بسم الله الرحمن الرحیم

رشد آموزش فیزیک
www.roshdmag.ir

۹۴

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

فصلنامه‌ی آموزشی، تحلیلی و اطلاع رسانی
برای آموزگاران، دبیران، دانشجویان تربیت معلم

در این شماره می‌خوانید:

۲	ویژگی‌های معلمان کارآمد در آموزش فیزیک	احمد احمدی
۴	جایگاه آموزش در کیفیت زیستن	جهانگیر ریاضی
۸	اندازه‌گیری سرعت نور با اندازه‌گیری ثابت الکتریکی و ثابت مغناطیسی	غلامحسین حیدری
۱۲	تأثیر رنگ سطح بر میزان تابش و جذب انرژی گرمایی	مهشید ژاله ـ غلامحسین رستگارنسب
۱۵	اسطرلاب رایانهٔ دوران باستان	آزاده شاکری
۱۸	آشنایی با سازوکار زمین‌لرزه	سوزان لایونز
۲۶	میکروسکوپ زمانی	فرانک نمیرانیان
۲۸	آموزش مفاهیم انتزاعی فیزیک نوین به کمک کاربردهای لیزر در صنعت و مهندسی پزشکی	محمد کبودوند، ایوب اسماعیل‌پور، عابد بدریان، محمد شمس اسفندآبادی
۳۶	دکتر ابوالقاسم قلمسیاه	اسفندیار معتمدی
۳۸	نمایش بی‌وزنی و غواص دکارتی	دوزورف و ویلنکین
۴۰	نمایش هیجان‌انگیز فیزیک (قسمت دوازدهم)	یرل واکر
۴۴	چگونه فلزشناسان بریتانیایی اولین «کیلوگرم‌ها» و «مترها»ی بین‌المللی را ساختند؟	
۴۶	مسئله‌های بیست و سومین دوره‌ی مسابقات بین‌المللی فیزیکدانان جوان	آزیتا سیدفدایی
۴۸	گزارش کار دانش‌آموزان فیزیک ۱ و آزمایشگاه	فروغ صدر ارحامی
۵۱	ثبت ارتعاش‌های دیاپازون	عزیزه مفیدی
۵۲	جایزه‌ی نوبل فیزیک ۲۰۱۰	منیژه رهبر
۵۶	مدلی فیزیکی برای درک بهتر قانون‌های نیوتون	معصومه قاسمی

✦ دوره‌ی بیست‌وششم ✦ شماره‌ی ۳ ✦ بهار ۱۳۹۰

◆ **مدیر مسئول:** محمد ناصری
◆ **سردبیر:** دکتر منیژه رهبر
◆ **مدیر داخلی:** احمد احمدی
◆ **هیئت تحریریه:** احمد احمدی، روح الله خلیلی بروجنی، محمدرضا خوش‌بین‌خوش‌نظر، منیژه رهبر، سید جعفر مهرداد
◆ **طراح گرافیک:** شاهرخ خره‌غانی
◆ **ویراستار:** منیژه رهبر

◆ **وبگاه:** www.roshdmag.ir
◆ **رایانامه:** physics@roshdmag.ir
◆ **نشانی دفتر مجله:** تهران، ایرانشهر شمالی، شماره‌ی ۲۶۶.
✉ **نشانی پستی مجله:** تهران، صندوق پستی ۱۵۸۷۵/۶۵۸۵
☎ **تلفن دفتر مجله:**
۸۸۳۰۵۸۶۲- ۰۲۱ (داخلی ۳۷۴ -۳۷۰)
☎ **خط گویای نشریات رشد:**
۸۸۳۰۱۴۸۲- ۰۲۱
◆ **مدیر مسئول:** ۱۰۲
◆ **امور مشترکین:** ۱۱۴
◆ **صندوق پستی امور مشترکین:** ۱۶۵۹۵/۱۱۱
☎ **امور مشترکین:** ۷۷۳۳۶۶۵۶ و ۷۷۳۳۵۱۱۰
◆ شمارگان: ۱۰۰۰۰ نسخه

◆ **چاپ:** شرکت افست (سهامی عام).

شرح جلد:
اسطرلاب (به مقاله‌ی اسطرلاب رایانه‌ی دوران باستان رجوع شود.)

قابل توجه نویسندگان و مترجمان گرامی

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

◆ مطالب باید یک خط در میان و در یک روی کاغذ نوشته و در صورت امکان تایپ شود.
◆ شکل قرار گرفتن جدول‌ها، نمودارها و تصاویر پیوست باید در حاشیه‌ی مطلب نیز مشخص شود.
◆ نثر مقاله باید روان و از نظر دستور زبان فارسی درست باشد و در انتخاب واژه‌های علمی و فنی دقت لازم مبذول گردد.
◆ مقاله‌های ترجمه شده باید با متن اصلی همخوانی داشته باشد و متن اصلی نیز پیوست مقاله باشد.
◆ در متن‌های ارسالی باید تا حد امکان از معادل‌های فارسی واژه‌ها و اصطلاحات استفاده شود.
◆ پی‌نوشت‌ها 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 کمک آموزشی 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.

ویژگی‌های معلمان کارآمد در آموزش فیزیک

سرمقاله

احمد احمدی
AhmadAhmady@gmail.com

نیازهای فردای جامعه، ما را ملزم می‌کند که امروز برای تربیت فرزندان خود برای بهتر زیستن در آینده، تلاش کنیم. بسنده‌کردن به آن‌چه امروز داریم، به تعبیری نشناختن آینده است. اگر هیچ اتفاقی در روزگار ما نمی‌افتاد، باز هم ما محتاج بودیم برای فردا فکر کنیم. درحالی‌که نقش‌ها و نیازهای افراد در عصر حاضر در حال تغییر است، اندیشمندان بر این نکته تأکید دارند که آموزش و پرورش از مهم‌ترین نهادهای زیربنایی است که می‌تواند این مهم را برآورده سازد و افراد را برای زندگی فردا آماده کند. تولید مواد آموزشی مناسب، یکی از مهم‌ترین وظایف آموزش و پرورش در رسیدن به هدف فوق است. فرایند آموزش با رویکرد فعال در فضایی کارآمدتر است که دانش‌آموز را برای یادگیری برانگیزاند و زمینه را برای مشارکت وی در یادگیری فعال مهیا سازد. همچنین بایستی معلم ابزار و وسایل مورد نیاز خود را به‌راحتی در اختیار داشته باشد و افزون بر آن باید بتواند محصول فعالیت‌های فردی و گروهی دانش‌آموزان را برای تشویق آنان و ایجاد انگیزه بیشتر در فضای کلاس به‌نمایش بگذارد. برای افزایش بهره‌وری در کلاس‌های فیزیک، باید از استانداردهای تجربه‌شده‌ی جهانی یا ملی معینی پیروی کنیم یا دست‌کم امکانات خود را به آن‌ها نزدیک کنیم.

بهترین روش تدریس آن است که در راستای برنامه‌ی درسی و هدف‌های آن باشد. دستیابی به ابعاد گوناگون برنامه‌ی درسی و فراهم آوردن فرصتی مناسب برای تقویت دانستنی‌ها و توانایی‌های دانش‌آموزان، نیازمند آن است که معلم با گستره‌ی وسیعی از روش‌های تدریس آشنا باشد و از فنون گوناگون برای تدریس بهره گیرد. معمولاً برنامه‌های درسی طوری طراحی می‌شوند که دبیران محترم بتوانند از یک طیف گسترده برای تدریس در کلاس بهره گیرند و به این ترتیب فرصتی برای یادگیری فعال، ایجاد کنند و ضمناً به نوآوری در روش‌ها و فنون تدریس تشویق شوند.

یا مقلب القلوب و الابصار
ای گرداننده‌ی دل‌ها و دیدگان
یا مدبر اللیل و النّهار
ای پدیدآورنده‌ی روزها و شب‌ها
یا محول الحول و الاحوال
ای تغییردهنده‌ی سال‌ها و حالات
حول حالنا الی احسن الحال
تغییر ده حال ما را به بهترین حالات

فرا رسیدن بهار و هفته‌ی معلم، بهانه‌ای است برای به‌روز کردن دانش و اطلاعات حرفه‌ای خود و آگاهی از نگرش‌ها و دیدگاه‌های جدید آموزشی.

ما باید به‌طور مرتب آثار بزرگان تعلیم و تربیت را مطالعه کنیم تا بتوانیم نسبت به نگرش‌های جدید آموزشی، آگاهی بیشتری را به دست آوریم؛ با اطمینان و با دلایل متقن و کافی، شیوه‌های تدریس خود را پایه‌گذاری، ارزیابی و اصلاح کنیم و به‌گونه‌ای منطقی و آگاهانه از دیدگاه‌ها، راهبردها و شیوه‌های جدید استفاده نماییم.

برای ارتقای کیفیت آموزش در فضای آموزشی، معلمان اصلی‌ترین نقش را دارند و رسیدن به اهداف آموزشی محقق نمی‌شود مگر با معلمانی که:

۱. امر فلسفه‌ی آموزش علوم تجربی به‌ویژه فیزیک را بدانند و با هدف‌های کلی و جزئی در حیطه‌های دانشی، مهارتی و نگرشی آشنا باشند.

۲. منابع علمی مناسب، روزآمد و با کیفیت در اختیار داشته باشند.

۳. توانایی ارایه جذاب، چالش‌برانگیز و مناسب مطالب علمی را داشته باشند.

۴. در آموزش فیزیک نقش الگو را داشته باشند و خود آینه‌ی تمام‌نمایی از کاربرد مهارت‌های فرایندی باشند.

۵. محیطی فراهم آورند که خود و دانش‌آموزان به‌عنوان فراگیرندگانی فعال همراه با هم کار کنند.

۶. دانش‌آموزان را به پژوهش و مطالعه بر روی پدیده‌های واقعی ترغیب کنند.

۷. آگاه باشند که شیوه‌ی اندیشیدن دانش‌آموزان بر آن‌چه آنان فرا می‌گیرند، تأثیر می‌گذارد.

۸. آگاه باشند که فهم و درک دانش‌آموزان در فعالیت‌های گروه، عمق بیشتری پیدا می‌کند.

۹. دانش‌آموزان را به خود- ارزشیابی ترغیب کنند.

۱۰. با نرم‌افزارهای مختلف آموزش آشنا بوده و در آموزش فعال خود، از آن‌ها بهره می‌گیرند.

امید است معلمان عزیز بتوانند با توجه به این نکته‌ها در ارتقای کیفیت آموزش و تربیت شاگردانی کارآمد نقش مؤثری داشته باشند تا این آینده‌سازان بتوانند کشورمان را به جایگاه شایسته‌ی خود برسانند.

جهانگیر ریاضی

کلیدواژه‌ها:
آموزش کیفی، زندگی کیفی، محیط آموزشی، تعامل پویا، رفتار پویا، نگاه مهربان.

جایگاه آموزش در

درآمد: قلمروهای آموزش و یادگیری کیفی را نیازهای زندگی کیفی تعریف می‌کند. آموزش کیفی باید در راستای چگونگی ایجاد عناصر زندگی کیفی باشد. بنابراین برنامه‌ریزان آموزشی باید توجه داشته باشند که دانش‌آموخته‌ی محیط آموزشی، برای زندگی در کدام شرایط و با چه متغیرهایی باید آموزش داده شود. بر همین اساس است که قلمروها و الویت‌های آموزش، مشخص می‌شود. با تشخیص چرایی این آموزش‌ها باید در جست‌وجوی چگونگی ارائه‌ی آن‌ها بود. پاسخ علمی به چرایی و چگونگی می‌تواند فرایند یادگیری را آن‌گونه طراحی نماید که نتایج کیفی خود را در زندگی نشان دهد. اگر قرار باشد به نیازهای مختلف انسان در زندگی کیفی توجه شود، آن‌گاه لازم است در محیط آموزشی، جایگاه هر یک از این نیازها در کل زندگی برای فرد مشخص شود. یعنی دانش‌آموز با آن‌چه نیاز بهتر زیستن در این جهان است، بهتر آشنا گردد.

این شناخت باعث می‌شود بداند چرا باید در یک زمینه‌ی معین، دانش، نگرش و مهارت‌های لازم را به دست بیاورد و برای این منظور از کدام مسیر باید حرکت کند. به این صورت دانش‌آموز، چرایی حضورش را در محیط آموزشی بهتر درک می‌کند. این حضور را بخشی اساسی از جریان زندگی‌اش دانسته و در مقابل هزینه، وقت و انرژی صرف شده احساس مسئولیت می‌کند. چنین فردی نمی‌پذیرد که سال‌ها صرف انرژی در محیط‌های مختلف آموزشی سازوکار حل مشکلات و عبور از موانع را در جهان واقعی به او نیاموزد! او درمی‌یابد که فرصت حضورش در این جهان نامحدود نیست. پس باید از هر لحظه‌ی حضور، استفاده‌ی کیفی کرد. نتایج کیفی را تنها از فرایندهای کیفی که به صورت علمی مدیریت شده باشند می‌توان انتظار داشت. اندیشه‌ی مولد براساس آموزه‌های دانا، لحظات را از عناصر کیفی محتوا می‌دهد. به‌طوری که هر لحظه مفهوم خاصی یافته و از ارتباطی پویا بین این لحظات، فرایندی زیبا به نام زندگی به وجود می‌آید. و این‌گونه است که آموزه‌ها تنها در محیط آموزشی باقی نمی‌مانند و در جغرافیایی به وسعت تمامی عرصه‌های زندگی حضور می‌یابند.

برنامه‌ریزان آموزشی باید توجه داشته باشند که دانش‌آموخته‌ی محیط آموزش، برای زندگی در کدام شرایط و با چه متغیرهایی باید آموزش داده شود. بر همین اساس است که قلمروها و اولویت‌های آموزش محقق می‌شود

خروج از چرخه‌ی نازیبای تکرار

هر آن‌چه که دارای ساختاری ایستا و غیرپویا بوده و یا به مرور زمان خصلت پویایی‌اش را از دست داده باشد، کیفیت خود را از دست می‌دهد. به بیان دیگر: کیفیتی که برای زمانی طولانی برای حفظ کیفیت خود تلاش نکند، دیگر کیفیت نخواهد بود! خروج از چرخه‌ی تکرار مستلزم این است که عناصری که منشأ تکرار و نازیبایی هستند، شناخته شوند. برای این منظور می‌توانیم مسیر تعامل خود را با جهان خارج، با انسان‌ها، با طبیعت، رویدادها و پدیده‌های مختلف تغییر دهیم.

به بیان دیگر: از مسیر تکراری و همیشگی وارد تعامل نشویم! یا دست کم بتوانیم عناصر مسیر تعامل را دست‌کاری کنیم. وقتی از مسیری متفاوت وارد تعامل می‌شویم، عناصر مسیر جدید آثار متفاوت خود را بر ما می‌گذارند. و ما این اثرات را در فرایند تعامل و طی مسیر با خود همراه می‌کنیم. اثراتی که در حافظه‌ی زیبایی شناختی ما باقی می‌ماند. ما این زیبایی‌های جدید را به عرصه‌ی تعامل می‌بریم. و عناصر تعامل، هوای مسیر متفاوت را در رابطه احساس می‌کنند و

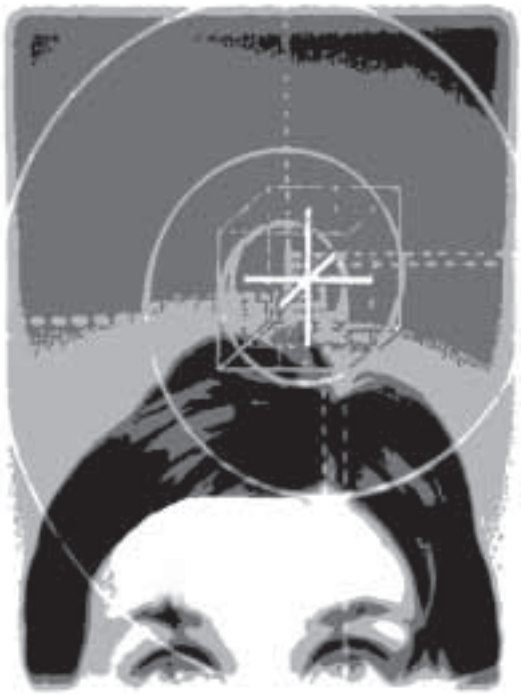
کـیفیت زیستن

این همه یعنی یافتن مسیرهای متفاوت برای حضور در یک رابطه، نیازمند اندیشه‌ای خلاق و کیفیت‌گراست. فراموش نباید کرد که مفهوم تکرار وابسـته به مسـیرهایی است که اجزای اصلی تشـکیل دهنده‌ی آن‌ها، ویژگی کیفی خود را از دسـت داده و شرایطی ایستا را پذیرفته باشند. اما چگونه می‌توان مسیرهای متفاوت و جدید ورود به تعامل را یافت؟

دست‌کاری در عناصر مسـیر یعنی قراردادن آن‌ها در موقعیت‌های جدید و ایجاد ترکیبی متفاوت از مجموعه‌ی عناصر. قرار گرفتن عناصر در موقعیت‌های جدید، وضعیت و تعادل فعلی آن‌ها را برهم می‌زند. عناصر باید تلاش کنند خود را با شرایط و متغیرهای جدید وفق دهند. این تلاش به عنوان رفتاری پویا یکی از روش‌های کیفی خروج از چرخه‌ی تکرار خواهد بود. رفتن به طرف مسیرهای جدید، متناظر با به هم خوردن تعادل قبلی و نیازمند دست‌یابی به ترازمندی جدید است. کیفیت ایجاد شده تنها با ادامه‌ی رفتاری پویا و عدم پذیرش ایستایی است که وارد چرخه‌ی نازیبای تکرار نمی‌شـود. از این منظر، کیفیت در تمام عمر حضورش در جهان باید تلاش کند با مراقبت از ویژگی‌های کیفی، جلوه‌های زیبای خود را حفظ کند و این مستلزم داشتن رفتار پویا در سازگاری با متغیرهای جهان خارج، اندیشه‌ی کیفیت‌گرا، و خلاقیت در یافتن مسیرهای جدید ورود به تعامل است. در جغرافیایی که مسیر تعامل به صورت کلیشه‌ای از قبل تعیین شده باشد؛ نمی‌توان انتظار یافتن مسیرهای جدید و متفاوت را داشـت. باید فرصت‌هایی ایجاد کـرد تا فرد بتواند خود در طراحی مسـیر و فرایند ورود به تعامل، فعالانه شـرکت نموده و در واقع نشانه‌های حضور خود را در مسیر باور کند. افراد مختلف از مسیرهایی مختلف وارد تعامل می‌شوند اما مسیرهایی که عناصر رفتاری پویا را همراه دارند، چشم‌اندازی کیفی و زیباتر را به وجود می‌آورند.

مدیریت زندگی کیفی

ویژگی بسـیار مهم در زندگی کیفـی، هدفمند بودن آن اسـت. مجموعه‌ای از اهداف که دسـتیابی به هر یک از آن‌ها نیازمند شـناخت علمی از چرایی وجود اولویت این هدف و طراحی فرایند چگونگی رسیدن به آن است. تشخیص غلط از چرایی‌ها در هر فرایند، می‌تواند مسیر چگونگی حل مسئله را دچار اختلال کند. آن‌چه باید به خوبی آموخته شود: به کارگیری و مشـارکت تمامی عناصر در یک فرایند و استفاده‌ی فعال از



رفتن به طرف مسیرهای جدید، متناظر با به هم خوردن تعادل قبلی و نیازمند دست‌یابی به ترازمندی جدید است. کیفیت ایجاد شده تنها با ادامه‌ی رفتاری پویا و عدم پذیرش ایستایی است که وارد چرخه‌ی نازیبای تکرار نمی‌شود

حداکثر ظرفیت هر یک از آن‌هاست. اندیشه و آموزه‌های سنتی امکان بروز خلاقیت و استفاده از ظرفیت‌های گسترده‌ی انسان را از بیـن می‌برد. آموزش نوین با ایجاد فرصت‌های مناسـب برای تجربه و اندیشـه‌ی شخصی، امکان دستیابی به گستره‌ی وسـیعی از ظرفیت‌ها و توانمندی‌های انسان را فراهم می‌کند. باید آموخت که با توانایی و ظرفیت‌های محدود، نمی‌توان به زندگی کیفی دست یافت.

چرا که زندگی کیفی در واقع مجموعه‌ای از کیفیت‌هاست که ایجاد هر یک از آن‌ها نیازمند دانش، مهارت و نگرش‌های خاص خود اسـت. ظرفیت و توانمندی‌های لازم برای ایجاد

گستره‌ای از کیفیت‌ها را از گستره‌ای از انسان‌های دارای آموزش‌های کیفی می‌توان انتظار داشت. عدم اعتقاد به آموزه‌های کیفی برای طراحی فرایند زندگی کیفی می‌تواند بر پیکره‌ی فرایند آسیب جدی وارد سازد.

آموزش، مفهومی فراتر از محیط آموزشی

در جهان وابسته به گستره‌ی وسیعی از متغیرها و رویدادها، نمی‌توان آموزش را برای بازه‌ی زمانی معین و در جغرافیای مشخص تعریف کرد. دوران حضور یک انسان در این جهان در بهترین شرایط تنها برای کسب بخش بسیار اندکی از دانش بشری کافی است. در چنین شرایطی، بخش‌هایی از دانش، مهارت‌ها و نگرش‌هایی در اولویت قرار می‌گیرند که بتوانند سازه‌های مورد نیاز زندگی کیفی را به وجود آورند. آموزش و یادگیری به محیط آموزشی محدود نمی‌شود. جغرافیا و زمان نمی‌شناسد. گستره‌ای به وسعت تمام لحظات زیستن و جغرافیایی به ابعاد تمام هستی می‌طلبد. نگرش کیفی به مفهوم زیستن، تلاش می‌کند که هر فرصت و تعامل را به موقعیتی برای یادگیری و آموزش تبدیل کند. چرا که انسان با این نگرش آموخته است که چگونه بیاموزد!

افراد مختلف به فرصت‌های ایجاد شده واکنش‌های متفاوتی نشان می‌دهند. ذهن دانا می‌تواند از یک فرصت کوچک، ظرفیت‌های بزرگی برای انجام کارهای کیفی به وجود آورد. در حالی‌که نادانی با نگرشی ایستا و در راستای تقابل به تغییر و رویدادهای جدید، فرصت‌های انجام کارهای کیفی را از بین می‌برد. نگرش و مهارت لازم برای تبدیل فرصت‌ها به موقعیت‌های کیفی، خود به خود ایجاد نمی‌شود. بلکه باید طی یک فرایند آموزش داده شود. برای این منظور باید ارزش هر یک از لحظات را در مجموعه‌ی فرصت‌های کیفی تشخیص داد.

دیدگاهی که از دانش تخصصی برخوردار نباشد و توانایی تحلیل علمی و جامع از پدیده‌ها و رویدادها را نداشته باشد، نمی‌تواند برنامه‌ریز و طراح فرایند در قلمروی مشخص باشد

درک پدیده‌ها در فرایند تعامل پویا با سایر پدیده‌ها

باید آموخت که پدیده‌ها و رویدادها را نمی‌توان با نگاهی ایستا و با فرض ثابت ماندن عناصر رویداد و اجزای پدیده‌ها، بررسی کرد. براساس تحلیل و شناختی که در شرایطی ایستا و غیرپویا به دست می‌آید، تنها وجوه بسیار محدودی از پدیده را می‌توان شناخت. برای کسب شناختی گسترده‌تر از وجوه مختلف رفتار یک پدیده یا رویداد مشخص، باید با ایجاد متغیرهایی جدید و تجربه نشده در محیط خارج، واکنش پدیده یا رویداد را نسبت به این متغیرها بررسی کرد تا بتوان به این وجوه دست یافت. از این منظر، وجوه مختلف رفتار انسان در انطباق با متغیرهای مختلف جهان خارج و شیوه‌ی تعامل او با این متغیرها، قابل تحلیل است. یکی از عللی که باعث می‌شود آموزه‌های محیط آموزشی در همان محیط باقی بمانند و به محیط تعاملات گسترده‌ی زندگی وارد نشوند، همین درک ایستا، غیرپویا و یک بعدی از مفاهیم است.

تفاوت گذر کیفی و کمی زمان

گذر کیفی زمان وقتی مفهوم دارد که زندگی را مجموعه‌ای از لحظات کیفی بدانیم. لحظاتی که می‌توانند منشأ آرامش و رضایت‌مندی و در نهایت ایجاد احساسی زیبا در انسان باشند. لحظاتی که پیوستگی بین آن‌ها باعث معنا یافتن امتداد و احساس مفید بودن می‌گردد. گذر کیفی زمان، گذری مدیریت شده و با برنامه‌ریزی است. محتوایی هدفمند دارد و از حوادث و رویدادها پیروی نمی‌کند. همین هدفمند بودن باعث می‌شود بتوان جایگاه هر لحظه را در مجموعه‌ی لحظات و اهداف زندگی، مشخص کرد. در گذر کیفی زمان فرد می‌داند از لحظات چه انتظاری دارد. ضمن تعامل با رویدادها و لحظات مختلف، در مدیریت بهتر لحظات آینده تصمیم می‌گیرد. از این منظر، لحظات به صورت ایستا و گسسته بررسی نمی‌شوند. در حافظه‌ی هر لحظه می‌توان نشانه‌های لحظات گذشته را جست‌وجو نمود. گذر کیفی به ما این فرصت را می‌دهد که برگردیم و پیشینه‌ی اکنون را در گذشته‌ها یافته و به روند شکل‌گیری این لحظات پی ببریم. در حالی‌که در گذر کمی زمان، هر لحظه در همان لحظه تمام می‌شود. ناپیوستگی بین لحظات باعث می‌شود که پیشینه و حافظه‌ای از گذشته ایجاد نشود. باید بیاموزیم که: مسیر ورودمان به هرگونه تعامل با پدیده‌ها، رویدادها و انسان‌ها مسیری دارای پیشینه و حافظه است. ذهن دانا تلاش می‌کند دانش و مهارت لازم برای حضور در فضای رویداد از مسیرهای مختلف را به دست آورد. در جلوی رویداد حرکت می‌کند و با تشخیص رابطه‌ی بین اجزای رویداد توان پیش‌بینی خود را بالا می‌برد. با ایجاد لحظات کیفی، امکان گذر کیفی زمان را فراهم می‌کند. پس غافلگیر و متحیر نمی‌شود. حیرت‌زدگی ویژگی عدم شناخت و نبود آگاهی لازم برای رویارویی با یک وضع مشخص است. کمیت‌ها با مدیریتی

صحیح و با نگرشی کیفی، می‌توانند مجموعه‌ای کیفی به وجود آورند. اجزای تشکیل‌دهنده‌ی هر لحظه هم با چنین مدیریتی، امکان خلق لحظه‌های کیفی را فراهم می‌سازند. بنابراین باید: چگونگی ایجاد آرایه‌های کیفـی از کمیت‌ها را آموزش دید. آرایه‌های مختلف از کمیت‌های معین، می‌توانند کیفیت‌هایی متفاوت ایجاد کنند.

از این منظر می‌توان از مسـیرهایی متفاوت، با اندیشه‌ها و برنامه‌هایـی متفاوت وارد فضای رویداد شـده و آرایه‌هایی متفاوت از عناصر تشکیل‌دهنده‌ی لحظات یعنی کیفیت‌هایی متفاوت را ایجاد کرد. پس گذر کیفی زمان با آموزش‌های کیفی مدیریت زمان امکان‌پذیر است.

کاهش خطا در تشخیص چرایی‌ها

راه‌حل‌ها و چگونگی‌های درست و راه‌گشا، از جغرافیای چرایی‌هایی می‌آیند که مسـیر صحیح را پیموده باشـند. عدم تشـخیص چرایی‌ها در یک مسئله‌ی معین، سبب طرح مسیر و راه‌حل‌هایـی نادرسـت برای عبور از موانع می‌شـود. یکی از ویژگی‌های نگرش کیفی، داشـتن صبـوری و به‌کارگیری روش علمی در تشـخیص چرایی‌ها است. شتاب‌زدگی برای یافتن چگونگی عبور از موانع بدون وجود پشتوانه‌ی علمی از چرایی‌ها، مسـیر آسیب‌ها را در فرایند عبور، هموار می‌کند. از سـوی دیگر تحلیل و اولویت‌بندی چرایی‌ها در یک مسئله‌ی مشخص بسیار اهمیت دارد. شاید در مورد هر پدیده یا رویداد معین با پرسـش‌هایی مختلف و دارای اهمیت و ارزش‌هایی متفاوت برخورد کنیم. مهم، یافتن پرسش و چرایی‌هایی است که دارای ارزش کیفی هسـتند و پاسـخ به آن‌ها می‌تواند راه عبور از سایر موانع را هموار کند. ذهن جزئی‌نگر و کمیت‌گرا توانایی یافتن پرسـش‌های بنیادی در مجموعه‌ی پرسش‌ها را نـدارد. لازمه‌ی این کار، داشـتن نگرش جامـع به پدیده‌ها و رویدادهاست. نگرشـی که رسیدن به آن نیازمند آموزش‌های کیفی و علمی است و حاصل آن توانایی دیدن اجزای رویداد در تعامل با یکدیگر و تشخیص جایگاه هر یک از اجزا و چرایی‌ها در کل رویداد اسـت. نگرش کیفی در تشخیص چرایی‌ها از رفتار هیجانی پرهیز می‌کند. چرا که کیفیت گذار از جغرافیای چرایی‌ها بسیار مهم است نه بازه زمانی گذار! مهم این است که با کدام کیفیت از جغرافیای چرایی‌ها به مسیر چگونگی‌ها گام می‌گذاریم.

ارج نهادن به دانش تخصصی

وجـود دانش تخصصی در قلمروهـای مختلف باعث می‌شـود عناصر کیفی در آن قلمرو بیشتر رشد کرده و مانع از اظهارنظر و بررسـی‌های غیرعلمی و غیرتخصصی گردد. دیدگاهی که از دانش تخصصی برخوردار نباشـد و توانایی تحلیل علمی و جامع از پدیده‌ها و رویدادها را نداشته باشد، نمی‌تواند برنامه‌ریز و طراح فرایند در قلمروی مشخص باشد. بنابراین لازم اسـت که حرمت‌گـذاری به دیدگاه‌های علمی و تخصصـی به عنوان سـازه‌ای اخلاقی در راسـتای ترویج اندیشـه‌ی کیفیت‌گرا و دانا، مورد پذیرش واقع گردد. دانش عمومی در قلمرو نگرش می‌تواند راهنمای خوبی در کاهش خطا ضمن عبور از موانع باشد. در حالی‌که دانش تخصصی دارای پشـتوانه‌ای از نگرش‌هـای علمی می‌توانـد با درک علمی از چرایی‌ها، طراح کل فرایند حل مسئله و به‌کارگیری چگونگی باشد.

نگاه مهربان به انسان و مناسبات انسانی

یکـی از ویژگی‌های نگرش کیفـی، تلاش در جهت دسـتیابی به آرامـش و رضایت‌مندی و احسـاس زیبایی شـناختی است. آرامشـی که نتیجه و امتداد نگاهی مهربان به انسـان و مناسبات انسانی است. نگاه مهربان: انسان‌ها را می‌بیند، صدای آن‌ها را می‌شنود و تفاوت بین آن‌ها را باور می‌کند. به انسان‌ها فرصت می‌دهد خویشتن خود را بیابند و با نشانه‌های خود در تعامل با جهان خارج حضور یابند. وجود چنیـن فرصت‌هایی، امـکان به‌کارگیری ظرفیت و توانایی بیشتری را برای انسان‌ها فراهم می‌سازد. و این‌گونه است که نگاه مهربان در ایجاد محیط آرام و رضایت‌بخش فعالانه حضور می‌یابد، واژه‌ها و ادبیاتی را جاری می‌سـازد که زیبایـی و آرامش را همراه دارند، برای حل مسـائل و عبور از موانع، به هر شـکل از خشـونت آن پرهیز می‌کند و در این مسـیر از فضیلت‌های انسـانی دور نمی‌شود. این نـگاه جهان را موجودی زنده و پویا می‌بیند و از انسـجام، وحدت، و زیبایی طبیعت بسیار می‌آموزد و این آموزه‌ها را در عرصه‌های مختلف بهتر زیستن به کار می‌بندد.

نگاه مهربان انسـان‌ها را مقید به همیشه ماندن در اکنون نمی‌کند بلکه مهربانی را در ایجاد فرصت برای عبور به فردای بهتر زیستن می‌داند.

نگاه مهربان، انسان‌ها را می‌بیند، صدای آن‌ها را می‌شنود و تفاوت بین آن‌ها را باور می‌کند. به انسان‌ها فرصت می‌دهد خویشتن خود را بیابند و با نشانه‌های خود در تعامل با جهان خارج حضور یابند

پژوهشی

اندازه‌گیری سرعت نور با اندازه‌گیری

غلامحسین حیدری
دانشکده علوم، دانشگاه ملایر

چکیده: در این مقاله سرعت نور در خلأ (c)، اندازه‌گیری آموزشی ثابت الکتریکی (ε_0)، ثابت مغناطیسی (μ_0) تعیین می‌شود. هدف معرفی روشی آموزشی برای اندازه‌گیری این کمیت‌ها با استفاده از روش ساده و مبتنی بر آشنایی اولیه با معادله‌های ماکسول است. بر این اساس دو دستگاه برای اندازه‌گیری مجزای ε_0 و μ_0 طراحی و ساخته شد. اندازه‌گیری‌های به عمل آمده با استفاده از آن‌ها نشان می‌دهد که در عین حفظ سادگی و تأکید بر روش‌سنجی آموزشی، دقت اندازه‌گیری‌ها در حد مناسبی است، هر چند بهینه‌سازی دستگاه‌ها هم از لحاظ نظری و هم از لحاظ پیکربندی قطعاً به دقت اندازه‌گیری به میزان مناسب‌تری، خواهد افزود.

کلیدواژه‌ها:
ثابت الکتریکی، ثابت مغناطیسی، اندازه‌گیری سرعت نور

مقدمه

یکی از دقیق‌ترین اندازه‌گیری‌های حاصل‌ضرب ثابت الکتریکی (ε_0) [۱] در ثابت مغناطیسی (μ_0) [۱] در سال ۱۹۰۷ در مؤسسه ملی استاندارد آمریکا توسط ای.بی.روزا[1] و ان.ای دورسی[2] انجام شده [۵-۲]. آن‌ها عکس جذر اندازه‌گیری شده‌ی این دو ثابت را به عنوان سرعت نور در خلأ (۲۹۹۷۷۸ km/s) منتشر کردند که در آن زمان از دقت مناسبی نیز برخوردار بود. در این مقاله روش آموزشی اندازه‌گیری ε_0 و μ_0 به صورت مجزا و از روی آن‌ها تعیین ثابت «سرعت نور در خلأ» مورد بررسی قرار گرفته است. هدف طراحی دستگاه آموزشی بود که از لحاظ نظری به آشنایی معادله‌های ماکسول نیاز دارد و در عین حال دقت مناسبی نیاز دارد، به‌طوری که در مواردی مثل آزمایشگاه فیزیک الکتریسیته ـ مغناطیس و... نیز می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. به عبارت دیگر با توجه به احساس کمبود چنین مواردی، هدف کلی، آشنا کردن تجربی دانشجویان با مفاهیمی مثل میدان الکتریکی و میدان مغناطیسی در قالب ساده‌ترین چارچوب نظری و عملی است.

روش ساخت دستگاه مورد استفاده در اندازه‌گیری ε_0

برای اندازه‌گیری ε_0 از برابری نیروی وزن و نیروی الکتریکی اعمال شده بر یک ورقه‌ی آلومینیمی روی صفحه پایینی یک خازن مسطح در لحظه‌ای استفاده شد که ورقه در حال بلند شدن به واسطه نیروی الکتریکی از صفحه پایینی است، همان‌گونه که در شکل ۱ در قالب سه قسمت، نشان داده شده است. اساس عملکرد و روش اندازه‌گیری عبارت است از: اتصال صفحه‌ی پایینی خازن به قطب منفی منبع تغذیه با ولتاژ بالا (HVPS). با افزایش ولتاژ، ولت‌سنج ۱ (کلید انتخابگر ولت‌سنج بر روی هزار ولت DC انتخاب و به صورت موازی با منبع و خازن قرار گرفت) اختلاف پتانسیل دو سر منبع را نشان می‌دهد. هنگامی که ورقه آلومینیمی بر اثر نیروی الکتریکی از صفحه‌ی پایینی بلند می‌شود و دو

ثابت الکتریکی و ثابت مغناطیسی

صفحه
خـازن را اتصال
کوتـاه می‌کند، ولت‌سـنج ۲
(کلید انتخابگر ولت‌سنج بر روی هزار ولت DC انتخاب شد) ولتاژ را ثبت می‌کند و ولت‌سنج ۱، افت ولتاژ را نشان می‌دهد.

دو دستگاه برای اندازه‌گیری مجزای ε_0 و μ_0 طراحی و ساخته شد. اندازه‌گیری‌های به عمل آمده با استفاده از آن‌ها نشان می‌دهد که در عین حفظ سادگی و تأکید بر روش سنجی آموزشی، دقت اندازه‌گیری‌ها در حد مناسبی است

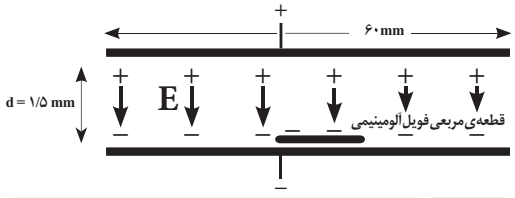
بررسی دستگاه مورد استفاده در اندازه‌گیری ε_0

اندازه‌ی نیروی وزن ورقه آلومینیمی عبارت است از:

$$W_{Al} = m_{Al}g = \rho A t g \qquad (۱)$$

که $\rho = ۲/۷\times۱۰^{۳}\,kg/m^{۳}$، $g = ۹/۸ m/s^{۲}$، A و t به ترتیب چگالی آلومینیم، شتاب ناشی از گرانی، مساحت و ضخامت ورقه‌ی آلومینیمی هستند.

شکل ۱ طرح کلی دستگاه



شکل ۱-۲ خازن دستگاه از نمایی دیگر

شکل ۱-۳ نمونه‌ای عملی از دستگاه اندازه‌گیری

نیروی الکتریکی وارد بر ورقه از طرف صفحه بالایی خازن برابر است با:

$$F_e = |Q_{foil}\vec{E}_{top}| = \sigma A = \frac{\Delta V}{۲d} = \frac{\varepsilon_0 A(\Delta V)^{۲}}{۲d^{۲}} \qquad (۲)$$

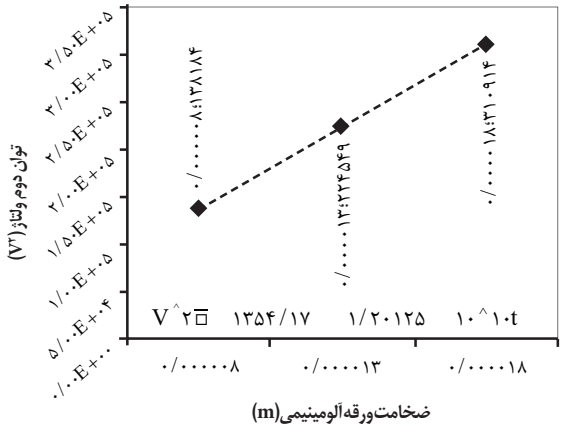
که σ، d و ΔV به ترتیب چگالی بار سـطحی ورقه (که با چگالی بار سطحی صفحه خازنی یکسان فرض شده)، فاصلـه بین دو صفحه خازن و اختلاف پتانسـیل بین دو صفحه خازن هستند. ضریب ۱/۲ به خاطر این وارد شده است که میدان صفحه بالایی نصف میدان کل برآورد شده است. از برابری دو نیرو و ساده‌سازی نتیجه می‌شود:

$$(\Delta V)^{۲} = (\frac{۲d^{۲}\rho g}{\varepsilon_0})t \qquad (۳)$$

بنابراین از روی شیب خط $(\Delta V)^{۲}$ برحسب t می‌توان ε_0 را به دست آورد.

