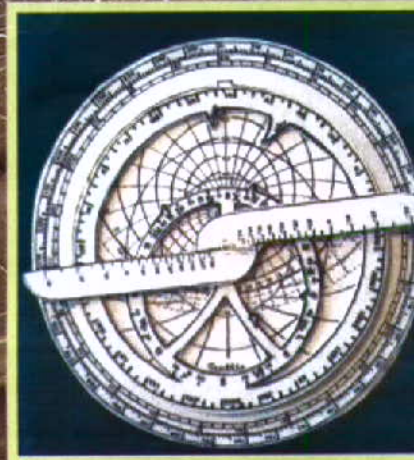
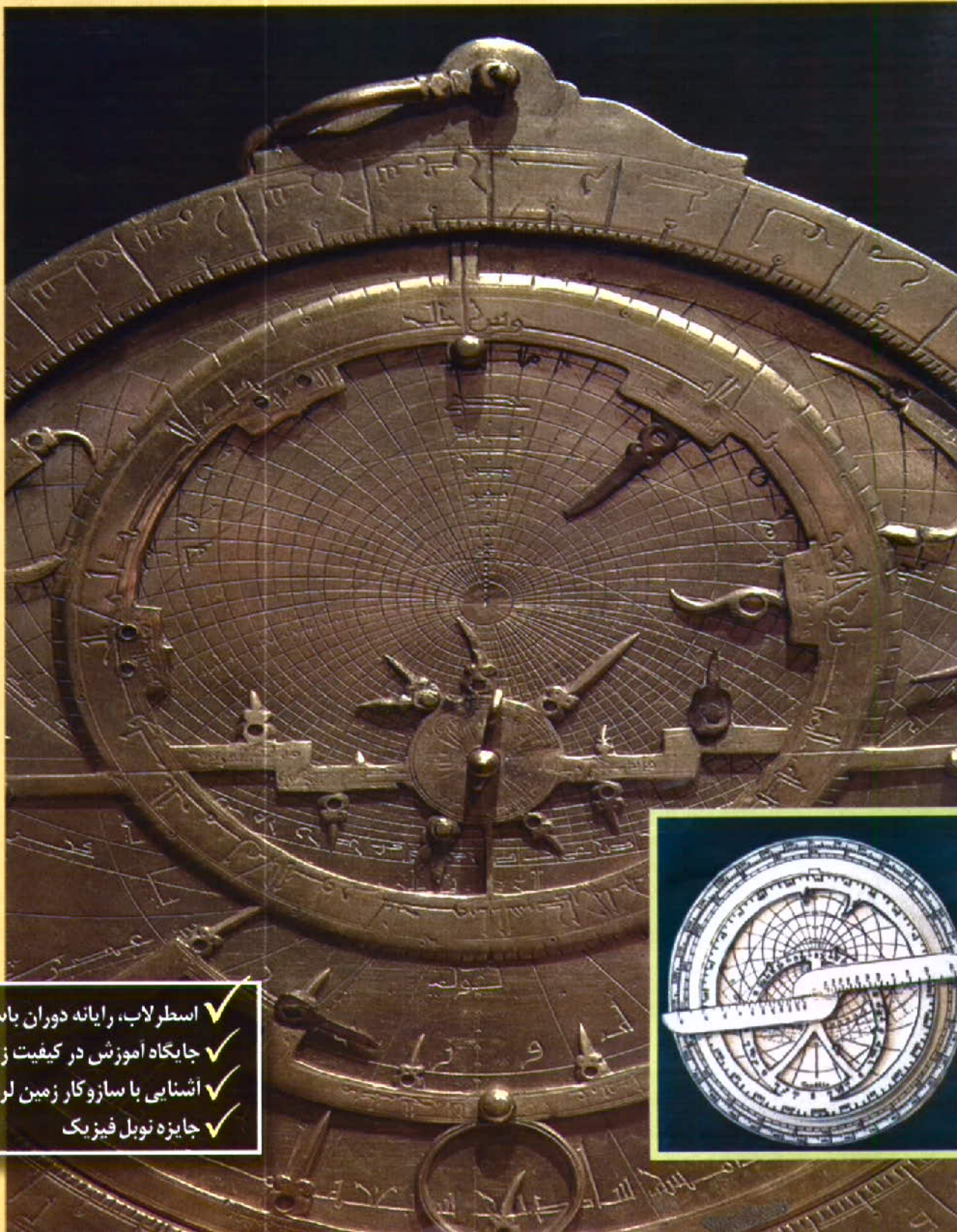


نورده بیست و ششم،  
شماره‌ی ۳  
بهار ۱۳۹۰  
۶۴ صفحه  
۵۰۰۰ ریال

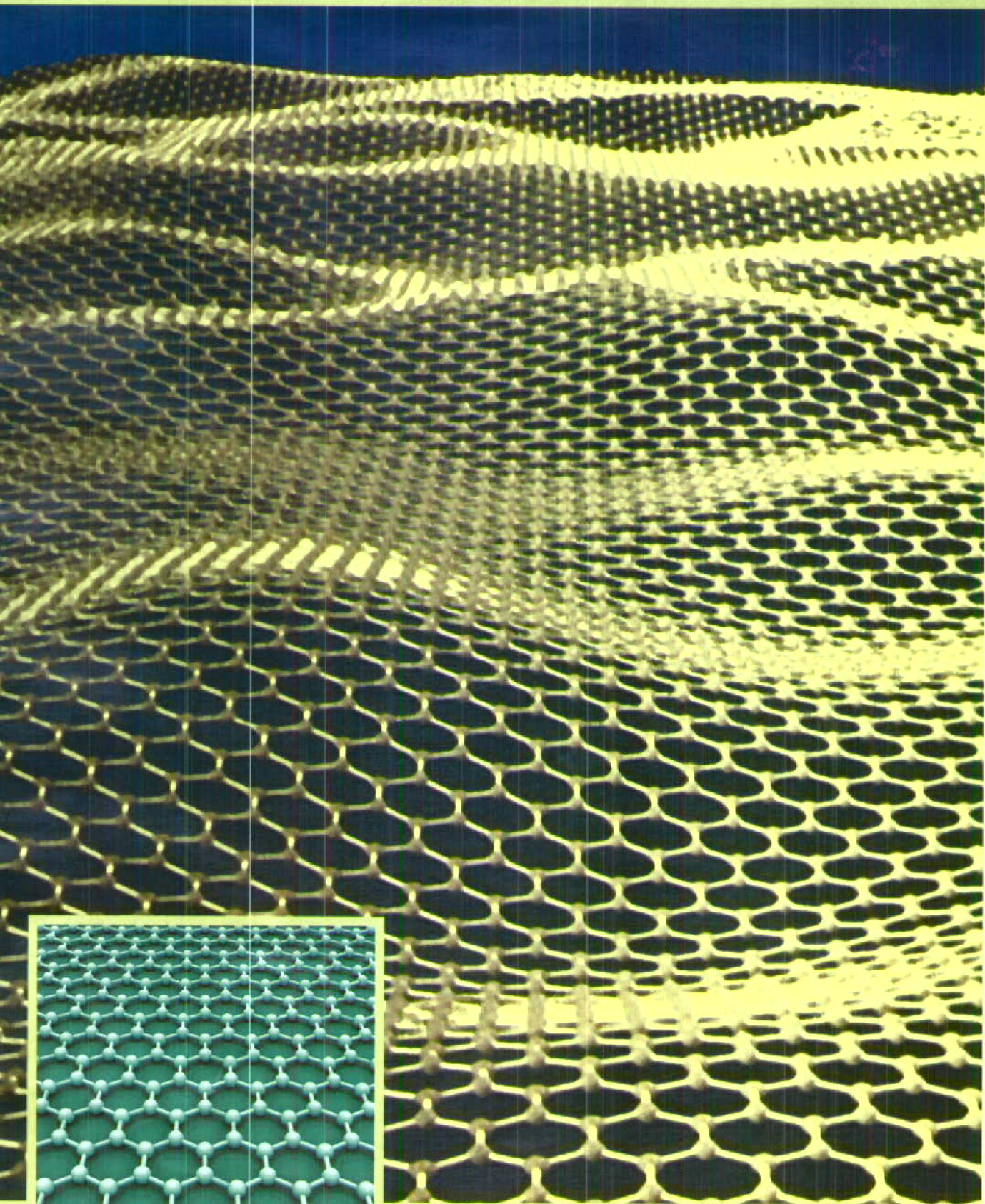
نامه‌ی آموزشی، تحلیلی و اطلاع‌رسانی

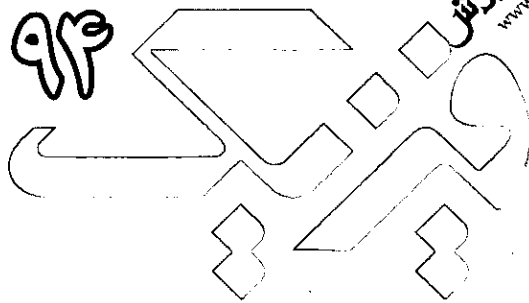


وزارت آموزش و پرورش  
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی  
دفتر انتشارات کمک آموزشی



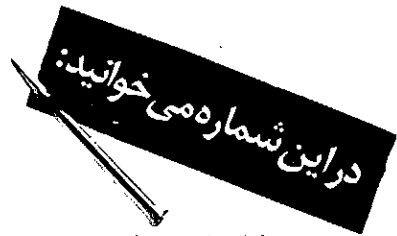
- ✓ اسطرلاب، رایانه دوران باستان
- ✓ جایگاه آموزش در کیفیت زیستن
- ✓ آشنایی با سازوکار زمین لرزه
- ✓ جایزه نوبل فیزیک





فصلنامه‌ی آموزشی، تحلیلی و اطلاع رسانی

برای آموزگاران، دبیران، دانشجویان تربیت معلم



◆ دوره‌ی بیست و هشتم ◆ شماره‌ی ۳ ◆ بهار ۱۳۹۰  
◆ مدیر مسئول: محمدناصری  
◆ سردبیر: دکتر منیژه رهبر  
◆ مدیر داخلی: احمد احمدی  
◆ هیئت تحریریه: احمد احمدی، روح الله خلیلی بروجنی،  
محمد رضا خوش بین خوش نظر، منیژه رهبر، سید جعفر مهرداد  
◆ طراح گرافیک: شاهرخ خره‌غانی  
◆ ویراستار: منیژه رهبر

◆ وبگاه: www.roshdmag.ir  
◆ رایانامه: physics@roshdmag.ir  
◆ نشانی دفتر مجله: تهران، ابرانشهر شمالی، شماره‌ی ۲۶۶.  
✉ نشانی پستی مجله: تهران، صندوق پستی ۱۵۸۷۵/۴۵۸۵  
☎ تلفن دفتر مجله:  
۰۲۱-۸۸۳۰۵۸۶۲ (داخلی ۳۷۴-۳۷۰)  
☎ خط گویای نشریات رشد:  
۰۲۱-۸۸۳۰۱۴۸۲  
◆ مدیر مسئول: ۱۰۲  
◆ امور مشترکین: ۱۱۴  
◆ صندوق پستی امور مشترکین: ۱۶۵۹۵/۱۱۱  
☎ امور مشترکین: ۷۷۲۳۳۶۶۵۶ و ۷۷۲۳۵۱۱۰  
◆ شمارگان: ۱۰۰۰۰ نسخه  
◆ چاپ: شرکت افست (سهامی عام).

۲	ویژگی‌های معلمان کارآمد در آموزش فیزیک	احمد احمدی
۴	جایگاه آموزش در کیفیت زیستن	جهنگیر ریاضی
۸	اندازه‌گیری سرعت نور با اندازه‌گیری ثابت الکتریکی و ثابت مغناطیسی غلامحسین حیدری	
۱۲	تأثیر رنگ سطح بر میزان تابش و جذب انرژی گرمايي مهشیدزاده... غلامحسین رستگار نسب	
۱۵	اسطرلاب رایانه دوران باستان	ارژنده شاکری
۱۸	آشنایی با ساز و کار زمین لرزه	سوزان لایونز
۲۶	میکروسکوپ زماني	فرانک نمیرانیان
۲۸	آموزش مفاهیم انتزاعی فیزیک نوین به کمک کاربردهای لیزر در صنعت و مهندسی پزشکی	محمد کبودوند ایوب اسماعیل پور، غابد بدریان، محمد شمس اسفندیادی
۳۶	دکتر ابوالقاسم قلمسیاه	اسفندیار متمدی
۳۸	نمایش بی‌وزنی و غواص دکارتی	دوزوروف ویلنکین
۴۰	نمایش هیجان انگیز فیزیک (قسمت دوازدهم)	یرل واکر
۴۲	چگونه فلزشناسان بریتانیایی اولین «کیلوگرم‌ها» و «مترها» بین المللی را ساختند؟	
۴۶	مسئله‌های بیست و سومین دوره‌ی مسابقات بین المللی فیزیکدانان جوان آرتاسیدفای	
۴۸	گزارش کار دانش‌آموزان فیزیک ۱ و آزمایشگاه	فروغ صفر لرحامی
۵۱	ثبت از تعاش‌های دیاپازون	عزیزه مفیدی
۵۱	جایزه‌ی نوبل فیزیک ۲۰۱۰	منیژه رهبر
۵۶	مدلی فیزیکی برای درک بهتر قانون‌های نیوتون	مصومه قاسمی

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

قابل توجه نویسندگان و مترجمان گرامی

مجله‌ی روشنی فیزیکی، تخصصی تحقیقات پژوهشی و تخصصی تحقیقات علمی و تحصیلات عالی و تربیت نیروی انسانی است. در صورت امکان چاپ در هر صورتی که هر نشریات علمی عریج کننده در هر گشته به هر صورتی که چنانچه 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.
- ◆ نشر 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 معادله‌های فارسی واژه‌ها و اصطلاحات استفاده شود.
- ◆ بی‌نوشت‌ها 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 مبنی بر 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.

# فیزیک در آموزش معلمان کارآمد ویژگی‌های



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. بسنده کردن 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. درحالی که 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 به راحتی 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 به نمایش 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 بهره‌گیرد. معمولاً برنامه‌های درسی طوری طراحی می‌شوند که دبیران محترم بتوانند از یک طیف گسترده برای تدریس در کلاس بهره‌گیرند و به این ترتیب فرصتی برای یادگیری فعال، ایجاد کنند و ضمناً به نوآوری در روش‌ها و فنون تدریس تشویق شوند.

یا نقلی القلیب و الا بصائر  
فی کتب تدبیری همه و دیده‌گان  
یا صیبر اللیل و الصیبر  
فی بنات المیزان فی ذوق و صحف  
یا صحول الحول و الاحوال  
فی تمیص صندقی صندف و حلال  
حول حالک الی احسن الحال  
صیبر همه حلال ما و با چه چه حلال

فرارسیدن بهار و فصلی مناسب  
برای استیلاست برای پیروزی گردن  
بناقی و اطلاعات حرکتی خورد و  
آگاهی از نگرش‌ها و دیده‌گاه‌های  
چندین آموزشی

ما باید به‌طور مرتب آثار  
بزرگ کائنات را در اختیار  
کعبه تا بتوانیم نسبت به نگرش‌های  
چندین آموزشی آگاهی بیشتری  
را به دست آوریم یا اطلاعات و  
با دلائل صحت و کثرت شیوه‌های  
تدریسی خود را پایه‌گذاری کنیم  
و اصلاح کنیم و به نگرش‌های مبتدعی  
و آگاهی از دیده‌گاه‌ها و دیدگاه‌ها  
شیوه‌های چندین 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 ارائه جذاب، چالش‌برانگیز و مناسب مطالب علمی را داشته باشند.

۴. در آموزش فیزیک نقش الگو را داشته باشند و خود آینده‌ی 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.

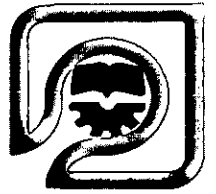
۱۰. با نرم‌افزارهای مختلف آموزش آشنا بوده و در آموزش فعال خود، از آن‌ها بهره می‌گیرند.

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.



تجربه‌های آموزشی

جهانگیر ریاضی

کلید واژه‌ها:

آموزش کیفی، زندگی کیفی، محیط آموزشی، تعامل پویا، رفتار پویا، نگاه مهربان

# جایگاه آموزش د

**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 دانش آموخته‌ی 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 بدانند 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. به طوری 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 دانش آموخته‌ی محیط آموزشی، 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 نازیباي تکرار

تغییردهیم.

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

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. بشه 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

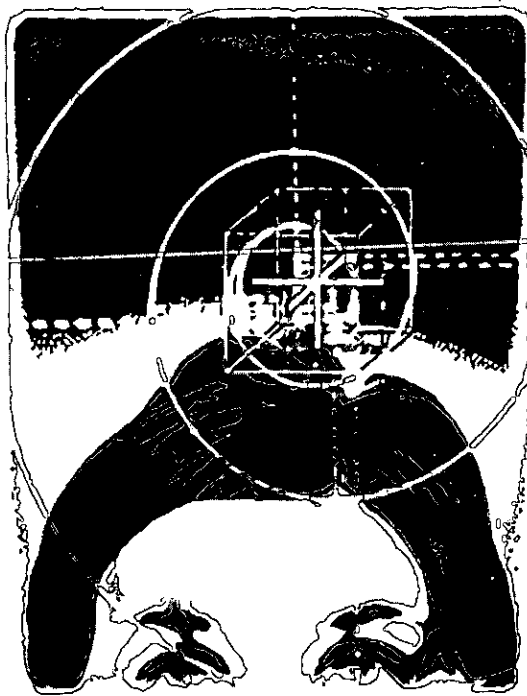


# یافتن کیفیت زیستن

## مدیریت زندگی کیفی

ویژگی بسیار مهم در زندگی کیفی، هدفمند بودن آن است. مجموعه‌ای از اهداف که دستیابی به هر یک از آنها نیازمند شناخت 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 مشارکت تمامی عناصر در یک فرایند و استفاده‌ی فعال از

این همه یعنی یافتن مسیرهای متفاوت برای حضور در یک رابطه، نیازمند اندیشه‌ای خلاق و کیفیت‌گراست. فراموش نباید کرد که مفهوم تکرار وابسته به مسیرهایی است که اجزای اصلی تشکیل دهنده‌ی آنها، ویژگی کیفی خود را از دست داده و شرایطی ایستار پذیرفته باشند. اما چگونه می‌توان مسیرهای متفاوت و جدید ورود به تعامل را یافت؟ دست‌کاری در عناصر مسیر 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 نمی‌شود. 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 داشت. باید فرصت‌هایی ایجاد کرد تا فرد بتواند خود در طراحی مسیر و فرایند ورود به تعامل، فعالانه شرکت 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.



حداکثر ظرفیت هر یک از آنهاست. اندیشه و آموزه‌های سنتی امکان بروز خلاقیت و استفاده از ظرفیت‌های گسترده‌ی انسان را از بین می‌برد. آموزش نوین با ایجاد فرصت‌های مناسب برای تجربه و اندیشه‌ی شخصی، امکان دستیابی به گستره‌ی وسیعی 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 است. ظرفیت و توانمندی‌های لازم برای ایجاد

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

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 حالی که 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.

### 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 تجربه‌شده 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 حالی که 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 و ویژگی عدم شناخت و نبود آگاهی لازم برای رویارویی با یک وضع مشخص است. کمیت‌ها با مدیریتی

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 مشخصی باشد



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

از این منظر می‌توان از مسیرهایی متفاوت، با اندیشه‌ها و برنامه‌هایی متفاوت وارد فضای رویداد شده و آرایه‌هایی متفاوت از عناصر تشکیل دهنده 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 مسیر صحیح را پیموده باشند. عدم تشخیص چرایی‌ها در یک مسئله‌ی معین، سبب طرح مسیر و راه‌حل‌هایی نادرست برای عبور از موانع می‌شود. یکی از ویژگی‌های نگرش کیفی، داشتن صبوری و به‌کارگیری روش علمی در تشخیص چرایی‌ها است. شتاب‌زدگی برای یافتن چگونگی عبور از موانع بدون وجود پشتوانه‌ی علمی از چرایی‌ها، مسیر آسیب‌ها را در فرایند عبور، هموار می‌کند. از سوی دیگر تحلیل و اولویت‌بندی چرایی‌ها در یک مسئله‌ی مشخص بسیار اهمیت دارد. شاید در مورد هر پدیده یا رویداد معین با پرسش‌هایی مختلف و دارای اهمیت و ارزش‌هایی متفاوت برخورد کنیم. مهم، یافتن پرسش و چرایی‌هایی است که دارای ارزش کیفی هستند و پاسخ به آن‌ها می‌تواند راه عبور از سایر موانع را هموار کند. ذهن جزئی‌نگر و کمیت‌گرا توانایی یافتن پرسش‌های بنیادی در مجموعه‌ی پرسش‌ها را ندارد. لازمه‌ی این کار، داشتن نگرش جامع به پدیده‌ها و رویدادهاست. نگرشی 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 است. 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

وجود دانش تخصصی در قلمروهای مختلف باعث می‌شود عناصر کیفی در آن قلمرو بیشتر رشد کرده و مانع از اظهارنظر و بررسی‌های غیرعلمی و غیرتخصصی گردد. 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. بنابراین لازم است که حرمت‌گذاری به دیدگاه‌های علمی و تخصصی به عنوان سازه‌ای اخلاقی در راستای ترویج اندیشه‌ی کیفیت‌گرا و دانا، مورد پذیرش واقع گردد. دانش عمومی در قلمرو نگرش می‌تواند راهنمای خوبی در کاهش خطا ضمن عبور از موانع باشد. در حالی که دانش تخصصی دارای پشتوانه‌ای از نگرش‌های علمی می‌تواند با درک علمی از چرایی‌ها، طراح کل فرایند حل مسئله و به‌کارگیری چگونگی باشد.

