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

رشد آموزش فیزیک ۸۴

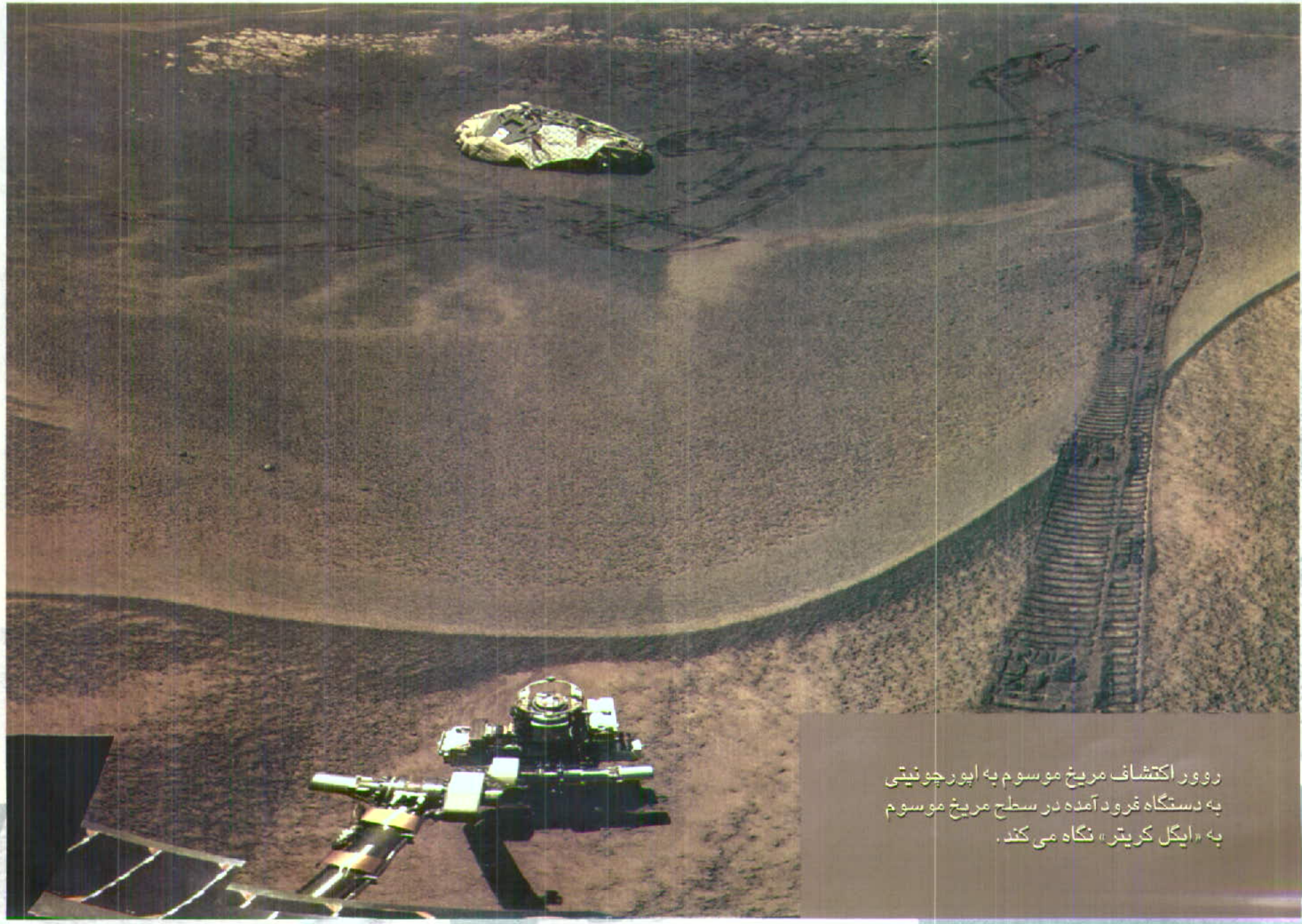
آموزشی، تحلیلی، اطلاع رسانی

دوره‌ی بیست و چهارم، شماره‌ی ۱، پاییز ۱۳۸۷، بها: ۴۰۰۰ ریال

www.roshdmag.ir

ISSN 1606 - 017X

- فیزیک در معماری سنتی ایران
- آموزش مؤثرتر مفهوم کار
- آزمایشگاه مجازی شیوه‌ای کارآمد برای آموزش فیزیک



روور اکتشاف مریخ موسوم به اپورچونیتی
به دستگاه فرود آمده در سطح مریخ موسوم
به «ایگل کریتر» نگاه می کند.

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

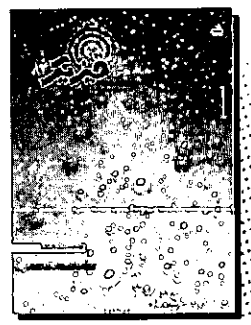
دوره‌ی هشتم و چهارم • شماره‌ی ۱ • پاییز ۱۳۸۷

www.roshdmag.ir
ISSN : 1606-917X

شمارگان: ۱۲۰۰۰ نسخه
چاپ: شرکت افست (سهامی عام)
تلفن امور مشترکین: ۸۸۸۳۹۱۸۶
تلفن دفتر مجله: ۹-۸۸۸۳۱۱۶۱ داخلی: ۲۷۱
نشانی دفتر مجله: تهران، صندوق پستی ۱۵۸۷۵/۶۵۸۵
صندوق پستی امور مشترکین: ۳۳۳۱ - ۱۵۸۷۵
پیام گیر نشریات رشد: ۸۸۳۰۱۴۸۲-۸۸۸۳۹۲۳۲
مدیر مسئول: ۱۰۲
دفتر مجله: ۱۱۳
امور مشترکین: ۱۱۴

رشد آموزش فیزیک ۸۴

آموزشی، تحلیلی، اطلاع رسانی



تصویر روی جلد؛
حباب‌ها جلوه‌های زیبایی از فیزیک هستند

مدیر مسئول: علیرضا حاجیان‌زاده
سردبیر: دکتر منیژه رهبر
مدیر داخلی: احمد احمدی

ویراستار: لعیا عروجی
طراح گرافیک: پروانه هادی‌پور رحیم آبادی
هیأت تحریریه: احمد احمدی، روح الله خلیلی بروجنی
منیژه رهبر، سید جعفر مهرداد

سخنی با خوانندگان ۲ سردبیر
فیزیک در معماری سنتی ایران ۳ محمدرضا نجفی ابرقویی
فرایندهای جدید در ایجاد انگیزه یادگیری درس فیزیک ۹ علی‌اصغر رحیم‌زاده پوربناب
استقلال قانون‌های اول و دوم نیوتون ۱۳ سیامک خادمی و معصومه شاهسواری
اهداف و شیوه‌های برقراری ارتباط ۱۶ جهانگیر ریاضی
طرح‌هایی برای آزمایش‌های جذاب فیزیکی ۱۹ نعمت‌اله مختاری
بررسی میزان اثربخشی آزمایشگاه‌های فیزیک ۲۲ عابد بدریان و آرزو اصفا
تأثیر لختی در انتقال نیرو ۲۷ اس.پی استرکلف
مرزهای فیزیک ۲۸
نمایش هیجان انگیز فیزیک (بخش سوم) ۳۴ یرل واکر
چگونه توانستم قانون دست راست را به دانش‌آموزان... ۳۸ سودابه پوراحسان
جایگاه و نقش تصویر در کتاب‌های درسی فیزیک ۴۰ مجید رعنایی‌پور
آموزش مؤثرتر مفهوم کار ۴۶ گرگ اسواک همر
آزمایشگاه مجازی، شیوه‌ای کارآمد برای آموزش فیزیک ۵۴ سلیمان معروفی و سلیمان آوری
چند آزمایش برای نشان دادن عامل های مؤثر بر ... ۵۹ ناهید جعفری می‌آبادی و فاطمه احمدی
ما و خوانندگان ۶۳

مجله رشد آموزش فیزیک، نوشته‌ها و حاصل تحقیقات پژوهشگران و متخصصان تعلیم و تربیت، ویژهٔ آموزگاران، دبیران و مدرسان را، در صورتی که در نشریات عمومی درج نشده و مرتبط با موضوع مجله باشد، 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 ضمیمه باید در حاشیه‌ی مطلب نیز مشخص شود.
- اثر 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 ضمیمه مقاله باشد.
- در متنهای ارسالی باید تا حد امکان از معادل‌های فارسی واژه‌ها و اصطلاحات استفاده شود.
- زیرنویسها و منابع باید کامل و شامل نام اثر، نام نویسنده، نام مترجم، محل نشر، ناشر، سال انتشار و شماره صفحه‌ی مورد استفاده باشد.

مجله در رد، قبول، ویرایش و تلخیص مقاله‌های رسیده مختار است.
آرای مندرج در مقاله‌ها، ضرورتاً مبین نظر دفتر انتشارات کمک آموزشی نیست و مسؤولیت پاسخگویی به پرسشهای خوانندگان، با خود نویسنده یا مترجم است.
مجله از بازگرداندن مطالبی که برای چاپ مناسب تشخیص داده نمی‌شود، معذور است.

سخنی با خوانندگان

منیژه رهبر

اکنون بیش از بیست و سه سال از زمان انتشار اولین شماره‌ی مجله رشد آموزش فیزیک در بهار سال ۱۳۶۴ می‌گذرد. در این مدت بسیاری از اهدافی که در اولین شماره‌ی این مجله ذکر شده بود محقق شده است. این هدف‌ها شامل آشنا کردن خوانندگان با جدیدترین تحولات فیزیک، روش‌های جدید آموزش فیزیک، آشنایی با تجربه‌های آموزشی دبیران، معرفی نخبگان این علم، و انتشار فعالیت‌هایی بود که در زمینه‌ی پژوهش و آموزش فیزیک صورت می‌گیرد. اما، مهم‌ترین هدف مجله آن بود که خوانندگان را به مشارکت فعال در روند تولید مجله تشویق کند تا به این وسیله هم تجربه‌های خود را در اختیار دیگران بگذارند، مطالب کتاب‌های درسی را نقد و بررسی کنند، و یاد بگیرند تا با نوشتن این مطالب مانع از بین رفتن آن‌ها شوند و دیگران را از تجربه‌های خود بهره‌مند سازند.

فرهنگ و تمدن ایرانی بدون شک یکی از تمدن‌هایی است که سهم به‌سزایی در پیشرفت جامعه‌ی بشری داشته است. اما، متأسفانه یکی از نقاط ضعف ما این است که بیشتر حرف می‌زنیم و کمتر عادت به نوشتن داریم. بنابراین، حجم نوشته‌های موجود در مورد این فرهنگ و تمدن درخشان به هیچ‌وجه متناسب با اهمیت این گنجینه‌ی پرارزش نیست. بسیاری از روش‌های علمی و فنی موجود در تاریخ ما به دلیل مکتوب نشدن از بین رفته است و امروز نمی‌توانیم از آن‌ها بهره‌مند شویم. البته، در گذشته شاید افرادی فکر می‌کردند که تجربه‌هایشان میراثی است که باید آن را فقط در اختیار بستگان نزدیک خود بگذارند و در بسیاری موارد این معلومات به‌خاطر منتقل نشدن به‌موقع از بین می‌رفت. اکنون، خوشبختانه متوجه شده‌ایم که آموخته‌های ما سرمایه‌ای متعلق به همه‌ی افراد بشر و گرانبهاترین چیزی است که می‌توان آن را در اختیار دیگران گذاشت و از این راه ماندگار شد. اما، متأسفانه جامعه‌ی فرهنگی ما هنوز آن‌طور که باید به اهمیت این موضوع پی نبرده است.

اکنون خوانندگان ما نقشی فعال در تولید مجله دارند که بسیار دلگرم‌کننده و باعث امیدواری است. آن‌ها اکنون متوجه شده‌اند که وقتی صحبت از پژوهش به میان می‌آید منظور پرداختن به مطالب بسیار پیچیده‌ی علمی و فنی نیست، بلکه هر معلم می‌تواند تجربه‌های خود در کلاس درس، روش آموزش به دانش‌آموزان خاص، و ابداع وسیله‌ای برای آموزش مؤثرتر درس خود را به‌عنوان موضوعی پژوهشی در اختیار دیگران بگذارد. همین‌طور از مجله به عنوان رسانه‌ای برای برقراری ارتباط با دیگران بهره بگیرد. بنابراین، برای انتشار مجله نه‌تنها با کمبود مقاله روبه‌رو نیستیم، بلکه اکنون برای چاپ مقاله‌ها باید مدتی صبر کرد و امکان انتشار مجله با فاصله‌های زمانی کوتاه‌تر نیز وجود دارد. اما، مایلم برای همکاری مؤثرتر و پرثمرتر توجه همکاران عزیز را به چند نکته جلب کنم:

۱. در نوشتن یا ترجمه‌ی مطالب موضوع‌هایی را انتخاب کنید که به آن تسلط کافی دارید. با مراجعه به کتاب‌های مختلف در مورد یک موضوع و گردآوری مطالب نمی‌توان مقاله‌ای مفید تهیه کرد.

۲. مطالب خود را حتی‌الامکان کوتاه و مختصر بنویسید تا خواننده حوصله‌ی خواندن آن را داشته باشد. مطالب طولانی و تکراری چندان قابل استفاده نیستند.

۳. مقاله‌هایی که برای مجله ارسال می‌شوند باید هم از لحاظ علمی و هم از نظر زبانی و رسم‌الخط ویرایش شوند. بنابراین، مقاله‌های خود را طوری بنویسید که به راحتی قابل ویرایش باشند.

۴. مقاله‌های چاپ‌شده‌ی خود را به دقت بخوانید تا با موارد تصحیح و ویرایش شده‌ی آن آشنا شوید و در مقاله‌های بعدی خود آن‌ها را تکرار نکنید.

رعایت این موارد به بهبود کیفیت مجله و نوشته‌های شما کمک خواهد کرد. در خاتمه لازم می‌دانم از همکاری فعال و علاقه‌ای که به مجله نشان می‌دهید تشکر کنم. امیدوارم این همکاری تداوم یابد و در آینده بیشتر و گسترده‌تر شود.

فیزیک در معماری سنتی ایران

سید محمدرضا نجفی ابرقویی

مقدمه

فیزیک یکی از علوم بنیادی است و بسیاری از مفاهیم آن، علوم دیگر را نیز دربر می‌گیرد. فیزیک علمی است تجربی و پدیده‌های مختلفی را که در جهان رخ می‌دهد توصیف می‌کند.

به‌راستی راه‌های یادگیری فیزیک به زبان ساده و شیرین چیست؟ چگونه می‌توان فیزیک را برای تمام مقاطع سنی دوست‌داشتنی جلوه داد و آن‌را ارائه کرد؟

آیا یادگیری فیزیک به کمک فرمول‌ها و نکات کتاب‌های درسی کافی است؟

این‌ها جملاتی است که مدام ذهن مرا به خود مشغول می‌داشت. این‌که نخواهیم کسانی‌را که به فیزیک و قانون‌های آن علاقه‌مندند را با تعدادی فرمول و رابطه انتزاعی و غیرکاربردی اشباع کنیم و او را فیزیکدان بنامیم، شاید آرزوی هر دبیر فیزیکی باشد که من نیز از جمله‌ی آن‌ها هستم.

هرچه این اصول و تفکرات را در زندگی روزانه خود دخالت دهیم کارآیی ما بهتر خواهد بود. افراد بیشتری را جذب و هدایت خواهیم کرد.

ممکن است گاهی اوقات بگوییم مگر روش‌های تازه‌تر و ساده‌تری نیز وجود دارند؟ نمی‌توان انتظار داشت که دبیر موفقی باشیم اگر فقط کتاب را به‌صورت خلاصه و با چند فرمول تستی به فراگیر یاد دهیم.

باید مدام از خود بپرسیم آیا این ایده برای جذاب کردن درس فیزیک کاربرد دارد؟ آیا این ایده عمل می‌کند؟ آیا این ایده کارآیی لازم را دارد؟

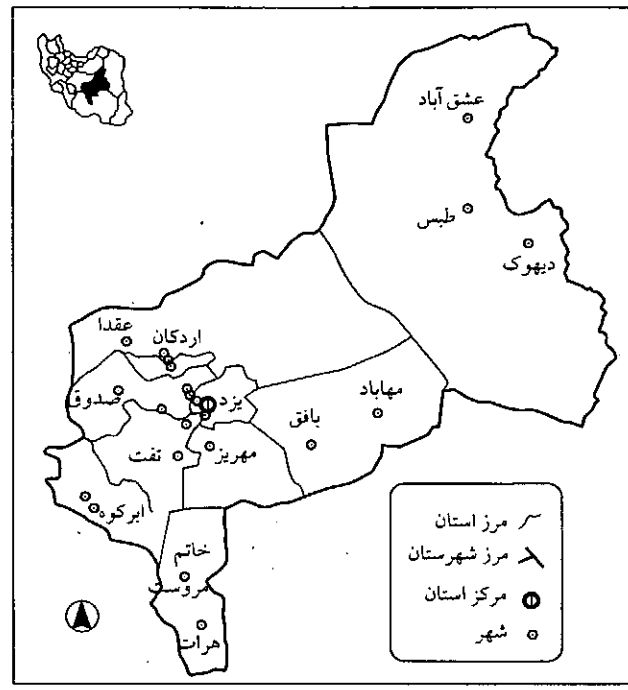
به‌هرحال یکی از این ایده‌ها چیزی است که پیش روی شما خواننده عزیز قرار دارد این‌که بدانیم مردمان قدیم شهرستان ابرکوه چگونه با به‌کار بستن قانون‌های زیبا و جذاب فیزیک آثار بی‌نظیری را در عرصه معماری این منطقه باستانی به‌وجود آورده‌اند و توانسته‌اند از انرژی‌های طبیعت به شکل خارق‌العاده‌ای بهره بگیرند ایده بسیار جالبی است.

ما امروزه قدردان زحمات این سخت‌کوشان هستیم که با مشقت فراوان چگونگی استفاده از انرژی‌های طبیعت را به ما یاد داده‌اند و طبیعت منحصر به‌فرد کویری رایار شدند و همزیستی معناداری را تعریف نمودند و زندگی را برای خود و آیندگان در دل این پهنه شیرین و مطبوع ساختند.

طبیعت همیشه یار و یاور ماست اگر قدردانش باشیم.

نوشتار پیش‌رو مصادیقی از شاهکارهای این افراد در بهره‌گیری از قانون‌های فیزیک است. قانون‌ها را بارها در کتاب‌های درسی خوانده‌ایم اما غافل از این‌که مثال‌های کاربردی آن‌ها، همان نمونه‌هایی هستند که شاید بارها بی‌اعتنا از کنارشان گذر می‌کردیم. بررسی علمی من برخی از حقایق را برای خوانندگان آشکار می‌سازد. کوشش کرده‌ام تا مثال‌ها و پرسش‌ها و فعالیت‌هایی مطرح شود که دانش‌آموزان علاوه بر آشنایی با اصول بنیادی فیزیک کاربرد آن‌ها را در کارهای عملی نیز فرا گیرند. سعی شده مطالب در نهایت سادگی و همراه با تصویر باشد تا درک تصویری مفاهیم نیز میسر گردد.

چون تجربه‌های به‌کار گرفته شده از مشاهده‌های زندگی روزمره مردم ابرکوه نشأت گرفته است، بد نیست بدانید که شهرستان ابرکوه با مساحتی در حدود ۵۷۰۰ کیلومتر مربع در جنوب استان یزد، واقع شده است. این شهرستان از سمت شمال، شرق



و جنوب شرقی به ترتیب به شهرستان‌های صدوق، تفت و خاتم از استان یزد و از سمت جنوب، جنوب غرب و غرب به ترتیب به شهرستان‌های بوانات، خرم‌بید و آباده و استان فارس و از سمت شمال غرب به شهرستان اصفهان محدود می‌گردد.

آب‌انبار

شکل آب‌انباهای شهرستان ابرکوه به صورت مخروطی است که در قدیم آب آشامیدنی مردم را در بیرون از خانه‌ها تأمین می‌کرده است برای دسترسی به آب این آب‌انبارها باید چندین پله را طی کرد.

مخروط روی منبع آب کار خنک کنندگی آب را بر عهده داشته است زیرا علاوه بر این که بر سر آب سایه می‌انداخته است با پدیده همرفت باعث به‌وجود آمدن اختلاف دمای بین سطح آب و بالای مخروط می‌شده است. در نتیجه جابه‌جایی هوا باعث خنک‌کنندگی هوا می‌شده است.

در بالای این مخروط‌ها سوراخی تعبیه شده است که با جابه‌جایی هوای روی سطح آب درون مخزن تهویه طبیعی صورت گرفته، هوای گرم به‌سمت بالای این منفذ رانده شده و آب خنک می‌شده است.

بادگیر

بادگیرها در بعضی خانه‌های این شهرستان وجود دارد. این بادگیرها با توجه به جهت وزش باد به اشکال چهاروجهی، شش‌وجهی و هشت‌وجهی با طرح‌ها و اندازه‌های مختلفی ساخته

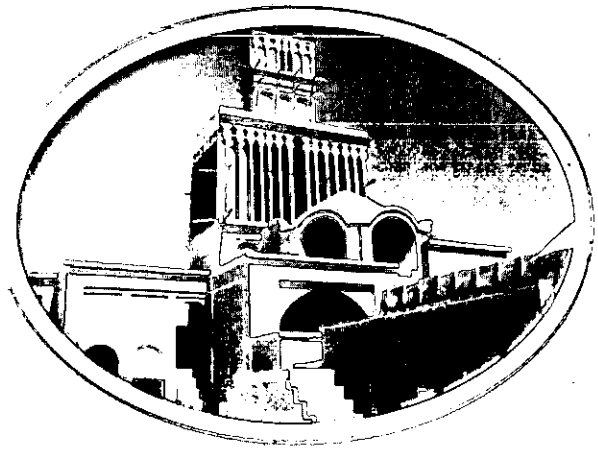
شکل ۱. آب‌انبار

شده‌اند که در ابرکوه تمامی بادگیرها به‌شکل چهارگوش هستند.

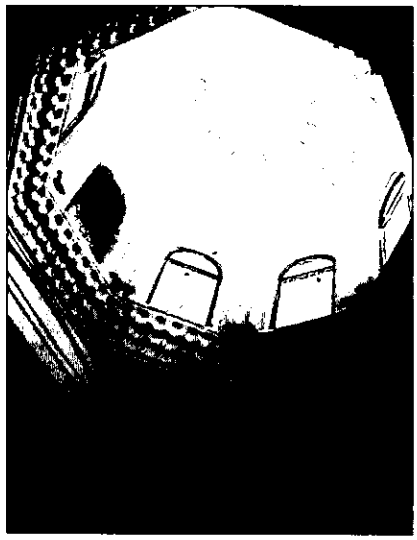
اما بادگیر منحصر به‌فردی که در این شهرستان جلوه‌نمایی می‌کند و در دنیا نمونه است.

بادگیر ۲ طبقه‌ای است که در خانه‌ی آقازاده از زمان قاجاریه سال‌هاست استقامت و زیبایی‌اش را به رخ هر بیننده‌ای می‌کشد. در کنار این بادگیر ۲ طبقه یک کلاه فرنگی وجود دارد که بی‌نظیر است.

ارتفاع این بادگیر ۱۸ متر و مساحت آن ۱۸ متر مربع است. در دهانه بادگیری ۱۹ عدد دریچه هوا وجود دارد که با بادگیر دوم هماهنگی و ارتباط دارند. و حکم خنک‌کنندگی فضای زیرین خانه را برعهده دارند.



شکل ۲. بادگیر دو طبقه‌ای



شکل ۳ . بادگیر

کلاه‌فرنگی با تزئینات زیبا حکم نوردهی فضای زیرین را برعهده دارد .

تجربه نشان می‌دهد که بیشترین کارایی یک بادگیر هنگامی است که زاویه سطح بادخور با باد ۹۰° باشد .

در کار بادگیرها از پدیده‌های مختلف فیزیکی نظیر همرفت ، اصول ترمودینامیکی و اصل برنولی بهره گرفته شده است .

در این جا این سازه را از دو نظر بررسی می‌کنیم :

۱ . اگر باد بوزد ، بادخورها هوای بیرون را جمع کرده و وارد فضای داخل ساختمان می‌کنند در نتیجه جریان هوای خنکی پس از عبور از دریچه‌های بادگیر به داخل اتاق هدایت شده و فضای زیرین را خنک می‌کند .

در زیر بادگیرها یا حوض کوچکی می‌ساختند و یا آب می‌پاشیدند که این به نوبه خود به خنک‌کنندگی بیشتر فضای زیرین کمک می‌کرده است .

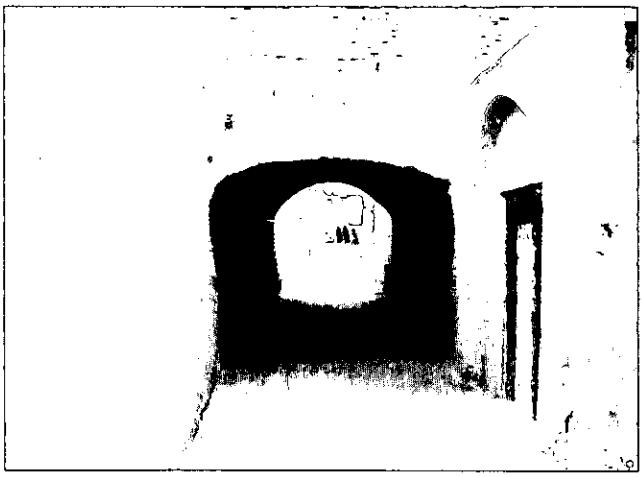
۲ . اگر باد نوزد ، بادگیر مثل دودکش عمل می‌کند . با افزایش دما چگالی هوا کاهش می‌یابد و در نتیجه هوای گرم به سمت بالا حرکت می‌کند .

با ایجاد اختلاف دما بین قسمت پایین و بالای بادگیر ، تهویه طبیعی رخ می‌دهد و باز هم فضای زیرین خنک می‌شود .

تهویه طبیعی مبتنی بر سه پدیده اقلیمی است :

سرعت باد ، جهت باد و اختلاف دما

مکش هوای داخل ساختمان به بیرون این بادگیر فوق‌العاده است یعنی یک دستگاه تهویه طبیعی با کارایی فوق‌العاده و بدون صرف هزینه . طبق اصل برنولی هنگام عبور هوا از مقطع تنگ ، سرعتش افزایش می‌یابد .



شکل ۴ . ساباط

پاکنده

آب قنات‌ها در بسیاری از نقاط شهر از زیر خانه‌های مردم عبور می‌کرده است و مردم این دیار برای دسترسی به آب شیب مختصری به زمین داده و ده‌ها پله ساخته‌اند تا به راه‌آب زیرزمینی قنات برسند و به این ابداع پایاب یا پاکنده گفته می‌شود .

معمولاً ۲ نوع پایاب وجود داشته است :

پایاب‌های عمومی و خصوصی

پایاب‌های عمومی در کوچه‌ها و گذرها قرار داشته و کسانی از آن‌ها استفاده می‌کردند که پیچ و خم قنات از زیر خانه آن‌ها عبور نمی‌کرده است .

پایاب‌های خصوصی در خانه‌ها قرار داشته و افراد خانه از آن استفاده می‌کرده‌اند در بازدید از چند پایاب طبق آنچه در شکل مشاهده می‌شود .

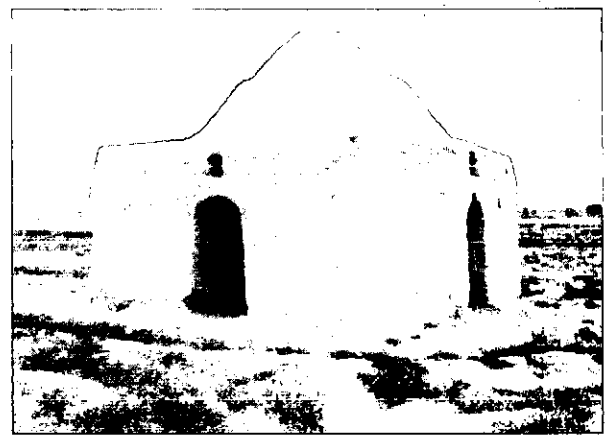
در پایین پله‌ها قسمتی برای استراحت افراد در نظر گرفته شده است حتی افراد خانه مواد فاسد شدنی خود را در این پایاب‌ها نگهداری می‌کردند .

ساباط

ساباط در فرهنگ لغت به معنای «دالان و راهرو پوشیده یا پوشش بالای رهگذر ، سقفی است که در زیر آن راه ورود به خانه باشد . »

شکل بالا بیانگر این موضوع است .

در ساباط‌ها نیز اصل برنولی و پدیده‌ی همرفت صادق است زیرا سرعت جریان هوا هنگام عبور از مقطع تنگ افزایش می‌یابد . ضمن این‌که زیر این ساباط‌ها را هر روز حداقل یک‌بار آب می‌پاشیدند تا به خنک شدن فضای زیر آن کمک کند بدین‌ترتیب مردم هنگام گذر از زیر ساباط‌ها هم در سایه قرار داشتند و هم از جریان هوای خنک استفاده می‌کردند .



شکل ۵. سرداب

سرداب

سرداب‌ها ساختمانی با سقف مخروطی‌شکل داشتند دارای چهار در ورودی- خروجی بودند که در راستای شمال- جنوب و شرق و غرب قرار گرفته بودند.

باز هم مشاهده می‌شود که در سقف این بنا سوراخی قرار داشته است که پدیده همرفت را ممکن می‌ساخته است.

این بنا نیز از جنس خشت و گل است و در وسط آن حوض کوچکی قرار دارد که از آب حوض آن برای آشامیدن استفاده می‌شده است.

چون این بناها بیشتر در باغات و مزارع وجود دارد و می‌توان گفت میرآب‌ها و کشاورزان بیشتر از آن استراحت استفاده می‌کردند.

لفظ «سرداب» نیز از دو کلمه سرد + آب گرفته شده است که آب درون حوض به دلیل پدیده همرفت و تبخیر سطحی خنک و سرد می‌شده است.

سرو ابرکوه

نگین کویر، سرو ۴۵۰۰ ساله یکی از عجایب خلقت است و خرم و استوار به تماشای شهر نشسته است و با بیننده‌اش زبان به سخن می‌گشاید و راز بقای چندین هزار ساله خود را بازگو می‌کند.

مشخصات این درخت به صورت زیر است:

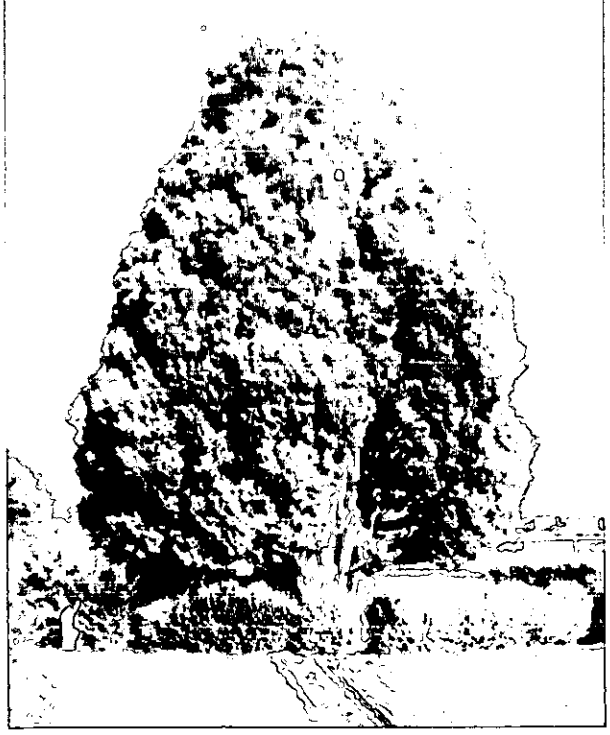
ارتفاع: ۲۵ متر

قطر تنه: ۴/۵ متر

قطر شاخه‌ها: ۱۸/۵ متر

ما در این مقاله سرو را از نظر آیرودینامیکی و پایداری در مقابل نیروهای طبیعی مثل نیروهای مقاومت هوا بررسی می‌کنیم.

نیروی مقاومت هوا نیرویی است که در هنگام حرکت جسم در هوا و یا عبور باد بر روی اجسام و در مقابل حرکت اجسام به‌وجود می‌آید.



شکل ۶. سرو ابرکوه

این نیرو طبق رابطه‌ای که سطح آن فراتر از مبحث ماست با مجذور سرعت متناسب است که در آن منظور سرعت هوا است و چون درخت در گودی قرار گرفته است سرعت باد در آن کمتر و درنتیجه نیروی وارد بر قسمت‌های مختلف آن کم است ضمن این‌که فضای خالی زیادی بین شاخ و برگ‌های این درخت وجود دارد که جریان هوا را به خوبی از خود عبور می‌دهند.

نکته جالب توجه در این درخت تطبیق‌پذیری درخت با طبیعت پیرامون خود است که تنه درخت و بسیاری از شاخه‌ها لبه تیزی پیدا کرده‌اند و حکم بادشکن را دارند که این خود بر پایداری درخت می‌افزاید.

قنات

در نقاطی که هوای گرم و خشک دارند و آب‌های سطحی آن‌ها کم است قنات‌ها بهترین وسیله برای به‌دست آوردن آب جهت مشروب ساختن اراضی بوده‌اند قنات در واقع قدیمی‌ترین روش هیدروتکنیک است.

جهت احداث قنات در ابتدا چاه‌های عمیقی به نام مادر چاه در کوهپایه‌ها و یا در دامنه‌های با شیب مناسب حفر می‌کنند، سپس در مسیری که به سوی کشتزارها و اراضی می‌رود چاه‌های متوالی، در امتداد هم و به فاصله‌های چندین متری مساوی هم محل مورد نظر حفر می‌کنند در مرحله بعدی این چاه‌ها را به‌وسیله کانال‌ها یا مجرای زیرزمینی و یا شیب ملایم به هم مربوط می‌سازند. طول این مجرا که قنات نامیده می‌شود بسته به موقعیت متفاوت است. هرگاه سطح آب نزدیک به زمین و شیب آن کافی باشد طول قنات از چند کیلومتر تجاوز نمی‌کند.

فرآیندهای جدید در ایجاد انگیزه یادگیری درس فیزیک

علی اصغر رحیم زاده پوربناب
دبیر دبیرستان شهید دکتر بهشتی شهرستان بناب

◆ **چکیده**

مقاله حاضر حاصل تجربه چندین ساله در اجرای روش های تدریس نو و ابداع بعضی شیوه های جدید در فرآیند یاددهی-یادگیری درس فیزیک در دوره متوسطه است. اجرای این روش که به عناوین آن ها در زیر اشاره می شود موجب افزایش یادگیری و تعمیق سطح اندوخته های آموزشی در نزد فراگیران می شود و دانش آموزان را به یادگیری کاربردی مفاهیم فیزیک تشویق می کند.

عناوین مورد بررسی در این مقاله عبارت اند از:

۱. نقش دبیران درس های دیگر در ایجاد انگیزه یادگیری درس فیزیک

۲. نقش امکانات کارگاه های صنعتی و کارخانه های شهرها در آموزش فیزیک

۳. اجرای امتحان کتبی با پرسش های ترسیمی و کاربردی

۴. حضور متصدی آزمایشگاه در کلاس درس و کمک به امر تدریس

۵. تدریس قسمت هایی از درس جلسه های گذشته توسط دانش آموزان به جای پرسش آغازین

۶. طراحی پرسش از دروس تدریس شده توسط دانش آموزان

۷. ترجمه ی متون ساده فیزیک از زبان انگلیسی

۸. اجرای کنفرانس علمی و آموزشی مشترک بین دانشجویان فیزیک و دانش آموزان در کلاس درس

◆ **مقدمه و پیشگفتار**

زندگی بدون یادگیری و آموزش، همچون مردابی در حال تقلیل و فساد است. از زمانی که آموزش و یاد دادن شروع شد، نحوه انجام این فعالیت، یعنی چگونه آموختن و روش های تدریس مورد توجه قرار گرفته است.

در مسیر تاریخ، فنون و مهارت های گوناگونی در زمینه ی روش های تدریس تولید و ارائه شده است و روش های تدریس از جمله ی مهارت های فنی و حرفه ای معلمان محسوب می شود و هنر معلم در کیفیت انتخاب و اجرای آن هاست.

چون اطلاعات و توانایی های افراد متفاوت است، نحوه یادگیری و چگونگی آموزش نیز متفاوت خواهد بود. به این سبب معلمان باید با روش های گوناگون تدریس آشنا باشند تا بتوانند براساس توانایی فراگیرندگان خود، تدریس مطلوبی ارائه دهند.

یادگیری و رویکردهای آن در زمان های گوناگون، بازتاب متفاوتی دارد و در نظام های آموزشی پویا به این امر توجه ویژه ای می شود.

امروزه، روش های فعال تدریس که بتوانند فعالیت های دانش آموزان را تقویت و یادگیری را به جریان دوسویه ی تبدیل کند، از اهمیت خاصی برخوردار هستند.

حاصل روش های فعال تدریس، یادگیری مؤثر و اکتشافی است که دانش آموزان با راهنمایی معلم و مربی، به آن دست

می‌یابند. متأسفانه در اغلب فرآیندهای آموزشی، یک سلسله اقدامات نامنظم صورت می‌گیرد و آثار و اهداف مورد نظر از یادگیری به دست نمی‌آید کلاس درس به صورت محل انتقال دانش و اطلاعات است که معلم می‌کوشد کلیه اطلاعات و مفاهیم را در ذهن دانش‌آموزان انباشته کند. در نتیجه آموزش و یادگیری به انباشت اطلاعات تبدیل می‌شود. بدیهی است که حاصل چنین وضعیتی صرفاً تقویت مهارت ذهنی است و خلاقیت، نوآوری و رشد و توسعه استعدادها مورد نظر نیست، معلم روش‌های سنتی و غیرفعال را به کار می‌برد، فراگیران حالت انفعالی دارند و مفاهیم و یاددادنی‌ها به دانش‌آموزان عرضه می‌شود و دانش‌آموزان در امر آموزش مشارکت نمی‌کنند در نتیجه این یادگیری پایدار نخواهد بود، فراگیران نیز برای آن ارزشی قایل نخواهند شد.

با توجه به این مسائل و مشکلات، انتظار می‌رود مربیان و معلمان نگاه تازه‌ای به آموزش بیندازند و رویکردی جدید به امر آموزش داشته باشند تا موجب تحولی عظیم در عرصه آموزش و پرورش شوند.

استفاده از روش‌های جذاب و مناسب در فرآیندهای یاددهی از جمله هنرهایی است که بعضی دبیران در اجرای آن موفق هستند و دانش‌آموزان را تشویق یادگیری می‌کنند.

آنچه دانش‌آموز امروز از آن لذت می‌برد و در یادگیری به آن اهمیت می‌دهد آموزش‌های عینی و توام با کاربرد علوم است و هرچه قدر مدرس بتواند آموزش خود را بر پایه آموزش‌های عملی و کاربردی استوار کند در امر آموزش موفق‌تر خواهد شد و انگیزه لازم در نزد فراگیران برای یادگیری را به‌وجود خواهد آورد.

◆ یادگیری و رویکردهای آن

یادگیری و کسب اطلاعات یکی از ویژگی‌های بارز انسان‌هاست. انسان به‌طور غریزی تمایل دارد به اطراف خویش بنگرد و حوزه اطلاعاتی خود را افزایش دهد. این روحیه تحقیق و جستجوگری همواره محرک انسان‌ها بوده و از خلقت بشر تاکنون، موجب کسب و تولید دانش‌های بشری شده است. اما ابعاد و رویکردهای آن در دوره‌های گوناگون، متفاوت و متأثر از ویژگی‌های فرهنگی و اجتماعی و مکاتب فلسفی بوده است.

با عنایت به این که خداوند متعال، انسان‌ها را به تأمل در خلقت جهان و تفکر دعوت کرده است شایسته است هر کس یاد بگیرد خوب ببیند، خوب بیندیشد، رمز و رموز خلقت را کشف کند و همواره ذهنی خلاق و سیال داشته باشد تا زمینه‌های بالقوه را به خلاقیت و نوآوری تبدیل کند. نحوه‌ی اندیشیدن و تفکر، بارزترین ویژگی انسان‌ها و نوعی یادگیری است. بنا بر ضرورت تبیین و تشریح مفهوم و ابعاد یادگیری، به‌منزله‌ی گل‌واژه تعلیم و تربیت و نظام‌های آموزش و پرورش، با نگاهی اجمالی به تعاریف و مفاهیم یادگیری از دیدگاه‌های گوناگون خواهیم پرداخت؛ زیرا فلسفه‌ی وجودی تعلیم و تربیت به‌نحوی برابر با مفهوم «یادگیری» و نظام عریض و طویل آموزش و پرورش به‌دنبال نیل به یادگیری انسان‌هاست.

این تعاریف و مفاهیم عبارت‌اند از:

- انتقال مفاهیم علمی از فردی به فرد دیگر.
- کسب اطلاعات، معلومات یا مهارت‌های خاص.
- تغییر در رفتار قابل مشاهده و اندازه‌گیری.
- کسب بینش‌های جدید یا تغییر آن.
- فرآیندی که از طریق آن رفتار موجود زنده در اثر تجربه تغییر می‌کند.
- فرآیند تغییرات نسبتاً پایدار در رفتار بالقوه بر اثر تجربه.
- ایجاد و تقویت رابطه و پیوند محرک و پاسخ در سیستم عصبی انسان.
- شناخت ادراک و بصیرت.
- دگرگونی‌های نسبتاً پایدار در توانایی، گرایش یا ظرفیت پاسخ‌دهی.

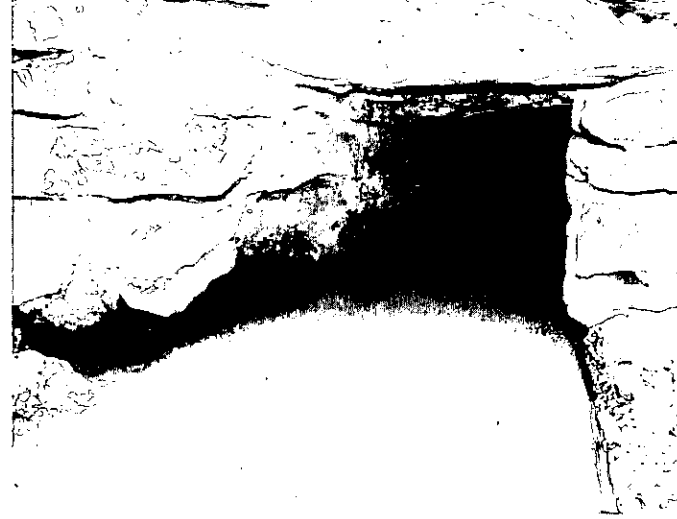
در این تعاریف و مفاهیم به جنبه‌های خاصی از یادگیری پرداخته شده و بعضی موارد کلی و تک‌بعدی است و براساس سلیقه‌های گوناگون تفاسیر متفاوتی دارد. برای این‌که معلمان گرامی بتوانند به طور راهبردی از تعاریف و مفاهیم یادگیری بهره بگیرند، تعریف جامع و نسبتاً کاملی ارائه می‌گردد.