تحلیل داده‌های به دست آمده جهت تعیین ε_0

همان‌طور که در شـکل ۲ نشـان داده شـده اسـت با اسـتفاده از رگرسـیون خطی شـیب خط ذکر شده در معادله‌ی ۳ با توجه به سـه داده‌ی به دسـت آمده عبارت اسـت از $۱/۲۰۱۲۵\times۱۰۱۰ V^{۲}/m$ و در نتیجـه مقـدار $۹/۹۱۲۱۷\times۱۰^{-۱۲} kg.m/(s^{۲}.V^{۲})$ برابر ε_0 اندازه‌گیری شد. بنابراین بـا توجه به مقدار $۸/۸۵۴۲\times۱۰^{-۱۲} C^{۲}/(N.m^{۲})$ خطای نسبی آن در حدود ۱۱/۹۵ درصد، است.



شکل ۲ منحنی تـوان دوم ولتـاژ برحسب ضخامت ورقه آلومینیمی براساس رابطه ۳، مورد استفاده برای اندازه‌گیری ε_0

روش ساخت دستگاه مورد استفاده در اندازه‌گیری μ_0

این دستگاه از دو سیم‌پیچ دایره‌ای تشکیل شده است که به فاصله‌ی d از یکدیگر (d در مقایسه با شعاع سیم‌پیچ کوچک است) قرار دارند. در تقریب اول ساختار موردنظر را به صورت دو سیم موازی به فاصله‌ی d در نظر می‌گیریم. شکل ۳ طرح دستگاه مورد استفاده در اندازه‌گیری μ_0 را نشان می‌دهد. هنگامی که جریان در دو سیم‌پیچ که به صورت سری با یکدیگر قرار گرفته‌اند، در جهت مخالف برقرار می‌شود بر اثر نیروی دافعه سیم‌پیچ حلقوی پایینی (۱) به بالایی (۲) تعادل دستگاه به هم می‌خورد و حول محور چرخش مشخص شده، می‌چرخد. با اضافه کردن یک وزنه مناسب و جابه‌جا کردن آن و یا تغییر جریان به ازای وزنه‌ی مشخص، تعادل دستگاه برقرار می‌شود (گشتاور نیروی وزن با گشتاور نیروی مغناطیسی برابر شود). می‌توان وزنه‌های سبک (مثل ورقه‌های آلومینیمی کوچک) را مستقیماً بر روی مرکز حلقه بالایی قرار داد تا تعادل برقرار شود (بنابراین با توجه به مساوی فرض کردن بازوهای گشتاور، می‌توان مستقیماً تساوی نیروی وزن و نیروی مغناطیسی را در نظر گرفت).

بررسی دستگاه مورد استفاده در اندازه‌گیری μ_0

با توجه به تقریب در نظر گرفته شده نیروی مغناطیسی وارد بر حلقه ۲ از طرف حلقه ۱ عبارت است از:

$$F_{mag} = \mu_0 \frac{n_1 n_2 I^2 r}{d} \qquad (۴)$$

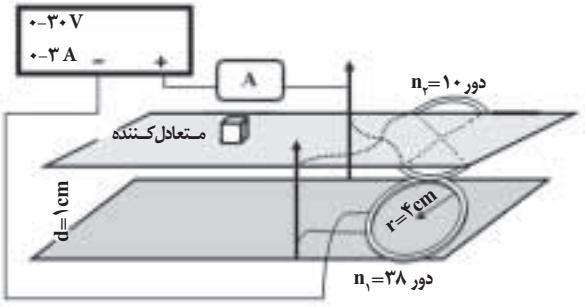
که در آن به ترتیب n_1، n_2، I، r و d عبارتند از: تعداد حلقه‌های سیم‌پیچ ۱، تعداد حلقه‌های سیم‌پیچ ۲، مقدار جریان، شعاع و فاصله بین حلقه‌ها. پس از برقراری جریان، با گذاشتن وزنه‌های کوچک (مثل ورقه‌های آلومینیمی)، می‌توان تعادل اولیه دستگاه را که با چرخش حول محور مشخص می‌شود برقرار کرد.

از تساوی دو نیرو (با توجه به برابری بازوهای گشتاور) و ساده‌سازی آن، رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$I^2 = \left(\frac{g d}{\mu_0 n_1 n_2 r}\right) m \qquad (۵)$$

که در آن m جرم وزنه تعادلی است. بنابراین از روی شیب خط I^2 برحسب m می‌توان μ_0 را به دست آورد.

جدول‌ها، شکل‌ها و رابطه‌های ریاضی



شکل ۳-۱ طرح کلی دستگاه مورد استفاده برای اندازه‌گیری μ_0

شکل ۳-۲ نمونه‌ای عملی از دستگاه اندازه‌گیری

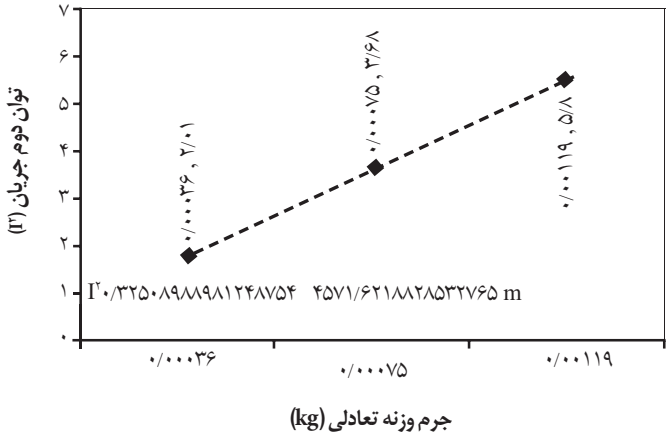
تحلیل داده‌های به دست آمده برای تعیین μ_0

همان‌طور که در شکل ۴ نشان داده شده است با استفاده از رگرسیون خطی شیب خط ذکر شده در معادله‌ی ۵، با توجه به سه داده به دست آمده عبارت است از $4571/62 A^2/kg$ و در نتیجه مقدار $1/41\times10^{-6} N/A^2$ برای μ_0 اندازه‌گیری شد. بنابراین با توجه به مقدار $1/2566\times10^{-6} T.m/A$ خطای نسبی آن در حدود ۱۲/۲ درصد است.

ترکیب نتیجه‌ها و تعیین سرعت نور

با استفاده از رابطه‌ی $c_0 = 1/\sqrt{\mu_0\varepsilon_0}$ و نتیجه‌های به دست آمده برای ε_0 و μ_0 سرعت نور $2/6775\times10^8 m/s$ به دست می‌آید که با توجه به مقدار سرعت نور در خلأ

۲۹۹۷۹۲۴۵۸ m/s ، خطـای نسـبی اندازه‌گیـری برای سـرعت نـور، ۱۱ درصد است.



شکل۴ **منحنی توان دوم جریان برحسب جرم وزنه تعادلی براساس رابطه ۵، مورد استفاده برای اندازه‌گیری μ_0**

نتیجه‌گیری

هدف اصلی این بررسی، اندازه‌گیری آموزشی کمیت‌های ε_0 و μ_0 (به همراه تعیین c_0) بود به طوری که دستگاه طراحی شده با ابعاد آموزشی، سادگی نظری (در حد فیزیک پایه الکتریسیته‌ـمغناطیس) و سادگی عملی همراه باشد. بنابراین با توجه به دستگاه‌های معرفی شده و نتیجه‌های به دست آمده، چنین به نظر می‌رسد که این بررسی با اهداف ذکر شده، مطابقت دارد.

تصمیم‌گیری در رابطه با مشخص کردن دقت نهایی روش‌های مورد استفاده به مواردی مثل: پیکربندی دقیق دستگاه‌ها، تکرار هدفمند اندازه‌گیری‌ها، بهینه‌سازی پارامترهای در دسترس و... احتیاج دارد. بنابراین نتیجه‌های ذکر شده در این بررسی، نباید به عنوان بهترین داده‌های حاصل شـده با اسـتفاده از این روش در نظر گرفته شوند. استفاده از تقریب‌های بهتر در نظریه‌ی مسئله، از دیگر مواردی است که می‌تواند دقت اندازه‌گیری‌ها را افزایش دهد. به عنوان مثال در دستگاه مورد استفاده برای اندازه‌گیری ε_0 در نظر گرفتن اثرهای لبه‌ای و در دسـتگاه مورد اسـتفاده برای اندازه‌گیری μ_0، در نظر گرفتن سهم میدان مغناطیسی حلقه ۱ بر ۲ که مستقیماً در زیر حلقه‌ی ۲ قرار نگرفته است می‌تواند تقریب‌های ذکر شده در قسمت‌های قبل را بهبود بخشد و در نتیجه، مقدارهای دقیق‌تری برای مقادیر اندازه‌گیری شده به دست آورد که برای سادگی، در این‌جا مورد بررسی قرار نگرفته‌اند.

منابع

1. http://physics.nist.gov/
2. R. M. Besancon. “The Encyclopedia of Physics”, New York: Reinhold. (1966)
3. L. M. Brown, A. Pais and A. B. Pippard, “Twentieth Century Physics”, Vol 2, IOP Publications, AIP Press Bristol and New York (1995).
4. E. B. Rosa and N. E. Dorsey, “A new determination of the ratio of the electromagnetic to the electrostatic unit of electricity”, Bull. Bur. Stand. 3, (1907) 433-604.
5. A comparison of the various methods of determininig the ratio of the electromagnetic to the electrostatic unit of electritity, Bull. Bur. Stand. 3, (1907) 605-622.
6. MIT open course-physics
http://ocw.mit.edu/OcwWeb/Physics
7. P. A. Tipler and P. MOSCA, “Physics for science and engineering”, W. H. Freeman (2007).

پی‌نوشت

1. E.B. Roza
2. N.E. Dorsey

آموزشی

مهشید ژاله،
کارشناس آزمایشگاه فیزیک
غلامحسین رستگارنسب
کارشناس مسئول پژوهش‌سرا
رابعه امیری
دانش‌آموز
صدیقه عبدالهی
دانش‌آموز
سمانه مؤمنی
دانش‌آموز
سپیده میری
دانش‌آموز پژوهش‌سرای دانش‌آموزی
محمدبن زکریای رازی
ناحیه‌ی یک شهرری
نشانی الکترونیکی:
razi@teo.ir

کلیدواژه‌ها:
تابش، جذب انرژی گرمایی، سطح صیقلی، دما.

تأثیر رنگ سطح بر میزان

چکیده: همان‌طور که می‌دانیم تابش گرمایی یکی از راه‌های انتقال گرماست و می‌دانیم که یکی از عواملی که بر میزان تابش مؤثر است رنگ سطح است. در دو آزمایشی که انجام دادیم تابش و جذب گرما را برای سطوح سیاه و سفید و صیقلی مورد بررسی قرار دادیم در آزمایش اول از لوله‌های آزمایش سفید و سیاه و در آزمایش دوم از مکعب لسلی استفاده کردیم. با توجه به اندازه‌گیری‌های انجام‌شده و نمودارهای رسم شده به نتایج زیر دست یافتیم: ۱. تابش گرمایی در سطح سیاه بیشتر از سطح سفید جذب می‌شود. ۲. تابش گرمایی از سطح سیاه بیشتر از سطح سفید و صیقلی است. به‌کارگیری هریک از این سطوح در جای مناسب برای جلوگیری از اتلاف انرژی لازم و ضروری است.

مقدمه

یکی از راه‌های انتقال گرما که نیاز به محیط مادی ندارد تابش است. همه‌ی اجسام تابش گرمایی از سطح خود گسیل می‌کنند. از عوامل مؤثر بر میزان تابش گرمایی رنگ سطح است. کاربرد سطوح روشن و تیره و صیقلی در موارد گوناگون و هم‌چنین به‌منظور کاهش اتلاف انرژی نتیجه‌ی تأثیر این عامل بر میزان جذب و تابش گرمایی است. به‌کارگیری جسم سیاه در پرده‌های خنک‌کننده‌ی موتورها استفاده از رنگ روشن برای نمای ساختمان‌ها در مناطق گرمسیر، استفاده از ورقه‌ی آلومینیمی برای عایق‌بندی اتاقک‌های زیر شیروانی، استفاده از شیشه‌های بازتابنده در ساختمان‌ها و استفاده از پوشش‌های فلزی براق برای آتش‌نشان‌ها همه‌ی مثل‌هایی از تأثیر رنگ سطح بر جذب و تابش انرژی گرمایی‌اند. با انجام آزمایش‌های زیر به بررسی این عامل بر میزان جذب و گسیل تابش گرمایی پرداختیم.

شرح مسئله

آزمایش اول: بررسی جذب و تابش انرژی گرمایی سطح سیاه و سفید:

در این آزمایش مطابق شکل (۱) دو لوله‌ی آزمایش انتخاب کرده نیمه‌ی پایین یکی سیاه و دیگری را رنگ سفید کردیم و دو دماسنج را به کمک درپوش لاستیکی کوچک درون لوله‌ی آزمایش‌ها قرار دادیم.

شمع را روشن کردیم و پس از هر دقیقه دمای دماسنج‌ها را در جدول (۱) یادداشت کردیم.

پس از ۱۰ دقیقه شمع را برداشته و به یادداشت دماها تا هنگام رسیدن به دمای آزمایشگاه ادامه دادیم.

نمودار تغییرات دما-زمان (نمودار ۱) را رسم کردیم.

تذکرها:

دو دماسنج را طوری آویزان کردیم به‌طوری‌که ارتفاع آن‌ها از سطح میز یکسان باشد.

شمع را طوری قرار دادیم که فاصله‌ی آن از هرکدام ا ز گیرنده‌ها یکسان باشد.

از دماسنج‌هایی استفاده کردیم که با هم هم‌خوانی داشتند.

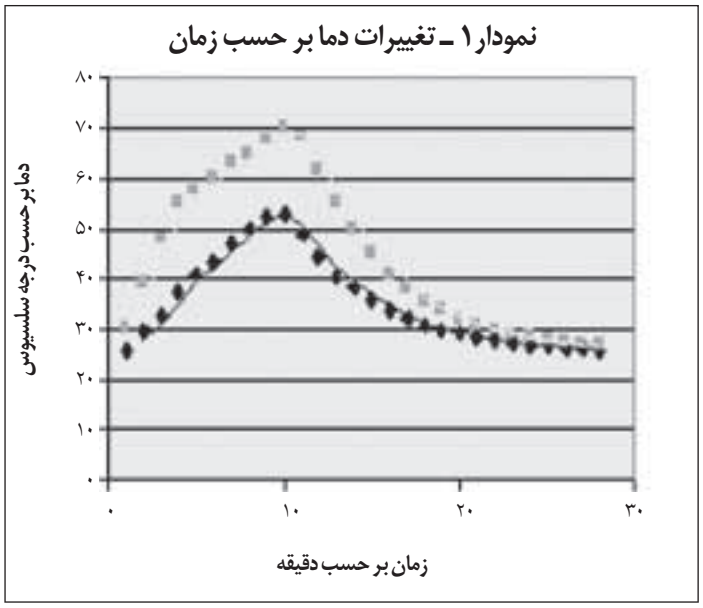
دمای آزمایشگاه ۲۵ درجه سلسیوس بود.

شکل ۱

تابش و جذب انرژی گرمایی

زمان	دمای جسم سفید	دمای جسم سیاه
۱	۲۵/۵	۳۰
۲	۲۹/۵	۳۹
۳	۳۲/۵	۴۸
۴	۳۷	۵۵
۵	۴۱	۵۷/۵
۶	۴۳/۵	۶۰
۷	۴۷	۶۳
۸	۵۰	۶۴/۵
۹	۵۲/۵	۶۷/۵
۱۰	۵۳	۷۰
۱۱	۴۹	۶۸
۱۲	۴۴/۵	۶۱/۵
۱۳	۴۰/۵	۵۵
۱۴	۳۸	۵۰
۱۵	۳۵/۵	۴۵
۱۶	۳۳/۵	۴۱
۱۷	۳۲	۳۷/۵
۱۸	۳۰/۵	۳۵
۱۹	۲۹/۵	۳۳/۵
۲۰	۲۹	۳۱/۵
۲۱	۲۸	۳۰/۵
۲۲	۲۷/۵	۲۹/۵
۲۳	۲۷	۲۸/۵
۲۴	۲۶/۷	۲۸
۲۵	۲۶/۵	۲۷/۵
۲۶	۲۶/۳	۲۷
۲۷	۲۶	۲۶/۷
۲۸	۲۵/۵	۲۶/۵

جدول ثبت اندازه‌گیری‌های آزمایش اول



نمودار مربوط به آزمایش اول: منحنی مربوط به لوله سیاه
منحنی مربوط به لوله سفید

آزمایش دوم: بررسی تابش انرژی گرمایی از سطح سیاه و صیقلی و سفید

در این آزمایش مطابق شکل (۲) درون مکعب لسلی (مکعبی است فلزی و تو خالی که یک سطح آن صیقلی و یک سطح آن سطح دیگر سیاه و دیگری سفید رنگ است) آب داغ ریختیم و در فاصله‌های مساوی از سطوح مکعب و درون آب دماسنج‌هایی را مطابق شکل قرار دادیم. در یک بازه‌ی زمانی دمایی که دماسنج‌ها را نشان می‌دادند یادداشت کردیم. نمودار تغییرات دما- زمان (نمودار ۲) را رسم کردیم.

تذکرها:

از دماسنج‌هایی استفاده کردیم که با هم هم‌خوانی داشتند.

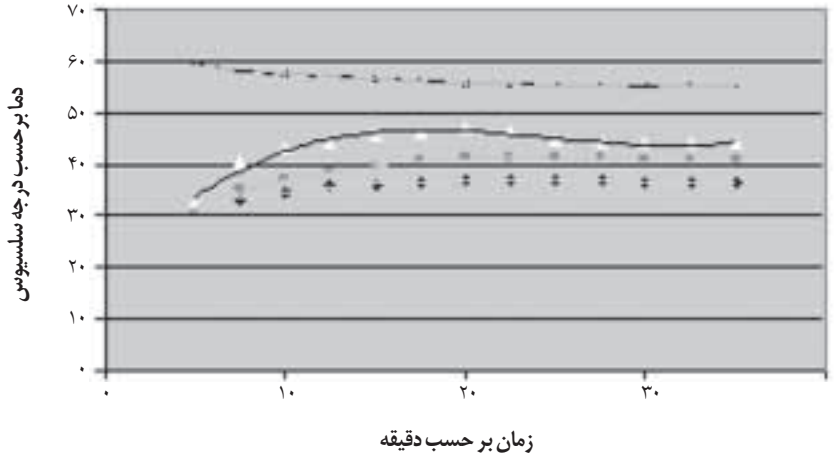
دمای آزمایشگاه ۲۵ درجه‌ی سلسیوس بود.

شکل ۲

زمان t (min)	دمای آب درون مکعب θ_4	دمای سطح سیاه θ_3	دمای سطح سفید θ_2	دمای سطح صیقلی θ_1
۱	۵۹/۵	۳۲/۵	۳۱	۳۲
۱/۵	۵۸	۴۰/۵	۳۵	۳۳
۲	۵۷/۵	۴۳	۳۷	۳۴/۵
۲/۵	۵۷	۴۴	۳۸/۵	۳۶
۳	۵۶/۵	۴۵/۵	۳۹/۵	۳۶
۳/۵	۵۶	۴۶	۴۰/۵	۳۶/۵
۴	۵۵/۵	۴۷	۴۱	۳۷
۴/۵	۵۵/۵	۴۶/۵	۴۱	۳۷
۵	۵۵	۴۴/۵	۴۱	۳۷
۵/۵	۵۵	۴۴	۴۱	۳۷
۶	۵۵	۴۴	۴۰/۵	۳۶/۵
۶/۵	۵۵	۴۴	۴۰/۵	۳۶/۵
۷	۵۵	۴۴	۴۰/۵	۳۶/۵

جدول ثبت اندازه‌گیری‌های آزمایش دوم

نمودار ۲ ـ تغییرات دما برحسب زمان برای سطوح مختلف مکعب لسلی و آب درون آن



نمودار مربوط به آزمایش اول: منحنی مربوط به آب درون مکعب
منحنی مربوط به سطح سیاه مکعب
منحنی مربوط به سطح سفید مکعب
منحنی مربوط به سطح صیقلی مکعب

سطحی که جذب‌کننده‌ی خوب گرماست (سطح سیاه) تابشگر خوب انرژی گرمایی نیز هست

تجزیه و تحلیل

نتایج به‌دست آمده از نمودار آزمایش اول نشان می‌دهد که:

۱. وقتی شمع روشن است و جذب گرما توسط دو لوله صورت می‌گیرد، دمای دماسنج درون لوله‌ی سیاه زودتر و بیشتر بالا می‌رود، بنابراین جذب انرژی گرمایی توسط سطح سیاه نسبت به سطح سفید بیشتر است.

۲. وقتی که شمع را خاموش می‌کنیم و دو لوله‌ی آزمایش خود تابشگر گرما می‌شوند، دمای دماسنج درون لوله‌ی سیاه زودتر و بیشتر پایین می‌آید، بنابراین تابش گرمایی سطح سیاه نسبت به سفید بیشتر است.

۳. سطحی که جذب‌کننده‌ی خوب گرماست (سطح سیاه) تابشگر خوب انرژی گرمایی نیز هست.

نتایج به‌دست آمده از نمودار آزمایش دوم نشان می‌دهد که:

تابش گرمایی سطح سیاه از سطح سفید و صیقلی بیشتر است.

منابع

کتاب درسی سال دوم فیزیک و سایت دانش‌نامه‌ی رشد.

گزارش

گزارش: آزاده شاکری

اُسطرلاب
رایانه‌ی دوران باستان

کلیدواژه‌ها:
اسطرلاب، نجوم، دایره‌البروج

«اُسطرلاب مثل رایانه، اما از آن پیشرفته‌تر است. چون داده‌های مورد نیاز را اندازه‌گیری، تحلیل و پردازش می‌کند و حدود ۲۰۰ نتیجه‌ی جالب و کاربردی به‌دست می‌آورد.» صفایی عضو رصدخانه‌ی دانشگاه کاشان اُسطرلاب را این‌گونه معرفی می‌کند و به آموزش کاربردهای ساده‌ی آن می‌پردازد.

اسطرلاب که آن را «آیینه‌ی نجوم یا جام جهان‌نما نیز نامیده‌اند، ازجمله اختراع‌های ایرانیان و مهم‌ترین و پرکاربردترین ابزار نجومی و محاسباتی به‌جای مانده از دوران قدیم است.

گزارش حاضر، بیان مختصری است از موضوع‌های مطرح‌شده در کارگاه علمی «ساخت اسطرلاب و چگونگی به‌کارگیری آن در برنامه‌ی درسی». کارگاهی که با هدف معرفی اسطرلاب به معلمان و دانش‌آموزان، کمک به احیای این ابزار قدیمی و آشنایی نسل جوان ایران با پیشینه‌ی غنیِ علمی و فرهنگی‌شان برپا شد.

کارگاه آموزشی اسطرلاب روز چهارشنبه ۱۶ تیرماه ۱۳۸۹ در محل سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، با حضور ۶۶ نفر از دبیران رشته‌های فیزیک، ریاضیات، زمین‌شناسی و جغرافیا و برخی از کارشناسان ارشد و گروه نجوم سازمان پژوهش برگزار شد. کمیته‌ی آموزش نجوم و کمیته‌ی فرهنگ و تمدن اسلامی در برپایی این کارگاه آموزشی سهم عمده‌ای را برعهده داشتند. خانم دکتر شکر باغانی دبیر کمیته‌ی آموزش نجوم در ابتدای این کارگاه، برنامه‌های در نظر گرفته شده را معرفی کرد و به‌طور اجمالی در مورد اسطرلاب سخن گفت.

در بخش بعدی این کارگاه، دکتر قاسملو، دکترای تاریخ علم، عضو کمیته‌ی فرهنگ و تمدن ایران و اسلام شورای عالی انقلاب فرهنگی و عضو هیأت علمی دائره‌المعارف اسلامی، هدف اصلی از برگزاری این کارگاه را آشنایی با یکی از مهم‌ترین و پرکاربردترین وسایل نجوم دوره‌ی اسلامی دانست.

وی در این خصوص افزود: «همپای کاربردهای وسیع اسطرلاب، ادبیاتی بسیار قوی، وسیع و پیچیده نیز، ساخت این وسیله را پشتیبانی می‌کند.»

دکتر قاسملو با اشاره به کاربردهای محاسباتی اسطرلاب گفت: «ما امروز در کارگاه‌مان با ابزار پیچیده‌ای سروکار داریم که صددرصد ابزار محاسباتی نیست. بلکه یک وسیله‌ی علمی است که بخشی از کاربردهایش محاسبه و بخشی، رسیدن به داده‌های معلوم است.»

عضو کمیته‌ی فرهنگ و تمدن ایران و اسلام، با تأکید به پشتوانه‌ی

دکتر قاسملو: در مورد اسطرلاب‌های فلزی، باید مطمئن باشید که تا ما با دانش‌هایی در زمینه‌ی فلزکاری، هندسه‌ی سه‌بعدی و چگونگی انتقال داده‌های ۲بعدی به سه‌بعدی روبه‌رو نباشیم، پدیده‌ای مثل اسطرلاب به‌وجود نمی‌آید

نظری و عملی در تولید اسطرلاب اظهار داشت: «در مورد اسطرلاب‌های فلزی، باید مطمئن باشید که تا ما با دانش‌هایی در زمینه‌ی فلزکاری، هندسه‌ی سه‌بعدی و چگونگی انتقال داده‌های ۲بعدی به سه‌بعدی روبه‌رو نباشیم، پدیده‌ای مثل اسطرلاب به‌وجود نمی‌آید.»

دکتر قاسملو: شناخت این وسیله‌ی ساده، یکی از دلایل ما در دفاع از هویت‌مان در عرصه‌ی فرهنگ و تمدن ایرانی و اسلامی است

دکتر قاسملو با اشاره به پرسش‌های گوناگون دانش‌آموزان درباره‌ی اعتقاد اندیشمندان اسلامی به کروی بودن زمین و یا توانایی آنان، در محاسبه‌ی عدد پی، اظهار داشت: «اگر ادبیات علمی نباشد، به صرف وجود یک وسیله یا نظریه‌پردازی‌های نظری، حرف‌های زیادی می‌شود زد که نه قابل تأیید است و نه قابل تکذیب. از بین تمام وسایلی که در قرون میانه‌ی عالم اسلام می‌شناسیم، اسطرلاب، وسیع‌ترین ادبیات علمی را به خودش اختصاص داده است.»

دستاوردهای برگزاری کارگاه

عضو هیأت علمی دائرةالمعارف اسلامی، دستاوردهای احتمالیِ برگزاری این کارگاه، در عرصه‌ی آموزش و پرورش را این‌چنین برشمرد: «یکی از این فواید اطلاع‌رسانی عمومی است، که در این بخش‌ها با این وسیله آشنا می‌شویم، کاربردهای آن را یاد می‌گیریم و احتمالاً به این نتیجه می‌رسیم که شناخت این وسیله‌ی ساده، یکی از دلایل ما در دفاع از هویت‌مان در عرصه‌ی فرهنگ و تمدن ایرانی و اسلامی است. و دیگر فایده این است که چگونه می‌توان دانش‌آموزان را با یکی از سابقه‌های مهم تمدن خودشان در عرصه‌ی علوم دقیقه آشنا کنیم.»

دکتر قاسملو در بخش دوم سخنانش درباره‌ی واژه‌شناسی اسطرلاب اظهار داشت: «خیلی از متون مهم یا درجه‌ی ۲ دوره‌ی اسلامی، اسطرلاب را ترازوی ستارگان معنا می‌کنند که احتمالاً به سراغ واژه‌شناسی عامیانه رفته‌اند. اگرچه براساس قواعد تکوین زبان‌های هند و اروپایی (که زبان‌های یونانی، انگلیسی و فارسی متعلق به این خانواده‌ی زبانی هستند) «اُسطر» در کلمه‌ی «اسطرلاب» ممکن است به ستاره ربطی داشته باشد و «لاب» آن را ترازو معنا کرده‌اند که این احتمالاً برگرفته از واژه‌شناسی عامیانه است. اما در اولین متون «اسطرلاب» را اخذالکواکب ترجمه کرده‌اند و برخی از متون هم همان واژه‌ی اصلی را آوانویسی کرده و این وسیله را «اسطرلاب» نامیده‌اند.»

عضو کمیته‌ی فرهنگ و تمدن ایران و اسلام با تأکید بر این‌که پیشینیان ما، دانش هندسی، عددشماری و نظام دقیق نگاهداری زمان داشته‌اند. این پرسش‌ها را مطرح کرد: «چگونه در گذشته می‌توانستند [حساب] ثانیه‌ها یا اجزای ثانیه‌ها را نگاه دارند؟ از نظر عملی، هزار سال قبل چه وسیله‌ای برای نگاهداری زمان مورد استفاده بوده است؟» وی در ادامه افزود: «این پرسش‌ها، ازجمله‌ی مطالبی هستند که خوب است در سر کلاس به دانش‌آموزان نیز منتقل کنیم تا آنان را پرسش‌گر بار بیاوریم.

دانشمندان ایرانی پیشروان نظریه‌ی چرخش زمین

دکتر قاسملو با بیان نظریه‌های دانشمندان اسلام مبنی بر چرخش زمین به دور خورشید، جمله‌ای از ابوسعید سگزی را ذکر کرد که در کتاب «استیعاب فی صنعه اسطرلاب» اثر ابوریحان بیرونی نقل شده است: «اسطرلاب زورقی بر پایه‌ی اعتقاد برخی اهل نظر که حرکت کلی مرئی را از آن زمین و از غرب به شرق می‌دانند، ساخته شده است. هندسه‌دانان و فلک‌شناسان در مورد این نظر سخنی ندارند و استدلال را در نقد آن موکول به نظر فلاسفه‌ی طبیعی کرده‌اند.» چنین نظری پیشرو بودن دانشمندان اسلامی در عرصه‌ی علم را تأیید می‌کند. در بخش بعدی این کارگاه، صفایی، عضو هیأت علمی دانشگاه کاشان و عضو رصدخانه‌ی این دانشگاه به‌صورت مختصر درباره‌ی اسطرلاب، انواع و کاربردهای آن سخن گفت و سپس به آموزش چگونگی استفاده از این ابزار در سطح ساده پرداخت.

صفایی در آغاز سخنانش با اشاره به کشف اولین اسطرلاب در «قوی‌فریلگان قلعه‌ی خوارزم» گفت: «برخلاف آن‌چه گفته می‌شود، قدیمی‌ترین اسطرلاب در منطقه‌ی خوارزم ایران کشف شده است و نه در یونان. دومین اسطرلاب در بابل و

سومین نمونه‌ی این ابزار در یونان به دست آمده است. بنابراین نمی‌توانیم به راحتی بگوییم که این ابزار از یونان آمده است.»

عضو هیأت علمی دانشگاه کاشان در ادامه به معرفی معروف‌ترین اسطرلاب‌های قدیمی پرداخت و سپس به انواع اسطرلاب از نظر ساختار اشاره کرد. وی در این خصوص گفت: «اسطرلاب از نظر ساختاری سه نوع است. اسطرلاب خطی، کروی و مسطح.»

این عضو رصدخانه‌ی دانشگاه کاشان در بخش دیگری از سخنانش به اسطرلاب زورقی و ساختار آن اشاره کرد و گفت: «ساختار اسطرلاب زورقی به این شکل است که براساس حرکت وضعی زمین کار می‌کند. تا حدود ۴۰۰-۳۰۰ سال پیش هم در مورد حرکت وضعی زمین حرف‌هایی زده می‌شد و در ایران با شک و تردید در مورد آن صحبت می‌کردند اما این ابزار صرفاً براساس حرکت وضعی زمین ساخته شده بود، اما ما نمی‌دانیم قواعد فیزیکی آن را چطور تعریف می‌کردند.»

اجزای تشکیل‌دهنده‌ی اسطرلاب

صفایی با استفاده از یک اسطرلاب مسطح فلزی که از دست‌ساخته‌های خودش بود؛ اجزای تشکیل‌دهنده‌ی اسطرلاب را معرفی کرد. اُم (مادر)، صفحه‌های مختلف روی اسطرلاب، شبکیه (صفحه‌ی عنکبوتی)، عضاده (خط‌کش) و قطب، بخش‌های اصلی هر اسطرلاب را تشکیل می‌دهند.

وی با مقایسه‌ی اسطرلاب با رایانه گفت: «اسطرلاب هم دقیقاً مثل رایانه است، با توجه به کاربرد ویژه، صفحه‌ی مورد نظر را روی بقیه می‌گذارید. مثل رایانه که نرم‌افزار دلخواه‌تان را مثل powerpoint استفاده می‌کنید.»

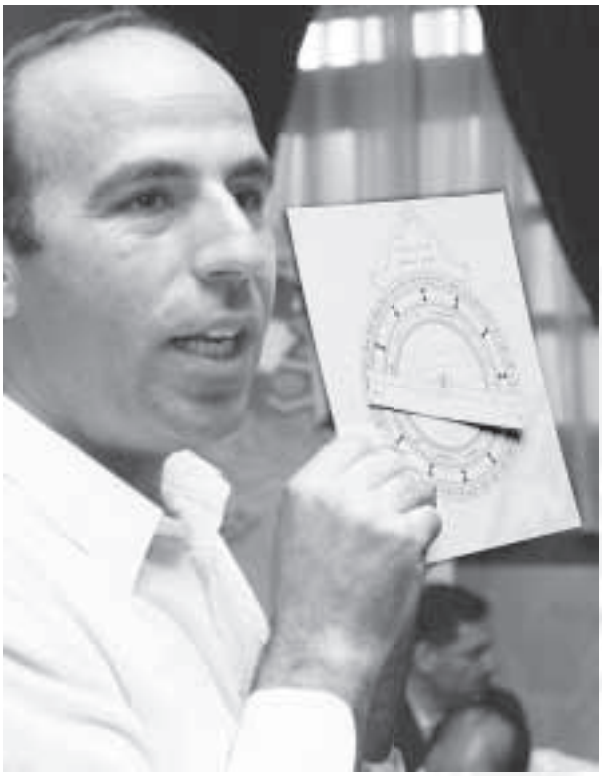
عضو هیأت علمی دانشگاه کاشان در مورد کاربردهای اسطرلاب اظهار داشت: «اسطرلاب دو دسته کاربرد اصلی و اختیاری دارد. تأکید ما در این کارگاه بیشتر بر روی کارکردهای اصلی اسطرلاب بود، که عبارتند از:

اندازه‌گیری زاویه‌ی ارتفاع خورشید یا ستارگان، اندازه‌گیری زاویه‌ی ارتفاع سایر اجرام، تطبیق نقشه‌ی آسمان با افق ناظر، تعیین موقعیت اجرام سماوی (مختصات استوایی یا دایره‌البروج) و محاسبه‌ی موقعیت اجرام سماوی در زمان دلخواه.»

وی اضافه کرد: «کاربردهای اختیاری این ابزار نیز عبارت است از: تعیین زمان با استفاده از موقعیت خورشید و ستارگان (تعیین ساعات معوجه و مستویه)، گاه‌شماری، تعیین مختصات ستارگان روی کره‌ی سماوی، تعیین سمت قبله، تعیین نصف‌النهار، جهت‌یابی، تعیین مختصات جغرافیایی ناظر، تعیین اوقات شرعی، تعیین مطالب مهندسی و ریاضی (مثل sin، cos، tan و cot) و تنجیم و طالع‌بینی (تعیین زمان طلوع یک صورت فلکی).

صفایی ضمن معرفی این کاربردها گفت: «اسطرلاب مثل رایانه، اما از آن پیشرفته‌تر است. چون داده‌های مورد نیاز را اندازه‌گیری، تحلیل و پردازش می‌کند و حدود ۲۰۰ نتیجه‌ی جالب و کاربردی به‌دست می‌آورد.»

در بخش بعدی کارگاه آموزشی اسطرلاب، مجموعه‌ای شامل بخش‌های مختلف یک اسطرلاب کاغذی ساده در بین حاضران توزیع شد. این مجموعه متشکل از تصویر پشت و روی اسطرلاب، خط‌کش و طلقی شفاف با تصاویر صور فلکی به‌عنوان شبکیه بود.



صفایی با استفاده از این مجموعه، برخی از اصلی‌ترین کاربردهای اسطرلاب مسطح را به‌صورت علمی به شرکت‌کنندگان در کارگاه آموزش داد.

این بخش از کارگاه مورد استقبال بسیار خوب حاضران قرار گرفت و اندازه‌گیری زاویه‌ی ارتفاع، تعیین ساعات و اوقات شرعی و تعیین زمان طلوع و غروب صور فلکی از جمله تمرین‌های کارگاه بود. نکته‌ی جالب‌توجه رقابت چشمگیر بین حاضران برای یافتن پاسخ صحیح پرسش‌ها بود.

کارگاه عملی کار با اسطرلاب با طرح پرسش‌های حضار و پاسخ‌گویی آقایان صفایی و قاسملو پایان یافت.

صفایی: اسطرلاب هم دقیقاً مثل رایانه است، با توجه به کاربرد ویژه، صفحه‌ی مورد نظر را روی بقیه می‌گذارید، مثل رایانه که نرم‌افزار دلخواهتان را استفاده می‌کنید

آشنایی با س

کلیدواژه‌ها:
سُست‌سپهر، سنگ‌سپهر، مرز صفحه‌ی همگرا و واگرا، زمین‌لرزه، گسل، تفتال، ترانشه اقیانوس، تکتونیک صفحه‌ای، منطقه‌ی فرورانش، مرز صفحه‌ی ترادیسی، سونامی

آموزشی

سوزان لایونز
مترجم: منیژه رهبر

مقدمه: کشور ما در منطقه زلزله‌خیز قرار دارد و همواره شاهد زمین‌لرزه‌هایی با شدت‌های مختلف در نقاط مختلف آن هستیم. در گذشته زمین لرزه در سراسر جهان باعث تلفات و خرابی سنگین می‌شد. اما اکنون آگاهی از چگونگی وقوع زمین‌لرزه و اقدامات لازم در جهت مقابله با آن باعث شده که حتی زلزله‌های بسیار شدید، مانند زمین‌لرزه‌ای که اخیراً با شدت بیش از ۷ ریشتر در کشور نیوزیلند رخ داد، به‌رغم تخریب تلفاتی نداشته باشد. برای درک چگونگی وقوع زلزله شناخت ساختار لایه‌های مختلف زمین، و حرکت آن‌ها نسبت به یکدیگر ضروری است. نظریه‌ی مورد استفاده در این موردنظریه‌ی تکتونیک صفحه‌ای است که سبب تحولی عظیم در علم زمین‌شناسی شده است. امید است آشنایی خوانندگان با چگونگی روی دادن زمین‌لرزه باعث شود تا اقدام‌های لازم جهت مقابله با آن را در ساختمان‌سازی و غیره انجام دهند و کشور ما نیز در هنگام وقوع زمین‌لرزه تلفات چندانی نداشته باشد.