### نگاه مهربان به انسان و مناسبات انسانی

یکی از ویژگی‌های نگرش کیفی، تلاش در جهت دستیابی به آرامش و رضایت‌مندی و احساس زیبایی شناختی است. آرامشی که نتیجه و امتداد نگاهی مهربان به انسان 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 چنین فرصت‌هایی، امکان 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 می‌سازد که زیبایی و آرامش را همراه دارند، برای حل مسائل و عبور از موانع، به هر شکل از خشونت آن پرهیز می‌کند و در این مسیر از فضیلت‌های انسانی دور نمی‌شود. این نگاه جهان را موجودی زنده و پویا می‌بیند و از انسجام، وحدت، و زیبایی طبیعت بسیار می‌آموزد و این آموزه‌ها را در عرصه‌های مختلف بهتر زیستن به کار می‌بندد. نگاه مهربان انسان‌ها 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

غلامحسین حیدری  
دانشکده علوم، دانشگاه ملایر

# اندازه‌گیری سرعت نور با اندازه‌گیر

سرعت نور در خلأ

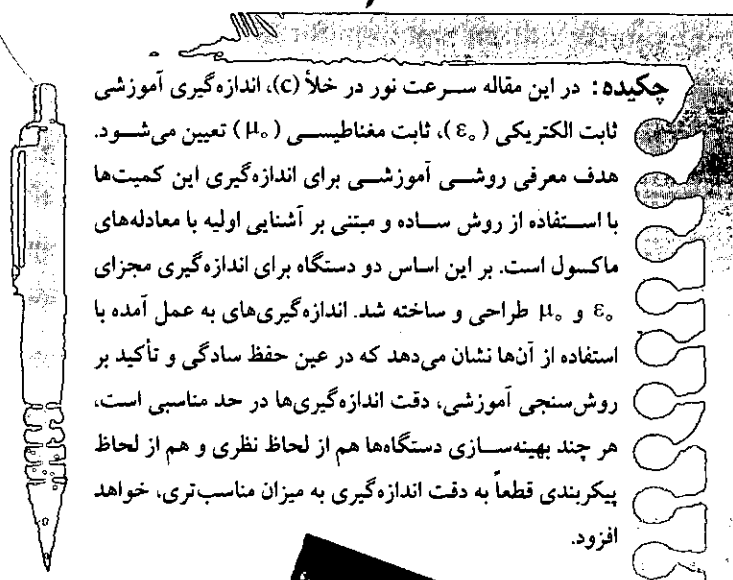
( $299792458 \text{ km/s}$ ) منتشر کردند

که در آن زمان از دقت مناسبی نیز برخورداران

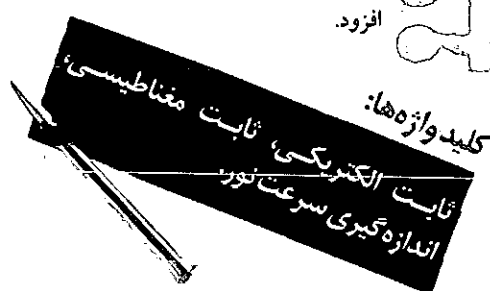
بود. در این مقاله روش آموزشی اندازه‌گیری  $\epsilon_0$  و  $\mu_0$  به صورت مجزا و از روی آن‌ها تعیین ثابت «سرعت نور در خلأ» مورد بررسی قرار گرفته است. هدف طراحی دستگاه آموزشی بود که از لحاظ نظری به آشنایی معادله‌های ماکسول نیاز دارد و در عین حال دقت مناسبی نیاز دارد، به طوری که در مواردی مثل آزمایشگاه فیزیک الکتریسته - 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 $\epsilon_0$

برای اندازه‌گیری  $\epsilon_0$  از برابری نیروی وزن و نیروی الکتریکی اعمال شده بر یک ورقه‌ی آلومینیومی 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 آلومینیومی بر اثر نیروی الکتریکی از صفحه‌ی پایینی بلند می‌شود و دو



**چکیده:** در این مقاله سرعت نور در خلأ (c)، اندازه‌گیری آموزشی ثابت الکتریکی ( $\epsilon_0$ )، ثابت مغناطیسی ( $\mu_0$ ) 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  $\epsilon_0$  و  $\mu_0$  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، هر چند بهینه‌سازی دستگاه‌ها هم از لحاظ نظری و هم از لحاظ پیکربندی قطعاً به دقت اندازه‌گیری به میزان مناسب‌تری، خواهد افزود.



مقدمه

یکی از دقیق‌ترین اندازه‌گیری‌های حاصل ضرب ثابت الکتریکی ( $\epsilon_0$ ) [۱] در ثابت مغناطیسی ( $\mu_0$ ) [۱] در سال ۱۹۰۷ در مؤسسه ملی استاندارد آمریکا توسط ای.بی.روزا<sup>۱</sup> و ان.ای دورسی<sup>۲</sup> انجام شده [۵-۲]. آن‌ها عکس جذر اندازه‌گیری شده‌ی این دو ثابت را به عنوان

# تأثیر الکتریکی و ثابت مغناطیسی

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

$$F_c = |Q_{\text{top}} \vec{E}_{\text{top}}| = \sigma A = \frac{\Delta V}{2d} = \frac{\epsilon_0 A (\Delta V)^2}{2d^2} \quad (2)$$

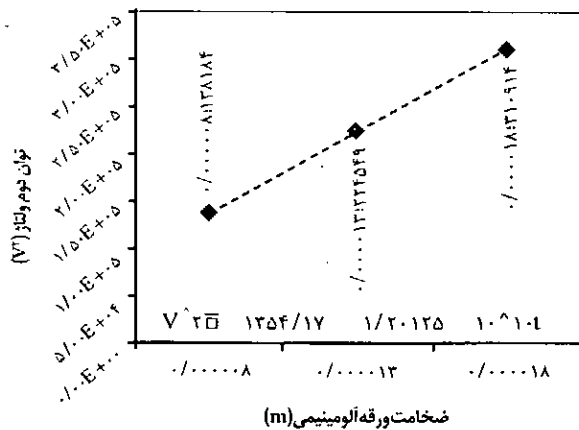
که  $\sigma$ ،  $d$  و  $\Delta V$  به ترتیب چگالی بار سطحی ورقه (که با چگالی بار سطحی صفحه خازنی یکسان فرض شده)، فاصله بین دو صفحه خازن و اختلاف پتانسیل بین دو صفحه خازن هستند. ضریب  $1/2$  به خاطر این وارد شده است که میدان صفحه بالایی نصف میدان کل برآورد شده است. از برابری دو نیرو و ساده‌سازی نتیجه می‌شود:

$$(\Delta V)^2 = \left( \frac{2d^2 \rho g}{\epsilon_0} \right) t \quad (3)$$

بنابراین از روی شیب خط  $(\Delta V)^2$  بر حسب  $t$  می‌توان  $\epsilon_0$  را به دست آورد.

## تحلیل داده‌های به دست آمده جهت تعیین $\epsilon_0$

همان‌طور که در شکل ۲ نشان داده شده است با استفاده از رگرسیون خطی شیب خط ذکر شده در معادله ۳ با توجه به سه داده‌ی به دست آمده عبارت است از  $1/20.125 \times 10^{-17} \text{ m} / (\text{s}^2 \cdot \text{V}^2)$  و در نتیجه مقدار بنابراین با توجه به مقدار  $9/91217 \times 10^{-12} \text{ kg} \cdot \text{m} / (\text{s}^2 \cdot \text{V}^2)$   $8/8522 \times 10^{-12} \text{ C}^2 / (\text{N} \cdot \text{m}^2)$  خطای نسبی آن در حدود  $11/95$  درصد است.



شکل ۲ منحنی توان دوم ولتاژ بر حسب ضخامت ورقه آلومینیمی

بر اساس رابطه ۳، مورد استفاده برای اندازه‌گیری  $\epsilon_0$

صفحه

خازن را اتصال

کوتاه می‌کند، ولت‌سنج ۲

(کلید انتخابگر ولت‌سنج بر روی هزار ولت

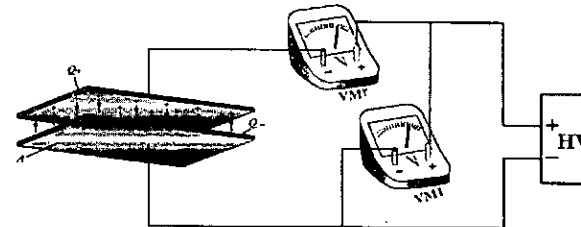
DC انتخاب شد) ولتاژ را ثابت می‌کند و ولت‌سنج ۱، افت ولتاژ را نشان می‌دهد.

## بررسی دستگاه مورد استفاده در اندازه‌گیری $\epsilon_0$

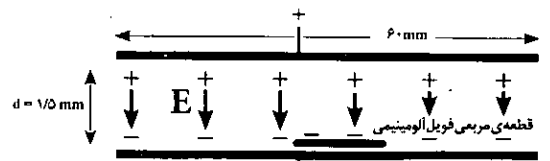
اندازه‌ی نیروی وزن ورقه آلومینیمی عبارت است از:

$$W_{Al} = m_{Al} g = \rho A t g \quad (1)$$

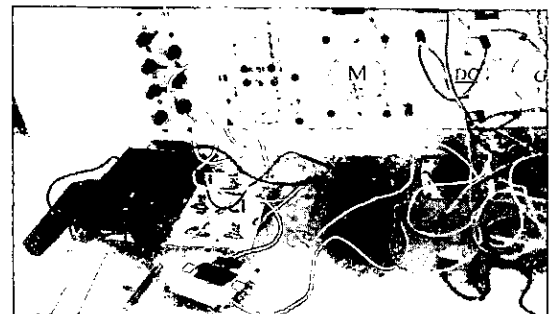
که  $t$  و  $A$ ،  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ ،  $\rho = 2700 \text{ kg/m}^3$  به ترتیب چگالی آلومینیم، شتاب ناشی از گرانش، مساحت و ضخامت ورقه‌ی آلومینیمی هستند.



شکل ۱ طرح کلی دستگاه



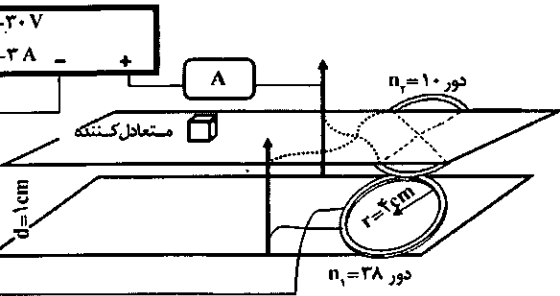
شکل ۲ خازن دستگاه از نمایی دیگر



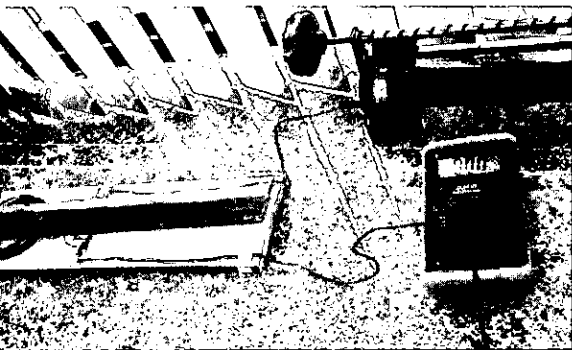
شکل ۳ نمونه‌ای عملی از دستگاه اندازه‌گیری

خط 1<sup>ا</sup> بر حسب m می توان  $\mu_0$  را به دست آورد.

### جدول ها، شکل ها و رابطه های ریاضی



شکل ۱۲ طرح کلی دستگاه مورد استفاده برای اندازه گیری  $\mu_0$



شکل ۱۳ نمونه ای عملی از دستگاه اندازه گیری

### تحلیل داده های به دست آمده برای تعیین $\mu_0$

همان طور که در شکل ۴ نشان داده شده است با استفاده از رگرسیون خطی شیب خط ذکر شده در معادله ۵، با توجه به سه داده به دست آمده عبارت است از  $4571/628^2 / \text{kg}$  و در نتیجه مقدار  $1/41 \times 10^{-6} \text{ N/A}^2$  برای  $\mu_0$  اندازه گیری شد. بنابراین با توجه به مقدار  $1/2566 \times 10^{-6} \text{ T.m/A}$  خطای نسبی آن در حدود ۱۲/۲ درصد است.

### ترکیب نتیجه ها و تعیین سرعت نور

با استفاده از رابطه  $c_0 = 1/\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}$  و نتیجه های به دست آمده برای  $\epsilon_0$  و  $\mu_0$  سرعت نور  $2/675 \times 10^8 \text{ m/s}$  به دست می آید که با توجه به مقدار سرعت نور در خلأ

### روش ساخت دستگاه مورد استفاده در اندازه گیری $\mu_0$

این دستگاه از دو سیم پیچ دایره ای تشکیل شده است که به فاصله  $d$  از یکدیگر (در مقایسه با شعاع سیم پیچ کوچک است) قرار دارند. در تقریب اول ساختار مورد نظر را به صورت دو سیم موازی به فاصله  $d$  در نظر می گیریم. شکل ۳ طرح دستگاه مورد استفاده در اندازه گیری  $\mu_0$  را نشان می دهد. هنگامی که جریان در دو سیم پیچ که به صورت سری با یکدیگر قرار گرفته اند، در جهت مخالف برقرار می شود بر اثر نیروی دافعه سیم پیچ حلقوی پایینی (۱) به بالایی (۲) تعادل دستگاه به هم می خورد و حول محور چرخش مشخص شده، می چرخد. با اضافه کردن یک وزنه مناسب و جابه جا کردن آن و یا تغییر جریان به ازای وزنه مشخص، تعادل دستگاه برقرار می شود (گشتاور نیروی وزن با گشتاور نیروی مغناطیسی برابر شود). می توان وزنه های سبک (مثل ورقه های آلومینیومی کوچک) را مستقیماً بر روی مرکز حلقه بالایی قرار داد تا تعادل برقرار شود (بنابراین با توجه به مساوی فرض کردن بازوهای گشتاور، می توان مستقیماً تساوی نیروی وزن و نیروی مغناطیسی را در نظر گرفت).

### بررسی دستگاه مورد استفاده در اندازه گیری $\mu_0$

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

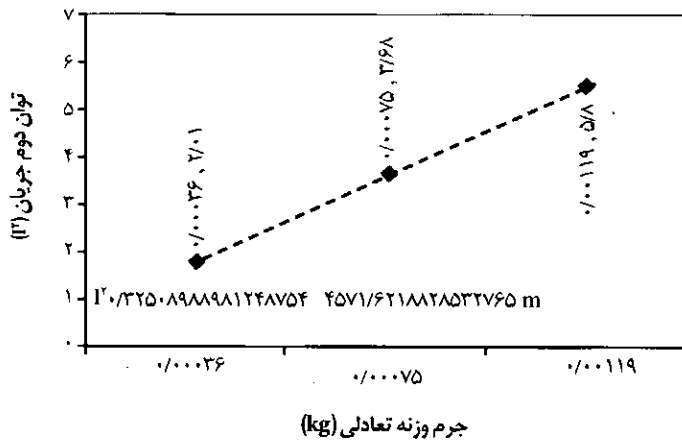
$$F_{\text{mag}} = \mu_0 \frac{n_1 n_2 I^2 r}{d} \quad (4)$$

که در آن به ترتیب  $n_1$ ،  $n_2$ ،  $r$ ،  $d$  و عبارتند از: تعداد حلقه های سیم پیچ ۱، تعداد حلقه های سیم پیچ ۲، مقدار جریان، شعاع و فاصله بین حلقه ها. پس از برقراری جریان، با گذاشتن وزنه های کوچک (مثل ورقه های آلومینیومی)، می توان تعادل اولیه دستگاه را که یا چرخش حول محور مشخص می شود برقرار کرد.

از تساوی دو نیرو (با توجه به برابری بازوهای گشتاور) و ساده سازی آن، رابطه ی زیر به دست می آید:

$$I^2 = \left( \frac{gd}{\mu_0 n_1 n_2 r} \right) m \quad (5)$$

که در آن  $m$  جرم وزنه تعادلی است. بنابراین از روی شیب



خطای نسبی ،  $299792458 \text{ m/s}$   
اندازه گیری برای سرعت نور، ۱۱ درصد است.

شکل ۴ منحنی توان دوم جریان برحسب جرم وزنه تعادلی براساس رابطه ۵، مورد استفاده برای اندازه گیری  $\mu_0$

### نتیجه گیری

هدف اصلی این بررسی، اندازه گیری آموزشی کمیت های  $\epsilon_0$  و  $\mu_0$  (به همراه تعیین  $c_0$ ) بود به طوری که دستگاه طراحی شده با ابعاد آموزشی، سادگی نظری (در حد فیزیک پایه الکتریسیته-مغناطیس) و سادگی عملی همراه باشد. بنابراین با توجه به دستگاه های معرفی شده و نتیجه های به دست آمده، چنین به نظر می رسد که این بررسی با اهداف ذکر شده، مطابقت دارد.

تصمیم گیری در رابطه با مشخص کردن دقت نهایی روش های مورد استفاده به مواردی مثل: پیکربندی دقیق دستگاه ها، تکرار هدفمند اندازه گیری ها، بهینه سازی پارامترهای در دسترس و... احتیاج دارد. بنابراین نتیجه های ذکر شده در این بررسی، نباید به عنوان بهترین داده های حاصل شده با استفاده از این روش در نظر گرفته شوند. استفاده از تقریب های بهتر در نظریه ی مسئله، از دیگر مواردی است که می تواند دقت اندازه گیری ها را افزایش دهد. به عنوان مثال در دستگاه مورد استفاده برای اندازه گیری  $\epsilon_0$  در نظر گرفتن اثرهای لبه ای و در دستگاه مورد استفاده برای اندازه گیری  $\mu_0$ ، در نظر گرفتن سهم میدان مغناطیسی حلقه ۱ بر ۲ که مستقیماً در زیر حلقه ی ۲ قرار نگرفته است می تواند تقریب های ذکر شده در قسمت های قبل را بهبود بخشد و در نتیجه، مقدارهای دقیق تری برای مقادیر اندازه گیری شده به دست آورد که برای سادگی، در این جا مورد بررسی قرار نگرفته اند.

### پی نوشت:

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

### 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 determining the ratio of the electromagnetic to the electrostatic unit of electricity, 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).



آزمایشی

کلیدواژه‌ها:

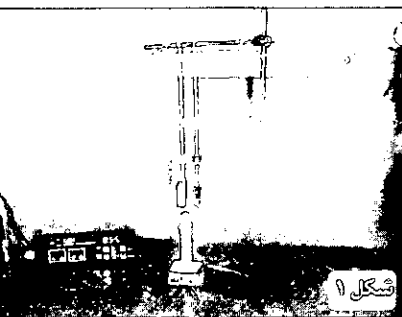
تابش، جذب انرژی گرمایی، سطح صیقلی، دما.

# بر میز تأثیر رنگ سطح

کمک در پوش 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 به طوری که ارتفاع آن‌ها از سطح میز یکسان باشد. شمع را طوری قرار دادیم که فاصله‌ی آن از هر کدام از گیرنده‌ها یکسان باشد. از دماسنج‌هایی استفاده کردیم که با هم هم‌خوانی داشتند. دمای آزمایشگاه ۲۵ درجه سلسیوس بود.



شکل ۱

## 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 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. به کارگیری 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. به کارگیری جسم سیاه در پرده‌های خنک‌کننده‌ی موتورها استفاده از رنگ روشن برای نمای ساختمان‌ها در مناطق گرمسیر، استفاده از ورقه‌ی آلومینمی برای عایق‌بندی اتاقک‌های زیر شيروانی، 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

مهشید زاله،  
کارشناس آزمایشگاه فیزیک  
غلامحسین دستگار نسب  
کارشناس مسئول پژوهش‌سرا  
رابعه امیری  
دانش‌آموز  
صدیقه عبدالهی  
دانش‌آموز  
سمانه مؤمنی  
دانش‌آموز  
سپیده میری  
دانش‌آموز پژوهش‌سرای دانش‌آموزی  
محمدین زکریای رازی  
ناحیه‌ی یک شهری  
نشانی الکترونیکی:  
razi@teo.ir

# و جذب انرژی گرمایی



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

زمان	دمای جسم سفید	دمای جسم سیاه
۱	۲۵/۵	۳۰
۲	۲۶/۵	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 اندازه گیری های آزمایش اول

### تذکرها:

از دماسنج هایی استفاده کردیم که با هم هم خوانی داشتند.  
دمای آزمایشگاه ۲۵ درجه ی سلسیوس بود.

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

در این آزمایش مطابق شکل (۲) درون مکعب لسانی (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 فاصله های مساوی از سطوح مکعب و درون آب دماسنج هایی را مطابق شکل قرار دادیم. در یک بازه ی زمانی دمایی که دماسنج ها را نشان می دادند یادداشت کردیم. نمودار تغییرات دما- زمان (نمودار ۲) را رسم کردیم.



سطحی که  
جذب کننده‌ی خوب  
گرماسست (سطح سیاه)  
تابشگر خوب انرژی  
گرمایی نیز هست

زمان t (min)	دمای آب درون مکعب $\theta_4$	دمای سطح سیاه $\theta_3$	دمای سطح سفید $\theta_2$	دمای سطح صیقلی $\theta_1$
۱	۵۹/۵	۳۲/۵	۳۱	۳۲
۱/۵	۵۸	۴۰/۵	۲۵	۳۳
۲	۵۷/۵	۴۳	۳۷	۳۴/۵
۲/۵	۵۷	۴۴	۲۸/۵	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 اندازه گیری‌های آزمایش دوم

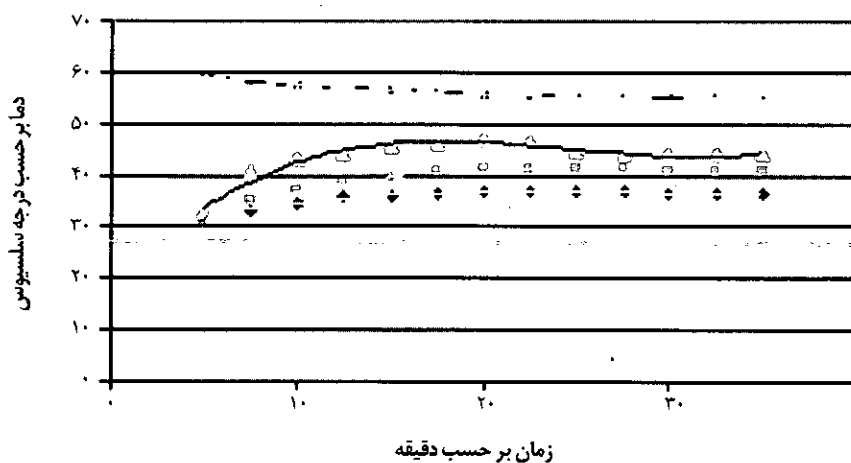
### تجزیه و تحلیل

نتایج به دست 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 جذب کننده‌ی خوب گرماسست (سطح سیاه) تابشگر خوب انرژی گرمایی نیز هست. نتایج به دست آمده از نمودار آزمایش دوم نشان می‌دهد که:  
تابش گرمایی سطح سیاه از سطح سفید و صیقلی بیشتر است.

### نمودار ۲ - تغییرات دما بر حسب 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 صیقلی مکعب  
منحنی مربوط به سطح سیاه مکعب

منابع.....  
کتاب دوس سال دوم فیزیک و سایت دانش‌نامه‌ی رشد



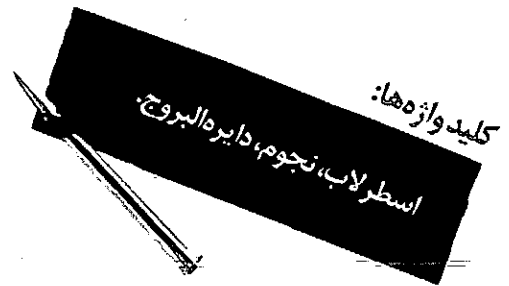


گزارش

گزارش: آزاده شاکری



# اسطرلاب رایانه‌ی دوران باستان



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 دایره‌المعارف 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

«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 به دست می‌آورد.» صفایی عضو رصدخانه‌ی دانشگاه کاشان اسطرلاب را این‌گونه معرفی می‌کند و به آموزش کاربردهای ساده‌ی آن می‌پردازد.

اسطرلاب که آن را «آینه‌ی نجوم یا جام جهان‌نمای نامیده‌اند، از جمله اختراعات‌های ایرانیان و مهم‌ترین و پرکاربردترین ابزار نجومی و محاسباتی به جای مانده از دوران قدیم است.

گزارش حاضر، بیان مختصری است از موضوع‌های مطرح شده در کارگاه علمی «ساخت اسطرلاب و چگونگی به کارگیری 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 غنی علمی و فرهنگی‌شان برپا شد.



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

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

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



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

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 ۲ بعدی به سه‌بعدی روبه‌رو نباشیم، پدیده‌های مثل اسطرلاب به‌وجود نمی‌آید.»