«یادگیری تغییر رفتاری است که از طریق تجربه (تأثیر متقابل خود بر محیط و محیط بر فرد) در انسان ایجاد می‌شود و مشتمل بر مهارت‌های ذهنی و فیزیکی و طرز تفکر است.»

◆ انگیزه چیست و چگونه می‌توان آن را تقویت کرد؟

بنا به تعریف اکثر کارشناسان و متخصصان، انگیزه نوعی میل درونی است که برای رسیدن به هدف در درون هر فرد ایجاد می‌شود. برای افزایش این میل می‌توان از روش‌های مختلفی استفاده کرد از جمله، رسیدن به جایگاه علمی، اجتماعی، مادی، معنوی و... ولی آنچه در امر آموزش می‌تواند به میزان انگیزه‌ی فراگیران بیفزاید استفاده از امیال درونی موجود در وجود دانش‌آموزان با نوعی رضایت برای رسیدن به جایگاه مطلوب است لذا استفاده از روش‌های مناسب و ابداعی برای هر دبیری در ایجاد انگیزه یادگیری امری حیاتی و ضروری است.

در این مقاله مواردی از شیوه‌های موفق در آموزش عینی، که من در چند سال گذشته استفاده کرده‌ام و نتایج مطلوبی هم در ایجاد انگیزه یادگیری درس فیزیک داشته‌اند جهت استفاده دبیران محترم فیزیک مورد بررسی کوتاه قرار می‌گیرند.



شکل ۷ . قنات

ولی در جایی که زمین مسطح و شیب کم باشد طول مجرای زیرزمینی گاهی تا ده‌ها کیلومتر می‌رسیده است .

خاک‌هایی که از چاه‌ها مجاری قنات در موقع حفر از آن بیرون می‌آوردند عموماً در اطراف دهانه چاه‌ها می‌ریختند تا بدین صورت قنات‌ها ظاهر گردند مطابق آنچه که در تصویر دیده می‌شود .

قنات از بالا منظره‌ای بسیار جالب (شبیه دهانه آتش‌فشان) دارند منظم و مرتب با فاصله‌های یکسان به‌وجود آمده‌اند و گویی با ما حرف می‌زنند و حکایت از سخت‌کوشی کسانی دارند که از انرژی به شکل مطلوب استفاده می‌کردند .

از مهم‌ترین ویژگی قنات‌ها خودکار بودن آن است . زیرا استخراج آب بدون استفاده از انرژی و وسایل مکانیکی صورت می‌گیرد و آب ، این ماده حیات‌بخش در روی زمین ظاهر می‌گردد .

میزان آبدهی هر قنات را بر حسب کمیتی به نام «دبی» حساب می‌کنند که واحدآن لیتر بر ثانیه است .

بهترین مناطق برای حفر قنات نواحی آبرفتی است زیرا آبرفت‌ها آب‌های نفوذی زمین را در خود جمع کرده و مخازن ذخیره‌ای مناسبی به‌وجود می‌آورند .

شهرستان ابرکوه هم‌اکنون دارای ۳۹ رشته قنات می‌باشد که از برخی از آن‌ها هم‌اکنون استفاده می‌شود .

گنبدها

گنبدها در بیرون از منازل شهر و در باغ‌ها و در صحراها دیده می‌شوند . دارای یک در ورودی ، خروجی هستند و سقفی گنبدی شکل دارند .

کشاورزان و آبیاران از آن برای استراحت خویش استفاده می‌کردند گنبدها به دلیل ارتفاع کمی که از سطح زمین دارند در فصل‌های سرد مورد استفاده قرار می‌گیرند ضمن این‌که سوراخی در سقف ندارند فضای داخل خود را بسیار گرم نگه می‌داشتند .

یخچال‌ها

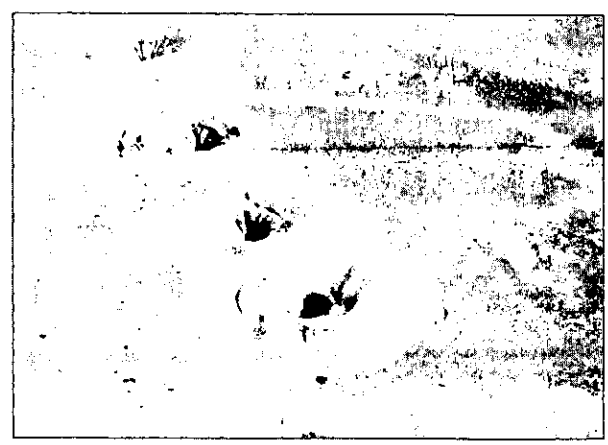
جنس این بناها از خشت خام ، سنگ ، گل ، چوب و آهک است .

قدمت آن‌ها به دوره قاجاریه برمی‌گردد و از جمله آثار قدیمی شهرستان ابرکوه هستند .

حجم مخروطی شکل دارد و مخصوص انبار کردن یخ در زمان‌های گذشته بوده است . به‌عنوان مثال ارتفاع یخچال ورودی شهر در جاده شیراز ـ ابرکوه از سطح زمین به ۲۰ متر می‌رسد و عمق مخزن یخ آن ۴ متر است .

سطح داخل این بناها گودتر از بیرون است . این بناها شامل ۴ قسمت حوض‌بند ، مخزن یخ ، دیوارهای سایه‌انداز و گنبد مخروطی شکل روی مخزن هستند .

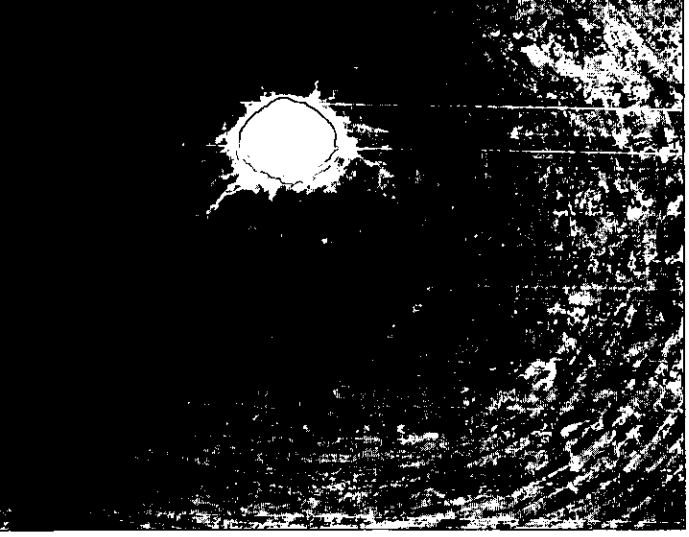
ابتدا حدود ۵۰cm را با سنگ ، ماسه و آهک بنا می‌کردند و بقیه را با خشت و گل می‌ساختند . از ویژگی‌های این بناها طرح و فرم آن است . بنای مذکور دارای ۳ دریچه است که پس از انبار کردن یخ در آن دریچه‌ها را با مقداری گیاه خشک و مسدود می‌کردند و در تابستان از آن استفاده می‌کردند .



شکل ۸ . دهانه‌ی چاه‌ها برای حفر قنات

شکل ۹ . گنبد

شکل ۱۰ . یخچال



شکل ۱۱ . سقف مخروطی یخچال

در کنار این یخچال‌ها دیوارهای سایه‌انداز (معمولاً ۲ دیوار) وجود دارد که در بین آن‌ها کانال آبی دیده می‌شود کشاورزان آب را به داخل این کانال هدایت می‌کردند پس از یخ بستن آب در سرمای زمستان آن را پس از خرد کردن با وسیله‌ای به داخل مخزن یخچال می‌کشیدند. پس از این‌که چندین بار این عمل را تکرار می‌کردند و مخزن پر می‌شد به دلیل نارسانا بودن دیواره‌ها و یخ گرما نمی‌توانست به درون مخزن نفوذ کند.

باز هم دیده می‌شود که سقف مخروطی شکل این بناها خود دلیل محکمی بر جامد نگه داشته شدن یخ بوده است زیرا طبق پدیده همرفت و هم‌چنین اصل برنولی دمای یخ تقریباً ثابت می‌ماند ضمن این‌که تبخیر سطحی که از سطح یخ صورت می‌گیرد و هم‌چنین بالا بودن گرمای نهان ویژه ذوب یخ از جمله عواملی بوده است که از ذوب شدن یخ جلوگیری می‌کرده است.

دانستنی‌ها و نکته‌های جالب

۱ : آیا می‌دانید برخی خانه‌ها در ابرکوه از جمله خانه آقازاده و مسجد جامع (قرن اول هجری) به‌دلیل طراحی منحصر به فرد در تمامی فصل‌ها قابل استفاده بوده است.

۲ . آیا می‌دانید این بناها از نظر شکل هندسی و تقارن و زیبایی نیز درخور توجه‌اند به‌عنوان مثال، روی دیوار روبه‌روی اتاق‌ها، قرینه آن‌ها به‌صورت برجسته دیده می‌شود و یا این‌که در مسجد جامع ۲ ایوان به صورت دو به دو قرینه وجود دارد.

۳ . آیا می‌دانید آبیاران و میرآب‌ها برای اندازه‌گیری زمان آبیاری از نوعی ظرف به نام «تشته» استفاده می‌کردند.

طشته ظرفی مسی با حجم معین بوده که سوراخی در ته آن وجود داشته است که روی ظرف آبی می‌گذاشتند مدت زمان لازم برای ورود آب از این سوراخ کوچک به داخل کاسه پر کردن آن را یک تشته می‌گویند.

۴ . آیا می‌دانید در سر راه قنات تأسیساتی چون آسیاب می‌ساختند. آسیاب‌ها با استفاده از شیب زمین و نیروی آب به‌کار می‌افتادند. با به‌کار بردن شیب اضافی آبشاری بر سر راه قنات ایجاد می‌کردند و پره‌های آسیاب را به حرکت درمی‌آوردند.

۵ . آیا می‌دانید بنای «گنبد عالی» که از بناهای سنگی دوره دیلمیان (۴۴۸ هـ . ق) و از نفایس هنری معماری ایران است سقفی مخروطی شکل دارد ارتفاع آن ۲۲ متر است و پایداری آن در مقابل نیروی مقاومت هوا با نوع طراحی‌اش (۸ ضلعی) بی‌نظیر است.

۶ . آیا می‌دانید در حمام‌های قدیمی نیز از اصول و قانون‌های بناهایی نظیر بادگیر، سرداب‌ها و گنبدها و... استفاده می‌کردند.

۷ . آیا می‌دانید...

در پایان اظهار می‌داریم که هدف از طرح مسائل این است که علوم فیزیک و ریاضی و... منحصر به یک دوره خاص نیستند. مردمان قدیم بی‌آن‌که نام فیزیک را بدانند تفکر فیزیکی داشته‌اند و آن‌ها را در زندگی‌اشان لحاظ نموده‌اند.

این‌که ما این دانسته‌ها را چگونه در زندگی خود به کار ببریم و از آن‌ها استفاده کنیم یک ایده‌ی عملی و علمی است که به همگان در تمام مقاطع سنی فیزیک را بدون فرمول و رابطه آموخته‌ایم.

اینجانب از تمامی مردمان زحمت‌کش و سخت‌کوش دیار خود تقدیر و تشکر می‌کنم که راه چگونه زیستن و تلاش و کوشش را به من آموختند تا گوشه‌ای از تلاش آن‌ها را معرفی کنم.

کویر دشت نمک سود با صفاتی سبز
زمین خشک و ترک‌خورده با صفایی سبز
کویر سنگ صبور تمامی تاریخ
شکرفشان شود از شاخه‌ی نباتی سبز
تن‌اش اگرچه عطشناک خرم خورشید است
ولی درون دلش می‌تپد قناتی سبز
خدا کند که در آن دشت پای بگذارم
بگیرم از دل شنزارها براتی سبز
خدا کند که به اقبال ما گره بخورد
صفای خاک ابرکوه و خاطراتی سبز

۱ . نقش دبیران درس‌های دیگر در ایجاد انگیزه یادگیری درس فیزیک

یک روش برای ایجاد انگیزه یادگیری استفاده از مثال‌های جالب علمی دبیران درس‌های دیگر از مفاهیم درس غیر مرتبط است . در اجرای این روش مدرس چند درس با تشکیل جلسه‌های مشترکی می‌کوشند ، ضمن آشنایی با مطالب و مفاهیم تدریسی همکاران خود مثال‌های جالبی را از درس‌های هم طراحی کنند و ضمن تدریس به کار گیرند تا با این روش در ایجاد انگیزه یادگیری همدیگر را یاری نمایند . این روش بیشتر در مدرسه‌هایی امکان‌پذیر است که مدرسان چند درس ضمن همکاری با یکدیگر تسلط لازم به درس‌های دیگر را داشته باشند و همچنین سعی کنند از علاقه دانش‌آموزان به یک درس ، در یادگیری درس‌های دیگر استفاده کنند . تشکیل یک گروه مشترک بین مدرسان درس‌های شیمی ، فیزیک ، زیست‌شناسی ، و زمین‌شناسی در دبیرستان شهید دکتر بهشتی شهرستان بناب در این زمینه نشان داد می‌توان از انگیزه به یادگیری این درس‌ها با طراحی مثال‌های جالب از درس فیزیک انگیزه لازم به یادگیری فیزیک را در دانش‌آموزان بالا برد .

۲ . نقش امکانات کارگاهی و کارخانجات شهرهای صنعتی در آموزش فیزیک

برای استفاده از امکانات صنعتی در آموزش فیزیک ابتدا دبیران محترم سعی می‌کنند ضمن بررسی امکانات کارخانه‌ای و کارگاهی منطقه خود با بازدید دانش‌آموزان از مراکز صنعتی آن‌ها را با مفاهیم علمی آشنا سازند . در اجرای این شیوه دبیر سعی می‌کند ابتدا در آموزشگاه دانش‌آموزان را با مفاهیم جدید علمی در سطح اولیه آشنا سازد و سپس از آنان می‌خواهد جهت تکمیل اطلاعات خود ضمن بازدید از مراکز صنعتی و کارگاهی به همراه مسئولان آموزشگاه با مشاهده و طرح پرسش‌هایی از مسئولان آن مراکز اطلاعات خود را کامل کنند و در پایان بازدید با تشکیل کلاس در مراکز ذکر شده (کارگاه‌ها و کارخانه‌ها) مفاهیم درس را یک‌بار دیگر به همراه دانش‌آموزان مورد بررسی و ارزیابی قرار می‌دهد سپس با انجام یک امتحان تشخیصی از پرسش‌های با پاسخ کوتاه از میزان یادگیری دانش‌آموزان آگاه می‌گردد . سرانجام ، با پاسخ به پرسش‌های دانش‌آموزان تدریس را به اتمام می‌رساند اجرای این شیوه در طول سال تحصیلی ۸۶-۸۵ در یکی از کلاس‌های دبیرستان شهید دکتر بهشتی شهرستان بناب موجب رشد علمی قابل توجه دانش‌آموزان آن کلاس گردید .

۳ . امتحان کتبی با پرسش‌های ترسیمی

در اجرای این روش دبیران فیزیک می‌کوشد در هر کلاس درس پرسش‌هایی را جهت بررسی در اختیار دانش‌آموزان قرار دهند که هر پرسش کاربردی از مفاهیم تدریس شده را به صورت ترسیمی از صنعت و یا ... در خود دارد . دانش‌آموزان با دیدن شکل‌ها و بررسی آن‌ها از کاربردی شدن مفاهیم فیزیک ، به یادگیری آن علاقه‌مند می‌شوند . در سال تحصیلی ۸۶-۸۵ اکثر پرسش‌های امتحانی آموزشگاه شهید دکتر بهشتی شهرستان بناب را به صورت ترسیمی و طراحی شده از بخش‌های مختلف قطعه‌های دستگاه‌های صنعتی در اختیار آنان قرار دادیم . درنتیجه دانش‌آموزان بیشتری به یادگیری درس فیزیک علاقه‌مند شدند و همچنین سطح نمره‌های کلاس‌هایی که پرسش‌های آن‌ها به صورت ترسیمی طرح می‌شد نسبت به کلاس‌هایی که به روش‌های دیگر مورد ارزیابی قرار می‌گرفتند خیلی بالا رفت .

۴ . تدریس درس به همراه متصدی آزمایشگاه در کلاس

در این شیوه از روش‌های فعال تدریس ابتدا دبیر فیزیک چند نوع آزمایش را طرحی و همچنین وسیله‌های مورد نیاز را همراه متصدی آزمایشگاه آماده می‌کند . سپس با همکاری متصدی آزمایشگاه امکانات مورد نیاز تدریس را تهیه می‌کند و به کلاس درس انتقال می‌دهند . دبیر فیزیک با نوشتن سرفصل درس روی تخته سیاه شروع به تدریس می‌کند . دانش‌آموزان می‌کوشند با دیدن وسیله‌های آزمایشگاهی فیزیک در روی میز معلم بین آن‌ها و سرفصل‌های نوشته شده ارتباطی علمی و منطقی برقرار کنند . با اجرای قسمت‌هایی از تدریس توسط مدرس ، متصدی شروع به نشان دادن وسیله‌های آزمایشگاهی می‌کند و می‌کوشد گاهی تدریس دبیر را قطع و خود اقدام به توضیح و نشان دادن وسایل و اجرای آزمایش کند . حتی گاهی در هنگام قطع تدریس ، دبیر فیزیک از دانش‌آموزان می‌خواهد به پرسش‌های او پاسخ دهند و به دانش‌آموزان نمره می‌دهد . این نوع تدریس در کلاس‌ها برای دانش‌آموزان بسیار مطلوب است و آن‌ها را در طول تدریس بسیار فعال نگه می‌دارد . همچنین انگیزه برای انجام آزمایش در آزمایشگاه را در وجود آن‌ها شعله‌ور می‌کند . در طول دو سال تحصیلی ۸۵-۸۴ و ۸۶-۸۵ این شیوه در یکی از کلاس‌های سوم تجربی نتایج بسیار مطلوبی داشت به طوری که در سال تحصیلی ۸۶-۸۵ بعضی دبیران فیزیک و حتی شیمی این شیوه تدریس بسیار علاقه‌مند شده بودند و سعی می‌کردند هر از چند گاهی آن را در کلاس‌های خود به اجرا درآورند .

۵ . تدریس قسمت‌هایی از درس جلسه‌های گذشته توسط دانش‌آموزان به جای پرسش آغازین

در اجرای این شیوه از روش‌های ایجاد انگیزه ، دبیر با تقسیم‌بندی مفاهیم درسی در قالب‌های مختلف از دانش‌آموزان

توانا می‌خواهد که هر کدام قسمتی از درس قبلی را که در جلسه گذشته بررسی و تدریس شده است در کلاس تدریس کنند. در حین تدریس، دبیر نکته‌هایی که نیاز به توضیح بیشتر دارند را می‌پرسد تا شاگردان با توضیح کافی، مفاهیم را برسانند. در این شیوه دانش‌آموزانی که مطالب را خوب یاد نگرفته‌اند با گوش دادن خوب یاد می‌گیرند. در این شیوه بعد از تدریس تمام مطالب درسی گذشته توسط دانش‌آموزان، دبیر با اجرای آزمون تشخیصی با چند پرسش با پاسخ کوتاه از چگونگی یادگیری دانش‌آموزان مطلع می‌شود. سپس به چند پرسش شفاهی از بقیه دانش‌آموزان شروع به تدریس درس جدید می‌کند.

۶. طراحی پرسش توسط دانش‌آموزان

در اجرای این شیوه‌ی ایجاد انگیزه یادگیری، معلم بعد از تدریس از دانش‌آموزان می‌خواهد برای جلسه آینده پرسش‌هایی را از مفاهیم یاد گرفته شده طراحی کنند. همچنین پاسخ پرسش‌ها را در قالبی غیر از قالب کتاب درسی تهیه کنند و به او تحویل دهند. این نوع فعالیت برای تعداد معدودی از دانش‌آموزان امکان‌پذیر و روش بسیار مناسبی برای ایجاد انگیزه یادگیری و افزایش میزان درک مفاهیم کتاب است.

۷. ترجمه متون ساده فیزیک از زبان انگلیسی

دانش‌آموزان مسلط به زبان انگلیسی از ترجمه مفاهیم ساده به زبان انگلیسی لذت زیادی می‌برند این خشنودی وقتی بیشتر می‌شود که مطالبی از طرف دبیران در اختیار آنان قرار داده شود و بعد از ترجمه در منزل از کار آنان استقبال و به آنان اجازه داده شود در مورد متون ترجمه شده خود اظهارنظر کنند. برای افزایش انگیزه یادگیری در این گونه دانش‌آموزان دبیر فیزیک ابتدا مطالب ساده درسی به زبان انگلیسی را در اختیار آنان قرار می‌دهد و از آنان می‌خواهد متون را در منزل ترجمه کنند و در جلسه آینده در اختیار او قرار دهند. معلم ضمن کمک به چگونگی ارایه مفاهیم در کلاس به دانش‌آموزان، از ترجمه و توضیح آنان به‌شدت استقبال و دانش‌آموز را در کاری که با انگیزه انجام داده است تشویق می‌کند. این نوع تدریس بیشتر در کلاس‌هایی که دانش‌آموزان مسلط به زبان انگلیسی دارند نتایج بسیار خوبی به‌بار می‌آورد. این شیوه در دبیرستان پسرانه نمونه ولی‌عصر شهرستان بناب در سال تحصیلی ۸۶-۸۵ موجب رشد قابل توجه انگیزه یادگیری درس فیزیک گردید. (افزایش ۲/۲۷ نمره در معدل کلاس نسبت به کلاس شاهد)

۸. ارائه کنفرانس مشترک درسی با یک دانشجوی فیزیک

در این روش ابتدا بخشی از کتاب با روش سخنرانی و توصیف علمی در کلاس تدریس می‌شود و سپس با معرفی یک دانشجوی فیزیک به دو نفر از دانش‌آموزان از آن‌ها خواسته می‌شود در جلسه آینده مفهوم مطالب درس کتاب را در کلاس با دانش‌آموزان دیگر به بحث بگذارند. همچنین در ضمن اجرای بحث به دانش‌آموزان فرصت اظهارنظر و مطرح‌کردن پرسش‌های شفاهی را بدهند. این شیوه به تدریس مطلوب دانش‌آموزان و دانشجویان است که در طول مدت دو سال اجرای این روش در دو کلاس درسی پایه سوم دبیرستان شهید دکتر بهشتی شهرستان بناب هیچ دانش‌آموز یا دانشجویی که در بحث شرکت می‌کردند اظهار نارضایتی نکردند. بلکه در مقابل سطح کیفی و کمی آموزش درس فیزیک به سرعت در بین تمامی دانش‌آموزان این کلاس‌ها بالا رفت.

◆ نتیجه‌گیری و پیشنهادها

به‌طور کل هر روشی که بتواند با رضایت دانش‌آموزان در یادگیری منظم و استوار بر پایه عمل و آزمایشگاه موفق عمل کند و در ایجاد انگیزه یادگیری نتایج مطلوبی داشته باشد قابل توجه و ستایش است. اجرای هشت روش ذکر شده در این مقاله در طول چند سال تدریس فیزیک در کلاس‌های مختلف مدارس متوسطه شهرستان بناب نشان داد که تمامی روش‌ها با درصد متفاوتی در ایجاد انگیزه یادگیری مؤثرند و به تعمیق سطح مفاهیم یاد گرفته شده کمک می‌کنند. لذا پیشنهاد می‌شود مدرسان محترم فیزیک با توجه و توانایی خود و امکانات مدارس در اجرای روش‌های ذکر شده بکوشند تا دانش‌آموزان با کسب انگیزه یادگیری در ابعاد مختلف در یادگیری درس فیزیک موفق باشند.

مراجع:

۱. علی‌زاده، خیام و همکاران، نگاهی دوباره به تدریس تاریخ و جغرافیا، سازمان آموزش و پرورش استان آذربایجان شرقی، انتشارات رسانگار، تبریز ۱۳۸۴.

۲. فضلی‌خانی، منوچهر، روش‌های فعال تدریس در برنامه‌های پرورشی، انتشارات اسلامی، تهران ۱۳۷۸.

۳. کتابچه راهنمای جشنواره روش‌های فعال یاددهی-یادگیری مبتنی بر IT در دوره متوسطه سازمان آموزش و پرورش استان آذربایجان شرقی، بهمن‌ماه ۱۳۸۳.

۴. آزمون چرایی و چگونگی آن، مجد طرح مرآت، ناشر مؤسسه‌ی فرهنگی انتشاراتی مرآت تهران ۱۳۸۳.

۵. الیس، سوزان، ترجمه رستگاه طاهره، آشنایی با یادگیری از طریق همیاری، نشر تهران ۱۳۷۹.

استقلال قانون‌های اول و دوم نیوتون

سیامک خادمی[1] و معصومه شاهسواری[2]
۱) دانشگاه زنجان، دانشکده علوم، گروه فیزیک
E-mail: siamakkhademi@gmail.com
۲) انجمن علمی ـ آموزشی معلمان فیزیک زنجان

چکیده

قانون‌های نیوتون پایه و اساس فیزیک و مکانیک کلاسیک را تشکیل می‌دهند. این قانون‌ها به رغم سادگی دارای مفاهیم مهمی هستند که گاهی خوب درک نشده است. یکی از این موارد اهمیت مفهوم دستگاه مختصات لخت است که مفهوم آن در قانون اول نیوتون وجود دارد. این مفهوم قانون اول از دوم را متمایز می‌سازد. بدون در نظر گرفتن این تفاوت، قانون اول را می‌توان از قانون دوم به‌دست آورد. اما در بسیاری از منابع در تعریف قانون‌های نیوتون صریحاً به این نکته اشاره نشده و تعریف دستگاه مختصات لخت جداگانه بیان می‌گردد. در این مقاله با ارائه تعریف‌های لازم برای «قانون» و «اصل» علمی و مفاهیم اولیه‌ای مانند «جرم»، «طول» و «زمان»، با دقت بیشتری قانون اول و دوم را مورد بررسی قرار داده و استقلال آن‌ها از یکدیگر اثبات می‌شود.

۱. مقدمه

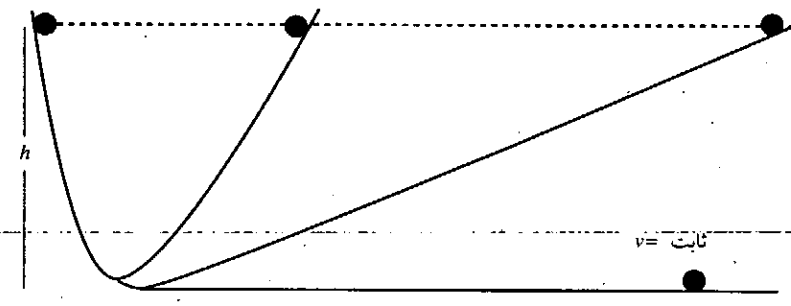
اگرچه قانون‌های نیوتون در اکثر کتاب‌های دبیرستانی [۱] و یا فیزیک پایه [۲] در نیمسال‌های اول دانشگاه معرفی شده است اما کج‌فهمی‌هایی که در این مورد وجود دارد موجب شده تا تعدادی از نویسندگان به تبیین و تشریح بیشتر و عمیق‌تر بپردازند [۳-۵]. بیان‌های متعدد و گاهی نه‌چندان دقیق این قانون‌ها موجب عدم درک نکته‌های ظریفی که در این قوانین وجود دارد شده است. شناخت صحیح این قوانین که پایه مکانیک کلاسیک و زیربنایی برای سایر نظریه‌های فیزیک پیشرفته است از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. نویسندگان این مقاله در میان دانش‌آموزان و یا دانش‌آموختگان فیزیک بعضاً عدم شناخت درست از این قانون‌ها را تجربه کرده‌اند و این موضوع انگیزه‌ای برای ارائه این مقاله و بررسی یکی از این نکته‌های مهم، تحت عنوان «استقلال قانون اول از قانون دوم» بوده است. امید است این موضوع از جنبه آموزشی برای دبیران، دانش‌آموزان و دانشجویان مفید واقع شود.

پس از مقدمه، بخش دوم این مقاله به ذکر تعریف‌های اولیه و تبیین قانون اول و ارتباط آن با قانون دوم پرداخته است. بخش سوم به موضوع استقلال قانون اول از دوم می‌پردازد. در بخش چهارم مفاهیم بنیادی که در تبیین قانون‌های نیوتون ضروری است مورد بررسی قرار می‌گیرد و در بخش آخر نیز جمع‌بندی و نتیجه‌گیری انجام شده است.

۲. قانون اول نیوتون

قانون اول نیوتون به بیان‌های مختلف (و البته مترادف با یکدیگر) در بسیاری از کتاب‌های فیزیک آورده شده است. مضمون کلی این قانون به‌صورت زیر است:

قانون اول: هر جسمی حالت سکون و یا سرعت حرکت مستقیم‌الخط یکنواخت خود را حفظ می‌کند مگر این که نیرویی به



شکل ۱ . جسمی که از سطح شیب‌دار بدون اصطکاک از ارتفاع h پایین می‌غلتد از سطح روبه‌رو تا همان ارتفاع بالا می‌رود . هرچه زاویه سطح کوچک‌تر شود مسافت طی شده بر روی سطح شیب‌دار بیشتر می‌شود و برای سطح افقی مسافت طی شده بی‌نهایت می‌شود و جسم با سرعت ثابت به‌حرکت خود ادامه می‌دهد .

آن وارد شود .

اگرچه قانون اول به نام نیوتون نام‌گذاری شده است اما این گالیله بود که برای اولین‌بار آزمایش‌هایی را در این زمینه انجام داد و به روشی هوشمندانه نشان داد که اگر به جسمی نیرو وارد نشود با سرعت ثابت حرکت می‌کند [۶] .

از طرف دیگر با نگاهی اجمالی به قانون دوم نیوتون مشاهده می‌گردد که (به‌ظاهر) قانون اول حالت خاصی از قانون دوم نیوتون در $F = 0$ است . قانون دوم می‌گوید :

قانون دوم : اگر به جسمی نیرو وارد شود به آن جسم شتابی می‌دهد که متناسب با نیرو و در جهت آن است .

این قانون با معادله مشهور

$$F = ma \qquad (۱)$$

شناخته شده است . در معادله (۱) ضریب تناسب که با m نشان داده شده ، به جرم لختی مشهور است . از طرف دیگر نیروی گرانشی بین دو جسم نیز با حاصل‌ضرب جرم گرانشی آن‌ها متناسب است . یکسان بودن جرم لختی و جرم گرانشی بدون اثبات و به‌عنوان اصل هم‌ارزی پذیرفته شده است . اگرچه اثباتی تحلیلی برای اصل هم‌ارزی به‌دست نیامده است اما پذیرفتن این اصل با هیچ‌یک از نتیجه‌های فیزیکی و یا شواهد تجربی موجود تضاد ندارد .

به سادگی دیده می‌شود که با استفاده از قانون دوم و برای حالتی که برایند نیروها برابر با صفر باشد ، اندازه و جهت بردار سرعت ثابت باقی می‌ماند .

$$a = \frac{dv}{dt} = 0 \Rightarrow v = \text{ثابت} \qquad (۲)$$

نتیجه‌ای که در معادله (۲) به‌دست آمده ، جز بیان (ظاهری) قانون اول نیوتون نیست . با توجه به نتیجه (۲) این پرسش مطرح می‌گردد که : آیا قانون اول مستقل از قانون دوم است؟

در اصل ، به گزاره‌هایی که تنها دارای اثبات تجربی هستند و سایر رابطه‌ها و نتایج فیزیکی از آن‌ها نتیجه شود ، قانون می‌گویند . بنابراین یک قانون از سایر قانون‌ها و یا نتایج فیزیکی به‌دست نمی‌آید بلکه همه‌چیز از قانون‌ها (که معمولاً تعداد آن‌ها محدود است) به‌دست می‌آیند .

علاوه بر قانون‌های نیوتون ، اصل هم‌ارزی نیز ، که برابری جرم لختی با جرم گرانشی را بیان می‌کند ، برای به‌دست آوردن نتایج مکانیک کلاسیک لازم و ضروری است اما به دلیل این‌که دارای اثبات تجربی نیست به عنوان یک اصل پذیرفته شده است و قانون درنظر گرفته نمی‌شود .

اگر براساس نتیجه (ظاهری) معادله(۲) ، قانون اول از قانون دوم به‌دست آید ، تعریف قانون برای آن صادق نخواهد بود . در این صورت یا تعریفی که از قانون اول ارائه شده درست نیست (و یا خوب درک نشده) و یا در تعداد قانون‌های نیوتون باید تجدیدنظر شود . در این مرحله به بازنگری تعریف‌های موجود از قانون‌های نیوتون می‌پردازیم و نشان می‌دهیم که قانون اول در عین سادگی دارای نکته مهمی است که نمی‌شود آن را نادیده گرفت و یا آن‌را کاملاً از قانون دوم به‌دست آورد .

۳ . استقلال قانون‌های اول و دوم نیوتون

قانون اول حرکت اجسام را وقتی بیان می‌کند که نیرویی بر آن‌ها وارد نمی‌شود . اما آیا اگر برجسمی نیرو وارد نشود همیشه به‌حرکت روی خط مستقیم با سرعت یکنواخت ادامه می‌دهد؟ برای تشریح

بیشتر و درک عمیق‌تر مثال زیر را در نظر بگیرید:

فرض کنید شخصی که در قطاری که بر روی ریل مستقیمی با سرعت ثابت در حرکت است بیلیارد بازی کند. وی به توپ ضربه‌ای می‌زند، تا زمانی که توپ به دیواره و یا توپ دیگری برخورد نکند (و به آن نیرو وارد نشود) با سرعت ثابت در مسیر مستقیم حرکت خواهد کرد.[1] این مثال می‌تواند تاییدی برای قانون اول باشد. بیلیاردباز در طی بازی متوجه می‌شود که پس از ضربه زدن به توپ، اگر قطار در سر پیچ‌ها بر روی مسیری منحنی در حال حرکت باشد، توپ مسیری مستقیم را طی نمی‌کند. زمانی که قطار مسیر مستقیم خود را تغییر می‌دهد بدون این که به توپ نیرویی وارد شده باشد مسیر توپ از خط مستقیم خارج می‌شود به‌عبارت دیگر بدون اعمال نیرو شتاب می‌گیرد. این وضعیت (ظاهراً) با قانون اول و هم‌چنین قانون دوم تضاد دارد.

برای رفع این تضاد باید تفاوت بین دو وضعیت در مثال بالا را بررسی کرد. تنها تفاوت بین دو وضعیت این است که در حالت اول قطار در مسیری مستقیم و با سرعت ثابت در حرکت است در حالی که در حالت دوم جهت حرکت قطار تغییر می‌کند. به‌عبارت دیگر دستگاه مختصات متصل به قطار در حالت اول دارای سرعت ثابت و در حالت دوم شتاب‌دار است.

تعریف دستگاه مختصات لخت: به دستگاه‌های مختصاتی که نسبت به هم با سرعت ثابت در حرکتند، دستگاه مختصات لخت، و به دستگاه‌های مختصات شتاب‌دار، دستگاه غیرلخت گفته می‌شود.

از آزمایش بالا نتیجه می‌گیریم که قانون اول تنها در دستگاه مختصات لخت برقرار است و دستگاه‌های مختصات غیرلخت از آن پیروی نمی‌کنند. اگرچه در تعریف قانون اول به صراحت ذکری از دستگاه مختصات لخت نشده است، اما این قانون معیاری برای شناخت دستگاه‌های مختصات لخت و تفکیک آن‌ها از دستگاه‌های غیر لخت است. به‌راحتی می‌توان نشان داد که در دستگاه مختصات غیرلخت قانون دوم برقرار نیست. بنابراین در قانون‌های نیوتون مفهوم دستگاه مختصات لخت وجود دارد. در بسیاری از کتاب‌ها و مراجع معتبر به این مفهوم که وجه تمایز قانون اول از دوم است به صراحت اشاره نشده است [۱ و ۲]. اما باید توجه داشت که مفهوم دستگاه مختصات لخت در قانون اول وجود دارد حتی اگر با صراحت به آن اشاره نشود [۷].

با توجه به این که در بسیاری از تعریف‌هایی که از قانون اول در کتاب‌ها و مقاله‌ها آورده شده بر تفاوت این قانون از قانون دوم تأکید نشده است، بسیاری از خوانندگان به اهمیت قانون اول پی نبرده‌اند. برای تأکید بر تمایز قانون اول و دوم تعریف زیر برای قانون اول، با تأکید بر دستگاه مختصات لخت، پیشنهاد می‌شود:

قانون اول ـ در دستگاه مختصات لخت، هر جسمی حالت سکون و یا سرعت یکنواخت خود در حرکت بر خط راست را حفظ می‌کند مگر این که نیرویی به آن وارد شود.

با این تعریف قانون اول دستگاه مختصات لخت را تبیین و تعریف، و قانون دوم چگونگی تأثیر نیروها بر یک ذره را در این نوع دستگاه‌های مختصات بیان می‌کند. قانون سوم نیز نیز مسئول نشان دادن چگونگی برهم کنش‌های چندذره‌ای است. با توجه به این که در مکانیک کلاسیک برهم کنش بین ذرات دوبه‌دو است، از قانون سوم چگونگی برهم‌کنش دستگاه‌های چندذره‌ای به‌دست می‌آید. در این صورت تفکیک بین قانون‌های نیوتون روشن می‌شود. بنابراین همه‌ی قانون‌های نیوتون از هم مستقل هستند و هیچ‌کدام را نمی‌توان کاملاً از سایر قانون‌ها به‌دست آورد.

۴. مفاهیم بنیادین

در بیان قانون‌های نیوتون از مفاهیمی مانند جرم، سرعت، شتاب و نیرو استفاده شده است که به نوبه خود باید تعریف شوند. سرعت از مشتق مکان نسبت به زمان $v=dx/dt$ و شتاب نیز با مشتق سرعت نسبت به زمان $a=dv/dt$ است. از قانون دوم نیز به‌عنوان تعریفی برای نیرو و یا جرم استفاده می‌شود. اما تمامی این کمیت‌ها را می‌توان بر حسب سه کمیت بنیادی جرم، مکان و زمان بیان نمود. اگرچه دانشمندان و بعضی فیلسوفان برای تعریف این کمیت‌های بنیادی تلاش کرده‌اند [۶] اما تاکنون هیچ تعریف مستقل و مورد توافق همه ارائه نشده و تعریف‌هایی که تاکنون آورده شده سرانجام به دور و تسلسل می‌انجامد. برای مثال نیوتون جرم را به‌صورت حاصل ضرب چگالی در حجم جسم تعریف می‌کند. این تعریف نیوتون مشکلی را حل نمی‌کند زیرا مجدداً باید چگالی را تعریف کرد که برابر با نسبت جرم به حجم جسم است و بدین صورت در تعریف جرم دچار تسلسل می‌شویم [۶]. برای مکان (یا طول ابعاد فضایی) نیز وضعیت بهتری وجود ندارد. این کمیت‌های به‌عنوان مفاهیم بنیادی که بدون تعریف برای همه‌کس قابل فهم و درک هستند درنظر گرفته می‌شوند.

نکته جالب توجه این است که اگرچه این کمیت‌ها تعریف نمی‌شوند اما کمیت‌هایی قابل اندازه‌گیری هستند. برای اندازه‌گیری این کمیت‌ها به تنهایی راهی وجود ندارد و تنها نسبت

آن‌ها قابل اندازه‌گیری است. برای مثال طولی را نمی‌توان به تنهایی اندازه‌گیری کرد اما می‌توان نسبت یک طول با طول دیگر را به دست آورد. برای همین منظور به استانداردی برای طول نیاز است تا تمامی طول‌ها نسبت به آن سنجیده شوند. برای زمان و جرم نیز به همین منظور استانداردهای زمان و جرم تعریف شده است.

۵. نتیجه‌گیری

در این مقاله نشان داده شده است که در قلب قانون اول نیوتون تعریف دستگاه مختصات لخت نهفته است. مفهوم دستگاه مختصات لخت وجه تمایز قانون اول از دوم است اگرچه در بسیاری از کتاب‌ها و مراجع این نکته به صراحت اشاره نشده است. بنابراین این جمله که «در حالتی که نیرو برابر با صفر باشد، قانون اول از قانون دوم به‌دست می‌آید» صحیح نیست. در این مقاله در تعریف قانون علمی اشاره شده است که این قانون‌ها تنها دارای اثبات تجربی هستند و تمامی مکانیک کلاسیک از سه قانون نیوتون و اصل هم‌ارزی نتیجه می‌شود. اصل هم‌ارزی دارای اثبات تجربی نیست به همین دلیل در ردیف قانون‌های نیوتون قرار نگرفته است. در این صورت برای کاهش سردرگمی دانش‌آموزان در درک صحیح قانون‌های نیوتون، اشاره به استقلال قانون اول از دوم و تأکید بر وجود مفهوم دستگاه مختصات لخت در قانون اول و هم‌چنین ارائه تعاریفی دقیق از قانون علمی، اصل و مفاهیم بنیادی لازم و ضروری به‌نظر می‌رسد.

زیرنویس:

۱. از مقاومت توپ با میز بیلیارد و هوا صرف‌نظر می‌کنیم.

مراجع:

۱. اعظم پورقاضی؛ سید مهدی شیوایی؛ حسن عزیزی و غلامعلی محمودزاده، «فیزیک(۲) و آزمایشگاه»، وزارت آموزش و پرورش، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، چاپ ششم (۱۳۸۲).

2. David Haliday, Robert Resenick, Jearl Walker, "*Fundamentals of physics*", John Wiley & Sons, Inc., (2001).

3. Ronald Newburgh, "*Why isn't the law of gravitation called Newton's fourth law?*", Physics Education, 36, No.3, (2001) 202-206.

4. Chris Leemann, "*Newton's law of inertia and time*", Physics Education, 35(1), (2000)31-37.

5. C.H. Poon, "*Teaching Newton's third law of motion in the presence of student preconception*", Physics Education, 41(3), (2006) 223-227.

۶. لویس ویلیام هلزی هال، «تاریخ و فلسفه علم»، مترجم عبدالحسین آذرنگ، چاپ چهارم، انتشارات سروش، (۱۳۸۳).

7. H-Goldstein, "*Classical Mechanics*", 3ed Edition, Addison Wesley (1980).

مقدمه

برای دست‌یابی به هر هدف انسانی، ناگزیر باید به شیوه‌های صحیح برقراری ارتباط با انسان‌ها آشنا بود. بدون برقراری یک ارتباط عاطفی مبتنی بر باور متقابل، شکل‌گیری رابطه‌ای تأثیرگذار امکان‌پذیر نیست. تجربه‌های مدیریت نوین نشان می‌دهد که افرادی که در برقراری رابطه‌ی عاطفی با مجموعه‌ی انسان‌ها موفق‌تر بوده‌اند، گام‌های مؤثرتری در تحقق اهداف مورد نظرشان برداشته‌اند. پیچیدگی رفتار انسان‌ها و وجود الگوهای مختلف در واکنش عاطفی و خودباوری آن‌ها باعث می‌گردد که فرایند ایجاد ارتباط نیازمند به‌دست آوردن شناخت اصولی‌تر از این ویژگی‌ها باشد.