تکتونیک صفحه‌ای

تکتونیک صفحه‌ای نظریه‌ای است که تغییرات چشمگیر در سطح زمین را توصیف می‌کند. اهمیت این نظریه در زمین‌شناسی مانند نظریه‌ی تکامل در زیست‌شناسی است.

طبق نظریه‌ی تکتونیک صفحه‌ای پوسته‌ی خارجی و سخت زمین، سنگ‌سپهر[1]، از هشت بخش بزرگ و تعدادی بخش‌های کوچک‌تر تشکیل شده است. هر بخش از سنگ‌سپهر یک صفحه تکتونیک[2] یا صرفاً یک **صفحه** خوانده می‌شود (شکل ۱). ضخامت این صفحه‌ها به ۱۰۰km هم می‌رسد.

صفحه‌های تکتونیک که تیغه‌هایی از سنگ سپهر هستند، بیرونی‌ترین بخش گوشته و پوسته را تشکیل می‌دهند. صفحه‌ها روی سُست‌سپهر[3] پلاستیکی زیرین قرار دارند. برخی صفحه‌ها بزرگ و صفحه‌های دیگر کوچک هستند. بعضی تقریباً بی‌حرکت، و برخی دیگر فعال‌ترند. توجه کنید که این صفحه‌ها بر روی سطح زمین تکان می‌خورند. قاره‌ها از این‌رو حرکت می‌کنند که در این صفحه‌ها جای گرفته‌اند. آن‌چه روی زمین به این‌سو و آن‌سو کشیده می‌شود صفحه‌های تکتونیکی است نه صرفاً قاره‌ها.

مرزهای قاره‌ها و صفحه‌ها یکسان نیست. مثلاً، صفحه‌ی آمریکای شمالی بسیار بزرگ‌تر از قاره‌ی آمریکای شمالی است. بخش غربی صفحه‌ی آمریکای شمالی تقریباً در امتداد ساحل غربی این قاره است، اما بخش شرقی آن تا وسط اقیانوس اطلس و پشته‌ی[4] اطلس میانی کشیده شده است.

صفحه‌های زمین با سرعت‌هایی که از ۲cm تا ۱۵cm در سال تغییر می‌کند در جهت‌های مختلف حرکت می‌کنند. صفحه‌های حامل قاره‌ها، مانند صفحه‌ی آمریکای شمالی، به کندی حرکت می‌کنند، در حالی که حرکت صفحه‌های اقیانوسی، مانند صفحه‌ی اقیانوس آرام، بسیار سریع‌تر است. زیرا قاره‌ها مانند شناورهای سنگینی هستند که بیش‌تر از صفحه‌های اقیانوسی در مواد زیر سطح زمین در گوشته‌ی آن فرو می‌روند. درست مانند شناوری که در برخورد با کف سنگی رودخانه با مقاومت روبه‌رو می‌شود، کف صفحه‌های قاره‌ای نیز هنگام کشیده شدن در سُست‌سپهر با مقاومت مواجه می‌شوند. این صفحه‌ها در مقیاس زمین‌شناختی از هم دور می‌شوند، برخورد می‌کنند، و در هم ادغام می‌شوند. به علت این برهم‌کنش‌های بین‌صفحه‌ها، لبه‌های آن‌ها که **مرز صفحه** خوانده می‌شود ناحیه‌هایی با فعالیت زمین‌شناختی شدید هستند (شکل ۲). درحالی‌که درون صفحه‌ها نسبتاً آرام است، اغلب زمین‌لرزه‌ها،

ساز و کار زمین‌لرزه

فوران‌های آتشفشانی، و تشکیل کوه‌ها در محل تلاقی صفحه‌ها صورت می‌گیرد.

سه نوع مرز وجود دارد که عبارتند از:

مرزهای واگرا: که در آن‌ها صفحه‌ها از هم دور می‌شوند.

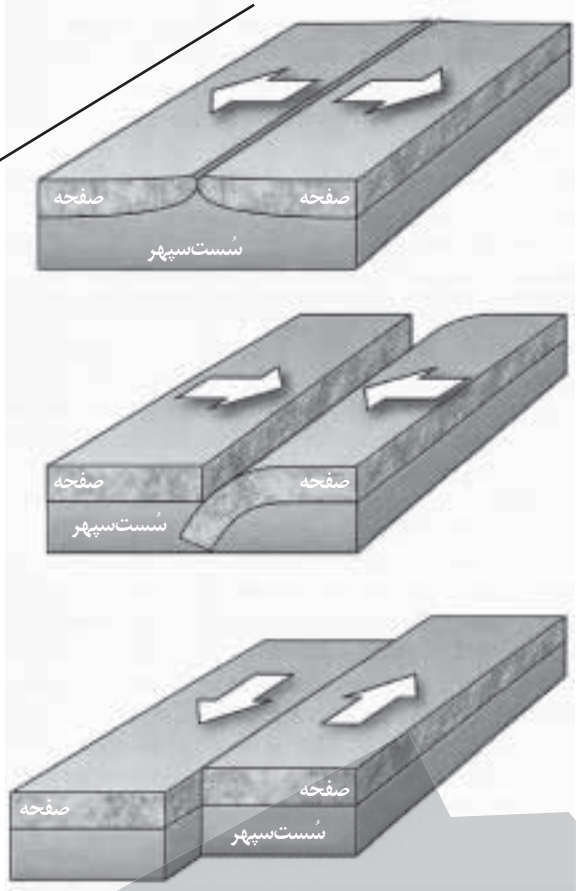
مرزهای همگرا: که در آن‌ها صفحه‌ها به طرف هم حرکت می‌کنند.

مرزهای ترادیسی گسل‌ها: که در آن‌ها گسل‌ها روی هم می‌لغزند.

چه نیرویی صفحه‌ها را به حرکت درمی‌آورد؟

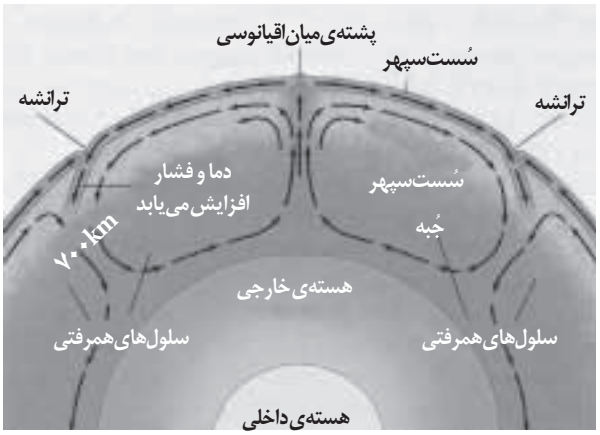
می‌دانیم درون زمین حاوی مقدار عظیمی انرژی گرمایی است. طبق قانون دوم ترمودینامیک گرما به‌طور طبیعی از ناحیه‌ی گرم به ناحیه‌ی سرد حرکت می‌کند. زمین هم با پیروی از قانون‌های طبیعت، گرما را از هسته و گوشته به سطح خارجی خنک‌تر منتقل می‌کند. گمان می‌رود که این انتقال گرما باعث حرکت صفحه‌ها می‌گردد. **تکتونیک صفحه‌ای ناشی از انتقال گرما از درون زمین به طرف خارج است.**

این انتقال گرما از درون زمین عمدتاً از طریق همرفت صورت می‌گیرد. سنگ‌های موجود در گوشته گرمای کافی برای همرفت را دارند، گرچه این کار خیلی کُند صورت می‌گیرد، چرخه‌ی بالا رفتن سنگ گرم از پایین گوشته به طرف بالا، خنک شدن، و فرو رفتن مجدد آن که یک

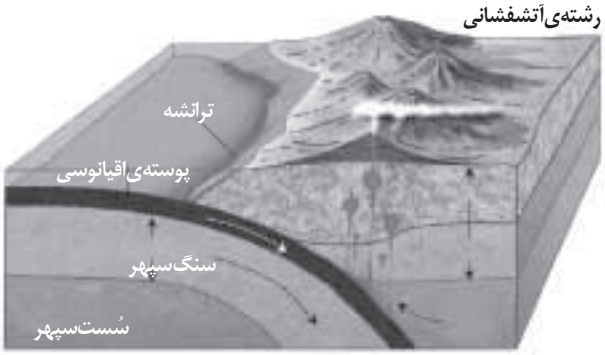


شکل ۱. پوسته‌ی سخت خارجی زمین، سنگ سپهر، موزاییکی متشکل از هشت صفحه به علاوه‌ی تعدادی قطعه‌های کوچک‌تر است صفحه‌های اصلی و جهت حرکت آن‌ها در شکل مشخص شده است.

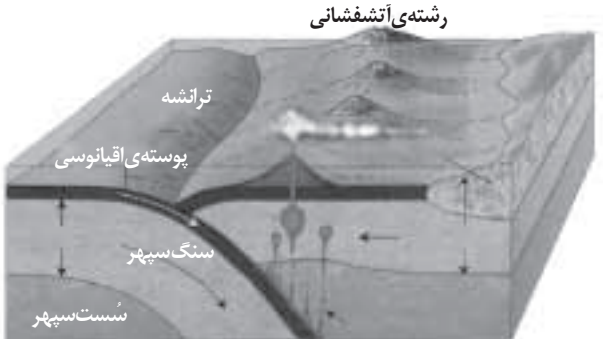
شکل ۲. صفحه‌ها در مرزهای خود بر هم کنش دارند که باعث فعالیت زمین‌شناختی شدید در این نواحی می‌شود.



شکل ۳. منظره‌ی ساده‌شده‌ی سلول‌های همرفتی در جُبه. بخش پایین‌رونده‌ی صفحه ـ «تیغه» ـ با افزایش فشار و دما به عمق بیشتر جُبه فرو می‌رود. در عمق حدود ۷۰۰km، تیغه نرم و جاری شده و در سنگ داغ موجود در سُست‌سپهر ادغام می‌شود.



شکل ۴. همگرایی اقیانوسی ـ اقیانوسی وقتی رخ می‌دهد که صفحه‌هایی که حامل پوسته‌ی قاره‌ای در لبه‌ی پیشتاز خود نیستند به‌هم برسند. ترانشه‌ای در منطقه‌ی فرورانش تشکیل می‌شود، و جزیره‌ای هلالی، شکل از آتشفشان‌ها از گدازه‌های ناشی از برخورد به‌وجود می‌آید.



شکل ۵. همگرایی اقیانوسی ـ قاره‌ای وقتی رخ می‌دهد که صفحه‌ای با پوسته‌ی اقیانوسی در لبه‌ی پیشتاز به زیر صفحه‌ای با پوسته‌ی قاره‌ای در لبه‌ی پیشتازش فرورانده شود. درنتیجه یک ترانشه‌ی عمیق اقیانوسی و رشته‌کوه‌های ساحلی تشکیل می‌شود.

سلول همرفت نامیده می‌شود حدود ۲۰۰ میلیون سال طول می‌کشد. زمین مانند کوره‌ی کروی عظیمی است که مشعل آن در مرکزش قرار دارد و سنگ‌های گوشته‌ی آن باعث همرفت به طرف خارج می‌شوند.

در رویارویی سنگ‌های همرفتی گرم سُست‌سپهر، با سنگ‌های نازک و شکننده‌ی سنگ‌سپهر، این بخش می‌تواند شکسته شود. در زیر منطقه‌ی شکاف پشته‌ی میان اقیانوسی، گدازه‌ها از ترک‌ها خارج می‌شوند و باعث گسترش کف دریا می‌شوند. در بالای سلول‌های همرفتی، صفحه‌ها در کنار هم حرکت می‌کنند. اصطکاک نقش چسبی را دارد که سنگ‌سپهر را به سُست‌سپهر متصل می‌کند. پس به‌طور خلاصه می‌توان گفت انتقال گرما از سُست‌سپهر به سنگ‌سپهر نیروی محرک صفحه‌های تکتونیک است.

مدل همرفت گوشته قدیمی‌ترین و شناخته‌شده‌ترین توصیف برای حرکت صفحه‌هاست. با این همه، برخی زمین‌شناسان این مدل را نقد کرده‌اند. آن‌ها می‌گویند گرانی نقش اصلی را در حرکت صفحه‌ها ایفا می‌کند. برخی دانشمندان می‌گویند صفحه‌ها می‌توانند، مانند بیسکویت‌هایی که روی یک سینی کج شده می‌لغزند، از پشته‌های میان اقیانوسی مرتفع به طرف پایین و خارج حرکت کنند. این فرضیه‌ی «فشار ـ پشته» است. مدل دیگر سازوکار «کشش ـ تیغه» است که در آن گرانی قدیمی‌ترین (و درنتیجه خنک‌ترین و چگال‌ترین) لبه‌ی صفحه را در ترانشه‌ی اقیانوسی به‌زیر می‌کشد و باعث فرورفتن آن می‌شود. صفحه مثل یک رومیزی که به آرامی از روی میز پایین کشیده می‌شود در سُست‌سپهر پایین می‌رود (شکل ۳). در حال حاضر زمین‌شناسان این مدل‌ها را بررسی می‌کنند تا معلوم شود نیروی محرک اصلی صفحه‌ها کدام است.

مرز صفحه‌های واگرا

ناحیه‌هایی که صفحه‌های مجاور از یکدیگر دور می‌شوند **مرز صفحه‌های واگرا** خوانده می‌شود. در این مرزها، وقتی گدازه‌ها شکاف در حال گسترش بین صفحه‌ها را پر کنند، پوسته‌ی جدید تشکیل می‌شود. صفحه‌ها از هم دور می‌شوند و با فوران گدازه‌ها، خنک شدن، و انباشته شدن آن‌ها، کوه‌های آتشفشان شکل می‌گیرند.

گدازه‌های خروجی در این مورد سنگ‌های موجود در سُست‌سپهرند که تا اندازه‌ای ذوب شده‌اند. به خاطر داشته باشید که سُست‌سپهر از سنگ‌های جامد پلاستیکی تشکیل شده است. با این همه، با دور شدن صفحه‌ها از هم، وزن روی سُست‌سپهر کاهش یافته و درنتیجه فشار کم می‌شود. سپس سنگ‌های موجود در سُست‌سپهر تا اندازه‌ای ذوب می‌شوند و به‌صورت تفتال (ماگما) درمی‌آیند. **تفتال** سنگ مذاب مایع شده است. وقتی تفتال از سطح زمین خارج شود، **گدازه** نامیده می‌شود. گدازه‌ها می‌توانند از ترک‌خوردگی‌های موجود در سطح زمین، یا یک سوراخ مرکزی، آتشفشان، خارج شوند. (این نوع ترک‌خوردگی‌ها تا اعماق زمین امتداد دارند و گدازه‌ها می‌توانند در آن حرکت کنند. ما با فوران آتشفشانی آشنایی بیشتری داریم زیرا هیجان‌انگیز و خطرناک هستند، اما خروج تفتال‌ها از شکاف‌های زمین بسیار متداول‌تر است ـ مثلاً شکاف موجود در پشته‌ی میان‌اقیانوسی یک ترک‌خوردگی است.

مرزهای واگرا در کف اقیانوس

باعث گسترش کف دریاها می‌شوند. پشته‌ی میان اقیانوس اطلس یک مرز واگراست که در اقیانوس اطلس شمالی صفحه‌ی آمریکای شمالی را از صفحه‌ی اوراسیا و در اقیانوس اطلس جنوبی صفحه‌ی آمریکای جنوبی را از صفحه‌ی آفریقا دور می‌کند. آهنگ گسترش در پشته‌ی میان‌اقیانوس اطلس بین ۱ تا ۶ سانتی‌متر در سال است. گرچه این آهنگ شاید بسیار کُند به نظر برسد، اما در مقیاس زمان زمین‌شناختی، اثر آن بسیار عظیم می‌شود. در ۱۴۰ میلیون سال گذشته، گسترش کف دریا کانال باریک بین آفریقا، اروپا، و آمریکا را به اقیانوس اطلس پهناور فعلی تبدیل کرده است.

مرزهای واگرا فقط در کف دریا وجود ندارند. آن‌ها می‌توانند در وسط قاره‌ها نیز باشند و باعث قطعه‌قطعه شدن آن‌ها شوند. مثال آن کاف دره‌ی[۶] شرق آفریقاست. اگر این گسترش ادامه یابد، کاف دره بلندتر و عمیق‌تر می‌شود و سرانجام به لبه‌ی قاره‌ی آفریقای فعلی می‌رسد. سپس قاره‌ی آفریقا از آن جدا می‌شود، و با ریختن آب اقیانوس اطلس به آن دریای باریکی را به‌وجود می‌آورد. در این صورت شرقی‌ترین گوشه‌ی آفریقا به‌صورت جزیره‌ای بزرگ درمی‌آید. درواقع، زمین پویاست!

مرز صفحه‌های همگرا

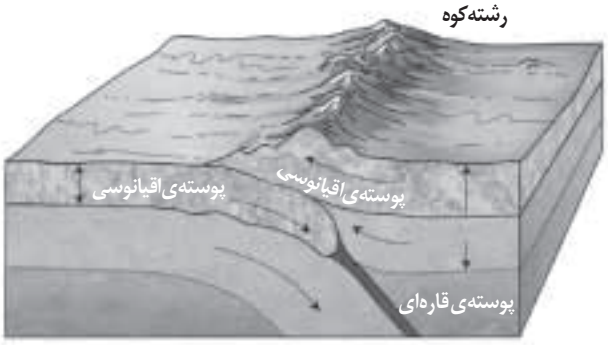
اندازه‌ی زمین از زمان تشکیل در ۴/۵ میلیارد سال پیش تاکنون چندان تغییر نکرده است. یعنی سرعت تشکیل سنگ‌سپهر با آهنگ از بین رفتن آن یکسان بوده است. تخریب سنگ‌سپهر در **مرزهای همگرا** رخ می‌دهد. در اینجا، صفحه‌ها در برخوردهای کُند به هم نزدیک می‌شوند. معمولاً صفحه در فرایند **فرورانش** به زیر صفحه‌ی دیگر می‌رود. ناحیه‌ی اطراف یک صفحه‌ی فرورانشی را **منطقه‌ی فرورانش** می‌نامند.

صفحه‌ها، بسته به نوع سنگ‌سپهرشان، به سه روش همگرا می‌شوند. سه نوع صفحه‌ی همگرا عبارتند از:

- همگرایی اقیانوسی- اقیانوسی (شکل ۴)
- همگرایی اقیانوسی- قاره‌ای (شکل ۵)
- همگرایی قاره‌ای- قاره‌ای (شکل ۶)

در **همگرایی اقیانوسی-اقیانوسی**، هر دو صفحه دارای لبه‌ی پیشتاز اقیانوسی‌اند. وقتی دو صفحه به هم می‌رسند، صفحه‌ی قدیمی‌تر (درنتیجه خنک‌تر و چگال‌تر) زیر صفحه‌ی اقیانوسی جوان‌تر و با چگالی کمتر می‌لغزد. در مرز همگرا، یک ترانشه‌ی[۷] عمیق اقیانوسی شکل می‌گیرد. بنابراین، ترانشه‌های اقیانوسی نشانه‌ی منطقه‌های فرورانشی فعالند (که در آن‌ها یک صفحه به زیر صفحه‌ی دیگر می‌رود). ترانشه‌های اقیانوسی موازی لبه‌ی صفحه‌های همگرا هستند. مثلاً، گودال ماریان محلی را نشان می‌دهد که صفحه‌ی اقیانوس آرام با صفحه‌ی باحرکت کندتر فیلیپین برخورد می‌کند. ترانشه‌های اقیانوسی عمیق‌ترین نقاط روی زمین‌اند. گودال ماریان به عمق ۱۱۰۰۰m زیر سطح دریاست به‌طوری که اگر کوه اورست به ته آن فرو رود، هنوز بیش از ۲۰۰۰m آب در بالای آن باقی می‌ماند.

بررسی شکل ۴ نشان می‌دهد که سنگ‌های گوشته در منطقه‌ی فرورانش تا اندازه‌ای ذوب و تبدیل به تفتال می‌شوند. سپس بر اثر نیروی شناوری



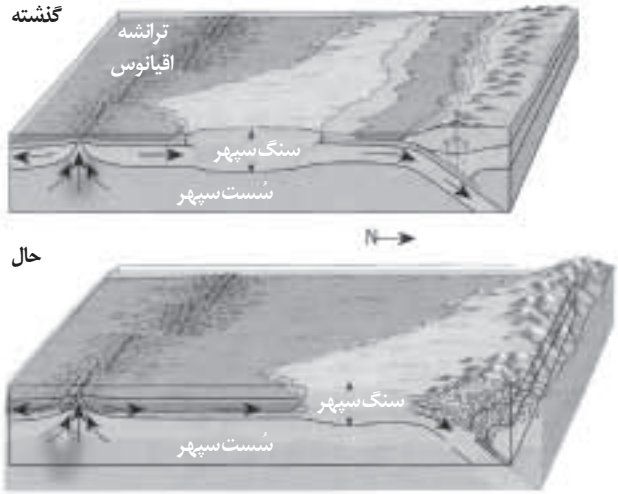
شکل ۶ **همگرایی قاره‌ای-قاره‌ای وقتی رخ می‌دهد که لبه‌های پیشتاز صفحه‌های برخوردکننده از پوسته‌ی قاره‌ای تشکیل شده باشد. در محل چروکیدگی‌های پوسته‌ی کوه‌ها تشکیل می‌شوند و به طرف بالا می‌روند.**

به سطح می‌رسند و به‌صورت گدازه فوران می‌کنند. طی میلیون‌ها سال، گدازه‌های خروجی و تکه‌پاره‌های آتشفشانی در کف اقیانوس انباشته شده و به اندازه‌ی کافی بلند می‌شوند تا با خروج از سطح دریا جزیره‌ای آتشفشانی تشکیل دهند.

آتشفشان‌هایی از این نوع در **جزیره‌های هلالی‌شکل** دور هم جمع می‌شوند که موازی ترانشه‌هاست، مانند جزیره‌های الیوشن[۸] دور از ساحل شبه جزیره‌ی آلاسکا. هنگام چسبیدن و لغزش صفحه‌ی فرورونده به صفحه‌ای که روی آن قرار دارد زمین‌لرزه‌های متوسط و شدید در این مرزها رخ می‌دهد.

نوع دیگر برخورد صفحه‌ای همگرایی اقیانوسی- قاره‌ای است (شکل ۵). در این مورد، صفحه‌ی با لبه‌ی پیشتاز قاره‌ای به آرامی با صفحه‌ی بالبه‌ی پیشتاز اقیانوسی برخورد می‌کند. صفحه‌ی اقیانوسی بازالتی چگال‌تر به زیر صفحه‌ی گرانیتی قاره‌ای با چگالی کمتر فرو می‌رود. یک ترانشه عمیق اقیانوسی دور از ساحل در محل برخورد صفحه‌ها تشکیل می‌شود. با ذوب بخشی از سنگ گوشته، تفتال از منطقه‌ی فرورانش بالا می‌آید و در سطح

تکتونیک صفحه‌ای که تغییرات چشمگیر در سطح زمین را توصیف می‌کند در زمین‌شناسی اهمیتی مانند نظریه‌ی تکامل در زیست‌شناسی دارد. طبق این نظریه پوسته خارجی و سخت زمین از هشت بخش بزرگ و تعدادی بخش‌های کوچک‌تر تشکیل شده است



شکل ۷. برخورد قاره‌ای ـ قاره‌ای هندوستان با آسیا کوه‌های هیمالیا را به‌وجود آورده است.

هر سال بیش از ۷۰۰ زمین‌لرزه نسبتاً شدید در جهان رخ می‌دهد که می‌تواند باعث مرگ، مجروح شدن، و آسیب مالی فراوان شود. حدود ۸۰ درصد زمین‌لرزه‌های بزرگ در حلقه‌ی آتش در اقیانوس آرام به‌وقوع می‌پیوندد

آب به‌صورت گدازه فوران می‌کند. گدازه فوران می‌کند، خنک می‌شود و طی زمان بارها انباشته شده و رشته‌های کوه‌های آتشفشانی را به‌وجود می‌آورد. با خروج تفتال‌ها، کوه‌های آتشفشان تشکیل می‌شوند اما چرا سنگ‌ها در منطقه‌ی فرورانش تا اندازه‌ای ذوب و تفتال تشکیل می‌دهند؟ علت این امر داغ بودن صفحه‌ی فرورانشی نیست. به خاطر داریم که سنگ‌سپهر فرورانشی خنک و چگال است ـ زیرا سنگ نسبتاً سرد در سُست‌سپهر فرو می‌رود. وقتی صفحه‌ی فرورونده به عمق ۱۵۰km–۱۰۰ رسید، گرما و فشار محیط اطراف آب موجود در صفحه‌ی فرورانشی را به گوشته‌ی روی آن می‌راند. آب مانند نمک روی یخ یا کمک ذوب در ریخته‌گری عمل می‌کند ـ نقطه‌ی انجماد سنگ گوشته را پایین می‌آورد. بنابراین، تزریق آب باعث می‌شود که گوشته‌ی بالای صفحه، بدون تغییر دما، تا اندازه‌ای ذوب شود. تفتال تولید شده و با نیروی شناوری بالا می‌رود. معمولاً، این تفتال‌ها زیر پوسته‌ی قاره‌ای یک کاسه شده و می‌توانند بخشی از سنگ‌های پوسته‌ی اطراف را تا اندازه‌ای ذوب کنند. این سنگ‌های مذاب، سرانجام به سطح می‌رسند و به‌صورت آرام یا انفجاری فوران می‌کنند. ساکنان شمال غرب اقیانوس آرام باید این فرایند را ارج نهند چون کوه‌های زیبای کسکید رِنج[9] را به‌وجود آورده است.

سرانجام، وقتی صفحه‌هایی که شاخ‌به‌شاخ برخورد می‌کنند دارای پوسته‌ی قاره‌ای در لبه‌ی پیشتاز باشند، **همگرایی قاره‌ای ـ قاره‌ای** از خود نشان می‌دهند (شکل ۶). در این مورد، پوسته‌های برخوردکننده از یک نوع سنگ گرانیتی تشکیل شده‌اند. چون چگالی آن‌ها یکی است، هنگام برخورد هیچ‌کدام زیر دیگری فرو نمی‌رود ـ فرورانشی وجود ندارد. در عوض، قاره‌ها یکدیگر را بالا می‌رانند، مثل پارچه‌ی مچاله شده، و رشته‌کوه‌های بلند، دندانه‌دار تشکیل می‌شود. مثلاً، رشته کوه‌های هیمالیا بلندترین کوه‌ها در جهان هستند که تا ارتفاع ۸۸۵۴m از سطح دریا بالاترند. رشته‌کوه‌های هیمالیا هنگامی تشکیل شدند که ۵۰ میلیون سال پیش شبه‌قاره‌ی هند به آسیا اصابت کرد. با جوش‌خوردن آن‌ها به یکدیگر در امتداد مرز صفحه‌ها، هندوستان و آسیا در هم ادغام شدند. با تداوم همگرایی صفحه‌های هندوستان و اوراسیا، هنوز رشته‌کوه‌های هیمالیا با آهنگ ۱cm در سال بلند می‌شود.

مرزهای ترادیسی صفحه

یک مرز ترادیسی صفحه، یا صرفاً *مرز ترادیسی*، منطقه‌ای است که دو صفحه به هم می‌رسند، اما به جای همگرایی با جدا شدن از هم، در کنار هم می‌لغزند. در این مرزها، سنگ‌سپهر تولید و مصرف نمی‌شود، زیرا صفحه‌ها هنگام حرکت در جهت‌های مخالف صرفاً به هم ساییده می‌شوند.

مرزهای ترادیسی *گسل‌هایی* بزرگ هستند. گسل شکافی است که دو قطعه سنگ در حرکت نسبت‌به یکدیگر را از هم جدا می‌کند. گسل‌ها می‌توانند بسیار کوچک‌تر از مرزهای ترادیسی باشند. شبکه‌ای از آن‌ها معمولاً در نزدیکی مرز صفحه‌ها تشکیل و به‌صورت شاخه‌شاخه وارد صفحه‌ها می‌شود.

معمولاً، مرزهای ترادیسی دو بخش از پشته‌ی میان‌اقیانوسی را به‌هم می‌پیوندد. مثلاً، پشته‌ی میان‌اقیانوس آرام به بخش‌هایی تقسیم شده است که با گسل‌های ترادیسی به‌هم متصل شده‌اند (شکل ۸). این گسل حرکت را از یک بخش پشته به بخش دیگر آن منتقل می‌کنند. همان‌طور که شکل نشان می‌دهد، سنگ‌سپهر در یک پشته در خلاف جهت سنگ‌سپهر پشته‌ی دیگر حرکت می‌کند. بنابراین، لغزش در امتداد مرزهای ترادیسی امکان حرکت صفحه‌های تکتونیک را فراهم می‌سازد.

ساییدن صفحه‌ها به هم در مرز ترادیسی (یا مرزهای دیگر)، با حرکت معمولاً آرام و یکنواخت صورت می‌گیرد. اما در برخی جاها اصطکاک به اندازه‌ای زیاد است که بخش‌های بزرگی از سنگ‌ها به‌هم می‌چسبند. حرکت صفحه‌ها تداوم می‌یابد، و قطعه‌های «چسبیده به هم» متراکم یا کشیده می‌شوند. اگرچه سنگ‌ها شکننده به نظر می‌رسند، اما درواقع چنین نیستند، بلکه می‌توانند متراکم یا کشیده شوند و مثل فنر مقدار زیادی انرژی را در خود ذخیره کنند. وقتی نیروهای تراکمی یا کششی در سنگ

از نیروی اصطکاک تجاوز کند، سنگ تحت فشار ناگهان رها می‌شود، می‌لغزد، و انرژی ذخیره‌شده‌ی خود را در یک تکان ناگهانی آزاد می‌کند. این چسبیدن و لغزیدن قطعات سنگ باعث زمین‌لرزه‌ها می‌شوند.

گرچه اغلب گسل‌های ترادیسی در حوضه‌ی اقیانوس‌ها قرار دارند، اما تعدادی از آن‌ها را می‌توان در صفحه‌های قاره‌ای یافت. یکی از گسل‌های ترادیسی قاره‌ای مورد توجه گسل سن‌اندرس[10] در شکل ۹ است. این گسل ضخیم‌ترین رشته در گوریدگی گسل‌های دخیل در حرکت بین صفحه‌ی آمریکای شمالی و صفحه‌ی اقیانوس آرام در کالیفرنیاست.

بخشی از کالیفرنیا که در غرب گسل قرار دارد به آرامی به طرف شمال غربی حرکت می‌کند درحالی‌که بقیه‌ی کالیفرنیا به طرف جنوب شرقی در حرکت است. برخلاف باور عموم، از جهت صفحه‌ها می‌توان دید که لوس‌آنجلس از این بخش جدا نخواهد شد و به داخل اقیانوس نخواهد افتاد. بلکه در جهت شمال غرب و سانفرانسیسکو می‌رود درحالی‌که سانفرانسیسکو در جهت مخالف حرکت می‌کند. حدود شانزده میلیون سال دیگر دو شهر در کنار هم خواهند بود، اهالی کالیفرنیا باید منتظر زلزله‌های بسیار باشند. در کشور ما ایران نیز گسل‌های زیادی وجود دارند که در شکل ۱۰ نشان داده شده‌اند.

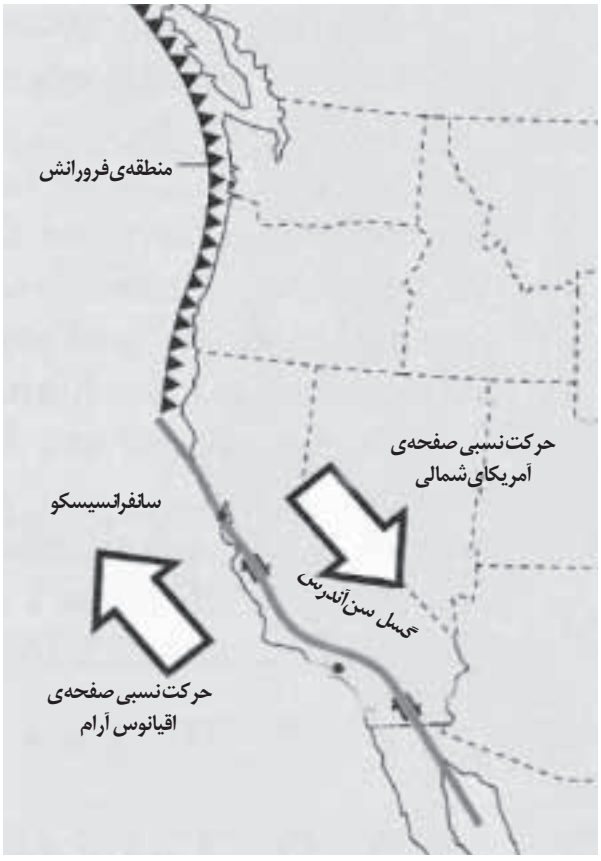
زمین‌لرزه‌ها

زمین‌لرزه‌ها بسیار متداول و ویرانگرند. هر سال بیش از ۷۰۰ زمین‌لرزه‌ی نسبتاً شدید رخ می‌دهد که می‌تواند باعث مرگ، مجروح شدن، و آسیب مالی فراوان شود. همان‌گونه که گفته شد عامل زمین‌لرزه (نیروی) تنشی است که به سنگ‌ها وارد می‌شود. تنش باعث کرنش (تراکم یا فشار) می‌شود. سنگ تغییر شکل می‌دهد تا این‌که دیگر نتواند بدون شکسته شدن خم شود. سپس ناگهان رها می‌شود و در وضعیت تازه‌ای قرار می‌گیرد، و درنتیجه انرژی کشسانی ذخیره شده را آزاد می‌کند. انرژی آزاد شده در سنگ به‌صورت *امواج لرزه‌ای* منتشر می‌شود. محل واقعی لغزش سنگ که امواج لرزه‌ای را تولید کرده است *کانون* زمین‌لرزه نامیده می‌شود (شکل ۱۱). امواج لرزه‌ای از کانون، مثل امواج صوتی ناشی از زنگی که به صدا درآمده، در تمام جهت‌ها منتشر می‌شوند. نقطه‌ای در سطح زمین که درست بالای کانون قرار دارد مرکز *زلزله* نامیده می‌شود.

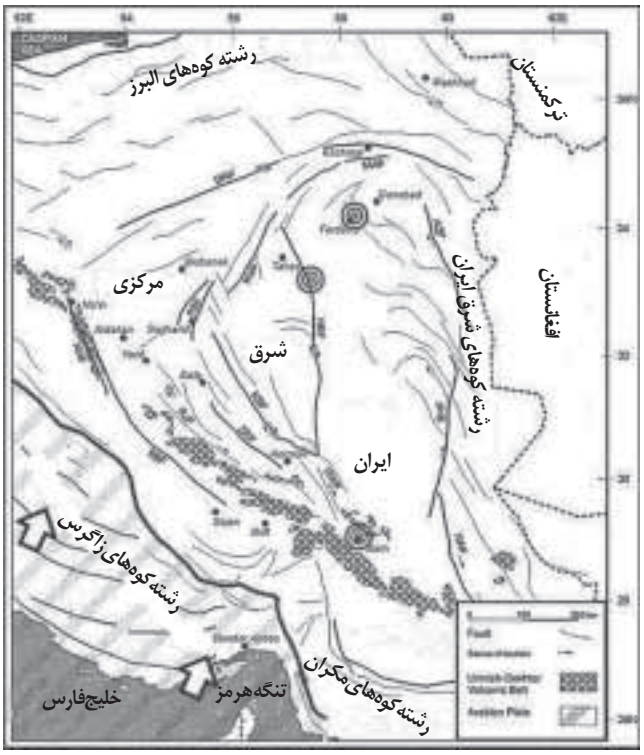
زمین‌لرزه‌ها در سراسر جهان رخ می‌دهند. اغلب آن‌ها در مرز صفحه‌ها به‌وقوع می‌پیوندند، گرچه زمین‌لرزه‌های *میان‌صفحه‌ای* (که سازوکار آن به‌خوبی شناخته نشده است) نیز دور از مرزها رخ می‌دهند. یکی از این نوع زمین‌لرزه‌ها در زمستان ۱۸۱۲–۱۸۱۱ میلادی در نیومادرید میسوری در آمریکا رخ داد که درنتیجه‌ی آن دریاچه‌های جدید تشکیل و بیش از ۱۵۰/۰۰۰ جریب جنگل نابود شد، این زمین‌لرزه به‌علت جمعیت کم‌منطقه خسارت جانی چندانی نداشت.

حدود ۹۰ درصد زمین‌لرزه ناشی از حرکت در امتداد مرز صفحه‌های تکتونیک است. به‌طور کلی، لرزش‌های ملایم و کم‌عمق معمولاً در امتداد صفحه‌های واگرا صورت می‌گیرد. زمین‌لرزه‌های مربوط به مرز

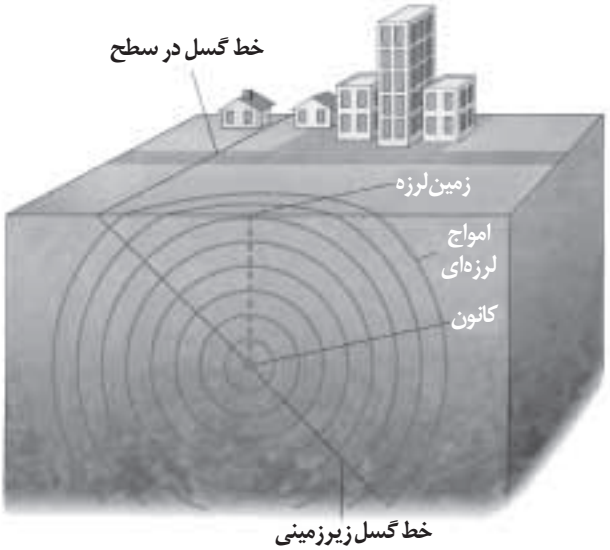
شکل ۸. بیشتر مرزهای ترادیسی در حوضه‌های اقیانوسی تشکیل شده‌اند که در آن‌جا پشته‌های اقیانوسی را تعدیل کرده‌اند. مرزهای ترادیسی، مطابق شکل، سنجش‌هایی از پشته‌های اقیانوسی را تعدیل و امکان حرکت جانبی صفحه‌ها در سطح زمین را فراهم ساخته‌اند. صفحه‌ها هنگام حرکت در امتداد مرز می‌چسبند و می‌لغزند و باعث زمین‌لرزه می‌شوند.



شکل ۹. (الف)ـ گسل سن‌آندرس یک مرز صفحه‌ی گسل ترادیسی معروف به خاطر زمین‌لرزه‌هاست. بخشی از کالیفرنیا که به طرف شمال غرب حرکت می‌کند روی صفحه‌ی اقیانوس آرام قرار دارد، در حالی که بقیه‌ی کالیفرنیا روی صفحه‌ی آمریکای شمالی است. (ب) در این عکس گسل سن‌آندرس، به دره‌ی وسیع حاصل از ساییده شدن درازمدت سنگ‌ها در امتداد گسل توجه کنید.



