به‌خودی خود واجد هیچ نکتهٔ منفی نیست، اما سؤالی که منتقدان دارند این است که آیا ساختاری قدیمی که از پیش از قرون وسطی وجود داشته است همچنان می‌تواند برای ماهیت علم و جامعهٔ علمی امروز مناسب باشد؟ آیا در جهان امروز نباید فضایی ایجاد شود که دانشمندان ـ حداقل به لحاظ نظری ـ تنها بر مبنای کنجکاوی و جست‌وجوی حقیقت به کارهای علمی بپردازند؟ و آیا در دنیای چندین و چندبعدی علم امروز این چند نفری که از مزایای مادی و اجتماعی این جایزه برخوردار می‌شوند کارشان بازتاب‌دهندهٔ همهٔ جهت‌ها و مرزهایی است که دانشمندان برای تغییر درک انسان نسبت به محیط، به روش علمی، انجام می‌دهند؟!

در ادامه به پاره‌ای از نقدهای موجود بر جایزه نوبل می‌پردازیم.

قانون سه نفر

یکی از این نقدها تأکید مقررات اهدای جایزهٔ نوبل بر اهدای جایزهٔ هر رشته به حداکثر سه نفر است. این نکته باعث می‌شود تا در بسیاری از موارد هیئت انتخاب جایزه ناچار شود دست به انتخاب سه نفر از کسانی بزند که از دید آن‌ها مؤثرترین نقش را در یک رویداد،کشف یا دستاورد علمی داشته‌اند. این در حالی است که پیشرفت علم در دنیای امروز، کمتر از هر زمان، بر دوش افراد پیش می‌رود، بلکه کارها نتیجهٔ همکاری‌های طولانی و یا همفکری‌هایی است که بین تعدادی بیش از سه نفر اتفاق می‌افتد. شاید آشناترین نمونه در این زمینه موردی است که بنیاد نوبل جایزهٔ فیزیک خود را به آشکارسازی امواج گرانشی اهدا کرد. با این توضیح که برای مثال: مقالهٔ مربوط به آشکاری‌سازی امواج گرانشی امضای حدود هزار دانشمند را بر خود داشت؛ اما به دلیل دستورالعمل این جایزه تنها به سه نفر دانشمند اهدا شد. نکته مهم اینکه برخلاف جایزه صلح نوبل که به گروه‌ها و سازمان‌ها نیز اهدا می‌شود، نوبل علمی هیچگاه به تیم‌های تحقیقی و پژوهشی تعلق نمی‌گیرد.

نکته مهم اینکه برخلاف جایزه صلح نوبل که به گروه‌ها و سازمان‌ها نیز اهدا می‌شود، نوبل علمی هیچگاه به تیم‌های تحقیقی و پژوهشی تعلق نمی‌گیرد

آن‌ها که از نوبل باز می‌مانند

گاهی نیز دانشمندان به دلایل مختلف از ردهٔ منتخبان باز می‌مانند. برای مثال نوبل پزشکی سال ۲۰۰۳ به دو نفر از مبدعان ساختار تصویربرداری MRI اهدا شد، در حالی که هیچ شک یا اختلاف‌نظری در بین اعضای جامعه علمی وجود ندارد که اگر قرار به انتخاب سه نفر به‌عنوان پیشگام در این زمینه بود باید پاول لاتربو[۲]، پیتر منسفیلد[۳]، و ریموند دمادیان[۴] با هم انتخاب می‌شدند.

به همین دلیل این مسئله، با توجه به سابقه اختلاف‌هایی که عمدتاً میان دمادیان و لاتربو وجود داشت، منجر به مناقشه‌ای بزرگ شد تا جایی که دمادیان آگهی‌های بزرگی را در روزنامه‌های دارای شمارگان بالا (از جمله نیویورک تایمز و لس‌آنجلس تایمز) منتشر کرد تا نقش خود را در این کشف یادآوری کند. او در گفت‌وگویی در این باره گفت: این اتفاق مانند این بود که صبح از خواب بلند شوی و ببینی تاریخ تغییر کرده است و گروهی تصمیم گرفته‌اند تو و نقش تو را در این تاریخ حذف کنند!

البته این اختلاف ریشه‌های پیچیده‌ای داشت، اما در هر حال این نقد بر روش انتخاب وجود دارد. طرفداران بنیاد نوبل ادعا می‌کنند از آنجایی که جامعهٔ علمی قبل از اهدای این جایزه رابطهٔ خوبی با دمادیان نداشته (عمدتاً به دلیل اینکه او درآمد قابل‌توجهی از ثبت حق اختراع‌های قبلی خود به دست آورده بود) این امر در تصمیم هیئت انتخاب نوبل نیز تأثیرگذار بوده است. ولی سؤال اینجاست که اگر جایزهٔ نوبل قرار است بازتاب‌دهندهٔ تفکر و نشان اعتبار جامعه علمی باشد آیا باید ملاحظات غیرعلمی آن را نیز در رفتار و تصمیم خود بازتاب دهد؟

در سال ۲۰۱۹ دو اخترشناس به نام‌های میشل مایور[۵] و دیدیه کلوز[۶]، برای کشف پگاسوس[۷] ۵۱، نخستین سیارهٔ فراخورشیدی که به دور ستاره‌ای در رشتهٔ اصلی می‌گردید، برندهٔ جایزهٔ نوبل فیزیک شدند. این جایزه به نوعی ارج نهادن و اعتبار بخشیدن به شاخهٔ مهمی از اخترشناسی است که احتمال می‌رو در سال‌های پیش رو درک ما از جهان را تغییر دهد. باید دانست که از زمان کشف پگاسوس ۵۱ تاکنون هزاران سیارهٔ فراخورشیدی دیگر کشف شده است؛ اما این جایزه بیشتر به شکل نمادین به شاخهٔ سیاره‌های فراخورشیدی اهدا شد.

اگر قرار بود این جایزه ۵ سال پیش اهدا شود در کنار میشل مایور و دیدیه کلوز حتماً جفری مارسی[۸] نیز در این جایزه شرکت داده می‌شد.

مارسی یکی از پیشگامان اکتشافات سیارات فراخورشیدی است. او و گروهش روش‌های متعددی از کشف سیاره‌های فراخورشیدی را توسعه دادند و در کشف ۷۰ مورد از ۱۰۰ سیارهٔ فراخورشیدی کشف شدهٔ اول مشارکت داشتند.

مارسی همچنین نخستین منظومهٔ خورشیدی را که به گرد ستاره‌ای خورشیدمانند می‌گردد (اپسیلون آندرومدا[۹]) کشف کرد.

تا سال ۲۰۱۴ نام مارسی در ردیف یکی از نامزدهای اصلی نوبل به شمار می‌رفت، طوری که کمترکسی می‌توانست تصور کند که جایزه‌ای به حوزهٔ فراخورشیدی اهدا شود و شامل نام مارسی نباشد. ماجرا این بود که در سال ۲۰۱۵ آذین قریشی، خبرنگار محقق علم در بازفید،[۱۰] مقاله‌ای دربارهٔ تعرض‌ها و سوءرفتارهای جنسی جفری مارسی منتشر کرد.

این مقاله منجربه تحقیقات دربارهٔ مارسی شد و در نهایت رفتار او مورد بازبینی دانشگاه قرار گرفت. مجموعهٔ این اتهامات اعتبارسنجی شده، باعث شد عملاً او شانس خود را در دریافت جایزهٔ نوبل از دست بدهد.

برخی از هواداران علم محض ادعا می‌کنند که باید رفتار علمی و رفتار شخصی افراد را از هم جدا کرد، و این نکته‌ای است که باید با دقت بیشتری مورد بررسی قرار گیرد. واقعیت این است که علم، دانشمند و جامعه در حال تعامل دائمی هستند و از تأثیر می‌پذیرند. در مورد اخیر، جامعهٔ علمی از عدم دریافت جایزهٔ نوبل جفری مارسی برآشفته نشد، و اگرچه کارهای علمی او را انکار نکرد، اما پذیرفت که دانشمند باید مطابق جامعه و ارزش‌های آن تغییر کند و در مواردی خود را اصلاح کند. در این مورد هم بار دیگر هیئت انتخاب بازتاب‌دهندهٔ تفکر و ایده حاکم بر جامعه علمی بود. اگر این جایزه به مارسی اهدا می‌شد احتمال فراوانی وجود

داشت که انتقادات تند و تیزی نه تنها به بنیاد نوبل که به کل جامعه علمی وارد شود و جامعهٔ علمی و کمیتهٔ نوبل متهم به نادیده گرفتن رفتارهای سوء دانشمندان شوند.

آیا زندگان تاریخ را می‌نویسند؟

یکی دیگر از نقدهایی که به کمیتهٔ اهدای نوبل وارد می‌شود، این است که به دلیل اعتباری که دارد بسیار دقت می‌کند تا این جایزه به افرادی اهدا شود که تحقیقات آن‌ها به ثمر نشسته و جامعهٔ علمی آن‌ها را تأیید کرده است. اما می‌دانیم که تأیید اعتبار نظریات علمی، به خصوص در حوزه‌هایی که در مرزهای دانش قرار دارند، امری سریع نیست. مثلاً از زمان فرمول‌بندی امواج گرانشی و پیشنهاد روش تفکیک آن‌ها تا زمانی که نخستین نشانه‌ها تفکیک و آشکار شدند حدود نیم قرن زمان برد.

در سال ۱۹۶۲ جایزهٔ نوبل پزشکی به سه دانشمند برای کشف و ارائه روش درک ساختار دی. ان . ای(DNA) رسید. فرانسیس هری کامپتون کریک[۱۱]، جیمز واتسون[۱۲] و موریس هیو فردریک ویلکینز [۱۳] این جایزه را به‌صورت مشترک دریافت کردند. این در حالی بود که بخش عمده‌ای از تحقیقات آن‌ها بر مبنای کارها و تحقیقات رزالید فرانکلین[۱۴] بنا شده بود. فرانکلین نقش مهم و مستقیمی در تحقیقاتی که در نهایت منجر به درک ما از ساختار دی. ان. ای. شد داشت. متأسفانه فرانکلین در سال ۱۹۵۸، در سن ۳۷ سالگی، درگذشت و تا آن سال هنوز جامعهٔ علمی به اجماع بر سر توصیف ارائه شده در خصوص دی. ان. ای. دست نیافته بود. تنها پس از فعالیت‌های ویلکینز بود که توجه جامعه علمی به آن جلب شد. پس، زمانی که کمیتهٔ نوبل تصمیم گرفت جایزهٔ نوبل را به کاشفان دی. ان. ای. بدهد به دلیل اینکه فرانکلین در آن زمان درگذشته بود، و جایزهٔ نوبل به درگذشتگان تعلق نمی‌گیرد، نام او نیز مطرح نشد.

این مسئله تنها از نظر قدردانی فردی دارای اهمیت نیست. بخشی از اهمیت داستان به این برمی‌گردد که در آینده، زمانی که بسیاری از مردم به تاریخ غیردقیق و سطحی یک پدیدهٔ علمی رجوع می‌کنند، با دیدن اینکه سه دانشمند برای کشف ساختار دی . ان . ای. جایزهٔ نوبل گرفته‌اند، بپذیرند که تنها همین سه نفر نقش‌های اساسی در این زمینه داشته‌اند.

نوبل، عرصهٔ انحصاری نژاد سفید و جنس مذکر

یکی‌دیگر از نقدهای مطرح شده در زمینهٔ نوبل به مسئلهٔ سهم جنسیت‌ها و اقلیت‌ها در این جوایز برمی‌گردد. منتقدان به‌طور خلاصه معتقدند که نوبل بازتاب‌دهندهٔ ایدهٔ دانشمندی است که اولاً مرد و ثانیاً سفیدپوست است و لذا دقیقاً بازتاب‌دهندهٔ وضعیت و تنوع موجود در جامعهٔ علمی نیست.