نقش هدف‌ها در روش‌های ایجاد رابطه

روابط با اهداف مختلف، شیوه‌های متفاوت برقراری ارتباط را مطرح می‌کنند. هرقدر اهداف یک رابطه، اساسی‌تر و مبتنی بر فضیلت‌ها و ارزش‌های انسانی و اخلاقی باشد و انتظار ما از آن رابطه، بنیادی‌تر و ماندگارتر باشد، روش‌های اصولی‌تری را باید به‌کار گرفت اگر قرار باشد تأثیرهای حاصل از یک رابطه عمیق‌تر باشد، قطعاً باید در اندیشه‌ی یافتن روش‌هایی بود که رابطه را از سطح، به نگرش‌هایی عمیق‌تر هدایت کند. در محیط آموزشی که هدف از رابطه با دانش‌پژوهان، هدایت صحیح فرایند یادگیری است، اساس برقراری ارتباط عاطفی، به‌وجود آوردن فضایی است که دانش‌پژوهان جوان با خودباوری و اتکا به‌نفس هرچه بیشتر، در فرایند یادگیری فعالانه مشارکت کنند. بنابراین مبنای این ارتباط، ایجاد فرصت‌های مناسب برای کسب تجربه و اندیشه‌ی شخصی در فرایند یادگیری است. توجه به توانمندی‌ها و ویژگی‌ها و

اهداف و شیوه‌های برقراری ارتباط

تفاوت‌های فردی دانش‌پژوهان، می‌تواند در تحقق اهداف مورد بحث بسیار مؤثر باشد.

جایگاه «شناخت» در ایجاد رابطه

با معلوم بودن استراتژی کلی یک رابطه انسانی، اساسی‌ترین مسأله برای موفقیت ما در برقراری رابطه، مسأله‌ی شناخت اصولی‌تر، از افراد گروه اجتماعی مورد نظر ماست. این شناخت شامل مشخصات کلی و عمومی رفتارهای طیف سنی معین و از طرف دیگر، ویژگی‌های جامعه‌ی خاص مورد بحث ماست. دانش‌پژوهان جامعه‌ی جوانی را تشکیل می‌دهند که کم‌وبیش از مشخصات مشترکی پیروی می‌کنند. از طرف دیگر ویژگی‌های افراد، تفاوت‌های فردی را به‌وجود می‌آورند. در مرحله‌ی اول باید با الگوهای رفتاری کلی نسل جوان امروز آشنا باشیم، که البته این لازم ولی کافی نیست، در مرحله بعد پارامترهای جغرافیایی، تاریخی، فرهنگ بومی، عادت‌ها و... می‌توانند بر الگوهای رفتار عاطفی افراد تأثیر بگذارد. عدم شناخت این ویژگی‌ها، می‌تواند موانع اساسی در رابطه به‌وجود آورد. فراموش نمی‌کنیم که این شناخت مسأله‌ای نسبی است. در واقع با افزایش عمر کیفی یک رابطه، مؤلفه‌های شناخت هم عمیق‌تر می‌شوند. برای شناخت عمیق‌تر باید ارتباط از نظر کیفی گسترده‌تر و فرصت شناخت بیشتر باشد. و با قوام یافتن مؤلفه‌های شناخت، رابطه هم عمیق‌تر می‌گردد. این تعامل بین «عمق شناخت» و «استحکام رابطه» می‌تواند یکی از ارکان مهم مدیریت در برقراری و هدایت یک رابطه‌ی انسانی ماندگار باشد. در فرایند این تعامل امکان خطا وجود دارد. آسیب‌هایی که از تصمیم‌های مبتنی بر عدم شناخت در یک رابطه ناشی می‌شود، از جمله‌ی این خطاهاست. مدیریت دقیق‌تر و پیش‌بینی‌های درست، می‌تواند احتمال خطا و آسیب‌ها را کاهش دهد.

«حفظ هویت» ضمن برقراری ارتباط با جوانان

شناخت کلی رفتار جوانان و ویژگی‌های دانش‌پژوهان در یک منطقه خاص در قالب هنجارها و ناهنجاری‌ها، به معنی پذیرش مجموعه‌ی این رفتارها نیست. عبارت‌ها و جمله‌هایی که الگوی گفتمان جوانان را تشکیل می‌دهد و الگوهای رفتاری آن‌ها را هم باید شناخت. اما مدیریت به‌معنی دنباله‌روی از این رفتارها نیست. این تصور که برای ایجاد ارتباط نزدیک با نسل جوان، الزاماً باید مانند آن‌ها حرف زد، از اصطلاحات آن‌ها استفاده کرده و از الگوهای رفتاری آن‌ها پیروی کرد، درک درستی از اهداف یک رابطه نیست. هنگامی می‌توان به موفقیت در یک رابطه امیدوار بود که فرد یا افراد مقابل را آن‌گونه که هستند بشناسیم، نه آن‌گونه که معیارهای مورد نظر ما ایجاب می‌کنند.

مدیریت در ایجاد رابطه یعنی این‌که بتوانیم ضمن حفظ هویت خودمان، با شناخت بیشتر ویژگی‌های فرد مقابل، پنجره‌های ورود به دنیای درون او را بیابیم، و ارتباط را از سطح به عمق هدایت کنیم. باید به دانش‌پژوه جوان نشان دهیم که توانمندی‌های او را در ساختن بنای فردا، باور می‌کنیم توانایی‌های او را به‌عنوان مدیر آینده‌ی جامعه باور می‌کنیم، ولی او هم باید باور کند که بدون تلاش بدون صبوری در فرایند آموزش و یادگیری، بدون همت و داشتن عزم تغییر، نمی‌توان بر کمبودها و ضعف‌ها غلبه کرد. او هم باید باور کند که ما او را دوست داریم، باورش می‌کنیم، هویت او را ارج می‌نهیم، ولی باید بیاموزد که ما هم هویت خود را داریم، و قرار نیست این دو یک هویت شوند. قرار است درحرکت؟؟؟

ساختن آینده حرف یکدیگر را درک کنیم. هدف ما یکسان‌سازی هویت‌ها نیست، هدف ما باور متقابلی است که براساس آن بتوانیم همراهانی خوب در دست‌یابی به مهارت‌ها، نگرش‌ها و دانش لازم جهت زندگی در جهان امروز و فردا باشیم.

رابطه از دیدگاه دانش‌پژوه جوان

استراتژی کلی ما در برقراری رابطه معلوم است و بر همین اساس است که رابطه را مدیریت می‌کنیم. اما از سوی دیگر، برداشت‌های فرد مقابل از رابطه و چگونگی تداوم آن مطرح است. دانش‌پژوه جوان، از منظر خود به انسان و مناسبات انسانی نگاه می‌کند. این نگرش بر مبنای مجموعه‌ی شرایط عاطفی و رفتاری و سایر ویژگی‌های او شکل می‌گیرد. یکی از مؤلفه‌های بسیار مهم برای موفقیت در برقراری رابطه، شناخت نگرش فرد مقابل از رابطه است. با وجود این‌که برای تحقق اهداف مشخص یک رابطه را هدایت می‌کنیم، ولی نمی‌توان انتظار برداشتی یکسان از رابطه داشت. در محیط آموزشی سعی می‌کنیم دانش‌آموز را به مشارکت در امر آموزش تشویق کنیم، و در واقع او بخشی از برنامه‌ای است که در راستای یک استراتژی کلی تدوین شده است. اما در واقع این ما هستیم که مدیریت و هدایت این برنامه را بر عهده داریم. طبعاً وسعت دید فردی که استراتژی کلی رابطه را می‌شناسد و آن را هدایت می‌کند با فردی که این مدیریت را می‌پذیرد و به‌عنوان بخشی از رابطه عمل می‌کند، یکسان نیست. نباید انتظار داشته باشیم، همه‌ی عناصر یک مجموعه‌ی انسانی که یک رابطه اجتماعی با هدف مشخص را دنبال می‌کنند درک یکسانی از رابطه و اهداف آن داشته باشند، این برداشت‌های متفاوت باعث می‌شود افراد در پاسخ به وضعیت مشخص، واکنش‌هایی متفاوت از خود نشان دهند.

«تأثیر» یا «تغییر»

در هر رابطه‌ی انسانی باید محدوده‌ی تأثیرها و تغییرات حاصل از یک تعامل اجتماعی را درک کرد. بخشی از استراتژی کلی آموزش نوین، ایجاد تغییر در رفتار انسان‌هاست. اما باید دید برای دست‌یابی به مجموعه‌ی شرایط لازم جهت تغییر در یک رفتار معین، چه مؤلفه‌هایی باید فراهم گردند. یک رابطه‌ی مشخص می‌تواند با هدایت و مدیریت اصولی، به یک رابطه‌ی «تأثیرگذار» تبدیل شود. یعنی در دراز مدت بر دیدگاه‌ها و نگرش‌های یک فرد «تأثیر» بگذارد. ولی باید توجه کرد که این تأثیرها الزاماً به معنی تغییر بنیادی در نگرش نیست. فرد مقابل در فرایند این تأثیرها متوجه می‌شود که می‌توان از دیدگاه دیگری هم به مسائل نگاه کرد. به زبان دیگر: «پنجره‌های دیگری هم برای بهتر دیدن انسان و مناسبات انسانی وجود دارد که او تاکنون آن‌ها را نیافته است. این یعنی تأثیر گرفتن، ولی تا رسیدن تا مرحله‌ای که فرد، این دیدگاه را به‌عنوان اساس نگرش خود به مسائل بپذیرد، یعنی نگرش خود را تغییر دهد، راهی طولانی در پیش است که فراتر از مسئولیت و وظایف یک رابطه‌ی محدود است. برای دست‌یابی به این تغییر به زمان طولانی، مؤلفه‌های پشتیبان از سوی کل جامعه، درک ضرورت تغییر و داشتن عزم تغییر و... لازم است. درک این موضوع که وظیفه و حدود تأثیرهای مثبت یک رابطه در بهترین شرایط کدام است، می‌تواند انتظارهای ما را از یک رابطه‌ی معین، تعریف کند. در این صورت ضمن پرهیز از انتظارهای غیرواقعی در رابطه، از صرف انرژی و تلاش‌های غیرضروری جلوگیری به عمل می‌آید. روشن بودن استراتژی کلی برقراری رابطه و حدود انتظارهای ما بر این اساس، می‌تواند بر شیوه‌های ایجاد ارتباط و فرایند تداوم آن تأثیر بنیادی داشته باشد.

شیوه‌های «آرام‌بخش» در ایجاد رابطه

با وجود تعریف روشن از اهداف و چارچوب یک رابطه، این امکان وجود دارد که افراد بدون توجه به هدف اصلی، در پی یافتن پاسخ به مجهول‌ها و گمشده‌های خود وارد یک رابطه شوند. این انگیزه ممکن است با اهداف تعریف شده فاصله داشته باشد. این ویژگی خاص در سنین نوجوانی و جوانی بیشتر خود را نشان می‌دهد. طبیعی است که فرد به‌دنبال گمشده و خلأهای روحی خود باشد. واکنش شتاب‌زده به این نوع گرایش‌ها در یک رابطه، می‌تواند زمینه‌های مثبت امتداد یافتن رابطه را از بین ببرد. باید این گرایش‌ها و ویژگی‌ها را تشخیص داد. ولی نباید از آن‌ها دنباله‌روی کرد، نباید هدف رابطه را تنها پاسخ‌گویی به این نیازهای فرد قرار داد، بلکه باید با مدیریت صحیح، بین اهداف اصلی رابطه و این نیازهای عاطفی فرد، موازنه ایجاد کرد. عدم مدیریت صحیح در این زمینه باعث می‌شود که به یکی از جنبه‌هایش از حد بها داده شود، و موانع اساسی در پیش‌برد رابطه به‌وجود آید. منظور این است که رابطه همیشه طبق برنامه‌ی پیش‌بینی شده، مسیر اصلی و مورد نظر را طی نمی‌کند. هدایت رابطه در این افت‌وخیزها، نیازمند مدیریت دقیق‌تر است. صرف‌نظر از ویژگی‌های فردی، اکثر افراد به‌دنبال دست‌یابی به «آرامش» در یک رابطه هستند. دانش‌پژوه جوان هم این نیاز را احساس می‌کند. در فرایند یادگیری و آموزش او هم ترجیح می‌دهد در محیطی آرام و صمیمی گام‌های فراگیری را طی کند. او بخش عمده‌ای از آرامش خود را در دست‌یابی به‌روش حل مسائل و مجهول‌های خود، به‌دست خواهد آورد. بنابراین تشخیص این‌که فراهم نمودن چه مؤلفه‌هایی می‌تواند محیطی نسبتاً آرام و امن در یک رابطه به‌وجود آورد، می‌تواند بر موفقیت در تداوم یک رابطه مؤثر باشد. توجه به نیازهای نسل جوان در چارچوب‌های قابل قبول یک محیط آموزشی و نه دنباله‌روی از گرایش‌های غیراصولی، می‌تواند از مؤلفه‌های دست‌یابی به آرامش در فضای آموزشی باشد.

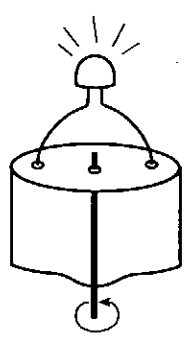
طرح هایی برای آزمایش های جذاب فیزیکی

نعمت‌اله مختاری
دبیر فیزیک ناحیه ۳ شیراز

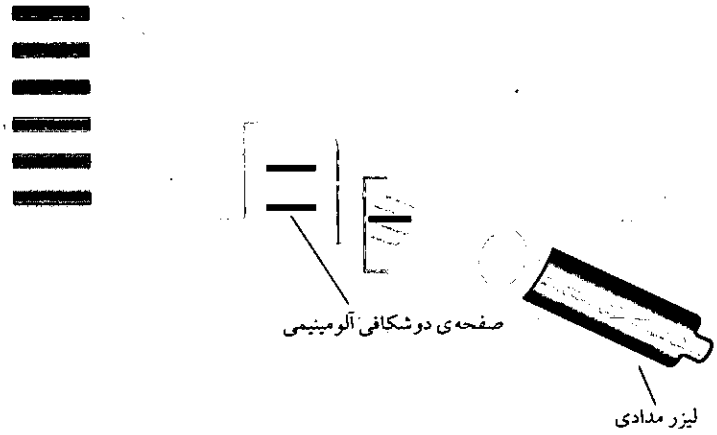
۱ . مولد الکترومغناطیسی

می‌دانیم اساس پیشرفت و فناوری کنونی بر الکتریسیته گذاشته شده است . اکثر دانش‌آموزان مایلند بدانند الکتریسیته چگونه تولید می‌شود و نیروگاه‌های تولید الکتریسیته چگونه کار می‌کنند .

با این وسیله دانش‌آموز با اساس کار و ساختمان اصلی مولدهای جریان الکتریسیته آشنا می‌شود ، و در واقع می‌تواند مولد برقی در مقیاس کوچک را در دست خود بگیرد و توسط آن و به کمک انرژی ماهیچه‌ای خود الکتریسیته تولید کند . این وسیله از یک آرمیچر تشکیل شده است که به پایانه‌های آن یک لامپ دیودی متصل شده است . با چرخاندن محور آرمیچر ولتاژی در دو پایانه آرمیچر تولید و باعث روشن شدن لامپ می‌شود . با این وسیله می‌توان موضوع‌های متعددی از قبیل : تبدیل انرژی‌ها به یکدیگر ، اساس کار مولدهای الکترومغناطیس ، طرز کار دیود و دیود نوری و... را مورد بحث و بررسی قرار داد . (شکل۱)



شکل۱



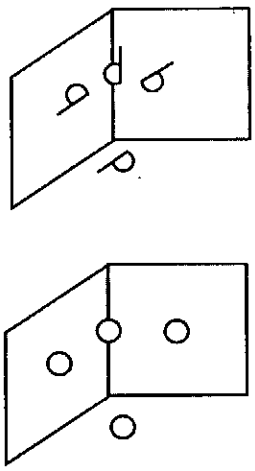
شکل۲

۲ . آزمایش یانگ با وسیله‌های ساده

با این وسیله می‌توان یکی از آزمایش‌های مهم فیزیک یعنی آزمایش یانگ و اثبات موجی بودن نور را به سادگی برای دانش‌آموزان شرح داد به‌طوری که تداخل امواج نوری و تشکیل نوارهای روشن و تاریک حاصل از آن را بر روی پرده یا دیوار کلاس مشاهده کنند حتی می‌توان با اندازه‌گیری‌های لازم، طول موج نور مورد نظر (در این جا نور لیزر مدادی) را با استفاده از فرمول $\lambda = \frac{xd}{nD}$ به‌دست آورد. این وسیله از یک لامپ لیزر مدادی معمولی و یک صفحه دوشکافی (از ورق آلومینیمی نازک موجود در بازار) تهیه شده است. (شکل۲)

۳ . چهار تصویر جداگانه از یک حرف

در بحث مربوط به تشکیل تصویر در دو آینه‌ی متقاطع (به‌عنوان مثال دو آینه عمود برهم) معمولاً به کمیت تصویرهای تشکیل شده بیشتر از کیفیت آن‌ها توجه می‌شود. این وسیله و آزمایش ساده، جنبه‌ی دیگر یعنی کیفیت تشکیل تصویرها را نیز به‌خوبی نمایان می‌سازد. هنگامی که قرصی دایره‌ای بین دو آینه عمود برهم قرار گیرد سه تصویر کاملاً یکسان در دو آینه مشاهده می‌شود که ظاهراً هیچ تفاوتی با یکدیگر ندارند. اما اگر حرف P را جلو این آینه قرار دهیم سه تصویر از حرف P را در آینه‌ها می‌بینیم که هیچ‌کدام P خوانده نمی‌شود بلکه یکی b، یکی d و دیگری q خوانده می‌شود. (شکل۳)



شکل۳

۴ . تبدیل مولاژ چشم به مدل چشم

بینایی بیشتر از هر حواس دیگری ما را با جهان اطراف مرتبط می‌کند. یکی از اجزای اصلی چشم عدسی آن است. اهمیت عدسی چشم در آن است که باعث می‌شود تصویر واضح و شفاف بر روی شبکیه چشم تشکیل شود. با این وسیله ابتکاری دانش‌آموز به‌راحتی با چشم و طرز تشکیل تصویر در آن آشنا می‌شود. این وسیله مولاژ چشمی است که برای شبیه‌سازی آن با چشم واقعی عدسی با فاصله کانونی مناسب و شبکیه (پرده سفید) در آن تعبیه شده است. (شکل۴)

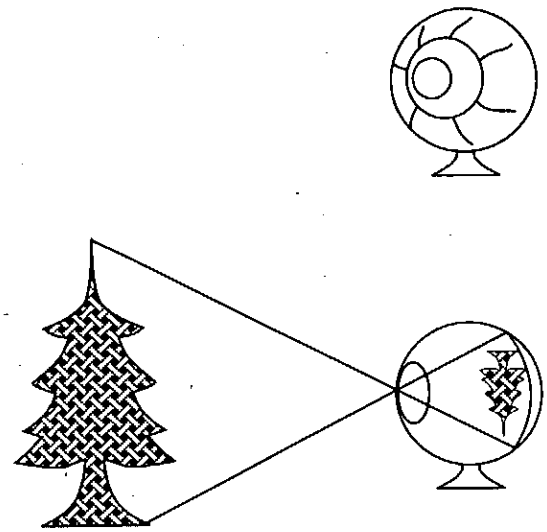
۵ . میله‌های تشدید

یکی از پدیده‌های جالب فیزیکی پدیده تشدید است . می‌دانیم هنگامی که بسامد طبیعی دو یا چند جسم یکسان باشند ، با به نوسان درآمدن یکی از این اجسام بقیه نیز به نوسان در خواهند آمد . چون شرط اصلی پدیده تشدید ، یکسان بودن بسامد طبیعی اجسام است ، در ساده‌ترین حالت برای به‌وجود آوردن تشدید ، می‌توان از دو یا چند آونگ با طول برابر به عنوان اجسام با بسامدهای طبیعی یکسان استفاده کرد که این آزمایش در فیزیک پیش‌دانشگاهی نیز آورده شده است .

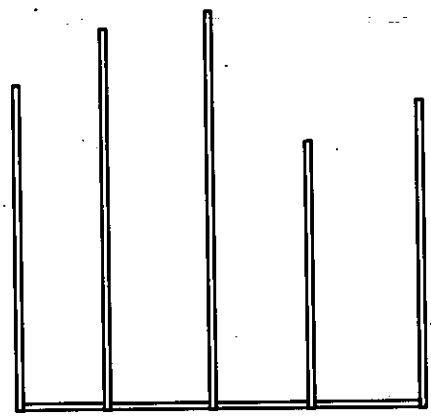
وسیله‌ی ابتکاری حاضر از بسیاری جنبه‌ها کار نمایش و آموزش این پدیده را آسان‌تر و سریع‌تر می‌کند . این وسیله از میله‌های قفس پرنده یا چیزی شبیه آن ساخته شده است که برخی از آن‌ها به‌طول برابر بریده شده است . هنگامی که یکی از این میله‌ها را با انگشت کمی منحرف و رها می‌کنیم میله به ارتعاش درمی‌آید و همراه آن همه میله‌های مشابه آن (یعنی با طول برابر با آن) به نوسان درمی‌آیند . (شکل۵)

۶ . تار نوری آموزشی

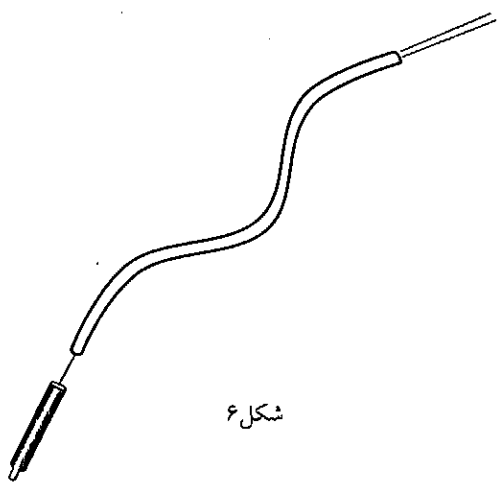
فناوری تار نوری بسیار مهم و نسبتاً جدید است که در درس فیزیک ۱ به آن اشاره شده است . اما دانش‌آموزان به صورت عملی و ملموس کمتر با آن آشنا هستند . این وسیله این مشکل را تا حدودی می‌تواند جبران کند . با این وسیله دانش‌آموز می‌تواند به سهولت نحوه بازتاب نور در تارهای شیشه‌ای خمیده را که اساس کار تارهای نوری است تجربه کند . این میله‌ها همان میله‌های شیشه‌ای معمولی توپر و مستقیمی است که به کمک شعله آتش خمیدگی‌های مناسب به آن داده شده است . هنگامی که نور لیزر به انتهای یکی از آن‌ها تابیده شود ، مسیر خمیده میله را بدون خارج شدن از آن طی می‌کند و در انتهای دیگر لوله ظاهر می‌شود . (شکل۶)



شکل۴



شکل۵



شکل۶

بررسی میزان اثربخشی آزمایشگاه‌های فیزیک

در مدارس دوره متوسطه استان تهران

عابد بدریان، آرزو اصفا
گروه پژوهش در برنامه های درسی علوم، ریاضی و فناوری، مؤسسه ی پژوهشی برنامه ریزی درسی و نوآوری های آموزشی، تهران

چکیده

در رشد، شکوفایی و توسعه علوم تجربی، به ویژه علم فیزیک، ابزارهای مشاهده، تجربه و آزمایش از جایگاه ویژه ای برخوردارند و بدیهی است که بهره گیری از این ابزارها تأثیر به سزایی در بهبود فرآیند آموزش و یادگیری دارد. غفلت از انجام فعالیت های عملی و آزمایشگاهی در فرآیند یاددهی و یادگیری علوم تجربی، می تواند خسارت جبران ناپذیری به رشد و توسعه علوم و فناوری وارد سازد. شناخت وضع موجود از لحاظ میزان اثربخشی فعالیت های آزمایشگاهی در آموزش علوم تجربی، به آسیب شناسی بخش مهمی از برنامه درسی فیزیک می انجامد و نتایج به دست آمده می تواند به برنامه ریزان درسی و مسئولان نظام آموزشی کمک کند تا با اتخاذ سیاست های مناسب، رویکردهای نوینی را طرح ریزی کرده و به آموزش اثربخش علم علوم تجربی اهتمام ورزند.

در پژوهش حاضر، میزان اثربخشی آزمایشگاه های فیزیک مدارس متوسطه استان تهران از چهار بعد

۱. محتوا و برنامه فعالیت های آزمایشگاهی
۲. صلاحیت های حرفه ای دبیران و متصدیان آزمایشگاه
۳. فضا، مواد و وسایل آزمایشگاهی
۴. نحوه ی اجرای فعالیت های آزمایشگاهی

مورد بررسی قرار گرفته است. در نمونه آماری این پژوهش، ۱۲۰۰ نفر از دانش آموزان، ۱۲۰ نفر از دبیران فیزیک، ۲۰ نفر متصدی آزمایشگاه و ۲۰ نفر کارشناس گروه های آموزشی فیزیک شرکت کردند. همچنین ۱۰ نفر از متخصصان و کارشناسان آموزش علوم در یک مصاحبه طراحی شده نظرات خود را پیرامون موضوع پژوهش بیان کردند. در انتخاب دانش آموزان از روش نمونه گیری تصادفی خوشه ای، و در انتخاب دبیران، متصدیان آزمایشگاه و کارشناسان گروه های آموزشی از روش نمونه گیری تصادفی طبقه ای استفاده شد.

مقدمه

صاحب نظران آموزش علوم، انجام آزمایش و فعالیت های عملی را ضروری ترین بخش برنامه درسی علوم تجربی می دانند. انجام فعالیت های عملی مناسب نه تنها سبب عمیق تر شدن میزان دانش و آگاهی های دانش آموزان می شود، بلکه یکی از مهم ترین روش ها جهت دستیابی به اهداف مهارتی و نگرشی در برنامه درسی محسوب می شود. انجام فعالیت های عملی علاوه بر تثبیت یادگیری و افزایش طول عمر ماندگاری مفاهیم آموخته شده، سبب دست ورزی و کسب مهارت هایی می شود که در زندگی روزمره

مورد استفاده قرار می‌گیرد و زمینه‌های نوآوری و خلاقیت در دانش‌آموزان را فراهم می‌سازد (Millar, 2004).

در برنامه درسی کشورهای موفق در آموزش علوم، استفاده از آزمایشگاه و انجام فعالیت‌های عملی، بخش جدایی‌ناپذیری از موضوع درسی است و تأکید زیاد بر تحقق اهداف مهارتی و نگرشی سبب شده است تا توجه خاصی به رشد مهارت‌های دست‌ورزی به‌ویژه در آموزش فیزیک صورت پذیرد. در آموزش فیزیک که ارتباط نزدیک‌تری با طبیعت و قوانین حاکم بر آن دارد، تلاش می‌شود تا فراگیران با انجام فعالیت‌های عملی مناسب به کسب تجربه و شناخت قانون‌های حاکم بر طبیعت نایل شدند و از این مهارت‌ها و تجربه‌های کسب شده در زندگی روزانه و تبیین علت وقوع پدیده‌های علمی مورد مشاهده استفاده کنند (بدریان، ۱۳۸۵c).

با بررسی پژوهش‌های انجام گرفته در داخل کشور، مشخص شده است که در بیشتر مدارس، از بین اهداف دانشی، مهارتی و نگرشی، توجه زیادی به هدف‌های دانشی و انتقال مفاهیم نظری می‌شود و اهداف مهارتی و نگرشی مورد بی‌مهری قرار می‌گیرند (بدریان، ۱۳۸۴). این امر سبب ناقص ماندن فرآیند آموزش و یادگیری شده و پیامدهای آن می‌تواند حتی تا پایان تحصیلات دانشگاهی نیز نمایان شوند. همچنین به‌رغم این‌که بیشتر معلمان فیزیک و شیمی به اهمیت استفاده از فعالیت‌های عملی در آموزش اثربخش علوم تجربی واقفند و معتقدند که در آموزش این علوم مشاهده‌ـ محور، باید آزمایشگاه نقش‌محوری ایفا کند، اما به نظر می‌رسد که انجام آزمایش در مدارس با مشکلات خاصی مواجه است (صفری، ۱۳۸۵).

شواهد موجود نشان‌دهنده این امر است که موانع متعددی سبب اجرا نشدن فعالیت‌های آزمایشگاهی و غیرفعال شدن آزمایشگاه‌های مدارس شده است.

موانع موجود به دو دسته تقسیم‌بندی شدند. دسته اول **علل درونی** یعنی اجزای برنامه درسی است که شامل کتاب‌های درسی، امکانات آزمایشگاهی، زمان و مکان اختصاص یافته به انجام آزمایش، صلاحیت‌های حرفه‌ای معلمان و متصدیان آزمایشگاه، دانش‌آموزان، برنامه‌های آموزشی، کادر اداری مدارس و روش‌های سنجش هستند و دسته دوم شامل **علل بیرونی** مثل نحوه برگزاری آزمون‌های ورودی دانشگاه‌ها، فرهنگ و نگرش جامعه و جایگاه انجام فعالیت‌های عملی در نوآوری و توسعه صنعتی می‌شوند. بررسی نتایج پژوهش‌ها نشان داده است که همه این عوامل در صورت نامساعد بودن، به سهم خود می‌توانند مانع انجام فعالیت‌های عملی و انجام آزمایش در مدارس شوند.

جایگاه فعالیت‌های عملی در آموزش علوم تجربی

پژوهشگران معتقدند که جهت استفاده اثربخش از فعالیت‌های آزمایشگاهی، باید ابتدا مشخص شود که این فعالیت‌ها چه اهدافی را دنبال می‌کنند؟ چه راه‌بردهایی برای آموزش در آزمایشگاه وجود دارد و این راه‌بردها چقدر بر اهداف مورد نظر منطبق هستند؟ چگونه می‌توان بروندادهای آموزش در آزمایشگاه را سنجش و ارزیابی کرد؟ فعالیت‌های آزمایشگاهی برای رسیدن به هدف‌های گوناگونی انجام می‌شوند که به دوره‌های تحصیلی و نیز آموزشی یا پژوهشی بودن آن‌ها بستگی دارد (Hodson, 1990). با بررسی فلسفه و اهداف آموزش علوم (McComas, 1997)، می‌توان پنج وظیفه مهم را برای فعالیت‌های عملی تعیین کرد:

۱. یادگیری ماهیت علم و فناوری
۲. یادگیری مهارت‌های حل مسئله
۳. یادگیری مهارت‌های روانی‌ـ حرکتی (از جمله توانایی کار با ابزار اندازه‌گیری و دستگاه‌های ساده)
۴. یادگیری مفاهیم و اصول علمی
۵. رشد نگرش‌های علمی و علاقه به علم در دانش‌آموزان

حال باید پرسید که چگونه باید فعالیت‌های عملی را انجام داد تا به هدف مورد نظر رسید؟ آیا رفتن به آزمایشگاه و انجام چند آزمایش توسط معلم و یا دانش‌آموز می‌تواند تأمین‌کننده اهداف مورد نظر باشد؟ واقعیت این است که انجام آزمایش بدون داشتن هدف و عدم برنامه‌ریزی مناسب فایده چندانی ندارد و حتی ممکن است موجب اتلاف وقت نیز شود. اگر فعالیت‌های عملی نتوانند موجب دست‌ورزی و افزایش مهارت در دانش‌آموز گردد، ارزش چندانی ندارد (Colburn, 1997).

با بررسی سیر تحول برنامه‌های درسی فیزیک در یک قرن اخیر، می‌توان نتیجه گرفت که تا دهه ۱۹۶۰، فعالیت‌های عملی بیشتر در تأیید و توصیف نظریه‌های علمی تدریس شده انجام می‌گرفت و بیشتر آزمایشگاه‌های موجود در مدارس از نوع تأییدی بودند. بعد از رویداد اسپوتنیک در سال ۱۹۵۷ و پرتاب اولین سفینه فضایی حامل انسان به فضا توسط روس‌ها، در بسیاری از کشورهای پیشرفته غربی، برنامه‌های درسی فیزیک و سایر شاخه‌های علوم تجربی تحول اساسی پیدا کرد و یادگیری اکتشافی مبتنی بر حل مسئله وارد برنامه درسی گردید و جایگاه آزمایشگاه و فعالیت‌های

عملی در نظام‌های آموزشی پررنگ‌تر شد (بدریان، a۱۳۸۶).

امروزه روند آموزش فیزیک شامل دو فرآیند جدایی‌ناپذیر آموزش و یادگیری است. در فرآیندهای دانش‌آموز- محور، یادگیری و روش‌های کسب دانش و مهارت از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند؛ اما در فرآیند معلم- محور، امر آموزش یعنی شیوه‌های انتقال مناسب دانش و مهارت‌ها و نیز آماده ساختن محیط یادگیری برای تشویق دانش‌آموزان به یادگیری اهمیت زیادی دارد (Roth, 1994). چون در رویکردهای فعال آموزش و یادگیری، فرآیندهای دانش‌آموز- محور مورد توجه است و دانش‌آموز در هسته مرکزی برنامه‌های آموزشی قرار می‌گیرد، بنابراین برای افزایش انگیزه دانش‌آموزان در یادگیری کاربردی فیزیک و دوری جستن از یادگیری صرف مفاهیم نظری و حل مسائل و تمرین‌های تکراری، باید توجه ویژه‌ای به انجام آزمایش و انجام فعالیت‌های عملی نمود و زمینه‌های کاربرد اصول و مفاهیم آموخته شده در زندگی را فراهم ساخت (بدریان، b۱۳۸۶).

در بررسی اهداف آموزش علوم تجربی، می‌توان به آموزش آن در سه سطح ماکروسکوپی، نمادی و نگرشی اشاره کرد. در سطح ماکروسکوپی، مشاهده پدیده‌های علمی، کاربرد ابزارها و وسایل اندازه‌گیری مورد توجه است، درحالی‌که در سطح نمادی، شیوه‌های طراحی، کاربرد اعداد و حل مسئله مورد توجه قرار می‌گیرد. در سطح نگرشی کاربرد مفاهیم و نظریه‌های علمی در زندگی و تبیین پدیده‌های طبیعی، حل مسائل و مشکلات بشری از جمله بحران انرژی، محیط‌زیست و نیز دوری از خرافات و کسب نگرش علمی در جامعه و زندگی شخصی مورد توجه است (Hodson, 2003). بررسی‌ها نشان داده است که در بسیاری از مدارس، آموزش فیزیک در سطح نمادی بیشتر مورد توجه قرار دارد و سطوح ماکروسکوپی و نگرشی که ارتباط تنگاتنگی با فعالیت‌های عملی دارند، کمتر مورد توجه قرار می‌گیرند (بدریان، ۱۳۸۶).

پژوهشگران و صاحب‌نظران عرصه آموزش فیزیک معتقدند که با انجام فعالیت‌های عملی در آزمایشگاه و یا خارج از محیط کلاس درس می‌توان به اهداف مهمی دست یافت که برخی از آن‌ها عبارت‌اند از:

۱. ترغیب و تشویق به انجام مشاهده و ثبت دقیق داده‌ها
۲. داشتن فکری باز، شفاف و ساده بر پایه روش علمی
۳. توسعه مهارت‌های عملی در فعالیت‌های آزمایشگاهی
۴. وارد کردن رویکردهای تربیتی از جمله تفکر خلاق و انتقادی در حل مسئله
۵. انطباق آموخته‌های علمی با آموخته‌های عملی
۶. تبیین آموزش‌های نظری و بررسی کاربرد جامع آن‌ها
۷. اصلاح حقایق و اصول، هماهنگ با نتایج اخذ شده در آزمایشگاه
۸. جامعیت بخشیدن به بخش اعظم یافته‌های علمی از طریق اثبات و مشاهده‌ی آن‌ها در آزمایشگاه
۹. افزایش انگیزه و علاقه‌مند شدن به موضوع مورد نظر
۱۰. حقیقی‌تر جلوه دادن پدیده‌های علمی از طریق تجربه عملی

در گذشته تلاش‌های زیادی جهت گسترش و اصلاح اهداف ذکر شده صورت گرفته است؛ اما اهداف بالا با اندک تغییری امروزه همچنان پابرجاست. اهداف مشابهی نیز برای توجیه ضرورت انجام فعالیت‌های عملی در آموزش حیطه‌های مختلف علوم تجربی به‌ویژه فیزیک، شیمی و زیست‌شناسی در سطوح بالاتر آموزشی (آموزش عالی) در نظر گرفته شده‌اند (Hodson, 1993).

شیوه‌های بهره‌مندی از فعالیت‌های آزمایشگاهی

نتایج پژوهش‌های «هادسون»[1] (۱۹۹۰) در زلاندنو نشان می‌دهد که ۵۷٪ دانش‌آموزان ۱۳ تا ۱۶ ساله انجام آزمایش را دوست دارند، اما ۴۰٪ آن‌ها هنگامی که نمی‌دانند چه کاری انجام می‌دهند و یا برداشت درستی از آزمایش‌ها ندارند، انگیزه‌ی کمتری از خود نشان می‌دهند. نتیجه‌ی بررسی‌ها و مطالعات هادسون نشان می‌دهد که دانش‌آموزان هنگامی از انجام آزمایش بیشترین بهره را می‌برند که موارد زیر به‌درستی اجرا شود:

۱. انجام آزمایش فعالیت مشخص و آگاهانه‌ای را دنبال کند.
۲. انجام آزمایش هدف شفافی را دنبال کند و با وسایل ساده قابل اجرا باشد.
۳. انجام آزمایش به‌صورت مستقل و با کنترل محدود انجام پذیرد.

هنگامی که انجام فعالیت‌های آزمایشگاهی نتواند سبب افزایش میزان پیشرفت تحصیلی دانش‌آموز شود، آمیخته‌ای از ناتوانی و بی‌ربط بودن مطالب علمی و انجام آزمایش، جایگزین انگیزه‌ی انجام فعالیت‌های آزمایشگاهی می‌شود. دلایل و شواهد موجود، نشان می‌دهند که اجرای الگوهای آموزشی نامناسب سبب اتلاف وقت در آزمایشگاه می‌شود و نتایج مورد انتظار از اجرای آزمایش و فعالیت‌های آزمایشگاهی حاصل نمی‌شود و این خود موانعی را پیش روی فرایند یاددهی و یادگیری علوم تجربی بالاخص فیزیک ایجاد می‌کند (بدریان، b۱۳۸۵).

«تابین»[۲] (۱۹۹۰) مطالعات زیادی در رابطه با سودمندی یاددهی و یادگیری علوم تجربی در آزمایشگاه انجام داده است. وی عدم آشنایی معلمان و تکنسین‌های آزمایشگاه از شیوه درست اجرای فعالیت‌های آزمایشگاهی و نیز عدم ارزشیابی مناسب فعالیت‌های صورت گرفته را دلیل ناکامی برخی از افراد در استفاده بهینه از انجام آزمایش در یاددهی- یادگیری علوم دانسته است. تابین برای رفع این مشکل پیشنهاد کرد تا علاوه بر آموزش معلمان، یک کتاب راهنمای پژوهشی برای معلمان علوم و پژوهشگران عرصه آموزش نوشته شود. به اعتقاد تابین، یادگیری معنادار در آزمایشگاه به شرطی اتفاق می‌افتد که در یک فضا و محیط مناسب، به دانش‌آموزان فرصت دستکاری وسایل و مواد آزمایشگاهی داده شود تا بتوانند به ساخت مفاهیم علمی از پدیده‌ها و نظریه‌های علمی وابسته به آن‌ها نایل آیند.

به طور یقین موضوع مهمی که مورد تأکید اکثر متخصصان آموزش علوم است میزان استفاده از آزمایشگاه، نوع آزمایش، سبک‌های مختلف یاددهی- یادگیری آزمایشگاهی و نیز شیوه‌های مناسب ارزشیابی از فعالیت‌های عملی دانش‌آموزان است که باید با اهداف آموزشی هماهنگ بوده و علاوه بر انگیزش دانش‌آموزان، با علایق و خواسته‌های آنان نیز سازگارتر باشد (بدریان، ۱۳۸۶b).

شیوه انجام پژوهش

این پژوهش که با هدف بررسی میزان کارایی و اثربخشی آزمایشگاه‌های فیزیک مدارس متوسطه استان تهران انجام گرفته است، با بهره‌گیری از نظرات کارشناسان گروه‌های آموزشی فیزیک، دبیران، دانش‌آموزان و متصدیان آزمایشگاه، به شناسایی موانع پیش‌رو در انجام فعالیت‌های عملی و آزمایشگاهی در آموزش فیزیک پرداخته و پس از تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده و بحث و نتیجه‌گیری، چند پیشنهاد منطقی و عملی برای برطرف نمودن مشکلات موجود ارایه کرده است.

پرسش‌های پژوهش در دو حیطه عوامل درونی و بیرونی طرح شده‌اند. در حیطه عوامل درونی مؤلفه‌های برنامه درسی در نظر گرفته شده است. در حیطه عوامل بیرونی نیز تلاش گردید تا نقش و نگرش جامعه، خانواده، فرهنگ حاکم و محیط آموزشی در اجرا شدن یا نشدن فعالیت‌های عملی مورد بررسی قرار گیرد.

برای بررسی تک‌تک پرسش‌های پرسشنامه و همچنین هفت پرسش ویژه پژوهش درباره مؤلفه‌های اثربخشی آزمایشگاه‌ها، از آمار توصیفی (درصد، فراوانی، میانگین و...) استفاده شده است. در این روش برای بررسی هریک از پرسش‌ها، درصدهای مربوط به پاسخ‌های **خیلی کم و کم** با هم و **خیلی زیاد و زیاد** با هم جمع شده‌اند.

برای بررسی پرسش‌های ویژه پژوهش (۱ تا ۷) که در پرسشنامه برای هر یک از آن‌ها چندین پرسش مشخص شده بود، از طریق جمع میانگین پرسش‌های مربوط به هریک از پرسش‌های ویژه یک میانگین کل به دست آمد و از طریق مقایسه میانگین کل به دست آمده با میانگین فرضی که عددی حد متوسط نمرات (۲/۵) می‌باشد، به یک نتیجه‌گیری کلی رسیدیم. به این صورت که اگر میانگین به دست آمده برای هریک از مؤلفه‌ها از میانگین فرضی بیشتر باشد، به آن مؤلفه مطلوب و در صورت کوچک‌تر بودن نامطلوب خواهد بود.

یافته‌های پژوهش

در این پژوهش ۷ پرسش ویژه وجود دارد که برای مشخص شدن پاسخ دقیق آن‌ها، هرکدام شامل مجموعه‌ای از چند پرسش مرتبط هستند. در ادامه ضمن بررسی یافته‌های پژوهش، پرسش‌های ویژه مورد بررسی قرار می‌گیرند.