شکل ۱۰. تصویری از گسل‌های ایران



شکل ۱۱. وقتی سنگ ناگهان حرکت کند، این حرکت معمولاً در امتداد گسلی صورت می‌گیرد که قبلاً وجود دارد، گرچه لغزش سنگ می‌تواند گسلی را به‌وجود آورد. حرکت سنگ امواج لرزه‌ای به‌وجود می‌آورد که از کانون به طرف خارج حرکت می‌کنند. محل بالای کانون در سطح زمین مرکز زمین‌لرزه نامیده می‌شود.

شکل ۱۲. حلقه‌ی آتش منطقه‌ای با فعالیت زمین‌شناختی شدید است، زیرا صفحه‌ها در امتداد آن در مرزهای همگرا به‌هم می‌رسند. زمین‌لرزه‌های فرورانشی در آن بسیار متداول است. آتشفشان‌های بسیاری در امتداد آن وجود دارد که مسیر را مشخص می‌سازند. آتشفشان‌ها به‌صورت نقطه‌هایی نشان داده شده‌اند.

صفحه‌های ترادیسی معمولاً ملایم یا متوسط است. شدیدترین تکان‌ها در مرز صفحه‌های همگرایی رخ می‌دهد که در آن فرورانش صورت می‌گیرد.

صفحه‌های فرورانشی زیر صفحه‌های بالای خود ساییده می‌شوند، می‌چسبند، و به آن‌ها برخورد می‌کنند. این وضعیت در حلقه‌ی آتش، ناحیه‌ای که بیشتر اقیانوس آرام را فرا گرفته است، رخ می‌دهد (شکل ۱۲). حدود ۸۰ درصد زمین‌لرزه‌های بزرگ جهان در حلقه‌ی آتش به‌وقوع می‌پیوندد. هم‌چنین، میزان فرورانش در حلقه‌ی آتش فعالیت آتشفشانی شدیدی را به‌وجود می‌آورد- حدود ۷۵ درصد کوه‌های آتشفشان جهان در حلقه‌ی آتش قرار دارند.

مهم‌ترین مثال زمین‌لرزه‌ی فرورانشی در ۲۶ دسامبر ۲۰۰۴ رخ داد. منشأ زمین‌لرزه زیر اقیانوس هند، دور از ساحل غربی سوماترا بود. این محل مرز صفحه‌های فرورانشی هندوستان و صفحه‌ی بالایی برمه است. انرژی آزاد شده در این زمین‌لرزه برابر بمبی بود که از ۱۰۰ میلیارد تن TNT (اگر بتوان چنین بمبی را ساخت) ساخته شده باشد. اگرچه خود زمین‌لرزه تلفات زیادی به‌بار آورد، اما پیامدهای زمین‌لرزه از آن هم ویرانگرتر بود. چون مرکز آن زیر اقیانوس هند بود، امواج لرزه‌ای عظیم- **سونامی**- را به‌وجود آورد. ناحیه‌های ساحلی در سراسر حوضه‌ی اقیانوس هند ویران شدند. تلفات این سونامی بیش از ۱۸۴۰۰۰ نفر در ۱۱ کشور بود.

آیا می‌توان وقوع زمین‌لرزه را پیش‌بینی کرد؟

پاسخ این پرسش منفی است- دست‌کم پیش‌بینی دقیق آن امکان‌پذیر

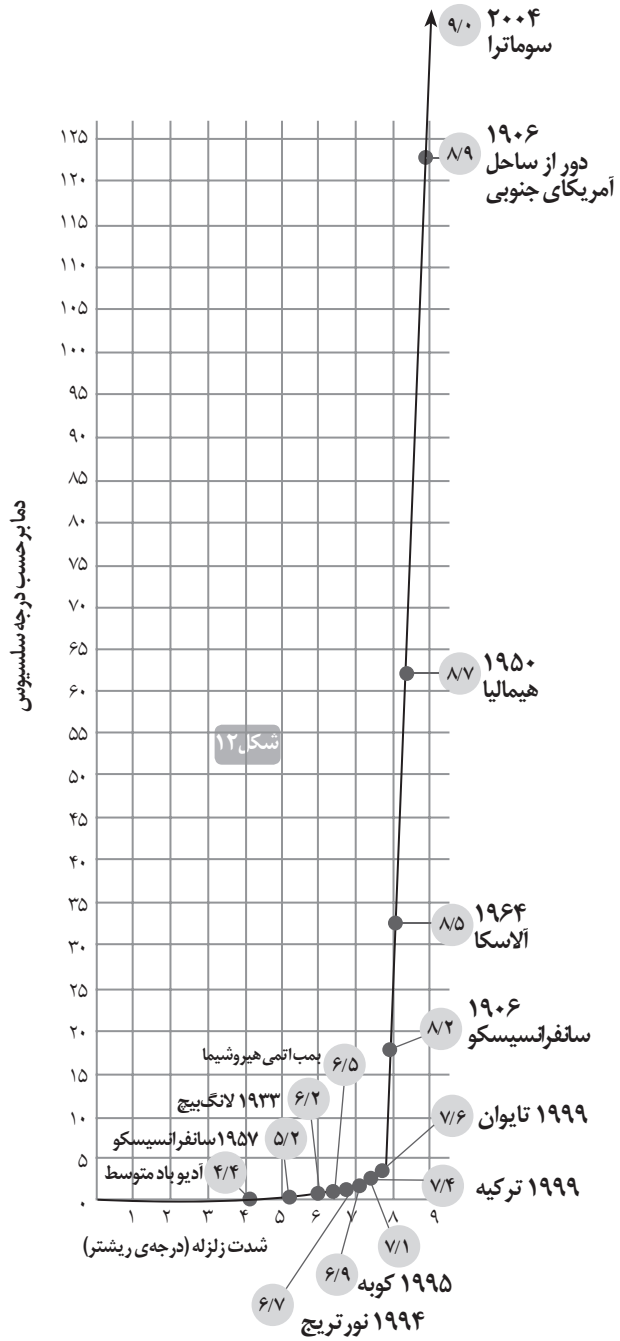
نیست. دانشـمندان می‌توانند تشکیل فشار در سـنگ‌ها و درنتیجه احتمال وقوع زمین‌لرزه را در چارچوب زمانی، شاید چند دهه، پیش‌بینی کنند. و تاریخ نشـان داده است که گسل‌ها در امتداد مرزهای صفحه آسیب‌پذیرترین نقاط هستند. اما این با تعیین این‌که زمین‌لرزه کجا و در چـه زمان رخ می‌دهد فرق بسـیار دارد. این تا اندازه‌ای شبیه خم کـردن آرام یک ترکه تا شکسـتن آن اسـت. با زیـاد کردن فشـار بر ترکه احتمال شکسته شدن آن زیاد می‌شود، اما دقیقاً نمی‌دانید که ترکه کی و در کجا می‌شـکند. و وقتی موضوع پیش‌بینی زمین‌لرزه باشـد، متغیرهای دخیل در مسئله حتی بیشتر هم می‌شود- بسیار بیشتر از شکستن ترکه!

چند روش برای ارزیابی شـدت زمین‌لرزه وجود دارد که متداول‌ترین آن‌ها اندازه‌گیری شدت زمین‌لرزه در *مقیاس ریشـتر*[11] است در این مقیاس شـدت معیاری از تکان خوردن زمین در طول زمین‌لرزه است.

مقیاس ریشتر

این مقیاس را چارلز لف. ریشتر، از انستیتوی فناوری کالیفرنیا، در سال ۱۹۳۵ ابداع کرد. این مقیاس *لگاریتمی* اسـت و گستره‌ی وسیعی از شدت‌ها را دربرمی‌گیرد. هر یک درجه افزایش در مقیاس ریشـتر قابلیـت زمین‌لرزه برای تکان دادن زمین ۱۰ برابر افزایش می‌یابد. بنابراین یک زمین‌لرزه‌ی ۷/۰ ریشـتری زمیـن را ۱۰ بار بیشـتر از زمین‌لرزه‌ی ۶/۰ ریشـتری و ۱۰۰ بار بیشـتر از زمین‌لرزه‌ی ۵/۰ ریشـتری تکان می‌دهد.

توجه کنید که مقیاس ریشتر تکان دادن را انـدازه می‌گیرد، نه انرژی کل ارتعاش‌هـا را. با این همـه، رابطه‌ی ساده‌ای بین تکان دادن و انرژی وجود دارد. یـک درجه افزایـش در مقیاس ریشتر تقریباً نظیر افزایش ۳۰ برابری انرژی زلزله است. بنابراین، زلزله‌ی ۶/۳ ریشتری ۳۰ برابر زلزله‌ی ۵/۳ ریشتری انرژی آزاد می‌کند. نمودار شـکل ۱۳ انـرژی زمین‌لرزه‌هـای مختلف را در مقیاس ریشتر نشان می‌دهد.



شـکل ۱۳. نـمودار انرژی آزاد شـده در برخی زمین‌لرزه‌ها در طی سـده‌ی گذشـته را برحسـب مقدار دینامیـت لازم برای تولید انفجار با همان اندازه را نشـان می‌دهد. توجه کنید که چون در مقیاس ریشـتر افزایش در درجه متناظر با زیاد شدن ۳۰ برابری انرژی زمین‌لرزه است، انرژی آزاد شده در زمین‌لرزه با شیب زیاد افزایش می‌یابد.

وقوع زمین‌لرزه را نمی‌توان پیش‌بینی کرد- دست‌کم پیش‌بینی دقیق آن امکان‌پذیر نیست. دانشمندان می‌توانند تشکیل فشار در سنگ‌ها، درنتیجه احتمال وقوع زمین‌لرزه را در چارچوب زمانی، شاید چند دهه، پیش‌بینی کنند، اما این با تعیین این‌که زمین‌لرزه کجا و در چه زمان رخ می‌دهد فرق بسیار دارد

پی‌نوشت

1. Lithosphere
2. techtonic plate
3. asthenosphere
4. ridge
5. faults
6. rift valley
7. trench
8. Aleutian
9. Cascade Range
10. San Andreas Failt
11. Richter Scale

منبع

Conceptual Integrated Science, Suzanne Lyons, 2007

میکروسکوپ زمانی

گوناگون

فرانک نمیرانیان
دبیر فیزیک منطقه‌ی ۸
آموزش و پرورش تهران

آیا هیچ توجه کرده‌اید که پره‌های چرخ اتومبیلی که به‌سرعت در حرکت است از میان حصارها و گاردهای خیابان، یا بهتر از آن در روی پرده ی‌سینما چگونه دیده می‌شود. بی‌شک این حالت غیرعادی، نظر افراد زیادی را به خود جلب کرده است. اتومبیل پیش می‌رود اما چرخ‌ها به زحمت حرکت می‌کنند، یا اصلاً حرکت نمی‌کنند. حتی گاهی می‌بینیم که در خلاف جهت می‌چرخند.

و آیا هیچ برایتان اتفاق افتاده که در لحظه‌ای که آسمان برق می‌زند در خیابان شلوغ و پرجمعیتی باشید؟ فرض می‌کنیم ناگهان شاهد رعد و برق در چنین شرایطی بوده‌اید، در این حالت اگر دقت کنید وضع عجیبی می‌بینید: کلیه‌ی اشیایی که تا لحظه‌ای پیش پرجنب‌وجوش و درحرکت بودند، در زیر نور آذرخش ساکن به نظر می‌رسند، اتومبیل‌ها گویی بی‌حرکت ایستاده‌اند ،به‌طوری که حتی می‌توان جزییات چرخ‌های آن‌ها را تمیز داد.

و بررسی تجربه‌ای دیگر، احتمالاً تا اکنون شاهد تئاترهای حماسی بوده‌اید، در چنین سالن‌هایی جلوی نور معمولی را می‌گیرند و فضا کاملاً تاریک‌می‌شود. سپس با آغاز صحنه‌ی فرضاً جنگ، نور آبی و یا سفیدی را بر صحنه می‌اندازند که به طور متناوب در ثانیه چندین‌بار خاموش و روشن می‌شود و نتیجه آن است که شما به‌عنوان تماشاگر به شکلی کاملاً غیرمنتظره شاهد حرکت‌های کند بازیگران خواهید بود.

حال به علت این پدیده‌ها می‌پردازیم، وقتی از بین نرده به چرخی که در حال گردش است نگا ه‌می‌کنیم نرده‌ها مرتب مانع دید ما می‌شوند و بدین جهت نمی‌توانیم مدام چشم به پره‌های چرخ بدوزیم. درنتیجه پره‌ها را به‌طور گسسته و با فاصله‌های زمانی مساوی و ثابت می‌بینیم. فیلم سینما هم تصاویر را به‌طور متناوب، یعنی در هر ثانیه ۲۴ تصویر، به ما عرضه می‌کند. و اما در مورد آذرخش همان‌طور که می‌دانید عمر آذرخش مانند هر تخلیه الکتریکی بسیار کم و در حدود ۰/۰۰۱ ثانیه است. در این فاصله‌ی زمانی کوتاه اشیا نمی‌توانند حرکت قابل ملاحظه‌ای داشته باشند، بنابراین طبیعی است که در زیر نور آذرخش حتی شلوغ‌ترین‌خیابان‌ها هم بی‌حرکت به نظر برسد. در واقع با این نور ما فقط می‌توانیم چیزهایی را مشاهده کنیم که در مدت یک‌هزارم ثانیه رخ می‌دهند.

اتومبیل در این مدت کوتاه کمتر از یک میلی‌متر جابه‌جا می‌شود ،تغییر مکانی که چشم قادر به تشخیص آن نیست. ضمناً این نکته که تأثیر بینایی تا مدت‌ها بعد از خاموشی آذرخش ادامه می‌یابد باعث تقویت این حالت می‌گردد. در مورد صحنه‌ی تئاتر هم درست مشابه همین پدیده رخ می‌دهد.

حال‌می‌خواهیم از طریقه‌ی دیگر با ایجاد اثری مبتنی بر پدیده‌ی بالا یک آزمایش جالب انجام دهیم.

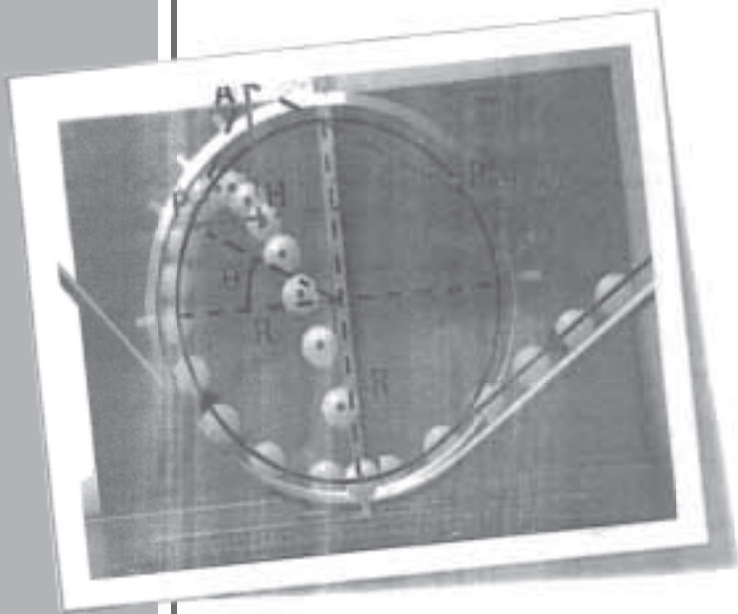
اگر قرص شکل زیر را که شامل ۴ بخش سیاه است با سرعت ۲۵ دور در ثانیه بچرخانیم و نور چراغی را بر آن بتابانیم که در هر ثانیه صد بار چشمک می‌زند، قرص را ساکن می‌بینیم. حال فرض می‌کنیم که چراغ در هر ثانیه به‌جای صد

بار صد و یک بار چشمک بزند. در چنین شرایطی وقتی چراغ روشن می‌شود قرص هنوز به اندازه ی یک ربع دور نچرخیده است. درنتیجه، قطاع‌های همرنگ نخواهند توانست جاهای مشابهی را اشغال کنند و می‌بینیم که قرص به قدر یک‌صدم محیط عقب رفته است، و در مرحله‌ی بعدی که چراغ روشن می‌شود باز هم به اندازه‌ی یک‌صدم دور دیگر عقب مانده است. بدین‌ترتیب به نظر می‌رسد که قرص دارد هر ثانیه یک دور به عقب می‌چرخد. با این کار انگار حرکت ۲۵ بار کندتر شده است.

به سهولت می‌توان فهمید چگونه می‌توان همین نوع حرکت آرام را به‌جای رو به عقب رو به جلو به‌وجود آورد. برای این کار کافی است به جای آن‌که بر تعداد چشمک‌های چراغ بیفزاییم از آن کم کنیم. مثلاً اگر چراغ ۹۹ بار در ثانیه چشمک بزند به نظر می‌رسد که قرص در هر ثانیه یک دور به جلو می‌چرخد. این همان چیزی است که آن را «میکروسکوپ زمانی» می‌نامیم و سیر زمان را ۲۵ بار کندتر نشان می‌دهد. می‌توانیم حرکت چرخ را از این هم کندتر ببینیم.

بدین طریق قادریم کلیه‌ی حرکات سریع و دوره‌ای را به هر اندازه که بخواهیم کند کنیم. این روش درواقع یک راه مناسب و ساده برای بررسی ویژگی حرکات بسیار سریع به ما عرضه می‌کند. (توضیح‌ها ی‌بالا درواقع اصول کار استروبوسکوپ[1] است که برای اندازه‌گیری دوره‌ی تغییرات سریع و متوالی به کار می‌رود. دقت آن نیز بسیار زیاد است، مثلاً، دقت استروبوسکوپ الکترونی می‌تواند ۰/۰۰۱ درصد باشد.)

تصویر زیر یکی از کاربردهای ساده علمی تصویربرداری استروبوسکوبی را نشان می‌دهد



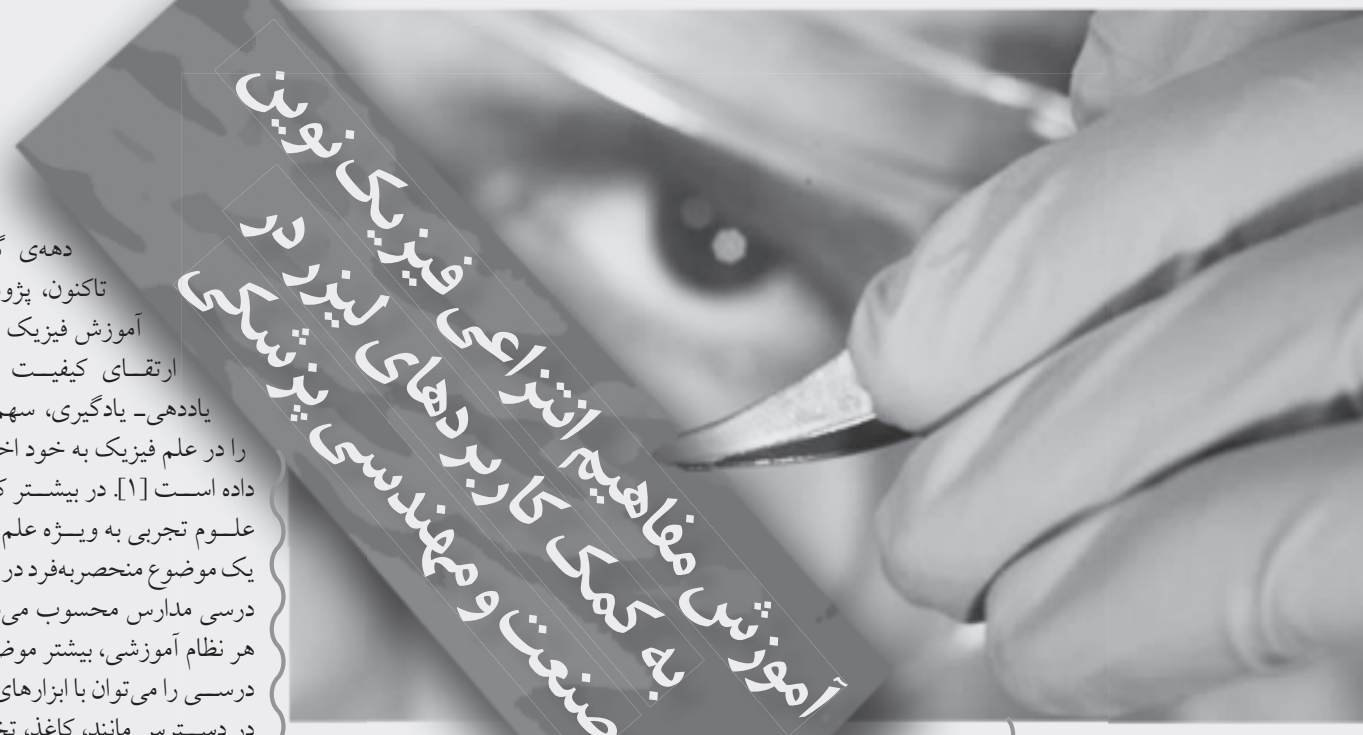
پی‌نوشت

1. stroboscope

منبع

یاکوب پرلمان، سرگرمی‌های فیزیک، ترجمه‌ی مهندس احمد تمدن، انتشارات امیرکبیر

آموزش مفاهیم انتزاعی فیزیک نوین به کمک کاربردهای لیزر در صنعت و مهندسی پزشکی



چکیده: مقاله‌ی حاضر به بررسی یادگیری مفاهیم انتزاعی فیزیک نوین با استفاده از زمینه‌های کاربردی لیزر در صنعت و مهندسی پزشکی می‌پردازد. برای این منظور نوشته‌های نظری و پژوهشی موجود به دقت بررسی شده و دیدگاه‌های گوناگون برای رسیدن به الگویی مناسب، طبقه‌بندی و سپس مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. روش مورد استفاده در این پژوهش، در تدریس فیزیک، شیمی و زیست‌شناسی دوره‌ی متوسطه و پیش‌دانشگاهی کاربرد داشته و با امکانات مدارس هماهنگی دارد و در نظام آموزشی ایران قابل اجرا است.

کلید واژه‌ها: فیزیک نوین، لیزر، کاربردهای پزشکی و صنعتی، درک مفهومی، پیشرفت تحصیلی

۱ مقدمه

از سه دهه‌ی گذشته تاکنون، پژوهش در آموزش فیزیک به‌منظور ارتقای کیفیت فرایند یاددهی- یادگیری، سهم زیادی را در علم فیزیک به خود اختصاص داده است [۱]. در بیشتر کشورها، علوم تجربی به ویژه علم فیزیک، یک موضوع منحصربه‌فرد در برنامه‌ی درسی مدارس محسوب می‌شود. در هر نظام آموزشی، بیشتر موضوع‌های درسی را می‌توان با ابزارهای ساده و در دسترس مانند، کاغذ، تخته سیاه و کتاب‌های درسی آموزش داد. این موارد برای آموزش علوم نیز لازم است؛ اما اگر تنها این ابزار به‌کار برده شوند، آموزش علوم موضوعی غیر جالب و کسل کننده خواهد بود [۲].

در هر برنامه‌ی درسی، محتوای آموزشی و شیوه‌های ارائه‌ی آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند [۳]. دانش‌آموزان پیش‌دانشگاهی اغلب هنگام طرح زمینه‌های کاربردی فناوری‌های پیشرفته و صنعت در کلاس درس، هیجان‌زده می‌شوند. چون دانش‌آموزان نمی‌توانند بین فیزیک و فناوری رابطه‌ی خوبی برقرار کنند، لذا اغلب فکر می‌کنند که فیزیک نوین به زندگی روزمره‌ی آن‌ها مربوط نیست. تهیه‌ی مثال‌هایی از کاربرد فیزیک در فناوری‌های جدید و نیز ارتباط فیزیک با زندگی روزمره می‌تواند دانش‌آموزان را به یادگیری فیزیک تشویق کند. به‌عنوان مثال، فناوری مهندسی پزشکی یکی

پژوهشی

محمد کبودوند:
دانشجوی کارشناسی ارشد آموزش فیزیک
دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
phynetdot@yahoo.com

ایوب اسماعیل‌پور:
عضو هیئت علمی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، استادیار دانشکده‌ی علوم پایه، گروه فیزیک
* پست الکترونیکی:
Esmalipour@iust.ac.ir

عابد بدریان:
عضو هیئت علمی مؤسسه‌ی پژوهشی برنامه‌ریزی درسی و نوآوری‌های آموزشی، استادیار گروه آموزش علوم

محمد شمس اسفندآبادی:
عضو هیئت علمی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، استادیار دانشکده‌ی مهندسی برق و کامپیوتر

از زمینه‌های جذاب و ملموس برای دانش‌آموزان است که می‌تواند ما را در رسیدن به این هدف یاری نماید.

انگیزه‌ی اصلی این پژوهش، تحقق این باور است که مفاهیم انتزاعی و غیرملموس فیزیک جدید را هنگامی می‌توان به طور شایسته‌ای به دانش‌آموزان آموزش داد که سه شرط زیر در نظر گرفته شوند [۴]:

طراحی مناسب و بهینه موضوع‌های آموزشی شامل آزمایش‌ها و تجسم‌ها؛

ایجاد انگیزه‌ی یادگیری در دانش‌آموز؛

تناسب میزان دشواری مواد درسی.

این پژوهش قصد دارد تا در یک اقدام شبه‌تجربی، تسهیل یادگیری مفاهیم انتزاعی فیزیک نوین با استفاده از زمینه‌های کاربردی لیزر در صنعت و مهندسی پزشکی را مورد بررسی قرار دهد.

۲
پیشینه‌ی تحقیق پژوهش

الف. درک دانش‌آموزان و دانشجویان از پدیده‌ی پرتوزایی

برخی از مطالعات در اروپا نشان می‌دهد که دانش‌آموزان راهنمایی و دبیرستان، شناخت کمی از ویژگی‌های پرتوزایی[۱] و تابش دارند. ایکلهوف[۲] و میلر[۳] (۱۹۸۸) بعد از انجام مصاحبه‌های هدایت‌شده و برگزاری آزمون‌های تشخیصی، به این نتیجه رسیدند که تعداد زیادی از دانش‌آموزان در شناخت تابش و پرتوزایی مشکل دارند [۱۱]. بر پایه‌ی یافته‌های این پژوهش، دانش‌آموزان استدلال می‌کنند که «تابش از اجسام به علت تأثیر اجسام مجاور رخ می‌دهد و سبب می‌شود آن‌ها پرتوزا شوند». هم‌چنین میلر (۱۹۹۴) با آزمون‌های تشخیصی نشان داد که دانش‌آموزان دبیرستان مشکلاتی در تشخیص تابش و پرتوزایی دارند [۱۱]. در ایالات متحده نیز پراتر[۴] و هارینگتون[۵] تحقیقات مشابهی بر روی دانشجویان فیزیک سطح مقدماتی در زمینه‌ی تابش و پرتوزایی انجام دادند و به نتایج مشابهی دست یافتند.

مطالعات انجام گرفته بیشتر بر دانشجویان دانشگاه تمرکز دارند و بررسی یادگیری مفاهیم انتزاعی فیزیک در بین دانش‌آموزان دبیرستان کمتر مورد توجه قرار گرفته است. پراتر و هارینگتون از پرسش‌ها و آزمون‌های تشخیصی متعددی در زمینه‌ی حالت‌های مختلف مواد تابان، استفاده کردند. بیشتر دانشجویان شرکت‌کننده اظهار می‌داشتند که مواد تابان هر دو ویژگی تابش و پرتوزایی را با هم دارند. برخی از این دانشجویان توضیح دادند که تابش یونده همان خواص مواد پرتوزا را دارد. این موضوع بسیار قابل توجه است که دانشجویان دانشگاه به‌رغم گذراندن کلاس‌های مختلف درخصوص پرتوزایی و فیزیک پایه، دیدگاه‌های خود را تغییر نداده‌اند [۱۲].

اوبرشت[۶] و توریک[۷] در پژوهشی نتایج مشابهی را به‌دست آوردند. آن‌ها از پرسش‌های آزاد و تکالیف طبقه‌بندی‌شده در هدایت مصاحبه‌های دانشجویان استفاده نموده و نشان دادند که به نظر دانشجویان، هیچ ماده‌ای پرتوزا نیست، مگر آن‌که قبلاً در معرض پرتوزایی قرار گیرد. هم‌چنین دانشجویان معتقدند که ماشینی وجود دارد که مواد را پرتوزا می‌کند. آن‌ها بر این باورند که قبل از ساخت چنین ماشینی، چیزی پرتوزا نبوده است [۱۳]. هم‌چنین پراتر در پژوهش مشابهی، با تعدادی از دانشجویان سطح مقدماتی فیزیک مصاحبه کرد. هدف این پژوهش، بررسی نظر دانشجویان درباره‌ی نقش اتم‌ها در پرتوزایی بود. در این مطالعه او به این نتیجه رسید که دانشجویان به ناپدید شدن اتم‌های پرتوزا هنگام تابش اعتقاد دارند. با مشاهده دست‌نوشته‌ها و تجزیه و تحلیل نظرات دانشجویان، او نشان داد، ۵۹٪ دانشجویان بر این باورند که جرم یا حجم جسم پرتوزا در هر نیمه عمر نصف می‌شود. هم‌چنین مشخص شد که به اعتقاد بیشتر دانشجویان (۵۳٪) پدیده‌ی پرتوزایی با مدل الکترونی لایه ظرفیت ارتباط دارد [۱۴].

این پژوهش قصد دارد تا به بررسی یادگیری مفاهیم انتزاعی فیزیک نوین با استفاده از کاربردهای لیزر در صنعت و مهندسی پزشکی بپردازد

ب. درک دانش‌آموزان و دانشجویان از مدل موجی نور و اثر فوتوالکتریک

به‌رغم این‌که اثر فوتوالکتریک به علت دلایل تاریخی و کاربردی آن، یکی از پدیده‌های مهم فیزیک است، مطالعات اندکی در مورد روش‌های تدریس و یادگیری آن انجام گرفته است. برخی از مطالعات درک دانش‌آموز از ایده‌هایی مانند مدل فوتونی نور را گزارش کرده‌اند [۱۵]. بر پایه‌ی یافته‌های پژوهشی ، مشخص شده است که تعداد زیادی از دانشجویان که اپتیک موجی را مطالعه کرده‌اند، شناخت درستی از مدل موجی نور ندارند و هم‌چنین برای تشخیص شرایطی که باید مدل موجی نور به‌کار برده شود، مشکلاتی دارند. این موضوع سبب شد تا پژوهشگران برای تسهیل درک اثر فوتوالکتریک، به‌جای استفاده از مدل موجی نور، از مدل فوتونی و شبیه‌سازهای رایانه‌ای

استفاده نمایند [۱۷].

مطالعات مشابهی برای بررسی میزان درک دانش‌آموزان از اثر فوتوالکتریک انجام گرفته است. برخی از این مطالعات نشان داد که به هنگام استفاده از مدل فوتونی، دانش‌آموزان به این نتیجه رسیده بودند که هر نقطه روی موج، یک ذره است. دانش‌آموزان معتقد بودند، هنگامی که نور از شکاف عبور می‌کند، برخی قسمت‌های نور قطع می‌شوند و تنها اجزای داخلی که برایشان مانع ایجاد نمی‌شود، می‌توانند از شکاف عبور کنند. همچنین دانش‌آموزان فکر می‌کردند که ذره یا فوتون دارای حرکت سینوسی است [۱۶-۱۷].

پژوهش‌های دیگری نیز برای بررسی مشکلات یادگیری دانش‌آموزان پیش‌دانشگاهی در درک پدیده‌های کوانتومی و اثر فوتوالکتریک انجام گرفته است [۱۸]. یافته‌های این پژوهش‌ها علاوه بر تایید مشکلات یادگیری دانش‌آموزان در درک مفهومی اثر فوتوالکتریک، مشخص کرد که ریشه‌ی اصلی مشکلات در فهم اثر فوتو الکتریک، اطلاعات نادرست دانش‌آموزان از مدل فوتونی نور است. جونس (۱۹۹۱) ریشه اصلی مشکلات دانش‌آموزان در درک مفهوم فوتون را به دوره‌ی فیزیک مقدماتی مربوط دانست. پژوهش دیگری نشان داد که دانش‌آموزان فکر می‌کنند فوتون ذره‌ای کروی‌شکل و کوچک است. بنابراین همواره سعی می‌کردند فوتون را به‌صورت ذره‌ای کلاسیک شرح دهند. پژوهشگران سفارش کردند که برای کاهش کج‌فهمی دانش‌آموزان در بحث اثر فوتوالکتریک، بهتر است که در تدوین محتوای آموزشی، به جای واژه‌ی فوتون، از واژه‌ی کوانتوم برای بیان ویژگی نور استفاده نمایند [۱۹].

پ- تدریس دوره‌ی فیزیک پزشکی

در چند سال اخیر، حجم پژوهش‌های انجام گرفته در زمینه‌ی تدریس دوره‌ی فیزیک با زمینه‌های کاربردی پزشکی روبه افزایش است [۲۰]. یکی از اهداف چنین دوره‌هایی تشویق دانش‌آموزان به یادگیری فیزیک با هدف افزایش آگاهی آن‌ها از کاربرد فیزیک در زمینه‌های مختلف علوم پزشکی است. هدف دیگر کمک به آن‌ها در یادگیری برخی از جنبه‌های کاربردی علوم پزشکی در فیزیک است، به‌طوری که بتوانند این ایده‌ها را در یادگیری و شغل آینده‌شان به‌کار ببرند. برخی دوره‌های مقدماتی چنان طراحی می‌شوند که کاربرد آموخته‌های فیزیک در شغل‌های مختلف را نشان دهند. این بررسی در یک زمینه‌ی مهم خارج از فیزیک صورت گرفته، که می‌تواند دلیل اساسی بررسی جنبه‌های گوناگون، شامل فناوری‌های حوزه‌ی مهندسی پزشکی و فیزیک جدید باشد. بررسی‌های صورت گرفته نشان داد که در زمینه‌ی تدریس و گسترش دوره‌های درسی برای فیزیک نوین تحقیقات زیادی گزارش نشده است.

یکی از پژوهش‌های شاخص در این زمینه توسط زولمن[۱۲] (۲۰۰۴)، انجام گرفته است که به تدریس زمینه ـ محور یک دوره آموزش فیزیک برای دانشجویان پیراپزشکی مربوط است. در این دوره‌های آموزشی ، وی بر کاربرد فیزیک در روش‌ها ی تشخیص پزشکی تأکید کرد. دوره بر موضوع‌های مختلفی هم‌چون پرتو x، تشخیص بیماری با پرتو، تشخیص بیماری توسط تابش پوزیترون و تصویربرداری با تشدید مغناطیسی[۱۳] متمرکز بود. در این دوره زمینه‌هایی از موضوع‌های گوناگون فیزیک با استفاده از فعالیت‌های دست‌ورزی و تجسم مفاهیم انتزاعی معرفی شد. این تلاش نه‌تنها به دانشجویان در یادگیری محتوای فیزیک مربوطه کمک کرد، بلکه آن‌ها مشتاق استفاده از آموخته‌ها در حوزه‌ی علوم پزشکی شدند [۲۱].

در چند سال اخیر دوره‌های آموزشی متعددی برای افزایش آگاهی از کاربرد مفاهیم فیزیک در فعالیت‌های روزمره و زندگی جدید شهری با زمینه‌های مهندسی و علوم پزشکی انجام گرفته است [۲۲و ۲۳]. دوره‌های آموزشی ذکر شده علاوه بر دانشجویان پزشکی و پیراپزشکی (جهت آشنایی با کاربردهای فیزیک در حوزه‌های مختلف علوم پزشکی) برای دانشجویان فیزیک مقدماتی و با هدف درک مفهومی کاربرد محور آموخته‌ها در حوزه‌های مختلف علوم پزشکی و نیز زندگی روزانه تعریف شده اند [۲۴].

۳
بیان مسئله و ضرورت پژوهش

با عنایت به مبانی نظری و پیشینه‌ی پژوهش، بررسی‌ها نشان داده است که آموزش فیزیک نوین در دبیرستان دشواری‌هایی دارد. این شاخه از فیزیک در بالاترین سطح دوره‌های آموزش رسمی یعنی دوره‌ی پیش‌دانشگاهی ارائه می‌شود، اما به نظر می‌رسد موفقیت در تدریس آن به عنوان یک چالش مورد توجه قرار گرفته است. دبیران این چالش را به محدودیت معلومات ریاضی و فیزیک دانش‌آموزان نسبت می‌دهند. به هر حال بحث در مورد

ایـن موضوع‌های فیزیکـی ایجاب می‌کند که تا از عوامل مداخله‌گر برای افزایش درک دانش‌آموزان از فیزیک نوین و انگیزش آنان با تاکید بر برنامه کاربردی/عملی استفاده گردد [۳].

چند سـالی اسـت که آموزش اثربخش مفاهیم فیزیک نوین به‌ویژه فیزیک کوانتومی در دوره‌های دبیرستان و پیش‌دانشـگاهی، و استفاده از انواع ابزارهای حوزه‌ی فناوری اطلاعات و ارتباطات و شیوه‌های مختلف طراحی و تولید واحـد یادگیری مورد علاقه مربیـان و محققان فیزیک قرار گرفته است. نتایج مطالعات نشان می‌دهد که به جای تمرکز بر ریاضیات پیچیده، اسـتفاده از آزمایش‌هـای سـاده و تجسم‌های ذهنی می‌تواند در فراگیری مکانیک کوانتومی مؤثرتر باشد [۵].

ارائـه‌ی مفاهیـم فیزیک نوین با جزئیـات خیلی زیاد و یا سـطح خیلی بالا که نیازمند سـطح توانایی شـناختی بالایی است، تاثیر منفی در یادگیری دارد. بنابراین مواد درسی باید متناسب با سطح شناختی دانش‌آموزان تعیین شـوند. این امر نیازمند تعیین موضوع‌های پایه و سطح بحث مناسب است. هم‌چنین فعالیت‌های مناسب آموزشـی باید با همـکاری نزدیک بین معلمان و محققـان برنامه‌ریزی و به مورد اجرا درآیند [۶]. اسـتفاده از برنامه‌ی درسی زمینه‌ـ محور، ذکر کاربردهای عینی مفاهیم آموخته شده در صنعـت و زندگی و تجربه مکرر موقعیت‌ها و رویدادهایی که مثال‌های عینی از کاربرد مفهوم مورد نظر ارائه می‌دهنـد، یکی گزینه‌هـای انتخابی مهم به منظور تسهیل یادگیری مفاهیم انتزاعی است [۷].

از طرف دیگر یکی از کاربردهای طرح زمینه‌هـای کاربـردی علوم و فناوری به عنوان پیش‌سـازمان‌دهنده است. پیش‌سازمان‌دهنده‌ها مجموعه‌ی پیچیده‌ای از مفاهیم هستند که پیش از تدریس به دانش‌آموزان ارائه می‌شوند. هدف از این کار فراهم کردن ساختاری شناختی است که آموخته‌های جدید به آن می‌پیوندند و زیر گروه آن می‌شوند. کار دیگـر پیش‌سـازمان‌دهنده‌ها افزایـش یـادآوری (جلوگیـری از عدم تفکیک‌پذیری) اسـت. پس در دو صورت به پیش‌سـازمان‌دهنده‌ها نیـاز اسـت. نخسـت، هنگامی که دانش‌آموزان بخواهند مفاهیم جدیدی را یـاد بگیرنـد، و دوم، هنگامی که اطلاعات مربوطه از قبل وجود دارند، ولی دانش‌آمـوزان نمی‌توانند ارتباط بین آن و مفاهیم جدید را تشـخیص دهند [۷].