این موضوع به‌طور خاص بارها در نقد فمینیست[۱۵]ها از ساختار علم مورد توجه قرار گرفته است و آن را ناشی از این دانسته‌اند که علم در نهایت ساختاری مردسالار دارد و مبتنی بر ساختار قدرتی است که در خدمت مردان سفیدپوست طراحی و ایجاد شده است. دلایل نسبتاً روشنی برای این مدعا وجود دارد. از جمله اینکه از ۱۱۰ جایزهٔ نوبل که در حوزهٔ پزشکی تاکنون به ۲۱۹ نفر اهدا شده است، تنها ۱۱ نفرشان زن بوده‌اند، یعنی حدود ۵٪. در ۱۱۰ جایزهٔ نوبل شیمی هم که به ۱۸۴ برنده اهدا شده است تنها ۵ زن دیده می‌شوند که حدود ۲/۷٪ برندگان است. در جوایز فیزیک نیز که در ۱۱۳ دوره به ۲۱۳ برنده اهدا شده است تنها ۳ نفر زن دیده می‌شوند که ۱/۴٪ کل برندگان را شامل می‌شود. در مورد سیاه‌پوستان وضع از این بدتر است. مثلاً در میان سیاه‌پوستان کسی که تاکنون یکی از نوبل‌های علمی (فیزیک، شیمی، پزشکی) را دریافت کرده باشد وجود ندارد. آیا این مسئله نشان‌دهندهٔ یک‌جانبه‌گرایی و نگاه تنگ کمیته انتخاب نوبل نیست؟

علم و دانشمند: درهم‌تنیده یا مستقل؟

یک‌بار دیگر به مسئلهٔ پیچیدهٔ رابطهٔ میان علم و دانشمند بازمی‌گردیم و می‌پرسیم: آیا می‌توان این دو را از هم جدا کرد؟ که می‌گوییم شاید نگاه‌های فردی دانشمندان در نظریات و نتایج تحقیقات روز نقشی نداشته باشد اما حتماً در ساختار علم و جامعهٔ علمی نقش بازی می‌کند؛ و این موضوعی است که لازم است هنگام ارزیابی ساختار علم به آن توجه کنیم.

همین مسئله باعث بروز نقد دیگری در زمینهٔ نوبل و سایر جوایز و بزرگداشت‌های علمی می‌شود. اعتبار نوبل ـ درست یا غلط ـ باعث شده است تا برندگان آن به‌عنوان نماد و نمایشی از کلیت ساختار علم تشخّص یابند و رفتار و دیدگاه‌ها و سخنان آن‌ها در رسانه‌ها بازپخش شود. آن‌ها به ستاره‌های رسانه‌ای بدل می‌شوند که این باعث می‌شود رسانه‌های غیرعلمی توجه بیشتری به کارها و حرف‌های آن‌ها نشان دهند و در نتیجه این جایگاه آن‌ها باعث می‌شود تا نقد و مقابله با سخنان آن‌ها برای بسیاری از مردم عادی و رسانه‌های غیرتخصصی دشوار یا حتی غیرممکن شود.

مشکل دیگر زمانی است که این افراد متخصص در حوزه‌های علمی به بیان ایده‌هایی می‌پردازد که با اجماع علمی مغایرت دارد و حتی در مواردی ضدعلمی و شبه‌علمی است.

این تناقضی است که باعث مشکلات زیادی می‌شود؛ به‌خصوص اینکه کم نبوده یا نیستند دانشمندان معروفی که برندهٔ نوبل بوده‌اند و در عین حال اعتقادات غیرعلمی داشته و حتی آن‌ها را ترویج کرده‌اند! برای مثال:

بخشی از اهمیت داستان به این برمی‌گردد که در آینده، زمانی که بسیاری از مردم به تاریخ غیردقیق و سطحی یک پدیدهٔ علمی رجوع می‌کنند، با دیدن اینکه سه دانشمند برای کشف ساختار دی . ان . ای. جایزهٔ نوبل گرفته‌اند، بپذیرند که تنها همین سه نفر نقش‌های اساسی در این زمینه داشته‌اند

فیلیپ لنارد

هیدگی یوگاوا

ایرار گیاوار

برایان جوزشون

گری مولیس

ـ فیلیپ لنارد[16] برندۀ نوبل فیزیک ۱۹۰۵ از هواداران «نظریۀ فیزیکِ نژاد ژرمن» بود.

ـ ارنست بوریس چین[17] برندۀ نوبل پزشکی در ۱۹۴۵ منکر تکامل بود.

ـ هیدیکی[18] یوکاوا برندۀ نوبل فیزیک ۱۹۴۹ معتقد به ارجحیت دریافت‌ها و الهام‌های صوفیانه بر علم بود و از نسبی‌گرایی علمی مبتنی بر تائوئیسم[19] دفاع می‌کرد.

ـ ویلیام شاکلی[20] برندۀ نوبل فیزیک ۱۹۵۶ به‌طور آشکار از برتری نژاد سفید دفاع می‌کرد و معتقد بود سیاهپوستان را به دلیل هوش اندکشان باید به مراکز تربیتی ویژه‌ای فرستاد.

ـ ایوار گیاوار[21] برندۀ نوبل فیزیک ۱۹۷۳ منکر گرمایش زمین است.

ـ برایان جوزفسون[22] برندۀ دیگر نوبل فیزیک ۱۹۷۳ به پدیده‌های پانورامیک[23] معتقد بود، از حافظۀ آب! سخن می‌گفت و مشوق هوموپاتی[24] بود.

ـ کری مولیس[25]، که در سال ۱۹۹۳ جایزۀ نوبل شیمی را برد، شاید از همه جالب‌تر باشد. او نه تنها منکر رابطۀ ایدز[26] و ویروس اچ آی وی[27] بود، بلکه به طالع‌بینی نیز اعتقاد داشت، منکر گرمایش زمین و حفرۀ لایۀ اوزون[28] بود و حتی به آدم‌ربایی فضایی‌ها باور داشت. او در خاطرات خود اشاره می‌کند که یک بار راکون درخشانی را دیده است که احتمالاً موجودی فضایی بوده است.

این موارد اندک نیست؛ و شاید برخی استدلال کنند که هر دانشمندی مانند هر شخص عادی می‌تواند در خارج از نظریات تخصصی خود ایده‌های عجیب‌و غریب داشته باشد. گرچه این حرف در اساس درست است و نمی‌توان کسی را مجبور کرد که باورهای خود را تغییر دهد، اما مشکل جایی است که به‌دلیل جایگاه این افراد، باورهای شخصی آن‌ها به‌عنوان باورهای برندگان نوبل و در نتیجه باور دانشمندان و در نهایت باور علم به مردم منتقل شود.

در مورد ویلیام شاکلی، رسانه‌ها به صراحت از او نقل‌قول کرده‌اند که وی به تبعیض نژادی معتقد بوده است، که باید گفت برای مخاطب عام چنین ایده‌ای ممکن است به معنی حمایت علم از موضوع تعبیر شود در حالی که حوزۀ تخصصی او به‌طور کامل موضوع دیگری بوده است.

یا زمانی که دانشمند برندۀ نوبل از آدم‌ربایی فضایی یا راکون‌های کیهانی سخن می‌گوید، احتمال زیادی دارد در رسانه‌های عمومی این سخن او این‌گونه تعبیر شود که «دانشمند برندۀ نوبل، وجود هوش مصنوعی و آدم‌ربایی فضایی‌ها را تأیید کرد»! و بدین ترتیب باوری شخصی و احتمالاً غیر مستدل به‌عنوان یک واقعیت و باور علمی به مردم منتقل می‌شود؛ امری که به توسعۀ شبه‌علم منجر می‌شود و اعتماد به علم را کاهش می‌دهد.

حاصل سخن این که، رویدادهایی مانند «جایزۀ نوبل» از یک سو برآمده از تاریخ علم هستند و از سوی دیگر با ساختار جامعۀ علمی زمان خود به‌طور ویژه‌ای تعامل دارند. از این گذشته روند تأثیرگذاری و تأثیرپذیری آن‌ها بر جهان علم و نیز حیات اجتماعی به قدری پیچیده است که باید به هنگام بررسی نقش آن‌ها قطعات مختلفی را مورد بررسی قرار داد و به قضاوت نهایی در مورد این جایزه پرداخت. نتیجه اینکه بخش مهمی از رسانه‌های علمی و گزارشگران علم وظیفۀ مهم و دشواری را به‌خصوص در هنگام پوشش دادن اخبار مربوط به این رویدادها و معرفی دانشمندان برعهده دارند.

آن‌ها باید بتوانند شخصیت‌های علمی و واقعیت‌های علمی را در چارچوب‌های منطقی و تاریخی و اجتماعی خودشان قرار دهند، نقدهای موجود را برشمارند و نکات مثبت یا منفی را بیان کنند تا جامعه بتواند تصویر درستی از واقعیت دنیای علم به دست آورد. پوشش‌دادن‌های هیجانی، تیترهایی برای، به تعبیر ما، دریوزگی کلیک، و موارد مشابه باعث خواهد شد تا این امکان فراهم شود که تلاش ما برای گزارش از علم به توسعه ضد علم و شبه‌علم منجر شود.

پی‌نوشت‌ها

۱. شایان ذکر است که جایزه نوبل در رشته‌های ادبیات، اقتصاد و صلح نیز اهدا می‌شود ولی مادر مقالۀ حاضر فقط به سه رشتۀ مذکور توجه کرده‌ایم.

2. Paul Latterbo
3. Peter Mansfield
4. Raymond Demadian
5. Michel Mayor
6. Didier Queloz
7. Pegasus
8.Jeffrey Marseille
9. Epsilon Andromeda
10. Buzzfeed
11.Frances Harry Compton Crick
12. James Watson
13. Maurice Hugh Frederick Wilkins
14. Rosalind Franklin
15. Feminist
16. Flip Lennard
17. Ernest Boris chain
18. Hideki Yukawa
19. Taoism
20. William Shackley
21. Ivar Giavar
22. Brian Josephson
23. Panoramic phenomenon
24. Homeopathy
25. Carrie Mullis
26. AIDS
27. HIV
28. Ozone layer

سنجش در آموزش علوم به روش کاوشگری

دکتر هانیه عالی‌نژاد

مقدمه

نمی‌توان انکار کرد که دانش یک معلم در مورد یادگیری معنای سنجش و نوع نگاه او را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. به بیان دیگر، اینکه یادگیری چه تعریفی دارد و چه زمان اتفاق می‌افتد، نه تنها بر روش آموزش معلم تأثیرگذار است بلکه بر تحقق سنجش و استفاده از آن در کلاس درس او نیز مؤثر است. در آموزش علوم به روش کاوشگری، سنجش باید با نظریهٔ یادگیری، که کاوشگری بر آن اساس است، و با اهداف اصلی کاوشگری مطابقت داشته باشد.

کلیدواژه‌ها: روش کاوشگری، سنجش تشخیصی و تکوینی، پرسش و پاسخ کتبی

تعریف یادگیری در نظریه‌های یادگیری

رفتارگرایی: یادگیری یاد داده می‌شود.

سازنده‌گرایی شناختی: یادگیری یک فرآیند ذهنی و فردی است.

سازنده‌گرایی اجتماعی: یادگیری فرآیند ساخته شدن دانش در حین تعامل با دیگران است.

اگر مروری بر اهداف روش آموزش مبتنی بر کاوشگری داشته باشیم می‌بینیم واضح است که این روش در دسته الگوهای مربوط به نظریهٔ سازنده‌گرایی اجتماعی قرار می‌گیرد.