پرسش ویژه ۱: آیا محتوا و برنامه فعالیت‌های آزمایشگاهی، با توجه به ویژگی‌های تعیین شده در کتاب‌های درسی از نظر دانش‌آموزان، دبیران، متصدیان آزمایشگاه و کارشناسان آموزشی مناسب و مطلوب هستند؟

پرسش ویژه ۲: آیا شیوه اجرای فعالیت‌های آزمایشگاهی در حد مطلوب و مناسب است؟

پرسش ویژه ۳: آیا آزمایشگاه‌های مدارس از امکانات، مواد، وسایل و فضای آزمایشگاهی مناسب و مطلوب برخوردار هستند؟

پرسش ویژه ۴: آیا متصدیان آزمایشگاه‌ها و دبیران، صلاحیت‌ها و شایستگی‌های لازم و کافی را مطابق با ویژگی‌های تعیین شده دارند؟

پرسش ویژه ۵: آیا نحوه ارزشیابی از فعالیت‌های آزمایشگاهی تأثیری بر میزان توجه به این فعالیت‌ها در مدارس دوره متوسطه دارد؟

پرسش ویژه ۶: آیا نگرش جامعه، مسئولان، خانواده‌ها و مدیران مدارس نسبت به اجرای فعالیت‌های آزمایشگاهی مثبت است؟

پرسش ویژه ۷: نحوه برگزاری آزمون‌های ورودی دانشگاه‌ها، بر عدم اجرای فعالیت‌های عملی تأثیر می‌گذارد؟

نتایج آمار توصیفی و استنباطی، برای مؤلفه‌های مطرح شده در این پژوهش نشان داد که بین نگرش دانش‌آموزان و دبیران و همچنین سایر گروه‌های مورد مطالعه، تفاوت معنی‌داری وجود

ندارد. یعنی همه گروه‌های مورد مطالعه معتقدند که:

۱. محتوا و برنامه‌های فعالیت‌های آزمایشگاهی مطلوب و مناسب نیستند.

۲. دبیران و متصدیان از مهارت، نگرش و دانش کافی برای انجام فعالیت‌های آزمایشگاهی برخوردار نیستند.

۳. آزمایشگاه‌های مدارس از نظر فضا، مواد و وسایل و امکانات آزمایشگاهی در حد مطلوب و مناسب نیستند.

۴. شیوه اجرای فعالیت‌های آزمایشگاهی نیز مطلوب و مناسب نیست.

۵. شیوه ارزشیابی فعالیت‌های عملی در مدارس در حد مطلوب و مناسب نیست.

۶. شیوه برگزاری آزمون‌های ورودی دانشگاه‌ها تأثیر زیادی در عدم اجرای فعالیت‌های عملی در مدارس دارد.

کارشناسان و متخصصان آموزش علوم که از طریق انجام مصاحبه در این طرح شرکت کردند، ضمن تأیید نظرهای معلمان، دانش‌آموزان، متصدیان آزمایشگاه و کارشناسان گروه‌های آموزشی، نکته‌های زیر را نیز در رابطه با مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار ذکر کردند که مانع انجام فعالیت‌های عملی در مدارس می‌شوند، در این بخش به نمونه‌هایی از نظرات متخصصان آموزش علوم اشاره می‌شود:

۱. فضای نامناسب و غیراستاندارد آزمایشگاه‌های مدارس

۲. تدریس مطالب خارج از کتاب‌های درسی و درنتیجه کمبود وقت برای انجام آزمایش

۳. کمبود وسایل یا فرسوده و خراب بودن مواد و تجهیزات مورد نیاز در آزمایشگاه

۴. استفاده از نیروهای ناکارآمد به عنوان متصدی آزمایشگاه

۵. نبود ساعت مناسب و نمره‌ی مستقل برای درس آزمایشگاه

۶. تراکم زیاد جمعیت دانش‌آموزی در کلاس درس

۷. مشترک بودن فضای آزمایشگاه برای چهار درس فیزیک، شیمی، زیست‌شناسی و زمین‌شناسی

۸. عدم تشکیل دوره‌های بازآموزی مناسب برای دبیران و متصدیان آزمایشگاه

۹. عدم تسلط و مهارت معلم در انجام فعالیت‌های عملی

۱۰. نبود کتاب‌های راهنمای انجام آزمایش

۱۱. اجرا نشدن بعضی از آزمایش‌ها به لحاظ شرایط موجود در مدارس

۱۲. عدم توجه مدیر مدرسه به اهمیت فعالیت‌های عملی در فرایند آموزش- یادگیری

۱۳. شیوه نامناسب ارزشیابی آزمون‌های مستمر و پایانی در مدارس

۱۴. شیوه برگزاری آزمون‌های ورودی دانشگاه‌ها و عدم سنجش مهارت‌های مربوط به فعالیت‌های عملی

زیرنویس:

1. Hodson
2. Tobin

منابع:

۱. بدریان، عابد (a۱۳۸۶)، آموزش و یادگیری شیمی در آزمایشگاه، نشر نی، زیر چاپ.

۲. بدریان، عابد (b۱۳۸۶)، انجام می‌دهم، می‌فهمم، مجله رشد مدیریت مدرسه، شماره ۳، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی.

۳. بدریان، عابد و اصفا، آرزو (۱۳۸۵)، بررسی علل اجرا نشدن فعالیت‌های عملی در آموزش علوم تجربی دوره متوسطه استان تهران، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، تهران.

۴. بدریان، عابد (a۱۳۸۵)، فراتحلیلی بر جایگاه فعالیت‌های عملی در آموزش شیمی، ششمین کنفرانس آموزش شیمی ایران، اهواز.

۵. بدریان، عابد (b۱۳۸۵)، الگوی نظری آموزش اثربخش علوم تجربی از طریق فعالیت‌های آزمایشگاهی، اولین همایش ملی نوآوری‌های آموزشی، تهران.

۶. بدریان، عابد (c۱۳۸۵)، مطالعه تطبیقی استانداردهای آموزش علوم در ایران و کشورهای موفق، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، تهران.

۷. بدریان، عابد (۱۳۸۴)، جایگاه فعالیت‌های عملی در آموزش اثربخش علوم تجربی، ماهنامه پژوهش، شماره ۵۱.

۸. دلاور، علی (۱۳۸۴)، احتمالات و آمار کاربردی در روان‌شناسی و علوم تربیتی، تهران، انتشارات رشد.

۹. صفری، پریوا (۱۳۸۵)، آموزش علوم تجربی و ضرورت نوآوری در همگرایی با فعالیت‌های آزمایشگاهی، اولین همایش ملی نوآوری‌های آموزشی، تهران.

10. Colburn, A., (1997), How to Make Laboratory Activities More Open-Ended, *CSTA Journal*, No. 7, pp. 4-6.

11. Hodson, A. (2003) Physics literacy, energy and the environment, *Physics Education*, 38 (2), 109-115.

12. Hodson, D. (1990) A critical look at practical work in school science. *School Science Review*, (70): 33-40.

13. Hodson, D. (1993) Re-thinking old ways: towards a more critical approach to practical work in school science. *Studies in Science Education*, (22): 85-142.

14. McComas, W. E (1997, spring). *The nature of the laboratory experience: A guide for describing, classifying and enhancing hands-on activities. CSTA Journal*, No. 1, 6-9.

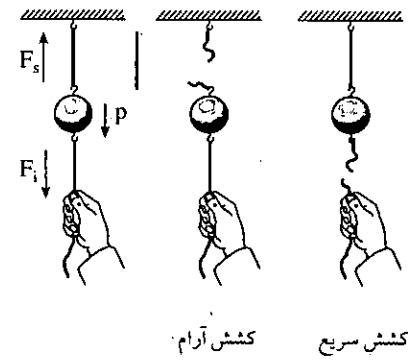
15. Millar, R. (2004) *The Role of Practical Work in the Teaching and Learning of Science*, The University of York, National Academy of Science, Washington DC.

16. Roth, W.-M. (1994) Experimenting in a constructivist high school physics laboratory. *Journal of Research in Science Teaching, 31*, 197-223.

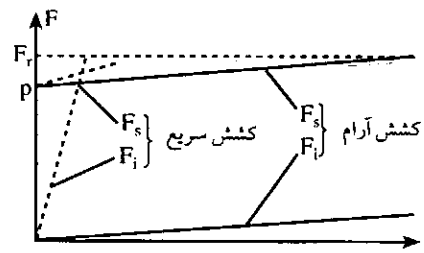
17. Tobin, K. & Garnett, P. (1990) Exemplary practice in science classrooms. *Science Education*, 72(2): 197-208.x

تأثیر لختی در انتقال نیرو

اس. پی استرلکُف
ترجمه: سید جعفر مهرداد



شکل ۱



شکل ۲

گلوله‌ای به نخی آویزان است و نخ دیگری از همان جنس و همان قطر به پایین گلوله بسته شده است. اگر نخ پایینی را آرام بکشیم و کم‌کم به تدریج کشش را افزایش دهیم سرانجام نخ بالایی حامل گلوله پاره می‌شود. درحالی که اگر نخ پایینی را به طور سریع و ناگهانی بکشیم همین نخ پایینی پاره می‌شود (شکل ۱). در مورد این دو پدیده متفاوت توضیح زیر قابل ذکر و توجه است.

کشش آرام: نیروی کشش نخ پایینی وارد بر گلوله را با $\vec{F}_i$ و نیروی کشش نخ بالایی را با $\vec{F}_S$ نشان می‌دهیم. جرم گلوله را m و وزن آن را $\vec{P}$ و شتاب حرکت را $\vec{a}$ می‌نامیم. با توجه به قانون دوم نیوتون رابطه‌ی زیر را می‌نویسیم: (جرم نخ‌ها را نادیده می‌گیریم)

$$\vec{F}_i + \vec{F}_S + \vec{P} = m\vec{a} \qquad (۱)$$

$\vec{F}_S$ به طرف بالا و سایر نیروها به طرف پایین هستند. بنابراین، دارای رابطه زیر هستیم

$$F_i - F_S + P = ma \qquad (۲)$$

وقتی نخ پایینی را آرام بکشیم و کم‌کم به تدریج نیروی کشش را افزایش دهیم پدیده «شبه‌ایستا»[1] و شتاب گلوله بسیار ناچیز ($a \simeq 0$) است. از رابطه (۲) نتیجه می‌شود

$$F_i + P = F_S \qquad (۳)$$

بنابراین، نیروی کشش نخ بالایی برابر مجموع وزن گلوله و نیروی کشش نخ پایینی است برای کشش آرام در شکل ۲ نمودارهای F_i و F_S برحسب زمان با خط‌های پر نشان داده شده است. نقطه‌چین F_r موازی با محور زمان مقدار نیروی لازم برای گسیختن را مشخص می‌کند. با توجه به رابطه (۳) هنگامی که F_i را کم‌کم و به تدریج افزایش می‌دهیم، F_S همواره به اندازه وزن گلوله از آن بیشتر می‌شود. **در این حالت همواره $F_S > F_i$ است. سرانجام وقتی مقدار F_S به اندازه F_r رسید نخ بالایی پاره می‌شود.**

کشش سریع: وقتی نخ پایینی را سریع و ناگهانی بکشیم در یک بازه‌ی زمان کوتاه، گلوله با جابه‌جایی خیلی کوچک دارای شتاب بسیار زیاد برابر a به طرف پایین می‌شود. بنا به رابطه (۲) هنگامی که $ma > P$ باشد $F_i > F_S$ خواهد بود. برای این حالت در شکل (۲) نمودارهای F_i و F_S برحسب زمان با نقطه‌چین نشان داده شده است.

در این حالت لختی جرم گلوله سبب می‌شود که در بازه‌ی زمانی کوتاه فرصت انتقال ضربه به نخ بالایی وجود نداشته باشد و چون $F_i > F_S$ است هنگامی که F_i به مقدار لازم برای گسیختن نخ یعنی F_r برسد نخ پایینی پاره می‌شود.

زیرنویس:

1.quasi statics

منبع:

Mechanics S. P. Strelkov. 1978, P 76,Mirpub.

مرزهای فیزیک

اخبار علمی

تازه‌ترین اخبار پژوهشی

مترجم: منیژه رهبر

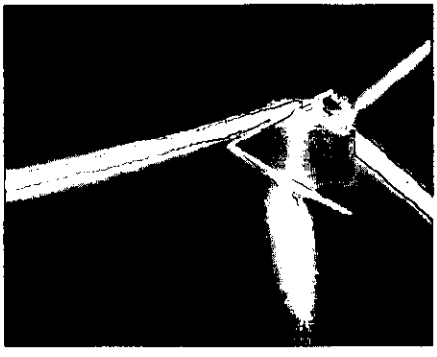
کوتاه‌ترین تپ تک فوتونی جهان تولید شد

دانشمندان دانشگاه اکسفورد کوتاه‌ترین تپ نوری جهان را تولید کرده‌اند که فقط حاوی یک فوتون است.

این دانشمندان می‌توانند تک فوتون‌هایی را تولید کنند که فقط ۶۵ فمتوثانیه دوام می‌آورند و تقریباً پنجاه بار از تک فوتون‌هایی که قبلاً تولید شده بودند کوتاه‌ترند.

هر فوتون این چشمه درست مانند فوتون قبلی است. این فوتون‌ها می‌توانند باعث تحول مهمی در محاسبه‌های کوانتومی شوند که به‌کارگیری اثرهای کوانتومی برای انجام محاسباتی است که با رایانه‌های معمولی هزاران سال طول می‌کشد.

پیتر موزلی[1] از گروه فیزیک اکسفورد می‌گوید «تولید تک‌فوتون حتی در شرایط کنترل شده بسیار چالش‌برانگیز است، حتی خالص‌ترین باریکه نور لیزری از تعداد زیادی فوتون به‌هم پیوسته تشکیل شده است. رهیافتی که اختیار کرده‌ایم این امکان را در اختیارمان می‌گذارد تا تک‌فوتون‌های یکسانی را تولید کنیم که بسته‌های نور یکسان بسیار کوتاه‌مدتی هستند که برای محاسبه‌های رایانه‌ای ایده‌ال‌اند. پیتر موزلی عضو گروه تولید تپ‌های فوق‌العاده سریع اکسفورد و نویسنده‌ی مقاله‌ای پژوهشی است که در شماره اخیر فیزیکال ریویولترز آمده است.

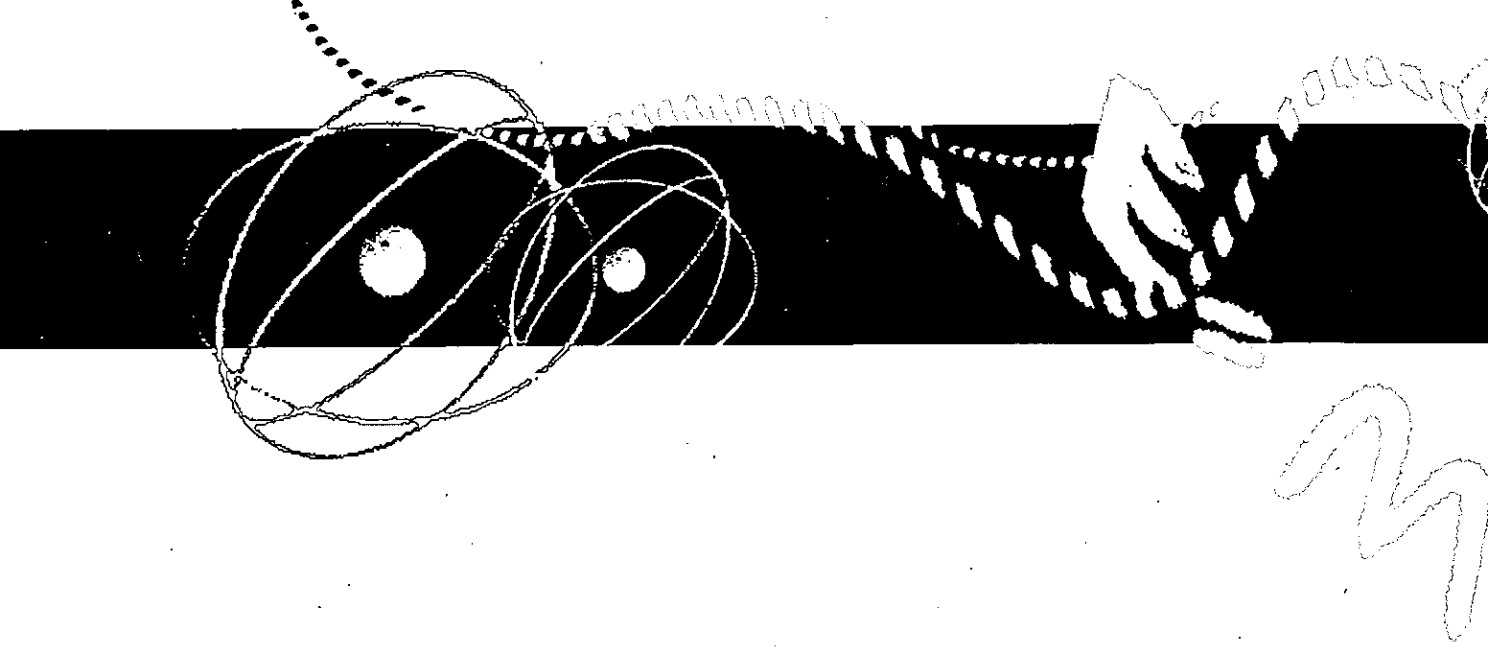


باریکه نوری که در منشور تجزیه شده است.

دانشمندان موفق به تولید تیره‌ترین ماده شده‌اند

یکی از دانشمندان دانشگاه هوستون موفق به تولید تیره‌ترین ماده‌ای شده است که تیرگی آن تقریباً چهاربرابر ماده‌ی رکورددار قبلی است.

پولیکل آژایان[2] استاد مهندسی دانشگاه رایس[3] پوششی از نانولوله‌های کربنی را تولید کرده است که فقط ۴۵٪ درصد نور را باز می‌تابانند، و بنابراین ۱۰۰ بار تیره‌تر از یک ناو جنگی سیاه‌رنگ هستند. او اظهار داشت «وقتی تیرگی این ماده را اندازه گرفتیم، متوجه شده‌ایم که از آن‌چه گمان می‌کردیم تیره‌تر است.»



آژایان گفت این ماده که برای ثبت رکورد به کتاب رکوردهای گینس تسلیم شده است می‌تواند کاربردهای مختلف داشته باشد. او اظهار داشت توانایی ماده در جذب نور می‌توان آن را برای صفحه‌های خورشیدی مفید سازد. و همین طور با کمینه کردن پراکندگی آن را موهبتی بالقوه برای سازندگان تلسکوپ می‌سازد. تیره‌ترین ماده‌ی شناخته شده‌ی قبلی آلیاژی از نیکل و فسفر بود که دانشمندان در لندن تولید کرده بودند و در حدود ۰/۱۶ درصد نور را باز می‌تاباند.

برهم کنش جدید بین اَبَررسانایی و مغناطیس

پژوهشگران به رهبری مورتن رینگ اسکیلدسن[۴] در دانشگاه نوتردام[۵] موفق به کشف روش کاملاً جدیدی برای برهم کنش الکترون‌های اَبَررسانا با میدان مغناطیسی به کار رفته شده‌اند.

اَبَررسانایی پدیده‌ای است که در بعضی مواد به وقوع می‌پیوندد و در آن مقاومت الکتریکی مواد کاملاً ازبین می‌رود. یک مورد مهم در بررسی اَبَررسانایی چگونگی واکنش آن‌ها به میدان‌های مغناطیسی است. این بررسی‌ها، علاوه بر ارتباط با کاربردهای عملی، برای شناخت عمیق‌تر جنبه‌های بنیادی اَبَررسانایی اهمیت دارند.

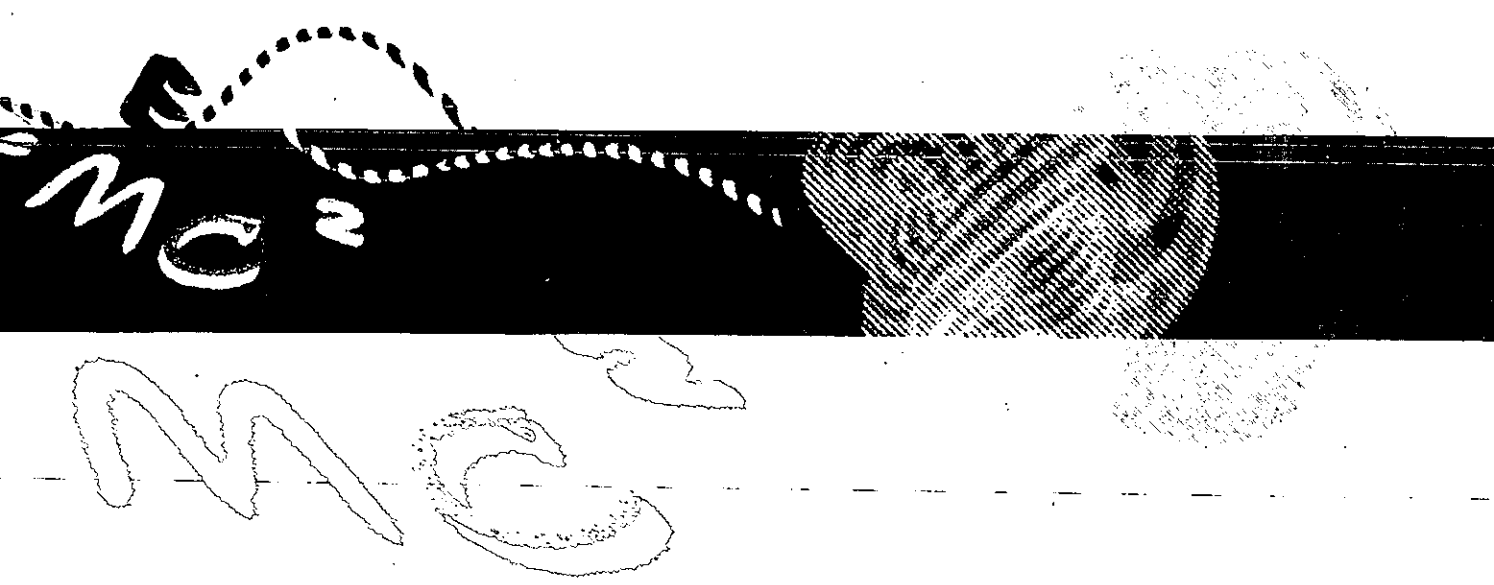
گروه اسکیلدسن در آزمایش‌های خود از ماده‌ی $CeCoIn_5$ استفاده کردند که اَبَررسانای فرمیون سنگین با دمای گذار ۲/۳K (۴۵۶- درجه‌ی فارنهایت) است. نتیجه‌های مورد نظر با استفاده از آزمایش‌های پراکندگی نوترون که با چشمه‌ی نوترون اسپلایشن[۶] سوئیس انستیتوی پل شِر[۷] در سوئیس و با همکاری پژوهشگران دانشگاه مونترآل، پلی‌تکنیک زوریخ، دانشگاه بیرمنگهام، آزمایشگاه ملی لوس‌آلاموس، و آزمایشگاه ملی بروکهاون به‌دست آمد.

اغلب اَبَررساناها وقتی در معرض میدان مغناطیسی قرار بگیرند گرداب‌هایی (دیوبادهای الکتریکی) را تولید می‌کنند که باعث محصور شدن آن‌ها در لوله‌هایی از شار مغناطیسی می‌شود. این گرداب‌ها را مدلی توصیف می‌کند که **آلکسی آبریکوسوف[۸] و ویتالی گینزبرگ[۹]** به خاطر آن جایزه‌ی نوبل فیزیک سال ۲۰۰۳ را دریافت کردند. با این همه، نتایج اسکیلدسن و همکارانش انحراف شدیدی از رفتار معمول را نشان می‌دهد.

اسکیلدسن می‌گوید «حتی در موادی چون اَبَررساناهای دمای بالا یا فرمیون سنگین که هنوز سرشت میکروسکوپی حالت اَبَررسانایی آن‌ها را نمی‌فهمیم، تصویر ابریکوسوف ـ گینزبرگ ـ لاندأو[۱۰] بیش از پنجاه سال است که توصیفی پدیده‌شناختی از گرداب‌ها در اختیار می‌گذارد، اما در $CeCoIn_5$، اندازه‌گیری‌های ما شکست این الگو را نشان می‌دهد و ما را وادار می‌سازد تا شناخت خود از اَبَررسانایی را مورد بازنگری قرار دهیم. کشف اَبَررسانایی در بعضی مواد سرامیکی در دماهای تا ۱۴۰K (۲۰۸-درجه‌ی فارنهایت)، که بسیار بالاتر از نقطه‌ی جوش نیتروژن مایع است، امکانات جدیدی را برای کاربرد این مواد فراهم ساخت. اکنون مواد اَبَررسانا گستره‌ی وسیعی از کاربردهایی چون خطوط انتقال برق، موتورهای پیشرانش کشتی، قطارهای با تعلیق مغناطیسی، آهنرباهای مورد استفاده در تصویرگیری پزشکی، و صافی‌های دیجیتال در مخابرات سریع دارند.

گرچه ماده‌ی مورد استفاده‌ی اسکیلدسن را به‌خاطر دمای گذار بسیار پایین آن نمی‌توان در موارد عملی مورد استفاده قرار داد، اما بسیاری از ویژگی‌های آن شبیه اَبَررساناهای دمای بالاست.

آزمایش‌های گروه اسکیلدسن در شماره‌ی ۱۱ ژانویه ۲۰۰۸ مجله **ساینس[۱۱]** آمده است.



روشی جدید برای تولید چند سازه‌های شیشه‌ی فلزی محکم

دانشمندان انستیتوی فناوری کالیفرنیا راه‌بُرد جدیدی را برای تولید «فلز مایع» به‌وجود آورده‌اند که امکان خم کردن زیاد آن بدون شکستن را فراهم می‌سازد و در عین حال به آن استحکامی دوبرابر تیتانیم می‌دهد. این ماده از جمله‌ی محکم‌ترین، یا ناشکننده‌ترین مواد شناخته شده است که می‌توان از آن در تمام مواردی که به آلیاژهای فلزی محکم نیاز داریم استفاده کرد، اما مهم‌ترین مورد استفاده‌ی آن در صنایع هوافضاست که چگالی کم به معنی صرفه‌جویی در مصرف سوخت است.

وقتی چند سال پیش شیشه‌ی فلزی تجارتی معروف به ویترلوی[12] به شکل چوب‌های گلف وارد بازار شد شکننده‌تر از آن بود که بتواند فشار زیادی را تحمل کند. اما اکنون به گفته‌ی **داگلاس هافمان**[13]، متخصص علم مواد در کالتک[14] و نویسنده‌ی مقاله‌ای در مورد روش ساخت مواد جدید، می‌توان آن را به‌صورت قابل انعطاف با هزینه‌ی نسبتاً کم ساخت. به گفته‌ی او «شیشه‌های فلزی اکنون از محکم‌ترین مواد هستند».

شیشه‌های فلزی، مثل شیشه‌های پنجره، دارای ساختار بلوری نیستند بلکه از ترکیب زیرکونیم، تیتانیم، مس، نیکل، پلاتین، یا سایر فلزات ساخته می‌شوند. گرچه آرایش کاتوره‌ای عناصر به این ماده استحکامی چون محکم‌ترین فلزات شناخته شده می‌دهد، اما آن را بسیار شکننده می‌سازد. بیشتر فلزات دیگر به‌صورت پلاستیک تغییرشکل می‌دهند. یعنی تحت تأثیر بار سنگین تغییرشکل پیش از شکستن آن‌ها دائمی است. رفتار شیشه‌ی فلزی مانند کش است که پس از آزاد شدن به شکل اولیه‌ی خود درمی‌آید، ولی با کشیده شدن بیش از حد پاره می‌شود. به گفته‌ی هافمان «قطعه شیشه‌ی فلزی با هر ضخامت در هنگام خم شدن می‌شکست و نمی‌توانستید با استفاده از آن پل بسازید. بسیاری از پژوهشگران شیشه‌های فلزی سعی می‌کنند تا آن‌ها را برای کاربردهای ساختمانی مناسب‌تر بسازند.» او و همکارانش در کالتک سرانجام موفق به انجام این کار شده‌اند. آن‌ها با استفاده از ترکیب‌های مختلف فلزی و استفاده از نسبت‌های مختلف نوع جدیدی از این ماده را ساخته‌اند. دانشمندان این دانشگاه دریافته‌اند که چکش‌خواری ـ قابلیت تغییرشکل ماده تحت فشار پیش از شکستن ـ با تشکیل انشعاب، ساختارهای بلورین موسوم به درخت‌واره در شیشه‌ی فلزی ارتباط دارد.

این گروه ابتدا آزمایش‌هایی را با اندازه‌ی درخت‌واره‌ها انجام دادند. آن‌ها ابتدا متوجه شدند که وقتی شیشه‌های فلزی خم شوند، ترک‌هایی به عرض ۱۰ نانومتر در شیشه‌های کلفت‌تر از یک میلی‌متر به‌وجود می‌آید که به نوار برشی معروف است، اما در شیشه‌ی نازک تثبیت می‌شود. به گفته‌ی هافمان «آزمایش‌های خم کردن نشان داد که اندازه‌ی ذراتی که باید اضافه کنیم با مقیاس طول نوارهای برشی بیش از فاجعه‌آمیز شدن در ارتباط است».

در این دوران رونق نانوفناوری، هافمان در نهایت تعجب دریافت که اندازه‌ی درخت‌واره‌ها باید در حدود صدها میکرون باشد که هزاران برابر اندازه‌ی نوارهای برشی است. دومین نکته‌ی جالب‌توجه آن بود که آن‌ها باید نرم‌تر از شیشه‌ی فلزی اطراف خود باشند. چون درخت‌واره‌ها بلورین هستند به‌صورت پلاستیکی تغییرشکل می‌دهند و اندازه‌ی آن‌ها مانع از آن می‌شود تا یک نوار برشی به‌صورت ترکی فاجعه‌آمیز درآید. انرژی لازم برای به‌پیش بردن یک نوار برشی از انرژی لازم برای تشکیل یک نوار برشی جدید بیشتر است. آن‌ها آلیاژی را انتخاب کردند که با یک نوار برشی می‌شکست و در آن تعداد نامحدودی نوار برشی به‌وجود آوردند.

این گروه با انتخاب شیشه‌ی فلزی که ماده‌ای شکننده محسوب می‌شد نشان دادند که با ساختن چندسازه‌ی مورد نظر خود از آن می‌توانند تمام گستره‌ی استحکام مورد نظر خود را به‌دست آورند. هرچه ماده محکم‌تر بود، گسترش ترک در آن سخت‌تر می‌شد.

بنابراین آن‌ها ماده‌ای محکم و چکش‌خوار به‌دست آورده بودند. چون شیشه‌ی فلزی محکم و نسبتاً سبک است، کاربردهای آن در تمام مواردی است که در آن‌ها از تیتانیم استفاده می‌شود. در فناوری هوافضا، این ویژگی‌ها برای کمینه کردن وزن و هزینه‌ی سوخت حیاتی هستند.

هافمان می‌گوید، «نمی‌خواهیم آن را جانشین تیتانیم کنیم، بلکه می‌کوشیم کاربردهایی برای آن در مواردی بیابیم که ماده‌ی محکم‌تری مورد نیاز است، به‌ویژه آن‌که هنوز ساختن این مواد دشوار است». اما نکته‌ی جالب‌توجهی را هم ذکر می‌کند که استفاده‌ی کمتر از آن به‌خاطر استحکام بیشتر است.

این مقاله در شماره‌ی ۲۸ فوریه مجله‌ی **نیچر**[15] چاپ شده است.

«عکس‌های» جدید به کاوش انرژی همجوشی کمک می‌کنند

فیزیکدانان MIT و دانشگاه راچستر[16] روش جدیدی را برای عکس گرفتن از واکنش‌های پرانرژی در دماهای زیاد ابداع کرده‌اند که برای دست‌یافتن به رؤیای همجوشی گرما، هسته‌ای کنترل شده بسیار مهم است.

این کار که گزارش آن در شماره‌ی ۲۸ فوریه مجله‌ی **ساینس** آمده است می‌تواند به دانشمندان کمک کند تا همجوشی هسته‌ای را به‌عنوان چشمه‌ی انرژی به‌کار بگیرند. همین‌طور می‌تواند به پرسش‌های مربوط به فیزیک ستارگان پاسخ دهد.

همجوشی هسته‌ای فرایندی است که در آن ذرات اتمی با چسبیدن به یکدیگر با آزاد شدن مقدار بسیار زیادی انرژی (تقریباً یک میلیون برابر انرژی آزاد شده در واکنش‌های شیمیایی) هسته‌ی سنگین‌تری را تشکیل می‌دهند. وقتی همجوشی هسته‌ای در واکنش‌های زنجیره‌ای کنترل نشده به‌وقوع بپیوندد، انفجاری مانند بمب‌های هیدروژنی به‌وجود می‌آورد.

دست‌یافتن به همجوشی هسته‌ای کنترل شده، که چشمه‌ی مطمئن و ایمن انرژی تقریباً نامحدود است، یکی از آرزوهای فیزیکدانان بوده است. اکنون چند دهه از زمانی می‌گذرد که دانشمندان در MIT و جاهای دیگر برای بازتولید دماها و چگالی‌های زیاد موجود در ستارگان از انفجارهای به درون مینیاتوری استفاده می‌کنند.

یکی از راه‌های تولید این انفجار به درون، بمباران ساچمه‌های بسیار ریز سوخت هیدروژن با لیزر است. در داخل این ساچمه‌ها، گاز متراکم به دماهای حدود ۱۰۰ میلیون درجه می‌رسد که هفت‌برابر دمای مرکز خورشید است. در برخی شرایط، چگالی گاز می‌تواند به ۱۰۰۰ گرم بر سانتی‌متر مکعب (۵۰برابر چگالی طلا برسد). این شرایط را تنها در درون ستارگان می‌توان یافت.

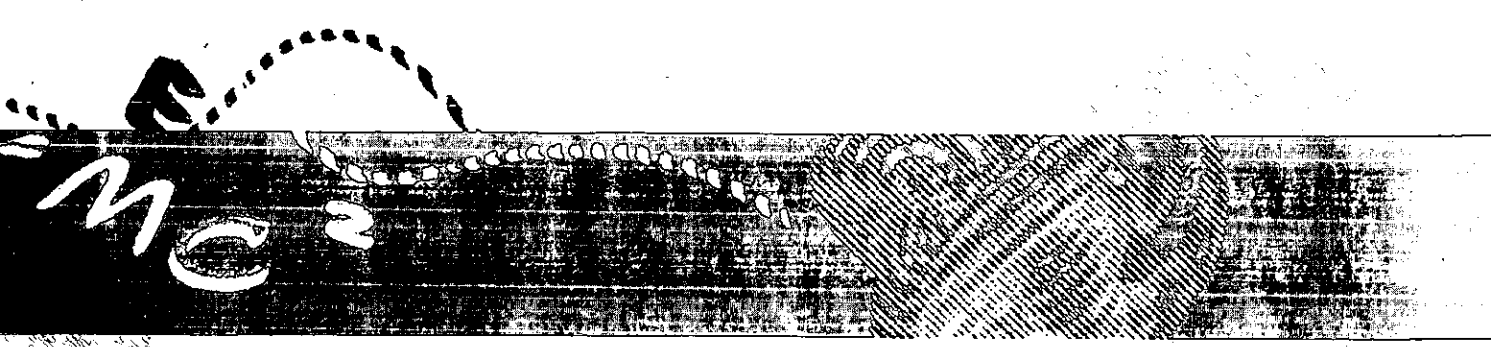
تاکنون فیزیکدانان اغلب انفجارهای به درون را با اندازه‌گیری انجام شده روی پروتون‌ها، پرتوهای x، نوترون‌ها، و فوتون‌های آزاد شده از گاز در حال انفجار بررسی می‌کردند. همین‌طور، با انفجار به درون با پرتوهای x تصاویری از ساچمه‌های متراکم به‌دست می‌آوردند.

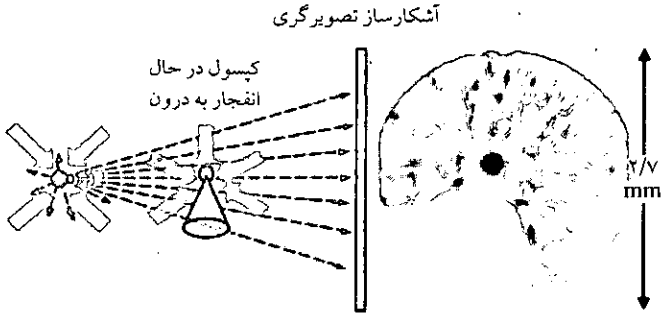
اما روش جدید آشکارسازی به دانشمندان امکان می‌دهد تا برای اولین‌بار عکس‌هایی از میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی ناشی از انفجار به درون بگیرند.

در این روش به جای فوتون از پروتون برای تشکیل تصویر استفاده می‌کنند. این تصاویر به دانشمندان کمک می‌کند تا از متقارن بودن انفجارهای به درون اطمینان حاصل کنند.

برای دست یافتن به همجوشی هسته‌ای، تقارن انفجار به درون باید تقریباً کامل باشد. این رویداد که اشتعال نامیده می‌شود تا کنون به‌صورت تجربی صورت نگرفته است.

اگر اشتعال به‌وقوع بپیوندد، بین ۱۰ تا ۱۵۰ میلیون‌ژول انرژی آزاد می‌شود (۱۵۰ میلیون ژول که مقدار انرژی حاصل از یک گالن بنزین است از چیزی به اندازه‌ی نوک سوزن آزاد می‌شود.)





این طرح دستگاهی را نشان می‌دهد که فیزیکدانان از آن برای بررسی «انفجارهای به درون» بسیار کوچک در سوخت هیدروژن استفاده می‌کنند. در سمت چپ، پروتون‌های خروجی از «انفجار به درون» در منتها‌الیه سمت چپ در میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی ناشی از «انفجار به درون» دیگر حرکت می‌کنند. در سمت راست تصویر این میدان ها مشاهده می‌شود که ساچمه‌ی متراکم سوخت هیدروژن در مرکز آن قرار دارد.

بیشتر این کار با استفاده از دستگاه لیزر موجود در دانشگاه راچستر انجام شده است. اندازه‌ی این دستگاه لیزر موسوم به امگا در حدود یک زمین فوتبال است.

وسیله‌ای که دانشمندان امید دارند با آن برای اولین‌بار به شرایط اشتعال دست یابند در سال ۲۰۱۰ در آزمایشگاه ملی لاورنس لیورمور[17] در کالیفرنیا افتتاح خواهد شد. با فرض آن‌که اشتعال در فاصله‌ی زمانی ۲۰۱۲-۲۰۱۰ صورت بگیرد، دانشمندان مستقیماً از انرژی آن برای تولید الکتریسیته استفاده خواهند کرد.

نویسنده‌ی اصلی این مقاله رایان ریگ[18] که دکترای خود را اخیراً از مرکز علوم پلاسما و همجوشی MIT گرفته است اکنون در آزمایشگاه لاورنس لیورمور کار می‌کند.

فیزیک نشان می‌دهد چرا رتبه دانشگاه‌ها تغییر چندانی نمی‌کند

پژوهشگران دانشگاه دوک[19] می‌گویند نظریه‌ی فیزیکی آن‌ها که در مورد همه چیز از اقلیم جهانی گرفته تا طرح‌های ترافیک به کار می‌رود را می‌توان برای بیان این که چرا رتبه‌ی دانشگاه‌ها تغییر چندانی نمی‌کند به کار برد.

آدریان بژان[20] و جی. ا. جونز[21] می‌گویند طبق «نظریه‌ی ساختاری» که شکل جریان‌ها در طبیعت را توصیف می‌کند، دانشگاه‌ها نیز مانند مسیرهای شاخه‌شاخه‌ی رودخانه‌ها در سطح زمین، شبکه‌ی نسبتاً صلب قابل پیش‌بینی را تشکیل می‌دهند.

طبق این نظریه، سلسله‌مراتب رتبه‌ی دانشگاه‌ها ـ که در آن دانشگاه‌هایی خاص همواره درصدر جدول قرار دارند و دانشگاه‌های دیگر در مقام‌های پایین‌تری قرار می‌گیرند ـ از این‌رو تداوم می‌یابد که ساختار موجود، جریان راحت‌تر و ساده‌تری از اندیشه‌های مختلف را امکان‌پذیر می‌سازد.

همین‌طور این ساختار جریان طبیعی استعداد به «مکان‌های مناسب» را ممکن می‌سازد. قانون ساختاری ناشی از تمایل طبیعی دستگاه‌های جریان به تحول در جهتی است که حرکت‌های آن‌ها را سریع‌تر و راحت‌تر کند.

اخیراً بژان و ژیلبرت مرکس[22] از دانشگاه دوک کتابی را با عنوان

«نظریه‌ی ساختاری دینامیک اجتماعی» تألیف کرده‌اند که شامل مجموعه‌ای از مقاله‌ها در مورد استفاده از طرح‌های درخت مانند نظریه‌ی ساختاری در مورد بازرگانی، دینامیک جمعیت، دستگاه‌های حقوقی و زبان‌ها و فعالیت‌های دیگر بشری است.

اولین گام در جهت بسط این نظریه به رتبه‌ی دانشگاه‌ها، تعریف نمودار گردش کار در دانشگاه‌ها، حوزه‌هایی که پوشش می‌دهند، و جریان‌هایی است که در آن‌ها برقرارند.

بژان بر این باور است که رتبه‌ی هر مؤسسه‌ی علمی را جریان اندیشه‌هایی مشخص می‌سازد که اعضای آن نهاد تولید می‌کنند. او برای حمایت از این عقیده متوجه شده است که بیشتر مدرسه‌های مهندسی تراز اول آن هایی هستند که اعضای آن بالاترین مقام در فهرست ارجاع‌های علمی را دارند و پژوهشگران مدرسه‌های دیگر اغلب از کارهای آن‌ها استفاده می‌کنند.

همین‌طور، دریافته است که طرح سلسله‌مراتب از توزیع اندازه‌های شهر پیروی می‌کند. یعنی هرچه رتبه‌ی دانشگاه بالاتر، یا اندازه‌ی شهر بزرگ‌تر باشد، تعداد رقبای آن کمترند. عکس آن نیز صادق است: هرچه رتبه پایین‌تر باشد تعداد نامزدهای آن مقام بیشترند.

این شباهت نشان می‌دهد که توزیع چشمه‌های معلومات با جغرافیا و جریان اطلاعات در سراسر جهان ارتباطی تنگاتنگ دارد.

این پرسش مطرح می‌شود که آیا راهی برای تغییر رتبه وجود دارد؟ به نظر بژان پاسخ مثبت است، اما می‌گوید برای جریان آزاد ایده‌ها به گونه‌ای که این مسیرهای عمیقاً تثبیت شده را تغییر دهد رویدادهای «فاجعه‌آمیز» لازم است[21]. او متوجه شده است که این رویدادها در گذشته رخ داده‌اند. مثلاً، «فرار مغزها» پس از جنگ جهانی دوم از اروپا، باعث تغییر چشم‌انداز علمی در امریکا شد و دانشگاه‌های امریکایی را به صحنه‌ی جهانی پرتاب کرد. تغییرهای مشابهی پس از پرتاب اسپوتنیک صورت گرفت و بودجه پژوهش در حوزه‌ی علوم پایه به‌صورت جهشی زیاد شد.