یادگیـری مفاهیم جدید علمی هنگامی رخ می‌دهد که یادگیرندگان بتوانند به شکل معینی، معنی مفهوم و یـا دانش جدیـد را در چارچوب داوری خود پیدا کنند [۸]. خلق معانی هنگامی ممکن اسـت که یادگیرنده بتوانـد اطلاعات جدیـد را با محیط مجاور خـود هماهنگ کند، بنابراین یـک یادگیرنـده در جسـت‌وجوی روابطی است که نوعی احساس مفید واقع‌شـدن را ایجاد کند. پژوهش‌ها نشـان می‌دهنـد کـه بیشـتر مردم به‌واسطه‌ی آزمایش‌های غیر رسمی وابسته به قرائن که در محیط زندگی انجام می‌دهند، بهتر یاد می‌گیرند [۹]. بنابرایـن در یک نتیجه‌گیری منطقی می‌تـوان گفـت، خلـق حوزه‌های یادگیری که مورد علاقه قرار گرفته‌اند و یا با آن‌ها ارتباط برقرار شده است، می‌تواند به عنوان یک محرک نیرومند در یادگیـری ایده‌های نو کمک کند [۱۰].

بـا عنایت بـه مبانی نظـری و پیشـینه‌ی تحقیق، این پژوهش قصد دارد تا اثربخشـی کاربـرد زمینه‌های علمی‌ـ صنعتی حوزه‌ی علوم پزشکی را در فرایند یاددهی‌ـ یادگیری مفاهیم انتزاعی فیزیک نوین مورد بررسی قرار دهد.

این پژوهش دو فرضیه به شـرح زیر دارد:

فرضیه‌ی ۱: بین پیش‌دانسته‌های دانش‌آمـوزان گروه‌هـای آزمایش و کنترل در زمینه مفاهیم فیزیک نوین تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.

فرضیه‌ی ۲: در پیشرفت تحصیلی دانش‌آمـوزان گروه‌هـای آزمایش و کنترل در مفاهیم فیزیک نوین (لیزر) تفاوت معنی‌داری دیده نمی‌شود.

نتایج نشان می‌دهند که بین پیش‌دانسته‌های دانش‌آموزان گروه‌های آزمایش و کنترل در زمینه مفاهیم فیزیک نوین تفاوت معنی‌داری وجود ندارد

۴
چارچوب نظری پژوهش

چارچوب این تحقیق با نظریه‌ی یادگیری ساخت‌گرایی[۱۴] سازگار است. منظور از ساخت‌گرایی این است که یادگیرنده فعالانه می‌آموزد و نه با انتقال بی‌اراده توسط معلم. طبق این نظریه، دانش‌آمـوزان یادگیری را براسـاس تعامل و تأمل در تجربه‌های شخصی بنا می‌کننـد و معنی جهان را در میان آن ساختار می‌سازند. بنابراین یادگیری مجموعه‌ای از مفاهیم نوین است که براساس سـاختارهای ذهنی گذشته کسـب می‌شـود. یادگیری به عنوان منظری از دورنمای سـاخت‌گرایی، مراحل ساده‌ای از سازگاری مدل‌های شـخصی فرد از ایده‌های خودش و در تطبیق با تجربه‌های نوین اسـت. خلق دانش نوین بـا آزمایش ایده‌ها و تجربه‌های گذشـته به هنگام قرار گرفتـن در موقعیت‌های نوین ایجاد می‌شـود. کلید سازوکار فرایندسازی

دانش، غـرق شـدن در اطلاعات و سپس ساختن است [۲۵].

اساس مبانی نظری این پژوهش، بهره‌گیری از نظریه‌ی سـاخت‌گرایی برای یادگیری است. در این پژوهش رسیدن دانش‌آموزان به یک استدلال و یا جواب ویژه خودساخته، مهم‌تر از یافتن یک راه‌حل درست است [۲۶].

این پژوهش قصد دارد تا به بررسی یادگیری مفاهیم انتزاعی فیزیک نوین با استفاده از کاربردهای لیزر در صنعت و مهندسی پزشکی بپردازد

۴-۱ روش‌شناسی پژوهش

ایـن پژوهـش قصـد دارد تا به بررسـی یادگیری مفاهیـم انتزاعی فیزیک نوین با استفاده از کاربردهای لیزر در صنعت و مهندسـی پزشکی بپـردازد. بنابرایـن روش پژوهش از نوع شبه‌تجربی اسـت [۲۷]. جامعه آماری پژوهـش را دانش‌آموزان پایه پیش‌دانشـگاهی نواحـی دوگانه‌ی آموزش و پرورش شهرری در استان تهران تشـکیل می‌دهنـد. تعداد کل آزمودنی‌ها ۸۵ دانش‌آموز است که از دو ناحیه شهرری به‌صورت تصادفی انتخاب گردیدند.

جهـت تأمین روایـی محتوایی آزمون، یک مجموعه ۳۰ پرسشی به کارشناسـان و دبیران متخصص ارائه و پـس از داوری آنان یک آزمون ۲۶ پرسشی انتخاب شـد. برای محاسبه پایایی آزمون، ۲۹ نفر از دانش‌آموزان پیش‌دانشگاهی که جدا از نمونه‌های آزمایش و کنترل بودند به‌طور آزمایشی به پرسـش‌های آزمون پاسخ دادند و ضرایب دشواری وتفکیک پرسش‌ها مشـخص شـد. پایایی کل آزمون با اسـتفاده از ضرایب kr-20 و rpbi و دلتای فرگوسن محاسبه شد. نمره‌های آزمون ثبـت و مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. نتیجه این شد که ۶ پرسش پایایی لازم را نداشتند و از فهرست پرسش‌ها کنار گذاشته شدند. آزمون استاندارد نهایی یک آزمون ۲۰ پرسشی شد.

برای تعیین پایایی آزمون از سـه ضریب مختلف اسـتفاده شـد. این ضریب‌هـا کمک می‌کنند تـا اعتبار درونـی آزمون سـنجیده شـود. این ضریب‌ها عبارتند از:

ضریب rpbi

ضریب kr-20

ضریب دلتای فرگوسن

ضریب اول تنها مربوط به تحلیل تک‌تک پرسش‌ها و ضریب‌های دوم و سـوم مربوط به پایایی کل آزمون هسـتند. نتایج به‌دسـت آمده برای ضریب‌های پایایی پرسش‌های آزمون در جدول(۱) آمده است. نتایج نشان می‌دهند که آزمون از پایایی مناسب و استانداردی برخوردار است.

۴-۲ شیوه اجرای تحقیق

در میـان کلاس‌هـای موجـود، ۴ کلاس کـه دارای جمعیت متنوع بودنـد، برای نمونه انتخاب شـدند. از این میان ۲ نمونـه ۳۱ نفری و ۲۲ نفری به‌عنوان گروه سنتی (کنترل) و ۲ نمونه‌ی ۲۰ نفری و ۲۲ نفری به‌عنوان گروه آزمایش انتخاب شـدند. برای نمونه‌گیـری از روش چهار گروهی «سالمون» [۲۸] استفاده شد. در ادامه هر کدام از نمونه‌ها معرفی می‌شوند.

نمونه‌ی یک (گروه آزمایش اول): این نمونه شامل ۲۲ نفر از دانش‌آموزان دوره‌ی پیش‌دانشـگاهی اسـت و اعضای آن روش تدریس آزمایشـی را تجربه خواهند کرد. شیوه‌ی تدریس براساس کاربردهای صنعتی وپزشکی در مبحث فیزیک نوین (لیزر) بر روی آن‌ها اجرا خواهد شد. این نمونه هم پیش‌آزمون و هم پس‌آزمون را تجربه می‌کنند.

نمونه‌ی دوم (گروه آزمایش دوم): این نمونه شامل ۲۰ نفر از دانش‌آموزان دوره‌ی پیش‌دانشـگاهی اسـت و اعضای آن روش تدریس آزمایشی را تجربه خواهند کرد. شیوه‌ی تدریس براساس کاربردهای صنعتی وپزشکی در مبحث فیزیک نوین (لیزر) بر روی آن‌هـا اجرا خواهد شـد. اعضای این نمونه که همتای نمونه اول است، تنها پس آزمون را تجربه خواهد کرد.

نمونه‌ی سوم (گروه کنترل اول): این نمونه شامل ۲۲ نفر از دانش‌آموزان دوره‌ی پیش‌دانشگاهی است و اعضای آن روش تدریـس سـنتی را بـرای آموزش مفاهیـم فیزیک نوین (لیزر) تجربه خواهند کرد. منظور از شیوه‌ی سـنتی تدریـس، همـان روش‌های متـداول تدریس از قبیل سـخنرانی است. این نمونه هم پیش‌آزمون و هم پس‌آزمون را تجربه می‌کند.

نمونـه‌ی چهارم (گـروه کنترل دوم): ایـن نمونـه شـامل ۳۱ نفر از دانش‌آموزان دوره‌ی پیش‌دانشگاهی اسـت و اعضـای آن روش تدریس سنتی را برای آموزش مفاهیم فیزیک نوین (لیـزر) تجربه خواهنـد کرد.

جدول ۱: نتایج به‌دست آمده برای ضرایب پایایی آزمون‌ها

ضرایب پایایی	میانگین مقادیر به‌دست آمده	مقدار استاندارد
ضریب rpbi	۰/۶۱	بزرگ‌تر از ۰/۲
ضریب kr-20	۰/۹۴	بزرگ‌تر از ۰/۷
ضریب دلتای فرگوسن	۰/۹۳	بزرگ‌تر از ۰/۹

اعضای این نمونه که همتای نمونه‌ی سوم است، تنها پس آزمون را تجربه خواهد کرد.

لازم به توضیح است که هدف از انتخاب نمونه‌های دوم و چهارم، تعدیل اثر پیش آزمون در نمونه‌های اول و سوم است.

۴-۳ نحوه‌ی اجرا برای گروه‌های آزمایش

در این روش بیشتر از نمایش فیلم‌هایی که کاربردهای لیزر را در صنعت و پزشکی نشان می‌داد، استفاده شد. کاربردهایی مانند برش فلزات، جوشکاری فلزت، انهدام موشک و یا حتی گلوله‌ی توپ شلیک شده و عمل‌های جراحی مختلف مانند اصلاح دید چشم و یا ترمیم پوست که تمامی با استفاده از لیزر صورت می‌گرفت. هم‌چنین کاربردهایی که استفاده هم زمان دو یا چند بخش از فیزیک نوین، مانند طرز کار برخی دزدگیرها و هشداردهنده‌های آتش‌سوزی که در فناوری ساخت آن‌ها هم لیزر هم اثرفوتوالکتریک دخیل بودند. نمایش اثر یانگ با استفاده از لیزر با رنگ‌های متنوع و بسامدهای مختلف که برخی از کاربردها ویژگی‌های نور لیزر را به‌خوبی نشان می‌دادند. هم‌چنین از برخی نرم افزارهای آموزشی که چگونگی ایجاد نور لیزر را نشان می‌داد نیز استفاده شد. در حین تدریس به این روش پرسش‌های جالب و گوناگونی برای دانش‌آموزان پیش می‌آمد که با نمایش فیلم و یا نرم‌افزار به آن‌ها پاسخ داده می‌شد.

۴-۴ شیوه‌ی تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای تحلیل اطلاعات از شاخص‌های آمار توصیفی (میانگین و انحراف معیار) و از شاخص‌های آمار استنباطی برای تائید یا رد فرضیه‌ها (آزمون‌های همبستگی و هم‌چنین آزمون t) استفاده شد.

۵
نتایج و یافته‌های پژوهش

پس از اجرای پژوهش و با توجه به داده‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون، نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌های به‌دست‌آمده در دو بخش توصیفی و استنباطی انجام و در زیر ارائه می‌گردد.

جدول شماره‌ی (۲) میانگین نمره‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون را نشان می‌دهد. با توجه به این جدول، متوسط نمره‌های پیش آزمون یادگیری برای نمونه آزمایشی اول ۷/۹۱ بود که با پیشرفت ۸/۱۸ واحدی به عدد ۱۶/۰۹ در پس آزمون رسید. تفاوت نتایج آزمون‌ها در جدول شماره‌ی (۶) آمده است. هم‌چنین با توجه به این جدول، نمرات کمینه و بیشینه در پیش آزمون به ترتیب ۳ و ۱۴ بود که این مقادیر در پس‌آزمون به ۱۱ و ۱۹ ارتقا یافتند. مطابق با جدول (۸) آزمون t مستقل برای نمونه‌های اول و

جدول ۲ : شاخص‌های مرکزی و پراکندگی برای نتایج آزمون‌های نمونه اول و دوم

نمونه‌ها	شاخص آماری / آزمون‌ها	تعداد	میانگین	میانه	نما	انحراف استاندارد	واریانس	کمینه	بیشینه
نمونه ی‌اول	پیش‌آزمون	۲۲	۷/۹۱	۷/۰۰	۷	۲/۸۶۰	۸/۱۸۲	۳	۱۴
	پس آزمون	۲۲	۱۶/۰۹	۱۶/۵۰	۱۷	۱/۸۴۹	۳/۴۲۰	۱۱	۱۹
نمونه ی‌دوم	پیش‌آزمون	–	–	–	–	–	–	–	–
	پس آزمون	۲۰	۱۵/۴۰	۱۵/۲۵	۱۵	۱/۳۱۴	۱/۷۲۶	۱۳	۱۸

جدول ۳: شاخص‌های مرکزی و پراکندگی برای نتایج آزمون‌های نمونه سوم و چهارم

نمونه‌ها	شاخص آماری / آزمون‌ها	تعداد	میانگین	میانه	نما	انحراف استاندارد	واریانس	کمینه	بیشینه
نمونه ی‌سوم	پیش‌آزمون	۲۲	۶/۰۵	۵/۵۰	۳	۳/۴۸۴	۱۲/۱۴۱	۱	۱۴
	پس‌آزمون	۲۲	۷/۲۳	۶/۷۵	۶	۲/۸۴۴	۸/۰۸۹	۲	۱۵
نمونه ی‌چهارم	پیش‌آزمون	–	–	–	–	–	–	–	–
	پس‌آزمون	۳۱	۸/۵۵	۸/۳۸	۷	۳/۲۹۵	۱۰/۸۵۶	۲	۱۴

دوم تفاوت میانگین محسوسی را نشان نداد. این تفاوت با سطح معناداری ۱۷ درصـدی برابر با ۰/۶۹ بود که با توجه به این‌کـه نمونـه اول، پیش‌آزمون را تجربه کرده بود، مقدار قابل قبولی است. بنابراین تفاوت معناداری بین میانگین‌های پس‌آزمون در دو نمونه اول و دوم وجود نداشت و این دو نمونه همتا بودند.

با توجه به جدول شـماره‌ی (۳) میانگین نمره‌های پیش‌آزمون یادگیری برای نمونه‌ی سوم (نمونه‌ی سنتی اول) ۶/۰۵ بود که با پیشرفت ۱/۱۸ واحدی به عـدد ۷/۲۳ در پس‌آزمون رسـیده است. تفاوت نتایج آزمون‌ها در جدول شماره (۶) آمده است. نمره‌های کمینه و بیشینه در پیش‌آزمون به ترتیب ۱ و ۱۴ بود که این مقادیر در پس‌آزمون به ۲ و ۱۵ ارتقا یافتند. مطابق بـا جدول (۹)، آزمون t برای نمونه‌های سوم و چهارم تفاوت میانگین محسوسی را نشان نداد. این تفاوت با سطح معناداری ۱۳ درصد برابر بـا ۱/۳۲ بود که با توجه به این‌که این نمونه پیش‌آزمون را تجربه کرده بود، مقدار قابل قبولی است. بنابراین تفاوت معناداری بین میانگین‌های پس‌آزمون در دو نمونه سوم و چهارم وجود نداشت و این دو نمونه همتا هستند.

در ادامه به نتایج فرض‌آزمایی اشاره می‌گردد:

فرضیه‌ی ۱: بین پیش‌دانسـته‌های دانش‌آموزان گروه‌های آزمایش و کنترل در زمینـه مفاهیم فیزیک نوین تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.

بـرای آزمون این فرض از آزمون t استفاده شد. با توجه به داده‌های جدول (۵) مشاهده می‌گردد که مقدار t به‌دست آمده ۱/۹۳۹ و سطح معناداری آن ۰/۰۵۹ است. معنای آن این است که فرضیه اول تأئید بین پیش‌دانسته‌های دانش‌آموزان گروه‌های آزمایش و کنترل در زمینه‌ی مفاهیم فیزیک نوین تفاوت معنی‌داری وجود ندارد و همگن هستند.

فرضیه‌ی ۲: در پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان گروه‌های آزمایش و کنترل در مفاهیم فیزیک نوین (لیزر) تفاوت

جدول ۴ : شاخص‌های مرکزی و پراکندگی برای نتایج آزمون‌های نمونه اول و سوم

شاخص آماری / آزمون‌ها	نمونه	تعداد	میانگین	انحراف استاندارد	واریانس	خطای میانگین	اختلاف نمره‌ی آزمون‌ها
پیش‌آزمون	اول	۲۲	۷/۹۱	۲/۸۶۰	۸/۱۸۲	۰/۶۱۰	۸/۱۸
پس‌آزمون	اول	۲۲	۱۶/۰۹	۱/۸۴۹	۳/۴۲۰	۰/۳۹۴	
پیش‌آزمون	سوم	۲۲	۶/۰۵	۳/۴۸۴	۱۲/۱۴۱	۰/۷۴۳	۱/۱۸
پس آزمون	سوم	۲۲	۷/۲۳	۲/۸۴۴	۸/۰۸۹	۰/۶۰۶	

جدول ۵: نتایج حاصل از آزمون t مستقل برای مقایسه‌ی پس‌آزمون‌ها

تفاوت میانگین	تفاوت خطای معیار	سطح معناداری	درجه‌ی آزادی	t *		
۰/۶۹۱	۰/۵۰۰	۰/۱۷۴	۴۰	۱/۳۸۳	واریانس‌ها برابر فرض شده	پس‌آزمون نمونه‌ی اول و دوم
۰/۶۹۱	۰/۴۹۲	۰/۱۶۸	۳۷/۸۸۵	۱/۴۰۵	واریانس‌ها برابر فرض نشده	
۱/۳۲۱	۰/۸۶۹	۰/۱۳۵	۵۱	۱/۵۲۰	واریانس‌ها برابر فرض شده	پس‌آزمون نمونه‌ی سوم و چهارم
۰/۳۲۱	۰/۸۴۷	۰/۱۲۵	۴۸/۹۶۲	۱/۵۵۹	واریانس‌ها برابر فرض نشده	

جدول ۶: نتایج حاصل از آزمون t مستقل

		t*	درجه‌ی آزادی	سطح معناداری	خطای استاندارد تفاوت بین دو میانگین	میانگین تفاوت
پیش آزمون گروه‌های اول و سوم	واریانس‌ها برابر فرض شده	۱/۹۳۹	۴۲	۰/۰۵۹	۰/۹۶۱	۱/۸۶۴
	واریانس‌ها برابر فرض نشده	۱/۹۳۹	۴۰/۴۶۴			۱/۸۶۴
پس آزمون گروه‌های اول و سوم	واریانس‌ها برابر فرض شده	۱۲/۲۲۵	۴۲	۰/۰۰۰	۰/۷۲۳	۸/۸۶۴
	واریانس‌ها برابر فرض نشده	۱۲/۲۲۵	۳۶/۰۶۵			۸/۸۶۴
تفاضل پیش آزمون و پس آزمون گروه‌های اول و سوم	واریانس‌ها برابر فرض شده	۸/۱۵۱	۴۲	۰/۰۰۰	۰/۸۷۰	۷/۰۹۱
	واریانس‌ها برابر فرض نشده	۸/۱۵۱	۴۱/۵۳۷			۷/۰۹۱
پس آزمون گروه‌های دوم و چهارم	واریانس‌ها برابر فرض شده	۸/۸۳۲	۴۹	۰/۰۰۰	۰/۷۷۶	۶/۸۵۲
	واریانس‌ها برابر فرض نشده	۱۰/۳۷۰	۴۲/۵۳۲		۰/۶۶۱	۶/۸۵۲

معنی‌داری دیده‌نمی‌شود.

با رجـوع به مقادیر جـدول (۶)، فرضیه‌ی دوم خودبه‌خود مردود است . مقـدار t به‌دسـت آمده برای سـطح معناداری ۰/۰۰۰ مقدار ۱۲/۲۲۵ اسـت که نشـان‌دهنده‌ی تفاوت معنادار بین میانگین‌های پس‌آزمـون هر دو نمونه است. علاوه بر آن t به‌دست آمده برای تفاوت میانگین بین تفاضل پیش‌آزمون و پس‌آزمون هر دو نمونه (پیشـرفت تحصیلی) برای سطح معناداری ۰/۰۰۰ عدد ۸/۱۵۱ اسـت که نشان از تفاوت معنادار در میانگین آن‌هاست و این به این معناست که روش آموزش به‌کار رفته اثربخشی بیشتری نسبت به روش سنتی دارد و فرضیه‌ی دوم رد شده است.

۵-۱ بحث و نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حکایت از برتـری روش آموزش زمینه- محور نسـبت به روش سـنتی برای آموزش و یادگیـری مفاهیم انتزاعی فیزیک نوین دارد. این نتایج نشان می‌دهند که بین پیش‌دانسته‌های دانش‌آمـوزان گروه‌های آزمایـش و کنترل در زمینه مفاهیم فیزیک نوین تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. درحالی‌که مقدار t به‌دست آمده نشان‌دهنده‌ی تفاوت معنادار بین میانگین‌های پس‌آزمون هر دو نمونه است. علاوه بر آن t به‌دست آمده برای تفاوت میانگین بین تفاضل پیش‌آزمون و پس‌آزمون هر دو نمونه (پیشرفت تحصیلی) نشان از وجـود تفاوت معنادار در میانگین آن‌هـا دارد. به این معنا که روش آموزش به‌کار رفته اثربخشی بیشتری نسبت به روش سنتی دارد.

پی‌نوشت

1. Radio active
2. Eijkelhof
3. Miller
4. Prather
5. Harrington
6. Aubrecth
7. Torick
8. Zollman
9. Magnetic Resonance Imaging
10. constructivism

منابع

به دلیل کثرت منابع، از آوردن آن‌ها معذوریم. منابع در دفتر مجله موجود است.

اسفندیارمعتمدی

دکتر ابوالقاسم قلمسیاه

دکتر قلمسیاه در دوم اسفند ۱۲۹۹ شمسی در یک خانواده‌ی متدین یزدی در کرمان زاده شد. پدرش شغل آزاد داشت و مادرش دختر امام جماعت یکی از روستاهای یزد بود. آموزش ابتدایی او در ۵ سالگی در مکتب آغاز شد و در آن‌جا قرآن و گلستان سعدی آموخت. در ۷ سالگی به دبستان رفت. در ۱۳ سالگی تصدیق ششم ابتدایی گرفت و در دوره‌ی اول دبیرستان از دبیران آگاه و کوشا بهره برد. در کلاس سوم دبیرستان بود که شادروان علی‌اصغر حکمت وزیر فرهنگ وقت برای بازدید به کرمان رفت و به همراه مرحوم سید محمد هاشمی که دبیر دبیرستان و صاحب امتیاز روزنامه بیداری کرمان بود. به کلاس آن‌ها وارد شد و از بچه‌ها پرسش‌هایی می‌کرد که ابوالقاسم در پاسخ گفتن پیشقدم بود و مورد توجه قرار گرفت در این هنگام آقای حکمت به مدیر مدرسه توصیه می‌کند که چنین دانش‌آموزانی را تشویق کنید که به دانشسرای مقدماتی بروند. اگر ما معلم خوب داشته باشیم مشکلات دیگر را به کمک آن‌ها حل و فصل خواهیم کرد لازم است بهترین دانش‌آموزان معلم شوند تا سطح علم و فرهنگ کشور بالا رود.

آقای ابوالقاسم قلمسیاه به دانشسرای مقدماتی کرمان رفت. در آن‌جا شاگرد اول شد. در سال ۱۳۱۸ برای ادامه‌ی تحصیل به تهران آمد و پس از گذراندن کلاس مخصوص علمی وارد دانشسرای عالی تهران شد و در آن‌جا شاگرد استادان فرهیخته‌ای چون دکتر محمود حسابی، دکتر کمال جناب، دکتر امانت‌اله روشن، دکتر علی‌اصغر خمسوی، دکتر علی‌اصغر آزاد، دکتر ضیاءالدین اسماعیل‌بیگی و دکتر محمدباقر محمودیان شد.

در آن زمان در دانشسرای عالی دانشجویان در دوره‌ی سه ساله درس‌های فیزیک و شیمی را می‌خواندند و بعد به تدریس هر دو درس می‌پرداختند. استادان شیمی آقایان دکتر شیخ، دکتر پرلین، دکتر توسلی، دکتر رادفر، دکتر تقوی بودند در آن زمان (۲۲-۱۳۱۹) آقای دکتر عیسی صدیق رئیس دانشسرا و دکتر عبدالله شیبانی معاون بودند.

آقای دکتر قلمسیاه در ۱۳۲۲ پس از اخذ مدرک لیسانس به یزد رفت و در دبیرستان ایرانشهر به تدریس پرداخت. در ۱۳۳۵ به تهران منتقل شد و در دبیرستان‌ها مشغول تدریس بود که به دعوت دکتر آزاد به دانشگاه تهران رفت و به فرانسه اعزام شد. در مدت سه سال دوره‌ی دکترای فیزیک را گذراند و در مرکز اتمی فرانسه دعوت به کار شد. او حقوق کافی و امکان پیشرفت علمی را نپذیرفت و چون خود را مدیون مردم و کشورش می‌دانست به ایران بازگشت و همواره افتخار به خدمت در کشور را برای خود حفظ کرد.

دکتر ابوالقاسم قلمسیاه تا سال ۱۳۶۴ استاد فیزیک دانشکده‌ی علوم دانشگاه تهران بود و مدتی نیز مسئولیت دپارتمان فیزیک را برعهده داشت تا آن‌که بازنشسته اما پس از بازنشستگی دوباره در سازمان انرژی اتمی به‌عنوان مشاور آموزشی به‌کار مشغول شد و تا سن ۹۰ سالگی با دقت و نظمی بی‌مانند به کار تألیف ترجمه و ویرایش مشغول بود.

خدمات علمی آقای دکتر قلمسیاه در سه زمینه‌ی آموزش، پژوهش و تهیه و تدوین

دکتر قلمسیاه علاوه بر کارهای پژوهشی دانشگاهی هشت جلد کتاب درسی دبیرستانی تألیف کرده است و تا سن نود سالگی با دقت و نظمی بی‌مانند به ترجمه و ویرایش مشغول بوده است

کتاب‌های فیزیک بوده است. ایشان به معلمی عشق می‌ورزید و نوشته است:

«من از جمله افرادی هستم که ذاتاً به معلمی علاقه دارند. حتی در دوران دانش‌آموزی هم شـاگرد داشـتم. تعدادی از دانش‌آموزان بودند که به آن‌ها درس می‌دادم و کمکشان می‌کردم. حتی پیام من به جوانان این است که موفقیت در سایه‌ی سعی و تلاش و کوشش به دست می‌آید. جوانان ما باید ببینند چرا مردم ژاپن یا آلمان در جهان امروز که متکی به فناوری اسـت، موفق‌اند؟ من خودم در ژاپن بودم. زندگی مردم آن‌جا سراسر تلاش و کوشش است. کارکنان ادارات ژاپن حتی بیش از ساعت‌های موظف خود کار می‌کنند و تقاضای اضافه‌ی دستمزد ندارند آن‌ها تا کارشان تمام نشود به منزل نمی‌روند. جوانان ما باید همواره در راه صحیح منطقی کوشش کنند و هدفشان این باشد که به مردم خدمت کنند و باعث رشـد و ترقی جامعه شوند آن‌ها مطمئن باشند مردم به «افرادی که به آن‌ها خدمت می‌کنند رو می‌آورند و زحمات آن‌ها را ارج می‌نهند».

دکتر قلمسیاه معلمی دلسوز، انسانی وارسته و مردی با اخلاق کامل انسانی است. او دانشـجوی مادام‌العمر اسـت و در جهت یاد دادن مطالب علمی معلمان و دانشجویان را برمی‌انگیزاند. کمتر معلمی به پایه‌ی دلسوزی او دیده‌ام. او می‌خواهد معلمان کشور در حد تجزیه و تحلیل و قضاوت و داوری و توجیه و تفسیر مطالب علمی را فراگیرند و بتوانند مفاهیم را در عمل به کار برند و همواره مغز و دست و زبانشان هماهنگ کار کنند. ایشان همواره دانشجویان را به پژوهش‌های اثربخش تشویق کرده است مثلاً آن‌ها را برانگیخته که میزان مواد پرتوزا در هوا، در آب باران، در مواد غذایی، برگ گیاهان، برگ چای، غلات و آب معدنی را اندازه‌گیری کنند. موضوع رساله‌ی دکترای ایشان که در پاریس مورد توجه قرار گرفت و چاپ شد کروماتوگرانی گازهای موجود در هوا بود.

کار بسـیار مهم دکتر قلمسیاه همکاری با آقای محمدعلی پیغامی (۱۳۰۹-۱۳۸۹) در وزارت آموزش و پرورش، تألیف ۸ جلد کتاب درسی فیزیک بود. این کتاب‌ها به مدتی بیش از ۲۰ سال در دبیرستان‌های کشور تدریس می‌شد و مورد استفاده‌ی دانش‌آموزان و معلمان قرار می‌گرفت. امتیاز این کتاب نسـبت به کتاب‌های قبلی وجود پرسش در متن درس، کارهای پژوهشـی در آخر هر فصل، انواع پرسـش‌ها و مسـائل عملی مربوط به فناوری‌های موجود بود.

نکته‌ی جالب آن است که دکتر قلمسیاه فقط مؤلف کتاب‌های فیزیک نبود. ایشان با همه‌ی وجود در کلاس‌های معلمان فیزیک هم حاضر می‌شد و حتی برای آن‌که معلمان با مفاهیم درس و روش‌های جدید تدریس آشنا شوند به شهرهای دور و نزدیک کشور سفر می‌کرد و در مجلس معلمان حضور می‌یافت.

با نهایت تأسـف و تأثر اسـتاد دکتر ابوالقاسم قلمسیاه روز ۹ آذرماه سال ۸۹ بر اثر بیماری قلبی به درود حیات گفتند.

ضمن عرض تسـلیت به حضور بازماندگان آن مرحوم و جامعه‌ی فیزیک ایران، و درخواست علو درجات برای آن استاد فرهیخته و شریف، امیدواریم خداوند روح پاک استاد بزرگوارمان را با اولیا و دانشمندان محشور گرداند.

لوحی که به مناسبت سالگرد تولد نودسالگی به ایشان تقدیم شد.

جوانان ما باید همواره در راه صحیح و منطقی کوشش کنند و هدفشان این باشد که به مردم خدمت کنند و باعث رشد و ترقی جامعه شوند

نمایش بی

آموزشی

دوزورف[1] و ولینکین[2]
ترجمه:
مرجان روح‌نواز

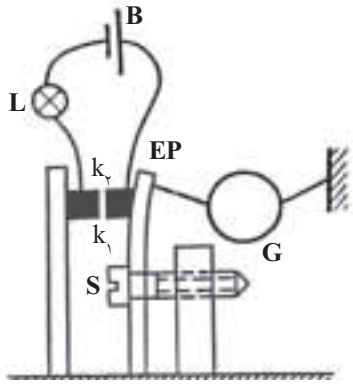
کلیدواژه‌ها:
بی‌وزنی، سقوط آزاد، غواص دکارتی، صفحه‌ی کشسان، شناوری.

مقدمه: حالت بی‌وزنی حالتی است که در سقوط آزاد روی می‌دهد. یک ماهواره در مدار، سنگی در حال سقوط و انسان هنگام پریدن، همه در حالت بی‌وزنی هستند. جسمی که به یک ریسمان آویزان است در حالت سقوط آزاد وزنی ندارد. بنابراین ریسمان را نمی‌کشد ـ نیرویی به آن وارد نمی‌کند ـ شکل ۱ دستگاهی را نشان می‌دهد که براساس مطالب بالا ساخته شده و با آن می‌توان حالت بی‌وزنی را مشاهده کرد.

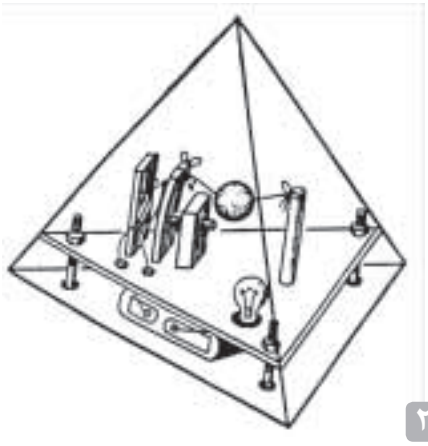
نمایش بی وزنی

در حالت عادی وزنه‌ی G ریسمان را محکم می‌کشد درنتیجه صفحه‌ی کشسان EP خم می‌شود و اتصال بین پایانه‌های k_1 و k_2 مدار را قطع می‌کند. طبیعتاً در این حالت لامپ L متصل به مدار خاموش است. حال اگر دستگاه به طرف بالا پرتاب شود وزنه‌ی G در حالت بی‌وزنی قرار خواهد گرفت و دیگر ریسمان را نمی‌کشد بنابراین صفحه‌ی کشسان صاف و پایانه‌ها به یکدیگر متصل می‌شوند و لامپ روشن می‌شود. توجه کنید که لامپ تنها هنگامی روشن می‌شود که دستگاه در حالت بی‌وزنی باشد یعنی هنگامی که دستگاه به طرف بالا پرتاب شود و هنگامی که به زمین برمی‌گردد.

پنج تنظیم S سبب می‌شود تا هنگامی که دستگاه ساکن است پایانه‌ها به نحوی قرار گیرند که فاصله‌ی کمی بین آن‌ها وجود داشته باشد. دستگاه مطابق شکل ۲ درون یک جعبه‌ی شفاف، محکم پیچ شده است.



شکل ۱



شکل۲

توصیه‌های عملی زیر برای ساخت دستگاه مفید است:

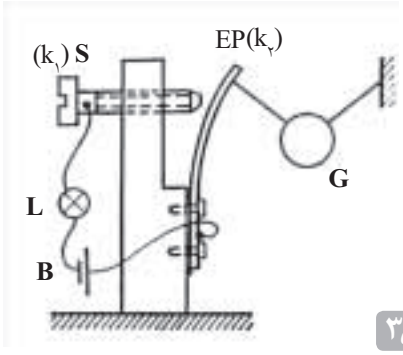
۱. دسترسی به محفظه‌ی باتری باید راحت باشد زیرا باتری دستگاه باید گاهی عوض شود. باتری را می‌توان در سطح بیرونی دستگاه تعبیه کرد و دو سوراخ برای سیم‌های رابط در جعبه ایجاد کرد.

۲. هر نوار فلزی کشسانی می‌توان به‌عنوان صفحه‌ی کشسان استفاده کرد حتی یک نیمه‌ی تیغ ریش‌تراش (بعد از نصب کردن تیغه به صفحه‌ی مدار می‌توانید محل اتصال ریسمان وزنه را معین کنید.)

طراحی دستگاه می‌تواند ساده‌تر هم شود: به این صورت که پیچ تنظیم و پایانه‌ی k_1 یکی شوند و صفحه‌ی

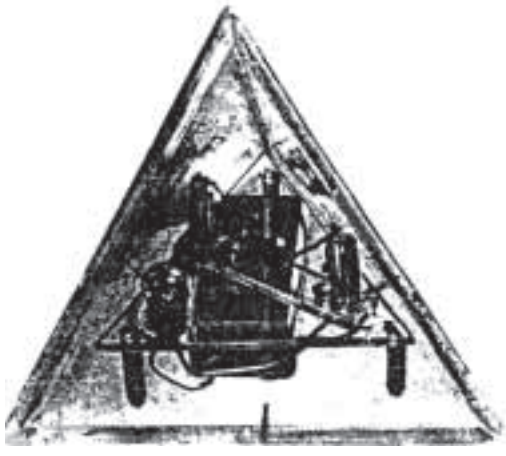
وزنی و غواص دکارتی

کشسان مانند پایانه‌ی k_2 عمل کند. (شکل ۳)



شکل۳

شـــکل ۴. طرحی را نشان می‌دهد که اصلاً پیچ تنظیم نـــدارد و اگر کمی فکر کنید احتمالاً طرح ســـاده‌تری پیدا خواهید کرد.



شکل۴

غواص دکارتی

یک کشتی کاغذی به آسانی روی آب شناور می‌ماند زیرا هنگامی‌که کاغذ خشک است هوا را بین بدنه و سطح آب

شکل۵

نگه می‌دارد اما اگر کاغذ خیس شود و شروع به از هم پاشیدن کند، آب از بدنه نشت می‌کند و کشتی غرق می‌شود. آیا می‌توان کشتی‌ای ساخت که بدنه‌ی آن به‌طور متناوب هوا را نگه داشته یا عبور دهد به‌طوری که کشتی به دلخواه ما شناور یا غرق شود؟ بله قطعاً!

دانشـــمند و فیلســـوف بزرگ فرانسوی رنه‌دکارت اولین کسی بود که چنین وسیله‌ای را ســـاخت امروزه این وســـیله بـــه غواص دکارتی[3] معروف است. دستگاه دکارت شبیه کشتی کاغذی فوق‌الذکر است با این تفاوت کـــه به جای عبور دادن هوا از داخل خود، آن را متراکم یا منبسط می‌کند.

طرحی از این غواص در شکل ۵ نشان داده شده است. برای ساختن این وسیله یک بطری دهان گشاد و یک بطری کوچک‌تر (مثلاً شیشه‌ی دارو) و تکه‌ای از یک بادکنک را بردارید، بطری بـــزرگ را تا نزدیک دهانه از آب پر کنید. سپس بطری کوچک‌تر را به‌طور وارونه در آب فرو برید و آن را اندکی کج کنید تا کمی آب به داخل آن برود. اندازه‌ی آب در بطری کوچک‌تر بایستی طوری میزان شود تا روی سطح آب شناور مانده و کمی فشار سبب پایین رفتن آن شود (به‌منظور تنظیم میزان هوای داخل بطری کوچک‌تر هنگامی که زیر آب اســـت می‌توان از یک نی برای دمیدن هوا به داخل آن استفاده کرد.)

وقتی بطری کوچک کاملاً شناور است تکه‌ای از یک بادکنک را توسط نخ به دور در بطری بزرگ‌تر ببندید. حال روی سطح بادکنک فشار آورید. شناور شروع به پایین رفتن می‌کند و همین‌که فشار از روی بادکنک برداشته شود بالا خواهد آمد. علت پدیده‌ی بالا این است که وقتی بادکنک را به داخل فشار می‌دهید، هوای داخل بطری متراکم می‌شود در این حالت فشـــار هوا سبب رفتن آب به داخل بطری کوچک‌تر شده و آن را سنگین می‌کند. درنتیجه بطری پایین می‌رود. به محض این‌که فشار از روی دهانه‌ی بطری بزرگ برداشته شود هوای داخل بطری کوچک‌تر، آب اضافه را بیرون رانده و شناور به سمت بالا حرکت می‌کند.