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 دایره‌المعارف اسلامی، دستاوردهای احتمالی

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 بیاد 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) «اسطر» در کلمه‌ی «اسطرلاب» ممکن است به ستاره ربطی داشته باشد و «لاب» آن را ترازوی 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 این که پیشینیان ما، دانش هندسی، عددشماری و نظام دقیق نگاهداری زمان داشته‌اند. این پرسش‌ها را مطرح کرد: «چگونه در گذشته می‌توانستند [حساب] ثابته‌ها یا اجزای ثابته‌ها را نگاه دارند؟ از نظر

عملی، هزار سال قبل چه وسیله‌ای برای نگاهداری زمان مورد استفاده بوده است؟» وی در ادامه افزود: «این پرسش‌ها، از جمله‌ی 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 حرکت کلی مرئی را از آن زمین و از غرب به شرق می‌داند، ساخته شده است. هندسه‌دانان و فلک‌شناسان در مورد این نظر سخنی ندارند و استدلال را در نقد آن موقوف 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 «قوی فریلگان 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



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 کاربردهای 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 به دست می‌آورد.»

در بخش بعدی کارگاه آموزشی اسطرلاب، مجموعه‌ای شامل بخش‌های مختلف یک اسطرلاب کاغذی ساده در بین حضاران توزیع شد. این مجموعه متشکل از تصویر

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 بر اساس 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 بر اساس 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. ام (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

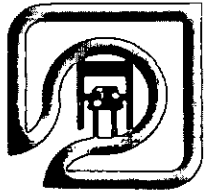
پشت و روی اسطرلاب، خط‌کش و طلقی شفاف با تصاویر صور فلکی به‌عنوان شبکیه بود.

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

این بخش از کارگاه مورد استقبال بسیار خوب حضاران 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 جالب توجه رقابت چشمگیر بین حضاران 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



آموزشی

سوزان لایونز  
مترجم: منیژه رهبر

کلید واژه‌ها:

سست سپهر، سنگ سپهر، مرز صفحه‌ای همگرا و واگرا،  
زمین لرزه، گسل، تقنال، ترانشه اقیانوس، تکتونیک  
صفحه‌ای، منطقه‌ی فرورانش، مرز صفحه‌ای تراسیسی،  
سوزان‌ها.

# آشنایی با سست سپهر

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<sup>۱</sup> 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 سست سپهر با مقاومت مواجه می‌شوند. این صفحه‌ها در مقیاس زمین‌شناختی از هم دور می‌شوند، برخورد می‌کنند، و در هم ادغام می‌شوند. به علت این برهم‌کنش‌های بین صفحه‌ها، لبه‌های آن‌ها که مرز صفحه خوانده می‌شود ناحیه‌هایی با فعالیت زمین‌شناختی شدید هستند (شکل ۲). درحالی‌که درون صفحه‌ها نسبتاً آرام است، اغلب زمین‌لرزه‌ها،

## مقدمه: کشور ما در منطقه زلزله‌خیز قرار دارد و همواره شاهد

زمین‌لرزه‌هایی با شدت‌های مختلف در نقاط مختلف آن هستیم. در گذشته زمین‌لرزه 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 مورد نظریه‌ی 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

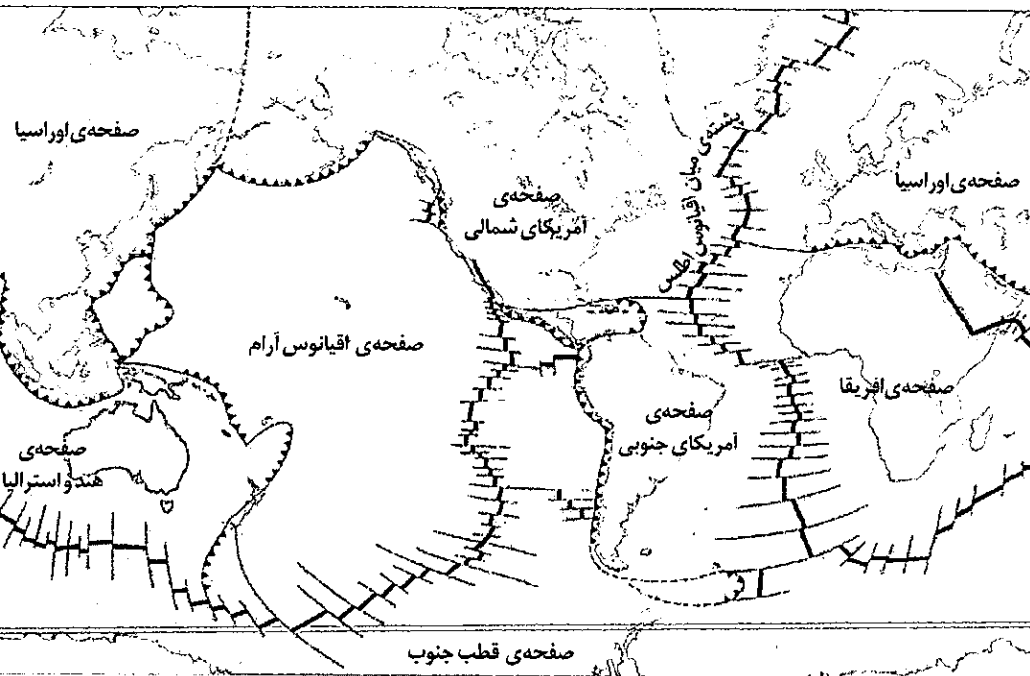
تکتونیک صفحه‌ای نظریه‌ای است که تغییرات چشمگیر در سطح زمین را توصیف می‌کند. اهمیت این نظریه در زمین‌شناسی مانند نظریه‌ی تکامل در زیست‌شناسی است.

طبق نظریه‌ی تکتونیک صفحه‌ای پوسته‌ی خارجی و سخت زمین، سنگ‌سپهر<sup>۱</sup>، از هشت بخش بزرگ و تعدادی بخش‌های کوچک‌تر تشکیل شده است. هر بخش از سنگ‌سپهر یک صفحه تکتونیک<sup>۲</sup> 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 سست سپهر<sup>۳</sup> پلاستیکی زیرین قرار دارند. برخی صفحه‌ها بزرگ و صفحه‌های دیگر کوچک هستند. بعضی تقریباً بی‌حرکت، و برخی دیگر فعال‌ترینند. 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 تکتونیک است نه صرفاً قاره‌ها:



# میت لرزه زوکار



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

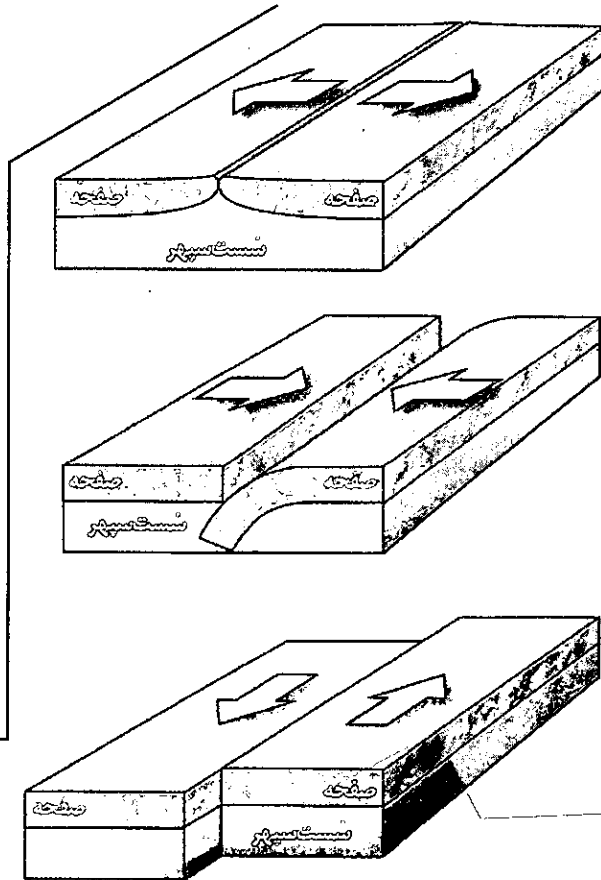
سه نوع مرز وجود دارد که عبارتند از:

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

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

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

**شکل ۱۱** 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.



## 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 کند صورت می‌گیرد، چرخه‌ی بالا رفتن سنگ گرم از پایین گوشته به طرف بالا، خنک شدن، و فرو رفتن مجدد آن که یک

**شکل ۱۲** صفحه‌ها در مرزهای خود بر هم کنش دارند که باعث فعالیت زمین‌شناختی شدید در این نواحی می‌شود.

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.

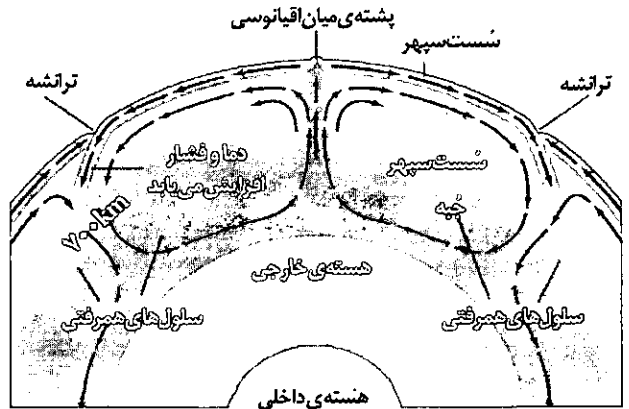
گدازه‌های خروجی در این مورد سنگ‌های موجود در سست‌سپهرند که تا اندازه‌ای ذوب شده‌اند. به خاطر داشته باشید که سست‌سپهر از سنگ‌های جامد پلاستیکی تشکیل شده است. با این همه، با دور شدن صفحه‌ها از هم، وزن روی سست‌سپهر کاهش یافته و در نتیجه فشار کم می‌شود. سپس سنگ‌های موجود در سست‌سپهر تا اندازه‌ای ذوب می‌شوند و به صورت تفتال (ماگما) درمی‌آیند. تفتال سنگ مذاب مایع شده است. وقتی تفتال از سطح زمین خارج شود، گدازه نامیده می‌شود. گدازه‌ها می‌توانند از ترک خوردگی‌های موجود در سطح زمین، یا یک سوراخ مرکزی، آتشفشان، خارج شوند. (این نوع ترک خوردگی‌ها 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. مثلاً شکاف موجود در پشته‌ی میان‌اقیانوسی یک ترک خوردگی است.

مرزهای واگرا در کف اقیانوس

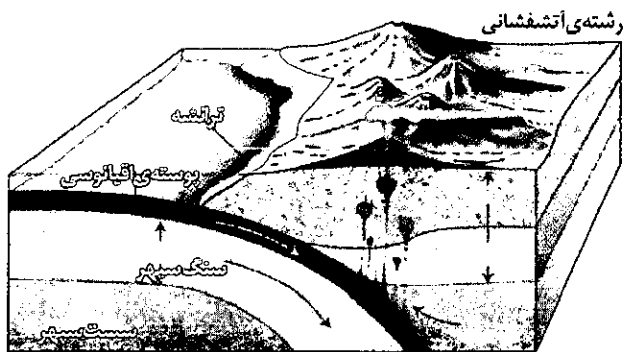
سلول همرفت نامیده می‌شود حدود ۲۰۰ میلیون سال طول می‌کشد. زمین مانند کوره‌ی کروی عظیمی است که مشعل آن در مرکزش قرار دارد و سنگ‌های گوشتی آن باعث همرفت به طرف خارج می‌شوند.

در رویارویی سنگ‌های همرفتی گرم سست‌سپهر، با سنگ‌های نازک و شکننده‌ی سنگ‌سپهر، این بخش می‌تواند شکسته شود. در زیر منطقه‌ی شکاف پشته‌ی میان‌اقیانوسی، 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 سست‌سپهر متصل می‌کند. پس به طور خلاصه می‌توان گفت انتقال گرما از سست‌سپهر به سنگ‌سپهر نیروی محرک صفحه‌های تکتونیک است.

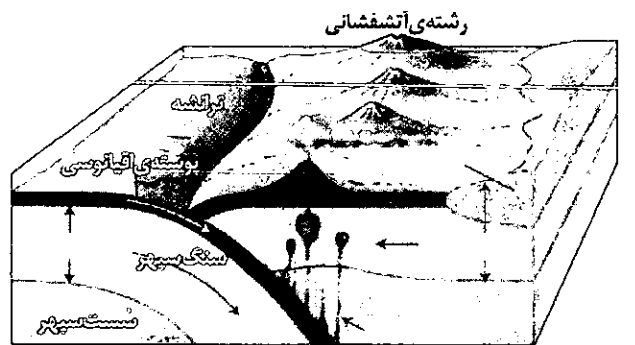
مدل همرفت گوشه‌قدیمی‌ترین و شناخته‌شده‌ترین توصیف برای حرکت صفحه‌هاست. با این همه، برخی زمین‌شناسان این مدل را نقد کرده‌اند. آن‌ها می‌گویند گرانی نقش اصلی را در حرکت صفحه‌ها ایفا می‌کند. برخی دانشمندان می‌گویند صفحه‌ها می‌توانند، مانند بیسکویت‌هایی که روی یک سینی کج شده می‌لغزند، از پشته‌های میان‌اقیانوسی مرتفع به طرف پایین و خارج حرکت کنند. این فرضیه‌ی «فشار-پشته» است. مدل دیگر سازوکار «کشش-تیغه» است که در آن گرانی قدیمی‌ترین (و در نتیجه خنک‌ترین و چگال‌ترین) لبه‌ی صفحه را در ترانشه‌ی اقیانوسی به زیر می‌کشد و باعث فرورفتن آن می‌شود. صفحه مثل یک رومیزی که به آرامی از روی میز پایین کشیده می‌شود در سست‌سپهر پایین می‌رود (شکل ۳). در حال حاضر



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

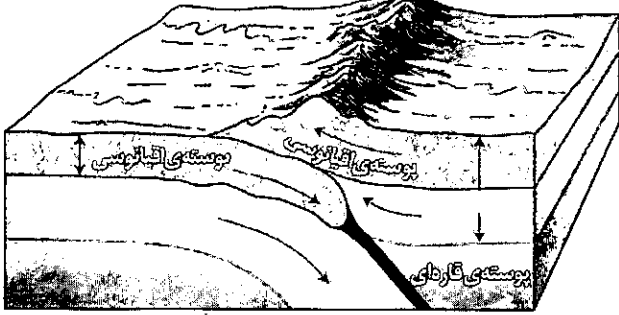


شکل ۴ همگرایی اقیانوسی-اقیانوسی وقتی رخ می‌دهد که صفحه‌هایی که حامل پوسته‌ی قاره‌ای در لبه‌ی پیشتاز خود نیستند به هم برسند. ترانشه‌ای در منطقه‌ی فرورانش تشکیل می‌شود، و جزیره‌های هلالی، شکل از آتشفشان‌ها از گدازه‌های ناشی از برخورد به وجود می‌آید.



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

رشته کوه



**شکل ۳** همگرایی قاره‌ای- قاره‌ای وقتی رخ می‌دهد که لبه‌های پیشتاز صفحه‌های برخوردکننده از پوسته‌ی قاره‌ای تشکیل شده باشد. در محل برخوردگی‌های پوسته‌ی کوه‌ها تشکیل می‌شوند و به طرف بالا می‌روند.

فرایند فرورائش به زیر صفحه‌ی دیگر می‌رود. ناحیه‌ی اطراف یک صفحه‌ی فرورائشی را منطقه‌ی فرورائش 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 (در نتیجه خنک‌تر و چگال‌تر) زیر صفحه‌ی اقیانوسی جوان‌تر و با چگالی کمتر می‌لغزد. در مرز همگرا، یک ترانشه‌ی عمیق اقیانوسی شکل می‌گیرد. بنابراین، ترانشه‌های اقیانوسی نشانه‌ی منطقه‌های فرورائشی 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 باحرکت‌کنندتر فیلیپین برخورد می‌کند. ترانشه‌های اقیانوسی عمیق‌ترین نقاط روی زمین‌اند. گودال ماریان به عمق ۱۱۰۰۰m زیر سطح دریاست به طوری 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 فرورائش تا اندازه‌ای ذوب و تبدیل به تفتال می‌شوند. سپس بر اثر نیروی شناوری

باعث گسترش کف دریاها می‌شوند. پیشته‌ی 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 پیشته‌ی میان اقیانوس اطلس بین ۱ تا ۶ سانتی‌متر در سال است. گرچه این آهنگ شاید بسیار کند 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 شرق آفریقا است. 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 به وجود می‌آورد. در این صورت شرقی‌ترین گوشه‌ی آفریقا به صورت جزیره‌ای بزرگ درمی‌آید. در واقع، 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 برخوردی‌های کند به هم نزدیک می‌شوند. معمولاً صفحه‌ها در

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

به سطح می‌رسند و به صورت 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 هلالی شکل دور هم جمع می‌شوند که موازی ترانشه‌هاست، مانند جزیره‌های الیوشن<sup>۱</sup> 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 فرورائش بالا می‌آید و در سطح

تولید و مصرف نمی‌شود، زیرا صفحه‌ها هنگام حرکت در جهت‌های مخالف صرفاً به هم ساییده می‌شوند.

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

معمولاً، مرزهای تراسیسی دو بخش از پشته‌ی میان‌اقیانوسی را به هم می‌پیوندند. مثلاً، پشته‌ی میان‌اقیانوس آرام به بخش‌هایی تقسیم شده است که با گسل‌های تراسیسی به هم 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 تراسیسی امکان حرکت صفحه‌های تکتونیک را فراهم می‌سازد.

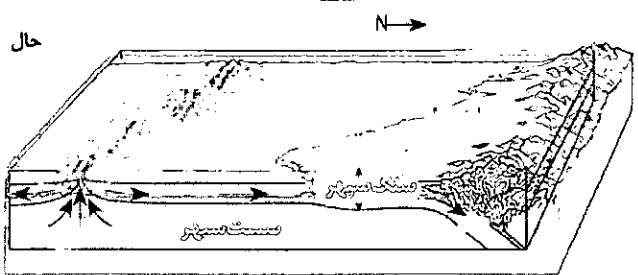
ساییدن صفحه‌ها به هم در مرز تراسیسی (یا مرزهای دیگر)، با حرکت معمولاً آرام و یکنواخت صورت می‌گیرد. اما در برخی جاها اصطکاک به اندازه‌ی زیاد است که بخش‌های بزرگی از سنگ‌ها به هم می‌چسبند. حرکت صفحه‌ها تداوم می‌یابد، و قطعه‌های «چسبیده به هم» متراکم یا کشیده می‌شوند. اگرچه سنگ‌ها شکننده به نظر می‌رسند، اما در واقع 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

تفтал‌ها 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 به صورت آرام یا انفجاری فوران می‌کنند. ساکنان شمال غرب اقیانوس آرام باید این فرایند را ارج نهند چون کوه‌های زیبای کسکید رنج<sup>۱</sup> را به وجود آورده است.

سرانجام، وقتی صفحه‌هایی که شاخه‌شاخ بر خورد می‌کنند دارای پوسته‌ی قاره‌ای در لبه‌ی پیشتا باشند، همگرایی قاره‌ای-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 هیچ کدام زیر دیگری فرو نمی‌رود. فرورانشی وجود ندارد. در عوض، قاره‌ها یکدیگر را بالا می‌رانند، مثل پارچه‌ی مجاله شده، و رشته‌کوه‌های بلند، دندان‌دار تشکیل می‌شود. مثلاً، رشته‌کوه‌های هیمالیا بلندترین کوه‌ها در جهان هستند که تا ارتفاع ۸۸۴۲m از سطح دریا بالاترند. رشته‌کوه‌های هیمالیا هنگامی تشکیل شدند که ۵۰ میلیون سال پیش شبه‌قاره‌ی هند به آسیا اصابت کرد. با جوش خوردن 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 تراسیسی صفحه

یک مرز تراسیسی صفحه، یا صرفاً مرز تراسیسی، 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



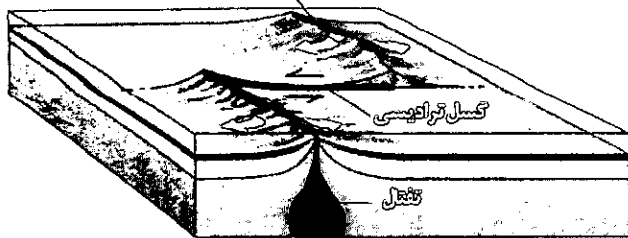
شکل ۷ بر خورد قاره‌ای-قاره‌ای هندوستان با آسیا کوه‌های هیمالیا را به وجود آورده است.

آب به صورت گدازه فوران می‌کند. گدازه فوران می‌کند، خنک می‌شود و طی زمان بارها انباشته شده و رشته‌های کوه‌های آتشفشانی را به وجود می‌آورد. با خروج تفтал‌ها، کوه‌های آتشفشان تشکیل می‌شوند اما چرا سنگ‌ها در منطقه‌ی فرورانش تا اندازه‌ای ذوب و تفтал تشکیل می‌دهند؟ علت این امر داغ بودن صفحه‌ی فرورانشی نیست. به خاطر داریم که سنگ‌سپهر فرورانشی خنک و چگال است- زیرا سنگ نسبتاً سرد در سست‌سپهر فرو می‌رود. وقتی صفحه‌ی فرورونده به عمق ۱۰۰-۱۵۰km 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- نقطه‌ی انجماد سنگ گوشته را پایین می‌آورد. بنابراین، تزریق آب باعث می‌شود که گوشته‌ی بالای صفحه، بدون تغییر دما، تا اندازه‌ای ذوب شود. تفтал تولید شده و با نیروی شنواری بالا می‌رود. معمولاً، این

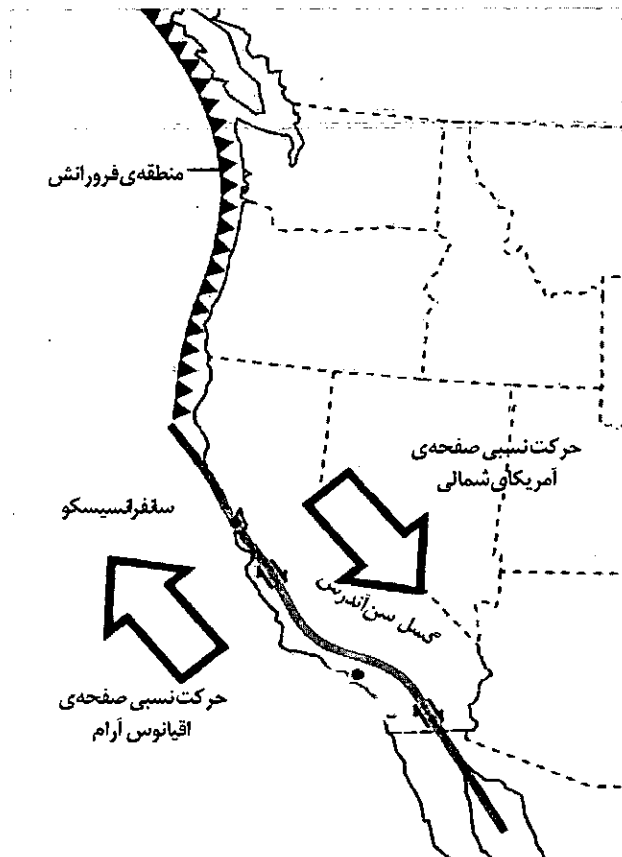
هر سال بیش از ۷۰۰ زمین لرزه نسبتاً شدید در جهان رخ می‌دهد که می‌تواند باعث مرگ، مجروح شدن، و آسیب مالی فراوان شود. حدود ۸۰ درصد زمین لرزه‌های بزرگ در حلقه‌ی آتشی در اقیانوس آرام به وقوع می‌پیوندد



پشته‌ی اقیانوسی



**شکل ۸** بیشتر مرزهای تراسی در حوضه‌های اقیانوسی تشکیل شده‌اند که در آنجا پشته‌های اقیانوسی را تعدیل کرده‌اند. مرزهای تراسی، 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) - گسل سن آندرس یک مرز صفحه‌ی گسل تراسی 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 سن آندرس، به دره‌ی وسیع حاصل از ساییده شدن دراز مدت سنگ‌ها در امتداد گسل توجه کنید.