دانشگاه از استادان، شاگردان آن‌ها، و شاگردان شاگردان تشکیل شده است. اندیشه‌ها از طریق این سلسله مراتب انسانی وارد کتاب‌های علمی و فرهنگی در حال تحول ما می‌شود. با گذشت زمان، این آوندهای جهانی مانند بستر رودخانه در فصل بارانی تحول پیدا می‌کنند: تمام نهرها پرآب می‌شوند، اما سلسله مراتب آن‌ها تغییر نمی‌کند.

برای اطلاعات بیشتر می‌توانید به سایت زیر رجوع کنید.
http://constructal.org.

مرجع:

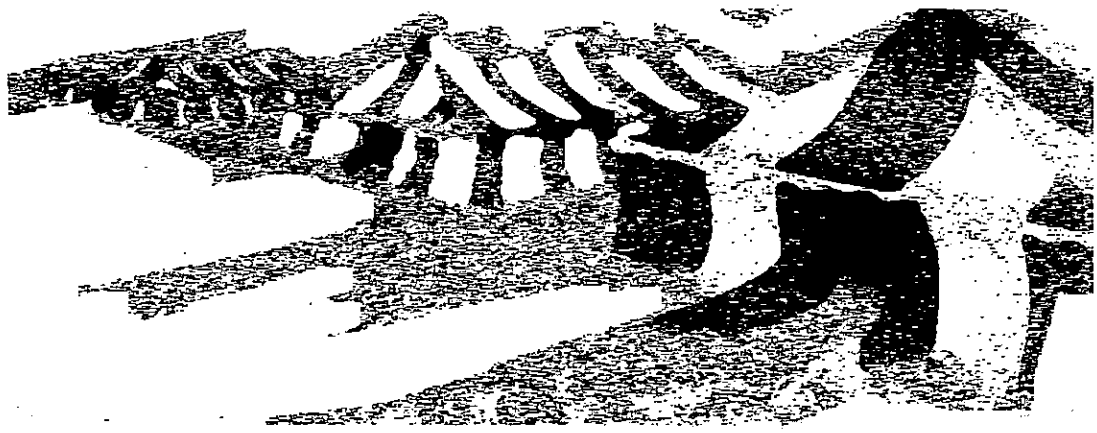
http://www.physorg.com/printnews.php?newsid

زیرنویس:

1. peter Mosley
2. Pulickel Ajayan
3. Rice
4. Morten Ring Esikldsen
5. Notre Dame
6. Spallation Neatron Source
7. Paul Scheer
8. Alexei Abrikosov
9. vitaly Ginsberg
10. Landau
11. Science
12. Vitreloy
13. Douglas Hofmann
14. Caltech
15. Nature
16. Rochester
17. Lawrence Livermore
18. Ryan Rygg
19. Duke university
20. Adrian Bejan
21. J.A.Jones
22. Gilbert Merkx

نمایش هیجان‌انگیز فیزیک

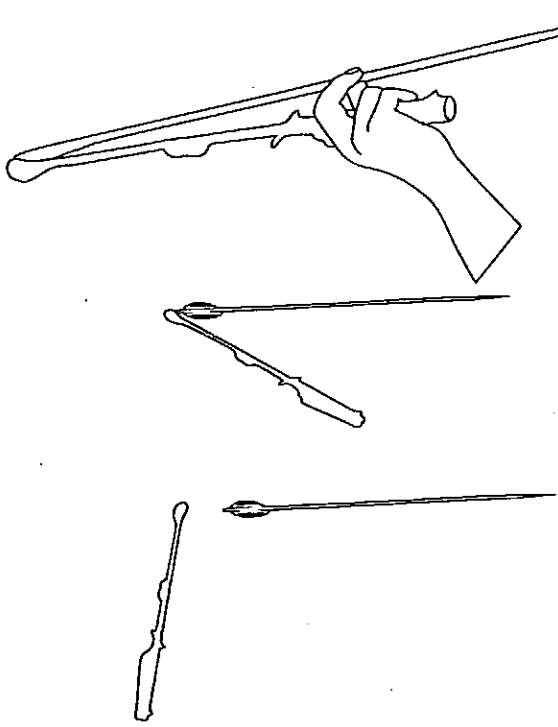
بخش سوم



یرل واکر
ترجمه: محمدرضا خوش‌بین خوش‌نظر

پرتاب اتل اتل[1] و زبان وزغ

چند تمدن قدیمی، از جمله آزتک‌ها و قبایلی در شمال آمریکای شمالی، وسیله‌ای پرتابی را ساختند که در آن دسته‌ای چوبی، یک سرنیزه (زوبین) را به‌سرعت رو به جلو می‌راند تا سرانجام سرنیزه از دسته جدا شده و در هوا به پرواز درمی‌آمد (شکل ۱). چرا این وسیله‌ی پرتابی، که اکنون *اتل اتل* خوانده می‌شود، به سرنیزه سرعت بیشتری از سرنیزه‌ای می‌دهد که صرفاً رو به جلو پرتاب شود؟ در این وسیله، سرعت سرنیزه به حدّی زیاد بود که می‌توانست در حدود ۱۰۰ متر پرواز کند و سپس، مثلاً، زره جنگاوری اسپانیایی را که با آزتک‌ها می‌جنگید، بشکافد. چرا اغلب سنگی به این وسیله‌ی پرتابی متصل می‌شد؟



شکل ۱ پرتاب سرنیزه با «اتل اتل»

وزغ چگونه می‌تواند برای گرفتن مگس زبان خود را با سرعتی حیرت‌آور در مسافتی شگفت‌انگیز به بیرون پرت کند؟

پاسخ. در پرتاب عادی سرنیزه، با کاری که دستتان در حرکت رو به جلوی سرنیزه در مسافتی معین انجام می‌دهد به آن انرژی جنبشی می‌دهید. وسیله‌ی پرتابی که تمدن‌های قدیمی کشف کردند به طول مسافتی که نیزه جلو می‌رفت و نیز به انرژی جنبشی آن می‌افزود. مزیت اتصال سنگ به این وسیله‌ی پرتابی درک نشده است. در واقع آزمایش‌ها نشان می‌دهند که جرم اضافه شده باعث می‌شود که از سرعت پرتاب سرنیزه اندکی کم شود.

وزغ ظاهراً صید خود را با سازوکاری شبیه اتل‌اتل با زبانش به دام می‌اندازد. وقتی صید خود را نشانه گرفت، زبان خود را به‌سرعت به سوی آن پرتاب می‌کند، در حالی که بخش بیرونی نرم زبان رو به عقب بر روی بقیه‌ی آن (که اکنون سفت شده) تا خورده است. وقتی زبان به صید نزدیک شد، ناگهان این بخش بیرونی برای فرود بر روی صید به جلو می‌چرخد. بنابراین با چرخش رو به جلوی بخش بیرونی، در حالی که بقیه‌ی زبان هنوز رو به جلو حرکت می‌کند، وزغ انرژی جنبشی بخش بیرونی زبان را زیاد می‌کند. این انرژی اضافی، احتمال چسبیدن صید به زبان را، حتی اگر روی سطحی (مانند یک برگ) باشد که به هنگام اصابت آن خم می‌شود، زیاد می‌کند. با چسبیدن صید، وزغ زبان خود با صید را به سرعت داخل دهان خود می‌برد.

فلاخن

کسی که در کار با فلاخن مهارت داشته باشد می‌تواند سنگ ۲۵ گرمی را با سرعت ۱۰۰ کیلومتر در ساعت به هدفی در فاصله‌ی ۲۰۰ متری بزند. چطور می‌شود به سنگ چنین سرعتی یا به‌طور دقیق‌تر، چنین تکانه‌ی بزرگی داد؟ در برخی نبردهای گذشته معلوم شد که این سلاح از رزمندتر از تیر خدنگ است، زیرا حتی اگر سرباز دشمن زره‌ای چرمی پوشیده بود، برخورد سنگ می‌توانست باعث آسیب‌دیدگی داخلی مرگبار شود، در حالی که تیر خدنگ می‌توانست فقط منحرف شود. وقتی سرباز زره نپوشیده بود، سنگ می‌توانست به راحتی در بدن او نفوذ کند. همین‌طور فلاخن، دقیق‌تر از تیر به هدف می‌خورد و اغلب می‌توانست دورتر برود. به همین دلیل، فلاخن‌اندازان اغلب پشت تیراندازها قرار می‌گرفتند، که برای مثمرثمر بودن باید به قوای دشمن نزدیک‌تر باشند.

مشهورترین نبردی که در آن فلاخن دخیل بود، نبرد کوتاه داوود و جالوت بود. جالوت به مدت ۴۰ روز، بنی‌اسرائیل را به مبارزه طلبیده بود، اما هیچ کس شهامت نبرد با او را نداشت، تا داوود از راه رسید. او پنج سنگ صاف را از جویباری برگزید و سپس وارد حریم جالوت شد. داوود در این وضعیت در امان بود، زیرا شمشیر جالوت در این فاصله به کار نمی‌آمد. داوود نخستین سنگ را از کوله‌اش برگرفت و آن را به طرف جالوت پرتاب کرد. این سنگ با چنان تکانه‌ای به وی برخورد کرد که پیشانی‌اش را شکافت.

پاسخ. سنگ، که می‌تواند سنگ واقعی یا از جنس سفال یا فلز باشد، در کیسه‌ای انعطاف‌پذیر قرار می‌گیرد که دو تسمه به آن متصل است. دو سر دیگر تسمه‌ها در دست نگه داشته می‌شوند ـ برای کسی که راست‌دست باشد، در دست راست. یکی از تسمه‌ها به دور چند انگشت محکم می‌شود، در حالی که دیگری گره‌ای دارد که بر انگشتان شست و اشاره قرار می‌گیرد.

وقتی همه‌ی مجموعه بالای سر برده شود، دست چپ تسمه‌ها را صاف می‌کند. در آن‌جا دست چپ رها می‌شود و دست راست ابتدا با حرکت کیسه به عقب، و سپس پایین و به جلو، روی سنگ کار انجام می‌دهد. این حرکت را بیشتر مچ دست انجام می‌دهد تا تمام بازو. سپس سنگ در دایره‌ای عمودی سه یا چهار بار چرخانده می‌شود تا انرژی جنبشی آن زیاد شود. همین که سنگ به پایین آخرین دایره رسید، تسمه گره خورده باز و سنگ رها می‌شود و سنگ به سوی هدف پرواز می‌کند.

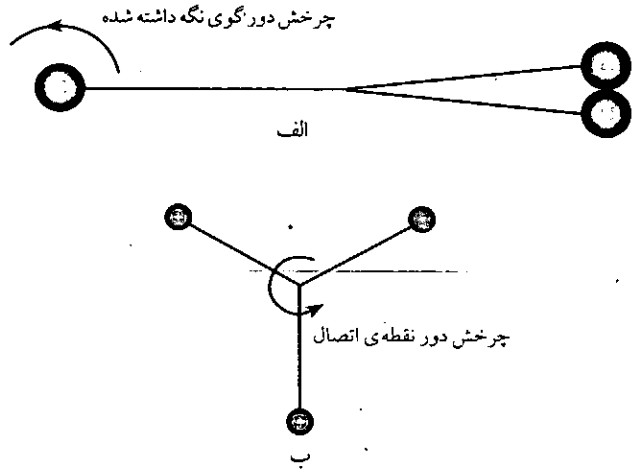
امتیاز این سلاح نسبت به سنگی که مثل توپ بیس‌بال صرفاً به جلو پرتاب شده باشد آن است که کار در مسافت و مدت زمانی طولانی‌تر روی سنگ انجام می‌شود. شعاع دایره نیز در آن نقش دارد، زیرا هرچه شعاع بزرگ‌تر باشد سنگ با سرعت بیشتری پرتاب شده و درنتیجه برد آن بیشتر می‌شود. در گذشته برخی سربازان، چندین فلاخن با تسمه‌هایی به طول متفاوت داشتند تا سنگ‌ها را تا مسافت‌هایی مختلف پرتاب کنند.

تبرزین

شاید کسانی که در فرو کردن لبه‌ی تیز تبرزین در هدف مهارت دارند بتوانند این کار را صرفاً از روی تجربه انجام دهند، اما آیا هیچ مبنای علمی برای این کار وجود دارد؟ با دانستن این مبنا، آیا می‌توانید در بار اول به هدف بزنید؟

پاسخ. برای تبرزین زدن، دسته‌ی آن را عمود بر ساعد نگه می‌دارید، دست خود را به پشت سر می‌برید، و سپس ساعد و تبرزین را رو به جلو، دور آرنج می‌چرخانید و تبرزین را طوری رها می‌کنید که سرعت آن افقی و رو به جلو باشد. سپس تبرزین، تا هنگامی که در پرواز است، دور مرکز جرمش (که در انتهای سنگین آن قرار دارد) می‌چرخد.

به استثنای مواردی که در پرتاب تبرزین مهارت داشته باشید، در هر بار پرتاب، سرعت پرتاب و آهنگ چرخش آن متفاوت خواهد بود. این ظاهراً بدان معنی است که برخورد به هدف در فاصله‌ای معین، به بخت و اقبال بستگی خواهد داشت. با این همه، یک جنبه‌ی عجیب پرتاب آن است که نسبت سرعت پرتاب به آهنگ



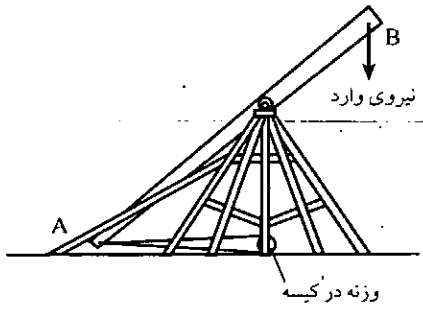
شکل ۲ . بولایی که (الف) پرتاب شده است و (ب) در هوا پرواز می‌کند

چرخش به سرعت جلو آوردن بازویتان بستگی ندارد . این عدم‌وابستگی بدان معنی است که بدون توجه به نحوه‌ی پرتاب ، تبرزین خواهد چرخید و سمتگیری برخورد در فاصله‌ی معین خواهد بود . بنابراین ، برای به‌هدف زدن ، تنها کاری که باید انجام دهید آن است که در یکی از فاصله‌های معین (که می‌توان آن را با مشاهده یا محاسبه تعیین کرد) بایستید و تبرزین را پرتاب کنید . آنگاه می‌توانید در همان بار اول به هدف بزنید .

البته ، وقتی تبرزین‌ها را واقعاً به عنوان سلاح‌های جنگی در اولین روزهای به‌وجود آمدن کشور ایالات متحده به‌کار می‌بردند ، یک جنگاور نمی‌توانست پیش از پرتاب تبرزین خود ، فاصله‌اش را تا هدف تنظیم کند . بلکه به سرعت فاصله‌ی بین دست خود و سر تبرزین را تنظیم می‌کرد . این فاصله‌ی دست ـ تبرزین ، فاصله‌های هدف را که در آن‌ها تبرزین در سمتگیری برخورد است ، تعیین می‌کند . برای تنظیم فاصله‌ی هدف در وضعیت جنگی ، دسته‌ی تبرزین باید بلند باشد ؛ در واقع ، تبرزین‌های اولیه با دسته‌های بلند ساخته می‌شدند .

بولا[۲]

بولا متشکل از سه گوی سنگین است که با نخ‌های ضخیم به طول یکسان به یک نقطه وصل شده‌اند (شکل ۲ـالف) . برای پرتاب این سلاح بومی آمریکای جنوبی ، یکی از گوی‌ها را بالای سرنگه می‌دارید و سپس مچ خود را طوری می‌چرخانید که دو گوی دیگر در مسیری افقی دور آن بچرخند . پس از چرخاندن به اندازه‌ی لازم ، سلاح را به طرف هدف پرت می‌کنید . در طول پرواز بولا ، آهنگ چرخش آن افزایش می‌یابد ، و وقتی که به هدف برسد ، نخ‌ها به سرعت به دور آن می‌پیچند تا گوی‌ها آن را خُرد کنند . چرا آهنگ



شکل ۳

چرخش گوی‌ها در حین پرواز افزایش می‌یابد؟

پاسخ . اگر L طول نخ از هر گوی تا نقطه‌ی مشترکی باشد که گوی‌ها به آن متصل شده‌اند ، وقتی در حالی که یکی از گوی‌ها را با دست نگه داشته‌اید ، بولا را می‌چرخانید ، دو گوی دیگر به فاصله‌ی $2L$ از هم ، دور این گوی می‌چرخند . ولی وقتی بولا را پرت می‌کنید آزادانه در هوا به‌پرواز درمی‌آید ، وضعیت دوگویی که به دور گوی سوم می‌چرخند ناپایدار می‌شود و بولا شروع به چرخش دور نقطه‌ی اتصال مشترک سه‌نخ به فاصله‌ی L می‌کند ، و سه گوی به‌طور متقارن دور آن نقطه‌ی اتصال قرار می‌گیرند (شکل ۲ـب) . این تغییر پیکربندی ، توزیع جرم بولا را کم می‌کند . چون بولا آزادانه در پرواز است تکانه‌ی زاویه‌ای آن تغییر نمی‌کند . بنابراین ، با کاهش توزیع جرم ، آهنگ چرخش باید افزایش یابد . این وضعیت شبیه اسکیت‌باز روی یخ است که در حالی که روی نقطه‌ای می‌چرخد ، بازوانش را برای کاهش توزیع جرم جمع می‌کند و بدین ترتیب آهنگ چرخش افزایش می‌یابد .

ماشین محاصره

فرض کنید در قرون وسطا هستید و قلعه‌ای بسیار مستحکم را محاصره کرده‌اید . به خاطر تیراندازهای روی دیوارهای قلعه نمی‌خواهید خیلی به آن نزدیک شوید . چگونه می‌توانید بدون نزدیک شدن به قلعه ، به دیوارها حمله کنید؟

پاسخ . برای حمله به دیوارهای مستحکم از دو نوع منجنیق استفاده می‌شد : یک نوع آن اصولاً کمانی بود که تیر یا سنگی را (تا ۲۵ کیلوگرم) پرتاب می‌کرد . این ماشین بسیار بزرگ‌تر از کمان تیراندازی بود ، و تیر می‌توانست ۲ متر طول داشته باشد ، و

زه‌طوری به عقب کشیده می‌شد که انرژی بسیار بیشتری را بتواند ذخیره و سپس در حین پرتاب تیر به آن منتقل کند. با این حال، تیرها در مقایسه با سنگ خسارت کمی به دیوار قلعه می‌زدند، زیرا هم انرژی و هم تکانه‌ی تیر چندان زیاد نبود.

توان تخریب منجنیق دیگر بسیار بیشتر بود و بعضی از مدل‌های آن می‌توانست سنگ‌های ۱۳۰۰ کیلوگرمی را پرتاب کند. همین‌طور می‌توانستند اسب‌های مرده و یا حتی بسته‌هایی از جسد انسان‌ها را پرتاب کنند. از این آخری وقتی استفاده می‌شد که سپاه مهاجم به جسدی دست می‌یافت که از بیماری طاعون مرده بود و می‌خواست آن بیماری را به سپاهیان مدافع در قلعه منتقل کند. در حالت‌های خنده‌دارتر، از منجنیق‌های جدید برای پرتاب پیانوها و حتی اتومبیل‌های کوچک استفاده شده است.

شکل ۳ اساس طراحی این نوع منجنیق را نشان می‌دهد. پرتابه‌ای در کیسه‌ای قرار دارد که به انتهای A تیری چوبی متصل است. نیروی رو به پایین بزرگی ناگهان طوری به انتهای B وارد می‌شود که تیر دور محوری بچرخد و کیسه به سرعت بالا بیاید و سپس بر فراز ماشین برود. وقتی کیسه و پرتابه از بالای ماشین می‌گذرند، بند کیسه از قلاّب روی تیر جدا می‌شود و در هوا به پرواز درمی‌آیند. بنابراین انرژی پرتابه ناشی از کاری است نیروی وارد بر انتهای B انجام می‌دهد.

این نیرو می‌توانست صرفاً نیروی کشش رو به پایین چند مرد باشد. ولی، منجنیق‌هایی که می‌توانستند اشیاء بزرگ را تا مسافت‌های دور پرتاب کنند از وزنه‌ی تعادل سنگین در نقطه‌ی B استفاده می‌کردند؛ در این صورت نیرو وارد بر وزنه‌ی تعادل، نیروی گرانشی بود. ابتدا وزنه‌ی تعادل را با استفاده از چرخ‌دنده‌ی ضامن‌داری به تدریج بالا می‌بردند. سپس می‌گذاشتند این وزنه فرو افتد تا بخشی از انرژی پتانسیل ذخیره شده در آن به انرژی جنبشی پرتابه تبدیل شود. انرژی جنبشی و تکانه‌ی پرتابه خیلی زیاد بود و اگر پرتابه سنگ بود، می‌توانست حفره‌ای در دیوار قلعه به‌وجود آورد. وقتی استفاده از منجنیق رواج پیدا کرد، دیوارهای قلعه‌ها را طوری طراحی کردند که بتوانند بهتر در برابر برخوردها مقاومت کنند. مثلاً، بعضی از دیوارها به جای عمودی به‌صورت شیب‌دار ساخته شدند تا شاید پرتابه به جای نفوذ در آن اندکی روی آن حرکت کند.

گلوله‌ی توپ انسانی

شیرین‌کاری سیرک که در آن شخصی از توپ یا وسیله‌ی پرتابی دیگری به‌هوا پرتاب می‌شد در اوایل سال‌های ۱۸۷۰ میلادی شروع شد. ابتدا گلوله‌ی توپ انسانی فقط تا مسافتی کوتاه به بالا پرتاب می‌شد و همکارش او را روی یک میله‌ی بند بازی می‌گرفت. وقتی خانواده‌ی زاچینی[3] این شیرین‌کاری را در سال ۱۹۲۲ دوباره احیا کردند، تصمیم گرفتند پروازهای جسورانه‌تری را، با پرواز اجراکننده در هوا و فرود آمدن تور، تدارک ببینند. در اولین توپ‌های آن‌ها از فنرهایی برای پرتاب اجراکننده استفاده می‌شد، ولی از سال ۱۹۲۷ به بعد، از هوای فشرده برای این کار استفاده شد.

در تلاش برای افزایش هیجان این نمایش، خانواده‌ی زاچینی اجرا کنندگان را روی چرخ فلک‌ها پرتاب می‌کردند. آن‌ها با یک چرخ فلک شروع کردند، ولی تا سال ۱۹۳۹ یا ۱۹۴۰ که **امانوئل زاچینی** بر فراز سه چرخ فلک به پرواز درآمد و مسافتی افقی به‌طول ۷۰ m را پیمود، آن‌ها به حدّ ایمنی حتی ناباورانه‌ای رسیدند.

نمایش گلوله‌ی توپ انسانی احتمالاً یکی از تأثیرگذارترین نمایش‌های حرکت پرتابی است، زیرا در آن این احتمال وجود دارد که اجراکننده تور را گم کند. آیا خطرهای ظریف‌تری در این نمایش وجود دارد؟

پاسخ. برای آماده شدن برای پرتاب، اجرا کننده باید پاهایش را داخل «شلواری آهنی» در پیستون داخل لوله‌ی توپ فرو می‌کرد. این شلوار کاملاً شبیه شکل پاها و لازم بود وقتی پیستون ناگهان روبه بالا حرکت می‌کرد، از او محافظت می‌کند. خطر ظریف‌تر مربوط به پرتاب بود، زیرا شتاب لازم برای پرواز طولانی چنان شدید بود که اجراکننده برای لحظه‌ای بی‌هوش می‌شد. بخشی از تمرین اجراکننده بازیابی هشیاری در حین پرواز بود، تا بتواند فرود کنترل‌شده‌ای روی تور داشته باشد. اگر فرود کنترل شده نبود، برخورد و واجهش از تور می‌توانست به راحتی اعضای بدن یا گردن اجراکننده را بشکند. خانواده‌ی زاچینی مدعی آن بودند که سرعت خروج اجرا کننده از دهانه‌ی توپ تا ۶۰۰ کیلومتر در ساعت می‌رسید، اما به نظر می‌رسد که سرعت کمتر از ۱۶۰ کیلومتر بر ساعت معتبرتر باشد.

خطر دیگر کشش هوایی بود که اجرا کننده با آن مواجه می‌شد. اندازه‌ی این کشش به سمتگیری بدن او در حین پرواز بستگی داشت: اگر سمتگیری بدن او در جهت حرکت بود، کشش کوچک‌تر، و اگر عمود بر جهت حرکت بود (که ممکن بود در حین فرود رخ دهد)، بزرگ‌تر بود. کشش هوای کوچک‌تر، بُرد شخص را زیاد و کشش هوای بزرگ‌تر آن را کم می‌کرد. چون سمتگیری اجراکننده از پرتابی به پرتاب دیگر تغییر می‌کرد، کسی باید تقریباً محاسبه می‌کرد (یا حدس می‌زد) که اجراکننده چقدر می‌توانست جلو برود و سپس توری به اندازه‌ی کافی عریض می‌ساخت تا تغییرات احتمالی ناشی از کشش هوا را به‌حساب آورد.

مرجع:

Jearl Walker, The Flying Circus of Physics, 2nd Edition, John Wiley & Sons, 2007.

زیرنویس:

1. atlatl
2. Bola
3. Zacchini

چگونه توانستم قانون دست راست را به دانش‌آموز معلولم یاد بدهم*

سودابه پوراحسان
دبیر فیزیک شهرستان داراب

امسال در کلاس سوم تجربی با فاطمه روبه‌رو شدم که از ناحیه انگشتان دست معلول بود و من در آموزش قانون دست راست به او دچار مشکل شدم. تصمیم گرفتم با ساخت یک وسیله‌ی کمک‌آموزشی این قاعده و قاعده‌های شبیه به آن را بدون استفاده از دست راست به فاطمه آموزش دهم.

چکیده

این مقاله شرح ابتکاری هرچند کوچک است که در مورد یکی از دانش‌آموزان کلاس صورت گرفته تا بتواند با محدودیت‌های موجود یک مطلب علمی را یاد بگیرد.

مقدمه

عصری که ما در آن زندگی می‌کنیم عصر دانش و اطلاعات است و تحولات سریع علمی و فناوری‌های آموزشی باعث شده که آموزش و پرورش شاهد تحولی سریع باشد.

از این‌رو، معلمان باید سعی کنند که دانش‌آموزان را خلاق، متفکر، و متکی به خود بار بیاورند و این امر امکان ندارد، مگر این‌که، مربیان و معلمان محترم مبتکر باشند و تمام تلاش خود را برای تسهیل یادگیری دانش‌آموزان به‌کار ببندند.

در این راستا برنامه معلم پژوهنده کمک می‌کند تا هر معلم از قدرت تفکر خود بیشتر و بهتر استفاده کند تا هم خود در مسیر فکر کردن قرار گیرد و هم دانش‌آموزان که در محیط کار قرار دارند از این خلاقیت استفاده کنند و هم بقیه همکاران تشویق به ایجاد خلاقیت و نوآوری در کلاس‌های درس خود شوند.

توصیف وضعیت موجود

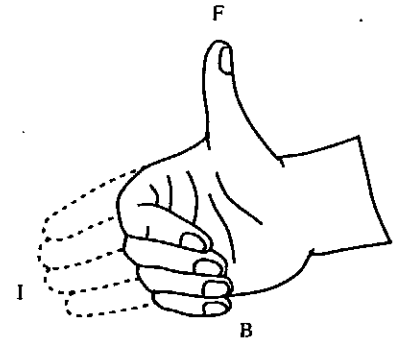
حدود هشت سال است که فیزیک تدریس می‌کنم، در این مدت همیشه با دانش‌آموزانی مواجه بوده‌ام که از نظر ظاهری وضعیت طبیعی داشتند و به نظر نمی‌رسید که هیچ‌کدام معلولیتی داشته باشند؛ ولی امسال با فاطمه، دانش‌آموز کلاس سوم تجربی مواجه شدم که از ناحیه انگشتان دست راست و چپ معلولیت داشت به‌طوری که انگشتان دست او به هم چسبیده بودند و خم‌کردن و یا باز کردن انگشتان تقریباً برایش ناممکن بود.

بیان مسئله

در اوایل سال مشکلی احساس نمی‌شد، تا این‌که در فصل سوم فیزیک(۳) به قانون دست راست برای تعیین جهت نیروی وارد بر سیم حامل جریان رسیدم؛ در این قاعده باید دست راست خود را در جهت جریان طوری قرار داد که بسته شدن انگشتان جهت میدان مغناطیسی را نشان دهد، در این حالت انگشت شست نیروی وارد بر سیم را مشخص می‌کند.

برای تدریس این مطلب، مانند همیشه به دانش‌آموزان گفتم در این قاعده باید از دست راست خود زیاد استفاده کنید و چون فکر کردم که این مطلبی است که حتماً نمونه‌ای از آن در امتحان نهایی درس فیزیک می‌آید اصرار داشتم که دانش‌آموزان آن را به‌طور کامل یاد بگیرند.

اغلب بعد از تدریس این مطلب چند مثال روی تخته رسم می‌کنم و از شاگردان می‌خواهم تا نیرو را مشخص کنند، بعد می‌گویم که چه کسانی یاد نگرفته‌اند. هر کس که یاد نگرفته باشد را



پای تابلو می‌آورم و با راست و خم کردن انگشتان دست او، جهت نیرو را با کمک هم مشخص می‌کنیم و فکر می‌کنم با این روش دانش‌آموز بهتر یاد می‌گیرد.

در آن جلسه نیز دانش‌آموزانی که یاد نگرفته بودند را یکی یکی پای تخته آوردم و با حل مثال‌های متفاوت سعی کردم تا یاد بگیرند. وقتی نوبت به فاطمه رسید، همان‌طور که گفتم، فاطمه از ناحیه دست معلول بود، از او نیز خواستم که پای تخته بیاید. او با لحنی وحشت‌زده گفت: پای تخته نه! پای تخته نه!.

چون از وضعیت جسمانی او تا حدودی آگاهی داشتم گفتم اشکال ندارد من پیش شما می‌آیم. وقتی بالای سر او رفتم و خواستم دست او را در جهت جریان که در دفترش رسم شده بود بگیرم، متوجه شدم چهار انگشت دست فاطمه طوری به‌هم چسبیده است که قادر به باز کردن آن‌ها نیست. در ابتدا ناراحت شدم ولی سعی کردم که با همان حالت، به او یاد بدهم. خود فاطمه نیز سعی کرد یاد بگیرد، ولی فایده‌ای نداشت. شاید به‌طور موضعی یکی را می‌فهمید، اما چون نمی‌توانست به‌خوبی از دستانش استفاده کند جهت مثال‌های بعدی را نمی‌توانست تشخیص بدهد.

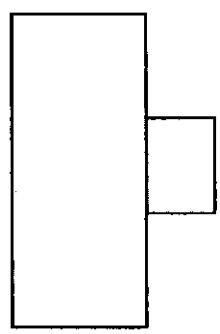
روش‌های گردآوری اطلاعات

از آن پس فکرم درگیر آن شد که چگونه می‌توانم این مطلب را به فاطمه یاد بدهم. به‌ویژه آن که تا آخر این فصل چند قاعده شبیه به این نیز وجود داشت که با توجه به مشکلی که فاطمه داشت هیچ کدامشان را یاد نمی‌گرفت و در امتحان پایانی نمره زیادی را از دست می‌داد.

چون «سهولت یادگیری مسئولیت‌های گسترده‌ای را به‌عهده مدرس می‌گذارد» (میلر، دبلیو آر، ص ۳) شروع به مطالعه کتاب‌هایی کردم که این قانون را شرح داده است در اکثر کتاب‌هایی که دیدم قانون دست راست را با استفاده از دست راست بیان کرده بود و گویا هرگز مطرح نشده بود که شاید زمانی کسی نتواند از دست خود استفاده کند.

ارائه راه‌حل جدید

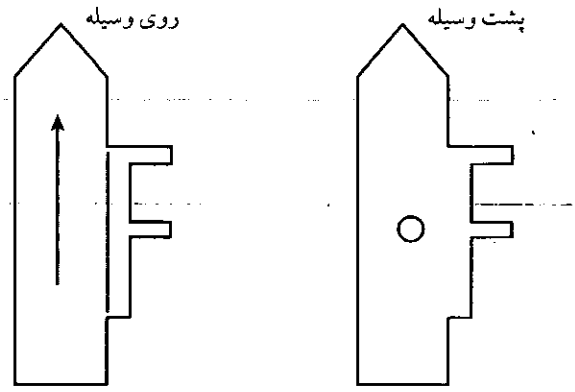
با خودم گفتم شاید بتوان روشی را به‌وجود آورد که در آن بتوان این مفهوم را بدون وجود دست راست فهمید. به فکر ساخت وسیله‌ای افتادم که جای دست راست را برای فاطمه بگیرد. تکه‌ای کاغذ را برداشتم و به‌صورت زیر بریدم. فکر کردم اگر فاطمه نمی‌تواند انگشتان خود را باز کند بالای این کاغذ می‌تواند حکم باز شدن انگشتان او را داشته باشد. اگر کاغذ خم شود جهت میدان را مشخص می‌کند و در این حالت قسمت بیرون آمده مانند انگشت شست است و جهت جریان را مشخص می‌کند.



اجرای طرح جدید و نظارت بر آن

وسیله‌ای را که درست کرده بودم به فاطمه نشان دادم. او ابتدا تعجب کرد، ولی بعد که برای او توضیح دادم شروع به امتحان مثال‌هایی کرد که در دفتر داشت، با کمی تلاش روش استفاده از آن را یاد گرفت. خوشحال شد چون می‌توانست بدون استفاده از دست جهت‌ها را تشخیص دهد.

تصمیم گرفتم وسیله را کامل‌تر کنم. از این‌رو، روی یک طلق



کاغذ سفید چسباندم و شکل بالا را روی آن رسم کرده و برش زدم. یک طرف را روی وسیله (روی دست) و طرف دیگر را پشت آن (کف دست) در نظر گرفتم. در این حالت اگر روی وسیله در جهت جریان قرار بگیرد به طوری که میدان به صورت برون‌سو از پشت آن خارج شده باشد F جهت نیرو را مشخص می‌کند (در این حالت احتیاج به خم شدن کاغذ نیز نبود).

چگونگی ارزیابی از راه‌حل جدید

فاطمه که تا این زمان نمی‌توانست جهت‌ها را به خوبی تشخیص دهد، با استفاده از این وسیله توانست به‌راحتی جهت‌های مجهول را تشخیص دهد. دوستان او نیز از این وضعیت که فاطمه می‌توانست مطلب را بفهمد احساس رضایت می‌کردند.

این وسیله را به چند تن از همکاران درس فیزیک نشان دادم. از نظر آن‌ها نیز وسیله جالبی بود. حتی گفتند که می‌توان از آن به‌عنوان یک وسیله کمک‌آموزشی استفاده کرد. حال که نگاه می‌کنم، می‌بینم که این وسیله نه‌تنها برای فاطمه، بلکه برای همه‌ی دانش‌آموزان قابل استفاده است. آن‌ها می‌توانند علاوه بر استفاده از دست با این وسیله نیز جهت‌ها را تشخیص دهند.

مجید رعنایی‌پور
دبیر فیزیک شهرستان خرامه استان فارس

جمله‌ی معروفی است که می‌گوید: «یک تصویر ممکن است باارزش‌تر از هزاران کلمه باشد، اما هزاران کلمه ممکن است نتوانند ویژگی‌های یک تصویر را بیان کنند.»

علم فیزیک که در حال حاضر قلمرو وسیعی از جهان هستی را در بر می‌گیرد، قرن‌ها قبل با تفکر و تدبر بشر در تصاویر زیبای طبیعت و عالم خلقت، شکل گرفته است. به‌گونه‌ای که بیشترین ارتباط و تعامل با دنیای واقعی را باید در شاخه‌های مختلف این علم جست‌وجو کرد.

در یک تصویر ساده فیزیکی ممکن است حقایق بیشماری نهفته باشد؛ حقایقی را که می‌توان آن‌ها را در شکل دید و خواند.

به گفته‌ی کارشناسان علم فیزیک، با استفاده از یک توصیف ساده و روان و با کمک تصاویر مناسب، می‌توان بستر مناسبی را در جهت درک مفاهیم فیزیک برای عموم دانش‌آموزان فراهم آورد و فرآیند یاددهی و یادگیری را تسهیل نمود.

هم‌چنین وجود یک عکس و یا تصویر در کنار یک متن باعث جان بخشیدن به نوشته‌ها و ایجاد انگیزه و جذابیت برای فراگیران می‌شود.

بهترین جایگاه این تصاویر، کتاب‌های درسی فیزیک مدارس هستند که از آن‌ها می‌توان به‌منظور آموزش بهتر مفاهیم فیزیک بهره برد.

زیرنویس:

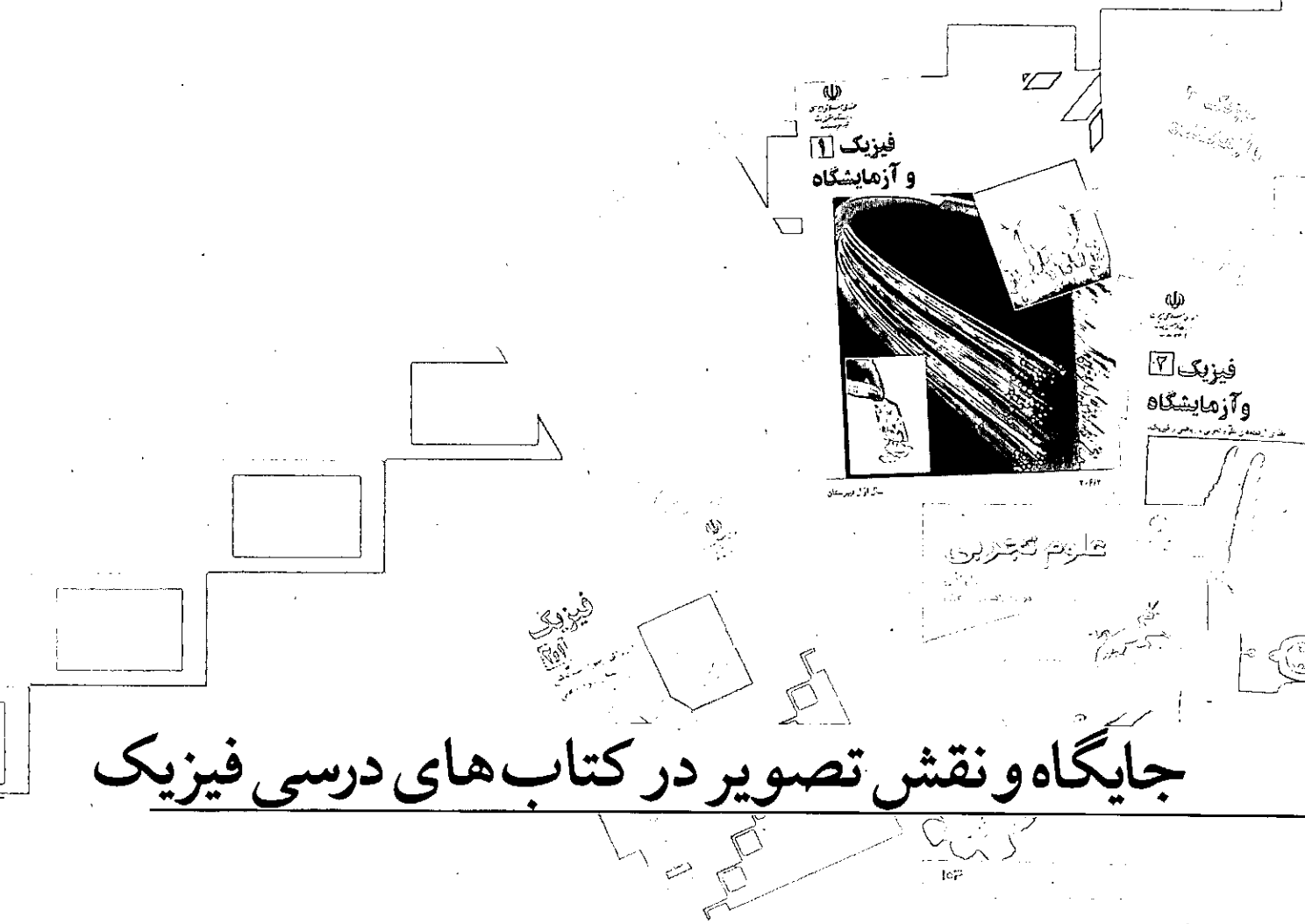
* این مقاله به‌عنوان مقاله برتر، معلمان پژوهنده استان فارس در سال ۱۳۸۵ انتخاب شده است.

مراجع:

۱. میلر، دبلیو. آر. و میلر، ماری. راهنمای تدریس در دانشگاه‌ها، ترجمه‌ی دکتر ویدا میری، تهران، مؤسسه‌ی انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، چاپ اول ۱۳۸۰.

۲. جی‌بلات، فرانک. فیزیک پایه، جلد سوم، ترجمه‌ی محمد خرمی، تهران، انتشارات فاطمی، چاپ پنجم، ۱۳۷۸.

۳. لندسبرگ گ. س. دوره‌ی درسی فیزیک، جلد دوم، ترجمه‌ی دکتر لطیف کاشیگار و همکاران، تهران، انتشارات فاطمی، چاپ چهارم، ۱۳۸۰.



جایگاه و نقش تصویر در کتاب‌های درسی فیزیک

چکیده

در این مقاله با مطالعه‌ی کتاب‌های درسی علوم و فیزیک مقاطع مختلف تحصیلی به بررسی کمی و کیفی جایگاه تصویر در این کتاب‌ها پرداخته شده است و در ادامه از آسیب‌شناسی به‌کارگیری نادرست از تصویر سخن به میان آمده و در پایان چند پیشنهاد در زمینه‌ی به‌کارگیری مناسب از تصویر در کتاب‌های درسی فیزیک ارائه شده است.

جایگاه تصویر در کتاب‌های درسی فیزیک

در سال‌های اخیر استفاده از تصاویر و عکس‌های رنگی در کتاب‌های درسی و کمک‌درسی رشد قابل‌ملاحظه‌ای پیدا کرده است. در واقع هر تصویر به‌عنوان بخشی از مواد آموزشی محسوب شده، که در انتقال کامل یا بخشی از یک موضوع نقش مؤثری دارد و باعث جان بخشیدن به نوشته‌ها می‌شود.

مؤلفان کتاب‌های درسی فیزیک نیز در سراسر جهان با اهداف تقریباً یکسانی از تصاویر و عکس‌ها در متن این کتاب‌ها استفاده می‌کنند.