پی‌نوشت

1. A. Dozorov
2. A. Vilenkin
3. Cartesius/ Descartes

منبع

Physics in your kitchen lab, Mir pub. 1985.

آموزشی

یرل‌واکر
ترجمه:
محمدرضا خوش‌بین خوش‌نظر

بزرگ شدن ماه

جالب توجه‌ترین خطای دید در چشم‌انداز طبیعی، بزرگ شدن ظاهری ماه هنگام نزدیک بودن به افق است. آیا این بزرگی ناشی از شکست (خم شدن) پرتوهای نور توسط جو، و تغییر فاصله‌ی ماه است، یا برداشت غلط شما؟

پاسخ: به دلیل برداشت غلط شما به نظر می‌رسد ماه، وقتی نزدیک افق است، ۵۰٪ بزرگ‌تر از وقتی باشد که در بالای سر قرار دارد. در واقع، ماه بی‌توجه به این‌که بالا باشد یا پایین، همواره زاویه‌ای حدود ۰/۵° از دیدگاه شما را اشغال می‌کند. اگر شکست نور در جو قابل ملاحظه باشد، به جای افزایش پهنای قائم ماه، آن را کاهش می‌دهد. هم‌چنین، در چند ساعتی که طول می‌کشد تا ماه طلوع یا غروب کند، فاصله‌ی بین ماه و زمین تغییر چندانی نمی‌کند.

برداشت غلطی که به بزرگ شدن ظاهری ماه می‌انجامد، احتمالاً چند دلیل همزمان دارد. به نظر می‌رسد دلیل اصلی آن باشد که ماهِ پایین را به زمین مقابل خود وابسته می‌سازید ــ بر مبنای این زمین، ماه بزرگ‌تر به نظر می‌رسد. شما به‌راحتی می‌توانید بر این تأثیر غلبه کنید: بچرخید، خم شوید، و از بین پاهای خود به ماه نگاه کنید ــ اکنون ماه اندازه‌ی واقعی خود را دارد، احتمالاً به این خاطر که زمین، که در نیمه‌ی بالایی دیدگاه شماست، دیگر در مقیاس‌بندی ماه به‌کار نمی‌رود. دلایل احتمالی دیگر، شامل خم کردن چشم‌ها برای مشاهده‌ی ماه و نبودِ همگرایی همزمان چشم‌هاست که برای دیدن اجسام خیلی دور لازم است.

شکل آسمان

آیا آسمان به شکل نیمکره است؟ بیشتر مردم آسمان را به‌صورت ظرف سوپ وارونه‌ای می‌بینند که بخش بالای آن نزدیک‌تر از بخش‌های نزدیک به افق است. مشاهده‌های زیر را امتحان کنید. وقتی در طول روز هلالی از ماه در آسمان است، به‌طور ذهنی آن را با یک خط به دو بخش متقارن تقسیم کنید. چون هلال ماه را نور خورشید ایجاد کرده است، این خط باید مستقیماً رو به خورشید باشد. اما، چنین نیست، زیرا وقتی شما به‌طور ذهنی آن را در آسمان دنبال می‌کنید، برداشت شما از شکل آسمان، آن را واپیچیده می‌کند. باریکه‌های نور در نورافکن‌گردان مستقیم هستند، اما وقتی از پهلو به آن‌ها نگاه می‌کنید، خمیده به نظر می‌رسند که ناشی از شکل ظاهری آسمان است. چرا آسمان نیمکره به‌نظر نمی‌رسد؟

پاسخ: احتمالاً عوامل بسیاری در شکل آسمان دخیل‌اند: دو تای آن‌ها از این قرارند: چون افق گسترده‌ای را می‌بینید، احتمالاً مسافت زیادی را به آسمان درست بالای افق نسبت می‌دهید. چون هیچ چیز را در بالای سر خود نمی‌بینید، احتمالاً مسافت کوتاه‌تری را به آسمان بالای سرِ خود نسبت می‌دهید، زیرا چشمانتان به‌طور طبیعی آرام می‌گیرند.

تخصیص شکل به آسمان می‌تواند چنان قوی باشد که باریکه‌ی نورافکن گردان در امتداد خمیدگی آسمان خمیده به نظر برسد و خطی که به طور ذهنی از ماه برون‌یابی شده است به خورشید نرسد. هر دو دیدگاه ناشی از خطاهای دید هستند.

گردن زدن با نقطه‌ی کور

هر چشم دارای *نقطه‌ی کوری* است که در آن چیزی دیده نمی‌شود. این نقطه در زاویه‌ای حدوداً ۱۵° از مرکز نگاه ثابت، رو به شقیقه در میدان دیدتان قرار دارد. می‌توانید آن را با نگاه کردن با یک چشم، در حالی که شیء کوچکی (مثل مداد پاک‌کن را) که آن را از فاصله‌ای به خود نزدیک می‌کنید در میدان دید خود پیدا کنید. نگاه خود را ثابت نگه دارید. وقتی این شیء از نقطه‌ی کور بگذرد، ناپدید می‌شود.

وقتی روان‌شناس فیزیولوژیست مشهور *کارل اِس. لشلی*[1] مجبور بود مهمان مزاحمی را تحمل کند، خود را با تمرکز نقطه‌ی کور چشم خود بر روی سر شخص و گردن زدن او سرگرم می‌کرد. یک داستان قدیمی (ظاهراً غیرواقعی) مربوط به چارلز دوم پادشاه انگلستان است که او نیز به‌طور بصری مهمانان خود را گردن می‌زد. طرفه این‌که پدر خودش را واقعاً گردن زده بودند.

این ناحیه به چه اندازه و چرا کور است؟ چرا معمولاً متوجه نقطه‌ی کور نمی‌شویم؟

هیجان انگیز فیزیک (قسمت دوازدهم)

پاسخ: شبکیه به‌جز در ناحیه‌ای که مسیرهای عصبی به طرف مغز آن را ترک می‌کند، پوشیده از **گیرنده‌های نوری میله‌ای و مخروطی** است. با توجه به نبود گیرنده‌های نوری، آن منطقه کور است. عموماً به چند دلیل متوجه نقطه‌ی کور نمی‌شویم: معمولاً باز بودن هر دو چشم باعث می‌شود یک چشم اشیایی را ببیند که در نقطه‌ی کور چشم دیگر قرار دارند. همچنین، تمرکز شما روی مرکز دید است که روی **فویا**[2] (چاله‌ای در شبکیه که بیشترین تعداد گیرنده‌های مخروطی را دارد) می‌افتد، و نه بر روی نقطه‌ی کور. افزون بر این، حرکت‌های ریز و طبیعی چشم (موسوم به **ساکاد**[3]) که طیّ آن چشم حدود یک درجه می‌چرخد، برخی اجزای کوچک نقطه‌ی کور را پر می‌کنند. همچنین چشم به آهستگی حرکت می‌کند و دچار لرزش‌هایی نیز می‌شود. بنابراین طولی نمی‌کشد که تصویری که ابتدا روی نقطه‌ی کور افتاده است بر اثر این حرکت‌ها در جای دیگری روی شبکیه بیفتد. حتی بدون این حرکت‌ها نیز نقطه‌ی کور اغلب پر می‌شود، زیرا مغز می‌تواند منظره‌های دو طرف نقطه‌ی کور را به هم ربط دهد و سپس برای اتصال این مناظر، تصویری را به وجود آورد که شامل دو سوی نقطه‌ی کور است.

شبکه‌های خاکستری در صبح، لکه‌های پُرتحرک در روز

اگر در صبح‌دمی، بلافاصله پس از باز کردن چشمانتان در اتاقی که نور خورشید آن را روشن کرده است به جایی خیره شوید، شبکه‌ای خاکستری میدان دید شما را خواهد پوشاند. این شبکه سریعاً محو می‌شود، اما می‌توان آن را با یک چراغ‌قوه‌ی قلمی یا یک روزنه‌ی سوزنی روشن شده تولید کرد. (با نور شدید به چشمانتان آسیب نرسانید.) در اتاق تاریک، چراغ‌قوه‌ی قلمی را به آهستگی در میدان دید خود حرکت دهید. بخش‌هایی از شبکه باید نمایان شود. این شبکه چیست و چرا به‌سرعت محو می‌شود؟

در یک روز روشن نیز می‌توان مشاهده‌ای مشابه داشت. وقتی به آسمان صاف و آبی خیره می‌شوید، میدان دید خود را پر از نقاطی شناور (که در بخش بعدی به آن خواهیم پرداخت) و لکه‌هایی متحرک می‌یابید. این لکه‌ها درخشان و دارای دنباله‌های کم‌نورند. می‌توانم آن‌ها را به ضربان قلبم ربط دهم: آن‌ها در مرحله‌ی سیستولی (انقباض) به‌سرعت و در طول مرحله‌ی دیاستولی (انبساط) آهسته‌تر حرکت می‌کنند. نور آبی، مشاهده‌ی آن ها را راحت‌تر می‌سازد. آن‌ها را می‌توان در همه‌جا به استثنای امتداد خطّ دید (که این خط شبکیه را در فویا قطع می‌کند) مشاهده کرد. این لکه‌ها چیستند؟ چرا برای مشاهده‌ی آن‌ها، نور آبی بهترین است؟ و چرا در فویا وجود ندارند؟

پاسخ: این شبکه وقتی تشکیل می‌شود که سایه‌ی رگ‌های خونی در شبکیه مانع از رسیدن نور به گیرنده‌های نوری شود که در عمق بیشتری از شبکیه قرار دارند. لکه‌ها، گویچه‌های سفید خون هستند که در رگ‌ها حرکت می‌کنند. نور آبی به این دلیل بهترین رنگ برای مشاهده‌ی آن‌هاست که گویچه‌های قرمز خون، نور را در طول موج حدوداً ۴۱۵ نانومتر (رنگ آبی) جذب می‌کنند، در حالی که گویچه‌های سفید چنین نمی‌کنند. بنابراین حرکت گویچه‌های سفید خون در زمینه‌ی آبی واضح‌تر می‌شود، نه شبکه و نه لکه‌ها، هیچ‌کدام از فویا رد نمی‌شوند، زیرا این ناحیه فاقد رگ‌های خونی است.

چون هر نقشی که روی شبکیه تثبیت می‌شود، کُنتراست [تمایز] خود در چشم ناظر را در عرض چند ثانیه از دست می‌دهد، شبکه به‌سرعت محو می‌گردد. اگر نور کوچکی را در میدان دید شما حرکت دهند، سایه‌ی رگ‌های خونی به‌قدر کافی تغییر می‌کنند تا شبکه قابل مشاهده باقی بماند.

شاید مشاهده‌پذیر شدن این شبکه با یک روزنه‌ی سوزنی روشن‌شده بتواند رصدهای حیرت‌انگیز ستاره‌شناسی به نام **پرسیوال لوئل**[۴] از زهره را توضیح دهد. او مدام «پره‌ها»یی را بر سطح زهره می‌دید (این مربوط به سال‌ها پیش از آن بود که همه فهمیدند سطح زهره را نمی‌توان به دلیل پوشش مداوم ابرهای آن، مشاهده کرد). افزون بر این، این پره‌ها در محل‌های یکسانی بودند، که نشان می‌داد همواره یک طرف زهره رو به زمین است ــ که واقعاً بسیار عجیب بود. احتمالاً پره‌هایی که **لوئل** دیده بود، شبکه‌ی شبکیه‌ای چشم خود او بود. او زهره را تنها با استفاده از بخش کوچکی از شکست‌دهنده‌ی بزرگ در تلسکوپ خود می‌دید که توان درشت‌نمایی آن زیاد بود. این وضعیت با مشاهده از طریق یک روزنه‌ی سوزنی هم‌ارز است ــ او توانست زهره را ببیند، اما شبکه‌ی شبکیه‌ای چشم او روی آن افتاده بود.

شناورها و سایر لکه‌ها در چشم

وقتی به زمینه‌ی روشن و بی‌شکلی چون آسمان صاف نگاه می‌کنم، میدان دیدم پر از نقطه‌های شناور و لکه‌های متحرک کوچکی می‌شود. لکه‌های متحرک را در بخش پیش بررسی کردیم. نقطه‌های شناور کوچک از دایره‌هایی هم‌مرکز تشکیل شده‌اند. اما من ساختارهای بزرگ‌تر و کشیده‌تری را نیز می‌بینم. یکی از این ساختارهای بزرگ در چشم راست من، اغلب مزاحم توانایی خواندن من با آن چشم می‌شود.

این نقاط معلق را که *شناور*[5] خوانده می‌شوند، در صورتی می‌توان واضح‌تر دید که چشم با یک چشمه‌ی نور کوچک روشن شده باشد. برای مثال، من معمولاً از یک روزنه‌ی سوزنی روشن شده در یک مقوای کدر استفاده می‌کنم. ولی هر چشمه‌ی نور درخشان کوچکی، از قبیل گیره‌ی کاغذی که نور را باز می‌تاباند، نیز می‌تواند این کار را انجام دهد. (من در نزدیک کردن اشیأ به چشم خود، خیلی احتیاط می‌کنم).

وقتی از روزنه‌ی سوزنی استفاده می‌کنم، چند چیز عجیب دیگر را نیز می‌بینم. لکه‌های روشنی وجود دارند که فاقد دایره‌های هم‌مرکزی هستند که بیشتر شناورها دارند. گاهی نیز لکه‌هایی تاریک و طرح ساکنی از خط‌های تاریک را می‌بینم که از مرکز میدان دیدم گسترش یافته‌اند. درست پس از پلک‌زدن لکه‌های روشن و طرحی از خط‌های تاریک و روشن افقی را می‌بینم. گاهی نیز لکه‌های روشن و لکه‌های چروک شناوری را می‌بینم هنگام باز کردن چشمان خود در صبح، شاید یک یا چند لکه را ببینم که بسیار تاریک‌تر (و یا به‌ندرت) بسیار روشن‌تر از بقیه‌ی قسمت‌های دید من هستند.

چه چیزی این جلوه‌های مختلف را به‌وجود می‌آورد؟

پاسخ: شناورهای معمولی احتمالاً ناشی از بی‌نظمی‌های موجود در **زجاجیه**[6] (ماده‌ی شفافی که بیشتر کره‌ی چشم را پر کرده است) هستند. نمی‌توانید خودِ این بی‌نظمی‌ها یا حتی سایه‌ی آن‌ها را بر روی شبکیه ببینید. بلکه، طرح پراشی را می‌بینید که این بی‌نظمی‌ها روی شبکیه می‌اندازند. پراش نوعی تداخل است که امواج نور هنگام گذر از سوراخ یا مانع کوچکی دستخوش آن می‌شوند. در این‌جا، وقتی نور یک روزنه‌ی سوزنی از بی‌نظمی‌های درون زجاجیه می‌گذرد، طرح پراشی را بر روی شبکیه به‌وجود می‌آورد. این طرح از نوارهای روشنِ هم‌مرکز (که در آن‌جا امواج نوری یکدیگر را تقویت می‌کنند) و نوارهای تاریک (که در آن‌جا می‌خواهند یکدیگر را خنثی کنند) تشکیل می‌شود.

اگر این بی‌نظمی‌ها تقریباً دایره‌ای باشند، طرح تداخلی نیز دایره‌هایی با یک نقطه‌ی مرکزیِ روشن خواهد بود. یک بی‌نظمی کشیده، طرح تداخلی کشیده‌ای را ایجاد می‌کند. شناوری که معمولاً می‌بینید، یک طرح پراش مبهم است. اگر از یک روزنه‌ی سوزنی نگاه کنید، این طرح را واضح‌تر می‌بینید و تک‌تک نوارهای روشن و تاریک را تشخیص می‌دهید. شناورها به این دلیل در خطّ دید شما رانده می‌شوند که زجاجیه صلب نیست و می‌تواند جابه‌جا شود. شاید برخی شناورها ناشی از تکه‌هایی از زجاجیه باشند که از آن جدا شده و در لایه‌ی مایع جلوی **فویا**ـ ساختاری چاله‌مانند که خط دید شما در آن‌جا می‌افتدـ شناور شده‌اند. همچنین می‌توانند ناشی از گویچه‌هایی باشند که در این لایه‌ی مایع رخنه کرده‌اند، که در این صورت میدان دید شما می‌تواند قرمزرنگ شود. شناورها را همه دارند و حضور آن‌ها الزاماً نشانه‌ی بیماری نیست. با پیرتر شدن، احتمالاً شناورهای بیشتری را می‌بینید.

لکه‌های روشن و طرح خط‌های تاریک و روشنی که پس از پلک زدن می‌بینید ناشی از لایه‌ی (پاره شده‌ی) مایع به‌جا مانده روی قرنیه است. بی‌نظمی‌های موجود در این لایه می‌توانند پرتوهای نور را اندکی کانونی کنند تا ناحیه‌های روشن‌تری به‌دست آید. خطوط منشعب از مرکز میدان دید می‌توانند ناشی از ساختار شعاعی عدسی چشم باشند. لکه‌های تاریک می‌توانند ناشی از ناحیه‌های کدر بسیار کوچک در این عدسی باشند. منشأ نقطه‌های تاریک و روشنی که برخی افراد درست پس از باز کردن چشمان خود در صبح می‌بینید، هنوز شناخته نشده است.

پی‌نوشت

1. Karl S. Lashly
2. fovea
3. saccades
4. Percival Lowel
5. floater
6. vitreous humor

منبع

Jearl walker, The Flying Circus of physics, 2nd Edition, John Wiley & Sons, 2007.

چگونه فلزشناسان بریتانیایی

کلیدواژه‌ها:
دستگاه بین‌المللی یکاها، دستگاه متریک، معیارهای استاندارد

ترجمه:
منوچهر مرادویسی
دبیر فیزیک ناحیه دو شهرری

اشاره : **تردیدی نیست که آگاهی از تاریخ دانش فیزیک و اطلاع فراگیران از نحوه‌ی تحقیقات و پژوهش‌های پیشگامان این علم، نقش بسزایی در ایجاد انگیزه و پرورش خلاقیت آن‌ها دارد.**

مقاله‌ای که در پیش‌رو دارید به چگونگی همکاری دانشمندان اداره اوزان و مقادیر بین‌المللی پاریس و متالورژیست‌های این مرکز درباره‌ی پایه‌ریزی یکاهای استاندارد جرم و طول اشاره می‌کند که مطالعه آن به عنوان یک مقاله آموزشی، قطعاً دانش‌افزونی خوانندگان را در پی خواهد داشت.

با به دست آوردن اطلاعات بیشتر در مورد تاریخچه دستگاه بین‌المللی یکاها متأسفم که بیشتر مردم بریتانیا از همکاری مؤثر دانشمندان و فلزشناسان خودآگاهی ندارند، به‌ویژه نمی‌دانند چگونه فلزشناسان قرن نوزدهم در لندن به ساخت اولین متر و کیلوگرم **بین‌المللی** کمک کردند.

شکی نیست که دستگاه متریک در فرانسه شکل گرفت. علی‌رغم آشوب‌های زمان انقلاب فرانسه، بسیاری از دانشمندان برجسته‌ی آن کشور نیاز به مجموعه‌ی واحد معیارها را تشخیص دادند. معیارهایی که استان به استان متفاوت بود و همین باعث سردرگمی در داد و ستد می‌شد. مجمع ملی در سال ۱۷۸۹ کمیته‌ای تشکیل داد تا به دستگاه واحدی برسند.

دانشمندان برجسته فرانسه نظیر لاوازیه[1] پدر علم شیمی گرد هم آمدند و در مورد یکاهای مشهوری نظیر متر و کیلوگرم به توافق رسیدند. مقادیر نخستین معیارهای استاندارد از جمله استوانه پلاتینی کیلوگرم را «مارک اتین ژانتی»[2] ساخت. به رغم چند وقفه‌ی موقت و زودگذر (مثل بی‌میلی ناپلئون به یکاهای متریک) یکاهای جدید مسئله‌ی ناسازگاری را در فرانسه حل کرد و به سرعت به کشورهای دیگر اروپایی گسترش یافت. دانشمندان کشورهایی نظیر بریتانیا (به‌ویژه ژول[3]، ماکسول[4] و لرد کلوین[5]) توان بالقوه‌ی عظیمی در واحدهای متریک مشاهده کردند و راه‌های دیگری را برای گسترش دستگاه اندازه‌گیری پیشنهاد کردند.

با جنبه بین‌المللی پیدا کردن دستگاه متریک دولت فرانسه عاقلانه درصدد برآمد تا آن را نه یک ابتکار ملی بلکه بین‌المللی سازد. این امر به امضای قرارداد متر در ماه مه سال ۱۸۷۵ انجامید؛ قرارداد دیپلماتیک که ابتدا بین ۱۷ کشور به امضا رسید. بریتانیا آن را در سال ۱۸۸۴ امضا کرد و اکنون ۵۱ عضو دارد.

چالش اداره‌ی تازه تأسیس اوزان و مقادیر بین‌المللی در پاریس ساخت نخستین نمونه‌های بین‌المللی متر و کیلوگرم و توزیع نسخه‌های ملی در بین اعضای قرارداد متر بود. در مورد کیلوگرم توافق شد که نخستین نمونه از یک ایریدیم و پلاتین ساخته شود. آلیاژ ۱۰ درصد ایریدیم و ۹۰ درصد پلاتین به دلیل چگالی زیاد، مقاومت در برابر خوردگی و پایداری زیاد انتخاب شد.

تلاش‌های اولیه برای ساخت این آلیاژ با شکست مواجه شد و بنابراین در سال ۱۸۸۲ در شرکت جانسون، ماتی[6] و همکاران در لندن که قبلاً معیارهای استاندارد را برای روسیه ساخته بود، این آلیاژ ساخته شد. قرارداد این شرکت شامل ۳۰ متر استاندارد و ۴۰ کیلوگرم

اولین «کیلوگرم‌ها» و «متر»های بین‌المللی را ساختند؟

استاندارد با آلیاژ ایریدیم و پلاتین بود. کیلوگرم‌های استاندارد که در سال ۱۸۸۴ تحویل داده شدند ۳۹ میلی‌متر قطر و ۳۹ میلی‌متر ارتفاع داشتند. توده کیلوگرم‌هایی که جورج ماتی[۷] در لندن قالب‌گیری کرد، چکش‌کاری، پرداخت و تنظیم شدند تا با استاندارد قبلی که کولوت در فرانسه ساخته بود سازگار شوند. کیلوگرم استاندارد در بریتانیا قالب‌گیری و در فرانسه پرداخت شد که تلاشی واقعاً جهانی و نمونه‌ی پیشرفت بیشتر در یکاهای دستگاه بین‌المللی بود.

اولین کنفرانس عمومی در مورد اوزان و مقادیر نخستین نمونه‌های متر و کیلوگرم را تأیید کرد و به امضاکنندگان قرارداد متر، نسخه‌هایی داده شد. بریتانیا که در سال ۱۸۸۴ به قرارداد متر پیوسته بود و نسخه‌ی شماره ۱۸ را تحویل گرفت. این یکای کیلوگرم رسمی بریتانیا در آزمایشگاه ملی فیزیک نگهداری می‌شود.

از سال ۱۸۸۰ میلادی شرکت (BIPM) دفتر اوزان و مقادیر بین‌المللی با احتساب ساخته‌های شرکت «جانسون ماتی» تاکنون بیش از هشتاد نسخه کیلوگرم از آلیاژ ایریدیم و پلاتین ساخته است.

این تصویر که ابتدا در مقاله «وزنه‌های کیلوگرم‌های استاندارد» اف‌جی اسمیت، در پلاتینم متالز ریویو[۸]، ۱۹۷۳، (۲)۱۷ صفحه‌ی ۶۸ ـ ۶۶ چاپ شده است با اجازه ناشر مورد استفاده قرار گرفته است.

اداره‌ی بین‌المللی اوزان و مقادیر بین‌المللی با مشارکت بسیاری کشورها به کار خود در پاریس ادامه می‌دهد. رئیس فعلی آن استاد اندرو والارد[۹] و مسئول قبلی دکتر تری کوین[۱۰] هر دو بریتانیایی‌اند.

با این همه، داستان کیلوگرم احتمالاً هنوز پایان نیافته است. گرچه برای بیش از یک قرن نخستین نمونه‌ی آن به دستگاه بین‌المللی اندازه‌گیری خدمت کرده است، اما احتمالاً جایگزین خواهد داشت، اتفاقی که هم اکنون برای متر رخ داده است. متر استاندارد ایریدیم ـ پلاتین با تعریف کامل‌تری برحسب فاصله‌ای جایگزین شده است که نور در کسر به دقت تعریف شده یک ثانیه می‌پیماید.

هم‌چنین انتظار می‌رود تعریف کیلوگرم با تعریفی جایگزین شود که به نمونه‌ی فیزیکی بستگی نداشته باشد. گسترش بیشتر دستگاه بین‌المللی (SI) یکاها وظیفه‌ای است برعهده کمیته مشاور واحدها (CCU) در اداره بین‌المللی اوزان، و مقادیر وظیفه‌ی کمیته مشورتی در این اداره است. ایان ام میلز[۱۱] استاد ممتاز دانشگاه روینگ بریتانیا رئیس این کمیته است. او نظرات خود را در اینترناشنال کمیستری[۱۲] مطرح می‌کند.

برای مطالعه‌ی بیشتر در مورد این موضوع می‌توان به مقاله اف.جی. اسمیت از شرکت جانسون ماتی در پلاتیتم متالز ریویو و وب‌سایت **ناشنال فیزیکال لابراتوری** مراجعه کنید.

پی‌نوشت

1. Lavoisier
2. Marc Etirnne Janety
3. Joule
4. Maxwell
5. Lord Kelvin
6. Johnson Matthey
7. George Matthey
8. F. J. Smith, Platinum Metals Review
9. Andrew Wallard
10. Terry Quinn
11. Lan M. Mills
12. International Chemistry
13. National Physical Laboratory

منبع

www.bipm.org

ژوییه‌ی ۲۰۱۰، وین، اتریش

مسئله‌های بیست و سومین دوره‌ی مسابقات بین‌المللی فیزیکدانان جوان

ارزشیابی

مترجم:
آزیتا سید فدایی

مقدمه: در سال ۱۹۷۹ میلادی مسابقه‌ای تحت عنوان «مسابقه‌ی فیزیکدانان جوان»[1] در دانشکده‌ی فیزیک دانشگاه مسکو برگزار شد. در سال ۱۹۸۸ این مسابقه شکل بین‌المللی به خود گرفت. اکنون این مسابقه‌ی بین‌المللی که به صورت نظری و عملی برگزار می‌شود در سطح دانش‌آموزان در مقطع دبیرستان است که در آن شرکت‌کنندگان به صورت گروه‌های پنج نفری از کشورهای گوناگون به رقابت می‌پردازند. زبان مسابقه انگلیسی است. مسابقه‌ی امسال در کشور اتریش برگزار شد که دانش‌آموزان ایرانی نیز در آن شرکت داشتند. مسئله‌های این دوره از مسابقات جهت اطلاع و استفاده‌ی دبیران و دانش‌آموزان ارائه می‌شود.

۱. تفنگ الکترومغناطیسی

یک سیملوله می‌تواند یک توپ سبک و کوچک را شلیک کند. می‌توان انرژی لازم برای شلیک توپ توسط سیملوله را از یک خازن گرفت. با خازنی که حداکثر تا ۵۰ ولت شارژ شود این وسیله را بسازید. کمیت‌های وابسته را بررسی کنید و سرعت توپ را به بیشترین مقدار برسانید.

۲. نقش درخشان

یک قطره آب را در قسمت پایین یک لوله عمودی در نظر بگیرید. سپس یک پرتو نور را با استفاده از لیزر مدادی به قطره بتابانید و نقش‌های حاصل بر روی صفحه‌ی مقابل آن را مشاهده کنید. ساختار این نقوش را مطالعه کرده و شرح دهید.

۳. گوی‌های فولادی

برخورد دو گوی فولادی بزرگ که در بین آن‌ها یک ورقه‌ی نازک از موادی مانند کاغذ قرار دارد باعث سوزاندن صفحه و ایجاد یک سوراخ می‌گردد. این اثر را برای مواد مختلف بررسی کنید

۴. حباب صابون

در یک سیم دایره‌ای‌شکل، یک حباب نازک از صابون درست کنید. هنگامی که این پرده‌ی نازک صابون کنار جسم بارداری قرار می‌گیرد تغییر شکل می‌دهد. بررسی کنید که شکل حباب چگونه به مکان و نوع بار الکتریکی بستگی دارد.

۵. توری

انتهای یک ظرف استوانه‌ای شکل که در آن آب ریخته شده، با یک توری پلاستیکی پوشانده شده است. ظرف را واژگون می‌کنیم. اندازه‌ی حفره‌های توری چه‌قدر باشد تا آب از ظرف خارج نشود.

۶. یخ

یک سیم را که به دو انتهای آن دووزنه متصل است بر روی یک قطعه یخ قرار می‌دهیم. سیم بدون برش دادن یخ به سمت پایین جابه‌جا می‌شود. این پدیده را بررسی کنید.

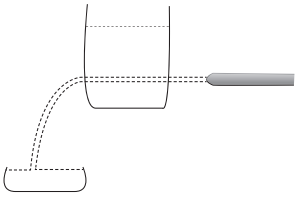
۷. دو فلاسک

دو فلاسک مشابه (یکی خالی و دیگری حاوی آب) هرکدام به‌وسیله‌ی یک لوله انعطاف‌پذیر به یک مخزن آب که پایین‌تر از آن‌ها قرار گرفته، وصل می‌شوند. فلاسک‌ها تا ۱۰۰ درجه‌ی سانتی‌گراد گرم می‌شوند و تا مدتی در این دما نگه داشته می‌شوند. اگر گرما دادن متوقف شود با پایین آمدن دمای فلاسک‌ها آب از لوله‌های رابط بالا می‌رود. این پدیده را بررسی کرده و

توضیح دهیـد که در کدام لوله آب سریع‌تر بالا می‌رود و در کدام یک ارتفاع نهایی بیشتر است. این پدیده چه رابطه‌ای با زمان گرما دادن دارد؟

۸. مایع راهنمای نوری

در یک ظرف شـفاف که با مایعـی مانند آب پر شده اسـت از یک سوراخ جریانـی از مایع به خارج وجود دارد. یک چشمه‌ی نور به صـورت افقی وارد جریان مایع می‌شود (مطابق شـکل). در چه شـرایطی این جریان مایع مانند یک راهنما در مسـیر نور عمل می‌کند؟



۹. آب چسبنده

هنگامـی کـه یـک اسـتوانه‌ی افقی در جریان عمـودی آب قـرار داده می‌شود، این جریان به دور استوانه از پایین به بالا قبل از جدا شـدن از آن تداوم می‌یابد. این پدیده را شرح دهید و کمیت‌های وابسته به آن را بررسی کنید.

۱۰. سطح آرام

هنگامـی کـه بـاد به سطح آب می‌وزد امواجی به وجـود می‌آید. اگر آب با یک لایه چربی پوشانده شـود، امواج کم می‌شوند. این پدیده را شرح دهید.

۱۱. ماسه

ماسـه‌ی خشـک از ماسـه‌ی مرطـوب نرم‌تر اسـت و روی آن راحت‌تر می‌توان راه رفت. ماسـه‌ی خیس حاوی مقـدار زیاد آب نیـز نـرم و راه رفتن بر روی آن راحت اسـت. کمیت‌هایی را که بر روی نرمی ماسه تأثیر می‌گذارند بررسی کنید.

۱۲. حوله‌های خیس

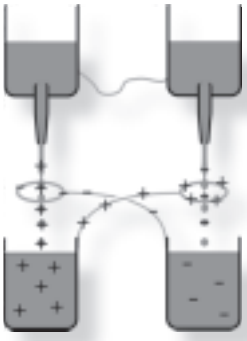
هنگامی که یک حوله‌ی خیس تکان داده می‌شـود، صدایـی ماننـد ضربـه‌ی شـلاق تولید می‌شود. این پدیده را بررسی کنید. چرا صدای تکان دادن حوله‌ی خیس بلندتـر از حوله‌ی خشک است؟

۱۳. میله‌ی مولد صدا

به یک میله‌ی فلزی که بین دو انگشت نگه داشته شده است ضربه می‌زنیم. رابطه‌ی صدای تولید شده با نحوه‌ی نگه داشتن میله و محل ضربه‌زدن به آن را بررسی کنید.

۱۴. فنر مغناطیسی

دو آهنربا روی یکدیگر قـرار دارند به‌طـوری که آهنربـای زیریـن ثابت و دیگری می‌تواند به‌صورت عمـودی حرکـت کنـد. حرکت نوسـانی آهنربای بالایی را بررسی کنید.



۱۵. بادسنج کاغذی

هنگامی که باریکه‌های نازک کاغذ داخل جریانی از هـوا مانند باد پنکه قرار گیرد صدایی تولید می‌شود. بررسـی کنیـد چگونـه می‌توان با اسـتفاده از این صدا سرعت جریان هوا را به‌دست آورد؟

۱۶. فنر دوار

یکـی از دو سـر فنر مارپیچی را حـول محور قائم می‌چرخانیم. افزایش طول فنر را هنگام چرخش وقتی وزنه‌ی اضافی به سر آزاد آن متصل است و وقتی وزنه‌ای به سر آزاد آن متصل نیست بررسی کنید.

۱۷. قطره‌چکان کلوین

یک قطره‌چکان کلوین بسازید. بیشینه‌ی ولتاژ لازم برای ساخت آن را به‌دست آورید. کمیت‌های وابسته را بررسی کنید.

پی‌نوشت

1. IYPT (International young physicist tournament)

گزارش کار دانش‌آموزان
فیزیک ۱ و آزمایشگاه

فروغ صدر ارحامی
آموزش و پرورش ناحیه‌ی ۲ اصفهان
foroghsadrarhami@yahoo.com

کلید واژه‌ها:
گزارش کار، انجام آزمایش، شکست نور، دینامیک.

چکیده: علم، کوششی در جهت دانایی و فناوری تلاشی در جهت توانایی است. این هر دو اثر متقابل در هم داشته‌اند. دانش سبب شده که ابزارها و روش‌ها کامل شوند و ابزارها نیز دقت انسان را در اندازه‌گیری‌ها و رسیدن به نتایج علمی بیشتر کرده است.

یکی از ویژگی‌های نظام جدید آموزش متوسطه توجه به درک عمیق مطالب توسط دانش‌آموزان است و این مهم جز از طریق آزمایش، مشاهده و تجربه‌ای که خود آن‌ها به‌دست می‌آورند امکان‌پذیر نیست. به همین منظور برای گسترش سواد علمی‌ـ عملی در میان آینده‌سازان این مرز و بوم گزارش کاری برای آن‌ها طراحی و تدوین شده که در کنار نظام آموزشی هدفمند مبتنی بر روش فعال آزمایشگاهی و تقویت مهارت‌های آزمایشگاهی بسیار مفید است. بدین‌گونه که دانش‌آموزان در حین انجام مراحل آزمایش به پرسش‌های مطرح‌شده در دستور کار قدم به قدم پاسخ می‌دهند. در این صورت مشاهده، تجربه‌ی علمی، تداوم و عمق یادگیری بیشتر خواهد بود..

مقدمه

با توجه به رشد سریع علم و حجم زیاد اطلاعات علمی، که تحولات عظیمی را در علم و فناوری این قرن به وجود آورده است، باید با تلاش زیاد کاری کنیم تا دانش‌آموز «چگونگی آموختن» را بیاموزد و مهارت برخورد با هر مطلبی را به‌صورت نظری و عملی فراگیرد. به‌ویژه در رابطه با فیزیک که یکی از علوم بنیادی است و بسیاری از مفاهیم آن، علوم دیگر را دربرمی‌گیرد، پس بهتر است دانش‌آموزان با مفاهیم اولیه‌ی فیزیک به‌ویژه با فیزیک علمی و کاربردی آشنایی داشته باشند.

اهمیت تجربه‌ی فردی دانش‌آموز در درک مفاهیم علوم تجربی بر کسی پوشیده نیست، واضح است دانش‌آموز با انجام آزمایش و کسب تجربه‌ی عملی انس و الفتی با علوم پیدا می‌کند که با روش‌های نظری دست‌یافتنی نیست. اگر مطالعه‌ی کتاب درسی با انجام آزمایش‌های مربوطه (آن هم از راه صحیح و کاربردی) همزمان باشد، دانش‌آموز را در مسیر طبیعی کشف پدیده‌ها و قوانین طبیعت قرار می‌دهد و بدین‌ترتیب آموخته‌های او بیشتر می‌شود و درک عمیق‌تری به‌دست می‌آورد. روش مکاشفه‌ای روحیه‌ی جست‌وجوگری را در دانش‌آموز تقویت می‌کند و به او می‌آموزد تا با مشاهده‌ی پدیده‌های مختلف در آن‌ها تعمق و درصد و کشف آن‌ها برآید.

معرفی

جزوه‌ی آموزشی، گزارش کار دانش‌آموزان، فیزیک(۱) و آزمایشگاه و فیزیک(۲) و آزمایشگاه است که بر پایه‌ی آزمایش‌های کتاب درسی فیزیک سال اول و دوم دوره‌ی متوسطه تدوین شده است. هدف این بوده که جزوه صرفاً یک گزارش کار ساده‌ی آزمایشگاه نباشد که دانش‌آموز براساس آن، بدون هیچ فعالیت فکری و خلاقیت ذهنی آزمایش را «خود یا مسئول مربوطه» انجام دهد و درنهایت به یک پاسخ مشخص برسد. بلکه در متن هر آزمایش پرسش‌های متنوع، جدول، نمودار، رسم شکل، ارزشیابی عملی و ساخت وسیله‌ی مطرح‌شده تا دانش‌آموز بدین‌ترتیب گام‌به‌گام آموخته‌های خود را تکمیل کند.

به این امید که گامی هرچند کوچک در جهت ارتقای سطح کیفیت آموزشی و شیوه‌ی یادگیری برای دانش‌آموزان و سایر علاقه‌مندان باشد.

به جرأت می‌توان گفت این جزوه

طوری طراحی شـده که توانسـته با سـاده‌ترین روش آموزشـی بیشترین مطلب را به دانش‌آموز منتقل کند.

یک تجربه‌ی عملی

راهکاری برای:

* تقویت مهارت تفکر.
* تقویت نظم فکری و عملی.
* تقویت مهارت آزمایشگاهی.
* لذت بردن از انجام آزمایش.
* افزایش دوام و عمق یادگیری.
* انطباق مطالب نظری با عملی.
* تقویت یادگیری از طریق همیاری.
* به‌وجود آوردن محیطی مناسب برای ایجادانگیزه.
* مبادله‌ی اطلاعات و برگزیدن بهترین نظر.
* جدی گرفتن آزمایشـگاه توسـط دانش‌آموزان.
* مشـارکت در کارهـا و تقویـت مسئولیت‌پذیری.
* کم شـدن فاصله بین دانش‌آموزان قوی و ضعیف.
* بـه جای روش متـداول، که بعد از اتمام یک یا چند آزمایش سرگروه گزارش می‌نویسد، و بقیه‌ی اعضای گـروه آن را بـه بوته‌ی فراموشـی می‌سپرند، همه‌ی افراد گروه ملزم به مشارکت در نوشتن گزارش می‌شوند که همان جزوه‌ی آزمایشگاهی است. به‌طوری که در حین انجام آزمایش به پرسش‌ها پاسـخ داده، جداول و نمودارها را تکمیل می‌کنند.