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 در نتیجه انرژی کشسانی ذخیره شده را آزاد می‌کند. انرژی آزاد شده در سنگ به صورت 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 درآمد، 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 به وقوع می‌پیوندند، گرچه زمین‌لرزه‌های میان‌صفحه‌ای (که سازوکار آن به خوبی 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 در نتیجه‌ی آن دریاچه‌های جدید تشکیل و بیش از ۱۵۰/۰۰۰ جریب جنگل نابود شد، این زمین‌لرزه به علت جمعیت کم منطقه خسارت جانی چندانی نداشت.

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

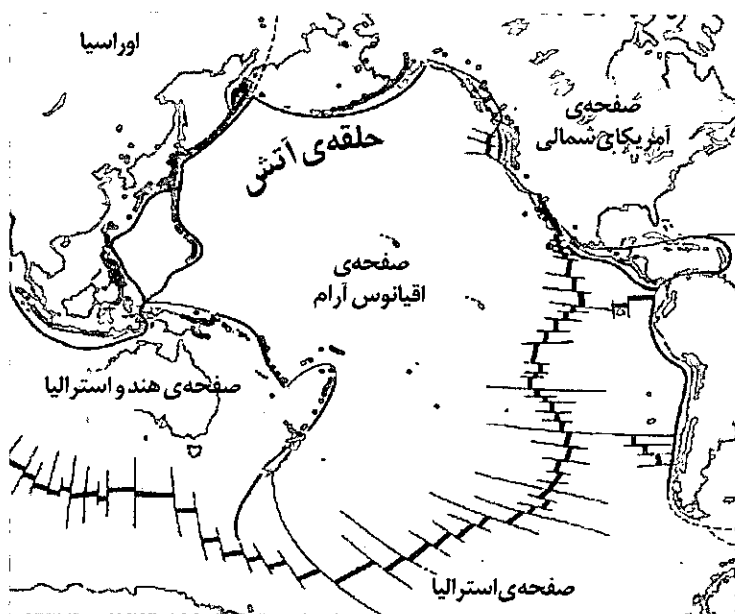
از نیروی اصطکاک تجاوز کند، سنگ تحت فشار ناگهان رها می‌شود، می‌لغزد، و انرژی ذخیره‌شده‌ی خود را در یک تکان ناگهانی آزاد می‌کند. این چسبیدن و لغزیدن قطعات سنگ باعث زمین‌لرزه‌ها می‌شوند.

گرچه اغلب گسل‌های تراسی در حوضه‌ی اقیانوس‌ها قرار دارند، اما تعدادی از آن‌ها را می‌توان در صفحه‌های قاره‌ای یافت. یکی از گسل‌های تراسی قاره‌ای مورد توجه گسل سن آندرس<sup>۱</sup> در شکل ۹ است. این گسل ضخیم‌ترین رشته در گوریدگی گسل‌های دخیل در حرکت بین صفحه‌ی آمریکای شمالی و صفحه‌ی اقیانوس آرام در کالیفرنیاست.

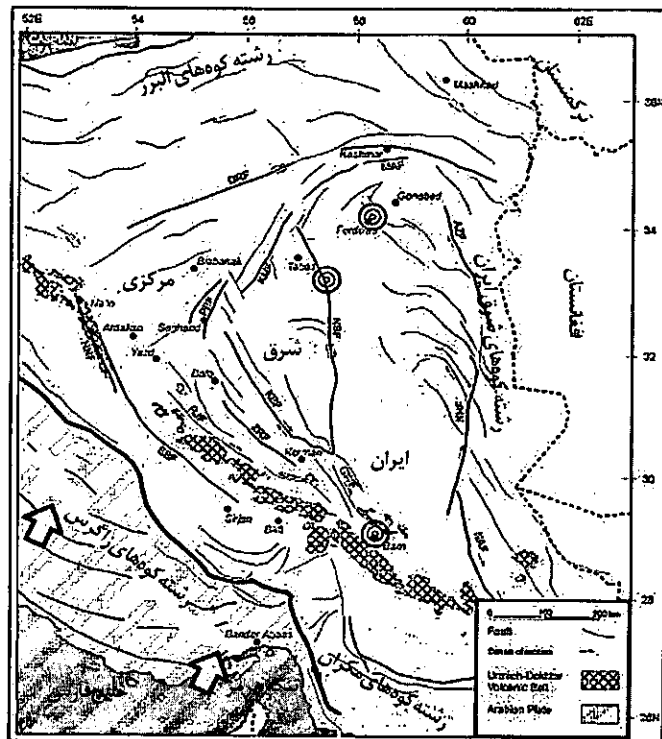
بخشی از کالیفرنیا که در غرب گسل قرار دارد به آرامی به طرف شمال غربی حرکت می‌کند در حالی که بقیه‌ی کالیفرنیا به طرف جنوب شرقی در حرکت است. برخلاف باور عموم، از جهت صفحه‌ها می‌توان دید که لوس آنجلس از این بخش جدا نخواهد شد و به داخل اقیانوس نخواهد افتاد. بلکه در جهت شمال غرب و سانفرانسیسکو می‌رود در حالی که سانفرانسیسکو 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



**شکل ۱۲** حلقه آتش مناطق با فعالیت زمین‌شناختی شدید است، زیرا صفحه‌ها در امتداد آن در مرزهای همگرا به هم می‌رسند. زمین‌لرزه‌های فرورانشی در آن بسیار متداول است. آتشفشان‌های بسیاری در امتداد آن وجود دارد که مسیر را مشخص می‌سازند. آتشفشان‌ها به صورت نقطه‌هایی نشان داده شده‌اند.



**شکل ۱۳** تصویری از گسل‌های ایران

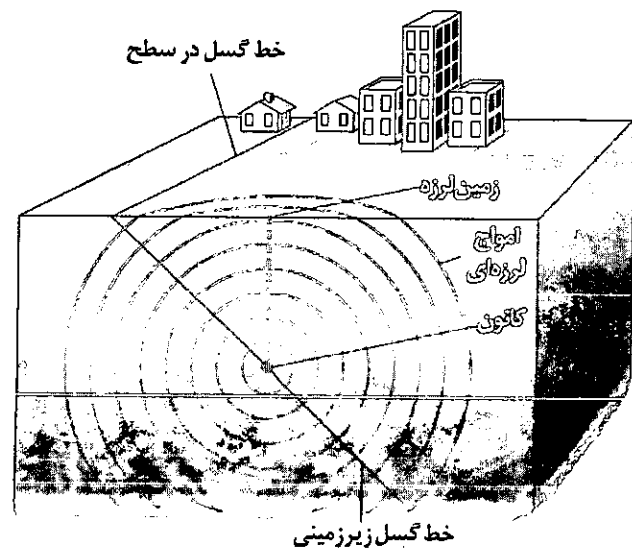
از ساحل غربی سوماترا بود. این محل مرز صفحه‌های فرورانشی هندوستان و صفحه‌ی بالایی برمه است. انرژی آزاد شده در این زمین‌لرزه برابر بمبی بود که از ۱۰۰ میلیارد تن TNT (اگر بتوان چنین بمبی را ساخت) ساخته شده باشد. اگرچه خود زمین‌لرزه تلفات زیادی به بار آورد، اما پیامدهای زمین‌لرزه از آن هم ویرانگرتر بود.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

صفحه‌های تراسی 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 به وقوع می‌پیوندد. هم‌چنین، میزان فرورانش در حلقه‌ی آتش فعالیت آتشفشانی شدیدی را به وجود می‌آورد- حدود ۷۵ درصد کوه‌های آتشفشان جهان در حلقه‌ی آتش قرار دارند.

**آیا می‌توان وقوع زمین‌لرزه را پیش‌بینی کرد؟**

پاسخ این پرسش منفی است- دست‌کم پیش‌بینی دقیق آن امکان‌پذیر

مهم‌ترین مثال زمین‌لرزه‌ی فرورانشی در ۲۶ دسامبر ۲۰۰۴ رخ داد. منشأ زمین‌لرزه زیر اقیانوس هند، دور



**شکل ۱۴** وقتی سنگ ناگهان حرکت کند، این حرکت معمولاً در امتداد گسلی صورت می‌گیرد که قبلاً وجود دارد، گرچه لغزش سنگ می‌تواند گسلی را به وجود آورد. حرکت سنگ امواج لرزه‌ای به وجود می‌آورد که از کانون به طرف خارج حرکت می‌کنند. محل بالای کانون در سطح زمین مرکز زمین‌لرزه نامیده می‌شود.

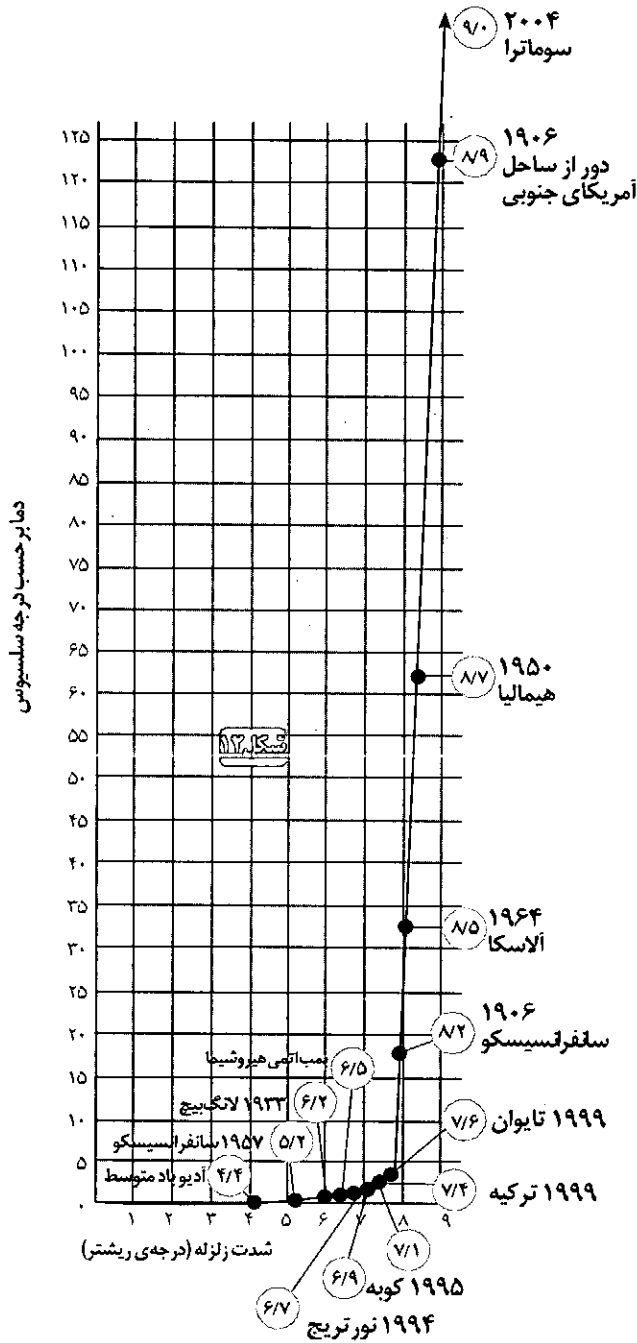
نیست. دانشمندان می‌توانند تشکیل فشار در سنگ‌ها و در نتیجه احتمال وقوع زمین‌لرزه را در چارچوب زمانی، شاید چند دهه، پیش‌بینی کنند. و تاریخ نشان داده است که گسل‌ها در امتداد مرزهای صفحه آسیب‌پذیرترین نقاط هستند. اما این با تعیین این که زمین‌لرزه کجا و در چه زمان رخ می‌دهد فرق بسیار دارد. این تا اندازه‌های شبیه خم کردن آرام یک تکه تا شکستن آن است. با زیاد کردن فشار بر تکه احتمال شکسته شدن آن زیاد می‌شود، اما دقیقاً نمی‌دانید که تکه کی و در کجا می‌شکند. و وقتی موضوع پیش‌بینی زمین‌لرزه باشد، متغیرهای دخیل در مسئله حتی بیشتر هم می‌شود. بسیار بیشتر از شکستن تکه!

چند روش برای ارزیابی شدت زمین‌لرزه وجود دارد که متداول‌ترین آن‌ها اندازه‌گیری شدت زمین‌لرزه در مقیاس ریشتر<sup>۱۱</sup> است در این مقیاس شدت معیاری از تکان خوردن زمین در طول زمین‌لرزه است.

### مقیاس ریشتر

این مقیاس را چارلز اف. ریشتر، از انستیتوی فناوری کالیفرنیا، در سال ۱۹۳۵ ابداع کرد. این مقیاس لگاریتمی است و گستره‌ی وسیعی از شدت‌ها را دربرمی‌گیرد. هر یک درجه افزایش در مقیاس ریشتر قابلیت زمین‌لرزه برای تکان دادن زمین ۱۰ برابر افزایش می‌یابد. بنابراین یک زمین‌لرزه‌ی ۷/۰ ریشتری زمین را ۱۰ بار بیشتر از زمین‌لرزه‌ی ۶/۰ ریشتری و ۱۰۰ بار بیشتر از زمین‌لرزه‌ی ۵/۰ ریشتری تکان می‌دهد.

توجه کنید که مقیاس ریشتر تکان دادن را اندازه می‌گیرد، نه انرژی کل ارتعاش‌ها را. با این همه، رابطه‌ی



نمودار انرژی آزاد شده در برخی زمین‌لرزه‌ها در طی سده‌ی گذشته را بر حسب مقدار دینامیت لازم برای تولید انفجار با همان اندازه را نشان می‌دهد. توجه کنید که چون در مقیاس ریشتر افزایش در درجه متناظر با زیاد شدن ۳۰ برابری انرژی زمین‌لرزه است، انرژی آزاد شده در زمین‌لرزه با شیب زیاد افزایش می‌یابد.

ریشتری ۳۰ برابر زلزله‌ی ۵/۲ ریشتری انرژی آزاد می‌کند. نمودار شکل ۱۳ انرژی زمین‌لرزه‌های مختلف را در مقیاس ریشتر نشان می‌دهد.

ساده‌ای بین تکان دادن و انرژی وجود دارد. یک درجه افزایش در مقیاس ریشتر تقریباً نظیر افزایش ۳۰ برابری انرژی زلزله است. بنابراین، زلزله‌ی ۶/۳

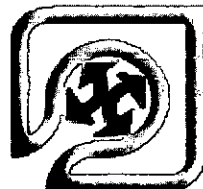
وقوع زمین‌لرزه را نمی‌توان بیش‌بینی کرد دست کم پیش‌بینی دقیق آن امکان پذیر نیست. دانشمندان می‌توانند تشکیل فشار در سنگ‌ها، در نتیجه احتمال وقوع زمین‌لرزه را در چارچوب زمانی، شاید چند دهه، پیش‌بینی کنند، اما این با تعیین این که زمین‌لرزه کجا و در چه زمان رخ می‌دهد فرق بسیار دارد

پی‌نوشت.....

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

منبع.....  
Conceptual Integrated Science, Suzanne Lyons, 2007

# میکروسکوپ زمانی



گوناگون

فرانک نمبرانیان  
دبیر فیزیک منطقه ۸  
آموزش و پرورش تهران

نمی‌توانیم مدام چشم به پره‌های چرخ بدوزیم. در نتیجه 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 شلوغ‌ترین خیابان‌ها هم بی‌حرکت به نظر برسند. در واقع با این نور ما فقط می‌توانیم چیزهایی را مشاهده کنیم که در مدت یک هزارم 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.

حال می‌خواهیم 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

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 پرده‌ی سینما 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 در حرکت بودند، در زیر نور آذرخش ساکن به نظر می‌رسند، اتومبیل‌ها گویی بی‌حرکت ایستاده‌اند، به‌طوری که حتی می‌توان جزئیات 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 تاریک می‌شود. سپس با آغاز صحنه‌ی فرضاً جنگ، نور آبی و یا سفیدی را بر صحنه می‌اندازند که به‌طور متناوب در ثانیه چندین بار 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 چرخ‌ها که در حال گردش است نگاه می‌کنیم نرده‌ها مرتب مانع دید ما می‌شوند و بدین جهت

پی نوشت.....

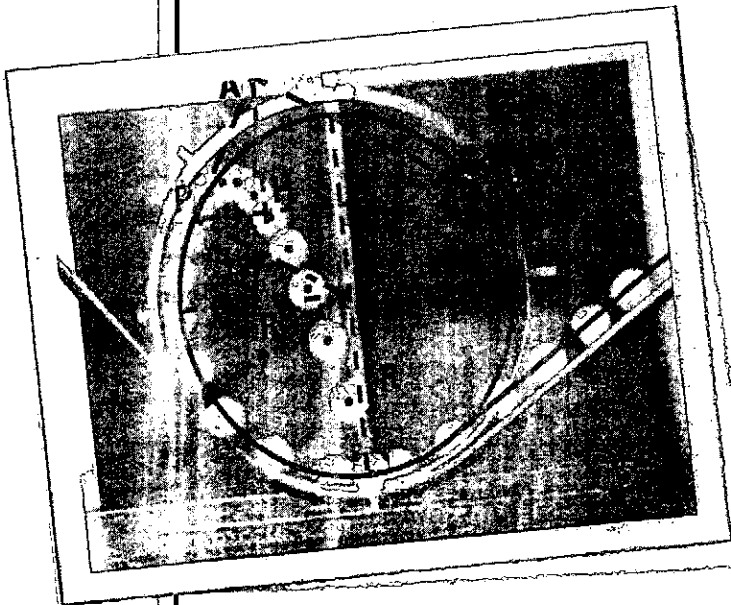
## 1. stroboscope

منبع.....

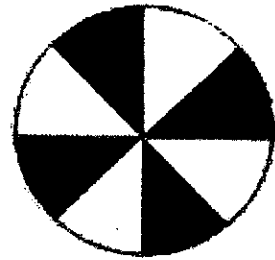
یاکوب پرلمان، سرگرمی های فیزیک،  
ترجمه ی مهندس احمد تمدن،  
انتشارات امیرکبیر

بار کندتر نشان می دهد. می توانیم حرکت چرخ را از این هم کندتر ببینیم.  
بدین طریق قادریم کلیه ی حرکات سریع و دوره ای را به هر اندازه که بخواهیم کند کنیم. این روش در واقع یک راه مناسب و ساده برای بررسی ویژگی حرکات بسیار سریع به ما عرضه می کند. (توضیح های بالا در واقع اصول کار استروبوسکوپ<sup>۱</sup> است که برای اندازه گیری دوره ی تغییرات سریع و متوالی به کار می رود. دقت آن نیز بسیار زیاد است، مثلا، دقت استروبوسکوپ الکترونی می تواند ۰/۰۰۱ درصد باشد.)

تصویر زیر یکی از کاربردهای ساده علمی تصویربرداری استروبوسکوپی را نشان می دهد



بار صد و یک بار چشمک بزند. در چنین شرایطی وقتی چراغ روشن می شود قرص هنوز به اندازه ی یک ربع دور نچرخیده است. در نتیجه، قطعاتی هم رنگ نخواهند توانست جاهای مشابهی را اشغال کنند و می بینیم که قرص به قدر یک صدم محیط عقب رفته است، و در مرحله ی بعدی که چراغ روشن می شود باز هم به اندازه ی یک صدم دور دیگر عقب مانده است. بدین ترتیب به نظر می رسد که قرص دارد هر ثانیه یک دور به عقب می چرخد. با این کار انگار حرکت ۲۵ بار کندتر شده است.



به سهولت می توان فهمید چگونه می توان همین نوع حرکت آرام را به جای رو به عقب رو به جلو به وجود آورد. برای این کار کافی است به جای آن که بر تعداد چشمک های چراغ بیفزاییم از آن کم کنیم. مثلا اگر چراغ ۹۹ بار در ثانیه چشمک بزند به نظر می رسد که قرص در هر ثانیه یک دور به جلو می چرخد. این همان چیزی است که آن را «میکروسکوپ زمانی» می نامیم و سیر زمان را ۲۵

# آموزش به کمک کاربرد های فیزیک نوین صنعت و مهندسی پزشکی

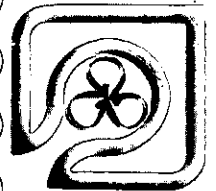
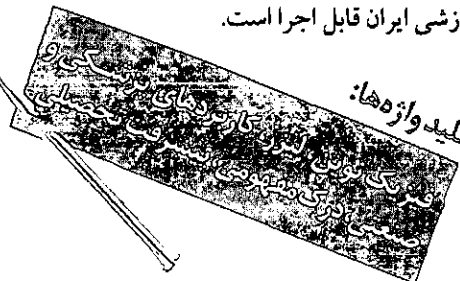
## مقدمه

از سه دهه ی گذشته تاکنون، پژوهش در آموزش فیزیک به منظور 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 منحصر به فرد در برنامه ی درسی مدارس محسوب می شود. در هر نظام آموزشی، بیشتر موضوع های درسی را می توان با ابزارهای ساده و در دسترس مانند، کاغذ، تخته سیاه و کتاب های درسی آموزش داد. این موارد برای آموزش علوم نیز لازم است؛ اما اگر تنها این ابزار به کار برده شوند، آموزش علوم موضوعی غیر جالب و کسل کننده خواهد بود [۲].

در هر برنامه ی درسی، محتوای آموزشی و شیوه های ارائه ی آن از اهمیت ویژه ای برخوردار هستند [۳]. دانش آموزان پیش دانشگاهی اغلب هنگام طرح زمینه های کاربردی فناوری های پیشرفته و صنعت در کلاس درس، هیجان زده می شوند. چون دانش آموزان نمی توانند بین فیزیک و فناوری رابطه ی خوبی برقرار کنند، لذا اغلب فکر می کنند که فیزیک نوین به زندگی روزمره ی آنها مربوط نیست. تهیه ی مثال هایی از کاربرد فیزیک در فناوری های جدید و نیز ارتباط فیزیک با زندگی روزمره می تواند دانش آموزان را به یادگیری فیزیک تشویق کند. به عنوان مثال، فناوری مهندسی پزشکی یکی

**چکیده:** مقاله ی حاضر به بررسی یادگیری مفاهیم انتزاعی فیزیک نوین با استفاده از زمینه های کاربردی لیزر در صنعت و مهندسی پزشکی می پردازد. برای این منظور نوشته های نظری و پژوهشی موجود به دقت بررسی شده و دیدگاه های گوناگون برای رسیدن به الگویی مناسب، طبقه بندی و سپس مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. روش مورد استفاده در این پژوهش، در تدریس فیزیک، شیمی و زیست شناسی دوره ی متوسطه و پیش دانشگاهی کاربرد داشته و با امکانات مدارس هماهنگی دارد و در نظام آموزشی ایران قابل اجرا است.