اهداف آموزش علوم به روش کاوشگری

- تشویق دانش‌آموزان به مشارکت فعال در یادگیری
- درک پیدا کردن او از اتفاقات و پدیده‌ها
- ایجاد کنجکاوی در دانش‌آموز و درگیر کردن او با فعالیت
- توسعهٔ مهارت‌های اجتماعی در فراگیر
- هدایت فراگیر به سمت درک بهتر علم
- توانا ساختن فراگیر در ساخت دانش علمی و مهارت علمی
- توانا ساختن فراگیر در بازاندیشی و تأمل بر فرآیند تفکر و راهکارها (ضروری برای یادگیری در طول زندگی)

مطابق تعریف، سنجش عبارت است از فرایند تولید، جمع‌آوری، تفسیر اطلاعات و برقراری ارتباط؛ و سنجیدن یعنی کسب اطلاعات و توانایی تصمیم‌گیری. بیشتر آزمون‌های رایج علوم، اهداف کاوشگری را محقق نمی‌سازند، در حالی که آزمون باید تأثیر بسیار زیادی روی اینکه چه درس بدهیم و چطور درس بدهیم داشته باشد. اگر می‌خواهیم به روش کاوشگری تدریس کنیم و دانش‌آموزان هم بفهمند که کاوشگری چیست و چقدر مهم است، باید اهداف کاوشگری را در روش سنجش خود وارد کنیم. نمرهٔ نهایی دانش‌آموز باید علاوه بر دانش علمی و فهم علمی، نمایان‌گر مهارت‌های کاوشگری او نیز باشد. تغییر روش سنجش، می‌تواند تأثیر بسیار مهمی در آموزش به روش کاوشگری داشته باشد. البته قطعاً این کار از نظر فرهنگی (عرفی) نیز چالش‌های زیادی به همراه دارد. به‌طور کلی انواع سنجش‌ها را می‌توان با توجه به مفهوم، کاربرد و زمان اجرا به سه دسته تقسیم کرد:

سنجش تشخیصی

زمان سنجش تشخیص قبل از شروع یک واحد یادگیری است و می‌توان به کمک آن از خطاها و بدفهمی‌های گذشته دانش‌آموزان آگاه شد و در نتیجهٔ آن اهداف درست و موقعیت‌های مناسب را برای کار در حین تدریس انتخاب کرد. در این نوع سنجش اشتباهات بچه‌ها مثبت تلقی می‌شود. همهٔ آن‌ها باید با خطاها و بدفهمی‌هایشان راحت باشند. در حقیقت در این مرحله، اشتباه کردن هیچ اشکالی ندارد. بنابراین هیچ نمره، رتبه یا درجه‌بندی‌ای نباید در کار باشد.

سنجش تکوینی

سنجش تکوینی به سنجش برای یادگیری معروف است و می‌تواند در همهٔ زمان‌ها در طول یک واحد یادگیری انجام شود. انجام این سنجش بازخوردهای زیادی برای معلم و دانش‌آموزان خواهد داشت. معلم می‌تواند بفهمد که دانش‌آموزان چه چیزی یاد گرفته‌اند یا می‌دانند و یا اینکه چه چیزی یاد نگرفته‌اند و نمی‌دانند. با سنجش تکوینی معلم می‌تواند تصمیم به ادامهٔ کار یا کار کردن روی یک موقعیت دیگر یا دادن یک رشته تمرین‌ها و فعالیت‌های دیگر بگیرد.

در این نوع سنجش نیز باید اشتباهات بچه‌ها را مثبت تلقی کرد. چون این سنجش به آن‌ها کمک می‌کند که بفهمند مشکلات کارشان در کجاست. بنابراین اشتباه کردن

هیچ اشکالی ندارد و هیچ نمره، رتبه یا درجه‌بندی‌ای نباید در کار باشد.

سنجش تراکمی

این سنجش به سنجش از یادگیری مشهور است و در زمانی مشخص، جهت اطلاع از میزان یادگیری دانش‌آموزان انجام می‌شود.

با این نوع سنجش می‌توان فهمید که دانش‌آموزان چقدر به اهداف درسی یک واحد یا یک درس رسیده‌اند. در این سنجش یک نمره یا رتبه به دانش‌آموزان یا خانواده‌ها یا ... ارائه خواهد شد که بر اساس آن معلوم می‌شود که دانش‌آموز باید دوباره روی موضوعاتِ مورد ضعف، کار کند و یا می‌تواند رو به جلو حرکت کند و به کلاس بالاتر برود و یا لازم است مجدداً امتحان بدهد. به همین دلیل در این نوع سنجش، اشتباهات بچه‌ها منفی هستند و نشان می‌دهند که دانش‌آموزان در چه بخش‌هایی موفق نبوده‌اند.

یک فعالیت یا تمرین مشخص، بسته به اینکه چطور استفاده شود، می‌تواند هم کاربرد سنجش تکوینی داشته باشد و هم کاربرد سنجش تراکمی.

حال می‌خواهیم بررسی کنیم که این انواع سنجش در کلاس علومی که به روش کاوشگری تدریس می‌شود به چه شکل می‌تواند اجرا شود.

سنجش تشخیصی در کاوشگری

با این سنجش معلم خطاها و بدفهمی‌های قبلی دانش‌آموزان را می‌فهمد. در سنجش آغازین کاوشگری، در حقیقت به‌طور مستقیم سؤال نمی‌پرسیم بلکه پرسشی را مطرح می‌کنیم که دانش‌آموز مجبور شود از دانسته‌های قبلی خود استفاده کند تا پاسخ را پیدا کند.

هر دانش‌آموز باید پاسخ کتبی خود به سؤالات را شخصاً بنویسد. او باید آگاه باشد که اگر چیزی را نمی‌داند مهم نیست و آن را خالی بگذارد. در حقیقت این فرایند به هر دانش‌آموز فرصت می‌دهد تا از خودش سؤال کند و در او کنجکاوی ایجاد شود. به چند طریق زیر می‌توان این سنجش را در کلاس پیاده کرد.

۱. پرسش و پاسخ کتبی

نمونه‌هایی از سؤالاتی که می‌توانند به‌صورت کتبی در سنجش تشخیصی آموزش علوم به روش کاوشگری مورد استفاده قرار گیرند:

- در یک مدار ساده آیا شدت جریان الکتریکیِ قبل از لامپ، بیشتر یا کمتر یا مساوی با شدت جریانِ بعد از لامپ است؟
- آیا جرم آب نمک بیشتر یا کمتر یا مساوی با جرم آب به اضافهٔ جرم نمک (قبل از تهیه آب نمک) است؟
- اگر یک دستمال کاغذی را در انتهای یک لیوان قرار دهیم و لیوان را به‌طور عمودی و برعکس در آب فرو ببریم، چه اتفاقی برای دستمال می‌افتد؟
- اگر یک فضانورد روی ماه کفش‌هایش را درآورد چه می‌شود؟

جالب است بدانید که نتایج اجرای سنجش آغازین در مبحث فضا برای حدود ۹۰ نفر از دانش‌آموزان پایه نهم (سوم متوسطهٔ اول) به این صورت بوده است:

- اگر روی زمین جسمی را پرتاب کنیم، از نظر ۱۰۰٪ دانش‌آموزان روی زمین می‌افتد.
- اگر روی زمین جسمی را از داخل یک پاراگلایدر به بیرون پرتاب کنیم، از نظر ۹۰٪ دانش‌آموزان روی زمین می‌افتد.
- اگر روی ماه جسمی را بیاندازیم، از نظر ۱۸٪ دانش‌آموزان، به آرامی می‌افتد و از نظر ۶۵٪ آن‌ها در فضا معلق می‌مانند.
- اگر روی ماه جسمی را از داخل یک پاراگلایدر به بیرون پرتاب کنیم، از نظر ۱۷٪ دانش‌آموزان، به آرامی می‌افتد و از نظر ۶۷٪ آن‌ها در فضا معلق می‌مانند.

– چرا شب‌ها خورشید را نمی‌بینیم؟

پاسخ‌های احتمالی غلط بچه‌ها که نشان‌دهندهٔ بدفهمی آن‌ها در این باره است:

- چون سیاه است.
- هنوز آنجاست ولی رنگش عوض شده.
- چون ابرها روی آن را پوشانده‌اند.
- چون تبدیل به ماه شده است.
- توسط ستاره‌ها پنهان شده است.
- تبدیل به یک ستارهٔ بزرگ شده است.
- تبدیل به یک ستارهٔ کوچولو شده است.
- چون شب‌ها خورشید را لازم نداریم، ماه و ستاره‌ها را لازم داریم.
- شب‌ها هوا گرم نیست، خورشید را لازم نداریم.
- شب‌ها می‌خواهیم بخوابیم و نمی‌خواهیم ببینیمش.
- خدا با خورشید حرف زده
- رفته جایی دیگر
- زمین گرد است.

۲. جدول قبل و بعد

می‌توان از بچه‌ها خواست قبل و بعد از تدریس یک واحد درسی جدولی را پر کنند. مثلاً یک بازی الکتریکی مانند شکل زیر را نشان می‌دهیم از آن‌ها می‌خواهیم جدول را پر کنند. **شکل ۱ و جدول ۱**

یـا در مـورد درس فضـا و کره مـاه، پر کردن ایـن جدول قبل و بعـد از تدریـس واحد درسـی، می‌تواند اطلاعـات خوبی برای معلـم فراهـم کنـد. **جـدول۲**

۳. خلاصه‌نویسی

دانش‌آمـوزان می‌تواننـد در یـک برگـه بـه صـورت خلاصـه بنویسـند که از درس علوم سـال گذشـته در مورد موضوع این واحـد درسـی چـه می‌داننـد. ابتـدا بـه صـورت فـردی بگویند و سـپس بعـد از مشـورت در گـروه. به‌عنـوان مثـال در مـورد موضوعـات زیـر هرچه کـه می‌داننـد یادداشـت کنند.

- الکتریسیته
- گرما
- موجودات زنده
- مخلوط‌ها و محلول‌ها
- انواع سنگ‌ها
- چرخهٔ غذایی جانوران
- بخش‌های مختلف گیاهان

سنجش تکوینی در کاوشگری

بـا ایـن نـوع سـنجش می‌تـوان اهـداف کاوشـگری یعنـی مشـارکت فعال در یادگیری، فهم بهتر، شـکل‌گیری مهارت‌ها و تأمـل بـر فراینـد تفکـر را در آمـوزش لحـاظ کرد. بـا اجرای سـنجش تکوینـی معلـم در مـورد چالش‌هـا و خطاهـای دانش‌آمـوزان در حیـن تدریـس اطلاعاتی جمـع‌آوری می‌کند تـا بتوانـد در مـورد ادامـه کارش تصمیـم بگیـرد کـه آیـا باید از ایـن بحـث عبـور کنـد و یـا لازم اسـت مثال‌هـای دیگـری در کلاس ارائـه کنـد یـا فعالیـت عملـی دیگـری انجـام دهـد. دانش‌آمـوز در ایـن سـنجش به‌صـورت تنهـا یـا در گـروه کار می‌کنـد (شـفاهی یـا کتبـی یـا به‌صـورت تجربـی) و با سـایر دانش‌آمـوزان و بـا معلـم تعامـل دارد.

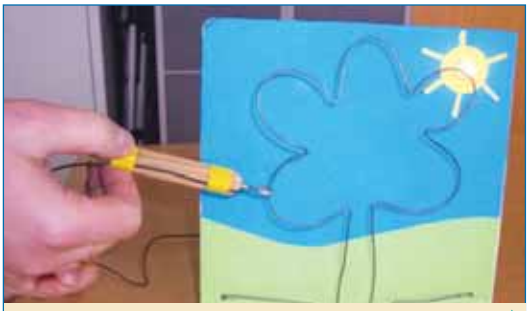
به این منظور معلم باید:

- دانش‌آموزان را در حین انجام کار مشاهده کند.
- در کلاس بچرخد تا همهٔ دانش‌آموزان را ببیند.
- در مورد خطاهای مشاهده شده تحلیل و بحث کند.

از روش‌هـای انجـام ایـن نوع سـنجش می‌تـوان بـه دو روش زیـر اشـاره کرد:

۱. دادن تمرین‌هـای کافـی (تکلیـف)، تصحیـح آن‌هـا در کلاس، زمان گذاشـتن برای اسـتخراج خطاهـا و تحلیل آن‌ها. در ایـن روش تمرکـز بـر دانـش، درک و فهم و مشـارکت فعال دانش‌آمـوزان در یادگیـری اسـت.

۲. طراحـی تمریـن توسـط دانش‌آمـوزان کـه باز هـم تمرکز آن بـر دانـش، درک و فهـم و مشـارکت فعال دانش‌آمـوزان در یادگیری اسـت.



▲ شکل ۱

جدول ۱

داخل جعبه، پشت درخت چه خبر است؟
تاریخ:
تاریخ:

جدول۲

پرسش	چه‌می‌دانم؟	چه‌یادگرفتم؟
آیا ماه را در روشنایی روز می‌بینید؟		
اگر من ماه را امشب ساعت ۸ و سپس ساعت ۱۰ نگاه کنم، آیا در یک مکان خواهد بود؟		
اگر من ماه را امشب ساعت ۸ و فردا در همان ساعت نگاه کنم، آیا در یک مکان خواهد بود؟		
یک شب ماه را نگاه کردم و این شکلی بود: شکل آن یک هفته بعد چطور خواهد بود؟		
آیا ماه دور خودش می‌چرخد؟		
من این شکل را در آسمان دیدم: عصر است یا شب یا صبح؟		

مثال:

چگالی:

از بخـش چگالی یک تمرین بسـازید. تمام اطلاعـات لازم به جز جواب را بنویسـید. لازم نیسـت آن را حل کنید.

