بسم الله الرحمن الرحیم

رشد آموزش فیزیک
www.roshdmag.ir
۹۲

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

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

همت مضاعف، کار مضاعف

در این شماره می‌خوانید:

۲	نکاتی پیرامون کتاب‌های راهنمای معلم	روح‌اله خلیلی بروجنی
٤	سایه و نیمسایه با چشمه‌ی نور سطحی	سید محمد کلانتریان
۱۲	بررسی نظرات دبیران پیرامون ادغام واحد آزمایشگاه در واحد درسی	معصومه دیباجی
۱٤	آموزش مفهوم خودآرایی	مسعود قاسمی ـ مهدی نیک‌عمل ـ فاطمه احمدی
۲۲	نمایش هیجان‌انگیز فیزیک	یرل واکر
۳۰	آزمایش‌های ساده‌ی فیزیک	هدایت دادک
۳۵	مرزهای فیزیک	منیژه رهبر
۳۸	پادکست کردن درس فیزیک	جیمز ای. آرمک دونالد
٤۲	حرکت مایع‌ها در لوله‌های مویین	اسداله مرادخانی، فاطمه احمدی
٤٤	جایگاه تفاوت‌ها در آموزش نوین	جهانگیر ریاضی
٤۸	خطاهای رایج در فیزیک	محمد نادری
۵۰	تدریس نسبیت خاص بدون حسابان	لاورنس روبی
۵۲	آزمایش الکتروستاتیکی لرد کلوین با آب روان	جان وندرکوی
۵٤	شیوه‌ی ارزش‌یابی رو به جلو	شیرعلی حسنوند
۵٦	ارزش‌یابی محتوای کتاب فیزیک و آزمایشگاه دبیرستان با استفاده از روش ویلیام رومی	رضار توشمالانی، مریم یعقوبی
٦۰	بررسی یک مسئله‌ی امتحان نهایی	محمدرضا تقی‌پورحویزی
٦۲	سنجش استعدادهای دانش‌آموزان در درس فیزیک و آزمایشگاه	احمد پال‌هنگ
٦۳	ما و خوانندگان	محمدرضا خوش‌بین خوش‌نظر

دوره‌ی بیست‌وششم ✦ پاییز ۱۳۸۹ ✦ شماره‌ی ۱

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

نشانی دفتر مجله: تهران، ایرانشهر شمالی، شماره‌ی ۲۶۶.
نشانی پستی مجله: تهران، صندوق پستی ۱۵۸۷۵/۶۵۸۵
تلفن دفتر مجله:
۸۸۳۰۵۸۶۲- ۰۲۱ (داخلی ۳۷۴ -۳۷۰)
خط گویای نشریات رشد:
۸۸۳۰۱۴۸۲- ۰۲۱
مدیر مسئول: ۱۰۲
دفتر مجله: ۱۱۳
امور مشترکین: ۱۱۴
پایگاه اینترنتی: www.roshdmag.ir
رایانامه: Physics@roshdmag.ir
تلفن پیام‌گیر نشریات رشد:
۸۸۸۳۹۲۳۲ و ۸۸۳۰۱۴۸۲
صندوق پستی امور مشترکین: ۱۶۵۹۵/۱۱۱
امور مشترکین: ۷۷۳۳۶۶۵۶ و ۷۷۳۳۵۱۱۰
شمارگان: ۱۱۰۰۰ نسخه

چاپ: شرکت افست (سهامی عام).

شرح جلد:
بال‌های پروانه مورفو قهوه‌ای کدر است که می‌توان آن را در زیر سطح بال دید ولی در سطح بالایی بر اثر تداخل نور بازتابیده از سطح، رنگ آن آبی جلوه می‌کند. افزون بر این، در سطح بالایی رنگ جابه‌جا می‌شود و اگر زاویه‌ی دید خود را عوض کنیم و یا بال حرکت کند، رنگ تغییر می‌کند.

قابل توجه نویسندگان و مترجمان گرامی

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

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

نکاتی پیرامون کتاب‌های راهنمای معلم

سرمقاله

روح‌الله خلیلی بروجنی

www.avang.org

اشاره

نخستین کتاب راهنمای معلم فیزیک در طول تاریخ آموزش فیزیک در کشورمان[1]، در سال تحصیلی ۸۵-۸۴ برای کتاب فیزیک (۱) و آزمایشگاه در دسترس برخی از معلمان فیزیک سراسر کشور قرار گرفت. این کتاب که با لوح فشرده‌ای نیز همراه بود با استقبال نسبتاً خوب مواجه گردید. پس از آن جمعی از علاقه‌مندان به ارتقای آموزش فیزیک مأموریت یافتند تا برای دو کتاب فیزیک (۲) و آزمایشگاه و همچنین فیزیک (۳) و آزمایشگاه دست به برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های راهنمای معلم بزنند. اینک پس از چندین سال جوشش و کوشش این دو کتاب جامه‌ی طبع به خود پوشیده‌اند و در آستانه‌ی سال تحصیلی ۹۰-۸۹ در دسترس معلمان فیزیک قرار خواهند گرفت. همچنین طبق برنامه قرار است در همین سال تحصیلی کتاب راهنمای معلم فیزیک (۱) و (۲) پیش‌دانشگاهی به جامعه‌ی معلمان فیزیک تقدیم شود. به این بهانه و در ادامه‌ی این یادداشت کوتاه، نگاهی خواهیم داشت به سابقه‌ی نشر کتاب‌های معلم در دنیا و تحولاتی که از سر گذرانده‌اند.

۱. نزدیک به ۷۰ سال از عرضه‌ی نخستین کتاب‌های راهنمای معلم در دنیا می‌گذرد. در آن زمان هدف از انتشار این کتاب‌ها برای معلمان ابتدایی این بود که به آن‌ها آموزش داده شود تا چگونه محتوای کتاب درسی را در کلاس به روش مؤثرتری ارائه نمایند.

همچنین کتاب‌هایی که برای معلمان دبیرستان‌ها و کالج‌ها منتشر می‌شد، اطلاعات محدودتری داشت و بیش‌تر حاوی راهنمایی‌هایی برای پاسخ به پرسش‌ها، فعالیت‌ها و حل مسئله‌های کتاب بود. با این حال تألیف این کتاب‌ها با توجه به نوع اطلاعاتی که در آن‌ها ارائه می‌شد و انتظاراتی که معلمان داشتند، به مرور با انتقادهای زیادی مواجه شد[2].

۲. در سال ۱۹۷۳ با ارائه‌ی گزارش کار گروه بین‌المللی تبیین هدف‌های جدید آموزش و پرورش در کتابی با نام «آموختن برای زیستن[3]» و همچنین چاپ گزارش کار گروه بین‌المللی تعمق روی آموزش و پرورش و یادگیری در

قرن بیســت‌ویکم در کتابی با نام «یادگیری گنج درون[4]» در سال ۱۹۹۶، تحولات زیادی در برنامه‌های درسی کشورها و از جمله کتاب‌های راهنمای معلم به عنوان جزئی از بسته‌های آموزشــی رخ داد. به طوری که نمونه‌های امروزی کتاب‌های راهنمای معلم، در واقع کتاب‌های درســی دانش‌آموز همراه با حاشیه‌نویسی برای معلمان اســت. در حاشــیه‌ی صفحه‌های این کتاب‌ها، رهنمودهایی برای معلمان درخصوص توجه به ایجاد انگیزه، توجه به پیش‌آموخته‌ها، توجه به فرایند تولید مفهوم، توجه به یادگیری مشــارکتی، تعیین حوزه و محدوده‌ی یادگیری، ترســیم چشــم‌اندازی از ارتباط درس با زندگی، توجه به کج‌فهمی‌ها، روش‌های آموزش و شیوه‌های ارزشیابی از فراگیران ارائه شده است.