## کلیدواژه ها:



## پژوهشی

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

ایوب اسماعیل پور:  
عضو هیئت علمی دانشگاه تربیت دبیر  
شهید رجایی، استادیار دانشکده ی  
علوم پایه، گروه فیزیک  
پست الکترونیکی:  
Esmalipour@iust.ac.ir

عابد پوریان:  
عضو هیئت علمی مؤسسه ی پژوهشی  
برنامه ریزی درسی و نوآوری های آموزشی،  
استادیار گروه آموزش علوم

محمد شمس اسفندیادی:  
عضو هیئت علمی دانشگاه تربیت دبیر  
شهید رجایی، استادیار دانشکده ی  
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 پرتوایی

برخی از مطالعات در اروپا نشان می‌دهد که دانش‌آموزان راهنمایی و دبیرستان، شناخت کمی از ویژگی‌های پرتوایی<sup>۱</sup> و تابش دارند. ایکلهوف<sup>۱</sup> و میلر<sup>۲</sup> (۱۹۸۸) بعد از انجام مصاحبه‌های هدایت‌شده و برگزاری آزمون‌های تشخیصی، به این نتیجه رسیدند که تعداد زیادی از دانش‌آموزان در شناخت تابش و پرتوایی 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 پرتوآ شوند». هم‌چنین میلر (۱۹۹۴) با آزمون‌های تشخیصی نشان داد که دانش‌آموزان دبیرستان مشکلاتی در تشخیص تابش و پرتوایی دارند [۱۱]. در ایالات متحده نیز پراتر<sup>۱</sup> و هارینگتون<sup>۲</sup> تحقیقات مشابهی بر روی دانشجویان فیزیک سطح مقدماتی در زمینه‌ی تابش و پرتوایی 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 پرتوایی را با هم دارند. برخی از این دانشجویان توضیح دادند که تابش یوننده همان خواص مواد پرتوآ را دارد. این موضوع بسیار قابل توجه است که دانشجویان دانشگاه به‌رغم گذراندن کلاس‌های مختلف در خصوص پرتوایی و فیزیک پایه، دیدگاه‌های خود را تغییر نداده‌اند [۱۲].

اوبرشت<sup>۳</sup> و توریگ<sup>۴</sup> در پژوهشی نتایج مشابهی را به‌دست آوردند. آن‌ها از پرسش‌های آزاد و تکالیف طبقه‌بندی‌شده در هدایت‌مصاحبه‌های دانشجویان استفاده نموده و نشان دادند که به نظر دانشجویان، هیچ ماده‌ای پرتوآ نیست، مگر آن‌که قبلاً در معرض پرتوایی قرار گیرد. هم‌چنین دانشجویان معتقدند که ماشینی وجود دارد که مواد را پرتوآ می‌کند. آن‌ها بر این باورند که قبل از ساخت چنین

ماشینی، چیزی پرتوآ 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 پرتوایی بود. در این مطالعه او به این نتیجه رسید که دانشجویان به ناپدید شدن اتم‌های پرتوآ 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 پرتوآ در هر نیمه عمر نصف می‌شود. هم‌چنین مشخص شد که به اعتقاد بیشتر دانشجویان (۵۳٪) پدیده‌ی پرتوایی با مدل الکترونی لایه ظرفیت ارتباط دارد [۱۴].

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

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

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 فوتوالکتریک، 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 کروی شکل و کوچک است. بنابراین همواره سعی می‌کردند فوتون را به صورت 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، به طوری که بتوانند این ایده‌ها را در یادگیری و شغل آینده‌شان به کار 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<sup>۱۱</sup> (۲۰۰۴)، انجام گرفته است که به تدریس زمینه-محور یک دوره آموزش فیزیک برای دانشجویان پیراپزشکی مربوط است. در این دوره‌های آموزشی، وی بر کاربرد فیزیک در روش‌های تشخیص پزشکی تاکید کرد. دوره بر موضوع‌های مختلفی هم‌چون پرتو x، تشخیص بیماری با پرتو، تشخیص بیماری توسط تابش پوزیترون و تصویربرداری با تشدید مغناطیسی<sup>۱۲</sup>

متمرکز بود. در این دوره زمینه‌هایی از موضوع‌های گوناگون فیزیک با استفاده از فعالیت‌های دست‌ورزی و تجسم مفاهیم انتزاعی معرفی شد. این تلاش نه تنها 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 [۲۲ و 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



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

چند سالی است که آموزش اثربخش مفاهیم فیزیک نوین به‌ویژه فیزیک کوانتومی در دوره‌های دبیرستان و پیش‌دانشگاهی، و استفاده از انواع ابزارهای حوزه‌ی فناوری اطلاعات و ارتباطات و شیوه‌های مختلف طراحی و تولید واحد یادگیری مورد علاقه مربیان و محققان فیزیک قرار گرفته است. نتایج مطالعات نشان می‌دهد که به جای تمرکز بر ریاضیات پیچیده، استفاده از آزمایش‌های ساده و تجسم‌های ذهنی می‌تواند در فراگیری مکانیک کوانتومی مؤثرتر باشد [۵].

ارائه‌ی مفاهیم فیزیک نوین با جزئیات خیلی زیاد و یا سطح خیلی بالا که نیازمند سطح توانایی شناختی بالایی است، تأثیر منفی در یادگیری دارد. بنابراین مواد درسی باید متناسب با سطح شناختی دانش‌آموزان تعیین شوند. این امر نیازمند تعیین موضوع‌های پایه و سطح بحث مناسب است. هم‌چنین فعالیت‌های مناسب آموزشی باید با همکاری نزدیک بین معلمان و محققان برنامه‌ریزی و به‌مورد اجرا درآیند [۶]. استفاده از برنامه‌ی درسی زمینه‌محور، ذکر کاربردهای عینی مفاهیم آموخته‌شده در صنعت و زندگی و تجربه مکرر موقعیت‌ها و رویدادهایی که مثال‌های عینی از کاربرد مفهوم مورد نظر ارائه می‌دهند، یکی گزینه‌های انتخابی مهم به منظور تسهیل یادگیری مفاهیم انتزاعی است [۷].

از طرف دیگر یکی از کاربردهای طرح زمینه‌های کاربردی علوم و

فناوری به عنوان پیش‌سازمان‌دهنده 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 دیگر پیش‌سازمان‌دهنده‌ها افزایش یادآوری (جلوگیری از عدم تفکیک‌پذیری) است. پس در دو صورت به پیش‌سازمان‌دهنده‌ها نیاز است. نخست، هنگامی که دانش‌آموزان بخواهند مفاهیم جدیدی را یاد بگیرند، و دوم، هنگامی که اطلاعات مربوطه از قبل وجود دارند، ولی دانش‌آموزان نمی‌توانند ارتباط بین آن و مفاهیم جدید را تشخیص دهند [۷].

یادگیری مفاهیم جدید علمی هنگامی رخ می‌دهد که یادگیرندگان بتوانند به شکل معینی، معنی مفهوم و یا دانش جدید را در چارچوب داوری خود پیدا کنند [۸]. خلق معانی هنگامی ممکن است که یادگیرنده بتواند اطلاعات جدید را با محیط مجاور خود هماهنگ کند، بنابراین یک یادگیرنده در جست‌وجوی روابطی است که نوعی احساس مفید واقع‌شدن را ایجاد کند. پژوهش‌ها نشان می‌دهند که بیشتر مردم به‌واسطه‌ی آزمایش‌های غیر رسمی وابسته به قرائن که در محیط زندگی انجام می‌دهند، بهتر یاد می‌گیرند [۹].

بنابراین در یک نتیجه‌گیری منطقی می‌توان گفت، خلق حوزه‌های یادگیری که مورد علاقه قرار گرفته‌اند و یا با آن‌ها ارتباط برقرار شده است، می‌تواند به عنوان یک محرک نیرومند در یادگیری ایده‌های نو کمک کند [۱۰].

با عنایت به مبانی نظری و پیشینه‌ی تحقیق، این پژوهش قصد دارد تا اثربخشی کاربرد زمینه‌های علمی-صنعتی حوزه‌ی علوم پزشکی را در فرایند یاددهی-یادگیری مفاهیم انتزاعی فیزیک نوین مورد بررسی قرار دهد.

این پژوهش دو فرضیه به شرح زیر دارد:

فرضیه ۱: بین پیش‌دانشه‌های دانش‌آموزان گروه‌های آزمایش و کنترل در زمینه مفاهیم فیزیک نوین تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.

فرضیه ۲: در پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان گروه‌های آزمایش و کنترل در مفاهیم فیزیک نوین (لیزر) تفاوت معنی‌داری دیده نمی‌شود.

#### ۴

### چارچوب نظری پژوهش

چارچوب این تحقیق با نظریه‌ی یادگیری ساخت‌گرایی<sup>۱۱</sup> سازگار است. منظور از ساخت‌گرایی این است که یادگیرنده فعالانه می‌آموزد و نه با انتقال بی‌اراده توسط معلم. طبق این نظریه، دانش‌آموزان یادگیری را براساس تعامل و تأمل در تجربه‌های شخصی بنا می‌کنند و معنی جهان را در میان آن ساختار می‌سازند. بنابراین یادگیری مجموعه‌ای از مفاهیم نوین است که براساس ساختارهای ذهنی گذشته کسب می‌شود. یادگیری به عنوان منظری از دورنمای ساخت‌گرایی، مراحل ساده‌ای از سازگاری مدل‌های شخصی فرد از ایده‌های خودش و در تطبیق با تجربه‌های نوین است. خلق دانش نوین با آزمایش ایده‌ها و تجربه‌های گذشته به هنگام قرار گرفتن در موقعیت‌های نوین ایجاد می‌شود. کلید سازوکار فرایندسازی

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

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

دانش، غرق شدن در اطلاعات و سپس ساختن است [۲۵].  
 اساس مبانی نظری این پژوهش، بهره‌گیری از نظریه‌ی ساخت‌گرایی برای یادگیری است. در این پژوهش رسیدن دانش‌آموزان به یک استدلال و یا جواب ویژه خودساخته، مهم‌تر از یافتن یک راه‌حل درست است [۲۶].

#### ۴-۱ روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش قصد دارد تا به بررسی یادگیری مفاهیم انتزاعی فیزیک نوین با استفاده از کاربردهای لیزر در صنعت و مهندسی پزشکی بپردازد. بنابراین روش پژوهش از نوع شبه‌تجربی است [۲۷]. جامعه آماری پژوهش را دانش‌آموزان پایه پیش‌دانشگاهی نواحی دوگانه‌ی آموزش و پرورش شهرری در استان تهران تشکیل می‌دهند. تعداد کل آزمودنی‌ها ۸۵ دانش‌آموز است که از دو ناحیه شهرری به‌صورت تصادفی انتخاب گردیدند.

جهت تأمین روایی محتوایی آزمون، یک مجموعه ۳۰ پرسشی به کارشناسان و دبیران متخصص ارائه و پس از داوری آنان یک آزمون ۲۶ پرسشی انتخاب شد. برای محاسبه پایایی آزمون، ۲۹ نفر از دانش‌آموزان پیش‌دانشگاهی که جدا از نمونه‌های آزمایش و کنترل بودند به‌طور آزمایشی به پرسش‌های آزمون پاسخ دادند و ضرایب دشواری و تفکیک پرسش‌ها

مشخص شد. پایایی کل آزمون با استفاده از ضرایب  $\alpha$  و  $\alpha_{\text{rpb}}^2$  و دلتای فرگوسن محاسبه شد. نمره‌های آزمون ثبت 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 سه ضریب مختلف استفاده شد. این ضرایب‌ها کمک می‌کنند تا اعتبار درونی آزمون سنجیده شود. این ضرایب‌ها عبارتند از:

ضریب  $\alpha_{\text{rpb}}$

ضریب  $\alpha_{\text{kr-20}}$

ضریب دلتای فرگوسن

ضریب اول تنها مربوط به تحلیل تک‌تک پرسش‌ها و ضرایب‌های دوم و سوم مربوط به پایایی کل آزمون هستند. نتایج به‌دست آمده برای ضرایب‌های پایایی پرسش‌های آزمون در جدول (۱) آمده است. نتایج نشان می‌دهند که آزمون از پایایی مناسب و استاندارد برخوردار است.

#### ۴-۲ شیوه اجرای تحقیق

در میان کلاس‌های موجود، ۴ کلاس که دارای جمعیت متنوع بودند، برای نمونه انتخاب شدند. از این میان ۲ نمونه ۳۱ نفری و ۲۲ نفری به‌عنوان گروه سستی (کنترل) و ۲ نمونه‌ی ۲۰ نفری و ۲۲ نفری به‌عنوان

گروه آزمایش انتخاب شدند. برای نمونه‌گیری 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 پیش‌دانشگاهی است و اعضای آن روش تدریس آزمایشی را تجربه خواهند کرد. شیوه‌ی تدریس براساس کاربردهای صنعتی و پزشکی در مبحث فیزیک نوین (لیزر) بر روی آن‌ها اجرا خواهد شد. این نمونه هم پیش‌آزمون و هم پس‌آزمون را تجربه می‌کند.

نمونه‌ی دوم (گروه آزمایش دوم): این نمونه شامل ۲۰ نفر از دانش‌آموزان دوره‌ی پیش‌دانشگاهی است و اعضای آن روش تدریس آزمایشی را تجربه خواهند کرد. شیوه‌ی تدریس براساس کاربردهای صنعتی و پزشکی در مبحث فیزیک نوین (لیزر) بر روی آن‌ها اجرا خواهد شد. اعضای این نمونه که هم‌تای نمونه اول است، تنها پس‌آزمون را تجربه خواهد کرد.

نمونه‌ی سوم (گروه کنترل اول): این نمونه شامل ۲۲ نفر از دانش‌آموزان دوره‌ی پیش‌دانشگاهی است و اعضای آن روش تدریس سستی را برای آموزش مفاهیم فیزیک نوین (لیزر) تجربه خواهند کرد. منظور از شیوه‌ی سستی تدریس، همان روش‌های متداول تدریس از قبیل سخنرانی است. این نمونه هم پیش‌آزمون و هم پس‌آزمون را تجربه می‌کند.

نمونه‌ی چهارم (گروه کنترل دوم): این نمونه شامل ۳۱ نفر از دانش‌آموزان دوره‌ی پیش‌دانشگاهی است و اعضای آن روش تدریس سستی را برای آموزش مفاهیم فیزیک نوین (لیزر) تجربه خواهند کرد.

جدول ۱: نتایج به‌دست آمده برای ضرایب پایایی آزمون‌ها

ضرایب پایایی	میانگین مشاهده به‌دست آمده	مقیاس استاندارد
ضریب $\alpha_{\text{rpb}}$	۰/۶۱	بزرگ‌تر از ۰/۲
ضریب $\alpha_{\text{kr-20}}$	۰/۹۴	بزرگ‌تر از ۰/۷
ضریب دلتای فرگوسن	۰/۹۳	بزرگ‌تر از ۰/۹

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

و هشداردهنده‌های آتش‌سوزی که در فناوری ساخت آن‌ها هم لیزر هم اثر فوتوالکتریک 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.

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

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

**۳-۴ 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 فلزات، 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

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

نمونه‌ها	شاخص‌های آماری		تعداد	میانگین	میان	نمنا	استاندارد	وارو یانس	کمینه	بیشینه
	آزمون‌ها	آماره								
نمونه‌ی اول	پیش‌آزمون	۲۲	۷/۹۱	۷/۰۰	۷	۲/۸۶۰	۸/۱۸۲	۳	۱۴	
	پس‌آزمون	۲۲	۱۶/۰۹	۱۶/۵۰	۱۷	۱/۸۴۹	۳/۴۲۰	۱۱	۱۹	
نمونه‌ی دوم	پیش‌آزمون	-	-	-	-	-	-	-	-	
	پس‌آزمون	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	شاخص‌های آماری		تعداد	میانگین	میان	نمنا	استاندارد	وارو یانس	کمینه	بیشینه
	آزمون‌ها	آماره								
نمونه‌ی سوم	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	
نمونه‌ی چهارم	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 درصدی برابر با ۰/۶۹ بود که با توجه به این که نمونه اول، پیش آزمون را تجربه کرده بود، مقدار قابل قبولی است. بنابراین تفاوت معناداری بین میانگین های پس آزمون در دو نمونه اول و دوم وجود نداشت و این دو نمونه همتا بودند.

با توجه به جدول شماره ۳ (۳) میانگین نمره های پیش آزمون یادگیری برای نمونه ی سوم (نمونه ی سستی اول) ۶/۰۵ بود که با پیشرفت ۱/۱۸ واحدی به عدد ۷/۲۳ در پس آزمون رسیده است. تفاوت نتایج آزمون ها در جدول شماره (۶) آمده است. نمره های کمینه

و بیشینه در پیش آزمون به ترتیب ۱ و ۱۴ بود که این مقادیر در پس آزمون به ۲ و ۱۵ ارتقا یافتند. مطابق با جدول (۹)، آزمون t برای نمونه های سوم و چهارم تفاوت میانگین محسوسی را نشان نداد. این تفاوت با سطح معناداری ۱۳ درصد برابر با ۱/۳۲ بود که با توجه به این که این نمونه پیش آزمون را تجربه کرده بود، مقدار قابل قبولی است. بنابراین تفاوت معناداری بین میانگین های پس آزمون در دو نمونه سوم و چهارم وجود نداشت و این دو نمونه همتا هستند.

در ادامه به نتایج فرض آزمایی اشاره می گردد:

فرضیه ی ۱: بین پیش دانسته های

دانش آموزان گروه های آزمایش و کنترل در زمینه مفاهیم فیزیک نوین تفاوت معنی داری وجود ندارد.

برای آزمون این فرض از آزمون t استفاده شد. با توجه به داده های جدول (۵) مشاهده می گردد که مقدار t به دست آمده ۱/۹۳۹ و سطح معناداری آن ۰/۰۵۹ است. معنای آن این است که فرضیه اول تأیید بین پیش دانسته های دانش آموزان گروه های آزمایش و کنترل در زمینه ی مفاهیم فیزیک نوین تفاوت معنی داری وجود ندارد و همگن هستند.

فرضیه ی ۲: در پیشرفت تحصیلی دانش آموزان گروه های آزمایش و کنترل در مفاهیم فیزیک نوین (لیزر) تفاوت

جدول ۴: شاخص های مرکزی و پراکندگی برای نتایج آزمون های نمونه اول و سوم

شاخص های مرکزی آزمونها	نمونه	تعداد	میانگین	انحراف استاندارد	واریانس	خطای میانگین	انحراف نمره ی آزمونها
پیش آزمون	اول	۲۲	۷/۹۱	۲/۸۶۰	۸/۱۸۲	۰/۶۱۰	۸/۱۸
پس آزمون	اول	۲۲	۱۶/۰۹	۱/۸۴۹	۳/۴۲۰	۰/۳۹۴	
پیش آزمون	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 مقایسه ی پس آزمون ها

تفاوت میانگین	تفاوت خطای معیار	سطح معناداری	موجهی آزادی	t	واریانس ها برابر فرض شده	واریانس ها برابر فرض نشده
۰/۶۹۱	۰/۵۰۰	۰/۱۷۴	۴۰	۱/۳۸۳	پس آزمون نمونه ی اول و دوم	پس آزمون نمونه ی اول و دوم
۰/۶۹۱	۰/۴۹۲	۰/۱۶۸	۳۷/۸۵۵	۱/۴۰۵	پس آزمون نمونه ی اول و دوم	پس آزمون نمونه ی اول و دوم
۱/۳۲۱	۰/۸۶۹	۰/۱۳۵	۵۱	۱/۵۲۰	پس آزمون نمونه ی سوم و چهارم	پس آزمون نمونه ی سوم و چهارم
۰/۳۲۱	۰/۸۴۷	۰/۱۲۵	۴۸/۹۶۲	۱/۵۵۹	پس آزمون نمونه ی سوم و چهارم	پس آزمون نمونه ی سوم و چهارم

جدول ۶: نتایج حاصل از آزمون t مستقل

گروه‌های اول و سوم	فرض شده	اریانس ها برابر	۱/۹۳۹	۴۲	۰/۰۵۹	۰/۹۶۱	میانگین تفاوت
							۱/۸۶۴
پیش آزمون گروه‌های اول و سوم	فرض شده	اریانس ها برابر	۱/۹۳۹	۴۲	۰/۰۵۹	۰/۹۶۱	۱/۸۶۴
	فرض نشده	اریانس ها برابر	۱/۹۳۹	۴۰/۴۶۴			۱/۸۶۴
پس آزمون گروه‌های اول و سوم	فرض شده	اریانس ها برابر	۱۲/۲۲۵	۴۲	۰/۰۰۰	۰/۷۲۳	۸/۸۶۴
	فرض نشده	اریانس ها برابر	۱۲/۲۲۵	۳۶/۰۶۵			۸/۸۶۴
تفاضل پیش آزمون و پس آزمون گروه‌های اول و سوم	فرض شده	اریانس ها برابر	۸/۱۵۱	۴۲	۰/۰۰۰	۰/۸۷۰	۷/۰۹۱
	فرض نشده	اریانس ها برابر	۸/۱۵۱	۴۱/۵۳۷			۷/۰۹۱
پس آزمون گروه‌های دوم و چهارم	فرض شده	اریانس ها برابر	۸/۸۳۲	۴۹	۰/۰۰۰	۰/۷۷۶	۶/۸۵۲
	فرض نشده	اریانس ها برابر	۱۰/۳۷۰	۴۲/۵۳۲			۶/۸۵۲

معنی داری دیده نمی‌شود.

بار رجوع به مقادیر جدول (۶)، فرضیه‌ی دوم خوددیده‌خود مردود است. مقدار t به دست آمده برای سطح معناداری ۰/۰۰۰ مقدار ۱۲/۲۲۵ است که نشان‌دهنده‌ی تفاوت معنادار بین میانگین‌های پس‌آزمون هر دو نمونه است. علاوه بر آن t به دست آمده برای تفاوت میانگین بین تفاضل پیش‌آزمون و پس‌آزمون هر دو نمونه (پیشرفت تحصیلی) برای سطح معناداری ۰/۰۰۰ عدد ۸/۱۵۱ است که نشان از تفاوت معنادار در میانگین آن‌هاست و این به این معناست که روش آموزش به کار رفته اثربخشی بیشتری نسبت به روش سنتی دارد و فرضیه‌ی دوم رد شده است.

### ۱-۵ بحث و نتیجه‌گیری

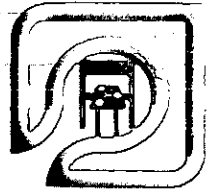
نتایج پژوهش حکایت از برتری روش آموزش زمینه-محور نسبت به روش سنتی برای آموزش و یادگیری مفاهیم انتزاعی فیزیک نوین دارد. این نتایج نشان می‌دهند که بین پیش‌دانشته‌های دانش‌آموزان گروه‌های آزمایش و کنترل در زمینه مفاهیم فیزیک نوین تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. در حالی که مقدار t به دست آمده نشان‌دهنده‌ی تفاوت معنادار بین میانگین‌های پس‌آزمون هر دو نمونه است. علاوه بر آن t به دست آمده برای تفاوت میانگین بین تفاضل پیش‌آزمون و پس‌آزمون هر دو نمونه (پیشرفت تحصیلی) نشان از وجود تفاوت معنادار در میانگین آن‌ها دارد. به این معنا که روش آموزش به کار 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.



تاریخ علم

اسفندیار معتمدی

.....

.....