معلـم تمرین‌هـا را جمع می‌کنـد و مواردی را کـه به دلایلی، همچـون بدفهمـی یـا چالش‌هـای خـاص، مهـم تشـخیص می‌دهـد انتخـاب و یـک کاربـرگ آمـاده می‌کنـد.

در جلسـه بعد، به کمک بچه‌ها مسـائل را نقد، بررسـی و در صـورت امکان حـل می‌کند.

زمان:

الان در هر یک از شـهرهای پاریس، پکن و سـیدنی سـاعت چند اسـت؟

۳. استفاده از بازی‌ها

ایـن روش برای زمانی مناسـب اسـت که می‌دانیـم محتوای

درسی ممکن است خطاهای زیادی را در بر داشته باشد. احساس مثبت داشتن در حین بازی یادگیری را ساده‌تر می‌کند و برای فهم علمی برخی از مفاهیم نیز لازم است. معمولاً در این روش هم تمرکز بر دانش، درک و فهم و مشارکت فعال دانش‌آموزان در یادگیری است.

- بازی حافظه در مبحث یون‌ها
- بازی حافظه در تبدیل واحد سیستم یکاها
- بازی دومینو در الکتریسیته

۴. استفاده از جدول‌های همراه با شاخص برای خودسنجی دانش‌آموزان:

این جدول‌ها می‌تواند یا به صورت آماده به دانش‌آموزان داده شود یا توسط خود آن‌ها طراحی و سپس استفاده شود. در این روش نیز تمرکز بر دانش، درک و فهم و مشارکت فعال دانش‌آموزان در یادگیری است. ضروری است که قبل از انجام فعالیت، معلم شفاف توضیح داده باشد که کار خوب چیست و دانش‌آموزان هم فهمیده باشند که کار خوب چیست. مثال:

قرار است بچه‌ها پس از انجام یک فعالیت یا یک آزمایش، یک گزارش کار بنویسند.

قدم اول: معلم چند نمونه گزارش کار با ویژگی‌های متفاوت آماده کند:

- یکی خیلی کوتاه، یکی بلند با جزئیات زیاد؛
- یکی شامل تصویر یا رسم شکل، یکی بدون تصویر یا رسم شکل؛
- یکی دارای اشکالات دستور زبانی، یکی بدون این اشکالات؛
- یکی با توضیحات خوب، یکی بدون دقت؛
- یکی نوشته شده قبل از انجام آزمایش، یکی نوشته شده بعد از انجام آزمایش (برای پرداختن به تفاوت بین دستورالعمل و گزارش کار)

قدم دوم: نوشتن شاخص‌های یک گزارش کار خوب (شاخص‌های مثبت و منفی)

ابتدا در گروه شاخص‌ها نوشته شود. سپس در کلاس روی شاخص‌های مشترک گروه‌ها بحث شود.

- پرسش مورد آزمایش
- فرضیه‌ها
- آزمایش پیشنهادی+ رسم شکل یا نمودار
- نتایج آزمایش+ رسم شکل یا نمودار+ جملات
- نتیجه‌گیری

قدم سوم: خودسنجی دانش‌آموزان توسط جدول تهیه شده و در صورت نیاز نوشتن یک گزارش کار دیگر

جدول۳

کارهایی که باید انجام دهم	آزمایش... من	آزمایش... معلم
کار تمیز برگه تمیز، بدون پارگی، استفاده از خط‌کش و مداد نوک‌تیز		
املاء و نگارش درست		
استفاده از شکل استفاده از خط‌کش، مداد و رنگ، فقط جزئیات مهم، درست و تمیز		
انتخاب عنوان مناسب گزارش شماره ۴ کافی نیست!		
ساختار مناسب پاراگراف‌ها یا شماره‌گذاری آن‌ها		
نوشتن سؤال مورد بررسی		
ارائه پیش‌بینی یا فرضیه		
نوشتن فهرست لوازم		
شرح آزمایش استفاده از جملات و شکل		
نتیجه‌گیری پاسخ به پرسش ابتدایی		
خودسنجی		
ارزشیابی		

جدول۳

جدول ارزشیابی فعالیتی در مورد نحوه نگهداری حیوانات (مثل موش) در قفس:

کارهایی که باید انجام دهم	تاریخ... من	تاریخ... معلم
دستکش بپوشم		
وسایل مورد نیاز را آماده کرده‌ام: کیسه برای آشغال، روزنامه، آب، غذا، اسفنج، دستمال کاغذی		
حیوان را از قفس در می‌آورم و به دانش‌آموز دیگری می‌دهم.		
زباله‌ها، روزنامه و غذای مانده را در کیسه می‌اندازم.		
قفس را با اسفنج تمیز می‌کنم.		
قفس را با دستمال کاغذی خشک می‌کنم.		
روزنامه تمیز می‌گذارم.		
آب در بطری می‌ریزم.		
غذای تازه می‌گذارم.		
حیوان را به قفس بر می‌گردانم.		
کیسهٔ آشغال را دور می‌اندازم.		
کلاس را جارو می‌کنم.		
وسایل را سر جای خودش می‌گذارم.		
دست‌هایم را می‌شویم.		

جدول ارزشیابی نحوه اندازه‌گیری حجم با استوانهٔ مدرج:

کارهایی که باید انجام دهم	آزمایش... من	آزمایش... معلم
استفاده از استوانه متناسب با حجم موردنظر - چک کردن ظرفیت استوانه و واحد اندازه‌گیری آن		
ریختن مایع داخل استوانه - آرام - در هنگام ریختن نریزد یا نپاشد		
تعیین واحد اندازه‌گیری استوانه - تعیین حجم بین دو خط روی آن - تعیین یکای اندازه‌گیری		
تعیین خطای اندازه‌گیری استوانه - روی آن نوشته شده		
خواندن نتیجه اندازه‌گیری - گذاشتن استوانه روی میز - چشم را هم‌ارتفاع مایع کردن - سطح پایین هلال را خواندن - گزارش حجم صحیح با یکای درست		
خودسنجی		
ارزشیابی		

جدول‌های بالا، که به‌عنوان مثال آورده شدند، می‌توانند به دفعات زیاد به صورت سنجش تکوینی یا تراکمی مورد استفاده قرار بگیرند. می‌توان آن‌ها را با علامت‌گذاری یا رنگ‌های مختلف پر کرد.

خودسنجی در استفاده از این جداول بسیار مهم است و به یادگیری کمک فراوانی می‌کند. از هر کدام از این جدول‌ها، بعد از چند بار استفاده به صورت تکوینی، می‌توان به صورت تراکمی استفاده کرد.

سنجش تراکمی در کاوشگری

در صورتی که تدریس درس با روش کاوشگری انجام شده است، در سنجش نیز اهداف کاوشگری باید در نظر گرفته شود.

برای کمک به دانش‌آموزان جهت آمادگی برای آزمون پایانی باید به صورت مکتوب، اهداف واحد درسی را به همراه چند تمرین به آن‌ها داد (تمرکز بر فرآیند تفکر). همچنین در کلاس باید دربارهٔ نحوهٔ آمادگی برای آزمون صحبت کرد (تمرکز بر فرایند تفکر). می‌توان به دانش‌آموزان در تهیهٔ خلاصه‌ای از درس کمک کرد (تمرکز بر فرآیند تفکر و بر فهم). بسیار مهم است که به تعداد کافی تمرین یا سنجش تکوینی به آن‌ها داده شده باشد تا از یادگیری آن‌ها مطمئن شویم. البته همهٔ تمرین‌ها باید جمع‌آوری شوند (تمرکز بر فهم) و پاسخ آن‌ها قبل از آزمون داده شود.

باید در نظر داشته باشیم که آزمون‌های غیرمنتظره تأثیر مخرب روی اعتمادبه‌نفس دارد، احساس منفی در پی دارد و مشوق یادگیری در آرامش نیست. آزمونی که در دفعات زیاد ولی کوتاه برگزار شود از آزمون کم‌تکرار ولی بلند بهتر است. همچنین آزمون باید با اهداف واحد درسی و سنجش‌های تکوینی برگزار شده مطابقت داشته باشد. در محتوای آزمون نباید متن‌های خواندنی بلند وجود داشته باشد یا لازم باشد متن‌های طولانی در پاسخ نوشته شود. بهتر است از جدول و شکل به جای متن استفاده شود.

به‌عنوان مثال در تدریس مبحث مربوط به الکتریسیته در سنجش تراکمی (پایانی) باید هم دانش علمی را مورد آزمون قرار داد مثل:

- کلمه‌های جدید: باطری، لامپ، اتصال، سیم، گیره، مدار
- شکل‌ها: باطری، لامپ
- استفاده از باطری، لامپ، سیم‌ها، گیره و ... برای تشکیل یک مدار
- کشیدن شکل مدار (باطری، لامپ، سیم‌ها)
- تشخیص اینکه در مدار کدام شکل لامپ روشن خواهد شد. و هم مهارت‌های رویکرد کاوشگری نظیر:
- فرضیه/پیش‌بینی‌سازی
- آزمایش فرضیه
- مشاهده/استنتاج
- ارتباط با دانش‌آموزان دیگر
- زبان شفاهی: توضیح دادن به دیگران/ بحث
- زبان کتبی: نوشتن در داخل کاربرگ یا دفتر علوم

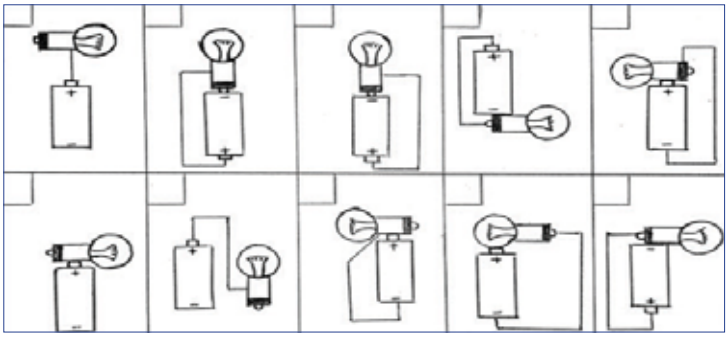
مثال:

در شکل‌های زیر آیا لامپ خاموش است یا روشن؟

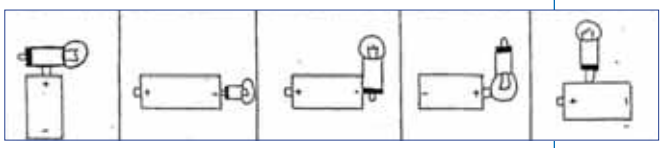
جدول شاخص های مهارت در پپ فعالیت پاوشگری:

این جدول می تواند دید روشنی به مهارت های علمی پاوشگری به معلم و دانش آموز بدهد.