نتیجه

لازم بـه ذکر اسـت؛ مدت هفت سال استفاده از این طرح (گزارش کار دانش‌آموزان فیزیک و آزمایشگاه سال اول و دوم دبیرستان) با استقبال دبیران گرامی و دانش‌آمـوزان عزیز مواجه و اجرای آن همراه با موفقیت بوده است. با توجه به اظهار نگرانی دبیران محترم مربوطه درخصوص کمبود ساعت‌های آموزشی، اجرای این طرح باعث شده، بیشـتر از سـایر مدارس از آزمایشگاه فیزیک استفاده شود.

طبق نظرسـنجی به عمل آمده از همکاران که طی این هفت سال با این روش کار کـرده و آشـنایی دارند این شیوه مورد تأییدشان قرار گرفته و به نظر آن‌ها هم پیشرفت بیشتری در یادگیری حاصل شده است. در کل کارآیی این روش افزایـش یافتـه به‌طوری‌که این شیوه را ترجیح می‌دهند.

با تمام سـعی و کوششـی که در نوشـتن این جزوه‌ی آموزشی به عمل آمده است، قطعاً خالی از نقص نیست. انتظار می‌رود صاحب‌نظران و همکاران گرامی با نظرها و پیشنهادهای سودمند خود مرا یاری فرمایند.

امید اسـت توانسـته باشـم نظر مخاطبان را جلب کنم.

برای نمونه یکی از گزارش کارها مربوط به کلاس اول و دوم دبیرسـتان در زیر آمده اسـت و در صورت لزوم کل جزوه ارائه خواهد شد.

آزمایش شماره‌ی ۱

فصل پنجم: **شکست نور**

کلاس اول..... **شماره‌ی گروه**..... **تاریخ انجام آزمایش**..... **نام افراد شرکت‌کننده:**.....

*وسایل مورد نیاز را نام ببرید:

*هدف از انجام آزمایش چیست؟

*روش کار خود را بنویسید و شکل آن را رسم کنید.

*وقتی صفحه را از آب بیرون آوردید نقاط A، B و C را به هم وصل کنید. این خط‌ها چه چیزی را نشان می‌دهد؟

*چرا این خط‌ها (درواقع سنجاق‌ها) در یک راستا نیستند؟

*زاویه‌ی i معرف چیست؟..... اندازه‌ی آن در این آزمایش چه‌قدر است؟

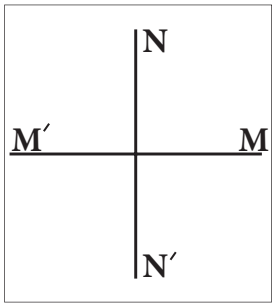
*زاویه‌ی r معرف چیست؟..... اندازه‌ی آن در این آزمایش چه‌قدر است؟

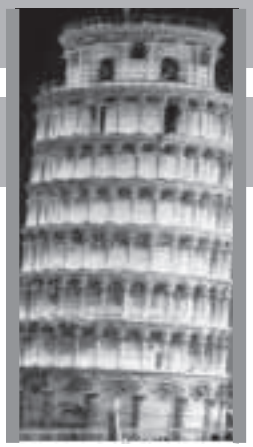
*کدام محیط را محیط اول و کدام محیط را محیط دوم می‌گویند؟ چرا؟

*مسیر نور را هنگام گذر از این دو محیط رسم کنید و توضیح دهید چرا این‌گونه شکسته شده است؟

*پس از تعریف زاویه‌ی انحراف مقدار آن را در این آزمایش محاسبه کنید.

نام دانش‌آموز فعال در این آزمایش.....





برج کج پیزا
واقع در شهر پیزای ایتالیا

آزمایش شماره‌ی ۱

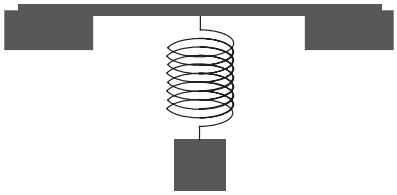
کلاس دوم..... شماره‌ی گروه..... تاریخ انجام آزمایش..... نام افراد شرکت‌کننده:.....

*نام وسایل مورد استفاده را بنویسید.

*هدف از انجام این آزمایش چیست؟

*نیروی کشسانی فنر را در دو حالت (فشرده شدن ـ کشیده شدن) با رسم شکل نمایش دهید.

*در شکل مقابل نیروهای وارده را نمایش دهید.



*نیروهایی که در شکل بالا نشان داده‌اید چه رابطه‌ای با هم دارند؟

*چرا باید هنگامی که دستگاه (فنر ـ وزنه) به حال سکون است طول فنر را اندازه بگیرید؟

*برای به‌دست آوردن وزن از چه رابطه‌ای استفاده می‌کنید؟ یکاهای آن را بنویسید.

*جدول زیر را تکمیل کنید.

$L_{(1)}$ = طول اولیه‌ی فنر (بدون وزنه)

$L_{(2)}$ = طول ثانویه‌ی فنر (با وزنه)

$X = \Delta L$ = تغییر طول

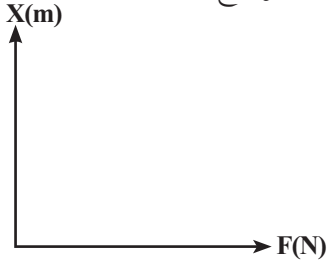
شماره‌ی آزمایش	L_1	L_2	X	W	W/X
۱					
۲					
۳					
۴					

*از مقایسه‌ی اعداد ستون آخر جدول چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

*آیا اعدادی که از نسبت W/X به‌دست آورده‌اید بستگی به فنر مورد استفاده دارد؟ توضیح دهید.

*آیا می‌توان از این نتیجه برای سایر فنرها نیز استفاده کرد؟

*نمودار زیر را رسم کرده و در مورد آن توضیح دهید.



نام دانش‌آموز فعال در این آزمایش.....

ثبت ارتعاش‌های دیاپازون

تجربه‌های آموزشی

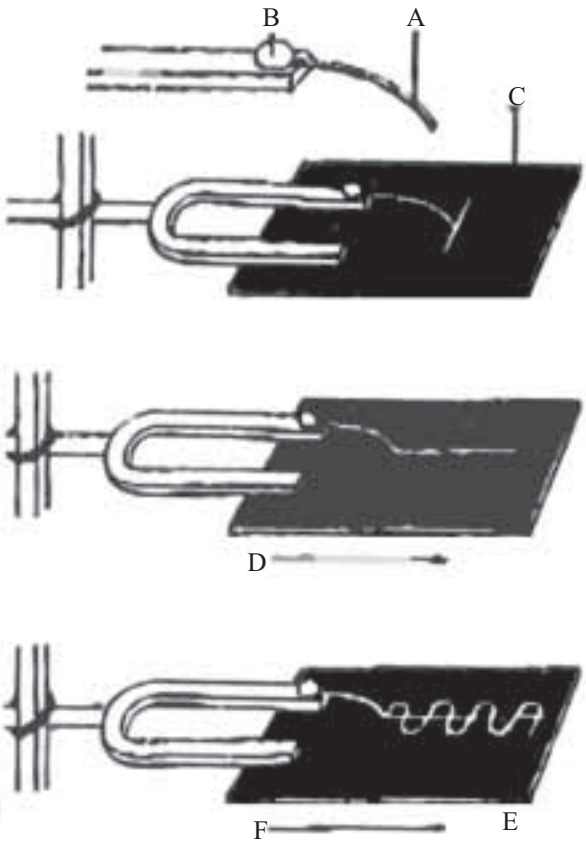
عزیزه مفیدی

دبیر علوم تجربی شهرستان نور

مواد و وسایل مورد نیاز: چسب مایع (چند قطره لاک)، دیاپازون، سیم نازک، پایه‌ی فلزی، صفحه‌ی شیشه‌ای دوده‌اندود.

روش ساخت: به کمک چسب مایع یا چند قطره لاک گرم، سیم نازکی را به یکی از شاخه‌های دیاپازون بچسبانید. این دیاپازون را به‌طور افقی به پایه‌ای محکم کنید، آن را روی میز قرار دهید و ثابت نگه دارید. یک صفحه‌ی شیشه‌ای را روی شمع بگیرید و دوده‌اندود کنید. این شیشه را زیر شاخه‌ی دیاپازون قرار دهید و نوک سیم متصل به آن را طوری خم کنید که با سطح دوده‌اندود شیشه در تماس باشد. دیاپازون را به ارتعاش درآورید و شیشه را با سرعت کافی و به‌طور یکنواخت حرکت دهید. شکل موج حاصل روی شیشه ثبت خواهد شد (به شکل مراجعه کنید).

این آزمایش را با دیاپازون‌های مختلف تکرار کنید و با تغییری که در سرعت صفحه می‌دهید، امواجی به شکل‌های مختلف روی شیشه ثبت کنید.



ثبت ارتعاش‌های دیاپازون

A : سیم فلزی نازک
B : لاک
C : صفحه‌ی شیشه‌ای دوده‌اندود روی میز (دیاپازون در حال ارتعاش)
D : صفحه‌ی شیشه‌ای در حال حرکت (دیاپازون ساکن است)
E : خط محور
F : صفحه‌ی شیشه‌ای در حال حرکت دو دیاپازون نیز مرتعش است.

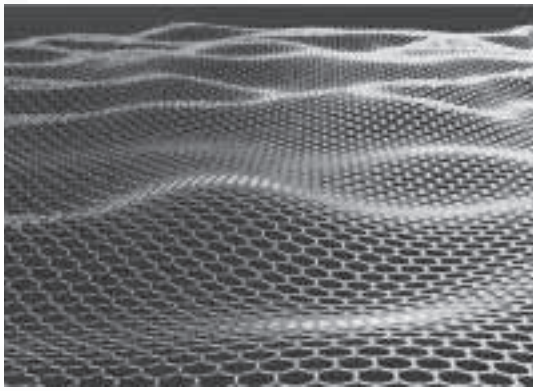
خبرهای علمی

مترجم: منیژه رهبر

جایزه‌ی نوبل فیزیک ۲۰۱۰

گرافن ـ شبکه‌ی اتمی کامل

پوسته‌ی نازکی از کربن[1] معمولی، درست به ضخامت یک اتم، عامل جایزه‌ی نوبل فیزیک امسال است. آندره گایم و کنستانتین نووسلوف[2] نشان داده‌اند که کربن به این شکل تخت دارای ویژگی‌های خارق‌العاده‌ای است که از دنیای شگفت‌انگیز فیزیک کوانتومی نشأت می‌گیرد.



شکل ۱. گرافنِ ضخامت این شبکه‌ی تقریباً کامل فقط یک اتم است. از اتم‌های کربنی تشکیل شده که به صورت شش ضلعی شبیه تورسیمی به هم متصل شده‌اند.

گرافن نوعی کربن است. نه عنوان ماده‌ای کاملاً جدید ـ نه تنها نازک‌ترین بلکه محکم‌ترین است. به عنوان رسانای گرما عملکردی بهتر از تمام مواد شناخته شده دارد. نزدیک به شفاف کامل است، با وجود این چنان چگال است که حتی هلیم، کوچک‌ترین اتم گاز، نمی‌تواند از آن عبور کند.

در نتیجه، مقاله‌ای که درباره‌ی گرافن در اکتبر ۲۰۰۴ در مجله ساینس منتشر شد سروصدای زیادی در سراسر جهان به وجود آورد. از یک سو، ویژگی‌های عجیب گرافن این امکان را در اختیار دانشمندان می‌گذارد تا مبانی نظری فیزیک را آزمایش کنند. از سوی دیگر اکنون کاربردهای عملی گسترده‌ای از جمله به وجود آوردن مواد جدید و ساخت الکترونیک مبتکرانه با استفاده از آن ممکن به نظر می‌رسد.

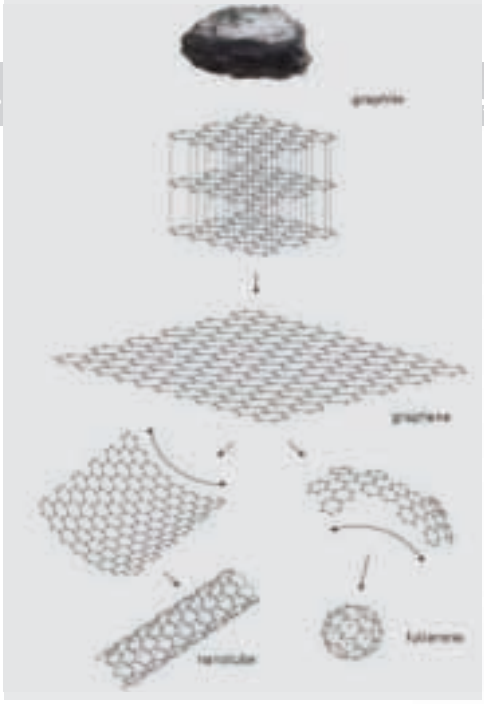
یک بار دیگر کربن، مبنای تمام زندگی شناخته شده در روی زمین، شگفتی‌آفرین شده است.

به دست آوردن گرافن بسیار ساده بوده است، این ماده‌ی معجزه‌آسا از گرافیک معمولی به دست می‌آید که در مداد هم یافته می‌شود. با این همه، چیزهای ساده و بدیهی اغلب از چشم ما پنهان هستند.

گرافن از اتم‌های کربنی تشکیل شده که در یک شبکه‌ی تخت ـ مانند ساختار کندوی عسل اما به ضخامت فقط یک اتم ـ به هم پیوسته‌اند. در واقع یک میلی‌متر گرافن از سه میلیون لایه‌ی روی هم انباشته تشکیل شده است. پیوند این لایه‌ها با هم ضعیف است و در نتیجه جدا کردن آن‌ها از هم به راحتی صورت می‌گیرد. هر کسی که با مداد معمولی چیزی نوشته باشد این تجربه را داشته است، و ممکن است با جدا کردن آن‌ها یک لایه اتم، گرافن، روی کاغذ باقی بماند.

این چیزی است که وقتی اتفاق افتاد که آندره گایم و کنستانتین نووسلوف با استفاده از نوار چسب پوسته‌های نازک را به صورتی منظم از قطعه‌ی بزرگ از گرافیت برداشتند.

در ابتدا پوسته‌هایی را به دست آوردند که از لایه‌های زیادی گرافن تشکیل شده بود، اما وقتی این شگرد استفاده از نوارچسب را بیت بار تکرار کردند پوسته‌ها نازک و نازک‌تر شدند. گام بعدی یافتن قطعه‌های بسیار ریز گرافن در بین لایه‌های ضخیم‌تر گرافیت



و دیگر تراشه‌های کربن بود. در اینجا بود که فکر بکر دیگری از ذهن‌شان گذشت: دانشمندان دانشگاه منچستر برای مشاهده نتایج کار بسیار دقیق خود، تصمیم گرفتند پوسته‌ها را به صفحه‌ای از سیلیسیم اکسید شده متصل کنند که ماده کاری استاندارد در صنعت نیمرساناست.

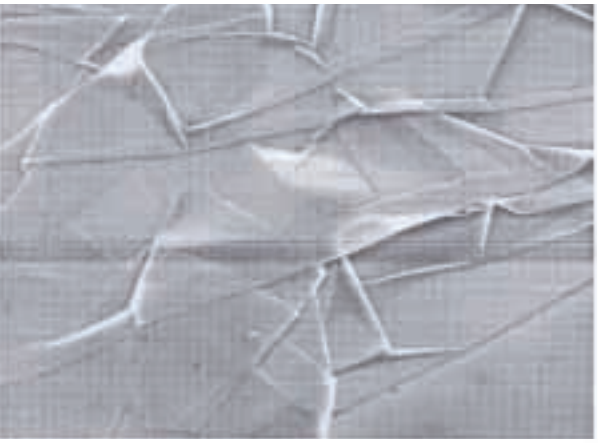
وقتی صفحه در زیر میکروسکوپ استاندارد قرار گیرد می‌توان رنگین‌کمانی از رنگ‌ها را مشاهده کرد که همانند روغنی است که روی آب ریخته شده باشد. بدین ترتیب می‌توان تعداد لایه‌های گرافن در پوست را تعیین کرد. ضخامت این لایه دیوکسید سیلیسیم زیرین نیز به نوبه‌ی خود در آشکار ساختن گرافن مهم اســت. آن‌ها در زیر میکروســکوپ گرافن در دمای اتاق را به صورت یک لایه‌ی بلورین دوبعدی مشاهده کردند.

گرافن یک شبکه‌ی کاملاً منظم کربن فقط با دو بُعد طول و عرض است. واحد بنیادی این طرح از شش اتم کربن تشکیل شده است که به‌طور شیمیایی به هم پیوسته‌اند. گرافن، مانند سایر شکل‌های کربن که می‌شناسیم، از میلیاردها اتم کربن تشکیل شده است که در طرحی شش ضلعی به هم پیوسته‌اند.

شکل ۲. گرافنِ ضخامت این شبکه‌ی تقریباً کامل فقط یک اتم است. از اتم‌های کربنی تشکیل شده که به صورت شش ضلعی شبیه تورسیمی به هم متصل شده‌اند.

منتظر کشف شدن

البته گرافن همواره وجود داشــته اســت؛ چیز مهم توانایی پی‌بردن به وجود آن است. همین‌طور، سایر شکل‌های طبیعی کربن وقتی مقابل دانشمندان ظاهر شدند که به درستی به آن‌ها نگاه کردند: ابتدا نانولوله‌ها و سپس گوی‌های توخالی کربن (جایزه نوبل شیمی ۱۹۹۶). گرافن به دام افتاده در گرانیت هم منتظر رها شدن بود (نگاه کنید به شکل ۲). هیچ‌کس واقعاً فکر نمی‌کند چنین چیزی امکان‌پذیر باشد. بسیاری از دانشمندان گمان می‌کردند که جدا کردن چنین ماده‌ی نازکی ناممکن است: زیرا فکر می‌کردند در دمای اتاق چروک می‌خورند یا لوله می‌شوند، یا حتی صرفاً ناپدید می‌گردند. با وجود این، بعضی افراد به‌رغم کوشش‌های ناموفق قبلی سعی خود را کردند. پیش از این، امکان به دست آوردن لایه‌های با ضخامت کمتر از ۱۰۰ اتم امکان‌پذیر بود ـ در واقع نازکی برخی از آن‌ها به اندازه‌ای بود که شفاف بودند.



شکل ۳. گرافنِ ضخامت این شبکه‌ی تقریباً کامل فقط یک اتم است. از اتم‌های کربنی تشکیل شده که به صورت شش ضلعی شبیه تورسیمی به هم متصل شده‌اند.

یک راه به دست آوردن گرافن از گرافیت وارد کردن مواد شیمیایی بین لایه‌های اتمی به منظور ضعیف کردن پیوند بین آن‌ها و سپس جداکردن لایه‌ها از یکدیگر است. روش دیگر خراشیدن لایه‌هاست. روش «تبخیر» سیلیسیم از بلورهای سیلیسیم کار باید هم با موفقیت امتحان شد. در دماهای بسیار زیاد لایه‌های نازکی از کربن به جا می‌ماند. روش‌های مختلف رشد برآراستی[3]، که برای تولید مواد نیم‌رسانای مختلف به کار می‌رود، در تولید گرافن برای استفاده از صنعت الکترونیک از همه نویدبخش‌تر است. حلقه‌ای از ورقه‌های گرافن به عرض ۷۰ سانتی‌متر بزرگ‌ترین گرافنی است که تاکنون تولید شده است.

در دنیای پارادوکس‌ها

آندره گایم و کنستانتین نووسلوف فقط توانستند پوسته‌های میکرونی از ماده‌ی جدید به دست آورند. اما به‌رغم اندازه‌ی کوچک این ماده کار روی دو ویژگی جالب توجه گرافن را شروع کردند که هر دو در ویژگی‌های الکتریکی آن تأثیر داشتند.

اولین ویژگی ترکیب تقریباً کامل گرافن است. نظم عاری از خطا ناشی از پیوند محکم بین اتم‌های کربن است. همزمان با آن، پیوندهای به قدر کافی انعطاف‌پذیرند که امکان کشیدگی تا ۲۰٪ اندازه‌ی اولیه‌ی آن را امکان‌پذیر سازند. همچنین شبکه به الکترون‌ها امکان می‌دهد که فاصله‌های زیاد را بدون آشفتگی در گرافن طی کنند. در رساناهای معمولی، الکترون‌ها اغلب به صورت گلوله‌هایی در ماشین پین‌بال۴ درمی‌آیند. این واجهش‌ها عملکرد رسانا را تضعیف می‌کند.

ویژگی منحصر به فرد دیگر گرافن آن است که رفتار الکترون‌ها در آن مانند ذرات نور، فوتون‌های بی‌جرم، دست که در خلأ بی‌وقفه با سرعت ۳۰۰ میلیون متر در ثانیه به پیش می‌روند. همین‌طور، رفتار الکترون‌هایی که در گرافن حرکت می‌کنند به گونه‌ای است

که گویی جرم ندارند و با سرعت ثابت یک میلیون تر در ثانیه حرکت می‌کنند. این موضوع امکان مطالعه‌ی بعضی پدیده‌ها در کوچک مقیاس را بدون استفاده از شتاب‌دهنده‌های بزرگ فراهم می‌سازد.

همین‌طور گرافن به دانشمندان امکان می‌دهد تا برخی اثرهای کوانتومی شبح‌ـگونه‌ای را بیازمایند که تاکنون فقط بررسی نظری آن‌ها امکان‌پذیر بوده است. یکی از این پدیده‌ها نوعی **تونل‌زنی کلاین** است که آن را فیزیکدان سوئدی اسکار کلاین[5] در سال ۱۹۲۹ فرمول‌بندی کرد. **اثر تونل** در فیزیک کوانتومی بیان می‌کند که چگونه ذرات گاهی می‌توانند از سدی بگذرند که معمولاً راه آن‌ها را سد می‌کند. هرچه ارتفاع سد بیشتر باشد احتمال عبور ذرات کوانتومی از آن کمتر است. با این همه، این در مورد الکترون‌هایی که در گرافن حرکت می‌کنند صادق نیست‌ـدر بعضی موارد آن‌ها طوری حرکت می‌کنند که گویی سدی وجود ندارد.

دنیاهای رویایی

به کاربردهای عملی ممکن گرافن توجه زیادی شده است. تاکنون، اغلب آن‌ها فقط در رویاهای ما وجود داشته‌اند، اما اکنون گیم و نووسلوف مشغول آزمایش آن‌ها هستند.

قابلیت هدایت الکتریکی گرافن توجه زیادی را به خود جلب کرده اســت. پیش‌بینی شده که ترانزیستورهای گرافنی باید بسیار سریع‌تر از ترانزیستورهایی باشند که اکنون از سیلیسیم ساخته می‌شوند. برای سریع‌تر و کارآمدتر شدن تراشه‌های رایانه‌ای باید آن‌ها را کوچک‌تر کرد. سیلیسیم به مرز اندازه‌ای برخورد می‌کند که پس از آن دیگر کار نخواهد کرد. این حد برای گرافن بسیار کمتر است، بنابراین قطعه‌های گرافن را می‌توان در تراشه‌های کوچک‌تر از آن‌چه اکنون وجود دارد کنار هم گذاشت.

یک نقطه‌ی عطف چند سال پیش بود که معلوم شد ترانزیستور گرافنی سرعتی قابل مقایسه با همتایان سیلیسیمی خود دارند. شاید در آستانه باز هم کوچک‌تر کردن قطعه‌های الکترونیکی باشیم که به کارآمدتر شدن رایانه‌ها در آینده می‌انجامد. فعلاً، رایانه‌های گرافنی رؤیایی دوردست به نظر می‌رسند، گرچه نمایشگرهای رایانه‌ای شفاف به ضخامت کاغذ را که می‌توان لوله کرد و در کیف دستی حمل کرد در آگهی‌های مربوط به وسایل الکترونیکی آینده ظاهر شده‌اند.

در این میان، در مورد کاربردهایی که کمتر واقع‌گرایانه هستند یا بیشتر فقط می‌توانیم حدس بزنیم، زیرا همه‌ی آن‌ها به ابتکار عمل‌های زیادی نیاز دارند و نتیجه‌ی آن‌ها معلوم نیست.

چون گرافن عملاً شفاف است (تا حدود ۹۸٪) و هم‌زمان با آن می‌تواند الکتریسیته را هدای کند. برای تولید صفحه نمایش‌های لمسی، تابلوهای نوری، و یا حتی سلول‌های خورشیدی مناسب خواهد بود. هم‌چنین پلاستیک با مخلوط کردن فقط ۱٪ گرافن با آن می‌تواند به‌صورت رسانای الکتریکی درآید. همین‌طور افزودن مقدار اندکی گرافن به پلاستیک، مقاومت گرمایی آن‌ها را به میزان ۳۰ C افزایش می‌دهد و آن‌ها را به لحاظ مکانیکی محکم‌تر می‌سازد. از این ویژگی می‌توان برای تولید مواد بسیار محکم استفاده کرد که نازک، کشسان و سبک‌وزن نیزهستند. در آینده، می‌توان ماهواره‌ها، هواپیماها، و اتومبیل‌ها را از مواد ترکیبی جدید ساخت.

ساختار کامل گرافن آن را برای تولید حسگرهای بسیار حساسی مناسب می‌سازد که می‌توانند کوچک‌ترین سطح آلودگی را آشکار سازند. حتی می‌توان یک مولکول جذب‌شده در سطح گرافن را هم کشف کرد.

یک بازی جدی

فهرست کاربردهای ممکن گرافن بسیار طولانی است. فعالیت شدیدی که پس از کشف آن شروع شده است به احتمال زیاد ثمربخش خواهد بود. هیچ‌کس، حتی برندگان جایزه‌ی نوبل امسال، نمی‌دانند که در آینده چه پیش خواهد آمد. آن‌ها از فرصت ممکن برای پیشروی در هزار توی شانس استفاده کردند و این خوشبختی را داشتند که از فرصت‌های موجود استفاده کنند‌ـ همه‌ی ما می‌دانیم که بخت به سراغ ذهن‌های آماده می‌رود.

شکل ۱. گرافن ضخامت این شبکه‌ی تقریباً کامل فقط یک اتم است. از اتم‌های کربنی تشکیل شده که به صورت شش ضلعی شبیه تورسیمی به هم متصل شده‌اند.

هر دو برنده فکر می‌کنند که پژوهش باید لذت‌بخش باشد، آن دو مدتی است که با هم کار می‌کنند. کنستانتین نووسلوف، ۳۶ ساله، کار با آندره گایم، ۵۶ ساله، را به‌عنوان دانشجوی دکتری در هلند آغاز کرد. سپس همراه گیم به بریتانیا رفت. هر دوی آن‌ها ابتدا کار خود را به‌عنوان فیزیک‌دان در روسیه آغاز کردند. اکنون هر دو در دانشگاه منچستر استاد هستند.

بازیگوشـــی یکی از صفات بارز آن‌هاست. این دو کوشیدند با قطعه‌های ساختمانی در اختیارشان، حتی با پرسه زدن بی‌هدف مغزهایشان، چیزی تازه بسازند. در این فرایند همواره می‌توان چیزهایی یاد گرفت، و کسی چه می‌داند، حتی پول کلانی به‌دست آورد. این مورد هفت سال پیش رخ داد که آن‌ها با الهام از توانایی مارمولک برای چسبیدن به حتی هموارترین سطوح نوعی نوار چسب جدید ساختند. پیش از آن، آندره گیم در سال ۱۹۹۷ موفق به بلند کردن یک قورباغه در میدان مغناطیسی شده بود؛ که روش مبتکرانه‌ای برای نمایش اصول فیزیک بود. قورباغه‌ی معلق در سال ۲۰۰۰ برایش جایزه‌ای را به ارمغان آورد که هدفش آن بود «که اول مردم را بخنداند و سپس به تفکر وادارد.»

اکنون، آندره گایم و کنستانتین نووسلوف با گرافن نام خود را در سال‌نامه‌ی علم ثبت کرده‌اند.

برندگان

آندره گایم www. Condmat Physics. Manchester.ac.uk/people/academic/geim

شهروند هلند، متولد ۱۹۵۸، روسیه، دکترا، ۱۹۸۷ از انستیوی فیزیک حالت جامد، فرهنگستان علم روسیه، رئیس مرکز مزوسانیس و نانوفناوری منچستر، استاد فیزیک دانشگاه منچستر و استاد پژوهشی انجمن سلطنتی بریتانیا.

کنستانتین نووسلوف www. Condmat Physics. Manchester.ac.uk/people/academic/novoselov

شهروند بریتانیا و روسیه، متولد ۱۹۷۴ در نیژنی تاژیل، روسیه، دکترا، ۲۰۰۴ از دانشگاه رادبرد نیژمژن، هلند، استاد و عضو انجمن سلطنتی، دانشگاه منچستر، بریتانیا.

پی‌نوشت

1. Andre Geim
2. Konstantin Novoselov
3. expitaxial
4. Pinball
5. Oskar Klein

منابع

الف) وب‌سایت‌ها Websites

1. A. K. Geim's Condensed Matter Physics Group, University of Manchester. *www.graphene.org*

2. Kim Group, Columbia University, *http://pico.phys.columbia.edu*

3. Scientific American, *www.scientificamerican.com*, search for "graphene"

سخنرانی‌ها (دیدئو) Lectures (video)

4. Geim, A. K. *Graphene, Magic of Flat Carbon*, Lancaster University, June 2010. *www.viddler.com/explore/lancsunisciteh/videos/21*

مقاله‌های علمی برای همگان Popular scientific articles

5. Geim, A. K. and Kim, P. (2008) Carbon Wonderland. *Scientific American* 298(4): 90-97, *www.condmat.physics.manchester.ac.uk/pdf/mesoscopic/news/graphene/SciAm_2008.pdf*

6. Chodos, A. (Ed.) (2009) October 22, 2004: Discovery of Graphene, *APS News* 18(9): 2, *www.aps.org/publications/apsnews/200910/physicshistory.cfm*

ب) مقاله‌ی علمی Original publication

7. Novoselov, K. S., Geim, A. K., Morozov, S. V., Jiang, D., Zhang, Y., Dubonos, S. C, Grigorieva, I. V. and Firsov, A. A. (2004) Electric Field Effect in Atomically Thin Carbon Films. Science 306(5696): 666-669.

به نام دوست

محمدعلی پیغامی (۱۳۸۹ - ۱۳۰۹) درگذشت

شادروان محمدعلی پیغامی مؤلف کتاب‌های درسی فیزیک و همکار جناب آقای دکتر ابوالقاسم قلم‌سیاه در ۱۳۸۹/۸/۲۰ درگذشت.

مرحوم پیغامی در ۱۳۰۹/۵/۱ در ارومیه به‌دنیا آمد. تحصیلات ابتدایی و دوره اول دبیرستان را در زادگاه خود گذراند و به دانشسرای مقدماتی تبریز رفت و در آن‌جا شاگرد اول و به دانشسرای عالی تهران اعزام شد. ایشان پس از گذراندن دوره‌ی سه‌ساله دانشسرای‌عالی به استخدام وزارت آموزش و پرورش درآمد و برای تدریس به مراغه رفت و از آن‌جا به تبریز منتقل شد. در سال ۱۳۴۸ به اصفهان منتقل شد و طرح سوادآموزی حرفه‌ای به‌کار خود ادامه داد. در این دفتر بود که به همراهی آقای دکتر قلم‌سیاه به تألیف کتاب‌های فیزیک دبیرستان مشغول شد و جمعاً در نوشتن ۸ جلد کتاب فیزیک همکاری کرد. ایشان همراه دکتر قلم‌سیاه علاوه بر تألیف کتاب‌های درسی فیزیک در آموزش معلمان شرکت فعال داشت.

آقای پیغامی در سال ۱۳۵۸ بازنشسته شد و سرانجام در سال ۱۳۸۹ دعوت حق را لبیک گفت. او یکی از دبیران و کارشناسان برجسته و از خادمان واقعی آموزش و پرورش بود.

روحش شاد و یادش گرامی باد.

آموزشی

معصومه قاسمی

مدلی فیزیکی برای درک بهتر قانون‌های نیوتون

کلید واژه‌ها:
نمایش‌های چندگانه، قانون‌های نیوتون، نمودار جسم آزاد، مدل، ارزشیابی تکوینی و تلخیصی، طرح دستگاه.

مقدمه: برای نمادگذاری اجسام یا فرایندها یا نشان دادن آن‌ها از مدل یا نمایش استفاده می‌شود. برای مثال کلمات، تصویرها، نمودارها، شبیه‌سازی‌های رایانه‌ای، معادله‌های ریاضی و... نمونه‌هایی از ابزارهای نمایشی یا مدل‌ها هستند. بسیاری از معلمان بر تأثیر سازنده و مفید این نمایش‌ها در یادگیری دانش‌آموزان تأکید داشته‌اند. به گفته اچ. سیمون۱: «به نمایش‌های آسان‌کننده برای تقریباً هر نوع مسئله‌ای باید به‌عنوان دستاوردی عقلانی نگریسته شود، در حالی که اغلب به‌عنوان بخش مهمی از حل مسئله در علوم و آموزش دست‌کم گرفته می‌شوند» [۱].

این نمایش‌ها در فیزیک شامل، توضیح‌های شفاهی، تصاویر، نمودارها، مدل‌های ریاضی، نمودارهای حرکت، نمودارهای جسم آزاد، نمودارهای میله‌ای انرژی، خط‌های میدان، مدار الکتریکی، نمودار پرتوهای نور، جبهه‌ی موج و نمودار حالت‌های انرژی هستند

برخی نمایش‌ها (مانند طرح‌ها و نمودارهای حرکت و نمودار جسم‌ـ‌آزاد) ابزارهای عینی هستند که برای توصیف مفهوم‌های ذهنی‌تری مانند شتاب و قانون دوم نیوتون به‌کار می‌روند و به دانش‌آموزان در درک بهتر مفاهیم کمک می‌کنند. برای حل مسایل به‌صورت کمی از مدل‌های ریاضی عینی استفاده می‌شود. برای مثال، دانش‌آموزان به عنوان کمک در حل مسئله هنگام استفاده از قانون دوم نیوتون به شکل مؤلفه‌ای می‌توانند نمودار جسم‌ـ‌آزاد را به‌کار برند. درنتیجه، چنین مدل‌ها یا نمایش‌های چندگانه‌ای توسط معلم‌ها به دانش‌آموزان برای یادگیری مؤثرتر توصیه شده است.

پرسش اساسی این است که آیا به کار بردن این مدل‌ها در یادگیری مفاهیم و حل بهتر مسائل به دانش‌آموز کمک می‌کند یا خیر؟ در حل مسئله کدام یک از نمایش‌ها مؤثرتر هستند؟ و دانش‌آموزان چگونه باید از آن‌ها استفاده کنند؟

نمایش‌های چندگانه

مطالعات هنریتش[۲] نشان می‌دهند که استفاده از طرح دستگاه برای یادگیری دینامیک مفید است. او این نمایش را قسمتی از توالی نمایش‌ها (مسئله، طرح کلی، طرح دستگاه، نمودار جسم‌ـ‌آزاد و درنهایت معادله‌ها) در حل مسائل می‌دانست. او در مقایسه‌ی کلاس‌هایی که در آن‌ها از طرح دستگاه استفاده

می‌شـود با کلاس‌های دیگر متوجه شـد که در پاسخ به چهار پرسش از آزمون مفهوم نیرو [۳] با به‌کار بردن طرح دسـتگاه نمره‌های دانش‌آموزان (N=۲۸) از ۱/۰ ± ۱/۱ در پیش‌آزمون به ۰/۸− ± ۳/۷ در پس‌آزمون رسید، در حالی که بدون استفاده از این مدل نمره‌های پیش‌آزمون از ۱/۰ ± ۱/۲ به ۱/۲ ± ۲/۸ می‌رسـید. نتیجه‌ی مهم این بررسی آن است که طرح دستگاه تأثیر مشخصی در یادگیری دارد.

فرانکلشـتاین [۴] از شبیه‌سـازی‌های رایانه‌ای برای کمک به دانش‌آموزان در یادگیری مدارهای DC اسـتفاده کرد. نمایش دیداری شـار جریان و قوانین کیرشهوف در شبیه‌سازی‌ها میسر بود. او دریافت عملکرد دانش‌آموزانی که مفاهیم مرتبط با مدارهای DC را به کمک شبیه‌سازی‌های رایانه‌ای فرا گرفته‌اند، با این‌که هیچ‌گاه مداری واقعی نبسته بودند، در سه آزمون آشکارا بهتر از دانش‌آموزانی بوده که این مفاهیم را با مدارهای واقعی آموخته بودند. علاوه بر این دانش‌آموزان گروه اول در بستن یک مدار واقعی سریع‌تر (۱۴ دقیقه در مقابل ۱۷ دقیق) عمل می‌کردند.

استفاده از نمایش‌های چندگانه

مطالعه‌ی انجام شده توسـط روزنگرت، اتکینا و ون هیولن [۵] و هم‌چنین توسط دیلون و گیر [۶] نشان می‌دهد که اگر هنگام آموزش فیزیک بر نمایش‌های چندگانه تأکید شـود، دانش‌آموزان در حل مسئله آن ها را به کار خواهند بسـت. آیا استفاده از این مدل‌های مختلف عملکرد آن را بهبود خواهد بخشید؟

دیلـون و گیـر [۶] در مطالعـه‌ی خـود دریافتند آن دانش‌آموزانی که ۳ یا ۵ مسئله‌ی مشخص را درست حل کرده بودند، کاربران مهم این نمایش‌ها بوده‌اند. آن‌ها یک تصویر یا نمودار نیروها را رسم کرده بودند. در تعدادی از مسائل این دانش‌آموزان موفق‌تر از دانش‌آموزانی بودند که تنها به ریاضیات اکتفا کرده بودند. البته باید در نظر داشت که تنها رسم نمودار صحیح می‌تواند در حل مسئله یاری رساند و رسم نکردن نمودار بهتر از نمودار نادرستی است که به پاسخ غلط بینجامد.

در بررسی دیگری پیرامون این موضوع [۷] مشاهده شـده است که اگر صورت مسئله با تصویر همراه باشد، دانش‌آموزان تمایل کمتری به رسـم نمودار جسم- آزاد هنگام حل مسـئله خواهند داشـت. زیرا ممکن است با مشاهده‌ی تصویر درکی از موقعیت مسئله به‌دست آورند و فکر کنند نیازی به رسـم نمودار نیسـت. در صورتی که اگر از آن‌ها خواسـته شـود، نیرویی را مشخص و یا اندازه‌ی آن را محاسـبه کنند، تمایل بیشتری برای رسم این نمودار وجود خواهد داشت، زیرا به کار بردن واژه‌ی نیرو در صورت مسئله برای آن‌ها نشان‌دهنده‌ی «نمودار جسم- آزاد» است. در عین حال اگر در مسئله‌ای با همان مفهوم محاسـبه‌ی شتاب مد نظر باشـد، القاکننده‌ی این نمودار نخواهد بود.

استفاده از نمایش‌های چندگانه برای بیان یک مسئله

اکنون ارتباط میان موفقیت دانش‌آموزان و مدل نمایشی بیان مسئله سـنجیده می‌شـود. اولین پرسش به انتخاب دانش‌آموز در مورد شکل مسئله برمی‌گردد: اگر به آن‌ها حق انتخاب داده شود، چه چیزی را خواهند پسندید؟ کوهل[۲] و فینکلشتاین[۳] دریافتند [۸] که بیشتر دانش‌آموزان ترجیح می‌دهند که مسئله به جای کلمات، نمودارها یا معادله‌های ریاضی با شکل بیان شود، اگرچه این تمایل نشان‌دهنده‌ی موفقیت بیشتر آن‌ها در حل مسائل نخواهد بود.