با توجه به این‌که آموزش فیزیک از کلاس اول ابتدایی شروع می‌شود، با مطالعه و بررسی‌های انجام‌شده روی کتاب‌های علوم تجربی و فیزیک مدارس و دقت در تصاویر گنجانده شده در آن‌ها، می‌توان اهداف زیر را از آوردن تصاویر در این کتاب‌ها استخراج کرد:

۱. تسهیل، تسریع و تثبیت در فرآیند یاددهی و یادگیری
۲. برقراری ارتباط بین فراگیران و موضوع درس
۳. درک بهتر مفاهیم
۴. ایجاد روحیه‌ی خودباوری، خلاقیت و مشارکت در فراگیران
۵. ایجاد انگیزه و تفکر در فراگیران
۶. ایجاد نوعی آزمایشگاه مجازی
۷. جذاب کردن مطالب درسی
۸. فراهم کردن تجارب مثبت در فراگیران
۹. آشنایی با کاربردهای علم فیزیک در صنعت و فناوری
۱۰. همگانی کردن آموزش فیزیک

الف) دوره‌ی ابتدایی

در تمام کشورها، آموزش علوم پایه از جمله فیزیک، از همان دوران ابتدایی و کودکی شروع می‌شود. با توجه به این‌که در این دوره، روش آموزش عمدتاً تجسمی و شهودی است، مشاهده می‌کنیم، اکثر صفحات کتاب‌های درسی مملو از تصاویر با حداقل

جدول(۱) جایگاه تصویر را در این دوره نشان می‌دهد

کلاس	تعداد صفحات فیزیک	تعداد تصاویر مربوط به فیزیک	نسبت تصویر به صفحه
اول	۳۰	۵۰	۱/۶۶
دوم	۵۰	۷۵	۱/۵
سوم	۳۶	۶۰	۱/۶۶
چهارم	۳۸	۴۵	۱/۱۸
پنجم	۳۶	۶۰	۱/۶۶
کل دوره	۱۹۰	۲۹۰	۱/۵۲

متن است. در واقع در این دوره با زبان تصویر و عکس با دانش‌آموزان سخن گفته می‌شود.

دانش‌آموزان در این مقطع بسیاری از مفاهیم اصلی فیزیک را به کمک عکس‌ها و تصاویر ساده در کتاب‌های علوم تجربی خود یاد می‌گیرند. اگر تصویر را از متن این کتاب‌ها حذف کنیم عملاً چیزی از کتاب باقی نمی‌ماند.

از جمله ویژگی‌های بارز تصاویر در کتاب‌های علوم تجربی این دوره عبارتند از:

۱. تصاویر به صورت عکس و با کمک دوربین‌های عکاسی تهیه شده است.

۲. اندازه‌ی این تصاویر بزرگ است و بیشتر فضای صفحه را پر می‌کند.

۳. در عکس‌ها و نقاشی‌ها به فضای شاد و رنگ‌های متنوع توجه ویژه شده است.

۴. حضور خود دانش‌آموزان در بیشتر تصاویر به‌عنوان آزمایش‌کننده کاملاً مشهود است.

۵. تقویت صفاتی نظیر مشارکت، مشاهده، دقت در فراگیران از ویژگی بارز این تصاویر است. (جدول ۱)

از جمله مباحث فیزیکی که دانش‌آموزان در این پنج سال به کمک عکس‌ها و تصاویر فرا می‌گیرند عبارتند از:

۱. حالت ماده با ۴۸ تصویر
۲. گرما با ۴۱ تصویر
۳. نیرو با ۳۷ تصویر
۴. انرژی با ۳۶ تصویر
۵. نور با ۳۴ تصویر
۶. مغناطیس با ۲۳ تصویر
۷. حرکت با ۲۰ تصویر
۸. نجوم با ۱۵ تصویر
۹. هواشناسی با ۱۵ تصویر
۱۰. موج و نوسان با ۱۳ تصویر
۱۱. الکتریسیته با ۸ تصویر

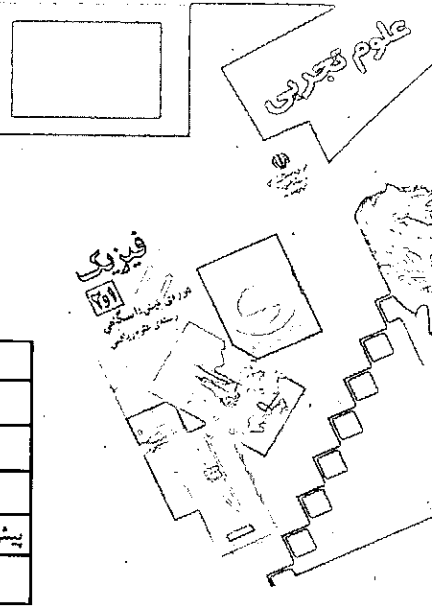
ب) دوره‌ی راهنمایی

در دوره‌ی سه ساله‌ی راهنمایی، کتاب‌های علوم تجربی منبع اصلی یادگیری مفاهیم فیزیک است. وجود تصاویر در کتاب‌های علوم تجربی این دوره، به منزله‌ی بخشی از متن درسی برای درک بهتر موضوع درس است.

با توجه به جدول(۲) متوجه می‌شویم که تعداد تصاویر در این دوره نسبت به مقطع ابتدایی کاهش چندانی نداشته ولی چند ویژگی خاص دارد که عبارتند از:

جدول(۲) جایگاه تصویر را در این دوره نشان می‌دهد

کلاس	صفحه اختصاص‌یافته به فیزیک	تعداد تصویر	نسبت تصویر به صفحه
اول	۶۴	۸۱	۱/۲۶
دوم	۵۲	۷۸	۱/۵۰
سوم	۷۲	۹۳	۱/۳۰
کل دوره	۱۸۸	۲۵۲	۱/۳۴



جدول(۳) دوره‌ی متوسطه

کلاس	تعداد صفحات	تعداد شکل‌ها	نسبت تصویر به صفحه
اول	۱۶۴	۱۴۵	۰/۹۱
دوم	۱۷۶	۱۵۰	۰/۶۴
سوم	۲۰۲	۲۰۵	۰/۴۵
پیش‌دانشگاهی	۲۷۶	۱۵۰	۰/۵۴
کل دوره	۸۱۸	۶۵۰	۰/۷۹

۱. اندازه‌ی تصاویر کوچک‌تر شده و بیشتر فضای صفحه با متن‌های نوشتاری پُر شده است.
۲. تعداد تصاویر نقاشی‌شده از عکس‌های طبیعی بیشتر است.
۳. کار گروهی و مشارکت دانش‌آموزان در عکس‌ها و تصاویر به چشم نمی‌خورد. (جدول ۲)

از جمله مباحث فیزیکی که دانش‌آموزان در این سه سال به کمک عکس‌ها و تصاویر فرا می‌گیرند عبارتند از:

۱. گرما با ۶۱ تصویر
۲. انرژی با ۴۶ تصویر
۳. نور با ۳۰ تصویر
۴. حالت ماده با ۲۱ تصویر
۵. نیرو با ۲۰ تصویر
۶. الکتریسیته با ۱۹ تصویر
۷. موج و نوسان با ۱۵ تصویر
۸. نجوم با ۱۲ تصویر
۹. فشار با ۱۰ تصویر
۱۰. حرکت با ۹ تصویر
۱۱. مغناطیس با ۹ تصویر

ج) دوره‌ی متوسطه و پیش‌دانشگاهی

در این دوره با تخصصی شدن درس فیزیک، آموزش این علم با استفاده از کتاب‌های اختصاصی فیزیک صورت می‌گیرد. در این کتاب‌ها شیوه‌ی آموزش عمدتاً به صورت متن نوشتاری است و از تصویر و عکس‌های طبیعی استفاده‌ی کمتری شده است. اما در عوض، تعداد زیادی شکل‌های ترسیمی، نظیر آینه‌ها، عدسی‌ها، مدارهای الکتریکی و نمودار در کتاب‌های فیزیک این دوره به چشم می‌خورد که در واقع جزئی از متن نوشتاری درس هستند و بدون آن‌ها متن درس ناقص خواهد بود. (جدول ۳)

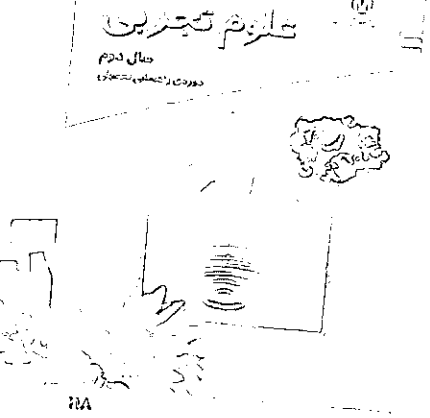
مباحث مطرح شده در کتاب‌های فیزیک دوره‌ی متوسطه

۱. الکتریسیته با ۱۲۳ شکل
۲. نور با ۹۳ شکل
۳. موج و نوسان با ۹۰ شکل
۴. بردار و حرکت با ۸۰ شکل
۵. مغناطیس با ۶۵ شکل
۶. گرما با ۵۱ شکل
۷. نیرو با ۵۰ شکل
۸. کار و انرژی با ۴۷ شکل
۹. فیزیک جدید با ۲۸ شکل
۱۰. فشار با ۱۴ شکل
۱۱. حالت ماده با ۹ شکل (جدول ۴)

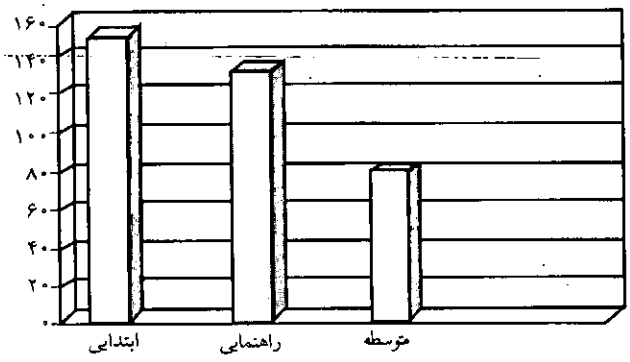
با توجه به این جدول متوجه می‌شویم که تقریباً به ازای هر صفحه یک شکل (عکس، نمودار، نقاشی، رسم) وجود دارد، که همین

جدول(۴) مقایسه دوره‌ها

مقطع	تعداد صفحات	تعداد شکل‌ها	نسبت شکل به صفحه
ابتدایی	۱۹۰	۲۹۰	۱/۵۲
راهنمایی	۱۸۸	۲۵۲	۱/۳۴
متوسطه	۸۱۸	۶۵۰	۰/۷۹
کل دوره‌ها	۱۱۹۶	۱۱۹۲	۰/۹۹



نمودار تعداد شکل به ازای هر ۱۰۰ صفحه



موضوع از اهمیت نقش شکل و تصویر در آموزش فیزیک حکایت دارد(نمودار بالا).

نمودار بالا روند نزولی تصاویر را با افزایش سن دانش‌آموزان نشان می‌دهد.

مباحث مطرح شده در کل سه دوره با تعداد شکل‌های مربوط

۱. نور ۱۵۷ شکل
۲. گرما ۱۵۳ شکل
۳. الکتریسیته ۱۵۰ شکل
۴. کار و انرژی ۱۲۹ شکل
۵. موج و نوسان ۱۱۸ شکل
۶. حرکت ۱۰۹ شکل
۷. نیرو ۱۰۷ شکل
۸. مغناطیس ۹۷ شکل
۹. حالت ماده ۷۸ شکل
۱۰. فیزیک جدید ۲۸ شکل
۱۱. نجوم ۲۷ شکل
۱۲. فشار ۲۴ شکل
۱۳. هواشناسی ۱۵ شکل

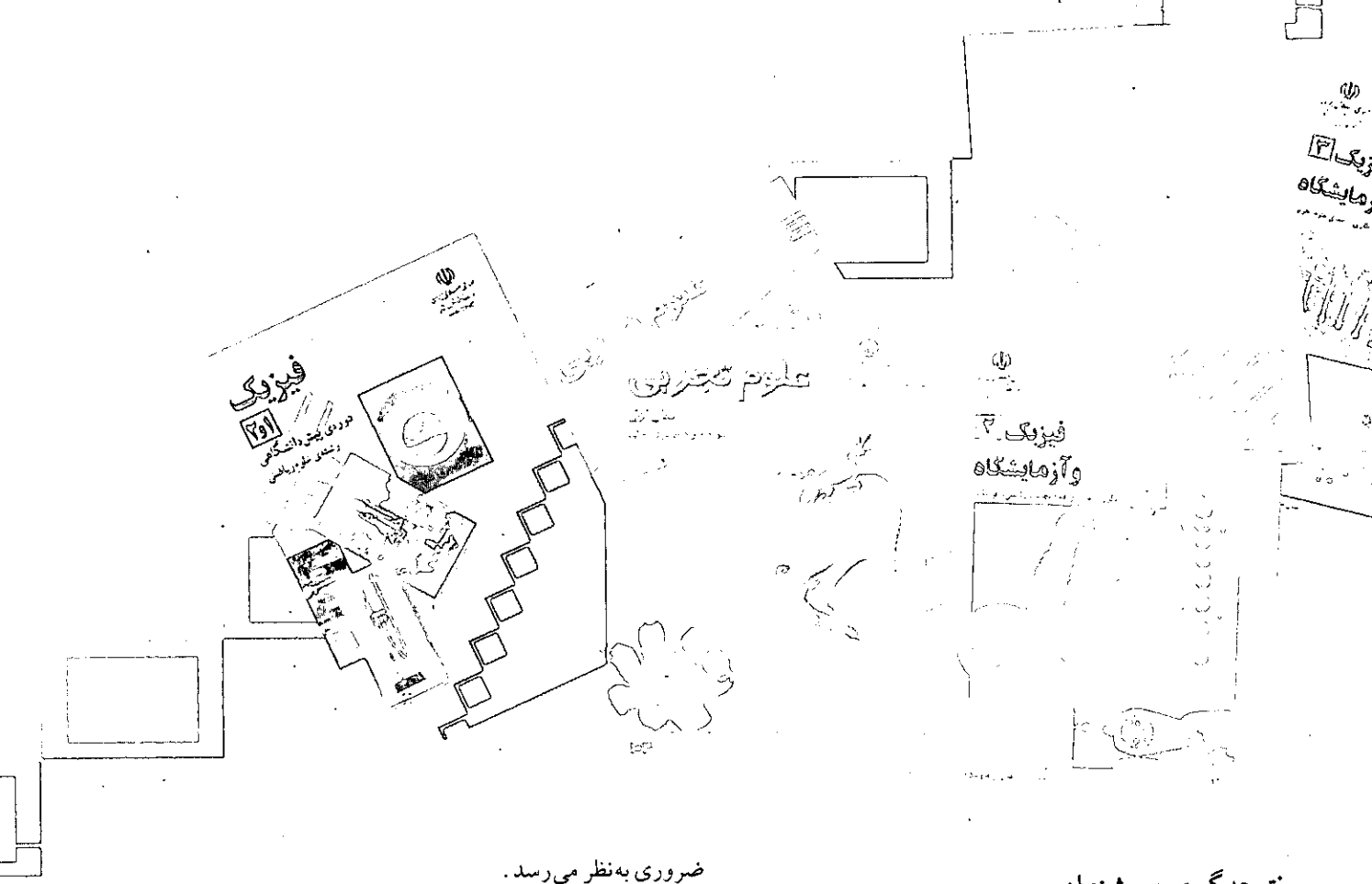
آسیب‌شناسی

نادیده گرفتن نقش تصویر در آموزش فیزیک به معنی نادیده گرفتن بسیاری از ایده‌ها و مطالب اساسی فیزیک است. اما با توجه به وجود ضعف‌هایی در نظام آموزشی، متأسفانه در زمینه به‌کارگیری تصویر در کتاب‌های درسی فیزیک آسیب‌هایی به چشم می‌خورد؛ که در این‌جا به سه مورد آن اشاره می‌شود:

۱. وجود تصاویر فقط به‌منظور پر کردن کتاب‌های درسی نیست. اما متأسفانه اغلب دانش‌آموزان به شکل‌ها و تصاویر به دیده‌ی تفنن نگاه می‌کنند و اگر در صفحه‌ای از کتاب یک شکل ببینند، نفس راحتی می‌کشند و با خود می‌گویند: این صفحه هم که شکل است و خواندنی نیست؛ چرا که اغلب عادت کرده‌اند مطالب را حفظ کنند و از نظر آن‌ها شکل‌ها و تصاویر، حفظ کردنی نیستند و چون جزء پرسش‌های امتحانی نیستند پس اهمیت ندارند، غافل از این‌که در علوم امروزی و به‌ویژه فیزیک، شکل‌ها و تصاویر اهمیت بسیار بسزایی در یادگیری دارند.

۲. یکی دیگر از آسیب‌های عمده که به کتاب‌های درسی از جمله فیزیک رسیده است، جزوه شدن کل مطالب درس توسط بعضی از معلمان است. دانش‌آموزان نیز با مطالعه‌ی این جزوه‌ها که حتی یک مورد تصویر در آن‌ها دیده نمی‌شود، خود را بی‌نیاز از کتاب درسی می‌بینند. این عمل در واقع نوعی بی‌توجهی به اهداف آموزشی است که زحمات نویسندگان و مؤلفان کتاب‌های درسی را به‌هدر می‌دهد.

۳. با بررسی کتاب‌های درسی مشاهده می‌کنیم که با افزایش سن دانش‌آموزان، اکثر محتوای کتاب‌های درسی به متون صرف تبدیل می‌شود و دیگر خبری از تصاویر در پایه‌های بالاتر نیست و این موضوع برای دانش‌آموزانی که شکل‌ها و تصاویر تاکنون بخشی از سیستم آموزشی‌شان را تشکیل می‌داده دشوار است.



نتیجه گیری و پیشنهاد

از آن‌چه گفته شد نتیجه می‌گیریم که بخشی از فرآیند آموزش فیزیک به کمک عکس‌ها و تصاویر صورت می‌گیرد. این نوع آموزش فراگیران را ملزم می‌سازد که بعضی از توانایی‌ها و مهارت‌ها را بیاموزند. تحقیقات نشان می‌دهد که وجود تصاویر مناسب در کنار مطلب درسی بر سرعت یادگیری می‌افزاید؛ که این امر در مورد دانش‌آموزان دوره‌ی ابتدایی و راهنمایی قابل توجه است.

در سال‌های اخیر با توجه به پیشرفت سریع علوم و گسترش فناوری اطلاعات، مشاهده می‌کنیم که تصویرسازی در کتاب‌های درسی فیزیک از رشد قابل ملاحظه‌ای برخوردار بوده است. اما با این همه تغییر و بازنگری در محتوای این کتاب‌ها و نوع عکس‌ها تصاویر به‌کار گرفته شده ضروری به‌نظر می‌رسد.

در ادامه چند پیشنهاد به منظور بهبود وضعیت به‌کارگیری تصویر در کتاب‌های درسی ارائه می‌شود:

۱. چون محتوای برنامه‌های درسی متشکل از اجزایی از جمله تصویر است، لذا گزینش تصاویر مناسب و منطبق با متن درس، به‌منظور انتقال هرچه بهتر پیام و کمک به امر یادگیری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

۲. تصاویر باید از ابهام و پیچیدگی به دور باشند و اصول سادگی در آن‌ها رعایت شود.

۳. تصاویر باید به گونه‌ای انتخاب شوند که در فراگیران انگیزه به‌وجود آورند و آن‌ها را به تفکر وادارند.

۴. توأم کردن متن با تصویر به‌خصوص در مقطع متوسطه امری ضروری به‌نظر می‌رسد.

۵. یکی از عوامل مؤثر در فرایند آموزش فیزیک زیبایی‌شناسی است؛ استفاده از تصاویر زیبا و جذاب باعث جلب‌توجه دانش‌آموزان شده و لذت بیشتری از درس می‌برند.

۶. تصاویر انتخابی باید روحیه خلاقیت، مشارکت و کار گروهی را تقویت کند.

۷. طراحی روی جلد و پشت جلد کتاب برای جلب‌نظر دانش‌آموزان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بنابراین انتخاب بهترین و زیباترین تصویر برای جلد کتاب ضروری به‌نظر می‌رسد.

۸. برگزاری جشنواره تصویرسازی کتاب‌های درسی فیزیک، مشکل مسئولان امر را برای انتخاب بهترین تصاویر تا حدود زیادی برطرف خواهد کرد.

۹. به‌کارگیری تصاویر متحرک اینترنتی و انیمیشن‌های فیزیکی در کلاس درس و در کنار تصاویر ثابت کتاب‌های درسی گام مهمی در برقراری ارتباط بین فناوری و کتاب‌های درسی خواهد بود.

با ایجاد این تغییرات مثبت، می‌توان کتاب‌های درسی فیزیک را به کتاب‌هایی خوش‌نما تبدیل کرد، و گام بزرگی به سوی یادگیری آسان و شوق‌انگیز فیزیک برداشت.

منابع:

۱. کتاب‌های علوم تجربی دوره‌ی ابتدایی و متوسطه
۲. کتاب‌های فیزیک دوره‌ی متوسطه و پیش‌دانشگاهی
۳. کتاب‌های راهنمای معلم علوم و فیزیک
۴. کتاب درک فیزیک با رویکرد تصویری نوشته بریان آرنولد. مترجمان روح‌اله خلیلی بروجنی و مریم عباسی، انتشارات مدرسه برهان، ۱۳۸۴.

آموزش مؤثرتر مفهوم کار

گرگ اسواک همر[1]
ترجمه: معصومی قاسمی

چکیده

با بهره‌گیری از نمودارهای جریان انرژی و نمودارهای میله‌ای انرژی می‌توان به برخی مشکلات دانش‌آموزان در رابطه با کار و انرژی پرداخت که آن‌ها را قادر می‌سازد جنبه‌هایی از دستگاه‌ها و فرایندها را بررسی کنند که با کاربرد فرمول $W = F\Delta x\cos\theta$ نمی‌توانند. این مقاله که برای کارگاه‌های آموزش مدل‌سازی در فیزیک سال ۱۹۹۸ تهیه شده بود در فوریه ۲۰۰۵ مورد بازنگری قرار گرفت.

۱. مقدمه

در بسیاری از کتاب‌های فیزیک مقدماتی مفهوم کار از مفهوم انرژی و مفهوم دستگاه به گونه‌ای تفکیک شده است که مشکلاتی را به‌وجود می‌آورد. کار مفهومی کاملاً تعریف شده و ظریف و وابسته به مفهوم انرژی و دستگاه و برگرفته از آن‌هاست. هدف این مقاله شناسایی برخی مشکلات ناشی از برخورد عادی با موضوع کار و سپس ارائه‌ی برخی ابزارهای نمایشی برای اجتناب از این مشکلات است.

۲. مشکلات ناشی از برخورد معمولی با مفهوم انرژی

اغلب کار را به صورت زیر تعریف می‌کنیم

$$W = F\Delta x\cos\theta \qquad (۱)$$

$F\cos\theta$ مؤلفه‌ی نیروی ثابت F است که در جهت جابه‌جایی Δx یک بعدی نقطه اثر نیرو به جسم وارد می‌شود. وقتی ارتباط دقیق این تعریف کار با مفهوم انرژی به درستی مشخص نشده باشد، دانش‌آموزان با سه مشکل روبه‌رو می‌شوند: (۱) این باور که نیروها کار انجام می‌دهند، (۲) این باور که هر نیروی وارد بر جسم که تا اندازه‌ای در جهت حرکت آن است باید روی جسم کار انجام دهد، و (۳) این باور که کار انجام شده به وسیله‌ی عاملی که نیروی اصطکاک وارد می‌کند را می‌توان از معادله (۱) محاسبه کرد. دانش‌آموزانی که کار را تنها به صورت $W = F\Delta x\cos\theta$ می‌شناسند، متوجه نمی‌شوند که کار مقدار انرژی است که وارد دستگاه یا از آن خارج می‌شود.

این ادعا که خود نیروها کار انجام می‌دهند ناشی از تفکیک مفهوم کار از قانون اول ترمودینامیک زیر است

$$\Delta E = Q - W \qquad (۲)$$

که در آن ΔE تغییر انرژی دستگاه، Q افزایش انرژی دستگاه بر اثر گرم شدن، و W انرژی است که دستگاه با انجام کار از دست می‌دهد. شناخت درست $\Delta E = Q - W$ به ما نشان می‌دهد که کار تنها در دستگاه‌های خوش‌تعریف معنی دارد. این شناخت از $W = F\Delta x\cos\theta$ به‌تنهایی به‌دست نمی‌آید. فقط دستگاه‌هایی که حاوی انرژی یا مبادله کننده‌ی آن باشند، توانایی انجام کار را دارند. نیروها دستگاه نیستند و نمی‌توانند حاوی انرژی یا مبادله کننده‌ی آن باشند، پس نباید گفت کار انجام می‌دهند، گرچه معمولاً گفته می‌شود که نیروها کار انجام می‌دهند.

مشکل دیگری که از درنظر گرفتن کار تنها به صورت $W = F\Delta x\cos\theta$ ناشی می‌شود آن است که این رابطه آشکارا *مبادله‌ی انرژی از یک دستگاه به دستگاه دیگر* را نشان نمی‌دهد. بنابراین، به پرسش‌هایی نظیر این‌که شخصی ۵۰ کیلوگرمی که از تپه‌ای ۱۰۰ متری بالا می‌رود، چقدر کار انجام می‌دهد نمی‌توان پاسخ دقیق داد. زیرا معلوم نیست منظور ما کار میدان گرانشی است

یا کاری که شخص انجام می‌دهد. کار شخص همواره بزرگ‌تر از انرژی است که از میدان گرانشی به‌دست می‌آورد، پس این دو با هم تفاوت دارند. باید به دانش‌آموزانمان این امکان را بدهیم که شناختی بهتر از آن‌چه با این پرسش‌ها مطرح می‌شود از موقعیت‌های فیزیکی به‌دست آورند. چون کیفیت شناخت ما به کیفیت ابزار تصویری بستگی دارد، در اختیار داشتن روش‌هایی برای نمایش دستگاه‌ها و جریان انرژی در داخل و در بین آن‌ها برای دانش‌آموزان مفید خواهد بود. دو روشی که برای این منظور توسعه یافته است نمودارهای میله‌ای و نمودارهای جریان انرژی هستند که در زیر شرح داده می‌شوند. پس از آشنایی با تبادل‌های انرژی با استفاده از این تصاویر، دانش‌آموزان بهتر می‌توانند مفهوم کار و گرم شدن را به‌عنوان انواع خاصی از تبادل‌های شناخته شده‌ی قبلی درک کنند.

مشکل متداول دیگر در بین دانش‌آموزان این باور است که کار را هر نیروی وارد بر جسم که تا اندازه‌ای در جهت حرکت آن است انجام می‌دهد. به‌عنوان مثال موقعیتی که در آن این باور گمراه‌کننده است، جسمی خودکار مانند قرصی جهنده را در نظر بگیرید. قرص در مکان مشخصی روی میز گذاشته می‌شود. وقتی قرص به هوا می‌پرد، هیچ انرژی از محیط خارج وارد آن نمی‌شود. حرکت رو به بالای آن به‌علت نیرویی است که میز بر آن وارد می‌کند و باعث شتاب گرفتنش می‌شود. اما هیچ کاری روی قرص انجام نمی‌شود، بلکه صرفاً باز توزیع انرژی در داخل خود قرص صورت می‌گیرد. کاربرد نادقیق $W = F\Delta x\cos\theta$ یا قضیه‌ی کار ـ انرژی ($W = \Delta KE$) باعث می‌شود دانش‌آموزان نتیجه بگیرند روی قرص کار انجام شده است. هیچ کاری به واسطه‌ی «جهش» روی قرص انجام نمی‌شود. این موضوع در بخش ۳-۴ بررسی می‌شود.

هنوز مسئله‌ی دیگری در مورد مفهوم کار وجود دارد که گاهی حتی در کتاب‌های درسی هم تجویز می‌شود. کار انجام شده توسط عامل‌هایی که اصطکاک وارد می‌کنند را نمی‌توان از رابطه‌ی $W = F\Delta x\cos\theta$ محاسبه کرد. به‌رغم این واقعیت، بسیاری از کتاب‌های درسی تأکید می‌کنند که می‌توان از این روش برای محاسبه‌ی کار استفاده کرد. در این‌جا مسئله ناشی از اطلاعات محدود ماست. اندازه‌ی واقعی نیروهایی که در سطح میکروسکوپی در نقاط برخورد اعمال می‌شوند، همین‌طور مسافتی را که این نیروها وارد می‌شوند نمی‌دانیم. کتاب‌های درسی اغلب از نیروی اصطکاک خالص و جابه‌جایی مرکز جرم ـ X_{cm} ـ به‌عنوان متغیرهای مناسب برای قرار دادن در رابطه‌ی $W = F\Delta x\cos\theta$ استفاده می‌کنند. اما این متغیرها مناسب نیستند. بنابراین، دانش‌آموزان با استفاده از فرمول $W = F\Delta x\cos\theta$ برای حل مسائل اصطکاک بی‌دلیل به نتیجه‌های گمراه‌کننده‌ای می‌رسند، در حالی که اغلب نتایج مطلوب صحیح را می‌توان با استفاده از قانون دوم نیوتون به‌دست آورد.

۳. توصیف و نمایش انرژی در دستگاه

در برخورد دقیق با انرژی، مسیر مقدار انرژی ذخیره شده در بخش‌های مختلف را دنبال، همین‌طور منابع انرژی و گیرنده‌هایی را که در هر تبادل انرژی وجود دارند شناسایی می‌کنیم. این کار با استفاده از نمودارهای میله‌ای انرژی (که آلن وان هیولن[۲] مبلغ آن است) به سادگی انجام می‌شود. منابع و دریافت‌کنندگان انرژی را می‌توان با استفاده از نمودار گردش انرژی (که اعضای هیأت علمی بخش آموزش فیزیک دانشگاه کارلسروهه آلمان انجام داده‌اند)[۳] به‌سادگی دنبال کرد. گرچه گروه کارلسروهه یک برنامه‌ی آموزش فیزیک کاملاً منسجم با استفاده از انرژی به‌عنوان مفهوم وحدت‌بخش توسعه داده است، اما ما فقط بخش کوچکی از برنامه‌ی کار آن‌ها را دنبال می‌کنیم.

در بسیاری از دوره‌های فیزیک مقدماتی، انرژی به‌صورت انرژی گرمایی، انرژی جنبشی، انرژی گرانشی، انرژی الکتریکی، انرژی کشسانی و غیره مشخص می‌شود. با وجود این نام‌های متداول، مهم است دانش‌آموزان بدانند که انرژی شکل‌های مختلف ندارد. نام متمایز به دلیل دستگاه‌های مختلفی است که انرژی در آن‌ها ذخیره می‌شود و نه به‌خاطر شکل‌های مختلف انرژی. انرژی، فقط انرژی است، مثلاً، انرژی گرمایی مربوط به دستگاه «گرمایی» موجود در جسم، یعنی مربوط به تمام دستگاه‌های نوسانگر در مقیاس اتمی است؛ انرژی جنبشی انتقالی به دستگاه مرکز جرم جسم، انرژی کشسانی به دستگاه ساختاری، انرژی گرانشی به میدان گرانشی، و انرژی الکتریکی به میدان الکتریکی مربوط می‌شود. «انبارهای» مختلف نام‌های متفاوت را به‌وجود می‌آورند، نه «انواع» مختلف انرژی.

همین‌طور باید توجه کرد که اصطلاح انرژی پتانسیل در این مقاله ربطی به چگونگی ذخیره‌سازی انرژی ندارد. این کار به دو دلیل انجام شده است. اول این که معمولاً می‌گویند انرژی جنبشی وجود دارد و نوعی انرژی ذخیره شده که به آن انرژی پتانسیل می‌گویند. در واقع، تمام انرژی‌ها در موجود فیزیکی ذخیره می‌شدند و نه فقط چیزی که به اصطلاح انرژی پتانسیل نامیده می‌شود. مثلاً، انرژی جنبشی در ذرات متحرک و چرخ لنگر و غیره ذخیره می‌شود و می‌تواند منتقل شود. بنابراین، توصیف برخی انواع انرژی به‌عنوان پتانسیل (به معنی ذخیره شده) و جنبشی (ذخیره نشده) ساختگی و گمراه‌کننده است. بنابراین، گاهی انرژی پتانسیل را به‌عنوان انرژی بالقوه درنظر می‌گیرند. البته، انرژی پتانسیل همان‌قدر واقعی است که هر انرژی دیگر ذخیره شده در جسم.

توجه به این نکته جالب است که انرژی گرانشی را نمی‌توان به‌صورت انرژی ذخیره شده در جسم مرتفع درنظر گرفت. بعضی دانش‌آموزان فکر می‌کنند خود جسم می‌تواند انرژی جنبشی، انرژی گرمایی، یا انرژی گرانشی داشته باشد. با این همه، هرگاه مقداری

انرژی در موجودی تبدیل یا باز توزیع شود، یک یا چند متغیر حالت آن موجود تغییر خواهد کرد. چون هنگام بالا رفتن یا پایین آمدن هیچ یک از ویژگی‌های جسم تغییر نمی‌کند، پس نمی‌توان فرض کرد که انرژی گرانشی در این جسم وجود دارد. بعضی‌ها می‌گویند انرژی گرانشی ویژگی دستگاه متشکل از جسم جذب‌شونده‌ی موردنظر و فاصله‌ی آن‌ها متغیر حالتی است که با مقدار انرژی گرانشی تغییر می‌کند. اگر این گفته درست باشد با این مسئله روبه‌رو می‌شویم که انرژی در کجای دستگاه ذخیره می‌شود؛ اگر دستگاه فقط از دو جسم تشکیل شده باشد و هیچ کدام از آن‌ها انرژی گرانشی نداشته باشند، به نظر می‌رسد هیچ جایی نیست که در آن انرژی وجود داشته باشد. باید بخش گمشده‌ی دستگاه میدان گرانشی را بشناسیم. فرض می‌کنیم انرژی گرانشی در میدان گرانشی ذخیره شده است. مطالب بیشتر درباره‌ی میدان گرانشی به عنوان مخزن انرژی را می‌توان در مقاله **استوسل**[3] یافت.

اگر مدعی آن باشیم که انرژی در میدان گرانشی ذخیره شده است، و هر تغییری در محتوای انرژی با تغییر در چیزی که آن را ذخیره می‌کند مشخص شود، در هنگام به‌دست آوردن یا از دست دادن انرژی چه تغییری در میدان رخ می‌دهد؟در تصویر نیوتونی از گرانش، شدت میدان گرانشی تغییر می‌کند. مثلاً، اگر شهاب‌سنگی به زمین بیفتد، انرژی گرانشی موجود کمتر از قبل از افتادن آن می‌شود. اما، اکنون زمین دارای جرم بیشتر و میدان گرانشی اندکی قوی‌تر است. پس میدان گرانشی قوی‌تر، دارای انرژی گرانشی کمتر می‌شود. میدان گرانشی عظیم سیاهچاله نشانه‌ی از دست دادن انرژی گرانشی عظیمی است. در نسبیت عام خمیدگی فضازمان به مکان اجسام در فضا بستگی دارد. پس این خمیدگی همان چیزی است که جریان انرژی به درون میدان یا به خارج از آن را تغییر می‌دهد. اگرچه توصیف ذخیره شدن انرژی در میدان‌های گرانشی هنوز در نسبیت عام حل نشده است، اما این مثال خوبی است که نشان می‌دهد چگونه مفاهیم فیزیک مقدماتی می‌توانند به مرزهای دانش نزدیک شوند.

چرا خودمان را گرفتار چیزی مثل خمیدگی فضازمان کنیم که دانش‌آموزان احتمالاً نمی‌توانند آن را اندازه‌گیری کنند. این دردسر را از این رو تحمل می‌کنیم که چیزی به‌دست می‌آوریم، و آن توانایی مجسم کردن جریان انرژی از چیزی به چیز دیگر است که تغییراتی را در دهنده و گیرنده به‌وجود می‌آورد. این موضوع به دانش‌آموزان امکان می‌دهد تا انتقال‌های انرژی را به جای مفهوم گمراه‌کننده و بی‌معنی تغییر انرژی از شکلی به شکل دیگر، برحسب موجودات فیزیکی با معنی و متغیرها بیان کنند.

۳-۱ نمودارهای میله‌ای

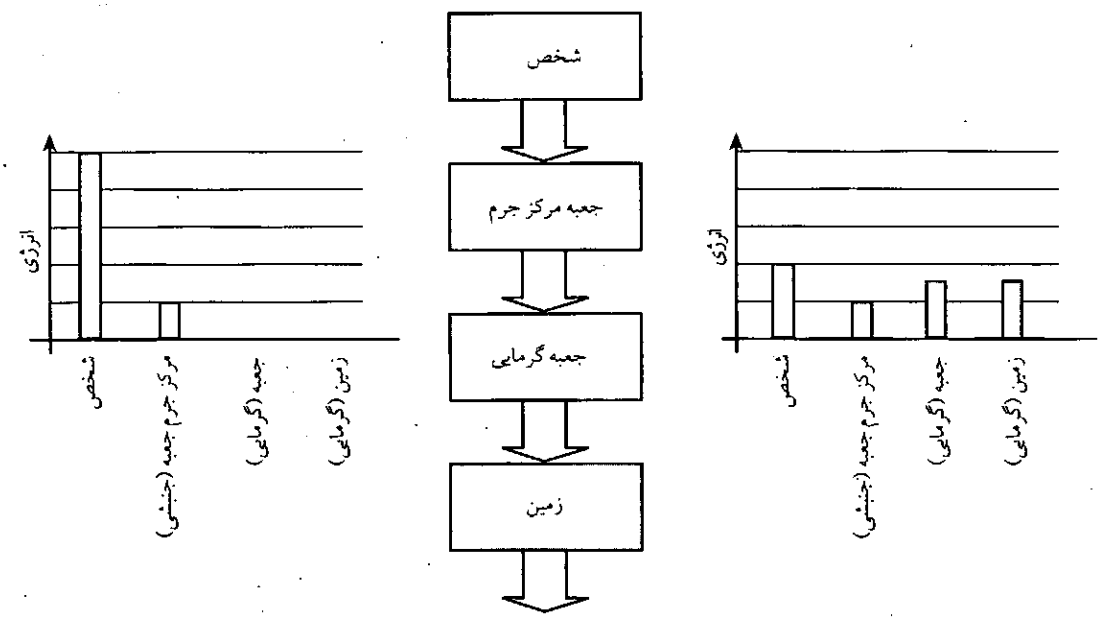
جریان انرژی در داخل دستگاه و بین دستگاه‌های مختلف را می‌توان با نمودارهای جریان انرژی نشان داد. این نمودارها نشان می‌دهند که چطور دستگاه از حالت اولیه به حالت نهایی می‌رود. برای تشکیل نمودار جریان انرژی، چیزهای درگیر در برهم‌کنش‌های موردنظر را با مستطیل‌های نام‌گذاری‌شده مشخص می‌کنیم. بنابراین، هر مستطیل نشان‌دهنده‌ی یک مخزن انرژی یعنی چیزی است که در جریان برهم‌کنش‌ها مقداری انرژی به‌دست می‌آورد یا از دست می‌دهد. این مستطیل‌ها نظیر ستون‌های انرژی در نمودارهای میله‌ای هستند. روان شدن انرژی از یک مخزن به مخزن دیگر با چند پیکان نشان داده می‌شود که عرض آن‌ها را می‌توان شاخصی از مقدار انرژی منتقل شده در گذار از حالت اولیه به حالت نهایی درنظر گرفت.

با تعیین این‌که دستگاه موردنظر انرژی به‌دست آورده یا از دست داده است می‌توان از مشکلات مربوط به علامت قراردادی کار (W) انجام شده به‌وسیله‌ی دستگاه یا کار انجام شده روی آن برای مبتدیان اجتناب کرد.

۳-۲-۱ نمودارهای میله‌ای انرژی و نمودارهای جریان انرژی برای مدل ذره آزاد

ابتدا مورد شخصی را درنظر می‌گیریم که جعبه‌ای را با طناب افقی با سرعت ثابت روی سطح ناهموار می‌کشد. این جسم در قلمروی ذره‌ی آزاد قرار می‌گیرد، زیرا نیروی خالص وارد بر آن صفر است. استفاده‌ی نادقیق و مکرر از فرمول $W = \Delta KE$ دانش‌آموز را به این نتیجه می‌رساند که هیچ کاری روی جعبه انجام نمی‌شود، زیرا تغییر انرژی جنبشی آن صفر است. یا ممکن است که کار شخص را از فرمول $W = F\Delta x\cos\theta$ محاسبه، و سپس کار نیروی اصطکاک روی جعبه را هم به همین ترتیب محاسبه کند. دانش‌آموز با استفاده از Δx یکسان برای نیروی اصطکاک و نیرویی که شخص وارد کرده است به این نتیجه می‌رسد که کار نیروی اصطکاک، کاری را که شخص انجام می‌دهد خنثی کرده است.

البته این به ناسازگاری‌هایی می‌انجامد و باعث دردسر دانش‌آموز می‌شود، زیرا جعبه گرم‌تر شده که نشان می‌دهد انرژی گرفته است. بنابراین، کار انجام شده روی جعبه باید بزرگ‌تر از صفر باشد. اگر دانش‌آموز متوجه این موضوع شود، به جای تلاش برای فهمیدن این‌که چگونه می‌توان به‌طور صحیح از فرمول $W = F\Delta x\cos\theta$ برای نیروی اصطکاک استفاده کرد (نه این‌که آن را کاری بدیهی درنظر گرفت!)، یا اگر با وجود معتبر نبودن قضیه‌ی



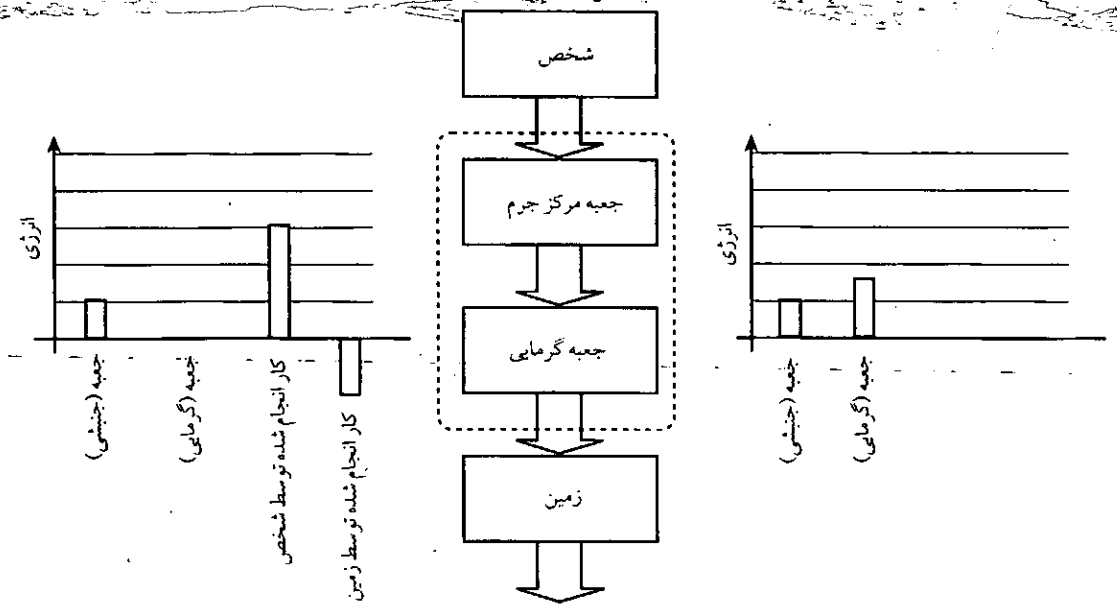
شکل ۱ . نمودار میله‌ای انرژی برای جعبه‌ای که روی زمین کشیده می‌شود .