۳. مطالعات انجام شــده نشــان می‌دهد که در تألیف کتاب‌هــای راهنمای معلم از معیارهای واحدی پیروی نشــده اســت. اما آنچه بیش‌تر متخصصان آموزشی در ارزیابی کتاب‌های معلم به آن توجه دارند این است که یک کتاب راهنمای معلم مفید، کتابی اســت که بــه معلمان کمک کند، تجربه‌های خود را ســازمان دهند، بدون آن‌که به آن‌ها تجویز شــود چــه کاری را باید انجام دهند. مطالعه‌ای که در زمینه‌ی انتظارات معلمان از کتاب راهنمای معلم در ایران انجام شــده است[5]، نیز نشــان می‌دهد که معلمان ابتدایی، راهنمایی و متوسطه، درخصوص اجزای کتاب راهنما، چندان توافقی با هم ندارند.

۴. اگرچــه نحوه‌ی اجرای توصیه‌های راهنمای معلم، از معلمی به معلم دیگر فرق می‌کند و میزان پایبندی آن‌ها به اســتفاده از رهنمودهای آن یکســان نیســت، اما شــواهد نشــان می‌دهد، راهنما به میزان زیادی بر رفتار معلمان در کلاس درس تأثیر می‌گذارد.[6]

۵. امید اســت مدتی پس از اســتفاده از کتاب‌های راهنمای معلم، پژوهش‌هایــی درخصوص میــزان بهره‌گیــری معلمان فیزیــک از کتاب‌های راهنمــا و نقش آن‌ها در بهبود و ارتقای آموزش فیزیک و پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان صورت گیرد.

پی‌نوشت

۱. نخســتین کتاب درسی فیزیک (ترجمه) با نام فیزیک نمساوی در ســال ۱۲۳۷ شمســی و نخستین کتاب درسی فیزیک (تألیف) با نام حکمت طبیعی ـ اصول علم فیزیک در ســال ۱۲۵۶ شمســی در تهــران به طبع رسیدند. همچنین شروع نخســتین برنامــه‌ی رســمی آموزش فیزیک به سال ۱۲۹۳ شمســی باز می‌گردد. (تاریخ آمــوزش فیزیک در ایــران را در کتابی به همین نام نوشته‌ی اســفندیار معتمدی می‌توانید دنبال کنید.)

2. Encyclopedia of Curriculum (1994) . MC Neil, Teacher's Guide, Page 81-83.

3. Learning to be

4. Learning: The Treasure Within

۵. صفــوی، امان‌الــه و معافــی، محمود (۱۳۶۹). ویژگی‌های راهنمای معلم، دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتب درسی.

۶. نــگاه کنید به مقالــه‌ی «کتاب راهنمای معلم در چشــم‌انداز جهانی» نوشته‌ی محمود معافی، رشد جوانه، شماره‌ی ۱۵.

سایه و نیمسایه با چشمه‌ی نور سطحی

آموزشی

سیدمحمد کلانتریان
عضو گروه فیزیک مجتمع آموزشی مفید

بررسی سایه و نیمسایه جسم خطی و سطحی به ازای چشمه‌های نورانی نقطه‌ای، خطی و سطحی

درآمد

فرایند تدریس دارای سطوح متفاوتی است که به هر میزان عمیق‌تر گردد قوه‌ی درک و فهم و فعالیت فکری مخاطب را استمرار می‌بخشد. امر عمیق شدن و عمق‌بخشی به مطالب، متناسب با مخاطبان و دانش‌آموزان شکل می‌گیرد. لکن باید به نکته‌ای در پیرامون تهیه‌ی غذای مناسب برای دانش‌آموزان علاقه‌مند توجه داشت و آن این‌که:

تدریس دارای دامنه است و عمق؛ دامنه به منزله‌ی وسعت و مقدار مطالب آموزش داده شده است و عمق به معنای دقیق شدن و فرو رفتن در یک معنی و مفهوم. به مثل، تدریس مانند مخروطی است که دامنه‌ی آن قاعده‌ی مخروط و عمق آن ارتفاع مخروط است. باید توجه داشت که عمیق کردن آموزش و فعال کردن قوه‌ی درک و فهم دانش‌آموزان در گرو عمیق کردن این مخروط است و نه وسیع کردن دامنه آن. وسیع کردن دامنه‌ی تدریس نه تنها مفید فایده نیست بلکه انرژی دانش‌آموز را صرف مفاهیم متعدد در سطوح شناختی دانش و فهم می‌کند و وی را از دست‌یابی به سطوح ترکیب و ارزشیابی در حوزه‌ی مفاهیم اصلی باز می‌دارد. به همین دلیل باید از پرداختن به مباحثِ ورای آنچه در حوزه‌ی اصلی فعالیت دانش‌آموزان است پرهیز کرد و سعی در کشف عمق‌های مباحث مورد تدریس داشت.

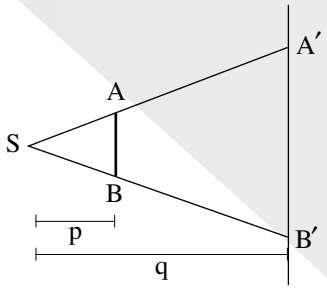
در این راستا سعی داریم در مقاله زیر یک نمونه از مباحث نور هندسی در بحث سایه و نیمسایه را مطرح کنیم که با وجود پیچیدگی‌های خاص خود، از روابط ساده‌ی هندسی و فیزیکی در حل آن استفاده می‌شود. موضوع مقاله، بررسی سایه و نیمسایه جسم خطی و سطحی به ازای چشمه‌های نورانی نقطه‌ای، خطی و سطحی است که قواعد حالت‌های سطحی در قالب شکل خاص تا مقداری شرح و تفصیل می‌یابد.

سایه و نیمسایه

می‌خواهیم بحث سایه و نیمسایه را با توجه به جسم و چشمه‌ی نور از سطوح ساده به پیچیده قدم به قدم پیگیری کنیم

۱. چشمه‌ی نقطه‌ای و جسم خطی (یک‌بعدی):
شکل (۱) بیانگر این حالت است.
طبق قضیه تالس رابطه‌ی (۱) در آن برقرار است.

$$\frac{AB}{A'B'} = \frac{p}{q} \qquad (۱)$$



شکل ۱

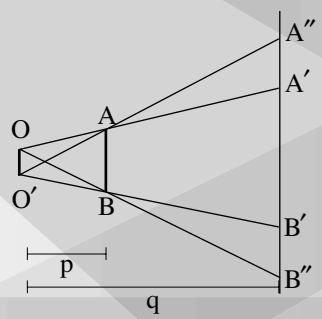
۲. چشـــمه‌ی خطی (یک‌بعدی) و جسم خطی (یک بعدی): شکل(۲) بیانگر این حالت است.

$$\Delta O AO' \approx \Delta A'AA'' : \frac{OO'}{A'A''} = \frac{p}{q-p} \qquad (۲)$$

$$\Delta O BO' \approx \Delta B'BB'' : \frac{OO'}{B'B''} = \frac{p}{q-p} \qquad (۳)$$

$$\text{تالس} : \frac{AB}{A''B'} = \frac{p}{q} \qquad (۴)$$

$$A'B' = A''B' - A'A'' \qquad (۵)$$



شکل۲

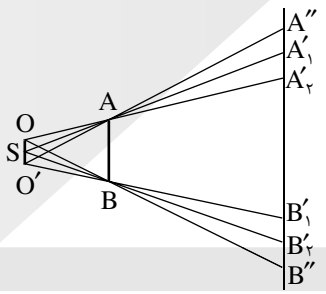
در همین قسمت چند مطلب مهم دیگر نیز به‌دست می‌آید:

الـــف) طبق رابطه‌های (۲) و (۳) طول نیمســـایه‌های $A'A''$ و $B'B''$ مستقل از طول جسم هستند.