# 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 علی اصغر 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 علی اصغر خمسوی، دکتر علی اصغر آزاد، دکتر ضیاءالدین اسماعیل بیگی 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

کتاب‌درسی دبیرستانی

تألیف کرده است و

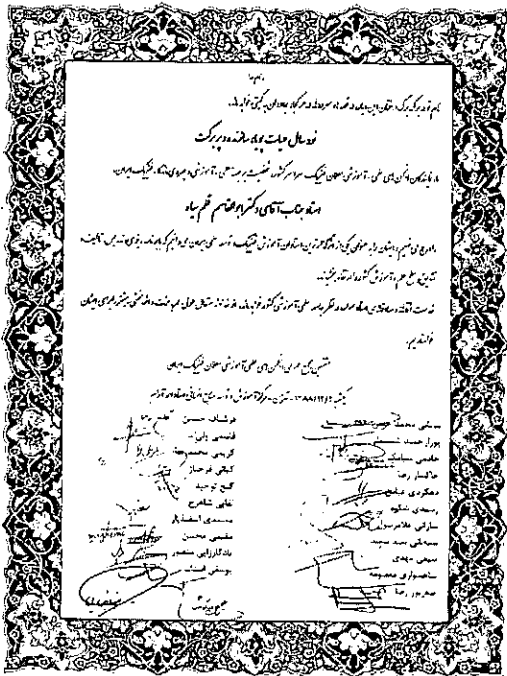
تا سن نود سالگی با

دقت و نظمی بی‌مانند

به ترجمه و ویرایش

مشغول بوده است

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

کتاب‌های فیزیک بوده است. ایشان به معلمی عشق می‌ورزید و نوشته است:  
«من از جمله افرادی هستم که ذاتاً به معلمی علاقه دارم. حتی در دوران دانش‌آموزی هم شاگرد داشتم. 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 است، موفق‌اند؟ من خودم در ژاپن بودم. زندگی مردم آن‌جا سراسر تلاش و کوشش است. کارکنان ادارات ژاپن حتی بیش از ساعات‌های موظف خود کار می‌کنند و تقاضای اضافی 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 رشد و ترقی جامعه شوند آن‌ها مطمئن باشند مردم به «افرادی که به آن‌ها خدمت می‌کنند رو می‌آورند و زحمات آن‌ها را ارج می‌نهند».

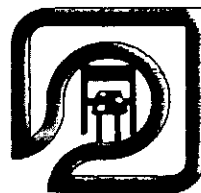
دکتر قلمسیاه معلمی دلسوز، انسانی و ارسته و مردی با اخلاق کامل انسانی است. او دانشجوی مادام‌العمر است و در جهت یاد دادن مطالب علمی معلمان و دانشجویان را برمی‌انگیزاند. کمتر معلمی به پایه‌ی دلسوزی او دیده‌ام. او می‌خواهد معلمان کشور در حد تجزیه و تحلیل و قضاوت و داوری و توجیه و تفسیر مطالب علمی را فراگیرند 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 کروماتوگرافی گازهای موجود در هوا بود.

کار بسیار 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 نسبت به کتاب‌های قبلی وجود پرسش در متن درس، کارهای پژوهشی در آخر هر فصل، انواع پرسش‌ها و مسائل 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 تأسف و تأثر استاد دکتر ابوالقاسم قلمسیاه روز ۹ آذرماه سال ۸۹ بر اثر بیماری قلبی به درود حیات گفتمند.  
ضمن عرض تسلیت 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.

# نمایشش بک



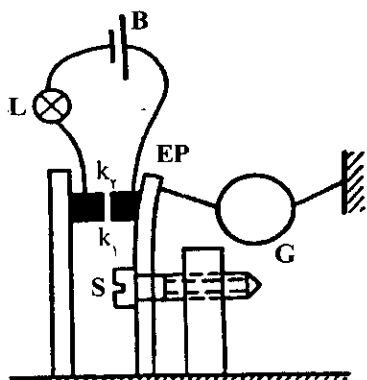
آموزشی

دوزرفا و ولینکین

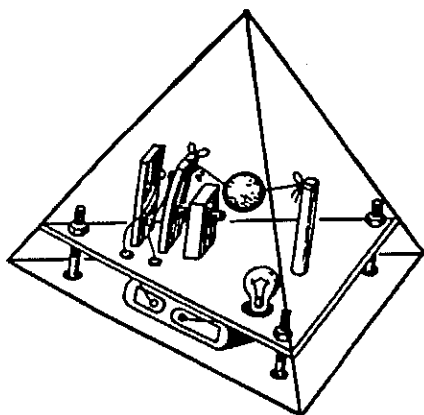
ترجمه:

مرجان روح‌نواز

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



شکل ۱



شکل ۲

توصیه‌های عملی زیر برای ساخت دستگاه مفید است:

- 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.
- 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

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. نیرویی به آن وارد نمی‌کند. شکل ۱ دستگاهی را نشان می‌دهد که براساس مطالب بالا ساخته شده و با آن می‌توان حالت بی‌وزنی را مشاهده کرد.

## نمایش بی‌وزنی

در حالت عادی وزنه‌ی  $G$  ریسمان را محکم می‌کشد در نتیجه 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.

پیچ 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.



# دکارتی

# ذنی و غواص



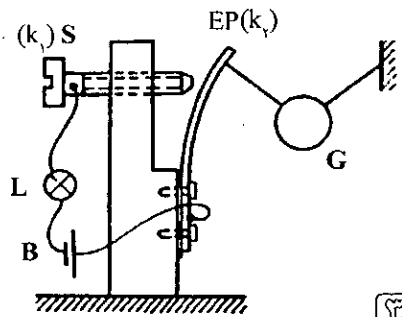
نگه می‌دارد اما اگر کاغذ خیس شود و شروع به از هم پاشیدن کند، آب از بدنه نشت می‌کند و کشتی غرق می‌شود. آیا می‌توان کشتی‌ای ساخت که بدنه‌ی آن به‌طور متناوب هوا را نگه داشته یا عبور دهد به‌طوری که کشتی به دلخواه ما شناور یا غرق شود؟ بله قطعاً!

دانشمند و فیلسوف بزرگ فرانسوی رنه دکارت اولین کسی بود که چنین وسیله‌ای را ساخت امروزه این وسیله به غواص دکارتی<sup>۲</sup> معروف است. دستگاه دکارت شبیه کشتی کاغذی فوق‌الذکر است با این تفاوت که به جای عبور دادن هوا از داخل خود، آن را متراکم یا منبسط می‌کند.

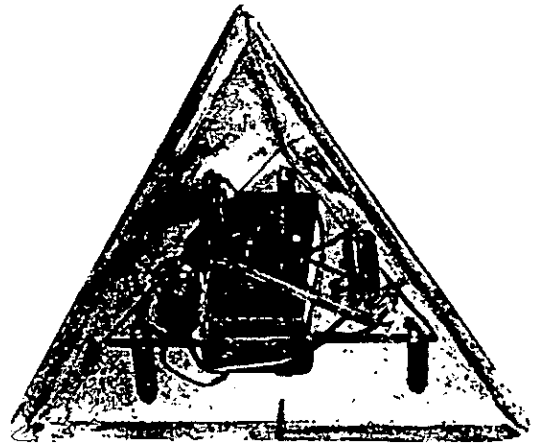
طرحی از این غواص در شکل ۵ نشان داده شده است. برای ساختن این وسیله یک بطری دهان گشاد و یک بطری کوچک‌تر (مثلاً شیشه‌ی دارو) و تکه‌ای از یک بادکنک را بردارید، بطری بزرگ را تا نزدیک دهانه از آب پر کنید. سپس بطری کوچک‌تر را به‌طور وارونه در آب فرو برید و آن را اندکی کج کنید تا کمی آب به داخل آن برود. اندازه‌ی 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 است 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 همین که 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 فشار هوا سبب رفتن آب به داخل بطری کوچک‌تر شده و آن را سنگین می‌کند. در نتیجه بطری پایین می‌رود. به محض این که فشار از روی دهانه‌ی بطری بزرگ برداشته شود هوای داخل بطری کوچک‌تر، آب اضافه را بیرون رانده و شناور به سمت بالا حرکت می‌کند.

کشتان مانند پایانه‌ی  $k_p$  عمل کند. (شکل ۳)



شکل ۴. طرحی را نشان می‌دهد که اصلاً بیچ تنظیم ندارد و اگر کمی فکر کنید احتمالاً طرح ساده‌تری پیدا خواهید کرد.



## غواص دکارتی

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

شکل ۵

شکل ۳

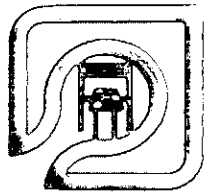
شکل ۴

پی‌نوشت.....

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

منبع.....

Physics in your kitchen lab, Mir pub. 1985.



## آموزشی

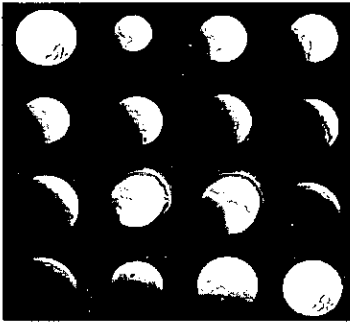
یرل واکر

ترجمه:

محمدرضا خوش بین خوش نظر

### بزرگ شدن ماه

جالب توجه ترین خطای دید در چشم انداز طبیعی، بزرگ شدن ظاهری ماه هنگام نزدیک بودن به اقیانوس است. آیا این بزرگی ناشی از شکست (خم شدن) پرتوهای نور متوسط جو، و تغییر فاصله‌ی ماه است یا برداشت غلط شما؟



### شکل آسمان

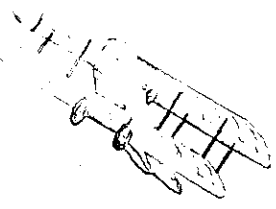
آیا آسمان به شکل نیمکره است؟ بیشتر مردم آسمان را به صورت ظرف وارونه‌ای می‌بینند که بخش بالایی آن نزدیک‌تر از بخش‌های نزدیک به اقیانوس است. مشاهده‌های زیر را امتحان کنید. وقتی در طول روز هلالی از ماه در آسمان است، به‌طور ذهنی آن را با یک خط به دو بخش متعادل تقسیم کنید. چون هلال ماه را نور خورشید ایجاد 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 واپس‌پس می‌کند. پارک‌های نور در نورالکون گردان مستقیم هستند اما وقتی از پهلو به آن‌ها نگاه می‌کنید، خمیده به نظر می‌رسند که ناشی از شکل ظاهری آسمان است. چرا آسمان نیمکره به نظر نمی‌رسد؟

**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 این که 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 پهنا، 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 ماه پایین را به زمین مقابل خود وابسته می‌سازید. بر مبنای این زمین، ماه بزرگ‌تر به نظر می‌رسد. شما به راحتی می‌توانید بر این تأثیر غلبه کنید: بچرخید، خم شوید، و از بین پاهای خود به ماه نگاه کنید. اکنون ماه اندازه‌ی واقعی خود را دارد، احتمالاً به این خاطر که زمین، که در نیمه‌ی بالایی دیدگاه شماست، دیگر در مقیاس بندی ماه به کار نمی‌رود. دلایل احتمالی دیگر، شامل خم کردن چشم‌ها برای مشاهده‌ی ماه و نبود همگرایی هم‌زمان چشم‌هاست که برای دیدن اجسام خیلی دور لازم است.

نمایند





**پاسخ:** احتمالاً عوامل بسیاری در شکل آسمان دخیل اند: 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 سر 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 ژانویه‌ی حدوداً ۱۵ از مرکز نگاه ثابت رو به شش‌په در میدان دیدتان قرار دارد. می‌توانید آن را با نگاه کردن به یک چشم در حالی که شیء کوچکی (مثل مناد پاک‌کن) که آن را از فاصله‌ی په خود نزدیک می‌کنید در میدان دید خود پیدا کنید. نگاه خود را ثابت نگه دارید و وقتی این شیء از نقطه‌ی کور بگذرد ناپدید می‌شود.

روان‌شناس  
فیروز لوروست

**قسمت دوازدهم)**

**پاسخ: شبکه‌ی 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 (چاله‌ای در شبکه‌ی 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) که طی آن چشم حدود یک درجه می‌چرخد، برخی اجزای کوچک نقطه‌ی کور را بر 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 شبکه‌ی 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.

**پیمان انجمید**

مشهور  
کارگردان  
الفلی مجبور بود  
مهمان مزاحمتی را تحمل کند  
خود را با تمرکز نقطه‌ی کور چشم  
خود بر روی سر شخصی و گردن زدن او  
سرگرم می‌کرد. یک داستان قدیمی (ظاهر اخیراً واقعی)  
مربوط به چارلز دوم پادشاه انگلستان است که او  
نیز به‌طور بصری مهمانان خود را گردن می‌زد. طرفه  
این که پدر خودش را واقعاً گردن زده بود.  
این ناحیه به چه اندازه و چرا کور است؟ چرا  
معمولاً مگر چه نقطه‌ی کور نمی‌شویم؟

## شبکه‌های خاکستری در صبح، لکه‌های پُر تحرک در روز

اگر در صبح‌دمی، بلافاصله پس از باز کردن چشمانتان در اتاقی که نور خورشید آن را روشن کرده است به چایی خیره شوید، شبکه‌های خاکستری میدان دید شما را خواهند پوشاند. این شبکه سرپنا 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 به سرعت 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 در خشان و دارای دنباله‌های کم‌نورند. می‌توانم آن‌ها را به ضربان قلبم ربط دهم؛ آن‌ها در مرحله‌ی سیستولی (انقباض) به سرعت و در طول مرحله‌ی دیاستولی (انبساط) آهسته‌تر حرکت می‌کنند. نور آبی، مشاهده‌ی آن‌ها را راحت‌تر می‌سازد. آن‌ها را می‌توان در همه‌جا به استثنای امتداد خط دید (که این خط شبکه را در فویا قطع می‌کند) مشاهده کرد. این لکه‌ها چیستند؟ چرا برای مشاهده‌ی آن‌ها، نور آبی بهترین است؟ و چرا در فویا وجود ندارند؟

به قدر کافی تغییر می‌کنند تا شبکه قابل مشاهده باقی بماند. شاید مشاهده پذیر شدن این شبکه بایک روزنه‌ی سوزنی روشن شده بتواند رصدهای حیرت‌انگیز ستاره‌شناسی به نام پرسیوال لوئل<sup>۱</sup> از زهره را توضیح دهد. او مدام «پره‌ها»ی 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. که واقعاً بسیار عجیب بود. احتمالاً پره‌هایی که لوئل دیده بود، شبکه‌ی شبکه‌ای 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. او توانست زهره را ببیند، اما شبکه‌ی شبکه‌ای چشم او روی آن افتاده بود.

**پاسخ:** این شبکه وقتی تشکیل می‌شود که سایه‌ی رگ‌های خونی در شبکه مانع از رسیدن نور به گیرنده‌های نوری شود که در عمق بیشتری از شبکه 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، هیچ کدام از فویا رد نمی‌شوند، زیرا این ناحیه فاقد رگ‌های خونی است.

چون هر نقشی که روی شبکه تثبیت می‌شود، کمتر است [تمایز] خود در چشم ناظر را در عرض چند ثانیه از دست می‌دهد، شبکه به سرعت محو می‌گردد. اگر نور کوچکی را در میدان دید شما حرکت دهند، سایه‌ی رگ‌های خونی

### شناورها و سایر لکه‌ها در چشم

وقتی به زمینه‌ی روشن و بی‌شکلی چون آسمان صاف نگاه می‌کنیم میدان دیدیم پر از نقطه‌های شناور و لکه‌های متحرک کوچک می‌شود. لکه‌های متحرک را در بخش پیش پررسی کردیم. نقطه‌های شناور کوچک از دایره‌هایی هم‌مرکز تشکیل شده‌اند اما من ساختارهای پررنگ‌تر و کشیده‌تری را نیز می‌بینم. یکی از این ساختارهای پررنگ در چشم راست من اغلب مزاحم توانایی خواندن من با آن چشم می‌شود.

این نقاط محلی را که شناور 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 مشوای کدر استفاده می‌کنم. ولی هر چشمه‌ی نور در عین حال که چگالی از فیبر گیر می‌کشد (من باز می‌توانم نیز می‌توانم این کار را انجام دهم) من در نزدیکی آن 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 دایره‌هایی هم‌مرکز هستند که بیشتر شناورها دارند. گاهی نیز لکه‌هایی تاریک و طرح ساکنی از خط‌های تاریک را می‌بینم که از مرکز میدان دید گسترش یافته‌اند. درست پس از پلک زدن 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 به‌عکس) بسیار روشن‌تر از بقیه‌ی قسمت‌های دیگر من هستند.

چه چیزی این جلوه‌های مختلف را پدید آورده؟

**پاسخ:** شناورهای معمولی احتمالاً ناشی از بی‌نظمی‌های موجود در زجاجیه<sup>۶</sup> (ماده‌ی شفاف‌ی که بیشتر کره‌ی چشم را پر کرده است) هستند. نمی‌توانید خود این

بی‌نظمی‌ها یا حتی سایه‌ی آن‌ها را بر روی شبکه بینید. بلکه، طرح پراشی را می‌بینید که این بی‌نظمی‌ها روی شبکه می‌اندازند. پراش نوعی تداخل است که امواج نور هنگام گذر از سوراخ یا مانع کوچکی دستخوش آن می‌شوند. در این جا، وقتی نور یک روزنه‌ی سوزنی از بی‌نظمی‌های درون زجاجیه می‌گذرد، طرح پراشی را بر روی شبکه به وجود می‌آورد. این طرح از نوارهای روشن هم‌مرکز (که در آن جا امواج نوری یکدیگر را تقویت می‌کنند) و نوارهای تاریک (که در آن جا می‌خواهند یکدیگر را خنثی کنند) تشکیل می‌شود.

اگر این بی‌نظمی‌ها تقریباً دایره‌ای باشند، طرح تداخلی نیز دایره‌هایی با یک نقطه‌ی مرکزی روشن خواهد بود. یک بی‌نظمی کشیده، طرح تداخلی کشیده‌ای را ایجاد می‌کند. شنواری 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 خط 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 ساختاری چاله‌مانند که خط دید شما در آن جا می‌افتد شناور شده‌اند. همچنین می‌توانند ناشی از گویچه‌هایی باشند که در این لایه‌ی مایع رخنه کرده‌اند، که در این صورت میدان دید شما می‌تواند قرمز رنگ شود. شناورها را همه دارند و حضور آن‌ها الزاماً نشانه‌ی بیماری نیست. با پیرتر شدن، احتمالاً شناورهای بیشتری را می‌بینید.

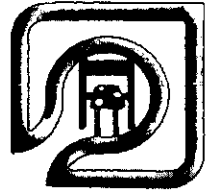
لکه‌های روشن و طرح خط‌های تاریک و روشنی که پس از پلک زدن می‌بینید ناشی از لایه‌ی (پاره شده‌ی) مایع به‌جا مانده روی قرنیه است. بی‌نظمی‌های موجود در این لایه می‌توانند پرتوهای نور را اندکی کانونی کنند تا ناحیه‌های روشن‌تری به دست آید. خطوط منشعب از مرکز میدان دید می‌توانند ناشی از ساختار شعاعی عدسی چشم 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.



تاریخ علم

ترجمه:

منوچهر مرادویسی  
دبیر فیزیک ناحیه دوشهری

کلیدواژه‌ها:

دستگاه بین‌المللی یکاها، دستگاه متریک، معیارهای استاندارد

# چگونه فلزشناسان بریتانیا

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<sup>۶</sup> 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

## 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.



تشکیل داد تا به دستگاه واحدی برسند.

دانشمندان برجسته فرانسه نظیر لاوازیه<sup>۱</sup> 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»<sup>۲</sup> ساخت. به رغم چند وقفه‌ی موقت و زودگذر (مثل بی میلی ناپلئون به یکاهای متریک) یکاهای جدید مسئله‌ی ناسازگاری را در فرانسه حل کرد و به سرعت به کشورهای دیگر اروپایی گسترش یافت. دانشمندان کشورهای نظیر بریتانیا (به‌ویژه ژول<sup>۳</sup>، ماکسول<sup>۴</sup> و لرد کلونین<sup>۵</sup>) توان بالقوه‌ی عظیمی در واحدهای متریک مشاهده

با به دست آوردن اطلاعات بیشتر در مورد تاریخچه دستگاه بین‌المللی یکاها متأسفم که بیشتر مردم بریتانیا از همکاری مؤثر دانشمندان و فلزشناسان خود آگاهی 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

# پین «کیلو گرم‌ها» و «مترها»ی 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<sup>۶</sup> در لندن قالب‌گیری کرد، چکش کاری، 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.

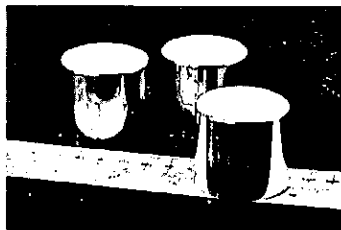


اولین کنفرانس عمومی در مورد اوزان و مقادیر نخستین نمونه‌های متر و کیلوگرم را تأیید کرد و به امضاکنندگان قرارداد متر، نسخه‌هایی داده شد. بریتانیا که در سال ۱۸۸۴ به قرارداد متر پیوسته بود و نسخه‌ی شماره ۱۸ را تحویل گرفت. این یکای

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 پلاتینیم متالز ریویو،<sup>۵</sup> ۱۹۷۳، ۱۷(۲) صفحه‌ی ۶۸ - 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<sup>۹</sup> و مسئول قبلی دکتر تری کوین<sup>۱۰</sup> 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 - 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) یکاهای وظیفه‌ای است برعهده کمیته مشاوران واحدها (CCU) در اداره بین‌المللی اوزان، و مقادیر وظیفه‌ی کمیته مشورتی در این اداره است. ایان ام میلز<sup>۱۱</sup> استاد ممتاز دانشگاه روینگ بریتانیا رئیس این کمیته است. او نظرات خود را در اینترنت ناشرال کمیستری<sup>۱۲</sup> مطرح می‌کند. برای مطالعه‌ی بیشتر در مورد این موضوع می‌توان به مقاله اف‌جی. اسمیت از شرکت جانسون ماتی در پلاتینیم متالز ریویو و وب‌سایت ناشرال فیزیکال لائبراتوری مراجعه کنید.

پی‌نوشت.....

1. Lavoisier
2. Marc Etirrne 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

# مسئله‌های بیست و سومین دوره‌ی مسابقات بین‌المللی فیزیکدانان جوان



شده است. ظرف را واژگون می‌کنیم. اندازه‌ی حفره‌های توری چه قدر باشد تا آب از ظرف خارج نشود.

## عریخ

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) هر کدام به وسیله‌ی 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 ننگه داشته می‌شوند. اگر گرما دادن متوقف شود با پایین آمدن دمای فلاسک‌ها آب از لوله‌های رابط بالا می‌رود. این پدیده را بررسی کرده و



**مقدمه:** در سال ۱۹۷۹ میلادی مسابقه‌ای تحت عنوان «مسابقه‌ی فیزیکدانان جوان»<sup>۱</sup> 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.

## ۴. حباب صابون

در یک سیم دایره‌ای شکل، 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

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

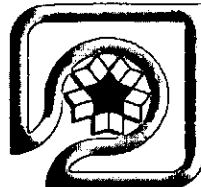
برخورد دو گوی فولادی بزرگ که در بین آنها یک ورقه‌ی نازک از موادی مانند کاغذ قرار دارد باعث سوزاندن صفحه و ایجاد یک سوراخ می‌گردد. این اثر را برای مواد مختلف بررسی کنید

## 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.



ارزشیابی

.....  
مترجم:  
آزیتا سید فدایی  
.....



توضیح دهید 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؟

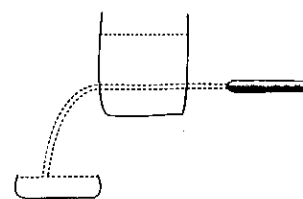
### ۱۰. سطح آرام

هنگامی که باد به سطح آب می‌وزد امواجی به وجود می‌آید. اگر آب با یک لایه چربی پوشانده شود، امواج کم می‌شوند. این پدیده را شرح دهید.