کار ـ انرژی از آن برای دستگاه استفاده کند ، می‌تواند با استفاده از نمودارهای میله‌ای انرژی و نمودارهای جریان انرژی ، این کار را به‌صورت کیفی دقیق‌تر و قانع‌کننده‌تر انجام دهد .

اکنون بگذارید از این نمودارها برای شخصی که در شکل ۱ جعبه را می‌کشد استفاده کنیم . ابتدا باید دستگاه موردنظر را مشخص کنیم . این کار برای بیشتر دانش‌آموزان مشکل است . شاید معلوم نباشد که باید کدام یک را به‌حساب آورد و کدام یک را کنار گذاشت . یک راه انجام این کار تلاش در جهت شناسایی چیزهایی است که انرژی مبادله می‌کنند . این کار با مشخص کردن اجسامی صورت می‌گیرد که به گونه‌ای تغییر می‌کنند . دستگاه ما از شخص ، جعبه ، و زمین تشکیل شده است که تمام آن‌ها در این فرایند تغییر کرده‌اند . دو زیر دستگاه متفاوت از جعبه وجود دارد که در این مثال انرژی ذخیره می‌کنند . یکی زیر دستگاه مرکز جرم است که انرژی جنبشی ذخیره می‌کند ، دیگری زیر دستگاه گرمایی است که انرژی گرمایی ذخیره می‌کند . بنابراین ، چهار جعبه می‌کشیم ، یکی برای شخص ، دو تا برای جعبه (هر کدام برای یک زیر دستگاه) ، و یکی برای زمین .

سپس باید حالت اولیه‌ی دستگاه را ، یعنی هنگامی که جعبه با سرعت ثابت شروع به لغزیدن می‌کند ، تعریف کنیم . حالت اولیه دستگاه با نمودار میله ای انرژی در سمت چپ نشان داده می‌شود . هر کدام از این چیزها در دستگاه را با یک میله مشخص می‌کنیم . شخص مقداری انرژی دارد و جعبه مقداری انرژی جنبشی . پس از آن باید حالت نهایی دستگاه را مشخص کنیم . جعبه مدتی با سرعت ثابت لغزیده است . حالت نهایی با نمودار سمت راست نشان داده شده است . شخص به دلیل انجام کار برای کشیدن جعبه خسته شده است . جعبه دارای همان مقدار انرژی جنبشی است ، ولی جعبه و زمین اکنون به دلیل اصطکاک با هم گرم شده‌اند . توجه کنید که جعبه در نمودار حالت نهایی دو میله خواهد داشت . زیرا جعبه دو زیر دستگاه دارد ، زیر دستگاه مرکز جرم که به آن انرژی جنبشی نسبت می‌دهیم و زیر دستگاه گرمایی که منظورمان از آن کل نوسانگرهای اتمی و مولکولی در جعبه است . سپس ، می‌توانیم با رسم پیکان‌هایی برای انتقال انرژی فرایندی را که در آن دستگاه از حالت اولیه به حالت نهایی می‌رود توصیف کنیم .

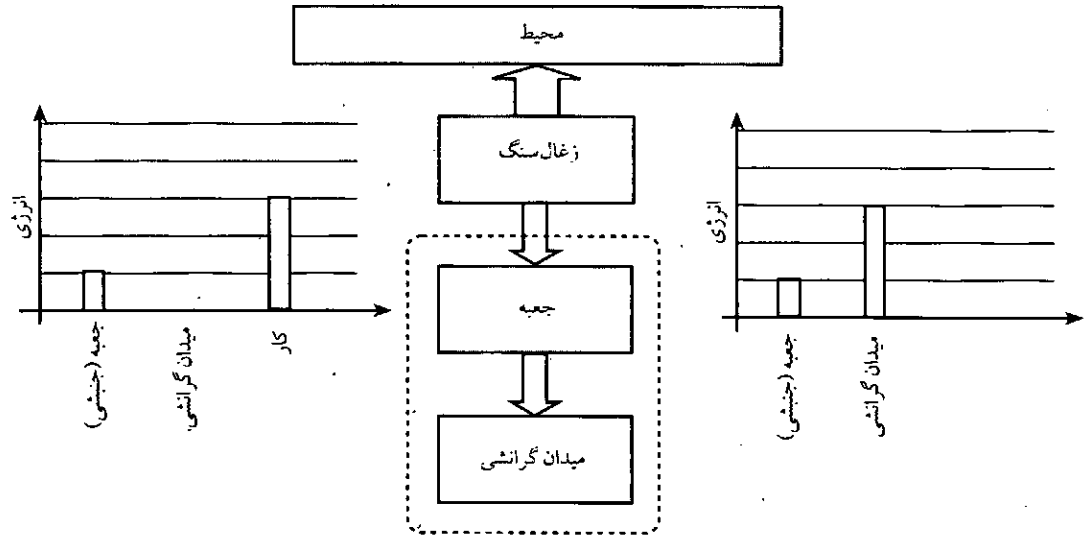
این نمودار جریان انرژی به‌هیچ وجه ساده‌ترین نمودار نیست . انرژی‌ای که شخص به جعبه می‌دهد در مکان‌های بی‌شمار در طول سطوح در تماس با هم به ساختارهای مولکولی جعبه و زمین منتقل می‌شود که آن را انرژی «گرمایی» می‌نامیم . مقداری از انرژی که شخص به جعبه داده است در دستگاه جعبه باقی می‌ماند و مقداری از این انرژی به زمین منتقل می‌شود ، درنتیجه هر دوی آن‌ها گرم‌تر می‌شوند . این فرایند با نمایش جریان انرژی به دستگاه گرمایی جعبه با پیکان ضخیم‌تر و جریان انرژی به زمین با پیکان باریک‌تر نشان داده می‌شود . در پایان فرایند ، اگرچه سرعت جعبه ثابت مانده است ، اما جعبه انرژی بیشتری دارد . دانش‌آموزان به این فکر می‌افتند که در چه مرحله‌ای باید سرد شدن جعبه و زمین و گرم شدن محیط را در نظر بگیرند . البته ، اگر پس از توقف مدتی صبر کنیم ، تمام آن‌ها سرد خواهند شد . وضعیت نهایی موضوعی است که به‌عنوان هدف نهایی توصیف انرژی خاصی تعیین می‌شود . معمولاً باید به دانش‌آموزان گفته شود از ابهام زیاد دوری کنند .



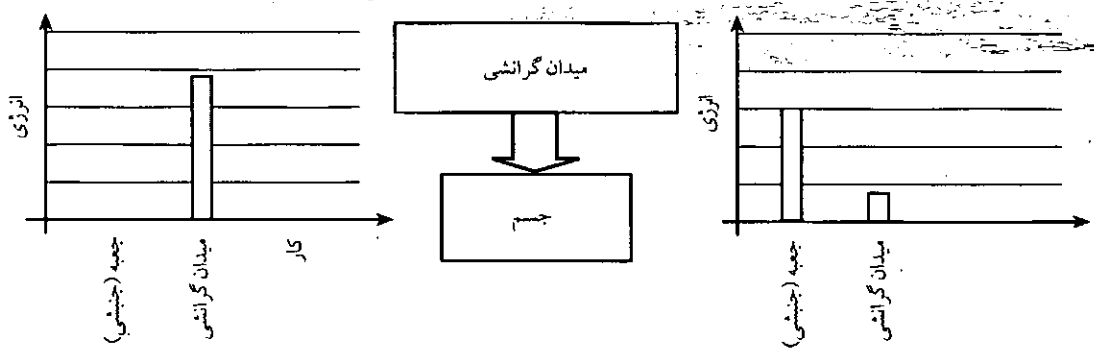
شکل۲ . تعیین جعبه به عنوان دستگاه مورد نظر

جالب است توجه کنیم که اگر فقط جعبه را به‌عنوان دستگاه در نظر بگیریم، نمودار میله‌ای انرژی چه تغییری می‌کند (شکل ۲). این حالت را می‌توان با رسم نقطه‌چینی در اطراف جعبه برای نمایش مرز دستگاه در نمودار جریان انرژی نشان داد. نمودارها مربوط به شخصی است که جعبه را می‌کشد.

همان‌طور که قبلاً گفتیم دانش‌آموزانی که صرفاً از رابطه‌ی $W = F\Delta x\cos\theta$ استفاده می‌کنند می‌گویند که هیچ کار خالصی روی جعبه انجام نمی‌شود. بسیاری از کتاب‌ها هم همین ادعا را دارند. اما روی جعبه کار خالص انجام شده است. با استفاده از نمودار جریان انرژی درمی‌یابیم که به دلیل نیروی وارد از شخص، انرژی از مرز دستگاه به جعبه جریان پیدا می‌کند و به انرژی‌ای که از این راه وارد دستگاه می‌شود کار می‌گوییم. با این همه، برای فهمیدن این‌که چه اتفاقی افتاده است لازم نیست آن را کار بنامیم. همین‌طور، به دلیل نیروی اصطکاک در مرز دستگاه، انرژی از جعبه به زمین جریان می‌یابد. به این مقدار انرژی نیز «کار» گفته می‌شود. چون مقداری انرژی گرمایی در جعبه باقی می‌ماند که با افزایش دما مشخص می‌شود، می‌توان گفت که انرژی جعبه بیشتر از قبل است. مقدار انرژی که جعبه به دست آورده برابر مقدار کار خالص انجام شده روی آن است. بدین‌ترتیب از این خطا که روی جعبه کار خالصی انجام نشده اجتناب می‌شود. اگرچه هیچ راه ساده و سریعی برای محاسبه‌ی مقدار کاری که به دلیل اصطکاک روی جعبه انجام می‌شود وجود ندارد.



شکل۳ . نمودارهای میله‌ای انرژی و نمودارهای جریان انرژی برای جعبه‌ای که با موتور الکتریکی بالا برده می‌شود.



شکل۴ . نمودارهای میله‌ای انرژی و نمودار جریان انرژی برای جسمی که سقوط آزاد می‌کند .

چرا رابطه‌ی $W = F\Delta x\cos\theta$ مشخص نمی‌کند که زمین چه کاری روی جعبه انجام می‌دهد؟ در مورد چگونگی استفاده از این رابطه نکته‌ی ظریفی وجود دارد . این موشکافی‌ها در مقاله‌ی **شروود**[4] و **برنارد**[5] بررسی شده‌اند . جزئیات چگونگی به‌وجود آمدن نیروی اصطکاک در مقیاس میکروسکوپی پیچیده است . در نقاطی که این نیروها اعمال می‌شوند نه اندازه‌ی واقعی نیرو را می‌دانیم و نه فاصله‌ای را که در آن اثر می‌کنند . علاوه بر آن ، $W = K\Delta E$ ، $W = F\Delta x\cos\theta$ برای یک ذره تعریف شده‌اند و ذره‌ها انرژی درونی ندارند ، زیرا طبق تعریف دارای هیچ ساختاری نیستند . به‌طور کلی نباید از رابطه‌ی $W = F\Delta x\cos\theta$ برای محاسبه‌ی کاری استفاده کرد که نیروهای اصطکاک انجام می‌دهند . زیرا مدل ذره‌ای برای اجسامی که انرژی درونی آن‌ها تغییر می‌کند معتبر نیست . بنابراین نمودارهای جریان انرژی را می‌توان ساده‌تر رسم و تفسیر کرد .

مثال بعد (شکل ۳) در مورد جعبه‌ای است که موتوری آن را با سرعت ثابت به‌طور عمودی بالا می‌برد . انرژی عمدتاً از نیروگاه برق به شکل گرما وارد محیط می‌شود ، همین‌طور به دلیل نیروهای الکتریکی داخل موتور (همان چیزی که کار نامیده می‌شود) از مرز دستگاه می‌گذرد و سپس به جعبه‌ای منتقل می‌شود که بالا می‌رود . اما انرژی در جعبه‌ای ذخیره می‌شود که با سرعت ثابت بالا می‌رود . جعبه هیچ تغییری نمی‌کند یعنی انرژی آن کم یا زیاد نمی‌شود . پس انرژی در کجا ذخیره می‌شود؟ انرژی در خود میدان گرانشی ذخیره می‌شود . این انرژی را انرژی گرانشی می‌نامیم و از به‌کار بردن انرژی پتانسیل جعبه اجتناب می‌کنیم ، زیرا این انرژی را به‌هیچ‌وجه نمی‌توان مانند انرژی جنبشی یکی از ویژگی‌های جعبه در نظر گرفت .

۳ـ۳ . نمودار جریان انرژی برای مدل ذره‌ای که نیروی ثابت بر آن وارد می‌شود

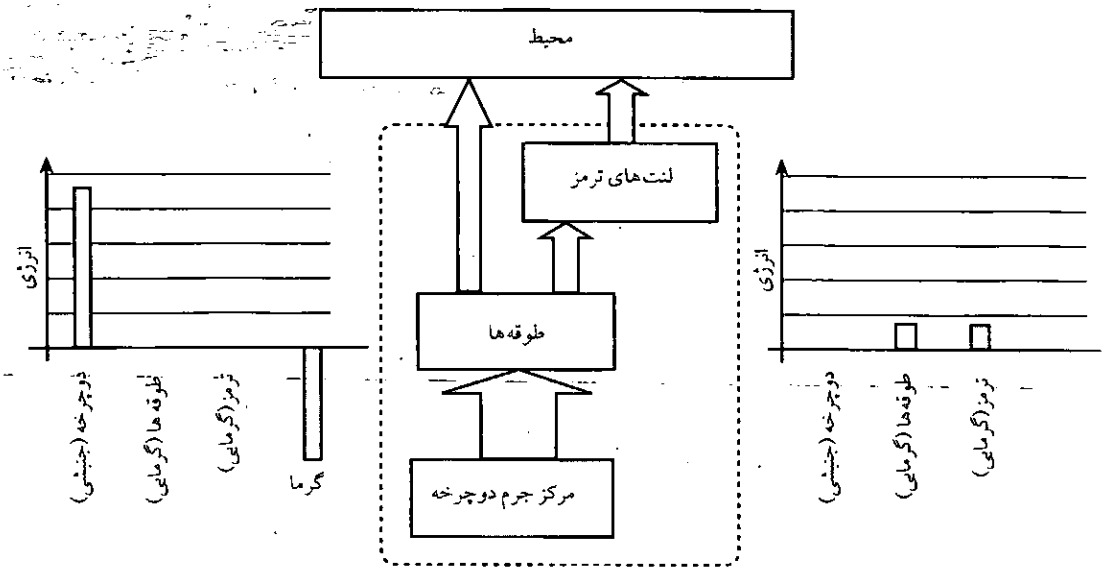
حال جسمی را در نظر می‌گیریم که نیروی ثابتی (نه اصطکاک) بر آن وارد می‌شود . در این مورد انرژی ورودی به جسم و انرژی خروجی از آن به‌عنوان انرژی جنبشی در جسم ذخیره می‌شود . برای جسمی که سقوط آزاد می‌کند ، این انرژی با انرژی میدان گرانشی زمین مبادله می‌شود (شکل ۴) . در این مورد انرژی از میدان گرانشی به جسم منتقل و به‌صورت انرژی حرکت (انرژی جنبشی) در آن ذخیره می‌شود .

وقتی دوچرخه‌ای متوقف می‌شود (شکل ۵) ، انرژی جنبشی ذخیره شده در آن به ترمزهای گاز انبری و طوقه‌های چرخ منتقل و در ساختارهای اتمی و مولکولی (به‌صورت انرژی درونی) ذخیره می‌شود . نمایش مطلوبی از این فرایند را می‌توان به‌صورت زیر طراحی کرد . ابتدا دستگاه را مشخص می‌کنیم سپس حالت اولیه‌ی دستگاه و در مرحله‌ی پس از آن حالت نهایی دستگاه را توصیف ، و سرانجام چگونگی جریان انرژی در این فرایند را رسم می‌کنیم .

ابتدا دستگاه مورد نظر را مشخص می‌کنیم . دستگاه مورد نظر ما دوچرخه است . اما دوچرخه زیردستگاه‌هایی هم دارد که به آن‌ها هم علاقه‌مندیم . همان‌طور که گفتیم ، لنت‌های ترمز و طوقه‌های چرخ گرم می‌شوند . بنابراین ، آن‌ها را به‌عنوان زیر دستگاه‌های دوچرخه در نظر می‌گیریم . انرژی جنبشی مربوط به زیر دستگاه دیگر دوچرخه یعنی زیر دستگاه مرکز جرم است .

سپس حالت اولیه‌ی دستگاه را در نمودار میله‌ای انرژی در سمت چپ توصیف می‌کنیم . حالت اولیه دوچرخه پیش از تمرکز کردن است . در مرحله‌ی بعد حالت نهایی دستگاه در نمودار میله‌ای سمت راست نمایش داده می‌شود . در حالت نهایی ، دوچرخه متوقف شده است . فرایندی که در آن دستگاه به حالت نهایی می‌رود در نمودار جریان انرژی نشان داده می‌شود . وقتی دوچرخه متوقف شد ، با سرد شدن لنت‌های ترمز انرژی وارد هوا شده و بین مولکول‌های آن پخش می‌شود . سرانجام طوقه‌های چرخ و لنت‌های ترمز سرد می‌شوند و تمام انرژی وارد محیط می‌شود . شکل نمودار حالت نهایی بستگی به این دارد که زمان نهایی را چه‌قدر دقیق تعریف کنیم .

مقدار انرژی که در هنگام سرد شدن ترمزها و طوقه‌ها (با عبور از مرز دستگاه) وارد هوا می‌شود را گرما می‌نامیم ، اما برای درک وضعیت لازم نیست آن را گرما بنامیم . جالب است توجه کنیم که



شکل۵. نمودارهای میله‌ای انرژی و نمودار جریان انرژی برپا دوچرخه‌ای که برای توقف ترمز می‌گیرد.

اگر دوچرخه نلغزد، کار بسیار کمی انجام می‌دهد که در این‌جا آن را نادیده می‌گیریم. اگر از قضیه‌ی کار-انرژی استفاده می‌کردیم، شاید دانش‌آموز فکر می‌کرد نیروی جاده کار زیادی روی دوچرخه انجام داده است. اما قضیه‌ی کار انرژی در این‌جا معتبر نیست، زیرا دوچرخه ذره نیست و دارای ساختار است. در واقع، دانش‌آموز باید توجه کند که انرژی چندانی به جاده منتقل نمی‌شود!

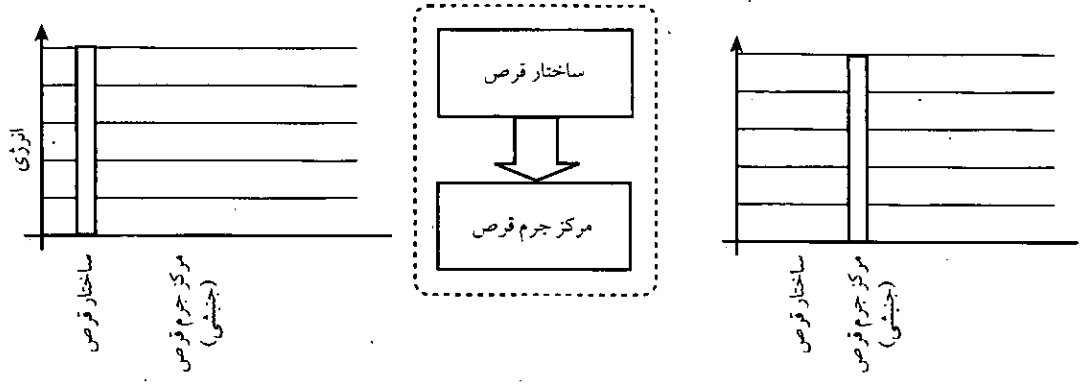
۳-۴ نمودار جریان انرژی برای پرش قرص جهنده

قبلاً گفتیم حتی اگر انرژی جنبشی «قرص‌های جهنده» به طور قابل ملاحظه‌ای تغییر کند، روی آن‌ها کاری انجام نمی‌شود. برای نمایش این قرص، برنامه‌ی قبلی را دنبال می‌کنیم. ابتدا چیزهایی را که در تبادل انرژی درگیرند را شناسایی می‌کنیم. در مورد قرص جهنده می‌دانیم که انرژی جنبشی قرص تغییر می‌کند. انرژی جنبشی انتقالی را به مرکز جرم قرص نسبت می‌دهیم. مرکز جرم دستگاه این انرژی را از کجا می‌گیرد؟ این انرژی در ساختار فشرده قرص ذخیره شده است. پس، انرژی ذخیره شده‌ی پیش از پرش را به چیزی نسبت می‌دهیم که «ساختار» قرص نامیده می‌شود. این تمام آن چیزی است که برای به حساب آوردن جهش باید در نظر بگیریم. دومین مرحله، مشخص کردن حالت اولیه‌ی دستگاه است. این حالت اولیه مربوط به وقتی است که قرص مچاله می‌شود و روی میز قرار می‌گیرد.

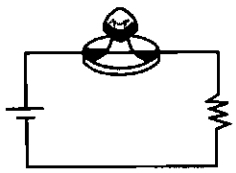
در مرحله‌ی بعد حالت نهایی دستگاه را مشخص می‌کنیم: حالت نهایی درست پس از بازگشت قرص به شکل اولیه و پیش از بلند شدن محسوس آن است. سپس پیکان‌های نمودار جریان انرژی را رسم می‌کنیم. نمودار میله ای و نمودار جریان انرژی مانند شکل۶ خواهد بود.

۳-۵ انرژی در مدار الکتریکی

شک نیست که مفهوم انرژی در تمام شاخه‌های فیزیک اهمیت زیاد دارد. از نمایش‌های ارائه شده در این مقاله می‌توان در



شکل۶. نمودارهای میله‌ای انرژی و نمودار جریان انرژی برای «پرش» قرص جهنده



شکل۷. یک مدار ساده

شاخه‌های دیگر فیزیک هم استفاده کرد. در این‌جا مثالی از یک مدار الکتریکی ساده حاوی پیل خشک، سیم مسی، لامپ، و مقاومت را در نظر می‌گیریم که به‌صورت سری به‌هم متصل شده‌اند. سپس نشان می‌دهیم که چگونه می‌توان از نمودارهای جریان انرژی استفاده کرد.

معمولاً این مدارها حالت‌های اولیه و نهایی خوش تعریفی چون دستگاه‌های مکانیکی در فیزیک مقدماتی ندارند. چون روان شدن جریان فرایندی مداوم است برای نشان دادن با نمودار جریان انرژی بسیار مناسب به‌نظر می‌رسد (شکل۷)

توجه کنید که انرژی مدار با عبور جریان از قطعه‌های دارای مقاومت کاهش می‌یابد. دانش‌آموزان اغلب به اشتباه می‌پندارند که با روان شدن جریان در مدار بار مصرف می‌شود. در واقع، این انرژی روان است که در مدار «مصرف می‌شود» یعنی انرژی از دستگاه مدار به محیط منتقل می‌شود. این یک مورد از درک شهودی پاکیزه‌ی وابسته به مفهومی غلط است.

بررسی چگونگی ورود انرژی به لامپ آموزنده است. انرژی را پیل خشک تأمین می‌کند. در حالی که شاید مفید باشد بگوییم جریان الکتریکی حامل این انرژی است، معلوم می‌شود که میدان الکترومغناطیسی ناشی از پیل خشک، بارها و جریان در مدار، بهترین راه برای درنظر گرفتن انرژی خروجی از پیل و رسیدن به قطعه‌های مدار است. این انرژی کاری است که روی قطعه‌های مدار انجام می‌شود، زیرا میدان الکترومغناطیسی به حاملان بار در مدار نیرو وارد می‌کند. از سوی دیگر، بخشی از این انرژی در مدار خارج می‌شود زیرا مدار گرم‌تر از محیط اطرافش می‌شود (که به آن گرمایش می‌گوییم). بخشی از انرژی هم به‌صورت نور گسیل می‌شود. این روش انتقال انرژی در قانون اول ترمودینامیک (معادله‌ی۲) ذکر نشده است. برای این‌که قانون کلی و برای مدار ما مناسب شود باید تابش را راهی برای ورود یا خروج انرژی به دستگاه به همراه W و Q در نظر بگیریم. اگر R را مقدار انرژی‌ای درنظر بگیریم که دستگاه از طریق تابش دریافت می‌کند، دو پیکان از لامپ به محیط رسم می‌کنیم تا هم گرم شدن و هم مقدار کمتر جریان تابش را به حساب آورده باشیم.

$$\Delta E = Q - W + R \qquad (۳)$$

۴. خلاصه

مشکلات دانش‌آموزان با مفهوم کار می‌تواند ناشی از در نظر گرفتن کار تنها به‌صورت $W = F\Delta x \cos\theta$ باشد. چون شناخت کار به درک طرز کار انرژی در دستگاه نیاز دارد. دانش‌آموزان باید ابتدا با چگونگی جریان انرژی در دستگاه‌های مورد نظر فیزیک مقدماتی آشنا باشند. قانون اول ترمودینامیک $\Delta E = Q - W$ بینش عمیق‌تر و ساده‌تری از رابطه‌ی $W = F\Delta x \cos\theta$ در مورد سرشت کار و انرژی به‌وجود می‌آورد. نمودارهای میله‌ای انرژی و نمودار جریان انرژی، ابزارهای مفیدی برای نمایش فرایندهای انرژی در اختیار دانش‌آموزان می‌گذارد، زیرا هم کار و هم پایستگی انرژی را نشان می‌دهند. وقتی از رابطه‌ی $W = F\Delta x \cos\theta$ به درستی استفاده شود و هنگامی که نکته‌های ظریفی مانند نیروهای اصطکاک مانع از بهره‌برداری از آن نشوند، می‌توان از این رابطه استفاده کرد. به این ترتیب دانش‌آموزان قادر به بهره‌برداری مناسب از آن هستند و همین‌طور محدودیت‌های عملی آن را می‌شناسند. با این همه، باید آن را به‌طور مشخص برای ذخیره‌ی انرژی و تبادل‌های آن در نظر گرفت.

مرجع:

http://modling.asu.edu/making work work.pdf

زیرنویس:

1. Gregg Swackhamer
2. Alan Van Heuvelen
3. Stössel
4. Sherwood
5. Bernard

منابع:

i- Alan van Heuvelen, ActivePhysics, Addison-Wesley(Reading, MA, 1995).

ii- G.Falk and F.Herrmann, eds., Konzepteeineszeitgem ässenPhysikunterrichts, 5 Vols., (Schroedel Verlag, Hannover, 1982).

iii-W.Stössel, "Die Rolle der Energie in der Mechanik," in Falk and Herrmann, eds., Konzepteeineszeitgemaessen- Physikunterrichts, (Schroedel Verlag, Hannover, 1982), Vol. V, pp.48 ff.

iv- Misner, Thorne, and Wheeler, Gravitation, (Freeman, San Fransisco, 1973), pp. 466 ff., pp.603f.

v-S.Hayward, Quasi-local gravitational energy, Phys.Rev.D, 49(1994) 831-839.

vi-6B.A.Sherwood and W.H.Bernard, "Work and heat teansfer in the presence of sliding friction," Am.J.Phys., 52,pp.1001-1007 (1984).

آموزشی

آزمایشگاه مجازی

شیوه‌ای کارآمد برای آموزش فیزیک

سلیمان معروفی و سلیمان آوری
دبیر دبیرستان‌های شهرستان مهاباد

هر اندیشه یا بخشی از دانش را می‌توان چنان ساده کرد که هر یادگیرنده‌ای بتواند آن را با وضوح کامل بفهمد.
بروتر

چکیده

با ورود به عصر اطلاعات، نهادهای آموزشی از نخستین نهادهایی بودند که دستخوش تغییرات اساسی شدند و آموزش مجازی به‌عنوان الگویی جدید، این حوزه را متحول ساخت. با توجه به قابلیت‌های بسیار بالای این نوع آموزش و حجم عظیم تقاضا برای آن، و ناتوانی نظام آموزشی کنونی در پاسخگویی به آن، در ضرورت به‌کارگیری و اهمیت آموزش مجازی تردیدی وجود ندارد.

یکی از نیازهای اساسی در آموزش علوم پایه به‌ویژه فیزیک نیاز به آزمایشگاه است، که متأسفانه با توجه به مشکلاتی که برای استفاده از آزمایشگاه وجود دارد معلمان چنان‌که باید از آن بهره نمی‌گیرند. لذا در این مقاله سعی شده است ضمن اشاره به ضرورت و اهمیت استفاده از آزمایشگاه مجازی نمونه‌های عملی از کاربرد آزمایشگاه مجازی در آموزش فیزیک دبیرستانی مطرح گردد؛ در پایان پیشنهادهایی برای استفاده از آزمایشگاه مجازی در مدارس ارائه شده است.

مقدمه

با ورود به عصر اطلاعات نهادهای آموزشی از نخستین نهادهایی بودند که دستخوش تغییرات اساسی شدند، ورود به عصر فناوری اطلاعات نظام آموزش و پرورش را در زمینه به‌کارگیری امکانات، نحوه تدریس و آموزش و پرورش متحول ساخته است. استفاده مؤثر از فناوری در جهان امروز سبب گسترش وسیع فرصت‌های یادگیری و دسترسی آسان به منابع تحصیلی و آموزشی شده است. به‌گونه‌ای که این امر با روش‌های سنتی اصولاً قابل تصور نیست. به‌کارگیری فناوری اطلاعات در آموزش و پرورش نه تنها عامل تسریع و تسهیل فراوان و هم‌چنین ارتقای کیفیت آموزشی شده است، بلکه باعث تغییر مفاهیم و مبانی آموزش سنتی نیز گردیده است. لذا میزان اهمیت و اتکا بر کتاب و مواد درسی هر کلاس، نحوه ارزیابی روش‌های تدریس، میزان یادگیری، چگونگی رابطه‌ی معلم و دانش‌آموز، همگی از مواردی هستند که با بهره‌گیری از فناوری اطلاعات متحول شده است.

با پیدایش فناوری جدید و در عصر اینترنت آموزش علوم تجربی نیز دستخوش تغییراتی شده است به گونه‌ای که دیگر روش‌های قدیمی مرسوم در بسیاری از کشورهای پیشرفته و یا در حال توسعه پاسخگو نیست. در آموزش فیزیک مشکلات زیادی وجود دارد زیرا بسیاری از مفاهیم انتزاعی هستند و برای دانش‌آموزان قابل درک نیستند و فقط با ارائه مدل و وسیله‌های کمک‌آموزشی مناسب است که می‌توان آن‌ها را ملموس‌تر و قابل فهم‌تر ساخت (طاهری، ۱۳۸۵).

امروزه شبیه‌سازی در تار و پود علوم دنیای کنونی رسوخ کرده و در این راستا نرم‌افزارهای شبیه‌سازی بسیاری با کاربردهای گوناگون ارائه گردیده است. شبیه‌سازی رایانه‌ای امکان بررسی و مطالعه دستگاه‌ها را با صرف حداقل زمان، هزینه و خطرات، و با قدرت زیاد مانند محیط واقعی را به راحتی فراهم می‌کند. با استفاده از برنامه‌های شبیه‌سازی شده رایانه‌ای می‌توان تا حدودی مشکلاتی را که برای آموزش علوم وجود دارد برطرف کرد. از جمله برنامه‌های شبیه‌سازی شده، آزمایشگاه مجازی است که دانش‌آموزان می‌توانند به وسیله‌ی آن به گستره‌ی وسیع‌تری از آزمایش‌های فیزیک دست پیدا کنند. با توجه به این‌که معمولاً در مدارس ایران، انجام آزمایش‌ها به دلایل کمبود مواد و وسایل، نبود فضای مناسب آزمایشگاه، خطرات آزمایش و... امکان‌پذیر نیستند، کاربرد نرم‌افزارهای شبیه‌سازی کاملاً منطقی به‌نظر می‌رسد.

در این مقاله سعی بر آن است ضمن اشاره به امکانات سخت‌افزاری مورد نیاز برای استفاده از آزمایشگاه مجازی با ارائه پیشنهاد عملی برای توسعه‌ی آزمایشگاه مجازی به مباحث مناسبی اشاره شود که برای طراحی آزمایشگاه مجازی در اولویت هستند؛ و نمونه‌هایی عملی از نرم‌افزارهایی ساخته شده جهت آزمایشگاه مجازی فیزیک معرفی گردد.

امکانات سخت‌افزاری مورد نیاز برای آزمایشگاه مجازی

الف) دستگاه رایانه‌ای با مشخصات:

CPU1000 MHz, 128 MB of RAM, 32 MB GA و یا بالاتر.

ب) پروژکتور چند رسانه‌ای یا (یک دستگاه برای هر واحد آموزشی (مستقر در اتاق رایانه یا آزمایشگاه)

ج) داشتن فضای کافی در هر واحد آموزشی (اتاق رایانه یا آزمایشگاه)

ارائه راه کار عملی برای توسعه‌ی آزمایشگاه مجازی

معاونت برنامه‌ریزی درسی وزارت آموزش و پرورش کشور با تشکیل یک گروه علمی مرکب از تعدادی از دبیران فیزیک آشنا به علوم رایانه و چند نفر از مهندسان برنامه‌نویسی در چارچوب برنامه آموزش فیزیک متوسطه در کشور، می‌توانند یک مجموعه‌ی کامل و جذاب از نرم‌افزارها را ارائه دهند. این امر از لحاظ اقتصادی نیز هزینه‌ی زیادی دربر ندارد زیرا حجم کلیه‌ی نرم‌افزارها با یک طراحی مفید کمتر از ۶۵۰ MB یعنی کمتر از حجم یک CD خواهد بود که به همراه کتاب درسی قابل توزیع است. واحدهای آموزشی نیز با توان بالقوه‌ای که دارند می‌توانند فضای کافی را مهیا سازند.

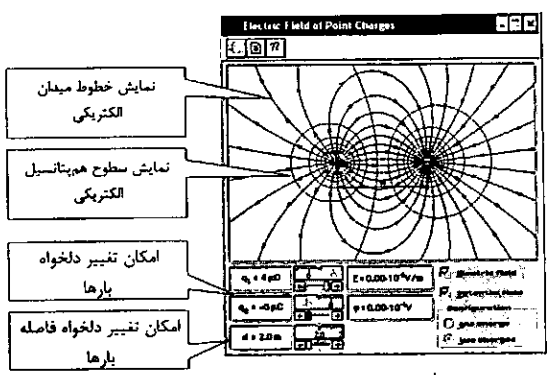
مباحثی از فیزیک که در اولویت برای طراحی نرم‌افزار قرار دارند

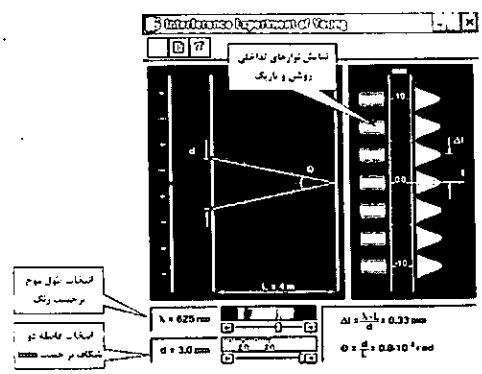
مباحثی مانند حرکت شتاب‌دار و یکنواخت (خطی و دایره‌ای) و نمودارهای آن‌ها، حرکت پرتابی، حرکت نوسانی و سقوط آزاد با نمایش بردارهای سرعت و شتاب که در ضمن حرکت نمودارهای مکان-زمان و سرعت-زمان و شتاب-زمان رسم شوند، تشدید، پدیده‌ی دوپلر، برهم‌نهی امواج، تشکیل سایه و نیم‌سایه، نمایش خسوف و کسوف، تصویر در آینه‌ها (تخت و کروی) و عدسی‌ها (کوژ و کاو)، شکست نور (قانون اسنل ـ دکارت)، نمودارهای مربوط به قانون عمومی گازها، الکتریسیته ساکن (نمایش خط های میدان الکتریکی و سطوح هم‌پتانسیل)، نمایش نیروی وارد بر بار در حال حرکت در میدان مغناطیسی $(\vec{F} = q\vec{v}\times\vec{B})$ و بر سیم حامل جریان $(\vec{F} = i\vec{l}\times\vec{B})$ به صورت سه‌بعدی در مختصات $o-xyz$ نمایش خط های میدان مغناطیسی اطراف پیچه، پدیده فوتوالکتریک، نمودار تابش جسم سیاه.

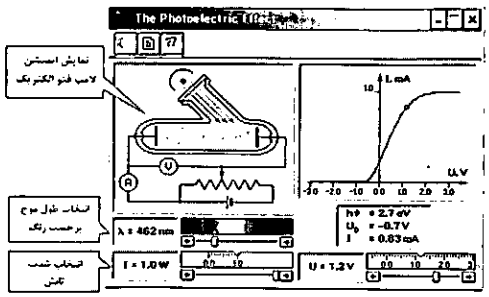
چند نمونه نرم‌افزار مفید جهت استفاده برای آزمایشگاه مجازی:

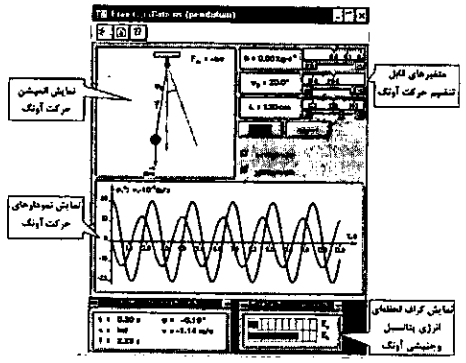
۱-Open physic 1.0

نام نرم‌افزار	زبان اصلی	سیستم عامل سازگار	حجم نرم‌افزار	توانایی آموزشی نرم‌افزار (ورودی ها، خروجی‌ها، امکانات نمایشی و...)
Open physic 1.0	انگلیسی	Xp,NT,98, Me,2000	۵/۴۲ MB	پخش گازها، فرایند بی‌دررو، حرکت با شتاب ثابت (انیمیشن، تصویر، محاسبات، نمودارهای سرعت-زمان و مکان-زمان و مسافت-زمان)، برخورد کشسان، آونگ ساده (نمودارها، محاسبه‌ها با درنظر گرفتن مقاومت هوا و بدون آن)، امواج مکانیکی، میدان الکتریکی (نمایش خط های میدان و سطح های هم‌پتانسیل، محاسبه‌ها)، مدارهای حلقوی (رسم و محاسبه‌ها)، آزمایش دو شکاف یانگ، دستگاه‌های دوعدسی، اثر فوتوالکتریک (انیمیشن و نمودار)، نسبیت زمان.



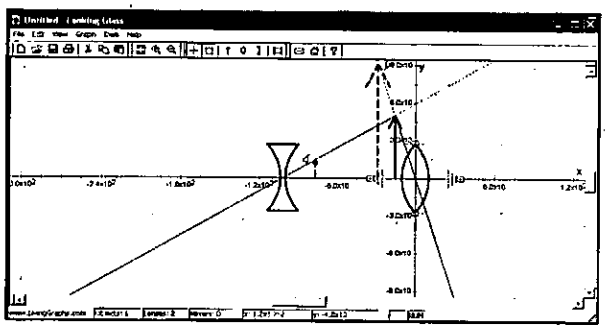


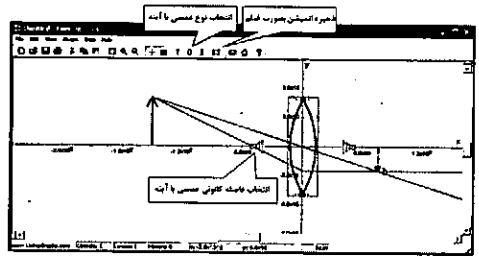




۲-Looking glass

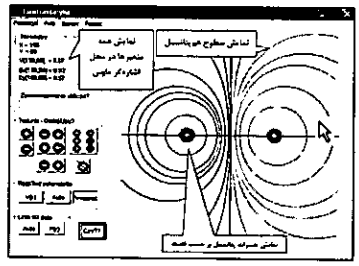
نام نرم‌افزار	زبان اصلی	سیستم عامل سازگار	حجم نرم‌افزار	توانایی آموزشی نرم‌افزار (ورودی ها، خروجی‌ها، امکانات نمایشی و...)
Looking glass	انگلیسی	Xp,NT,98, Me,2000	۸۰۷KB	رسم تصویر حقیقی و مجازی هر مجموعه (یکتایی، ۲تایی و...) از آینه‌ها و عدسی‌های محدب و مقعر، امکان ارائه‌ی گزارش به‌صورت عکس، متن قابل چاپ و با قابلیت ذخیره انیمیشن به‌صورت فیلم با فرمت mpg و...





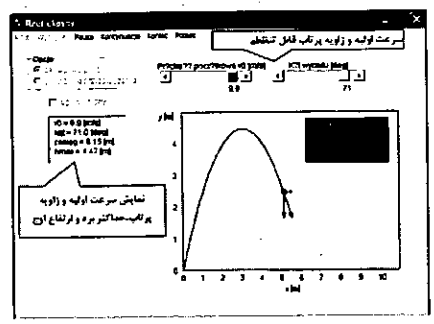
۳- Electrostatic

نام نرم‌افزار	زبان اصلی	سیستم عامل سازگار	حجم نرم‌افزار	توانایی آموزشی نرم‌افزار (ورودی ها، خروجی‌ها، امکانات نمایشی و...)
Electro-Static	انگلیسی	Xp,NT,98, Me,2000	۲۳۵KB	نمایش و محاسبه میدان الکتریکی و پتانسیل الکتریکی و سطوح هم‌پتانسیل تک قطبی، دو قطبی و یا هر پیکربندی دلخواه به‌صورت دوبعدی.



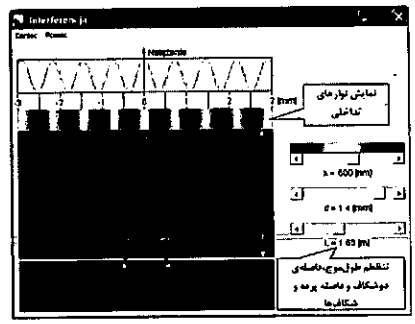
۴- HP

نام نرم‌افزار	زبان اصلی	سیستم عامل سازگار	حجم نرم‌افزار	توانایی آموزشی نرم‌افزار (ورودی ها، خروجی‌ها، امکانات نمایشی و...)
HP	پرتقالی	Xp,NT,98, Me,2000	۲۲۷KB	حرکت پرتابی با امکان نمایش دوبعدی و محاسبه $\vec{a}(\circ,g)$ و $\vec{v}(v_x,v_y)$ و ۷. و ۷ه و...