ب) طبـــق رابطه‌های (۲) و (۳) طول نیمســـایه‌ها در طرفین سایه با یکدیگر برابرند. ($A'A'' = B'B''$)

ج) وقتی در شرایط ثابت، یک چشمه‌ی نور نقطه‌ای، خطی می‌شـــود در طرفین ســـایه‌ی حاصل از چشـــمه‌ی نقطه‌ای، اتفاق زیر روی می‌دهد:

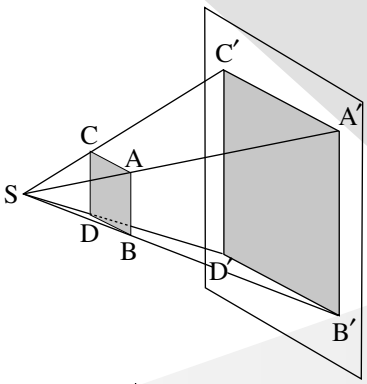
مقداری از نیمســـایه به درون ســـایه کاملِ حاصل از چشـــمه‌ی نقطه‌ای نفوذ می‌کند و مقداری از نیمســـایه به بیرون از آن گســـترش می‌یابد کـــه در صورت تقارن، این دو مقدار برابرند. یعنی طول نیمســـایه تولید شده دو برابر مقدار کاهش سایه اولیه‌ی حاصل از چشمه نقطه‌ای است. (شکل۳)

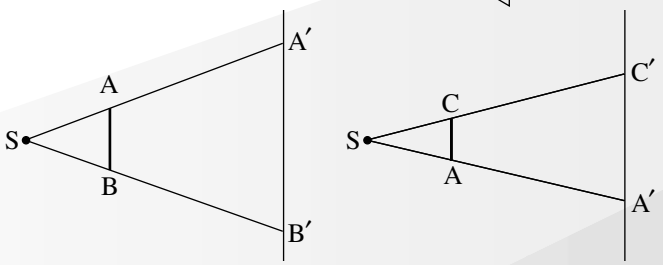


شکل۳

۳. چشمه‌ی نقطه‌ای و جسم مستطیل شکل (دوبعدی): شکل (۴) بیانگر این حالت است.

رابطه‌ی (۱) علاوه بر راستای طولی در راستای عرضی نیز برقرار است.

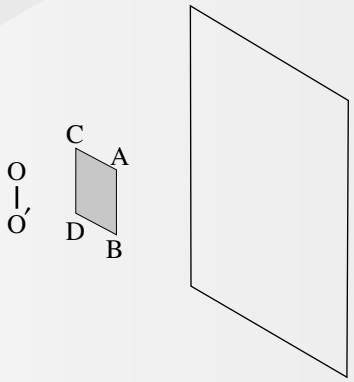




شکل٤

از ایـــن مرحله به بعد نکته‌های زیبا و دقایق مهمی در حالت‌های چشمه و جسم و سایه و نیمسایه پیش می‌آید که قدم‌به‌قدم مطرح می‌کنیم.

۴. چشمه‌ی خطی (یک بعدی) و جسم مستطیل‌شکل (دوبعدی): شکل (۵) بیانگر این حالت است.



شکل۵

برای یافتن ســایه و نیمسایه، مستطیل را از بی‌نهایت خط عمودی کنار هم قرار گرفته فرض می‌کنیم که اولین آن‌ها خط AB و آخرین این مجموعه خط CD خواهد بود. حال بر طبق قسمت ۲، چشمه‌ی 'OO را به‌طور جداگانه با هریک از این خطوط در نظر می‌گیریم و حاصل سایه و نیمسایه‌های آن‌ها را بر روی پرده جمع می‌زنیم تا به جواب نهایی دست یابیم.

در واقع طبق این اصل عمل می‌کنیم که:

«اثر مجموع اجزا برابر است با مجموع اثر اجزا»

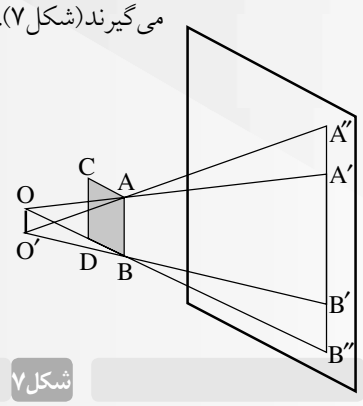
منظور از اثر، ســایه اســت و منظور از مجموع اجزا مستطیل است که مجموع خطوط عمودی است. و منظور از مجموع اثر اجزا، سایه‌ی تشکیل شده از جمع سایه‌های هر خط است. بنابراین اصل بالا در مورد مسئله ما به این شکل می‌شود:

«سایه و نیمسایه‌ی مستطیل برابر است با مجموع سایه و نیسمایه‌ی خطوط تشکیل دهنده‌ی مستطیل»

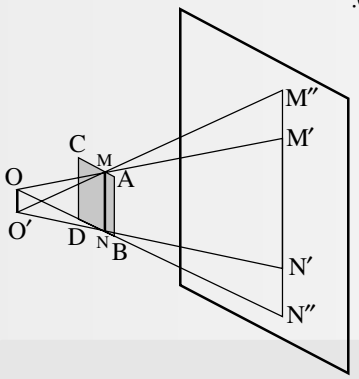
با توجه به این نکته ابتدا سایه و نیمسایه‌ی خط AB را با چشمه‌ی 'OO می‌یابیم. (شکل۶)

حال باید خط AB را در راســتای افقی حرکت دهیم تا مســتطیل مورد نظر را جارو کند و سایه و نیمسایه‌های حاصل را کنار هم قرار دهیم تا سایه و نیمسایه‌ی مستطیل به‌دست آید.

هنگامی‌که چشمه‌ی 'OO با هر یک از خط‌های میانی مانند MN در نظر گرفته می‌شود، مجدداً سایه و نیمسایه خواهیم داشــت. لذا با حرکت خط AB به ســمت خط CD ســایه‌ها و نیمسایه‌ها نیز بر روی پرده کنار هم شکل می‌گیرند(شکل۷).



شکل۶



شکل۷

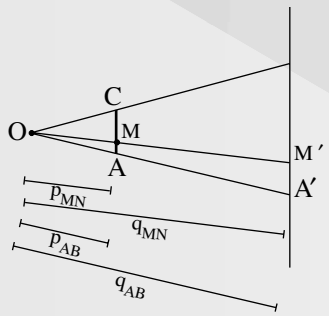
در این‌جا لازم است بررسی شود که سایه و نیمسایه‌ی حاصل از هر خط چه رابطه‌ای با سایه و نیمسایه‌ی حاصل از خط مجاورش دارد. آیا رو به کاهش است یا افزایش، و یا ثابت می‌ماند. شاید در این مسئله پاسخ این مطلب سهل و ســاده و به‌راحتی قابل تصور باشد، لکن می‌خواهیم به روش هندسی جواب بیان شود تا در مسائل پیچیده‌تر نیز بتوانیم به آن استناد کرده، به شیوه استدلالی پاسخ را بیابیم.