### ۸. مایع راهنمای نوری

در یک ظرف شفاف که با مایعی مانند آب پر شده است از یک سوراخ جریان‌ی از مایع به خارج وجود دارد. یک چشمه‌ی نور به صورت افقی وارد جریان مایع می‌شود (مطابق شکل). در چه شرایطی این جریان مایع مانند یک راهنما در مسیر نور عمل می‌کند؟



### ۹. آب چسبنده

هنگامی که یک استوانه‌ی افقی در جریان عمودی آب قرار داده می‌شود، این جریان به دور استوانه از پایین به بالا قبل از جدا شدن از آن تداوم می‌یابد. این پدیده را شرح دهید و کمیت‌های وابسته به آن را بررسی کنید.



### ۱۲. حوله‌های خیس

هنگامی که یک حوله‌ی خیس تکان داده می‌شود، صدایی مانند ضربه‌ی شلاق تولید می‌شود. این پدیده را بررسی کنید. چرا صدای تکان دادن حوله‌ی خیس بلندتر از حوله‌ی خشک است؟



### ۱۱. ماسه

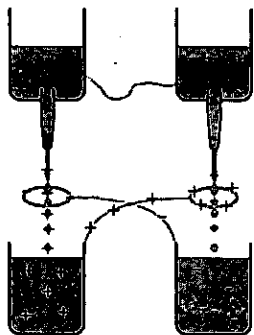
ماسه‌ی خشک از ماسه‌ی مرطوب نرم‌تر است و روی آن راحت‌تر می‌توان راه رفت. ماسه‌ی خیس حاوی مقدار زیاد آب نیز نرم و راه رفتن بر روی آن راحت است. کمیت‌هایی را که بر روی نرمی ماسه تأثیر می‌گذارند بررسی کنید.

### 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 قرار دارند به طوری که آهنربای زیرین ثابت و دیگری می‌تواند به صورت عمودی حرکت کند. حرکت نوسانی آهنربای بالایی را بررسی کنید.



### ۱۵. بادسنج کاغذی

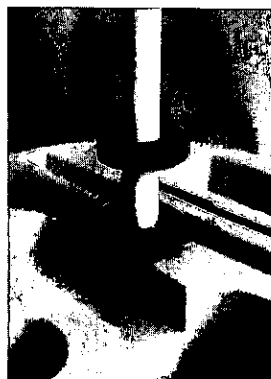
هنگامی که باریکه‌های نازک کاغذ داخل جریان‌ی از هوا مانند باد پنکه قرار گیرد صدایی تولید می‌شود. بررسی کنید چگونه می‌توان با استفاده از این صدا سرعت جریان هوا را به دست آورد؟

### ۱۶. فنر دوار

یکی از دو سر فنر ماریچی را حول محور قائم می‌چرخانیم. افزایش طول فنر را هنگام چرخش و 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 به دست آورید. کمیت‌های وابسته را بررسی کنید.



پی‌نوشت.....  
I. IYPT (International young physicist tournament)

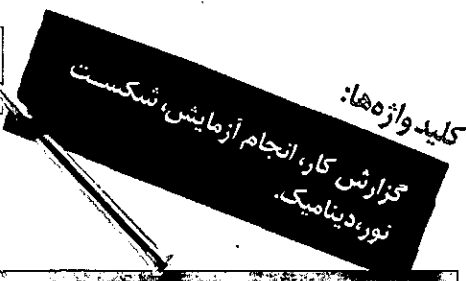


تجربه‌های آموزشی

فروغ صدرارحامی  
آموزش و پرورش ناحیه ۲ اصفهان  
foroghsadrarhami@  
yahoo.com

# گزارش کار دانش آموزان

## فیزیک ۱ و آزمایشگاه



کلیدواژه‌ها:

گزارش کار، انجام آزمایش، شکست نور، دینامیک.

می‌شود و درک عمیق‌تری به دست می‌آورد. روش مکاشفه‌ای روحیه‌ی جست‌وجوگری را در دانش‌آموز تقویت می‌کند و به او می‌آموزد تا با مشاهده‌ی پدیده‌های مختلف در آن‌ها تعمق و درصدد 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 بدین ترتیب گام‌به‌گام به 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

**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 به دست می‌آورند امکان‌پذیر نیست. به همین منظور برای گسترش سواد علمی-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. بدین گونه 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 به صورت 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 بدین ترتیب آموخته‌های او بیشتر

طوری طراحی شده که توانسته با ساده‌ترین روش آموزشی 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.
- \* به وجود آوردن محیطی مناسب برای ایجاد انگیزه.
- \* مبادله‌ی اطلاعات و برگزیدن بهترین نظر.
- \* جدی گرفتن آزمایشگاه توسط دانش‌آموزان.
- \* مشارکت در کارها و تقویت مسئولیت‌پذیری.
- \* کم شدن فاصله بین دانش‌آموزان

قوی و ضعیف.

\* به جای روش متداول، که بعد از اتمام یک یا چند آزمایش سرگروه گزارش می‌نویسد، و بقیه‌ی اعضای گروه آن را به بوت‌هی فراموشی می‌سپرند، همه‌ی افراد گروه ملزم به مشارکت در نوشتن گزارش می‌شوند که همان جزوه‌ی آزمایشگاهی است. به طوری که در حین انجام آزمایش به پرسش‌ها پاسخ داده، جداول و نمودارها را تکمیل می‌کنند.

### نتیجه

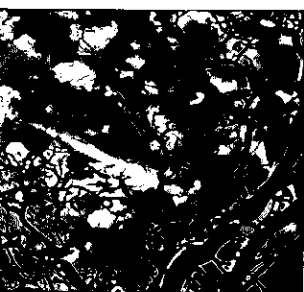
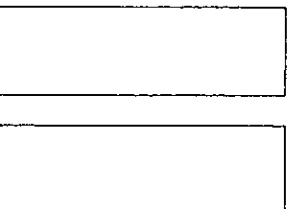
لازم به ذکر است؛ مدت هفت سال استفاده از این طرح (گزارش کار دانش‌آموزان فیزیک و آزمایشگاه سال اول و دوم دبیرستان) با استقبال دیران‌گرمی و دانش‌آموزان عزیز مواجهه و اجرای آن همراه با موفقیت بوده است. با توجه به اظهار نگرانی دیران‌محترم مربوطه در خصوص کمبود ساعت‌های آموزشی، اجرای این طرح باعث شده،

بیشتر از سایر مدارس از آزمایشگاه فیزیک استفاده شود.

طبق نظر سنجی به عمل آمده از همکاران که طی این هفت سال با این روش کار کرده و آشنایی دارند این شیوه مورد تأییدشان قرار گرفته و به نظر آن‌ها هم پیشرفت بیشتری در یادگیری حاصل شده است. در کل کارآیی این روش افزایش یافته به طوری که این شیوه را ترجیح می‌دهند.

با تمام سعی و کوششی که در نوشتن 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 است توانسته باشم نظر مخاطبان را جلب کنم. برای نمونه یکی از گزارش کارها مربوط به کلاس اول و دوم دبیرستان در زیر آمده است و در صورت لزوم کل جزوه ارائه خواهد شد.



### آزمایش شماره ۱

### شکست نور

### فصل پنجم

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 ۱ معرف چیست؟ ..... اندازه‌ی آن در این آزمایش چه قدر است؟

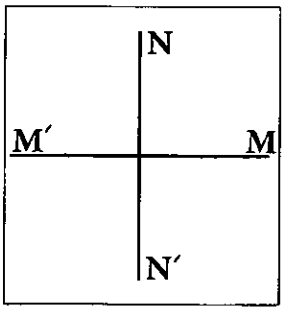
\* زاویه‌ی ۲ معرف چیست؟ ..... اندازه‌ی آن در این آزمایش چه قدر است؟

\* 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: .....



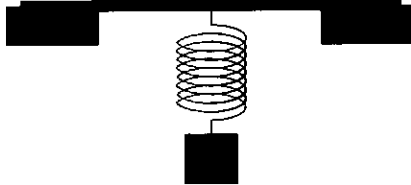
کلاس دوم..... شماره گروه..... تاریخ انجام آزمایش..... نام افراد شرکت کننده:.....

نام وسایل مورد استفاده را بنویسید.

هدف از انجام این آزمایش چیست؟

نیروی کشسانی فنر را در دو حالت (فشرده شدن- 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- وزنه) به حال سکون است طول فنر را اندازه بگیرید؟

برای به دست آوردن وزن از چه رابطه‌ای استفاده می‌کنید؟ یکاهای آن را بنویسید.

جدول زیر را تکمیل کنید.

$$L(1) = \text{طول اولیه فنر (بدون وزنه)}$$

$$L(2) = \text{طول ثانویه فنر (با وزنه)}$$

$$\Delta L = X = \text{تغییر طول}$$

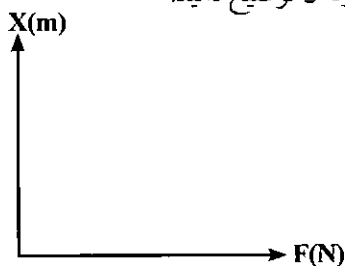
شماره آزمایش	$l_1$	$l_2$	$X$	$W$	$W/X$
۱					
۲					
۳					
۴					

از مقایسه اعداد ستون آخر جدول چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

آیا اعدادی که از نسبت  $W/X$  به دست 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 دانش آموز فعال در این آزمایش.....



برج کج پیزا  
واقع در شهر پیزای ایتالیا

# ثبیت ارتعاش هلی دیاپازون



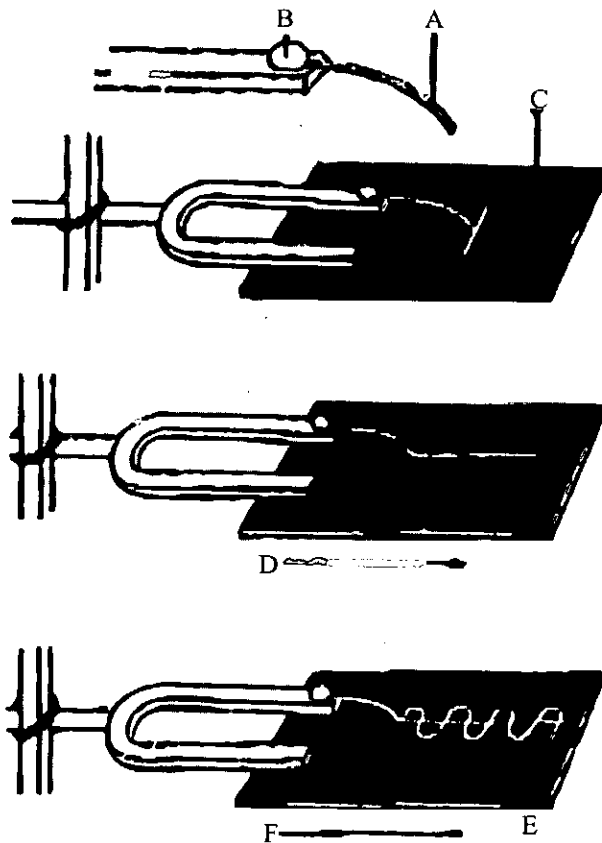
تجربه‌های آموزشی

عزیزه مفیدی

دبیر علوم تجربی شهرستان نور

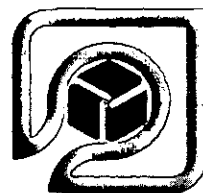
مواد و وسایل مورد نیاز: چسب مایع (چند قطره لاک)، دیاپازون، سیم نازک، پایه فلزی، صفحه‌ی شیشه‌ای دوده‌اندود.

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 درآوردید 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.



ثبیت 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

# جایزه نوبل فیزیک

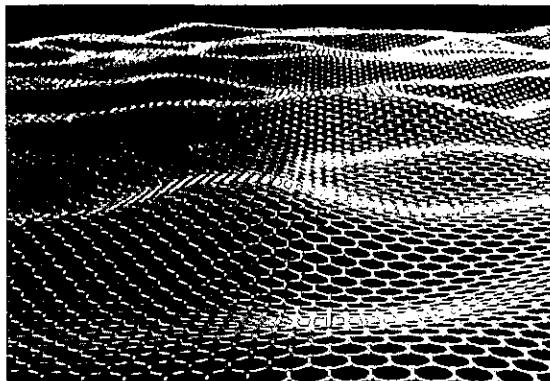
## گرافن - شبکه‌ی اتمی کامل

پوسته‌ی نازکی از کربن<sup>۱</sup> معمولی، درست به ضخامت یک اتم، عامل جایزه‌ی نوبل فیزیک امسال است. آندره گایم و کنستانتین نوسلوف<sup>۱</sup> نشان داده‌اند که کربن به این شکل تخت دارای ویژگی‌های خارق‌العاده‌ای است که از دنیای شگفت‌انگیز فیزیک کوانتومی نشأت می‌گیرد.

گرافن نوعی کربن است. نه عنوان ماده‌ای کاملاً جدید - 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 هلیوم، 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.

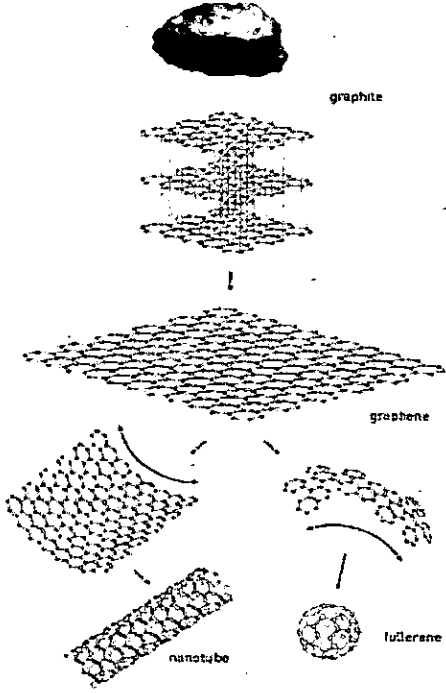
به دست آوردن گرافن بسیار ساده بوده است، این ماده‌ی معجزه‌آسا از گرافیک معمولی به دست می‌آید که در مداد هم یافته می‌شود. با این همه، چیزهای ساده و بدیهی اغلب از چشم ما پنهان هستند.

گرافن از اتم‌های کربنی تشکیل شده که در یک شبکه‌ی تخت - مانند ساختار کندوی عسل اما به ضخامت فقط یک اتم - 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.

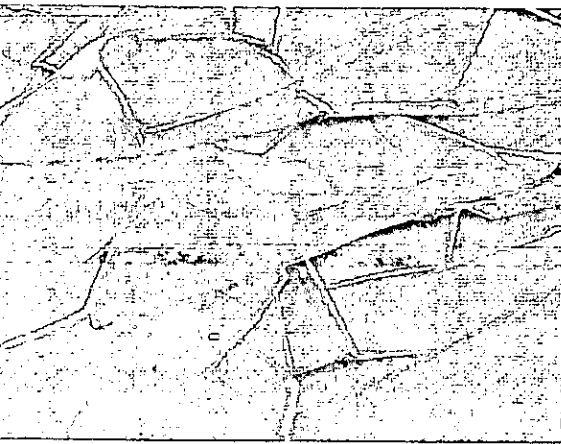
این چیزی است که وقتی اتفاق افتاد که آندره گایم و کنستانتین نوسلوف با استفاده از نوار چسب پوسته‌های نازک را به صورتی منظم از قطعه‌ی بزرگ از گرافیت برداشتند.

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

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.



شکل ۲. 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.



شکل ۲. 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.

و دیگر تراشه‌های کربن بود. در اینجا بود که فکر بکر دیگری از ذهن شان 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 نیمه رساناست.

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 است. آن‌ها در زیر میکروسکوپ 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.

### منتظر کشف شدن

البته گرافن همواره وجود داشته است؛ چیز مهم توانایی پی بردن 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 گرانبه 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 - در واقع نازکی برخی از آن‌ها به اندازه‌ی بود که شفاف بودند.

یک راه به دست آوردن گرافن از گرافیت وارد کردن مواد شیمیایی بین لایه‌های اتمی به منظور ضعیف کردن پیوند بین آن‌ها و سپس جدا کردن لایه‌ها از یکدیگر است. روش دیگر خراشیدن لایه‌هاست. روش «تبخیر» سیلیسیم از بلورهای سیلیسیم کار باید هم با موفقیت امتحان شد. در دهه‌های بسیار زیاد لایه‌های نازکی از کربن به جا می‌ماند. روش‌های مختلف رشد برآسانی<sup>۲</sup>، که برای تولید مواد نیم‌رسانای مختلف به کار می‌رود، در تولید گرافن برای استفاده از صنعت الکترونیک از همه نویدبخش‌تر است. حلقه‌های از ورقه‌های گرافن به عرض ۷۰ سانتی‌متر بزرگ‌ترین گرافنی است که تاکنون تولید شده است.

### در دنیای پارادوکس‌ها

آندره گایم و کنستانتین نوسلوف 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 آشفتنگی در گرافن طی کنند. در رساناهای معمولی، الکترون‌ها اغلب به صورت گلوله‌هایی در ماشین پین‌بال ۴ 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 شبح-گونه‌ای را بیازمایند که تاکنون فقط بررسی نظری آن‌ها امکان‌پذیر بوده است. یکی از این پدیده‌ها نوعی **تونل زنی کلاین** است که آن را فیزیکدان سوئدی اسکار کلاین<sup>۵</sup> 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 نیست. در 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 نوسلوف مشغول آزمایش آن‌ها هستند.

قابلیت هدایت الکتریکی گرافن توجه زیادی را به خود جلب کرده است. 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 دور دست 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.

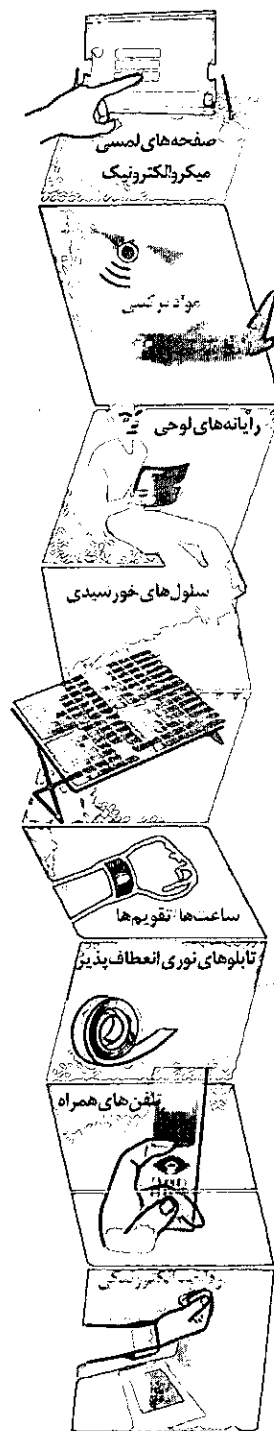
در این میان، در مورد کاربردهایی که کمتر واقع‌گرایانه هستند یا بیشتر فقط می‌توانیم حدس بزنیم، زیرا همه‌ی آن‌ها به ابتکار عمل‌های زیادی نیاز دارند و نتیجه‌ی آن‌ها معلوم نیست.

چون گرافن عملاً شفاف است (تا حدود ۰.۹۸٪) 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 به صورت رسانای الکتریکی درآید. همین‌طور افزودن مقدار اندکی گرافن به پلاستیک، مقاومت گرمایی آن‌ها را به میزان ۳۰٪ 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 نیز هستند. 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. جتی 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 کنند. 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 گایم به بریتانیا رفت. هر دوی آن‌ها ابتدا کار خود را به‌عنوان فیزیک‌دان در روسیه آغاز کردند. اکنون هر دو در دانشگاه منچستر استاد هستند.

بازیگوشی 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 گایم در سال ۱۹۹۷ موفق به بلند کردن یک قورباغه در میدان مغناطیسی شده بود؛ که روش مبتکرانه‌ای برای نمایش اصول فیزیک بود. قورباغی 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**  
شهروند هلند، متولد ۱۹۵۸، روسیه، دکتر، ۱۹۸۷ از انستیتوی فیزیک حالت جامد، فرهنگستان علم روسیه، رئیس مرکز مزوسانسیس و نانوفناوری منچستر، استاد فیزیک دانشگاه منچستر و استاد پژوهشی انجمن سلطنتی بریتانیا.

**کنستانتین نووسلوف**  
شهروند بریتانیا و روسیه، متولد ۱۹۷۴ در نیژنی تاژیل، روسیه، دکتر، ۲۰۰۴ از دانشگاه رادبرد نیزمژن، هلند، استاد و عضو انجمن سلطنتی، دانشگاه منچستر، بریتانیا.

- پی‌نوشت.....
1. Andre Geim
  2. Konstantin Novoselov
  3. exipitaxial
  4. Pinball
  5. Oskar Klein

### منابع.....

- Websites (الف) وبسایت‌ها
1. A. K. Geim's Condensed Matter Physics Group, University of Manchester. [www.graphene.org](http://www.graphene.org)
  2. Kim Group, Columbia University. <http://pico.phys.columbia.edu>
  3. Scientific American, [www.scientificamerican.com](http://www.scientificamerican.com), search for "graphene"
- Lectures (video) (سخنرانی‌ها (دیدن))
4. Geim, A. K. Graphene, Magic of Flat Carbon, Lancaster University, June 2010. [www.viddler.com/explore/lancsunisciteh/videos/21](http://www.viddler.com/explore/lancsunisciteh/videos/21)
- Popular scientific articles (مقاله‌های علمی برای همگان)
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](http://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/physics/history.cfm](http://www.aps.org/publications/apsnews/200910/physics/history.cfm)
- Original publication (ب) مقاله‌ی علمی
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.

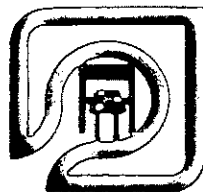


به نام دوست

## محمدعلی پیغامی (۱۳۸۹-۱۳۰۹) درگذشت

شادروان محمدعلی پیغامی مؤلف کتاب‌های درسی فیزیک و همکار جناب آقای دکتر ابوالقاسم قلم‌سیاه در ۱۳۸۹/۷/۲۰ درگذشت. مرحوم پیغامی در ۱۳۰۹/۵/۱ در ارومیه به دنیا 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 دانشسرای عالی 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 به کار پرداخت. آقای پیغامی در سال ۱۳۵۱ به تهران منتقل شد و در دفتر تحقیقات و برنامه‌ریزی درسی به کار 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 قانون های نیوتون

کلیدواژه‌ها:

نمایش های چندگانه، قانون های 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. سیمون [۱]: «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 جسم آزاد) ابزارهای عینی هستند که برای توصیف مفهوم‌های ذهنی تری مانند شتاب و قانون دوم نیوتون به کار می‌روند و به دانش‌آموزان در درک بهتر مفاهیم کمک می‌کنند. برای حل مسایل به صورت 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 جسم آزاد را به کار برند. در نتیجه، 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 جسم آزاد و درنهایت معادله‌ها) در حل مسائل می‌داند. او در مقایسه‌ی کلاس‌هایی که در آن‌ها از طرح دستگاه استفاده



می‌شود با کلاس‌های دیگر متوجه شد که در پاسخ به چهار پرسش از آزمون مفهوم نیرو [۳] با به کار بردن طرح دستگاه نمره‌های دانش‌آموزان ( $N=28$ ) از  $1/0 \pm 1/1$  در پیش‌آزمون به  $0/8 \pm 3/7$  در پس‌آزمون رسید، در حالی که بدون استفاده از این مدل نمره‌های پیش‌آزمون از  $1/0 \pm 1/2$  به  $1/2 \pm 2/8$  می‌رسید. نتیجه‌ی مهم این بررسی آن است که طرح دستگاه تأثیر مشخصی در یادگیری دارد.