کارهایی که باید انجام دهم	تاریخ... من	تاریخ... معلم
شناسایی پرسش/مسئله		
پیش‌بینی/فرضیه‌سازی		
طراحی آزمایش		
انجام آزمایش		
مشاهده		
اندازه‌گیری، مقایسه، طبقه‌بندی (در صورت نیاز)		
ایجاد سؤال‌های جدید		
همکاری با سایر دانش‌آموزان		
زبان نوشتاری: پر کردن کاربرگ یا دفتر علوم		
زبان شفاهی: توضیح به دیگران، بحث کردن		
پیروی از دستورالعمل		
تمیز کردن		



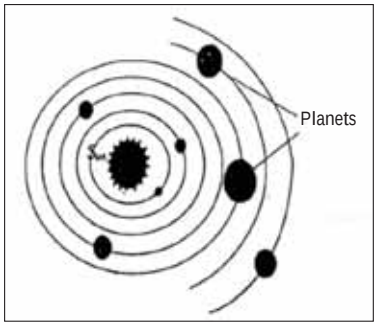
در شکل‌های زیر سیم‌های لازم را بکش تا لامپ روشن شود:



ë می‌توان برای سنجش فهم علمی و مهارت‌های کاوشگری از سؤالاتی مشابه مثال‌های زیر استفاده کرد:

۱. به جدول زیر خوب دقت کنید. در منظومهٔ شمسی سیارهٔ دیگری هست که در این جدول نیست و تقریباً ۱۴۳۰ میلیون کیلومتر از خورشید فاصله دارد. حدس می‌زنید تقریباً چقدر طول می‌کشد تا آن سیاره یک بار دور خورشید بچرخد؟

نام سیاره	فاصله از خورشید	مدت زمان یک دور چرخیدن به دور خورشید
عطارد	۵۸ میلیون کیلومتر	۸۸ روز
زهره	۱۰۸ میلیون کیلومتر	۲۲۵ روز
زمین	۱۵۰ میلیون کیلومتر	۱ سال
مشتری	۷۸۰ میلیون کیلومتر	۱۲ سال
اورانوس	۲۸۷۰ میلیون کیلومتر	۸۴ سال
نپتون	۴۵۰۰ میلیون کیلومتر	۱۶۵ سال

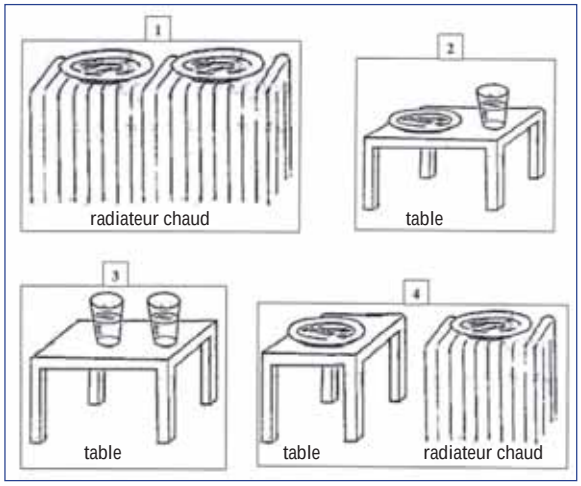


۲. دو فرضیه داریم:

- وقتی سطح تماس آب با هوا بیشتر شود، سرعت تبخیر بالاتر است.
- وقتی دما بیشتر باشد، سرعت تبخیر بالاتر می‌رود.

با توجه به شکل های زیر مشخص کنید:

- کدام آزمایش، فرضیه ۱ را بررسی می‌کند؟
- کدام آزمایش، فرضیه ۲ را بررسی می‌کند؟



به‌صورت کلی سنجش تراکمی را می‌توان به صورت آزمون کتبی، آزمون عملکردی، آزمون مشاهده‌ای معلم‌محور یا پوشه کار برگزار کرد. آسان‌ترین روش در این میان، آزمون کتبی است که مهم‌ترین عیب آن عدم سنجش مهارت و وابستگی آن به مهارت خواندن یا نوشتن دانش‌آموزان است. مزیت آزمون عملکردی این است که می‌تواند برای سنجش مهارت‌های کاوشگری به کار گرفته شود ولی دشواری اجرا برای تعداد زیاد دانش‌آموز (وسایل، زمان و ...) از معایب آن به حساب می‌آید.

منبع

Anne Goube, Assessment, La main á la pâte, Isfahan, (2018)

فیزیک را چگونه آموزش دهیم؟

ماری‌سیو پیتروکلا[1]
مترجم دکتر روح‌الله خلیلی بروجنی هیئت علمی دانشگاه فرهنگیان تهران

در مواجهه با تحولات فراگیر جهانی که در طول پنجاه سال گذشته اتفاق افتاده است، این پرسش که: فیزیک را چگونه آموزش دهیم؟ تاکنون توسط بسیاری از فیزیک‌دانان سراسر جهان مطرح شده است. در این چند دهه شاهد انتشار پرفروش‌ترین کتاب برای آموزش فیزیک پایه در سطح دانشگاهی بوده‌ایم. نخستین بار در سال ۱۹۶۰ فیزیک هالیدی و رزنیک برای دانشجویان علوم و مهندسی چاپ شد (در ویراست دهم با عنوان مبانی فیزیک[2] چاپ شده است). این کتاب که آموزش فیزیک پایه در سطح دانشگاه را دنبال می‌کند در آموزش فیزیک دورهٔ متوسطه نیز به شدت مؤثر واقع شده است. هدف اولیهٔ مؤلفان این کتاب ایجاد جامعه‌ای از محققان علوم و مهندسی بود که بتوانند پس از انقلاب صنعتی، فناوری و دانش بنیادی را برای بهره‌مندی جامعه ایجاد و عرضه کنند.

هر چند کتاب هالیدی و رزنیک همچنان مرجع اصلی برای آموزش فیزیک در سراسر جهان است، اما تردید نیست که اوایل قرن بیست‌ویکم با اواخر دههٔ ۱۹۵۰ میلادی بسیار متفاوت است. در جامعهٔ امروز چالش‌های زیادی برای افراد وجود دارد. با پیشرفت علم و فناوری، ما به مرزهایی از دانش و توانمندی‌های پیچیده و خارق‌العاده رسیده‌ایم که هیچ‌کس مطلقاً قادر به درک و شناخت کامل آن‌ها نیست.

در عین حال، این شرایط بی‌سابقه تنوعی از آیندهٔ محتمل را به‌وجود می‌آورد که لازم است ما، به‌منظور پرورش نظرات و تصمیم‌گیری‌های قاطع، از آن‌ها آگاهی داشته باشیم. به‌طور کلی، دو تحول اساسی بر زندگی امروز بشر تأثیرگذار است. این دو تحول یکی پایان طبیعت و دیگری پایان سنت[3] است. هر دوی این‌ها با رشد روزافزون علم و فناوری در ارتباط هستند، اگرچه کاملاً مشخص نشده‌اند.

جهان طبیعی، که بشر از ابتدای خلقتش به تدریج آموخته بود که چگونه با آن سروکار داشته باشد و آن را بشناسد، دیگر وجود ندارد. در طی هفتادوپنج سال گذشته، بشر به آنچه طبیعت می‌تواند برای ما انجام دهد کمتر توجه کرده و بیشتر نگران آن چیزی بوده است که خود با طبیعت انجام داده است. آگاهی ما از اینکه تخریب محیطی که در آن زندگی می‌کنیم شروع شده است، چیزی است که سابقه‌اش حداقل به دههٔ هشتاد میلادی قرن گذشته باز می‌گردد. اما آنچه امروزه بیش از پیش آشکار شده این است که زیست‌گاه‌های انسانی به وسیلهٔ طبیعت احاطه نشده‌اند بلکه برعکس، طبیعت توسط بشریت احاطه شده است. این احاطه به حدی است که حفاظت از منابع حیات‌وحش، اعم از حفاظت از طبیعت، جنگل‌ها، تالاب‌ها، رودخانه‌ها، چشمه‌ها، اقیانوس‌ها و غیره به پروژه‌هایی برای گروه‌های حامی محیط‌زیست تبدیل شده است. این انتقال برای ورود ما به جامعهٔ ریسک (براساس تعریف بِک[4] (۱۹۸۸) اساسی و بنیادی است. هم اینکه ما در یک جامعهٔ پساطبیعت زندگی

می‌کنیم و شاهدیم که چگونه علم و فناوری، طبیعت را به طبیعتْ فناوری و به تعبیری طبیعتِ فناورانه تبدیل کرده است.

نیاز فعلی به خلقِ مداوم دانش و فناوری ریسک‌های متنوعی را به همراه دارد: تخریب محیط زیست، افزایش فقر، گسترش نابرابری‌ها، محرومیت اقلیت‌ها و غیره.

در اینجا لازم است برخی از تحولات مهم در زمینهٔ پیدایش جامعهٔ علمی[5] را برجسته کنیم؛ تحولاتی که اساساً با این ریسک‌ها مرتبط هستند:

- در طول دو قرن گذشته، علم و فناوری به گونه‌ای توسعه یافته‌اند که به سنگ بنای سنت غربی[6] تبدیل شده‌اند.
- دانش علمی که پیش از این توسط بسیاری آموخته می‌شد (و هنوز هم برخی می‌آموزند) همواره قادر به غلبه بر سنت‌های قدیمی بوده است، اما امروز به نوعی به یک امر معین، قدرت خاص و مطمئن تبدیل شده است.
- از آنجا که هر چه علم و فناوری پیچیده‌تر شوند، بیشتر از زندگی مردم فاصله می‌گیرند، مردم به آن‌ها به‌عنوان ابزاری برای ایجاد امنیت بیشتر ارج می‌نهند.
- در صورت عدم دسترسی به آموزش و اطلاعاتی که به مردم امکان شکل‌دهی به نظراتشان را بدهد (همچنین محاسبه و مدیریت ریسک‌های احتمالی)، مردم عادی به دنبال نظرات کارشناسان (دانشمندان و مهندسان) می‌روند.
- پس هم اینک به روش‌هایی نیاز داریم تا میان گفت‌وگو و درگیری بیشتر با علم و فناوری از یک سو و دانش‌آموزان و به طور کلی شهروندان از سوی دیگر رابطه‌ای برقرار کنیم.

اکنون در پاسخ به این پرسش که چه انواعی از دانش علمی باید آموزش داده شود؟ نقش و اهمیت علمی پدیدار و برجسته‌تر می‌شود که در شکل‌گیری بنیان وجدان اجتماعی[7] در فرد مؤثرتر باشد. حوزهٔ فیزیک (تأثیرگذار بر شناخت و درک دانش‌آموزان از دنیای اطراف) در این فرایند حرف زیادی برای گفتن دارد و گزارش کمیسیون اروپا از گروه متخصصین آموزش علوم (۲۰۱۵) نیز این موضوع را تأیید می‌کند: «ما به علم نیاز داریم تا به طور واقع‌بینانه، سیاست‌ها و خط‌مشی‌ها را اطلاع رسانی کنیم. ما به علم نیاز داریم تا شهروندان و سیاستمداران را به روشی مطمئن و قابل دسترس آگاه سازیم. ما باید با یکدیگر تصمیم بگیریم (به جای موضع‌گیری‌های قطبی شده) و مسئولیت تصمیم‌هایی را برعهده بگیریم که متکی بر شواهد علمی صحیح باشند. (صفحه۵)

تا در خصوص چگونگی آموزش و یادگیری فیزیک فکری نشود، این نوع نیازها برآورده نخواهد شد. در این مضمون: پژوهش‌های آموزش علوم، نوآوری و شیوه‌های کار باید پاسخگوی نیازها و بلند پروازی‌های جامعه باشد و ارزش‌های آن را بازتاب دهد. (صفحهٔ ۶)

در جامعهٔ امروز چالش‌های زیادی برای افراد وجود دارد. با پیشرفت علم و فناوری، ما به مرزهایی از دانش و توانمندی‌های پیچیده و خارق‌العاده رسیده‌ایم که هیچ‌کس مطلقاً قادر به درک و شناخت کامل آن‌ها نیست

برای این کار باید به سه پرسش اساسی پاسخ دهیم: چرا آموزش می‌دهیم؟ چه چیزی آموزش می‌دهیم؟ چگونه آموزش می‌دهیم؟

کتاب از تقاء آموزش فیزیک برای رفع نیازهای جامعه[8] در پی پاسخ به بخشی از این پرسش‌ها از نقطه‌نظر پژوهش در آموزش فیزیک است.

بخش اول این کتاب، به تأثیر علم و فناوری در آموزش فیزیک می‌پردازد و توجه عمدهٔ آن معطوف به رایانه، فناوری برای آموزش و مفاهیم جدیدِ کار شده در مدرسه است.

ایان لارنس[9] در نخستین مقالهٔ بخش اول کتاب با عنوان: توسعهٔ محاوره‌ای ایده‌های شاگردان به کمک محاسبه در کلاس درس با ساده نگه داشتن آن[10]، می‌گوید که رایانه‌ها می‌توانند ابزاری مفید برای ارائه باشند. بسیاری از مشکلات موجود در یادگیری فیزیک، به بازنمایش[11] جهان به خودتان وابسته است: تصور کردن جهان به غیر از آن چیزی که واقعاً هست و سپس نتیجه‌گیری با آن تصور، انتظارات جدیدی را در مورد جهانی که در آن زندگی می‌کنیم به وجود می‌آورد. در حین این فرایند، برای زنده نگه‌داشتن فیزیک در کلاس‌های درس، به ابزاری حساس و انعطاف‌پذیر نیاز است تا بتوان معلمان را در آموزش فیزیک به شاگردان ترغیب کرد. یک بررسی دقیق در مورد امکانات و سختی‌های موجود در روش‌های ممکن برای برنامهٔ آموزشی فیزیک، پیشنهاد می‌کند که گزینه‌های متنوع‌تری را به جای آموزش مبتنی بر جبر و حسابان استفاده کنند.