طبق نتایج قبل طول نیمســایه مستقل از طول جسم است و طبق رابطه‌ی (۲) برابر است با:

$$A'A'' = OO' \times \frac{q_{AB} - p_{AB}}{p_{AB}} \qquad (۶)$$

$$M'M'' = OO' \times \frac{q_{MN} - p_{MN}}{p_{MN}} \qquad (۷)$$

برای بررسی رابطه‌ی میان سایه و نیمسایه هر خط با خطوط دیگر طبق نگاه از بالا به چشمه، مستطیل و پرده، با توجه به شکل‌های (۶) و (۷) و (۸) خواهیم داشت:



شکل۸

$$p_{AB} = OA, q_{AB} = OA', p_{MN} = OM, q_{MN} = OM'$$

$$\text{تالس}: \frac{q_{AB}}{p_{AB}} = \frac{q_{MN}}{p_{MN}} \Rightarrow \frac{q_{AB} - p_{AB}}{p_{AB}} = \frac{q_{MN} - p_{MN}}{p_{MN}} \qquad (۸)$$

$$(۶) \text{ و } (۷) \text{ و } (۸) : A'A'' = M'M'' \qquad (۹)$$

رابطه‌ی (۸) بیان می‌دارد که:

طول نیمسایه‌های حاصل از خط‌های تشکیل دهنده مستطیل با هم برابرند.

حال سایه‌ی حاصل از خط‌ها را با هم بررسی می‌کنیم.

$$(۳): A''B' = AB \times \frac{q_{AB}}{p_{AB}} \qquad (۱۰)$$

و $M''N' = MN \times \frac{q_{MN}}{p_{MN}}$

$$AB=MN \text{ و } (۸) \text{ و } (۱۰): A''B' = M''N' \qquad (۱۱)$$

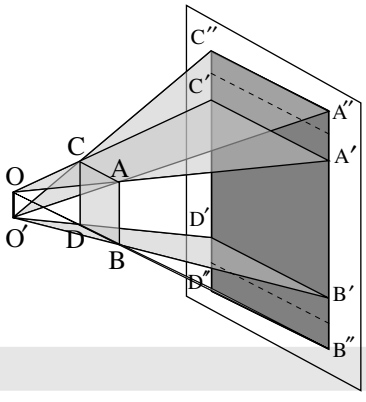
$$(۵) \text{ و } (۹) \text{ و } (۱۱): A'B'=M'N' \qquad (۱۲)$$

لذا می‌توان گفت که:

طول سایه‌های حاصل از خطوط تشکیل‌دهنده مستطیل با هم برابر است.

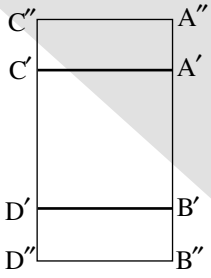
بنابراین با کنار هم قرارگرفتن خط‌ها، سایه‌های برابر و نیمسایه‌های برابر در کنار هم بر روی پرده تشکیل می‌شود که سایه‌ی کامل مستطیل‌شکل که در بالا و پایین آن نیمسایه‌های مستطیل شکل قرار گرفته است را شکل خواهد داد.

وقتی چشمه‌ی نقطه‌ای به چشمه‌ی خطی تبدیل می‌گشت، از طول سایه‌ی حاصل از چشمه‌ی نقطه‌ای کاسته شده، آن منطقه نیمسایه می‌شد و علاوه بر این به همان مقدار نیز نیمسایه در بیرون از سایه‌ی حاصل از چشمه‌ی نقطه‌ای پدید می‌آمد. لذا می‌توان گفت که مستطیل A'B'C'D' که سایه کامل حاصل از چشمه‌ی خطی است از لحاظ طولی کوچک‌تر از مستطیل سایه A'B'C'D' حاصل از چشمه‌ی نقطه‌ای است، ولی از لحاظ عرضی با آن فرقی ندارد زیرا چشمه‌ی OO' طولی است و در راستای عرضی پهنایی ندارد. یعنی برای جسم ما در راستای عرضی هنوز هم یک چشمه‌ی نقطه‌ای است (شکل ۹).



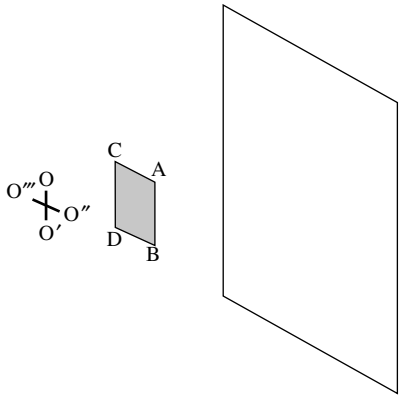
شکل ۹

لذا جواب نهایی بر روی پرده مطابق شکل (۱۰) است.



شکل ۱۰

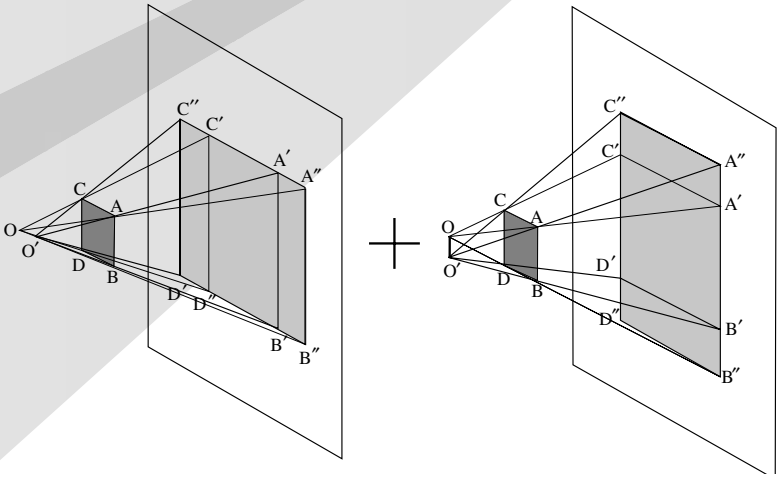
۴. دو چشمه‌ی خطی (یک بعدی) عمود بر هم و جسم مستطیل‌شکل (دوبعدی): شکل (۱۱) بیانگر این حالت است.



شکل ۱۱

همان‌طور که در قسمت قبل مشخص شد چشمه‌ی خطی نور اگر موازی با راستای طولی مستطیل باشد، در راستای طولی، از طول سایه کامل حاصل از چشمه‌ی نقطه‌ای، کاسته شده، نیمسایه به درون آن نفوذ می‌کند و به همان مقدار نیز نیمسایه به بیرون از آن کشیده می‌شود.

اگر به‌جای چشمه‌ی خطی طولی از چشمه‌ی خطی موازی با عرض مستطیل استفاده کنیم تمام مطالب گفته شده در راستای طولی عیناً در راستای عرضی رخ خواهد داد.

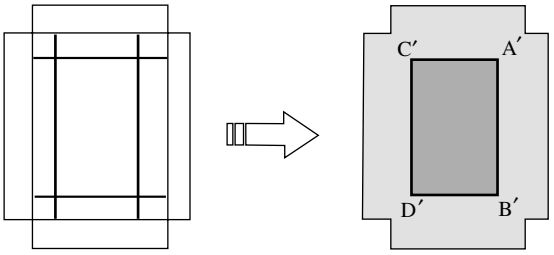


شکل۱۲

سایه و نیمسایه‌ی کل برابر است با مجموع سایه‌ها و نیمسایه‌های دو چشمه‌ی عمودی و افقی. البته وقتی چند سایه و نیمسایه را با یکدیگر جمع می‌زنیم طبق تعریف سایه و نیمسایه، باید از قاعده زیر پیروی کنیم:

سایه‌ی کامل کل برابر اشتراک سایه‌های کامل و نیمسایه کل برابر اجتماع نیمسایه‌ها است.