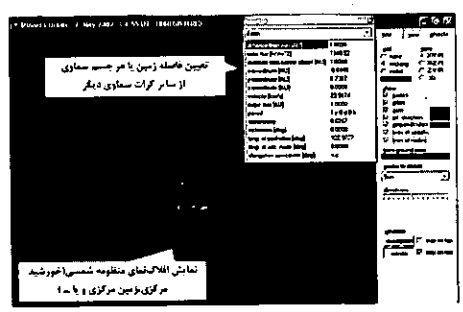
۵- Diffraction

نام نرم‌افزار	زبان اصلی	سیستم عامل سازگار	حجم نرم‌افزار	توانایی آموزشی نرم‌افزار (ورودی ها، خروجی‌ها، امکانات نمایشی و...)
Diffraction	پرتقالی	Xp,NT,98, Me,2000	۲۲۴KB	انتخاب طول موج براساس رنگ، L,a- آزمایش دو شکاف یانگ: (نمایش نوارهای تداخلی با انتخاب a,λ,d)



۶-Planet's orbit 1.5

نام نرم‌افزار	زبان اصلی	سیستم عامل سازگار	حجم نرم‌افزار	توانایی آموزشی نرم‌افزار (ورودی ها، خروجی‌ها، امکانات نمایشی و...)
Planet's orbit 1.5	انگلیسی	Xp,NT,98, Me,2000	۷٫۶ MB	یک مجموعه کامل از افلاک‌نما (انتخاب دستگاه زمین مرکزی یا خورشید مرکزی و یا... محاسبه فاصله هر دو ستاره یا سیاره دلخواه برحسب AU,Km نمایش انیمیشن آسمان)



بحث و نتیجه گیری

با بهره گیری دانش‌آموزان از برنامه های شبیه سازی شده، آزمایشگاه مجازی دانش‌آموزان می توانند به گستره‌ی وسیع تری از آزمایش‌ها دست پیدا کنند؛ و با توجه به این که معمولاً در مدارس ایران انجام آزمایش‌ها بنا به دلایل کمبود مواد و وسایل، نبود فضای مناسب آزمایشگاه، گوناگون خطرات آزمایش و... امکان‌پذیر نیست، کاربرد نرم‌افزارهای شبیه سازی کاملاً منطقی به نظر می‌رسد. همچنین آزمایشگاه مجازی در کلاس های درس به معلم امکان می دهد که در آموزش خود از روش علمی استفاده کند به این ترتیب که ابتدای کلاس را، با طرح یک پرسش آغاز کند و دانش‌آموزان را به تعامل با یکدیگر وادار سازد. سپس از آن‌ها بخواهد که مشاهده‌ها و اطلاعات قبلی خود را در مورد آن موضوع بر روی کاغذ بیاورند. پس از ثبت مشاهده‌ها گروه‌های دانش‌آموزی می توانند به فرضیه سازی بپردازند و فرضیه های مختلف را با استفاده از آزمایشگاه مجازی آزمایش کنند. نتایج

آزمایش را ثبت کنند و با طبقه بندی داده‌ها و نتیجه گیری به یک نظریه دست پیدا کنند. با استفاده از آزمایشگاه مجازی نیاز به زمان زیاد برای انجام هر آزمایش ندارید، علاوه بر آن هزینه‌ای برای تکرار آزمایش به دفعات مختلف و به تعداد تک تک دانش‌آموزان و یا بیشتر صرف نمی‌شود و از همه مهم‌تر خطرات آزمایشگاه واقعی وجود ندارد و بسیاری آزمایش‌های غیر عملی امکان‌پذیر می‌شود. در این فرایند آموزشی که یادگیرندگان بدون واسطه خود با ماجرا درگیر می‌شوند و حل مسأله می‌کنند، معلم واقعاً در نقش تسهیل کننده آموزشی یعنی جایگاه واقعی خویش ظاهر می‌شود. گاهی برای تبیین مراحل روش علمی لازم است که از ابزارهایی متنوع دیگری نیز استفاده کرد.

البته همواره باید این نکته را در نظر داشت که به‌منظور ترویج فناوری اطلاعات در نظام آموزشی مدارس، باید در روش‌های آموزشی و یادگیری تغییراتی ایجاد شود؛ و این تغییرات مستلزم ایجاد تغییراتی در نقش معلم، فراگیر و برنامه‌های مدارس و کلاس درس است. نکته قابل توجه آن است که روند به‌کارگیری فناوری اطلاعات باید به‌صورت یک نوآوری آموزشی باشد نه به‌کارگیری صرف فناوری. این آموزش معلمان را قادر خواهد ساخت که نه تنها از ابزار نرم‌افزار و سخت‌افزار روز دنیا در جهت ارتقای کیفیت دروس استفاده کنند، بلکه تولیدکننده دانش و فناوری نوین در این زمینه نیز باشند.

البته نباید استفاده از آزمایشگاه مجازی سبب غفلت و سهل‌انگاری در استفاده از آزمایشگاه‌های واقعی شود. زیرا هرچند که استفاده از آزمایشگاه مجازی مفید است اما هرگز نمی‌توان از استفاده از آزمایشگاه‌های واقعی صرف‌نظر کرد.

منابع :

طاهری، صدیقه. (۱۳۸۵). تأثیر کاربرد برنامه‌های شبیه‌سازی رایانه‌ای بر یادگیری دانش‌آموزان در درس شیمی. مقاله ارائه شده در اولین کنفرانس آموزش IT یزد.

-www.nasa.org/education
-www.zkcomputer.com
-www.astrosun.com\software
- http://galaxy.cui.agh.edu.pl/
-http://www.alcyone.com
-http://www.satspy.com.
-www.sira.it/msb/msb.htm
-www.innosetup.com
-www.Living Graphs. com/products/na/order/.
-www.starlight.demon.co.uk/mooncalc
-www.ummah.org.uk/ildl
-www.openteach.com
-www.scince.com/software

چکیده

در کتاب فیزیک سوم متوسطه، مبحث عامل‌های مؤثر بر ظرفیت خازن تخت تنها به صورت نظری به بیان آن‌ها پرداخته شده است و هیچ‌گونه آزمایشی برای نشان دادن مطالب گفته شده ارائه نشده است. در مبحث انرژی خازن نیز به صورت مختصر گفته شده خازن باردار دارای انرژی پتانسیل الکتریکی است، در حالی که این انرژی ذخیره‌شده، عملاً با انجام آزمایشی به دانش‌آموزان نشان داده نمی‌شود. همین طور فرمول مربوط به انرژی خازن بدون هیچ توضیحی درباره‌ی چگونگی به‌دست آمدن آن مستقیماً برای دانش‌آموزان نوشته شده است در حالی که دانش‌آموزان هیچ‌گونه درکی از این‌که چرا فرمول مربوط به انرژی خازن $U = \frac{1}{2}qV$ *است ندارند.*

در این مقاله با طراحی آزمایش‌های ساده با الکتروسکوپ و بررسی بیشتر فرمول انرژی خازن تلاش شده است که این ابهام‌ها برطرف شود.

به صفحه‌ی فلزی متصل به یک دسته‌ی عایق مقداری بار الکتریکی بدهید. این صفحه‌ی باردار شده را در روی کلاهک الکتروسکوپ بدون باری که با لایه‌ای عایق پوشیده شده است بگذارید و از طریق القاً در آن بار الکتریکی به وجود آورید (شکل ۱). بار الکتریکی در الکتروسکوپ باعث باز شدن صفحات آن از یکدیگر می‌شود (بار القایی در الکتروسکوپ مخالف و هم‌اندازه با بار الکتریکی صفحه‌ی فلزی است).

دستگاه بالا یک خازن است که برای فاصله‌ی معین رابطه‌ای بین بار الکتریکی و اختلاف پتانسیل الکتریکی آن وجود دارد که به‌صورت: $C = q / V$ یا $q = CV$ است (اختلاف پتانسیل خازن به مقدار بار خازن بستگی دارد).

ضریب C ظرفیت دستگاه را مشخص می‌کند و به آن ظرفیت خازن می‌گویند. هرچه اختلاف پتانسیل بین صفحه‌ی فلزی و کلاهک الکتروسکوپ (خازن) کمتر باشد فاصله‌ی بین صفحه‌های

چند آزمایش برای نشان دادن

عامل‌های مؤثر بر ظرفیت خازن تخت و انرژی خازن

ناهید جعفری می‌آبادی[1] و فاطمه احمدی[2]

الکتروسکوپ کمتر است (شکل ۱ ب) و برعکس (شکل ۱ پ).

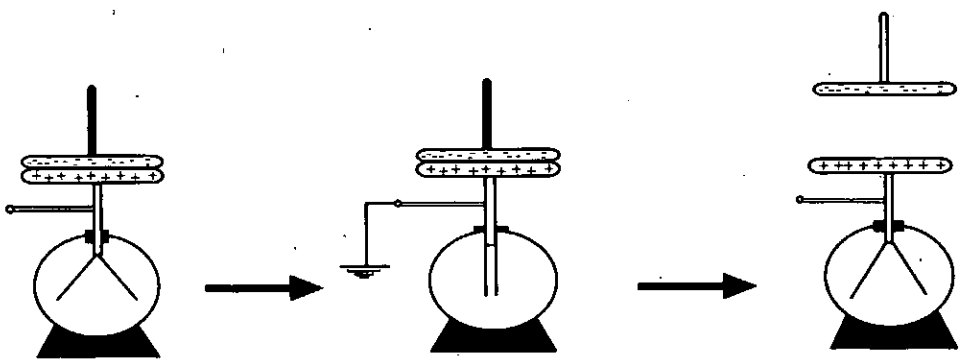
با توجه به این‌که میزان بار الکتریکی در هر دو حالت (ب، پ) یکسان است در حالت (ب)، دستگاه ظرفیت زیاد و اختلاف پتانسیل کمی دارد (فاصله‌ی بین صفحه‌های الکتروسکوپ ناچیز است). اما وقتی صفحه‌ی فلزی بالا برده می‌شود (شکل ۱ پ) ظرفیت خازن کاهش و اختلاف پتانسیل افزایش می‌یابد (فاصله‌ی بین صفحه‌های الکتروسکوپ زیاد می‌شود).

از آزمایش‌های بالا می‌توان نتیجه گرفت که با نزدیک‌تر کردن صفحه‌ی فلزی به کلاهک الکتروسکوپ اختلاف پتانسیل بین آن‌ها کمتر می‌شود یعنی ظرفیت خازن افزایش می‌یابد و با دورتر کردن صفحه‌ی فلزی از کلاهک الکتروسکوپ اختلاف پتانسیل بین آن‌ها بیشتر می‌شود یعنی ظرفیت خازن کاهش می‌یابد.

به جای دور کردن صفحه‌ها از یکدیگر، می‌توان یکی از آن‌ها را مقداری کنار کشید، به این صورت مساحت رو به روی صفحه‌ی فلزی و کلاهک الکتروسکوپ کاهش می‌یابد. می‌بینیم که صفحه‌های الکتروسکوپ از هم دورتر می‌شوند، به عبارت دیگر الکتروسکوپ افزایش پتانسیل الکتریکی، یعنی کاهش در ظرفیت را نشان می‌دهد. این آزمایش‌ها به روشنی نشان می‌دهند که ظرفیت خازن به آرایش و چگونگی قرار گرفتن صفحه‌های باردار روبه‌روی هم بستگی دارد.

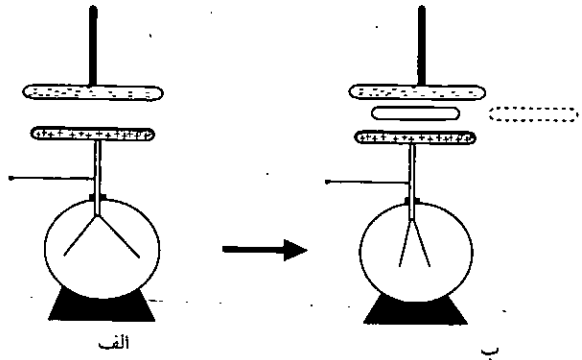
لازم به ذکر است که ظرفیت این دستگاه نسبت به اجسام اطراف آن به دست می‌آید و با تغییر دادن مکان اجسام نسبت به دستگاه (مثلاً، آزمایشگر می‌تواند به الکتروسکوپ نزدیک یا از آن دور شود) می‌توان ظرفیت را تغییر داد. اما اگر اجسام اطراف به قدر کافی دور باشند، تغییر مکان‌های کوچک آن‌ها عملاً روی ظرفیت تأثیر نمی‌گذارد (در چنین حالتی این دستگاه را می‌توان منزوی به شمار آورد).

حال صفحه‌ی فلزی باردار شده را در فاصله‌ی معینی از کلاهک الکتروسکوپی که دارای بار مخالف و هم‌اندازه با صفحه‌ی فلزی است، نگه دارید (شکل ۲ الف). بر اثر اختلاف پتانسیل بین آن‌ها صفحه‌های الکتروسکوپ از هم باز می‌شوند. سپس یک صفحه‌ی کائوچوی خنثی در فاصله‌ی بین صفحه‌ی فلزی و کلاهک الکتروسکوپ قرار دهید (شکل ۲ ب). مشاهده می‌شود که زاویه بین صفحه‌های الکتروسکوپ کم می‌شود بنابراین اختلاف پتانسیل کاهش می‌یابد. اگر صفحه‌ی کائوچو را برداریم صفحه‌های الکتروسکوپ مجدداً مانند حالت قبل قرار می‌گیرند

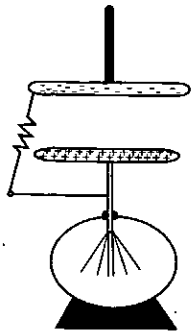


الف ب پ

شکل ۱



شکل۲



شکل۳

(شکل۲ الف).

حال اگر به جای کائوچو دی‌الکتریک دیگری قرار بدهیم، باز هم نتیجه مشابهی به‌دست می‌آید، ولی تغییر ظرفیت خازن مقداری دیگر خواهد بود. آزمایش نشان می‌دهد که ظرفیت خازن نه فقط به شکل، اندازه و آرایش متقابل رساناهای آن، بلکه به خواص عایقی (دی‌الکتریک) که فضای بین این رساناها را پر می‌کند نیز بستگی دارد.

اگر ظرفیت خازن را هنگامی که بین صفحه‌های آن تهی است با C_0 و ظرفیت همین خازن را هنگامی که فاصله‌ی بین صفحه‌ها کاملاً با دی‌الکتریک پر شود را با C نشان دهیم، می‌توان یافت که $C = kC_0$ است. در این جا k ثابت دی‌الکتریک نام دارد و فقط نوع دی‌الکتریک را مشخص می‌کند. سرانجام به‌طور خلاصه ظرفیت خازن تخت را می‌توان به این صورت نوشت:

$$C = k\varepsilon_0 \frac{A}{d} \quad \text{و} \quad \varepsilon = k\varepsilon_0$$

که کمیت ε_0 ضریب گذردهی الکتریکی خلأ و ε گذردهی نسبی نام دارد.

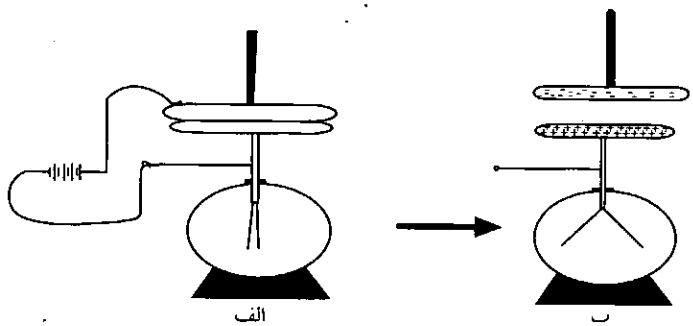
انرژی خازن پر شده

برای انباشتن بار منفی بر روی یک صفحه و بار مثبت بر روی صفحه‌ی دیگر و غلبه بر جاذبه‌ی بین این بارهای مخالف یا به عبارت صحیح‌تر برای باردار (پر) کردن یک خازن باید کار انجام داد. وقتی خازن تخلیه می‌شود و بارها با هم ترکیب می‌شوند، نیروهای الکتریکی همان کار را انجام می‌دهند. بنابراین، خازن پر دارای انرژی پتانسیل است، این انرژی برابر با کاری است که در جریان باردار کردن خازن مصرف شده است.

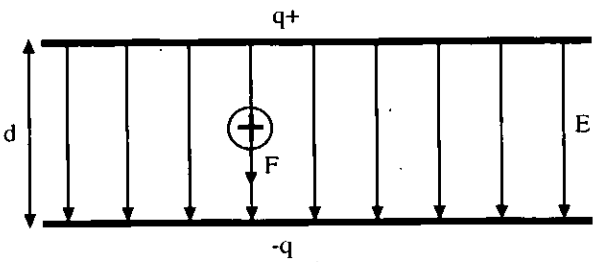
اگر صفحه‌ی فلزی و الکتروسکوپ باردار شده را با یک مقاومت (حدود $10M\Omega$) به هم متصل کنیم، فرو می‌افتند. حرکت صفحه‌ها و افتادن آن‌ها به مدت محسوسی طول می‌کشد (شکل۳)*. شکل۳ یک مدار الکتریکی را تشکیل می‌دهد. صفحه‌ی فلزی و الکتروسکوپ باردار شده یا همان خازن می‌تواند برای مدت کوتاهی با استفاده از انرژی الکتریکی خود، جریان الکتریکی تولید کند. مجدداً می‌توان با کمک یک باتری و اتصال پایانه‌های آن به صفحه‌ی فلزی و کلاهک الکتروسکوپ در آن‌ها بار الکتریکی و انرژی پتانسیل الکتریکی ذخیره کرد (شکل۴).

به علت وجود اختلاف پتانسیل بین پایانه‌های باتری و صفحه‌هایی که به آن متصل شده‌اند، بارهای الکتریکی شروع به جابه‌جا شدن می‌کنند. وقتی اختلاف پتانسیل خازن با باتری برابر شد فرآیند باردار شدن متوقف می‌شود. با باردار کردن خازن و انجام کار، در بین صفحه‌های آن یک میدان الکتریکی به‌وجود می‌آوریم. بنابراین هر میدانی مقداری انرژی پتانسیل دارد که به هنگام از بین رفتن میدان (تخلیه‌ی خازن) آزاد می‌شود.

شدت میدان E بین صفحه‌های خازن را می‌توان برآیند دو میدان



شکل۴



شکل ۳

الکتریکی با شدت‌های E_1 (ناشی از بار مثبت روی یک صفحه) و E_2 (ناشی از بار منفی روی صفحه‌ی دیگر) درنظر گرفت. این دو شدت در یک راستایند (شکل۵). به طوری که $E = E_1 + E_2$ و $E_2 = E_1$ بنابراین $E_2 = E_1 = \frac{1}{2}E$.

نیروی برهم‌کنش صفحه‌ها F، نیرویی است که در آن میدان E_1 ناشی از بار مثبت صفحه‌ی بالایی روی بار منفی صفحه‌ی پایینی اثر می‌کند و آن را به طرف خود می‌کشد و برعکس. با توجه به این‌که مقدار بار خازن با تغییر فاصله‌ی بین صفحه‌های آن تغییر نمی‌کند نیروی جاذبه‌ی F نیز بدون تغییر می‌ماند و کاری که باید انجام شود تا صفحه‌ها را از حالت فاصله‌ی صفر به فاصله‌ی d حرکت دهیم برابر است با $W = Fd$. بنابراین، انرژی یک خازن پر (U) برابر است با کاری که به هنگام پر کردن آن انجام می‌شود ($W = Fd$) و درنتیجه:

$$F = E_1 q = E_2 q = \frac{1}{2}Eq$$

$$U = W = Fd = \frac{1}{2}Eqd$$

با توجه به این‌که در خازن تخت میدان یکنواخت است و شدت آن برابر با $E = V/d$ است، انرژی خازن تخت را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$U = \frac{1}{2}qV$$

زیرنویس:

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد آموزش فیزیک دانشگاه تربیت‌دبیر شهید رجایی

۲. عضو هیئت علمی گروه فیزیک دانشگاه تربیت‌دبیر شهید رجایی

* هرچه مقاومت مدار الکتریکی بیشتر باشد تخلیه خازن کندتر صورت می‌گیرد.

منابع:

1. Physics Education, March 2007-08-04.

۲. دوره‌ی درسی فیزیک جلد دوم، زیر نظر گ. س. لندسبرگ، ترجمه‌ی لطیف کاشیگر، ناصر مقبلی و مهرانگیز طالب‌زاده، فصل دوم.

دفتر انتشارات کمک آموزشی

آشنایی با مجله های رشد

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

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

- **رشد کودک** (برای دانش‌آموزان آمادگی و پایه‌ی اول دوره‌ی ابتدایی)
- **رشد نوآموز** (برای دانش‌آموزان پایه‌های دوم و سوم دوره‌ی ابتدایی)
- **رشد دانش‌آموز** (برای دانش‌آموزان پایه‌های چهارم و پنجم دوره‌ی ابتدایی)
- **رشد نوجوان** (برای دانش‌آموزان دوره‌ی راهنمایی تحصیلی).
- **رشد جوان** (برای دانش‌آموزان دوره‌ی متوسطه).

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

- **رشد آموزش ابتدایی، رشد آموزش راهنمایی تحصیلی، رشد تکنولوژی آموزشی، رشد مدرسه فردا، رشد مدیریت مدرسه رشد معلم (دو هفته‌نامه)**

مجلات تخصصی (به صورت فصلنامه و ۴ شماره در سال منتشر می‌شوند)

- رشد برهان راهنمایی (مجله ریاضی برای دانش‌آموزان دوره‌ی راهنمایی تحصیلی)، رشد برهان متوسطه (مجله ریاضی برای دانش‌آموزان دوره‌ی متوسطه)، رشد آموزش قرآن، رشد آموزش معارف اسلامی، رشد آموزش زبان و ادب فارسی، رشد آموزش هنر، رشد مشاور مدرسه، رشد آموزش تربیت‌بدنی، 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

مجلات رشد عمومی و تخصصی برای آموزگاران، معلمان، مدیران و کادر اجرایی مدارس، دانشجویان مراکز تربیت‌معلم و رشته‌های دبیری دانشگاه‌ها و کارشناسان تعلیم و تربیت تهیه و منتشر می‌شوند.

- نشانی: تهران، خیابان ایرانشهر شمالی ـ ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش ـ پلاک ۲۶۸ ـ دفتر انتشارات کمک‌آموزشی
- تلفن و نمابر ۸۸۸۳۹۱۸۶

برگ اشتراک مجله‌های رشد

شرایط:

۱. واریز مبلغ ۳۰/۰۰۰ ریال به ازای هر عنوان مجله درخواستی، به صورت علی‌الحساب به حساب شماره‌ی ۳۹۶۶۲۰۰۰ بانک تجارت شعبه سه راه آزمایش (سرخه حصار) کد ۳۹۵ در وجه شرکت افست

۲. ارسال اصل رسید بانکی به همراه برگ تکمیل شده اشتراک

- **نام مجله :** .....
- **نام و نام خانوادگی:** .....
- **تاریخ تولد:** .....
- **میزان تحصیلات:** .....
- **تلفن:** .....
- **نشانی کامل پستی:**

استان: ..... شهرستان: .....

خیابان: .....

.....

پلاک: ..... کدپستی: .....

- **مبلغ واریز شده:** .....
- **شماره و تاریخ رسید بانکی:** .....
- **آیا مایل به دریافت مجله درخواستی به صورت پست پیشتاز هستید؟** بله ☐ خیر ☐

امضا:

نشانی: تهران ـ صندوق پستی ۱۶۵۹۵/۱۱۱

نشانی اینترنتی: www.roshdmag.ir

پست الکترونیک: Email:info@roshdmag.ir

امور مشترکین: ۷۷۳۳۶۶۵۶ـ۷۷۳۳۵۱۱۰

پیام گیر مجلات رشد: ۸۸۳۰۱۴۸۲ ـ ۸۸۸۳۹۲۳۲

یادآوری:

- هزینه برگشت مجله در صورت خوانا و کامل نبودن نشانی، بر عهده مشترک است.
- مبنای شروع اشتراک مجله از زمان وصول برگ اشتراک می‌باشد.
- برای هر عنوان مجله برگ اشتراک جداگانه تکمیل و ارسال کنید (تصویر برگ اشتراک نیز مورد قبول است)

توضیح و تصحیح

در مقاله ی **پایستگی انرژی در قانون القای فاراده** به قلم آقای اسماعیل حسنی آهنگر که در شماره ۴ تابستان ۸۷ به چاپ رسید، اشکالاتی چاپی به چشم می خورد که بدین ترتیب اصلاح می گردد:

۱. در شکلهای ۲ و ۳ جهت جریان سیم لوله برعکس رسم شده است.

۲. در سطر سوم صفحه‌ی ۲۵، $v_1 > v_2$ صحیح است.

◆ **آقای علی رضا اکبری ـ دبیر فیزیک فریدون کنار.** کوشش جنابعالی برای ترجمه مقاله مسأله چالش برانگیز برای معلمان و دانش‌آموزان قابل تقدیر است. ترجمه دیگری از این مقاله آماده انتشار شده است. امیدواریم همکاری شما با رشد آموزش فیزیک با سعی و علاقه صمیمانه بیشتر ادامه پیدا کند.

◆ **خانم ملیحه محمودآبادی ـ دبیر فیزیک ناحیه ۴ شیراز.** لطفاً مقاله‌های مربوط به دبستان و راهنمایی را برای مجله‌های دانش‌آموز و رشد نوجوان ارسال بفرمایید.

◆ **آقای نامیق فرامرزی ـ کردستان ـ سقز دبیر فیزیک.** برای ترجمه مقاله‌هایی را انتخاب کنید که به رشد آموزش فیزیک کمک کند. کوشش شما در این راه قابل تقدیر است ـ عنوان‌های نورشناسی هندسی، قانون شکست نور، اصل هویگنس، ... به طور مکرر در کتاب‌های درسی مورد بحث قرار گرفته است.

◆ **خانم مهین دخت میاندوآبچی ـ منطقه ۳ آموزش و پرورش تهران.** هنگامی که با مقدارهای بسیار بزرگ و یا بسیار کوچک سروکار داریم از پیشوندهایی استفاده می‌کنیم که یک مجمع بین‌المللی به نام (مجمع عمومی اوزان و مقادیر) در چهاردهمین مجمع در سال ۱۳۵۰ هـ.ش توصیه کرده است. **پیشوندهای مورد**

ما و خوانندگان

نیاز هر پایه تحصیلی در کتاب درسی مربوط به آن یادآوری و در مورد تبدیل واحدها در رشد آموزش فیزیک شماره ۸۰ صفحه ۶۲ توضیح داده شده است.

◆ **آقای هادی عبداللهی- دانشجوی رشته فیزیک، دانشگاه زنجان.** دقت و تأمل شما قابل تقدیر است. در مجله رشد آموزش فیزیک شماره ۵۰، صفحه ۱۲ (ضریب بازگشت- بازگشت‌های پیاپی گلوله) مورد بحث و بررسی قرار گرفته است.

◆ **آقای علی آزاد- خراسان شمالی- شهرستان شیروان، مدرسه راهنمایی نمونه فرزانگان.** جمع‌آوری و تنظیم اطلاعات مربوط به تاریخچه صنعت برق در ایران و نیروگاه‌های (بخاری، گازی، چرخه ترکیبی... هسته‌ای) و چاپ و انتشار آن‌ها برای افزایش اطلاعات در نشریات عمومی و صنعت برق جالب توجه و ارزشمند و کوشش شما قابل تقدیر است.

◆ **خانم مریم یعقوبی ریکندئی.** تصویر روی جلد مجله چهارسال پیش معلمان فیزیک (AAPT) در دسترس و شکل‌های مقاله روشن نیست. برای آنکه کوشش شما سودمندتر باشد لطفاً مقاله‌هایی را برای ترجمه انتخاب کنید که برای مخاطبان مجله رشد فیزیک مورد استفاده قرار گیرد.

◆ **آقای جمال کزازی- دبیرستان علامه حلی همدان.** بدون اطلاع لازم از نسبیت اینشتاین ورود در بحث مورد اشاره شما بیهوده و علم ناقص بدتر از جهل است.

◆ **سرکار خانم فرزانه جمالی- دبیرستان و مراکز پیش دانشگاهی ایثارگران فاطمة الزهرا سبزوار.** در مقاله‌ای مشروح مطالبی درباره موضوع‌های فیزیکی و معجزات علمی قرآن در کیهان‌شناسی و جو زمین و یک معجزه عددی مرقوم داشته‌اند.

برای بیان وجه اعجاز قرآن یعنی چیزی که مایه اعجاز قرآن است، قول‌های گوناگونی است که برای اطلاع از آن‌ها باید به کتاب‌های مفصل کلامی رجوع شود. عموماً وجه اعجاز قرآن را اسلوب خاص آن می‌دانند که نه نظم است و نه نثر و نه سجع و کسی نتوانسته است به این اسلوب سخن بگوید. در قرآن کریم در چند مورد به همین نکته اشاره شده است. به‌عنوان مثال در آیه ۳۴ از سوره طور می‌خوانیم: «اگر راستگو هستند سخنی مانند آن [قرآن] بیاورند.» و اعجاز در کلام یعنی کسی نتواند سخنی به مانند آن بگوید. باید توجه داشته باشیم که در مورد اعجاز قرآن مجید استناد به علوم فیزیک و به طور کلی علوم تجربی، قابل تأمل و دور از احتیاط است. زیرا موضوع این علوم شناختی است که از مشاهده و تجربه به‌دست می‌آید و محدود و ابطال‌پذیر و یافته انسان است. درباره‌ی معجزه عددی باید یادآور شویم که حساب جمل بر طبق شش دسته الفبای فنیقی و دو دسته الفبای عربی مرتب و برای هریک از حروف مقدار عددی معین قرارداد شده است. اگرچه ممکن است جمع حروف نام عنصری در حساب جمل عدد اتمی آن را نشان دهد ولی بر طبق همین حساب جمل، جمع حروف فضّه (= طلا) و ذهب (= نقره) که در سوره آل‌عمران، آیه ۱۴ از آن‌ها نام برده شده، نه عدد اتمی آن‌ها را نشان می‌دهد و نه معرّف عنوان دیگر است.

معنی قرآن ز قرآن پرس و بس
و ز کسی کاتش ز دست اندر هوس

(دفتر پنجم مثنوی معنوی)

◆ **سرکار خانم ویدا صنوبر- مرکز پیش‌دانشگاهی شهید طاهریان تهران آموزش و پرورش منطقه ۹.** درباره ترجمه با عنوان (محاسبه سرعت نور براساس آیات قرآن مجید) یادآوری می‌شود که سرعت نور به وسیله آزمایش قابل اندازه‌گیری است و برابر نهادن آن با سرعت امور [که خداوند تدبیر می‌فرماید] قابل تأمل است و با شرح و تفسیر بزرگان برای آیات مورد استناد ارتباطی ندارد. سرعت نور و سرعت امور دو موضوع متفاوتند و عالَم امر قابل مساحت و قسمت و تجزی نیست.

IN THE NAME OF ALLAH

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

Roshd 84

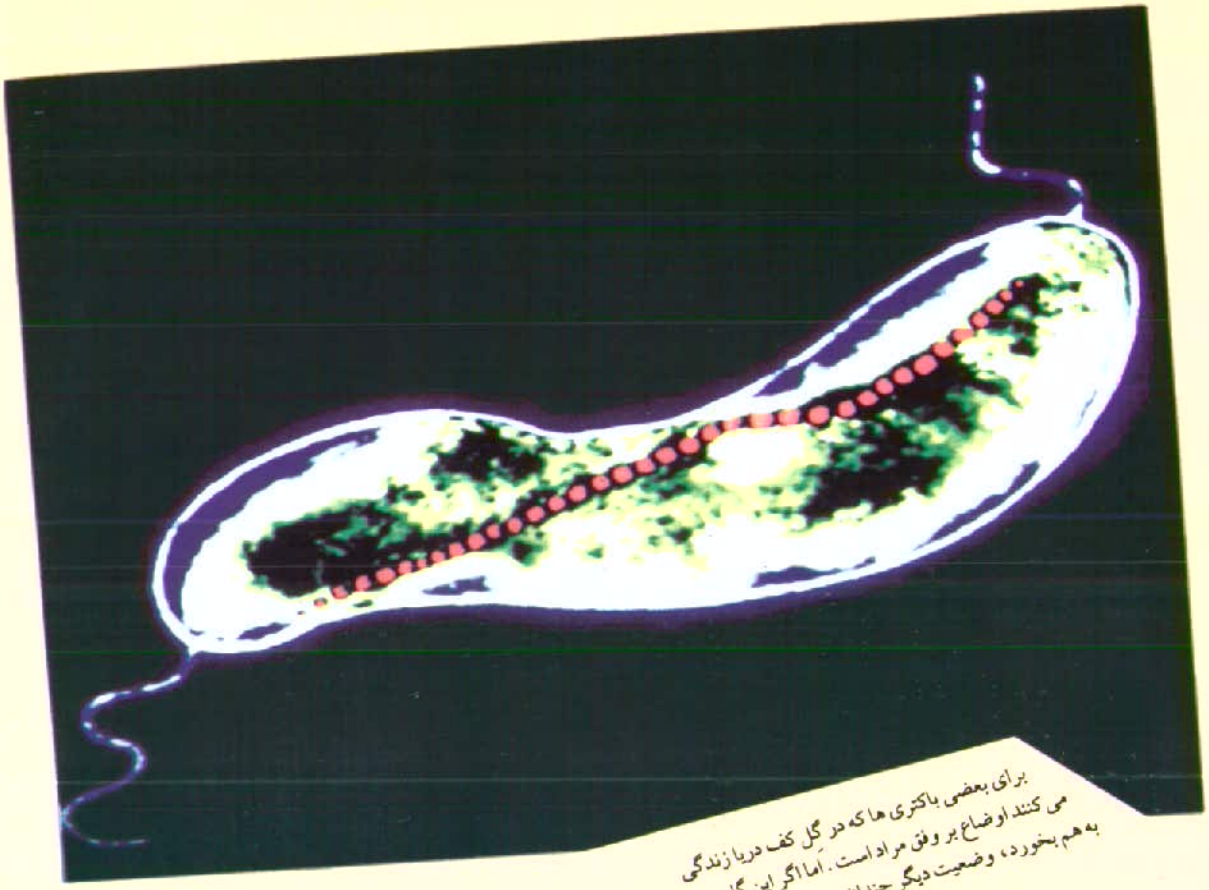
Physics Education Journal

P.O. Box: 15875/6585
Department of Physics, Tehran-Iran

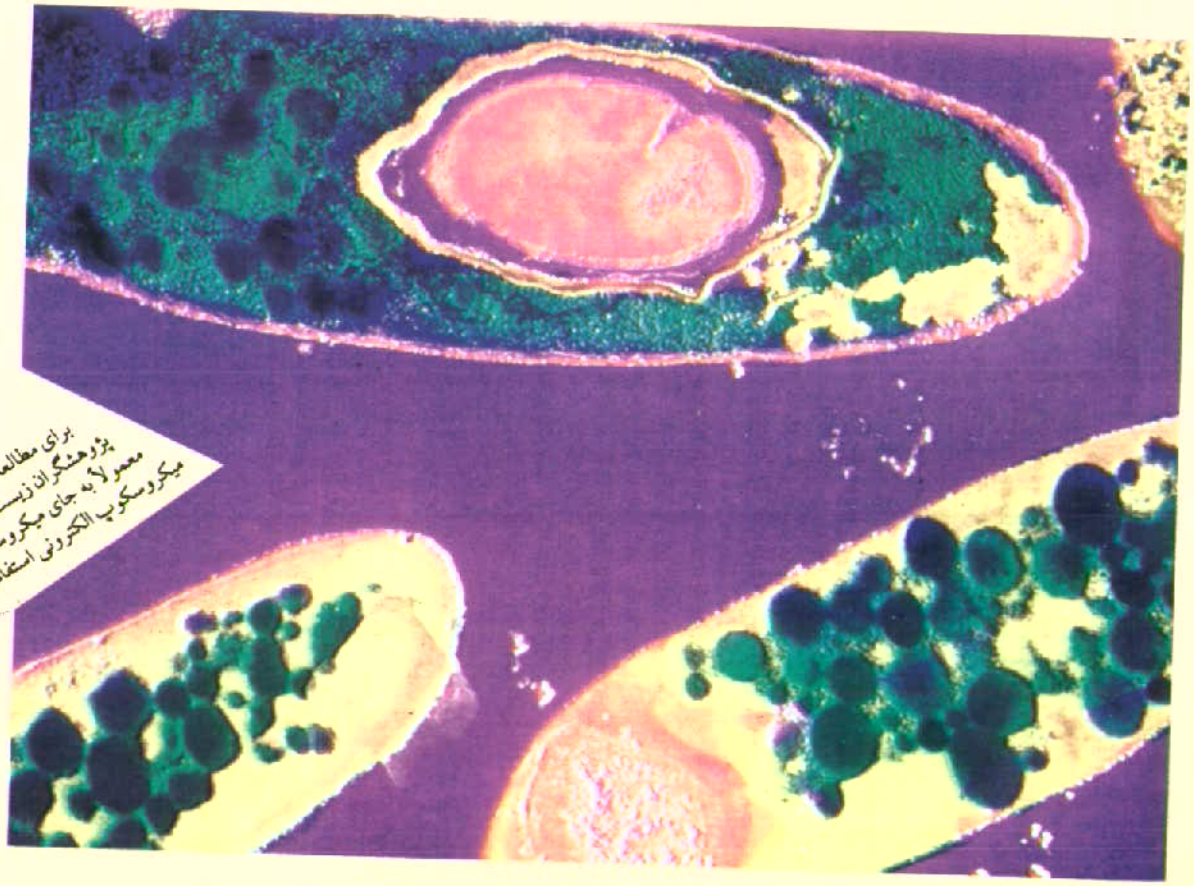
Vol.24 - No.84 - 2008
ISSN : 1606 - 917X

Managing Editor : Alireza Hajianzadeh
Editor-in-Chief : Manijeh Rahbar
Executive Director : Ahmad Ahmadi
Graphic Designer : Parvaneh Hadipour
Editorial Board : Ahmad Ahmadi,
Jafar Mehrdad,Rouhollah Khalili,Manijeh Rahbar.

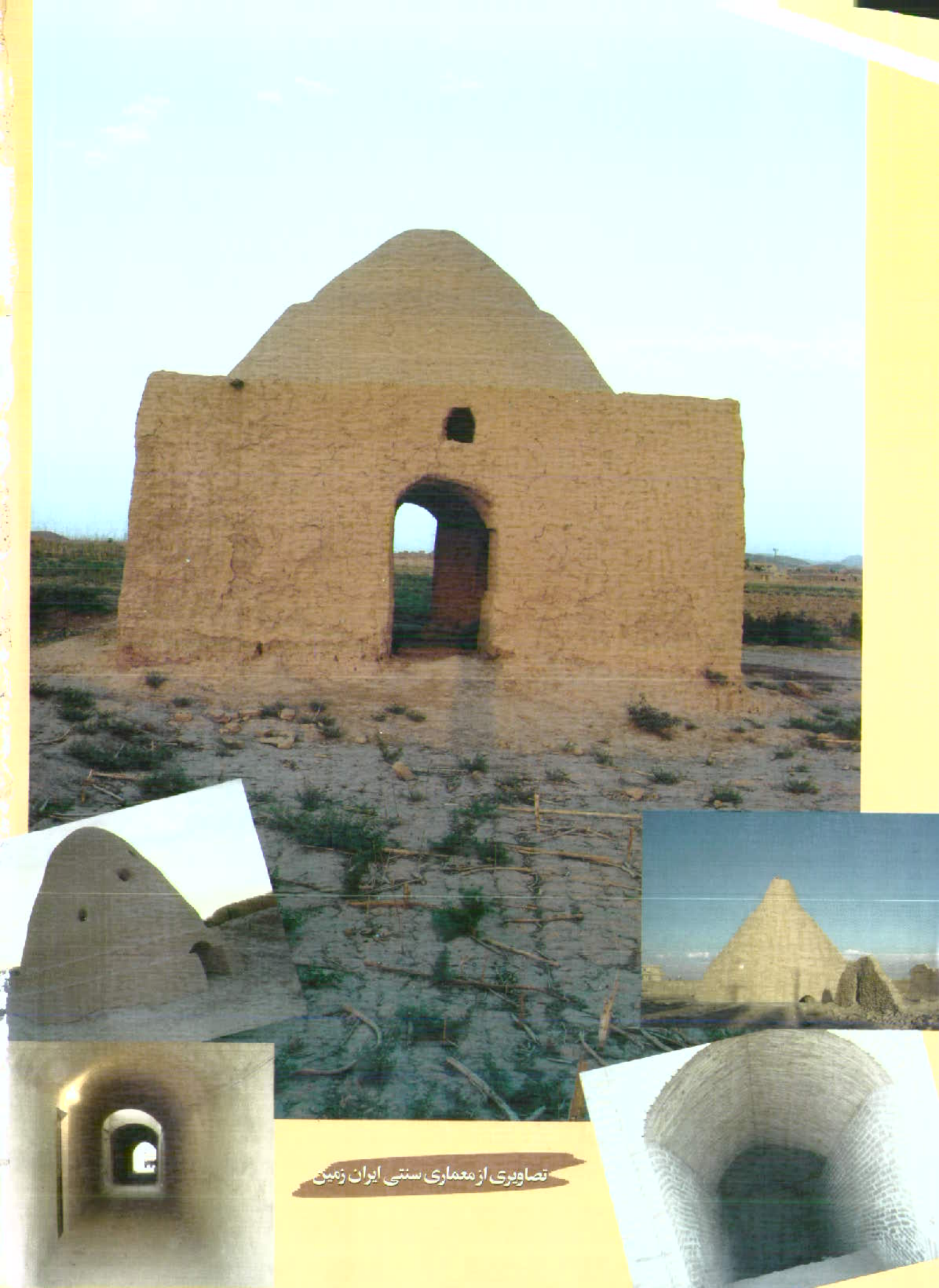
A word with the readers 2 *Editor*
Physics in traditional architecture of Iran 3 *M. Najafi Abarghoui*
New processes for producing physics learning motivation 9 *A. Rahimzadeh Pourbonab*
Independence of Newton's first and second law of motion 13 *S. Khademi and M. Shahsavari*
The aims and methods of communicating 16 *J. Riazi*
Projects for attractive physics experiments 19 *N. Mokhtari*
Study of effectiveness of physics laboratories 22 *A. Badrian and A. Safa*
Effect of inertia in force transfer 27 *S. P. Strelko*
Physics frontrier 28 *M. Rahbar*
The flying circus of physics 34 *Jearl Walker*
How I tought right hand rule law to my paralytic student 38 *S. Pour Ehsan*
The role of figures in physics text books 40 *Majid Ranaee Poor*
Making work work 46 *Gregg Swack hamer*
Virtual Laboratory- an effective method for teaching physics 54 *S. Maroofi and S. Avari*
Effective factors on capacity and energy of capacitor 59 *N. Jafari Mayabadi and F. Ahmadi*
With the readers 63



برای بعضی باکتری ها که در گِل کف دریا زندگی می کنند اوضاع بر وفق مراد است. اما اگر این گل به هم بخورد، وضعیت دیگر چندان مساعد نیست.



برای مطالعه‌ی جزئیات ریز پژوهشگران زیست شناسی و پزشکی معمولاً به جای میکروسکوپ های نوری از میکروسکوپ الکترونی استفاده می کنند.



تصاویری از معماری سنتی ایران زمین