این مقاله از تجربهٔ چند سال کار با ابزارهای مدل‌سازی محاسباتی توسط معلمان و دانش‌آموزان (۱۱-۸ ساله) و همچنین کار قابل توجهی که در زمینهٔ ساخت مراتب تدریس انجام شده و نیز کمکی که به حمایت از «تدریس فیزیک در مراحل پایه و پیشرفته» شده، استفاده کرده است. مرکز توجه به سمت استفاده از نمایش نموداری است بدون اینکه قادر به حمایت از ایده‌های روبه رشد در الگوهای تدریس باشد، ضمن اینکه در حال جست‌وجوی راهی جدید برای ساده‌سازی روشی با ارزش‌های فرهنگی و ساده نگه داشتن اجرای آن هستیم که معلمان به استفاده از آن ترغیب شوند.

تام الرمیجر[12] به پرسش‌هایی مانند «چگونه آموزش فیزیک را برای دانش‌آموزان دبیرستانی چالش‌برانگیزتر و جذاب‌تر کنیم؟ یا چگونه می‌توان تفکر خلاق، توانایی حل مسئله و سایر مهارت‌های شناختی را تقویت کرد؟» پاسخ می‌دهد. در بسیاری کشورها، دولت‌ها مایلند علم و فناوری را در مدارس توسعه دهند و در این راستا در آمریکا STEAM (سرحرفِ علوم، فناوری، مهندسی، هنر و ریاضیات)[13]، در اتحادیهٔ اروپا IBSE (سر حرفِ آموزش علوم مبتنی بر کاوشگری)[14] و در آلمان MINT (سر حرفِ ریاضیات،

انفورماتیک، علم و فناوری)[15] جدیدترین کلمات اختصاری در این زمینه هستند. آیا کاربرد فناوری در آموزش فیزیک می‌تواند ما را به اهداف موردنظر نزدیک‌تر کند؟ واضح است که فناوری می‌تواند آموزش فیزیک را بیشتر به زندگی واقعی مرتبط سازد و امکان تحقیق را برای خود دانش‌آموزان فراهم کند. کاربرد فناوری فقط روشی دیگر برای آموزش نیست بلکه مزیت‌های زیادی به روش آموزش اضافه می‌کند؛ و این امری است که برای ده‌ها سال شناخته شده است اما هنوز کاربرد کمی دارد. چند مورد از این کاربرد مانند اندازه‌گیری با حسگرها، اندازه‌گیری‌های ویدئویی و مدل‌سازی این مزایا را نشان می‌دهند.

مارسیا بگالی و یوتابیلو[16] فعالیت‌هایی را معرفی می‌کنند که طی آن مؤسسات تحقیقاتی و دانشگاه‌های سراسر جهان دانشجویان و معلمان خود را برای برنامهٔ یک روزه دعوت می‌کنند تا زندگی با تحقیقات پایه را تجربه کنند. این کلاس‌های بین‌المللی[17] به دانش‌آموزان این امکان را می‌دهد تا با تجزیه و تحلیل داده‌های واقعی که از برخوردهندهٔ بزرگ هادرونی[18] در سرِن گرفته شده است برای یک روز فیزیک‌دان ذرات بنیادی باشند. این پروژه که در هر سال بیش از ۱۳۰۰۰ دانش‌آموز دبیرستانی را از چهل و شش کشور جهان جذب می‌کند پیوندی بین آموزش علوم در مدارس و پژوهش‌های علمی مدرن به وجود می‌آورد. شرکت‌کنندگان می‌توانند نیروهای بنیادی (نیروهای تعاملی) و اجزای طبیعت را کشف کنند و اطلاعاتی در مورد اکتشافات نوین و قابل توجه در زمینهٔ فیزیک ذرات، مثل کشف بوزون هیگز، به دست آورند. افزون بر این، آن‌ها می‌توانند در تحقیقاتی مهم سهیم شوند و درک خود را از علمی و پژوهش علمی بهبود بخشند. این برنامه تجربه‌های ارزشمندی را به آموزش فیزیک می‌افزاید که باعث تقویت علاقهٔ دانش‌آموزان به علم می‌شود.

قسمت دوم این کتاب، به ارزیابی موضوعات خاص در مورد روش‌های شناخته شدهٔ آموزش فیزیک پرداخته و آن بر پایهٔ روش آموزشی دانش‌آموز محور و آزمایش‌های ساده است.

در مقاله‌ای دیگر از این کتاب لئوس دوژاک[19] در مورد آزمایش‌های ساده، ارزان، قابل انجام در زمان کوتاه و با نتایج جالب بررسی‌هایی انجام می‌دهد. آزمایش‌های ساده مدت‌هاست که در کلاس‌های فیزیک اجرا می‌شود، با این حال، باید دید امروزه چگونه است؟ و آیا این آزمایش‌ها می‌توانند با آنچه فناوری اطلاعات و ارتباطات، فناوری‌های نوین و اسباب‌بازی‌های پیشرفتهٔ جذاب و با کیفیت برای ما و دانش‌آموزانمان فراهم می‌کنند، رقابت کنند؟ آیا انجام آزمایش‌های ساده (با چند نی نوشابه، میله، نخ و ...) در عصر اینترنت- با هزاران اپلیکیشن، آزمایشگاه‌های مجازی و امکان مشاهدهٔ آخرین دستاوردهای فیزیک در مؤسسه‌های بین‌المللی چندمیلیونی، آن هم فقط با یک کلیک، دیگر منسوخ و مضحک نیست؟ به نظر ما نه! و هدف از این مقاله این است که نشان داده شود آزمایش‌های ساده هنوز نمرده‌اند و این آزمایش‌ها توانایی بیشتری از فقط یک واکنش «وای، چه جالب!» دانش‌آموزان دارند. و ما فکر می‌کنیم که این نظریه چیزی است که احتمالاً معلمان و مربیان فیزیک هم با آن موافق هستند. ما چنین آزمایش‌هایی را دوست داریم و عقیدهٔ اکثرمان این است که آن‌ها مفید و کاربردی هستند. با این حال، این نباید فقط یک باور کورکورانه باشد. بنابراین هدف از این مقاله، حمایت از این ادعا با نمونه‌های ملموس است (امیدوارم حداقل برخی از آن‌ها بری مخاطبان جدید باشند). بنابراین، سعی شده است که به این باور مقداری چاشنی اضافه شود که آزمایش‌های ساده می‌توانند در دوره‌های آینده در آموزش فیزیک جایگاه و رویکرد خوبی داشته باشند.

در قسمت سوم، تمرکز روی نتایج تحقیقات مبتنی بر فیزیک رایج و سنتی خوهد بود.

جنارو گویساسولا[20] با توجه به روش‌های مختلف برای تحلیل یادگیری دانش‌آموزان، نمای کلی این روند را ترسیم کرده است. هدف این فصل توصیف و بحث دربارهٔ رویکردهای تدریس و پیشرفت دانش‌آموزان در موضوعات خاص برنامهٔ درسی در سطح دانشگاهی است. در سطح دانشگاهی، آموزش علوم و فناوری باید جمعیت متنوع دانش‌آموزان را پوشش دهد اما به شکلی که در واقع استفاده از دانش اهمیت بیشتری از فقط حفظ کردن آن داشته باشد. وی چارچوب‌های رویکرد آموزش و ویژگی‌های مختلف آن‌ها (مانند انتقال مطالب، نظارت صریح بر یادگیری دانش‌آموزان و ارزیابی) را مورد بحث و مقایسه قرار می‌دهد و خطوط متفاوتی از رویکردهای تدریس را ترسیم می‌کند.

کریستیانو متوس روی جست‌وجوی گزینه‌های جایگزین برای آموزش سنتی کار می‌کند. هدف اصلی، بومی‌سازیِ گزینه‌های جایگزین تدریس در حلقهٔ فعالیت‌های آموزش‌وپرورش است، زیرا فعالیت آموزش عالی بخشی از یک نظام آموزشی بزرگ‌تر است که مدرسه ابتدایی را به دوران کاری کارآمد وصل می‌کند.

در همین راستا، ر.لیمینانا، آ.منارگوس و س. رزا توسعهٔ توالی آموزش و یادگیری را براساس ساختار حل مسئله معرفی می‌کنند که باعث ایجاد یک محیط آزمایشی می‌شود که دانش‌آموزان و معلمان باید برای پیشبرد/ حل مسئله، اجرای طرح و تجزیه و تحلیل نتایج، یک استراتژی محتمل طراحی کنند.

ماریسا میشلینی و آلبرتو استفانل «نوآوری در آموزش و یادگیری فیزیک برای موفقیت در فیزیک مقدماتی در رشته‌های زیست‌محیطی و در مورد شاره‌ها» را ارائه می‌دهند.

نیاز فعلی به خلقِ مداومِ دانش و فناوری ریسک‌های متنوعی را به همراه دارد: تخریب محیط زیست، افزایش فقر، گسترش نابرابری‌ها، محرومیت اقلیت‌ها و غیره

مدل‌های مداخله‌ای مبتنی بر تحقیق، در دو سال گذشته برای مدرک در دانشگاه اودین، مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. جنبه‌های اصلی که باید با آن‌ها روبه‌رو شد عبارت است از:

الف. طراحی مجدد روشی برای آموزش فیزیک، به‌گونه‌ای که نقش آن مشخص کردن درجهٔ اهمیت یک موضوع خاص باشد؛ و این عبارت است از: تغییر روش‌های دستیابی فیزیک، تغییر نقش هر موضوع و مجزا کردن برنامه‌های کاربردی فیزیک در هر رشتهٔ تخصصی و در مقاطع تحصیلی مختلف.

ب. ارائهٔ ابزار و روش‌هایی برای ایجاد توانمندی ویژه از فیزیک در رشته‌های مختلف.

ج. با شخصی‌سازی راهبردها، دانش‌آموزان قادر به ایجاد نقش فعال در یادگیری فیزیک هستند و به آن‌ها فرصتی برای اختصاص روش‌های فیزیک کاربردی می‌دهد.

د. حمایت از یادگیری دانش‌آموزان به روش‌های چند وظیفه‌ای با استفاده از ابزار فناوری اطلاعات و ارتباطات، فعالیت‌های آزمایشگاهی، حل مسئله و ارزیابی گام‌به‌گام نتایج یادگیری انجام می‌شود.

جنارو زاوالا[21] موضوع «طراحی مسئله براساس چارچوب‌های شناختی برای آموزش فیزیک» را ارائه می‌دهد. این روش طوری طراحی شده است که می‌تواند تقریباً در هر مکانی و بدون نیاز به تجهیزات به اجرا در آید. در این طرح که دانش‌آموزان در گروه‌های سه یا چهار نفره با یکدیگر مشارکت می‌کنند. طراحان یک مسئلهٔ سنتی را به یک مسئلهٔ با قالب آموزشی تبدیل می‌کنند و دانش‌آموز از مراحل استدلال علمی برای ساخت ایده‌ها (روش داربست‌های شناختی) استفاده می‌کند. در این بخش چند مثال ارائه می‌شود و نتایج استدلال دانش‌آموزان مورد بررسی قرار می‌گیرد.

میلا کریجوسکایا[22] با «بررسی روابط بین شهود، استدلال و درک مفهومی در فیزیک» سر و کار دارد. او روش‌های مختلفی را در یک پروژهٔ در حال انجام با تمرکز بر استدلال دانش‌آموزان در فیزیک، اعمال کرده است که به او این امکان را می‌دهد که استدلال، شهود و درک مفهومی در فیزیک را از یکدیگر جدا کند. نظریهٔ پردازش دوگانه برای پاسخ‌گویی به الگوهای مشاهده شده در پاسخ دانش‌آموزان استفاده می‌شود. داده‌های مربوط به دوره‌های فیزیک مقدماتی ارائه خواهد شد و پیامدهای مربوط به آموزش نیز مورد بحث قرار خواهد گرفت.

لازم است خاطرنشان کنیم که پیشرفت‌هایی صورت گرفته است، اما برای شناسایی اثربخشی رویکردها در کشورهای مختلف با زمینه‌ها و برنامه‌های مشابه، نیاز به کار بیشتری است. نتایج نوآوری باید تکرارپذیر باشند (که اغلب این اتفاق نمی‌افتد) تا پایه‌ای معقول از مطالب آموزشی را تشکیل دهد.