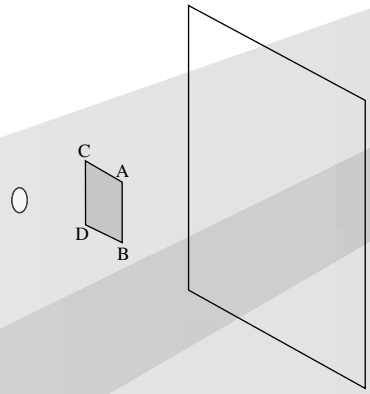
بر این اساس جواب نهایی بر روی پرده مطابق شکل (۱۳) است.



شکل۱۳

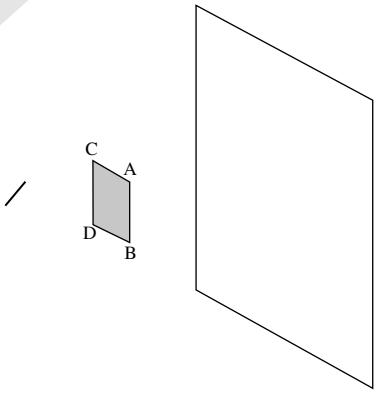
۵. چشمه‌ی دایره‌ای شکل (دوبعدی) و جسم مستطیل‌شکل (دوبعدی): شکل (۱۴) بیانگر این حالت است.

برای کشف سایه و نیمسایه باید دایره را به‌صورت یک خط در نظر بگیریم که دوران می‌کند و از حالت عمودی به وضعیت افقی می‌رسد.



شکل۱۴

همان‌طور که در قسمت قبل دیدیم هنگامی‌که چشمه‌ی خطیِ عمودی داریم سایه‌ی کاملِ در راستای طولی نسبت به سایه‌ی کاملِ حاصل از چشمه‌ی نقطه‌ای، کاهش می یابد و در عوض در طرفین بالا و پایین آن (یعنی در امتداد طولی) نیمسایه پیدا می‌شود. و همین‌طور این اتفاق در امتداد عرضی به ازای چشمه‌ی خطی افقی پیش می‌آید. حال باید بررسی کرد که اگر یک چشمه‌ی خطی مایل در برابر مستطیل قرار گیرد چه سایه و نیمسایه‌ای تولید خواهد شد. (شکل۱۵)

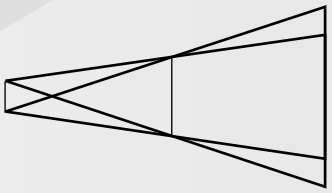


شکل۱۵

برای بررسی این حالت، مشابه قسمت‌های گذشته باید مستطیل را به مجموعه‌ای از خط های کنار هم در نظر بگیریم که موازی با چشمه‌ی خطی مایل هستند و تأثیر چشمه را با هر خط بررسی کنیم و سپس تأثیرها را کنار هم جمع بزنیم.

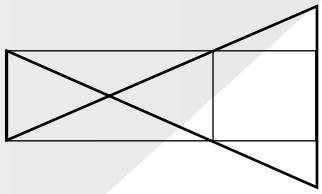
در این حالت مستطیل از خطهای موازی کنار هم تشکیل شده است. اما این خطها دارای طول‌های متفاوتی هستند. هنگامی‌که از رأس C مستطیل شروع به حرکت می‌کنیم تا به رأس B برسیم، خطوط مورد نظر از طول صفر (در نقطه‌ی C) آغاز می‌شوند تا به حداکثر طول در نزدیکی قطر می‌رسند و مجدداً طول خطها روبه کاهش می‌رود تا در رأس B مجدداً به نقطه تبدیل می‌گردند. با این توضیح‌ها به بررسی سایه و نیمسایه‌ی حاصل از این خطها می‌پردازیم. در قسمت ۲ مطرح شد که طول نیمسایه‌ها مستقل از طول جسم است و به نسبت q وp و طول 'oo بستگی دارد و در قسمت ۴ اثبات شد که در مستطیل مورد نظر، طول این نیمسایه‌ها با هم برابرند. اما در مورد سایه باید توجه کنیم که طول جسم که همان طول خطهای تشکیل دهنده‌ی مستطیل است در حال تغییر است، لذا با تغییر طول آن‌ها برای طول سایه وضعیت‌های متفاوتی پیش می‌آید که عبارتند از:

الف) اگر طول جسم بزرگ‌تر از طول چشمه باشد، طول سایه بزرگ‌تر از طول جسم است و نیمسایه در اطراف سایه قرار می‌گیرند. (شکل۱۶)



شکل۱۶

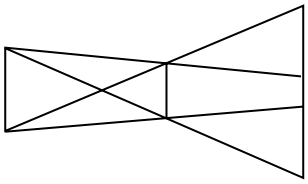
ب) اگر طول جسم مساوی طول باشد، طول سایه برابر طول جسم است و نیمسایه‌ها اطراف سایه قرار می‌گیرند. (شکل ۱۷)



شکل۱۷

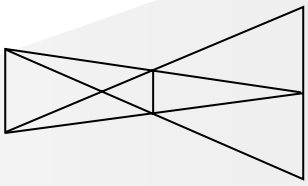
ج) اگر طول جسم کوچک‌تر از طول چشمه باشد:

ج-۱) طول جسم کوچک‌تر از طول چشمه است و طول سایه کوچک‌تر از طول جسم است و نیمسایه‌ها اطراف سایه قرار می‌گیرند. (شکل۱۸)



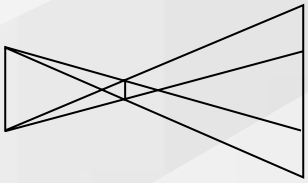
شکل۱۸

ج-۲) طول جسم کوچک‌تر از طول چشمه است و سایه از بین می‌رود و نیمسایه‌ها به یکدیگر مماس می‌شوند. (شکل ۱۹)



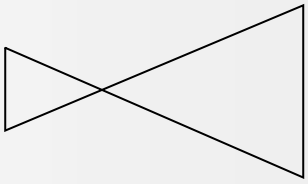
شکل۱۹

ج-۳) طول جسم کوچک‌تر از طول چشمه است و سایه از بین رفته است و نیمسایه‌ها در یکدیگر تداخل پیدا کرده‌اند. (شکل ۲۰)



شکل۲۰

ج-۴) طول جسم صفر می‌شود (نقطه) و نیمسایه برهم منطبق می‌گردند. (شکل ۲۱)



شکل۲۱

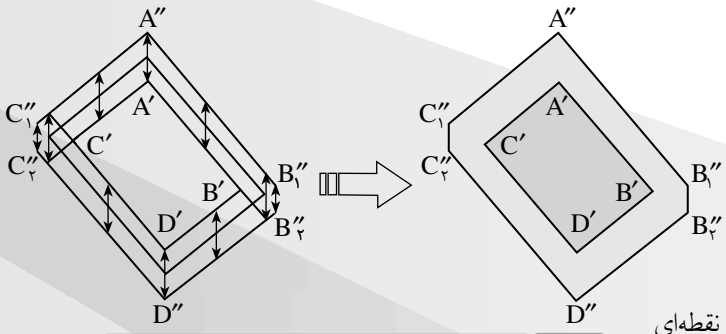
با فـرض بزرگ‌تر بودن جسـم از چشـمه، تمامی حالت‌های ذکر شده در حالت مورد بررسی ما رخ می‌دهند؛ زیرا همان‌طور که بیان شد طول خط‌های تشکیل‌دهنده‌ی مسـتطیل از طول صفـر در رأس C آغاز می‌شـود و به طول‌های بزرگ‌تر از چشـمه در نزدیکی قطر مسـتطیل می‌رسد و سپس در حرکت به سمت رأس B روبه‌کاهش گذارد تا در رأس B مجدداً به نقطه تبدیل شود.