### استفاده از نمایش‌های چندگانه برای بیان یک مسئله

اکنون ارتباط میان موفقیت دانش‌آموزان و مدل نمایشی بیان مسئله سنجیده می‌شود. اولین پرسش به انتخاب دانش‌آموز در مورد شکل مسئله برمی‌گردد: اگر به آن‌ها حق انتخاب داده شود، چه چیزی را خواهند پسندید؟ کوهل<sup>۲</sup> و فینکلشتاین<sup>۳</sup> 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 مسئله‌ای در مورد ایتیک موجی بهتر از دانش‌آموزان در گروه کنترل عمل کردند، در حالی که در فیزیک اتمی عملکرد 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.

### ● مراحل استفاده از نمایش‌های چندگانه

۱. شناخت اجزای کلیدی هر نمایش (مدل) در درک یک مفهوم اصلی فیزیکی 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 به وجود آورید.

فرانکلشتاین [۴] از شبیه‌سازی‌های رایانه‌ای برای کمک به دانش‌آموزان در یادگیری مدارهای DC استفاده کرد. نمایش دیداری شار 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 دقیقه) عمل می‌کردند.

### استفاده از نمایش‌های چندگانه

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

دیلون و گیر [۶] در مطالعه‌ی خود 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 شده است که اگر صورت مسئله با تصویر همراه باشد، دانش‌آموزان تمایل کمتری به رسم نمودار جسم-آزاد هنگام حل مسئله خواهند داشت. زیرا ممکن است با مشاهده‌ی تصویر درکی از موقعیت مسئله به دست آورند و فکر کنند نیازی به رسم نمودار نیست. در صورتی

برخی نمایش‌ها (مانند

طرح‌ها و نمودارهای

حرکت و نمودار

جسم آزاد) ابزارهای

عینی هستند که برای

توصیف مفهومی‌های

ذهنی تری مانند شتاب

و قانون دوم نیوتون

به کار می‌روند و به

دانش‌آموزان در درک

بهتر مفاهیم کمک

می‌کنند

## ○ استفاده در کلاس

### ۱. ارزشیابی تکوینی<sup>۴</sup>

- (الف) نمایشی را به دانش آموز نشان دهید و از او بخواهید نمایش دیگری را ارائه دهد.
- (ب) دو یا چند نمایش را به دانش آموز نشان دهید و از او بخواهید سازگاری میان آنها را بررسی کند.
- (پ) یک نمایش را به دانش آموز نشان دهید و از او بخواهید نمایش متناسب دیگری را از میان چند گزینه‌ی مناسب انتخاب کند.

### ۲. ارزشیابی جمع‌بندی<sup>۵</sup>

- از این نمایش‌ها می‌توان به عنوان جایگزینی برای آزمون سستی با توجه به روش‌های شرح داده شده استفاده کرد.

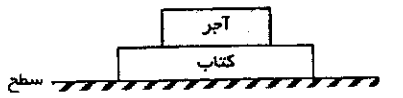
## طرح دستگاه

- در برنامه‌ی آموزشی مدل‌سازی در دانشگاه ایالت آریزونا ابزاری نمایشی به نام طرح دستگاه آموزش داده می‌شود. این ابزار به دانش‌آموزان در ایجاد سطح اولیه‌ی مفهوم‌سازی 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 آشکارا می‌توانند اجسامی را که جزء دستگاه هستند و آن‌هایی را که جزء آن نیستند، شناسایی کنند و سپس به مدل‌سازی برهم‌کنش‌های مؤثر بر انتخاب دستگاه به‌عنوان (الف) ابزاری برای انتقال انرژی یا (ب) نیروهای اعمال شده ارائه دهند. [۹]

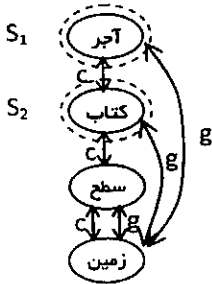
- از این طرح برای نمایش یک موقعیت فیزیکی استفاده می‌شود و اولین مرحله از مفهوم‌سازی پس از نمایش تصویری است. طرح دستگاه به‌عنوان پلی مفهومی برای نمایش مفهومی تری مانند نمودارهای جسم-آزاد و قانون‌های نیوتون برای دانش‌آموزان عمل می‌کند.

- در شکل ۱ و ۲ دو موقعیت فیزیکی، طرح دستگاه متناظر با آنها و نمودارهای جسم-آزاد مربوط به هر دستگاه را مشاهده می‌شوند. در شکل ۱ و ۲ به ترتیب اجسامی ساکن و سپس اجسامی در حال حرکت نشان داده شده‌اند.

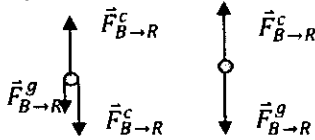
(الف)



(ب)

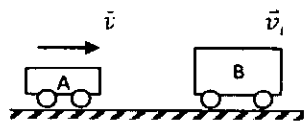


(پ) دستگاه ۱ = آجر (R) دستگاه ۲ = کتاب (B)

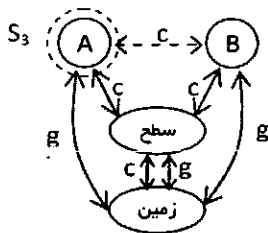


شکل (۱): وضعیت استاتیکی

(الف)

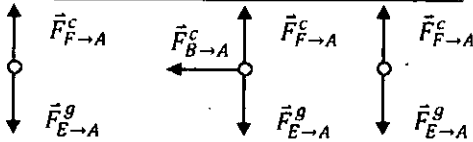


(ب)



(پ) دستگاه ۳ = اریبه A

پیش از برخورد    هنگام برخورد    پس از برخورد



شکل (۲): وضعیت دینامیکی

## طرح دستگاه و نمودار جسم-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.

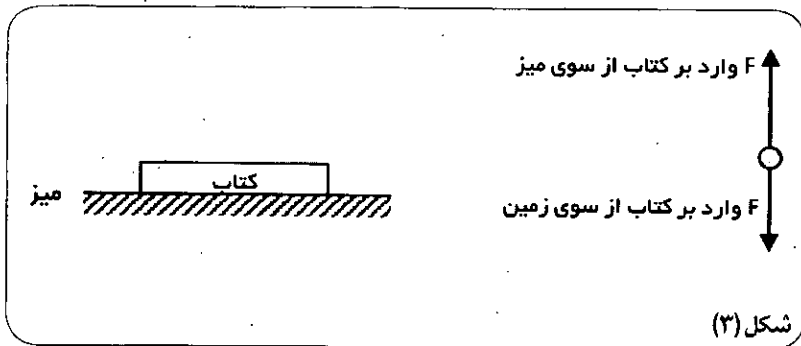
## چگونه طرح دستگاه مشکل دانش‌آموزان در رسم صحیح نمودار جسم-آزاد را کم می‌کند؟

- با شمردن تعداد خط‌های 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 واردکننده 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 جسم-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 این که 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 مباحثه 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 واردکننده 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 اندازه‌های 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 به کار 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 بر حسب اجسام موجود در آن و برهم‌کنش‌های میان آن‌ها و اجسام خارجی دیگر به درستی استفاده می‌کنند.

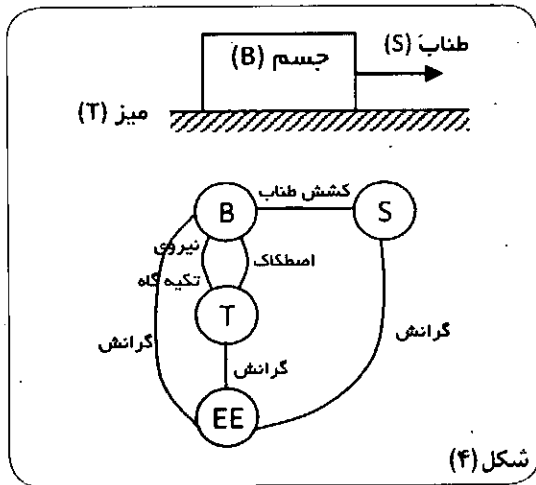
یک معلم فیزیک می‌گوید:

«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 داده‌شده دانش‌آموزان باید موارد زیر را مدنظر قرار دهد:

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 دانش آموزان خواست تا نوع نیرویی که هر خط نمایش می‌دهد را نیز شناسایی کنند. می‌توان برای نشان دادن این که نیرو کمیته‌ی 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 اعمال‌شده 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 این جا 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

(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 برآیند 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

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

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 جسم-آزاد نشان داده شده در شکل (۶) را رسم کنند. سپس با استفاده از نمودار جسم-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 جسم-آزاد مفهومی است.

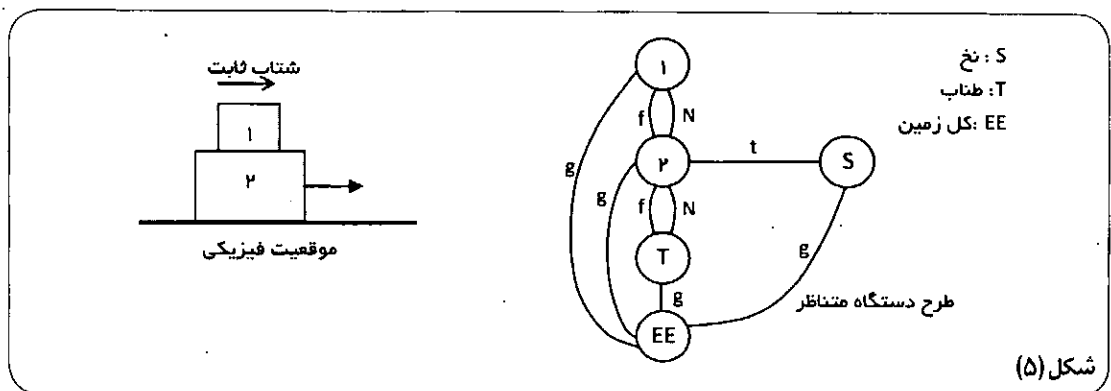
تعیین جهت نیروی اصطکاک که وارد بر جسم (۱) از طرف جسم (۲) ممکن است برای اکثر دانش‌آموزان

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

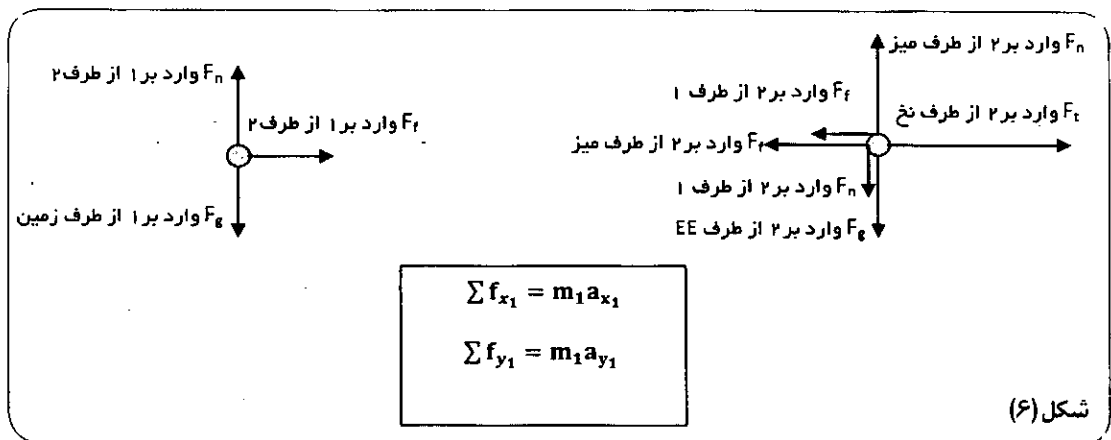
از آن‌جا که در این طرح دستگاه چهار خط به جسم متصل شده‌اند، دانش‌آموزان می‌فهمند که چهار نیرو به جسم وارد می‌شود: سه نیروی تماسی و یک نیروی کنش از دور. به آسانی می‌توان گفت که یکی از نیروها توسط طناب به جسم وارد می‌شود، میز دو نیرو و کل زمین یک نیرو به آن وارد می‌کنند.

### 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. نخ 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.



شکل (۵)



شکل (۶)

داخلی دو به دو همدیگر را ختشی می کنند و نیروی خالص وارد بر دستگاه محصور یا مستطیل جمع نیروهای خارجی وارد بر مجموعه است. این طرح دستگاه نشان می دهد که دو نیروی داخلی به جسم ۱ و ۲ وارد می شوند. هم چنین این طرح نشان می دهد که به جسم ۱، یک نیروی خارجی و به جسم ۲، چهار نیروی خارجی وارد می شود.

### استفاده از طرح دستگاه

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

۱) تمام اجسام بدون هیچ جزئیاتی از شکل یا ساختارشان نمایش داده می شوند.

۲) اگر دو جسم تأثیری بر یکدیگر داشته باشند، با همدیگر برهم کنش دارند. برای مثال در شکل (۱) کتاب بر آجر تأثیر می گذارد (آن را بالا نگه می دارد) و آجر نیز بر کتاب تأثیر دارد (کمی کتاب را می فشارد).

۳) برهم کنش های میان دو جسم با پیکان های دوسویه نمایش داده می شوند که نوع برهم کنش روی آن ها نوشته می شود. اگر جسم X بر جسم Y اثر بگذارد، جسم Y نیز بر جسم X اثر می گذارد. این سازوکار بعدها در توصیف «قانون سوم نیوتون» به دانش آموزان کمک می کند.

۴) در دوره های فیزیک مقدماتی تنها چهار برهم کنش مورد نظر هستند، سه نوع برهم کنش غیر تماسی (گرانشی «g»، الکتریکی «e»، و مغناطیسی «m») و یک برهم کنش تماسی «c». تمام برهم کنش های تماسی (مانند نیروی عمودی تکیه گاه، اصطکاک و غیره) به یک نوع فرو کاسته می شوند. یک نوع تماس ترجیح داده می شود زیرا این کار باعث ساده سازی فرایند رسم طرح دستگاه و مدل فیزیکی یک برهم کنش می شود.

۵) اگر برهم کنشی در بازه ی زمانی مورد نظر تداوم داشته باشد، برای خط های برهم کنش (پیکان های دوسویه ی برهم کنش) به صورت خط پر رسم می شوند. در غیر این صورت آن ها را باید به صورت خط چین رسم کرد (شکل ۲-ب).

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

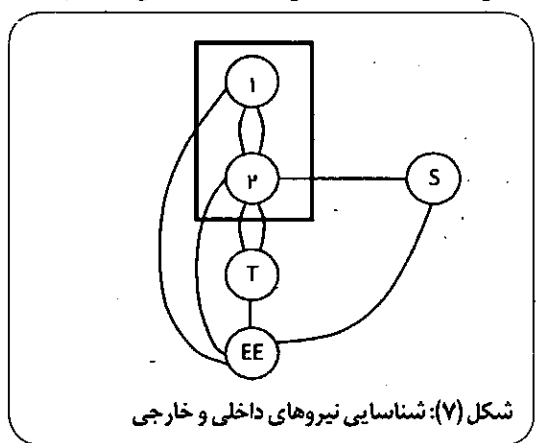
۷) مرز دستگاه با رسم خط چینی بسته ی اطراف یک یا دو جسم مشخص می شود.

اگر مطالعه ی نیروها مد نظر باشد، چند قانون برای

مشکل باشد زیرا آن ها معمولاً تنها به خاطر دارند که نیروی اصطکاک با حرکت جسم مخالفت می کند. آن ها فراموش می کنند که نیروی اصطکاک با حرکت جسم نسبت به سطحی که روی آن قرار دارد، مخالفت می کند. اگر دانش آموزان این مشکل را داشتند از آن ها بخواهید تا در صورت نبودن اصطکاک میان جسم ۱ و ۲، حرکت جسم ۱ را توضیح دهند.

هنگام بحث در مورد نیروهای داخلی و خارجی و قانون سوم نیوتون طرح دستگاه ها به شفافیت موضوع کمک می کند. در مثال قبلی این موضوع به خوبی مشاهده شد. در شکل (۷) طرح دستگاه موقعیت فیزیکی مثال بالا را مشاهده می کنید. مستطیلی به شکل اضافه شده است تا مجموعه ی ویژه ای از اجسام را که به بررسی حرکت آن ها علاقه مندیم، مشخص سازد. این مستطیل اجسام درون مجموعه را از اجسام خارج و از آن جدا ساخته است. (این ایده ی خوبی است که می توان از دانش آموزان خواست تا همیشه برای تأکید بر نیروهای وارد شده بر جسمی که حرکت آن مد نظر است، مجموعه را با مستطیل یا دایره مشخص کنند).

استفاده از طرح دستگاه به این طریق مشخص می کند که نیروهای داخلی، نیروهای اعمال شده بر یک جسم توسط جسم دیگری در مجموعه هستند. آن ها خط هایی هستند که از مرز دستگاه عبور نمی کنند. طرح دستگاه همراه با مستطیل اضافه شده به آن نشان می دهد که نیروهای خارجی از طرف اجسامی که خارج از دستگاه هستند، به اجسام درون آن وارد می شود. آن ها خط هایی هستند که از مرز مستطیل عبور می کنند و به اجسام خارج از دستگاه وصل می شوند. چون هر خط نشان دهنده ی جفت نیروی مساوی اما در خلاف جهت است. طرح دستگاه نمایش واقعی و دیداری را ارائه می دهد که نشان می دهد نیروهای



شکل (۷): شناسایی نیروهای داخلی و خارجی



- 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.
  3. منظور از آزمون مفهوم نیرو (FCI)، آزمونی پنج گزینه‌ای شامل 30 سؤال است که براساس مفاهیم مکانیک نیوتونی طراحی شده است. این آزمون در سال 1992 به وسیله دیوید هستنز از دانشگاه ایالتی آریزونا و همکارانش منتشر شده است (نسخه اولیای آن دارای 29 سؤال بوده است) و از آن موقع در دبیرستان‌ها و دانشگاه‌های آمریکا توسط معلمان مختلف برای اهداف ویژه همانند اثربخشی آموزش به کار می‌رود. ترجمه فارسی این توسط نویسنده 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. Educ. Rev.* 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, Ugenia Etkina, Alan Van Heuvelen/ An overview of recent research on multiple representation/ The state university of New Jersey.
  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.

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  $F_{B \rightarrow R}$ ) مشخص می‌شود. [۹]

طرح دستگاه به درک قانون سوم نیوتون و این که زوج نیروهای قانون سوم به دلیل این که «از یک برهم‌کنش هستند» اندازه‌ی یکسانی دارند، کمک می‌کند. به کمک طرح دستگاه نتایج تجربی قانع‌کننده‌تر به نظر 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.

پی‌نوشت.....

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

برگ اشتراک مجله‌های رشد

شماره‌ها:

۱. پرداخت مبلغ ۷۰/۰۰۰ ریال به ازای یک دوره یک‌ساله مجله‌ی در خواستی. به صورت علی‌الحساب به حساب شماره‌ی ۰۲۰۹۶۶۰۰۰ بانک تجارت شعبه‌ی شماره ۱ آرمانش (رسخصما) کد ۳۹۵ در وجه شرکت افسست.
۲. ارسال اصل فیش بانکی به همراه برگ تکمیل شده‌ی اشتراک بایست سفارش. (اگهی فیش را نیز خودتکمه دارید.)

نام مجله‌های در خواستی:

- نام و نام خانوادگی:
- تاریخ تولد:
- میزان تحصیلات:
- تلفن:
- نشانی کامل پستی:
- استان:
- شهرستان:
- خیابان:
- پلاک:

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

کد اشتراک:

امضا:

صندوق پستی مرکز بررسی آثار:  
 صندوق پستی آموزش کشور:  
 پستی ابریشی:  
 امور مشترکین:  
 پیام‌گیر مجله های رشد:  
 ۷۷۳۳۵۱۱۰ - ۰۲۱-۷۷۳۳۳۳۳۳  
 ۰۲۱-۸۸۳۰۱۴۸۲

- یادآوری:
- هرگز برای 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 $\epsilon$ and $\mu$ /G. heydari	8
Effect of surface colour on absorption of radiation and thermal energy/M. Jaleh, G. Rastegamasab & 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 medic engineering/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 young physicist tournament/A. Seid Fadai	46
Report of students performance in physics 1 and laboratory/F. Sadre Erhami	48
Registration of tuning fork vibrations/A. Mofidi	51
Physics frontier/M. Rahbar	52
A model for better understanding of Newton's laws	56

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

## با مجله‌های رشد آشنا شوید

دفتر انتشارات کمک آموزشی



مجله‌های رشد توسط دفتر انتشارات کمک آموزشی سازمان پژوهشی و برنامه‌ریزی آموزشی وابسته به وزارت آموزش و پرورش تهیه و منتشر می‌شوند.

### مجله‌های دانش‌آموزی

(به صورت ماهنامه و ۶ شماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شوند):

- لشکری** (برای دانش‌آموزان ادبی و پایه اول دوره دبستان)
- لشکری خرد** (برای دانش‌آموزان پایه‌های دوم و سوم دوره دبستان)
- لشکری دانش‌آموز** (برای دانش‌آموزان پایه‌های چهارم و پنجم دوره دبستان)
- لشکری نوجوان** (برای دانش‌آموزان دوره راهنمایی تحصیلی)
- لشکری جوان** (برای دانش‌آموزان دوره متوسطه و دبیرستان)

### مجله‌های بزرگسال عمومی

(به صورت ماهنامه و ۸ شماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شوند):

- رشد آموزش ابتدایی، رشد آموزش راهنمایی تحصیلی، رشد آموزش متوسطه، رشد آموزش دبیرستان، رشد آموزش فنی و حرفه‌ای

### مجله‌های بزرگسال و دانش‌آموزی اختصاصی

(به صورت فصلنامه و ۴ شماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شوند):

- رشد برهان ریاضی، رشد ریاضی برای دانش‌آموزان دوره راهنمایی تحصیلی و رشد برهان متوسطه، رشد ریاضی برای دانش‌آموزان دوره دبیرستان، رشد آموزش قرآن، رشد آموزش معارف اسلامی، رشد آموزش زبان و ادب فارسی، رشد آموزش هنر و رشد مشاوره مدرسه، رشد آموزش تربیت بدنی، رشد آموزش علوم اجتماعی، رشد آموزش تاریخ، رشد آموزش جغرافیا، رشد آموزش زبان، رشد آموزش ریاضی، رشد آموزش فیزیک، رشد آموزش شیمی، رشد آموزش زیست‌شناسی، رشد آموزش زمین‌شناسی، رشد آموزش فنی و حرفه‌ای، رشد آموزش پیش دبستانی

مجله‌های رشد عمومی و اختصاصی برای آموزگاران، معلمان، مدیران و کارکنان اجرایی مدارس، دانش‌جوین مراکز تربیت معلم و رشته‌های دیگری در دانشگاه‌ها و کارشناسان تعلیم و تربیت تهیه و منتشر می‌شوند.

فصلنامه تخصصی «پهنای» فصلنامه تخصصی «فشار»  
 آموزش و پرورش، پاییز ۱۳۹۰ دفتر انتشارات کمک آموزشی  
 تلفن و فکس: ۰۲۱-۸۵۴۲۰۱۳۷۸ - ۸۵۴۲۰۱۳۸۰



قله اورست در رشته کوه‌های هیمالیا

۲۰ فروردین، روز ملی فناوری هسته‌ای گرامی باد!



یاد شهید دکتر شهریاری:  
دانشمند فیزیک هسته‌ای  
گرامی باد