لورنس وینت[23] در فصل خود اظهار داشت که در آموزش علوم تفکر انتقادی را بسیار مهم می‌داند. اما تمرکز کنونی، که در بیشتر کشورها بر شایستگی‌های قابل مشاهده است، باعث کاهش ساختار مفهومی منابع مورد استفاده در آموزش می‌شود. سپس یک سؤال اساسی مطرح می‌شود: آیا تصور مفهومی و تحولات اساسی به‌طور جداگانه مثمرثمر هستند؟ از نظر عملیاتی آیا می‌توان تفکر انتقادی را در دانش‌آموزان بدون ساختار مفهومی پرورش داد؟ براساس چارچوب معرفت‌شناختی که به نقش محوری جست‌وجو در انسجام علم تأکید می‌کند، مطالبی که باید آموزش داده شود به تبادل نظر بین تجزیه و تحلیل کامل محتوا و آنچه ما به‌عنوان ایده‌های دانش‌آموزان قدیم می‌شناسیم اشاره می‌کند.

یافته‌ها حاکی از آن است که اکثر دانش‌آموزان قبل از شروع انتقاد، نیاز به رسیدن به آستانهٔ درک و فهم بیشتر دارند. به عنوان مثال، نیازی به دانستن چگونگی کار با رادیو کربن‌ها نیست که بخواهیم بعد از خواندن متنی ناقص در مورد «اگر هیچ واپاشی رادیواکتیو در جو وجود نداشته باشد، غلظت اتم‌های C_{14} در جو نسبت به زمان ثابت هستند» سؤال بپرسیم. با وجود این مشاهده می‌شود که تا زمانی که درک مشخصی از این پدیده حاصل نشود، چنین سؤالاتی توسط دانش‌آموزان مطرح نمی‌شود. پس از رسیدن به این آستانه (وابسته به هر فرد)، سؤالات مهم و انتقادی برای درک مطلب به‌وجود می‌آید که این پدیده را با عنوان سندروم «انتقاد با تأخیر» توصیف می‌کنیم.

برای تعداد کمی از شرکت‌کنندگان (دو نفر از ده نفر) با توجه به ناقص بودن توضیح مطلب مورد نظر، شاهد عدم انتقاد و سؤال بودیم. این دانشجویان موضوع مورد بحث را از قبل خیلی خوب می‌دانستند. بنابراین آن‌ها به‌طور ناخودآگاه آنچه را می‌خواندند، در ذهنشان کامل می‌کردند و در نتیجه به نظر خودشان مطلب بدون نقص بیان شده بود. ما این پدیده را با عنوان سندروم «قضاوت متخصص بیهوشی» توصیف می‌کنیم.

تانجا تاجمل[24] در فصل خود به «تنوع در آموزش فیزیک» از دیدگاه نظری و گفتمان- تحلیلی می‌پردازد. گفتمان «تنوع» از دیدگاه‌های مختلف مورد بررسی قرار می‌گیرد. با توجه به انگیزه‌های مختلف در ترویج تنوع (کارآمد و همچنین آزادی بخش) آگاهی کامل معلمان فیزیک و محققان آموزش‌وپرورش دربارهٔ تنوع، اهمیت فزاینده‌ای پیدا می‌کند. توصیف مفهومی متداول از تنوع، به ویژه از طریق طبقه‌بندی افراد با ویژگی‌های خاص، خطر تبعیض را به همراه دارد. در این بخش، چشم‌انداز حقوق بشر به‌عنوان رویکردی برای درک جامع تنوع در آموزش فیزیک برجسته می‌شود.

پی‌نوشت‌ها

1.Mauricio Pietrocola
2. Fundamentals of Physics
3. the end of nature and the end of tradition
4. Beck
5. Science- society
6. Western tradition
7. Social conscience
8. Upgrading physics education to meet the needs of society (Springer Nature Switzerland AG 2019)
9.Ian Lawrence
10. Dialogic Development of Children's Ideas Using Computation in the Classroom: keeping it Simple
11. re- representing
12. Tom Ellermeijer
13. Science Technology Engineering Art and Mathematics
14. Inquirey- Based Science Education
15. Mathematik Informatik Naturwissenschaft und Technik
16.Marcia Begalli and Uta Bilow
17. www. Physics-masterclasses. org
18. Large Hadron Collider (LHC)
19. Leos Dvorak
20. Jenaro Guisasola
21.Genaro Zavala
22. Mila Kryjevskaia
23. Laurence Viennot
24. Tanja Tajmel

دو مسئله ویژه از حرکت پرتابی

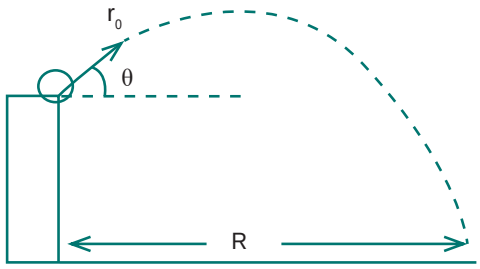
بهارک دماوندی
دبیر فیزیک دبیرستان‌های تهران

چکیده

از جمله حرکت‌ها با شتاب ثابت، حرکت ایده‌آل پرتابه‌ها در اثر نیروی گرانش در غیاب مقاومت هوا می‌باشـــد. مسائل متنوع بی‌شماری برای حرکت پرتابی قابل طرح است که بعضی از آن‌ها از فرط تکرار، در بایگانی حافظه ضبط شـــده‌اند. در این نوشتار، دو مثال جالب (و البته کمتر تکراری) مورد آنالیز دقیق واقع می‌شوند. مسئله اول «بیشـــینه برد پرتابه را هنگام پرتاب از فراز یک بلندی» بررسی می‌کند. انتظار داریم در حالت خاص، این مسئله به همان مسئله معروف، بیشینه برد پرتابه زمین‌ـ به‌ـ زمین، منتهی گردد. مسئله دوم، حالتی را می‌کاود، که در پرتاب زمین به زمین، «در کل مسیر حرکت، فاصله پرتابه تا مبدأ پرتاب در حال ازدیاد باشد.»

کلیدواژه‌ها: حرکت پرتابی‌ـ پرتابه‌ـ برد پرتابه‌ـ برد بیشینه

مسئله اول: در شکل زیر گلوله (در شرایطی که مقاومت هوا وجود ندارد) از ارتفاع ثابت h پرتاب می‌شود. زاویه پرتابی θ چقدر باشد تا برد افقی R بیشینه گردد؟



این مسئله یادآور مسئله معروف بیشینهٔ برد پرتابی در پرتاب زمین به زمین اســـت. در آن برد پرتابه به ازای $\theta=45^\circ$ بیشینه می‌شود و برای بیشینهٔ برد داریم:

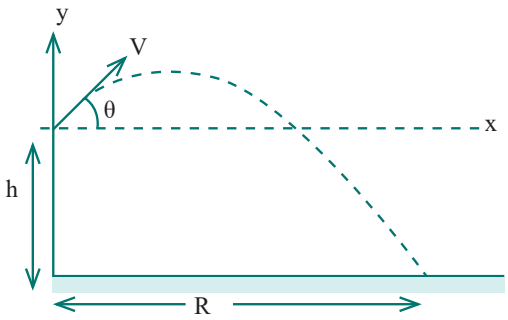
$$R_{\circ}=\frac{v_{\circ}^{2}}{g}$$

ولی مسئله حاضر با آن مسئله کمی تفاوت دارد. درواقع سؤال بالا درســـت طرح نشده اســـت. هنگام پرتاب از ارتفاع ثابت h، بیشینهٔ R، هم وابسته به $v_{\circ}$ و هم وابسته به θ است. درواقع سؤال درست چنین است:

۱. به ازای تندی اولیهٔ $v_{\circ}$، بیشینهٔ برد چقدر است؟

۲. این بیشینهٔ برد به ازای چه زاویهٔ θ رخ می‌دهد؟

در شـــکل زیر مبدأ مختصات را همان نقطهٔ پرتاب گرفته‌ایم. معادلات حرکت عبارتند از:



$$y=--gt\ +(v\sin\theta)t=-h$$

$$R=(v\cos\theta)t\rightarrow t=\frac{\qquad}{v\ \cos}$$

با قرار دادن مقدار t در معادلهٔ y، داریم:

$$-\frac{1}{2}g\left(\frac{R^{2}}{v_{\circ}^{2}\cos^{2}\theta}\right)+(v_{\circ}\sin\theta)\frac{R}{v_{\circ}\cos\theta}+h=0$$

پس از کمی ساده‌سازی خواهیم داشت:

$$h(1+\cos 2\theta)=\frac{gR^2}{v_0^2}-R\sin 2\theta$$ (رابطهٔ ۱)

در معادلهٔ بالا، h و v_0 ثابت هستند. می‌خواهیم مقداری از θ را پیدا کنیم که به ازای آن R بیشینه گردد. بدین منظور لازم است که:

$$\frac{dR}{d\theta}=0$$

$$-2h\sin 2\theta=\frac{g}{v_0^2}(2R\frac{dR}{d\theta})-\sin 2\theta\frac{dR}{d\theta}-2R\cos 2\theta$$

از طرفین رابطه (۱) نسبت به θ مشتق می‌گیریم:

با فرض $\frac{dR}{d\theta}=0$ داریم:

$$-2h\sin 2\theta=-2R\cos 2\theta\rightarrow\tan 2\theta=\frac{R_{max}}{h}$$

$$\theta=\frac{1}{2}\tan^{-1}(\frac{R_{max}}{h})$$ (رابطهٔ ۲)

در رابطهٔ بالا، منظور از R_{max} بیشینهٔ «برد پرتابه به ازای تندی اولیه» v_0 است.

حال باید R_{max} را حساب کنیم.

از روابط مثلثاتی زیر، sin2θ و cos2θ را حساب می‌کنیم و در رابطهٔ (۱) قرار می‌دهیم:

$$\cos 2\theta=\frac{1}{\sqrt{1+\tan^2 2\theta}}=\frac{1}{\sqrt{1+\frac{R^2}{h^2}}}=\frac{h}{\sqrt{R^2+h^2}}$$

$$\sin 2\theta=\frac{\tan 2\theta}{\sqrt{1+\tan^2 2\theta}}=\frac{\frac{R}{h}}{\sqrt{1+\frac{R^2}{h^2}}}=\frac{R}{\sqrt{R^2+h^2}}$$

پس از ساده‌سازی در رابطهٔ (۱) خواهیم داشت:

$$R_{max}=\sqrt{\frac{2v_0^2}{g}(h+\frac{v_0^2}{2g})}$$ (رابطهٔ ۳)

توجه در حالت خاص h=0 (پرتاب زمین به زمین) داریم:

$$\theta=\frac{1}{2}\times\frac{\pi}{2}\rightarrow\theta=\frac{\pi}{4}\ rad$$

$$R_{max}=\sqrt{\frac{2v_0^2}{g}\times\frac{v_0^2}{2g}}=\frac{v_0^2}{g}$$

و این‌ها همان نتایج آشنای قبلی است.

توجه اگر پرتاب از ارتفاع خیلی زیاد صورت گیرد، داریم:

$$R_{max}=\sqrt{\frac{2v_0^2}{g}\times h}\rightarrow R_{max}\propto\sqrt{h}$$

$$\theta=\frac{1}{2}\tan^{-1}(\frac{R_{max}}{h})=\frac{1}{2}\tan^{-1}\frac{\sqrt{\frac{2v_0^2}{g}\times h}}{h}$$

$$\theta=\frac{1}{2}\tan^{-1}\sqrt{\frac{2v_0^2}{gh}}$$

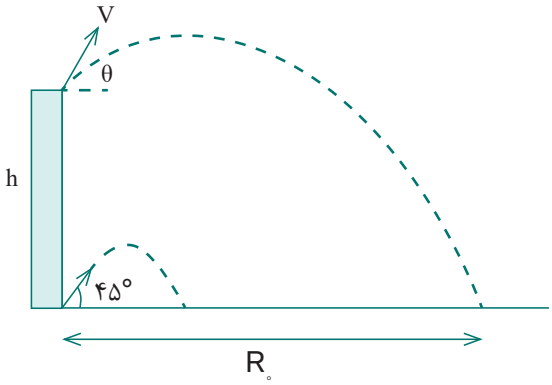
وقتی h خیلی زیاد شود، θ عملاً به سوی صفر میل می‌کند. پس در پرتاب گلوله‌ها از فراز برج‌های خیلی مرتفع، بیشینهٔ برد افقی در زاویهٔ صفر (پرتاب افقی) رخ می‌دهد و به ازای تندی اولیهٔ ثابت، بیشینهٔ برد با «جذر ارتفاع» نقطه پرتاب متناسب است.