همان‌طور که قبلاً دیده‌ایم هرگاه چشـمه نقطه‌ای به خطی تبدیل می‌شود نیمسایه به درون سایه حاصل از چشمه نقطه ای نفوذ کرده، به همان میزان نیز (در صورت تقارن) به بیرون از آن گسترش می‌یابد. یعنی طول نیمسایه دو برابر مقدار کاهش سایه حاصل از چشمه ی نقطه‌ای است. با توجه به این یادآوری می‌توان گفت:

اگر مطابق شکل ۲۲ سایه حاصل از چشمه‌ی نقطه‌ای (A'B'C'D') را در نظر بگیریم، با خطی شدن چشمه باید از طول سایه حاصل از چشمه‌ی نقطه‌ای کم شده، به همان مقدار نیم‌سایه به بیرون از آن کشیده شود.

جسم مستطیل‌شکل ما ABCD است که آن را متشکل از کنار هم قرار گرفتن خطوط بسـیار زیادی که موازی با چشمه‌ی نور خطی هسـتند در نظر می‌گیریم. در ارتباط با وضعیت این خطوط نسـبت به چشـمه‌ی نور خطی، در حدود قطر مسـتطیل وضعیت الف که در بالا ذکر شد پیش می‌آید. اگر از قطر مسـتطیل به سمت گوشه‌های C یا B نزدیک شویم، خطوطی که مستطیل از آن‌ها تشکیل می‌شود، کوتاه‌تر می‌شـوند تا جایی که به خطی به طول برابر با طول چشمه‌ی خطی خواهیم رسید و وضعیت ب که در بالا ذکر شـد پیش می‌آیـد. در ادامه کار طول این خطوط کوچک‌تر از طول چشـمه می‌شود و به وضعیت ج-۱ می‌رسیم. پس از آن نیز شاهد وضعیت ج-۲ خواهیم بود که سـایه‌ی کامل از بین می‌رود و فقط دو نیم‌سایه‌ی مماس خواهیم داشـت که در شـکل ۲۲ مشخص شده است. همچنان طول خط‌های تشکیل‌دهنده‌ی مستطیل رو به کاهش می‌رود و لذا طبق وضعیت (ج-۳) شاهد تداخل نیمسـایه‌ها در یکدیگریم تا وقتی‌که به نقطه‌ی B یا C از جسم رسیده‌ایم ـ جایی که خط به نقطه تبدیل شده است ـ بر طبق وضعیت ج-۴ دو نیمسـایه بر روی یکدیگر قرار می‌گیرند که این دو نیمسایه‌ی روی هم قرار گرفته، مطابق شکل ۲۲، خط $C''_1C''_2$ است.

مستطیل A'B'C'D' سایه‌ی کامل می‌شود و مساحت اطراف آن تا محیط $A''B''_1B''_2D''C''_2C''_1$ نیمسایه خواهد بود.



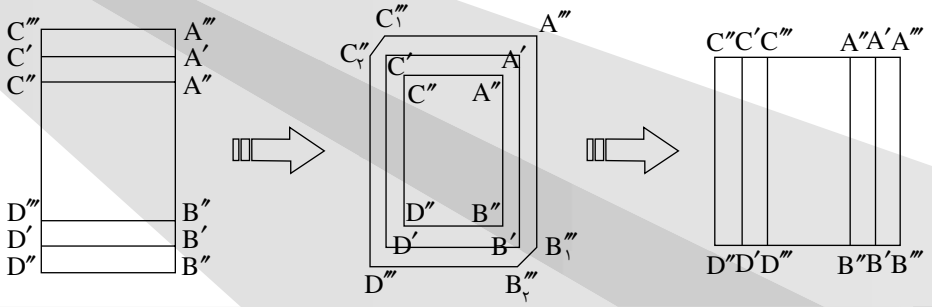
شکل ۲۲

تا بدینجا سـایه و نیمسایه‌ی حاصل از یک چشمه‌ی خطی مایل در برابر مستطیل ABCD پیدا شد. حال برای یافتن سـایه و نیمسـایه‌ی یک دایره‌ی نورانی روبه‌روی مستطیل، باید چشـمه‌ی خطی را یک دور دوران دهیم و سایه و نیمسایه‌ی حاصل از چشمه‌ها را با یکدیگر جمع کنیم تا سـایه و نیمسایه‌ی کلّ چشـمه‌ی دایره‌ای شکل به‌دست آید.

برای این منظور یک قطر دایره‌ی نورانی را از وضعیت عمودی تا وضعیت افقی به میـزان ۹۰° دوران می‌دهیم و وضعیت سایه‌ها و نیمسایه را روی پرده بررسی می‌نماییم. زیرا به علت تقارن، در بقیه‌ی دوران، مشابه همین اوضاع تکرار خواهد شد.

همان‌طور که بارها گفته شد هنگامی که چشمه نقطه‌ای به چشمه خطی تبدیل می‌شود مقداری از سایه کامل کاسته شده به نیم‌سایه تبدیل می‌شود به‌همان مقدار نیز نیمسایه به سـمت بیرون از آن ادامه پیدا می‌کند. این مطلب در مورد چشمه‌ی خطی طولی و سپس مایل و سپس عرضی مطابق شکل ۲۲ پیاده می شود.

در دوران چشـمه خطی، وقتی چشمه خطی عمودی



شکل ۲۳

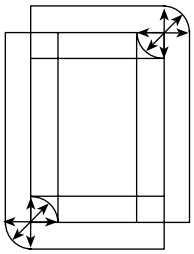
است نیمسایه $A''A'''C''C'''$ در بالای سایه‌ی کامل $A''B''C''D''$ تشکیل می‌شود که فقط در طول سایه $A'B'C'D'$ ـ که حاصل از چشمه‌ی نقطه‌ای است ـ نفوذ کرده و گسترش یافته است و این حداکثر نفوذ و گسترش در راستای طولی در طول سایه کامل $A'B'C'D'$ می‌باشد.

وقتی چشمه کمی دوران می‌کند و مایل می‌گردد این نیمسایه مستطیل‌شکل نیز به نیمسایه‌ی متوازی‌الاضلاع تبدیل می‌شود که در طول سایه $A'B'C'D'$ کمتر نفوذ و گسترش نموده، ولی در عرض آن نیز نفوذ و گسترش پیدا کرده است. و اگر دوران چشمه‌ی خطی از وضعیت طولی به سمت وضعیت عرضی ادامه یابد از نفوذ و گسترش طولی نیمسایه، در طول سایه‌ی $A'B'C'D'$ کاسته می‌شود و به نفوذ و گسترش عرضی آن در عرض سایه‌ی $A'B'C'D'$ افزوده می گردد تا جائیکه چشمه‌ی خطی کاملاً افقی می‌شود و نفوذ و گسترش طولی از بین رفته، نفوذ و گسترش عرضی به حداکثر مقدار خود می‌رسد (شکل۲۳).

با این توضیحات می‌توان در یک ربع دوران چشمه‌ی خطی جمع سایه‌ها و نیمسایه‌های حاصل را مشاهده و بررسی کرد.