برای مثال، دانش‌آموزانی که شکل تصویری را انتخاب کرده بودند، در حل مسـئله‌ای در مورد اپتیک موجی بهتر از دانش‌آمـوزان در گروه کنترل عمل کردند، در حالی که در فیزیک اتمی عملکـرد آن‌ها ضعیف‌تر از گروه کنترل بود. الگوی مشخصی برای تشخیص این‌که در کدام حالت مسئله مشکل‌تر خواهد بود، وجود ندارد. البته در مطالعات بعدی معلوم شده است که اگر معلمی از نمایش‌ها زیاد در آموزش استفاده کند، دانش‌آموزان او از شکل نمایشی مسئله کمتر تأثیر می‌پذیرند. بنابراین استفاده از نمایش‌های چندگانه در یادگیری مفاهیم جدید به استدلال بهتر دانش‌آموز کمک می‌کند.

برخی نمایش‌ها (مانند طرح‌ها و نمودارهای حرکت و نمودار جسم آزاد) ابزارهای عینی هستند که برای توصیف مفهوم‌های ذهنی‌تری مانند شتاب و قانون دوم نیوتون به‌کار می‌روند و به دانش‌آموزان در درک بهتر مفاهیم کمک می‌کنند

● مراحل استفاده از نمایش‌های چندگانه

۱. شناخت اجزای کلیدی

هر نمایش (مدل) در درک یک مفهوم اصلی فیزیک دانش‌آموز را یاری می‌دهد.

۲. مفاهیم و نحوه‌ی استفاده از نمایش‌ها را شناسایی کنید

● ایجاد مدل‌های دیگر

با در ذهن داشتن یک مفهوم کلیدی می‌توانید نوع دیگر از نمایش را با تمرکز بر آن مفهوم به‌وجود آورید.

● استفاده در کلاس

۱. ارزشیابی تکوینی[۴]

(الف) نمایشـی را به دانش‌آموز نشـان دهید و از او بخواهید نمایش دیگری را ارائه دهد.

(ب) دو یا چند نمایش را به دانش‌آموز نشان دهید و از او بخواهید سازگاری میان آن‌ها را بررسی کند.

(پ) یک نمایش را به دانش‌آموز نشـان دهید و از او بخواهید نمایش متناسب دیگری را از میان چند گزینه‌ی مناسب انتخاب کنند.

۲. ارزشیابی جمع‌بندی[۵]

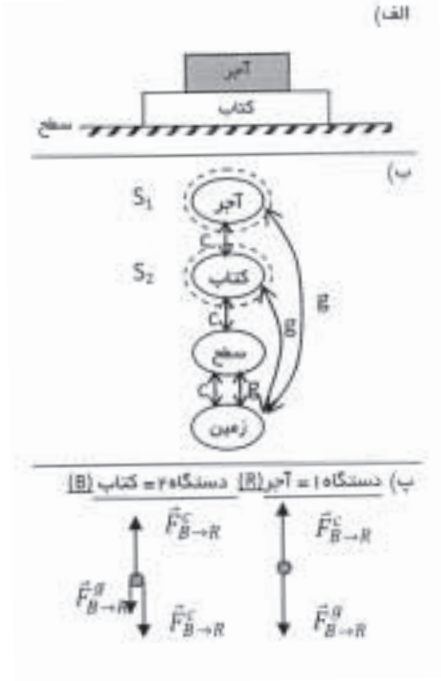
از ایـن نمایش‌ها می‌توان به عنـوان جایگزینی برای آزمون سنتی با توجه به روش‌های شرح داده شده استفاده کرد.

طرح دستگاه

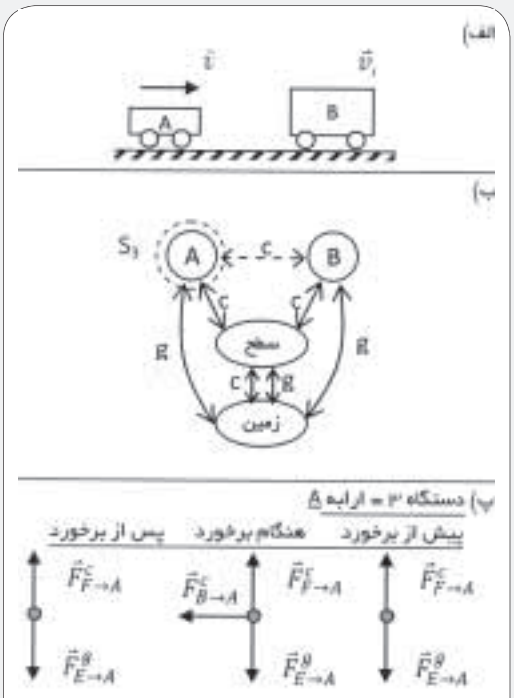
در برنامه‌ی آموزشـی مدل‌سـازی در دانشگاه ایالت آریزونا ابزاری نمایشـی به نام طرح دستگاه آموزش داده می‌شـود. این ابزار به دانش‌آموزان در ایجاد سطح اولیه‌ی مفهوم‌سـازی یک موقعیت فیزیکی واقعی کمک می‌کند. یک طرح دستگاه شامل شناسایی و نمادگذاری تمام اجسام مورد نظر در یک موقعیت فیزیکی و هم‌چنین تمام انواع مختلف برهم‌کنش‌های میان این اجسام است. با مشخص شدن اجسام مناسب و برهم‌کنش‌های آن‌ها، دانش‌آموزان آشـکارا می‌توانند اجسـامی را که جزء دستگاه هستند و آن‌هایی را که جزء آن نیسـتند، شناسایی کنند و سپس به مدل‌سازی برهم‌کنش‌های مؤثر بر انتخاب دستگاه به‌عنوان (الف) ابزاری بـرای انتقال انرژی یا (ب) نیروهای اعمال شده ارائه دهند.[۹]

از ایـن طرح بـرای نمایش یک موقعیـت فیزیکی اسـتفاده می‌شـود و اولین مرحله از مفهوم‌سازی پس از نمایش تصویری است. طرح دستگاه به‌عنوان پلی مفهومی برای نمایش مفهومی‌تری مانند نمودارهای جسم- آزاد و قانون‌های نیوتون برای دانش‌آموزان عمل می‌کند.

در شـکل ۱ و ۲ دو موقعیت فیزیکی، طرح دسـتگاه متناظر با آن‌هـا و نمودارهای جسـم- آزاد مربوط به هر دسـتگاه را مشاهده می‌شوند. در شـکل ۱ و ۲ به‌ترتیب اجسـامی ساکن و سپس اجسامی در حال حرکت نشان داده شده‌اند.



شکل (۱): وضعیت استاتیکی



شکل (۲): وضعیت دینامیکی

طرح دستگاه و نمودار جسم‌ـ آزاد

دانش‌آموزان در رسم طرح دستگاه مشکل زیادی نخواهند داشت. طرح دستگاه برای موقعیت‌های پیچیده بسیار مفید هستند، همچنین برای حل کردن مسائل مشابه نیز، که دانش‌آموزان اغلب تعداد نیروها را به غلط تعیین و یا عوامل نیروها را نادرست شناسایی و یا از قانون سوم نیوتون به اشتباه استفاده می‌کنند، مفید هستند.

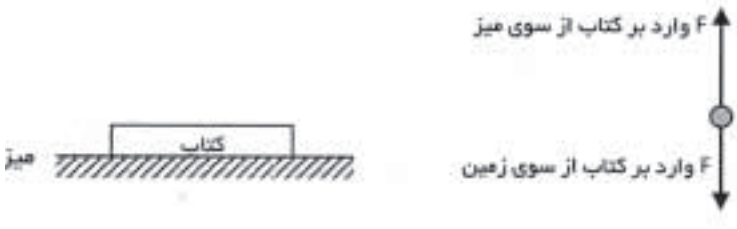
چگونه طرح دستگاه مشکل دانش‌آموزان در رسم صحیح نمودار جسم‌ـ آزاد را کم می‌کند؟

- با شمردن تعداد خطاهای برهم‌کنش که به جسم مورد نظر ختم می‌شود، دانش‌آموز تعداد صحیح نیروهای وارد بر جسم را خواهد فهمید.
- با نگاه کردن به جسمی که در انتهای خط برهم‌کنش است، دانش‌آموز جسم واردکننده‌ی نیرو را شناسایی می‌کند.
- با استفاده از نیروی وارد بر جسم مورد نظر، دانش‌آموز می‌تواند نیروی واکنش میان آن‌ها را در سر دیگر خط برهم‌کنش آن شناسایی کند.
- نیروهای داخلی، خط‌های برهم‌کنشی هستند که از مرز دستگاه عبور نمی‌کنند.
- نیروهای خارجی، خط‌های برهم‌کنشی هستند که از مرز دستگاه عبور می‌کنند.
- شاید مهم‌ترین مورد این باشد که طرح دستگاه فرایند قابل درکی برای رسم دقیق نمودار جسم‌ـ آزاد است.

مزایای دیگری نیز برای استفاده از طرح دستگاه وجود دارد. طرح دستگاه نشان می‌دهد که نیروهای وارد بر یک جسم همیشه ناشی از بعضی اجسام دیگر است. همچنین طرح دستگاه یادآوری دیداری است که نشان می‌دهد تمام اجسام نیز نیروی گرانشی به کل زمین وارد می‌کنند. با استفاده از طرح دستگاه به جای این‌که رسم این طرح با استفاده از حافظه یا حدس و گمان باشد، به تمرین در تجزیه و تحلیل تبدیل می‌شود. هنگامی که اشتباهی رخ می‌دهد مباحثه‌ی مفیدی میان دانش‌آموز و معلم رخ می‌دهد زیرا آن‌ها می‌توانند فرایند یافتن منبع خطا را بررسی کنند و سرانجام این طرح به دانش‌آموز اجازه می‌دهد تا دستگاه مناسب را برگزینند.

رسم طرح دستگاه

گاهی معلم فیزیک در کلاس مکانیک از دانش‌آموزان می‌خواهد تا برای موقعیت‌های ساده مانند کتابی که روی میز ساکن است، نمودار جسم آزاد رسم کنند. تقریباً تمام دانش‌آموزان نمودار جسم آزاد را مانند شکل (۳) رسم کرده و اجسام واردکننده‌ی نیرو را به درستی شناسایی می‌کنند.



شکل (۳)

هنگامی که از دانش‌آموزان خواسته می‌شود تا نیروی واکنش نیرویی که زمین به کتاب وارد می‌کند را تعیین کنند، تقریباً تمام آن‌ها به غلط خواهند گفت که نیرویی که میز به کتاب وارد می‌کند نیروی واکنش ذکر شده در قانون سوم نیوتون است. آن‌ها برای استدلال تنها خواهند گفت که این نیرو اندازه‌ای برابر با نیروی زمین دارد و در جهت مخالف آن است.

ابزاری که برای کمک به دانش‌آموزان در یافتن نیروی واکنش صحیح در این موقعیت و حل مسائل دیگر در موقعیت‌های پیچیده‌تر ارائه شده است، طرح دستگاه نام دارد.

برای به‌کار بردن قانون سوم نیوتون، دانش‌آموزان باید قادر به رسم نمودارهای جسم آزاد صحیح باشند. دانش‌آموزانی که به دقت از طرح دستگاه استفاده می‌کنند از توصیف و تحلیل ساختار یک دستگاه فیزیکی برحسب اجسام موجود در آن و برهم‌کنش‌های میان آن‌ها و اجسام خارجی دیگر به درستی استفاده می‌کنند.

یک معلم فیزیک می‌گوید:

«احتمالاً یک طرح دستگاه قدرتمندترین ابزار یادگیری است که من به دانش‌آموزانم داده‌ام. پیش از طرح دستگاه، هیچ‌گاه به آن‌ها نیاموخته بودم که چگونه در مورد رسم یک نمودار جسم آزاد فکر کنند. با بررسی متقابل طرح و نمودار جسم آزاد آن‌ها مطمئن می‌شوند که تمام نیروها را یافته‌اند.»[۱۰]

پیش از رسم طرح دستگاه برای یک موقعیت فیزیکی داده‌شده‌ی دانش‌آموزان باید موارد زیر را مدنظر قرار دهد:

۱) مفهوم برهم‌کنش میان دو جسم و این که در یک برهم‌کنش هر جسم به جسم دیگر نیرویی وارد می‌کند.

۲) بحث در مورد نیروهای بنیادی که احتمالاً دانش‌آموزان در طول دوره با آن‌ها برخورد خواهند داشت. (حتی بهتر است از آن‌ها خواسته شود تا فهرستی از نیروها را تهیه کنند.)

۳) اغلب برهم‌کنش‌ها تنها هنگامی رخ می‌دهد که دو جسم با یکدیگر در تماس باشند. برای چنین برهم‌کنش‌هایی عدم تماس به معنی عدم وجود نیرو است. تعدادی از برهم‌کنش‌ها هنگامی رخ می‌دهند که تماس نیز وجود ندارد. برهم‌کنش‌های گرانشی و الکتریکی مثال‌هایی از این دست هستند.

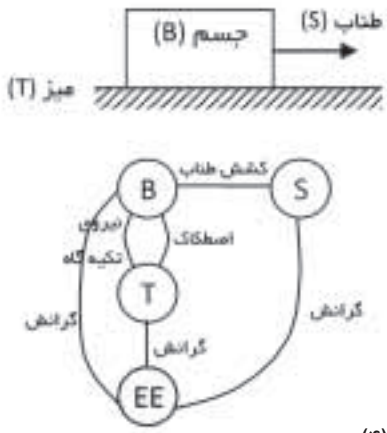
۴) هنگامی که جسمی روی سطحی قرار دارد، سطح حداکثر می‌تواند دو نیرو به جسم وارد کند: یکی نیروی تکیه‌گاه که در جهت عمود به سطح وارد می‌شود و دیگری نیروی اصطکاک که مماس بر سطح وارد می‌شود.

۵) قانون اول نیوتون باید مورد بحث قرار گیرد. دانش‌آموزان باید بدانند برای جسم با سرعت ثابت باید برایند نیروهای وارد بر آن صفر باشد ($\Delta F_y = 0$ و $\Delta F_x = 0$).

۶) در دینامیک، جسم یا اجسامی وجود دارند که حرکت آن‌ها باید تحلیل شود.

رسم طرح دستگاه با کشیدن یک دایره برای نمایش اجسامی که دانش‌آموزان می‌خواهند حرکت آن‌ها را بررسی کنند، آغاز می‌شود. برای نمایش دیگر اجسامی که با اجسام مورد نظر برهم‌کنش دارند، از دایره‌های اضافی استفاده می‌شود. دانش‌آموز باید هر جسم درون طرح را نام‌گذاری کند و نماد مناسبی درون هر دایره برای شناسایی جسم (ی که نمایش می‌دهد) قرار دهد. برای مثال، در شکل(۴) جسمی را مشاهده می‌کنید که توسط طنابی با سرعت ثابت به سمت راست کشیده می‌شود. طرح دستگاه متناظر با آن در سمت چپ نمایش داده شده است. خطوط رسم شده میان دو دایره نشان‌دهنده‌ی برهم‌کنش میان آن‌هاست. هر خط برهم‌کنش که به دایره‌ای ختم شود، به این معنی است که به جسم نمایش داده شده با دایره از طرف جسمی که در طرف دیگر خط است، نیرویی وارد می‌شود. برای مثال، خط برهم‌کنش میان جسم (B) و طناب (S) به این معنی است که طناب به جسم نیرو وارد می‌کند. چون این خط دایره‌ای که طناب را نمایش می‌دهد نیز قطع می‌کند، پس می‌توان نتیجه گرفت که جسم نیز به طناب نیرو وارد می‌کند. پس طرح دستگاه به طور گرافیکی نشان می‌دهد که در برهم‌کنش میان دو جسم، همیشه دو نیرو وجود دارد. علاوه بر این، دو نیروی مرتبط با یک خط برهم‌کنش زوج نیروهای کنش-واکنش هستند.

توجه داشته باشید که هیچ خط برهم‌کنشی میان دایره‌های نمایش‌دهنده‌ی طناب و میز وجود ندارد. زیرا طناب هیچ نیرویی به میز وارد نمی‌کند. به همین دلیل طناب و میز با هم برهم‌کنشی ندارند. (نیروی گرانشی میان تمام اجسام با اندازه‌ی آزمایشگاهی معمولاً نادیده گرفته می‌شوند، زیرا جرم این اجسام در مقایسه با جرم زمین بسیار کوچک است). همان‌گونه که در شکل نشان داده شده می‌توان از دانش‌آموزان خواست تا نوع نیرویی که هر خط نمایش می‌دهد را نیز شناسایی کنند. می‌توان برای نشان دادن این‌که نیرو کمیتی برداری است در محل برخورد هر خط به دایره، علامت سر پیکان را نیز رسم کرد.



شکل (۴)

چون جسم با سرعت ثابت حرکت می‌کند، علاوه بر نیروی عمودی تکیه‌گاه اعمال‌شده توسط وزن جسم، دانش‌آموزان باید با استفاده از قانون اول نیوتون تشخیص دهند که نیروی اصطکاک نیز باید بر جسم وارد شود تا با نیروی اعمال شده بر جسم از طرف طناب برابر باشد.

کل زمین (EE) با جسم در تماس نیست، اما نیروی کنشی از راه دور به آن وارد می‌کند. واژه‌ی «کل» در این‌جا به کار برده می‌شود تا تفاوت میان نیروی گرانشی وارد شده از طرف زمین و نیروی تماس مستقیم وارد شده از طرف زمین بر هر جسمی که با آن در تماس است، مشخص شود. اگر از دانش‌آموزان خواسته شود تفاوت میان نیروهای تماس مستقیم و نیروهای کنش از دور را

پرسش اساسی این است که آیا به کار بردن مدل‌ها در یادگیری مفاهیم و حل بهتر مسائل به دانش‌آموزان کمک می‌کند و اگر چنین است چگونه باید از آن استفاده کرد؟

به صورت دیداری نشان دهند، آن‌ها می‌توانند از خط‌چین برای نمایش برهم‌کنش‌های گرانشی در طرح دستگاه استفاده‌کنند.

از آن‌جا که در این طرح دستگاه چهار خط به جسم متصل شده‌اند، دانش‌آموزان می‌فهمند که چهار نیرو به جسم وارد می‌شود: سه نیروی تماسی و یک نیروی کنش از دور. به آسانی می‌توان گفت که یکی از نیروها توسط طناب به جسم وارد می‌شود، میز دو نیرو و کل زمین یک نیرو به آن وارد می‌کنند.

حالت شامل دو جسم

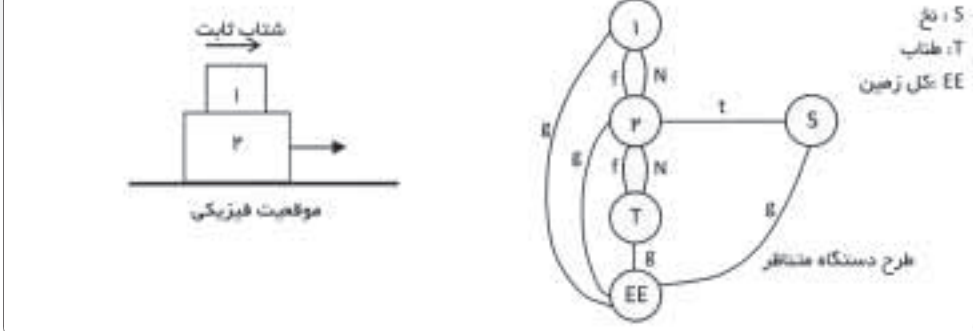
مثال بعدی ارزش طرح دستگاه را بهتر نشان می‌دهد. دو جسم روی میز قرار دارند و جسم ۱ مطابق شکل روی جسم ۲ قرار گرفته است. نخی به جسم زیرین متصل است و نیرویی اعمال می‌شود تا دو جسم با شتاب ثابت حرکت کنند. جسم بالایی روی جسم پایینی نمی‌لغزد و روی آن ساکن است. طرح دستگاه متناظر برای این وضعیت در شکل (۵) زیر رسم شده است.

اگر جسم بالایی در حرکت باشد، باید دانش‌آموزان مشخص کنند که جسم پایینی باید نیروی اصطکاک به جسم بالایی وارد کند. طرح دستگاه آشکارا نشان می‌دهد که به جسم بالایی سه نیرو وارد می‌شود: دو نیرو از طرف میز و یک نیرو از طرف کل زمین. بدون طرح دستگاه دانش‌آموزان سخت‌تر درک می‌کنند که جسم بالایی دو نیرو به جسم پایین وارد می‌کند.

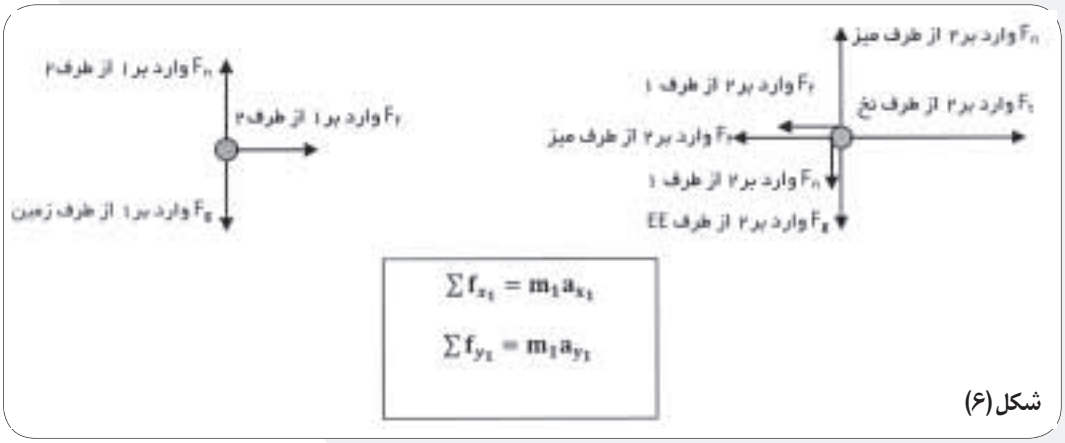
با استفاده از طرح دستگاه دانش‌آموزان باید بتوانند نمودار جسم‌ـ آزاد نشان داده شده در شکل (۶) را رسم کنند. سپس با استفاده از نمودار جسم‌ـ آزاد می‌توانند قانون دوم نیوتون را برای هر جسم بنویسند.

توجه داشته باشید که هر مرحله‌ای در این فرایند دانش‌آموزان را به سطح بالاتری از تجرید می‌رساند که برای کاهش خطاها طراحی شده است. طرح دستگاه پلی برای مرتبط کردن موقعیت عینی فیزیکی و نمودار جسم‌ـ آزاد مفهومی است.

تعیین جهت نیروی اصطکاکی که وارد بر جسم (۱) از طرف جسم (۲) ممکن است برای اکثر دانش‌آموزان



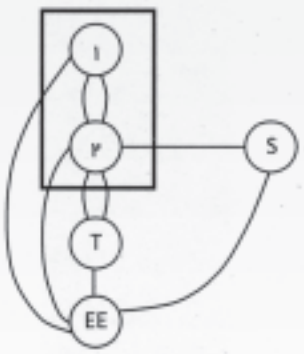
شکل (۵)



شکل (۶)

مشـــکل باشـــد زیرا آن‌ها معمولاً تنها به خاطـــر دارند که نیروی اصطکاک با حرکت جســـم مخالفت می‌کند. آن‌ها فرامـــوش می‌کنند که نیروی اصطکاک با حرکت جســـم نسبت به سطحی که روی آن قرار دارد، مخالفت می‌کند. اگر دانش‌آموزان این مشکل را داشتند از آن‌ها بخواهید تا در صـــورت نبودن اصطکاک میان جســـم ۱ و ۲، حرکت جسم ۱ را توضیح دهند.

هنگام بحث در مورد نیروهـــای داخلی و خارجی و قانون سوم نیوتون طرح دستگاه‌ها به شفافیت موضوع کمک می‌کند. در مثال قبلی این موضوع به خوبی مشاهده شد. در شکل (۷) طرح دستگاه موقعیت فیزیکی مثال بالا را مشاهده می‌کنید. مستطیلی به شکل اضافه شده است تا مجموعه‌ی ویژه‌ای از اجسام را که به بررسی حرکت آن‌ها علاقه‌مندیم، مشـــخص سازد. این مستطیل اجسام درون مجموعه را از اجسام خارج و از آن جدا ساخته است. (این ایده‌ی خوبی است که می‌توان از دانش‌آموزان خواست تا همیشه برای تأکید بر نیروهای وارد شـــده بر جسمی که حرکت آن مد نظر است، مجموعه را با مستطیل یا دایره مشخص کنند). استفاده از طرح دستگاه به این طریق مشخص می‌کند که نیروهای داخلی، نیروهای اعمال شده بر یک جسم توسط جسم دیگری در مجموعه هستند. آن‌ها خط‌هایی هستند که از مرز دســـتگاه عبور نمی‌کنند. طرح دستگاه همراه با مســـتطیل اضافه شـــده به آن نشـــان می‌دهد که نیروهای خارجی از طرف اجسامی که خارج از دستگاه هستند، به اجسام درون آن وارد می‌شود. آن‌ها خط‌هایی هستند که از مرز مســـتطیل عبور می‌کنند و به اجسام خارج از دستگاه وصل می‌شوند. چون هر خط نشان‌دهنده‌ی جفت نیروی مســـاوی اما در خلاف جهت است. طرح دستگاه نمایش واقعی و دیداری را ارائه می‌دهد که نشان می‌دهد نیروهای



شکل (۷): شناسایی نیروهای داخلی و خارجی

داخلی دو به دو همدیگر را خنثی می‌کنند و نیروی خالص وارد بر دستگاه محصور یا مستطیل جمع نیروهای خارجی وارد بر مجموعه است. این طرح دستگاه نشان می‌دهد که دو نیروی داخلی به جسم ۱ و ۲ وارد می‌شوند. هم‌چنین این طرح نشان می‌دهد که به جسم ۱، یک نیروی خارجی و به جسم ۲، چهار نیروی خارجی وارد می‌شود.

استفاده از طرح دستگاه

اکنون به چند قانون اساســـی برای رسم طرح دستگاه توجه کنید:

۱) تمـــام اجســـام بدون هیـــچ جزئیاتی از شـــکل یا ساختارشان نمایش داده می‌شوند.

۲) اگر دو جســـم تأثیری بر یکدیگر داشته باشند، با همدیگر برهم‌کنش دارند. برای مثال در شکل (۱) کتاب بر آجر تأثیر می‌گذارد (آن را بالا نگه می‌دارد) و آجر نیز بر کتاب تأثیر دارد (کمی کتاب را می‌فشارد).

۳) برهم‌کنش‌های میان دو جسم با پیکان‌های دوسویه نمایش داده می‌شوند که نوع برهم‌کنش روی آن‌ها نوشته می‌شود. اگر جسم X بر جسم Y اثر بگذارد، جسم Y نیز بر جسم X اثر می‌گذارد. این سازوکار بعدها در توصیف «قانون سوم نیوتون» به دانش‌آموزان کمک می‌کند.

۴) در دوره‌های فیزیک مقدماتی تنها چهار برهم‌کنش مورد نظر هستند، سه نوع برهم‌کنش غیرتماسی (گرانشی «g»، الکتریکی «e» و مغناطیســـی «m») و یک برهم‌کنش تماســـی (c). تمام برهم‌کنش‌های تماســـی (مانند نیروی عمودی تکیه‌گاه، اصطکاک و غیره) به یک نوع فرو کاسته می‌شوند. یک نوع تماس ترجیح داده می‌شود زیرا این‌کار باعث ساده‌سازی فرایند رسم طرح دستگاه و مدل فیزیکی یک برهم‌کنش می‌شود.

۵) اگر برهم‌کنشـــی در بازه‌ی زمانی مورد نظر تداوم داشته باشد، برای خط‌های برهم‌کنش (پیکان‌های دوسویه‌ی برهم‌کنش) به‌صورت خط پر رسم می‌شوند. در غیر این صورت آن‌ها را باید به‌صورت خط‌چین رسم کرد (شکل ۲- ب).

۶) برهم‌کنش گرانشی تنها میان جسمی بزرگ مانند زمین یا ماه و اجسام دیگر رخ دهد.

۷) مرز دستگاه با رسم خط‌چینی بسته‌ی اطراف یک یا دو جسم مشخص می‌شود.

اگر مطالعه‌ی نیروها مد نظر باشـــد، چند قانون برای

رسم نمودارهایی جسم-آزاد از یک طرح دستگاه کامل شده وجود دارد:

۸) هر جسم یا مجموعه اجسامی که برای آن‌ها می‌خواهیم قانون سوم نیوتون را بنویسیم، باید به‌عنوان دستگاهی جداگانه در نظر گرفته شوند.

۹) نیروها را به‌عنوان شرح برهم‌کنش میان دو جسم مشخص کنید.

۱۰) برای هر خط برهم‌کنشی که از مرز یک دستگاه عبور می‌کند، در نمودار جسم-آزاد متناظر آن دستگاه، تنها و تنها یک نیرو باید وجود داشته باشد. فهمیدن این مورد برای دانش‌آموزان به‌ویژه در دستگاه‌های پیچیده شامل چندین جسم با چندین برهم‌کنش بسیار مفید است.

۱۱) با استفاده از نمادگذاری طرح دستگاه، نماد یک بردار نیرو در نمودار جسم-آزاد (برای مثال $F_{B\to R}$) مشخص می‌شود.[۹]

طرح دستگاه به درک قانون سوم نیوتون و این که زوج نیروهای قانون سوم به دلیل این‌که «از یک برهم‌کنش هستند» اندازه‌ی یکسانی دارند، کمک می‌کند. به کمک طرح دستگاه نتایج تجربی قانع‌کننده‌تر به‌نظر می‌رسند، شاید به این دلیل که سازوکاری «منطقی» برای «توصیف» آن‌ها وجود دارد.

معمولاً طرح دستگاه پیش از تدریس مفهوم به دانش‌آموزان معرفی می‌شود. به این طریق هنگام آموزش مفهوم نیرو از آن‌ها به‌راحتی در مورد اجسام و برهم‌کنش‌ها استفاده می‌شود.

منابع

1. H. A. Simon, Models of discovery and other topics in the methods of science, Dordrecht: Reidel (1977).
2. B. Hinrichs, In edited by J. Marx, P. Heron, and S. Franklin, 2004 Physics Education Research Conference Proceedings, Sacramento, CA, 2004, 117-120.

۳. منظور از آزمون مفهوم نیرو (FCI)، آزمونی پنج گزینه‌ای شامل ۳۰ سؤال است که براساس مفاهیم مکانیک نیوتونی طراحی شده است. این آزمون در سال ۱۹۹۲ به‌وسیله‌ی دیوید هستنز از دانشگاه ایالتی آریزونا و همکارانش منتشر شده است (نسخه‌ی اولیه‌ی آن دارای ۲۹ سؤال بوده است) و از آن موقع در دبیرستان‌ها و دانشگاه‌های آمریکا توسط معلمان مختلف برای اهداف ویژه همانند اثربخشی آموزش به‌کار می‌رود. ترجمه‌ی فارسی این توسط نویسنده‌ی این مقاله از لینک: http://modeling.asu.edu/R&E/FCI-Persian95.pdf قابل دسترسی است.

4. N. Finkelstein, W. Adams, C. Keller, P. Kohl, K. Perkins, N. Podolefsky, S. Reid, and R. LeMaster, *Phys. Rev. St Phys. Edic. Res*. 1, 01010s, (2005).
5. E. Etkina and A. Van Heuvelen, 2001 Physics Education Research Conference Proceedings, Rochester, NY, 2001, pp 17-21.
6. C. DeLeone and E. Gire, edited by P. Heron, L. McCullough and J. Marx, 2005 Physics Education Research Conference Proceedings, Salt Lake City, UT, 2005, 45-48.
7. David Rosengrant, Uugenia Etkina, Alan Van Heuvelen/ An overview of recent research on multiple representation/ The state university of New Jeresy.
8. P. Kohl and N. Finkelstein "edited by J. Marx, P. Heron, and S. Franklin, 2004 Physics Education Research Conference Proceedings, Sacramento, CA, Publisher! 2004, 121-124.
9. Brant E. Hinrichs/ Using the system schema representational tool to promote student understanding of newton's third law/ Department of physics. Drury University.
10. System schemas/ Louis Turner/ The physics teacher/ Oct 2003.

پی‌نوشت

1. H. Simo
2. Kohl
3. Finkelstein
4. Formative evaluation
5. Summative evaluation

برگ اشتراک مجله‌های رشد

شرایط:

۱. پرداخت مبلغ ۷۰/۰۰۰ ریال به ازای یک دوره یک ساله مجله‌ی درخواستی، به صورت علی‌الحساب به حساب شماره‌ی ۳۹۶۶۲۰۰۰ بانک تجارت شعبه‌ی سه‌راه آرمایش (سرخه‌حصار) کد ۳۹۵ در وجه شرکت افست.

۲. ارسال اصل فیش بانکی به همراه برگ تکمیل شده‌ی اشتراک با پست سفارشی. (کپی فیش را نزد خود نگه دارید.)

◆ نام مجله‌های درخواستی:

◆ نام و نام خانوادگی:

◆ تاریخ تولد:

◆ میزان تحصیلات:

◆ تلفن:

◆ نشانی کامل پستی:

استان: شهرستان:

خیابان:

پلاک: شماره‌ی پستی:

◆ در صورتی که قبلاً مشترک مجله بوده‌اید، شماره‌ی اشتراک خود را بنویسید:

کد اشتراک:

امضا:

صندوق پستی مرکز بررسی آثار: ۱۵۸۷۵/۶۵۶۷
صندوق پستی امور مشترکین: ۱۶۵۹۵/۱۱۱
نشانی اینترنتی: www.roshdmag.ir
امور مشترکین: ۰۲۱-۷۷۳۳۶۶۵۶ - ۷۷۳۳۵۱۱۰
پیام‌گیر مجله های رشد: ۰۲۱-۸۸۳۰۱۴۸۲

یادآوری:

◆ هزینه‌ی برگشت مجله در صورت خوانا و کامل نبودن نشانی و عدم حضور گیرنده، برعهده‌ی مشترک است.

◆ مبنای شروع اشتراک مجله از زمان دریافت برگ اشتراک خواهد بود.

IN THE NAME OF GOD

ROSHD

Physics Education Journal

94

Ministry of Education
Organization of Research & Educational Planning
Teaching-Aids Publication Office

www.roshd mag.ir
ISSN: 1606-917X
P.O.Box: 15875/61585
Department of - Physicses , Tehran- Iran
Physicses Education Journal
Vol.26-No.94-2011

Characteristics of efficient teachers/A. Ahmadi 2
Role of education in quality of life/J. Riazi 4
Measurement of speed of light by measuring ε and μ /G. heydari 8
Effect of surface colour on absorption of radiation and thermal energy/M. Jaleh, G. Rastegarnasab & R. Amiri, S. Momeni, S. Miri 12
Astrolabe, Computer of ancient time/ 15
Introduction to earthquake mechanism/M. Rahbar 18
Time microscope/F. Namiranian 26
Teaching abstract concepts of moders physics by application of laser in industry and medicl enginearing/M. Kaboudvand & A. Esmailpour & A. Badrian 28
Dr. A. ghalam siah/E. Moatamedi 36
Demonstration of weightlessness and Cartesian diver/M. Roohnavaz 38
The flying circus of physics/J. Walker 40
How British metallurgists made the first international kilograms and meters/M. Moradvasi 44
23th international yonng physicist tournament/A. Seid Fadai 46
Report of students performance in physics 1 and laboratory/F. Sadre Erhami 48
Registeration of tuning fork vibrations/A. Mofidi 51
Physics frontrier/M. Rahbar 52
A model for better understanding of Newton's laws 56

Magazin Editor :
Mohammad Naseri
Editor- in- chief :
Manijeh Rahbar
Executive Director :
Ahmad Ahmadi
Graphic Designer :
Shahrokh Kharaghani
Editor Board :
Ahmad Ahmadi,
Rouhollah Khalili,
M.R. Khoshbin-e-khoshnazar,
Jafar Mehrdad,
Manijeh Rahbar

دفتر انتشارات کمک آموزشی

با مجله‌های رشد آشنا شوید

مجله‌های رشد توسط دفتر انتشارات کمک‌آموزشی سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وابسته به وزارت آموزش و پرورش تهیه و منتشر می‌شوند:

مجله‌های دانش‌آموزی
(به صورت ماهنامه و ۸ شماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شوند):
(برای دانش‌آموزان آمادگی و پایه‌ی اول دوره‌ی دبستان)
(برای دانش‌آموزان پایه‌های دوم و سوم دوره‌ی دبستان)
(برای دانش‌آموزان پایه‌های چهارم و پنجم دوره‌ی دبستان)
(برای دانش‌آموزان دوره‌ی راهنمایی تحصیلی)
(برای دانش‌آموزان دوره‌ی متوسطه‌ویش‌دانشگاهی)

مجله‌های بزرگسال عمومی
(به صورت ماهنامه و ۸ شماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شوند):
◆ رشد آموزش ابتدایی ◆ رشد آموزش راهنمایی تحصیلی ◆ رشد تکنولوژی آموزشی ◆ رشد مدرسه فردا ◆ رشد مدیریت مدرسه ◆ رشد معلم

مجله‌های بزرگسال و دانش‌آموزی اختصاصی
(به صورت فصلنامه و ۴ شماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شوند):
◆ رشد برهان (مجله ریاضی برای دانش‌آموزان دوره‌ی راهنمایی تحصیلی) ◆ رشد برهان (مجله ریاضی برای دانش‌آموزان دوره‌ی متوسطه) ◆ رشد آموزش راهنمایی ◆ رشد آموزش قرآن ◆ رشد آموزش معارف اسلامی ◆ رشد آموزش زبان و ادب فارسی ◆ رشد آموزش علوم اجتماعی ◆ رشد آموزش هنر ◆ رشد آموزش مشاور مدرسه ◆ رشد آموزش تربیت‌بدنی ◆ رشد آموزش زبان ◆ رشد آموزش ریاضی ◆ رشد آموزش تاریخ ◆ رشد آموزش جغرافیا ◆ رشد آموزش زیست‌شناسی ◆ رشد آموزش زمین‌شناسی ◆ رشد آموزش فیزیک ◆ رشد آموزش شیمی ◆ رشد آموزش فنی‌وحرفه‌ای ◆ رشد آموزش پیش‌دبستانی

مجله‌های رشد عمومی و اختصاصی برای آموزگاران، معلمان، مدیران و کارکنان اجرایی مدارس، دانش‌جویان مراکز تربیت‌معلم و رشته‌های دبیری دانشگاه‌ها و کارشناسان تعلیم و تربیت تهیه و منتشر می‌شوند.

◆ نشانی: تهران، خیابان ایرانشهر شمالی، ساختمان شماره‌ی ۴ آموزش‌وپرورش، پلاک ۲۶۶، دفتر انتشارات کمک‌آموزشی.
◆ تلفن و نمابر: ۸۸۳۰۱۴۷۸ـ۰۲۱