دقت کنید؛ اگر بیشینه برد زمین به زمین را با $R_0=\frac{v_0^2}{g}$ نمایش دهیم، آنگاه بیشینهٔ برد و زاویه متناظر با آن در هنگام پرتاب از فراز ساختمان‌های خیلی مرتفع، عبارتند از:

$$R_{max}\simeq\sqrt{2R_0h}$$

$$\theta\simeq\frac{1}{2}\tan^{-1}\sqrt{\frac{2R_0}{h}}$$

مثال: به ازای تندی اولیهٔ یکسان، بیشینهٔ جابه‌جایی افقی گلولهٔ پرتابی از فراز برجی به ارتفاع h، ده برابر بیشینهٔ برد افقی پرتاب زمین‌به‌زمین است. ارتفاع ساختمان و زاویه پرتاب θ چقدر است؟



حل: از تقریب قبل، هنگام پرتاب از فراز ساختمان‌های خیلی بلند استفاده می‌کنیم:

$$R_{max}=\sqrt{2R_0h}=10R_0\rightarrow 2R_0h=100R_0^2\rightarrow h=50R_0$$

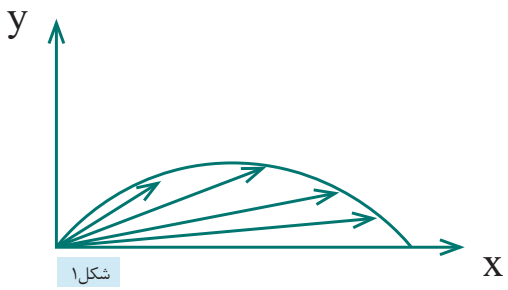
$$\theta=\frac{1}{2}\tan^{-1}\sqrt{\frac{2R_0}{h}}=\frac{1}{2}\tan^{-1}\sqrt{\frac{1}{25}}=\frac{1}{2}\tan^{-1}(\frac{1}{5})\simeq 5.6^\circ$$

در پرتاب گلوله‌ها از فراز برج‌های خیلی مرتفع، بیشینهٔ برد افقی در زاویهٔ صفر (پرتاب افقی) رخ می‌دهد و به ازای تندی اولیهٔ ثابت، بیشینهٔ برد با «جذر ارتفاع» نقطه پرتاب متناسب است

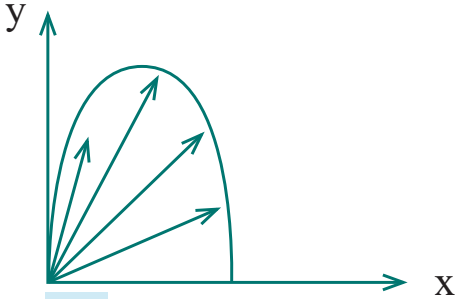
پیداست که زاویهٔ پرتاب خیلی کم و عملاً مشابه پرتاب افقی است.

مسئلهٔ دوم: در پرتاب زمین به زمین، حداکثر زاویهٔ پرتاب چقدر باشد تا در کل مسیر حرکت، پرتابه در حال دور شدن از مبدأ پرتاب باشد؟

به دو نمودار زیر توجه کنید! در شکل (۱) بزرگی بردار مکان پرتابه (که از مبدأ مختصات رسم می‌شود) همواره در حال افزایش است. در شکل (۲) بزرگی بردار مکان ابتدا افزایشی و سپس کاهشی می‌شود. به‌طور مشهودی پیداست که این وضعیت اخیر به ازای زوایای پرتاب نسبتاً زیاد رخ می‌دهد. می‌خواهیم بررسی کنیم که از چه زاویهٔ پرتاب وضعیت شکل (۱) و از چه زاویه‌ای بزرگ‌تر، وضعیت شکل (۲) حاکم می‌شود.



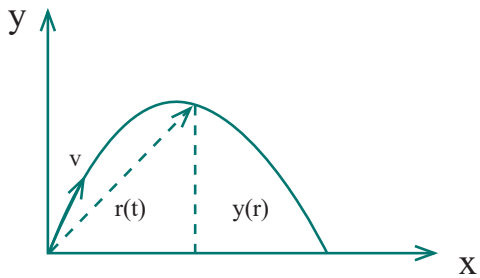
شکل۱



شکل۲

به شکل زیر توجه کنید! بردار مکان پرتابه در هر لحظه بر حسب مؤلفه‌های افقی و عمودی نمایش داده شده است:

$$\vec{r}(t) = x(t)\vec{i} + y(t)\vec{j}$$



$$\begin{cases} x(t) = (v_0 \cos\theta)t \\ y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + (v_0 \sin\theta)t \end{cases} \rightarrow |\vec{r}(t)|^2 = x^2(t) + y^2(t)$$

برای آنکه تابع $|\vec{r}(t)|$ به‌طور دائمی افزایشی باشد، لازم است به ازای هر t داشته باشیم: $\frac{d|\vec{r}(t)|}{dt} > 0$ به‌طور معادل و ساده‌تر می‌توان این شرط را به روی تابع $f(t) = |\vec{r}(t)|^2$ اعمال کرد:

$$f(t) = x^2(t) + y^2(t) = (v_0^2 \cos^2\theta)t^2 + \left[-\frac{1}{2}gt^2 + (v_0 \sin\theta)t\right]^2$$

$$\frac{df(t)}{dt} = (2v_0^2 \cos^2\theta)t + 2\left[-\frac{1}{2}gt^2 + (v_0 \sin\theta)t\right](-gt + v_0 \sin\theta)$$

$$\frac{df}{dt} = 0 \Rightarrow v_0^2 \cos^2\theta + \frac{1}{2}g^2t^2 - \frac{1}{2}gtv_0 \sin\theta$$

$$-gtv_0 \sin\theta + v_0^2 \sin^2\theta = 0$$

$$\frac{1}{2}g^2t^2\left(\frac{3}{2}gv_0 \sin\theta\right)t + v_0^2 = 0$$

برای آنکه $\frac{df}{dt}$ همواره مثبت باشد، لازم است که معادلهٔ درجه دوم قبل، فاقد ریشه باشد:

$$\Delta < 0 \rightarrow \left(\frac{3}{2}gv_0 \sin\theta\right)^2 - 4\left(\frac{1}{2}g^2\right)v_0^2 < 0$$

$$\frac{9}{4}\sin^2\theta < 2$$

$$\sin^2\theta < \frac{8}{9} \rightarrow \sin\theta < \frac{2\sqrt{2}}{3}$$

$$\boxed{\theta < \sin^{-1}\frac{2\sqrt{2}}{3} \simeq 70/5^\circ}$$

این نتیجه نشان می‌دهد که از زوایای پرتاب کم تا زاویه پرتاب نسبتاً زیاد $70/5^\circ$ بزرگی بردار مکان پرتابه همواره افزایشی است و درواقع در محدودهٔ این زوایا، پرتابه حین حرکت همواره از مبدأ پرتاب در حال دور شدن است. از این زاویهٔ پرتاب بیشتر، وضعیت مسیر متفاوت خواهد شد و به شکل (۲) در ابتدای متن در می‌آید: یعنی پرتابه ابتدا از مبدأ دور شده و سپس به مبدأ نزدیک خواهد شد. درواقع نتیجهٔ قبل را می‌توان با عبارت دیگری هم بیان کرد: «تا زاویه پرتاب $70/5^\circ$، در پرتاب زمین‌به‌زمین بیشینهٔ فاصلهٔ پرتابه تا مبدأ پرتاب، برابر برد پرتابه است.»

تا زاویه پرتاب $70/5^\circ$، در پرتاب زمین‌به‌زمین بیشینهٔ فاصلهٔ پرتابه تا مبدأ پرتاب، برابر برد پرتابه است

Roshd
فیزیک
126
Physics Education Journal

IN THE NAME OF ALLAH

Development - oriented/ Ahmad Reza Arabi \ 2
Cosmic Predictions from the string Swampland/cumrun Vafa \ 4
Al-Hazan; the greatest physicist in the Islamic word/Esfandiar Motamedi \ 8
A framework for teaching philosophy in teaching physics/ seyed Hedayat Sajjadi \ 14
Galileo and measurement in physics / Mohammad saed Ghafouri \ 17
Is Newton's first law of motion a special case of the Secound law ; / Mehdi Shirzad \ 22
Conceptual questions from high School physics mapping books and non - Convergence of received answers/ Rasoul Golestaneh and Mohammad Naderi and maryam Jami Al - ahmadi \ 26
The optics Center Started from Scrath./ Atefeh Ajami \ 30
Physics training with empty hands/ afshin khodabakhsh \ 36
Table Physics / Maryam Mohammadi \ 40
Test the concept of Strength with Students' creativity in Knitting / Mustafa Sohrab Lou \ 43
Winners of the 2019 Nobel priz in physics/ Ali radpay \ 46
Nobel laureates past or future openings/ Pouria Nazemi \ 47
Assessment in Science education by exploratory methd/ Hanieh Ghok \ 51
How to teach physics?/ Mauricio Petrocola \ 57
Tho Special issues of throwing motion/Baharak Damavandi \ 61

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.126- 2020

سال جهش تولید
رشد برای برتر
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 سه‌راه آزمایش کد 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: IR ۱۸۰۱۸۰۰۰۰۰۰۰۰۳۹۶۶۲۰۰۰
◆ عنوان مجلات درخواستی:
◆ نام و نام خانوادگی:
◆ تاریخ تولد:
◆ میزان تحصیلات:
◆ نشانی کامل پستی:
استان:
شهرستان:
خیابان:
پلاک:
کدپستی:
شمارهٔ 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: ۸۸۸۶۷۳۰۸-۰۲۱
Email: Eshterak@roshdmag.ir
◆ هزینهٔ اشتراک سالانه مجلات عمومی رشد (هشت شماره): ۵۵۰/۰۰۰ ریال
◆ هزینهٔ اشتراک یک سالهٔ مجلات تخصصی رشد (سه شماره): ۲۵۰/۰۰۰ ریال

با مجله‌های رشد آشنا شوید
مجله‌های دانش‌آموزی دبستانی
به صورت ماهنامه و ۹ شماره در سال تحصیلی منتشر می‌شوند:
رشد کودک برای دانش‌آموزان پیش‌دبستانی و پایهٔ اول دورهٔ اول ابتدایی
رشد نوآموز برای دانش‌آموزان پایه‌های دوم و سوم دورهٔ اول ابتدایی
رشد دانش‌آموز برای دانش‌آموزان پایه‌های چهارم، پنجم و ششم دورهٔ اول ابتدایی
مجله‌های دانش‌آموزی متوسطه
به صورت ماهنامه و هشت شماره در سال تحصیلی منتشر می‌شوند:
رشد نوجوان برای دانش‌آموزان دورهٔ اول آموزش متوسطه
رشد برهان برای دانش‌آموزان دورهٔ اول آموزش متوسطه
رشد قرآن برای دانش‌آموزان دورهٔ دوم آموزش متوسطه
مجله‌های عمومی بزرگسال
به صورت فصلنامه و سه شماره در سال تحصیلی منتشر می‌شوند:
◆ رشد آموزش ابتدایی ◆ رشد معلم ◆ رشد آموزش خانواده
◆ رشد مدرسه فردا ◆ رشد آموزش فناوری آموزشی
مجله‌های تخصصی بزرگسال
به صورت فصلنامه و سه شماره در سال تحصیلی منتشر می‌شوند:
◆ رشد آموزش قرآن و معارف اسلامی ◆ رشد آموزش ابتدایی ◆ 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: ۸۸۳۰۱۴۷۸-۰۲۱
◆ وبگاه: www.roshdmag.ir

اهمیت کمتر بودن چگالی یخ از آب در چیست؟

چگونه می توان با کمک چگالی چای دو رنگ ساخت؟

شهید مصطفی چمران

۳۱ خرداد | سالروز شهادت دکتر چمران | روز بسیج استادان |

https://www.roshdmag.ir/u/1Xy