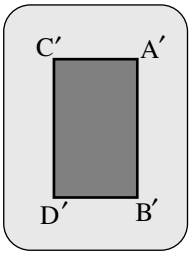
برای جمع سایه‌ها و نیمسایه‌ها از این نکته که سایه‌ی مطلق نهایی، اشتراک سایه‌های تشکیل شده است و نیمسایه‌ی نهایی، اجتماع نیمسایه‌های حاصل شده می‌باشد استفاده‌می‌کنیم.

حداکثر نفوذ و گسترش به درون سایه‌ی $A'B'C'D'$ در امتداد طولی، حاصل از چشمه‌ی طولی است و در امتداد عرضی حاصل از چشمه‌ی عرضی. لذا سایه‌ی کامل نهایی را اشتراک سایه‌ی کامل حاصل از چشمه‌ی عمودی و افقی خواهد ساخت ولی نیمسایه‌ی نهایی را نیمسایه آن‌ها به‌علاوه نیمسایه‌های حاصل از چشمه‌های خطی مایل که در فضای ما بین نیمسایه‌های طولی و عرضی وارد می‌شوند تشکیل می‌دهند. با توجه به نحوه شکل‌گیری نیمسایه‌های حاصل از چشمه‌های خطی مایل که در بالا ذکر شد، گوشه‌های مابین نیمسایه‌های طولی و عرضی به‌صورت ربع دایره پر خواهد شد (شکل۲۴).



شکل ۲۴

به‌دلیل این‌که دوران کامل نبوده است دو گوشه‌ی دیگر هنوز به ربع دایره نرسیده و اگر دوران کامل شود آن‌دو گوشه نیز به‌صورت ربع دایره پر خواهد گشت. لذا شکل نهایی سایه و نیمسایه حاصل از چشمه‌ی دایره‌ای شکل از مستطیل مدنظرمان، بر روی پرده به‌صورت شکل ۲۵ خواهد بود.



شکل ۲۵

پی‌نوشت

* ویراستار. به‌دلیل طولانی بودن مقاله، بخش نهایی آن که به نحوه‌ی تشکیل سایه توسط چشمه‌ی نور مستطیلی می‌پرداخت، حذف شد. خوانندگان علاقه‌مند می‌توانند با پست الکترونیکی تماس با نویسنده، به کلّ کار دست یابند.

m.kalantarian@mecp.ir

پژوهشی

بررسی نظرات دبیران پیرامون طرح ادغام واحد آزمایشگاه در واحد درسی

معصومه دیباجی

چکیده: یکی از هدف‌های مهم آموزش به‌ویژه آموزش علوم تجربی، آموختن برای بهتر زیستن است. اگر آموزش علوم‌تجربی و یا هر علم دیگری نتواند دانش‌آموز را در جهت رسیدن به ابزاری برای زندگی بهتر هدایت کند در اعتبار آن علم باید شک کرد، زیرا یادگیری فرایندی است به اندازه تمام زندگی، هم در طول و هم در گوناگونی‌اش.

با ادغام واحد آزمایشگاه در واحد درسی علوم پایه در مقطع متوسطه بر آن شدیم تا با انجام تحقیقاتی از دبیران مربوطه دریابیم که:

۱. آیا با ادغام واحد آزمایشگاه در کتاب درسی موافقند؟

۲. میزان انگیزه دانش‌آموزان به تشکیل کلاس آزمایشگاه چقدر است؟

۳. چه میزان از نمره مستمر را به کار عملی اختصاص می‌دهند؟

۴. برای علاقه‌مند کردن دانش‌آموزان به کار عملی چه اقداماتی باید انجام داد؟

۵. برای جبران عقب‌ماندگی از ساعت تدریس چه میزان از ساعت آزمایشگاه را صرف تدریس نظری می‌کنند؟

در این راستا پرسش‌نامه‌ای تهیه و در اختیار دبیران رشته‌های فیزیک، شیمی و زیست‌شناسی قرار گرفت که پس از بررسی نتایج زیر به دست آمده است:

ـ ۹۱/۶ درصد دبیران با طرح ادغام واحد آزمایشگاه با واحد درسی مخالف هستند و فقط ۸/۴ درصد با این طرح موافقند.

ـ ۶۲/۵ درصد دبیران علاقه دانش‌آموزان را به تشکیل کلاس آزمایشگاه زیاد، ۱۶/۶ درصد این علاقه را متوسط، ۱۲/۵ درصد میزان این علاقه‌مندی را کم و ۸/۳ درصد این علاقه را خیلی کم عنوان کرده‌اند.

ـ ۴۲/۸ درصد دبیران ۲ نمره از نمره مستمر را به درس عملی، ۳۳/۳ درصد ۴ نمره، ۱۴/۲ درصد ۶ نمره و تنها ۹/۵ درصد ۸ نمره را به درس عملی اختصاص می‌دهند.

ـ ۴۸ درصد دبیران هیچ اقدامی در جهت علاقه‌مند کردن دانش‌آموزان به کار عملی انجام نمی‌دهند و ۲۴ درصد به منظور ایجاد علاقه در دانش‌آموزان به کار عملی بخشی از نمره‌ی مستمر را به فعالیت‌های آزمایشگاهی اختصاص می‌دهند و ۲۸ درصد نیز تشکیل نمایشگاهی از وسایل ساخته شده توسط دانش‌آموزان را جزء کارهای خود بیان کرده‌اند.

ـ ۵۶ درصد دبیران برای جبران عقب‌ماندگی از ساعت تدریس، نادیده گرفتن آزمایشگاه را ترجیح می‌دهند و ۴۴ درصد به علت این‌که کار عملی را موجب تسریع در تدریس می‌دانند از آزمایشگاه استفاده لازم را می‌برند.

کلیدواژه‌ها: واحد آزمایشگاه، آموزش علوم.

۹۱/۶ درصد دبیران با طرح ادغام واحد آزمایشگاه با واحد درسی مخالف‌هستند و فقط ۸/۴ درصد با این طرح موافقند

پیشنهادها

تأثیر چشم‌گیر علوم تجربی در زندگی روزمره ما اهمیت آموزشی آن‌را مشخص‌تر می‌کند. برای پیشرفت بیشتر دانش‌آموزان در رشته‌های علمی، نظام آموزش‌وپرورش باید هدف‌ها، برنامه‌ها، کتاب‌های درسی و روش آموزش را به‌طور مناسب و مستمر مورد تجدیدنظر قرار دهد.

هماهنگی با تحولات در دنیای در حال تغییر و دگرگونی، یکی از نگرانی‌های انسان روزگار ماست. در سراسر دنیا، اندیشمندان، سیاستمداران، برنامه‌ریزان آموزشی و حتی پدران و مادران تلاش می‌کنند شیوه‌هایی را بیابند

که با استفاده از آن‌ها بتوان دانش‌آموزان امروز را برای زیستن در دنیای غیرقابل پیش‌بینی فردا آماده کرد.

در سال‌های اخیر در عرصه‌های گوناگون آموزش‌وپرورش در سطح جهانی تغییر و تحولات فراوانی به وقوع پیوسته است در این میان شاهد هیچ موضوع درسی به اندازه‌ی درس‌های حوزه‌علوم تجربی دچار تغییر نشده‌است. این تغییر تنها جنبه محتوایی آموزش علوم را در برنمی‌گیرد بلکه اهداف آموزش علوم، نحوه گزینش محتوا، روش‌های یاددهی ـ یادگیری و روش‌های ارزشیابی را نیز شامل می‌شود.

آن‌چه در این سال‌ها توجه صاحب‌نظران را به خود معطوف داشته این است که چگونه می‌توان دانش‌آموزان را به گونه‌ای آموزش داد که توانایی رویارویی با مشکلات جدیدی را که در آینده بروز خواهند کرد داشته باشند و بتوانند به حل مسایل و مشکلات آتی بپردازند.

آموزش صحیح علوم در تمام کشورهای در حال توسعه یکی از مهم‌ترین سنگ بناهای توسعه محسوب می‌شود و به آن توجه خاصی مبذول می‌گردد. نتایج پژوهش‌های فراوان و گسترده، رابطه مستقیم میان میزان سرمایه‌گذاری هر کشور در زمینه آموزش علوم و رشد توسعه اقتصادی آن‌را نشان داده است.

دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی وزارت آموزش‌وپرورش با توجه به تغییر و تحولاتی که در هدف‌ها و رویکردهای آموزشی در سطح جهانی رخ داده و می‌دهد تغییر بنیادی در آموزش علوم را در برنامه کار خود قرار داده است.

در این راستا از سال ۱۳۶۴ تا سال‌های ۱۳۷۵ کتاب‌های علوم و آزمایشگاه در نظام متوسطه به صورت جداگانه و به منظور برآورده کردن اهداف ذکر شده تدوین شده بود ولی از سال ۱۳۷۵ به بعد شاهد ادغام واحد آزمایشگاه در واحد درسی بوده‌ایم و هم اکنون آزمایشگاه علوم تجربی که بارها دست‌اندرکاران مسایل آموزشی به اهمیت آن اشاره کرده‌اند در برنامه جدید نمره مستقل ندارد. بنابراین در بسیاری از مدارس، یا در عمل دانش‌آموزان برنامه آزمایشگاه ندارند و یا اغلب بدون برنامه‌ای خاص هستند و تنها در صورت داشتن وقت اضافی از آزمایشگاه استفاده می‌کنند لذا لازم است که در این مورد چاره‌ای اندیشیده شود تا دانش‌آموزان از اجرای برنامه‌های سلیقه‌ای درامان بمانند. برای نیل به این هدف و رفع این دوگانگی پیشنهادهایی به شرح ذیل ارائه می‌گردد:

۱. تقسیم ساعت‌های درسی هفتگی هر درس به ساعت‌های نظری و عملی جداگانه.

۲. تدوین کتابی مجزا برای واحد آزمایشگاه و به‌روز کردن آزمایش‌ها با توجه به پیشرفت علوم.

۳. اختصاص نمره‌ای مستقل برای واحد آزمایشگاه جهت جلوگیری از اعمال سلیقه توسط معلمان.

۴. تدوین برنامه‌ای منسجم توسط مسئولان مدارس جهت استفاده از آزمایشگاه برای دانش‌آموزان هر کلاس حداقل هفته‌ای یک مرتبه.

۵. فراهم نمودن وسایل آزمایشگاهی به منظور انجام آزمایش‌ها حتی‌الامکان به صورت انفرادی.

۶. تشویق و ترغیب دانش‌آموزان جهت طراحی و ساخت وسایل آزمایشگاهی با تشکیل نمایشگاهی از دست ساخته‌های آنان و اختصاص نمره‌ی اضافی برای کسانی که فعالیت بیشتری در کارهای عملی دارند.

۷. برگزاری مسابقات آزمایشگاهی به منظور ترغیب دانش‌آموزان به فعالیت‌های عملی در کنار مسابقه‌های فرهنگی.

۸. تشکیل و تجهیز آزمایشگاه مدارس به صورت مستقل و در صورت عدم امکان، فراهم نمودن زمینه لازم جهت استفاده از امکانات آزمایشگاه مرکزی از قبیل وسیله ایاب و ذهاب، تجهیز آزمایشگاه مرکزی و برنامه‌ریزی صحیح توسط مسئولان.

۹. اختصاص پاره‌ای از پرسش‌های کنکور و یا مسابقه‌های علمی به آزمایش‌ها در کتاب‌های درسی.

۱۰. جذب نیروهای متخصص جهت تصدی در آزمایشگاه‌های مدارس و آزمایشگاه مرکزی به صورت ثابت.

۱۱. برگزاری دوره‌های ضمن خدمت آزمایشگاه جهت ارتقای علمی دبیران و متصدیان آزمایشگاه.

۱۲. هماهنگی بین دبیران هر گروه آموزشی در رشته‌های علوم پایه جهت بررسی و اولویت‌بندی آزمایش‌ها.

۱۳. تشویق و ترغیب دانش‌آموزان به انجام آزمایش‌هایی که خود و یا همکلاسی‌هایشان طراحی و ابداع کرده‌اند و بررسی کارهای یکدیگر و نقد این کارها.

۱۴. تشویق و ترغیب دانش‌آموزان به انجام آزمایش‌های کتاب و گرفتن گزارش از آن‌ها.

۱۵. ارزشیابی کار عملی دانش‌آموزان به صورت یک فرایند.

در بسیاری از مدارس، یا در عمل دانش‌آموزان برنامه آزمایشگاه ندارند و یا اغلب بدون برنامه‌ای خاص هستند و تنها در صورت داشتن وقت اضافی از آزمایشگاه استفاده می‌کنند

چکیده: با توجه به اهمیت روزافزون علوم و فناوری‌های نوین، و با وجود این‌که بسیاری از نهادهای علمی ـ دانشگاهی از اثرات بالقوه فناوری‌های نو باخبرند، با این حال هنوز اکثریت مردم و قشر فرهنگی جامعه، فناوری‌های نو و اهمیت آن‌را درک نکرده‌اند. تحقیق حاضر، نمونه‌ای از کار پژوهشگران در زمینه‌ی آموزش مفاهیم جدید است. یکی از حوزه‌های مهم در زمینه فناوری‌های نویـن، حوزه‌ی مربوط به «نانو فناوری» است که در این تحقیق به این حوزه از علوم، و به طور خاص به بررسی جنبه‌های مختلف مفهوم خودآرایی پرداخته شده است. محتوای حاضر برای دانش‌آموزان سال سـوم متوسطه، تولید و اجرا شـده است. نتایج حاصل از نمره‌های پیش آزمون و پس‌آزمون نشـان می‌دهد که این بسـته‌ی آموزشی، بسـته‌ی مناسـبی برای آموزش مفهوم خودآرایی به دانش آموزان است.

کلیدواژه‌ها: مفهوم خودآرایی، نانوفناوری.

آموزشی

مسعود قاسمی
دانشجوی کارشناسی ارشد آموزش فیزیک دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
gh.masood@gmail.com

مهدی نیک عمل
عضو هیئت علمی
دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
Mm_nikamal@yahoo.com

فاطمه احمدی
عضو هیئت علمی
دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
fahmadi:@srttu.edu

آموزش مفهوم خودآرایی

۱ تاریخچه

اگـر به ۲۵۰۰ سـال قبل برگردیم که نخسـتین بار دموکریتوس، فیلسـوف یونانـی، واژه‌ی اتم را به کار برد، متوجه می‌شـویم که علم مواد ریز سابقه‌ای تاریخی داشـته اسـت. دموکریتوس عقیده داشت که «همه‌ی مـواد از ذره‌های کوچک و تجزیه ناپذیری با نام اتم سـاخته شده‌اند.» در سـال ۱۸۰۳ جان دالتون شـیمی‌دان انگلیسـی با آزمایش‌های زیادی نظریه‌ی اتمی را بر اسـاس چند اصل بیـان کرد و او نیز مانند یونانی‌ها کوچک‌ترین ذره‌ی ماده را اتم به معنی تجزیه یا تقسیم‌ناپذیر دانست. نقطه‌ی شروع و توسعه اولیه‌ی فناوری نانو به طور دقیق مشخص نیست. شاید بتوان گفـت که اولین متخصصان نانو فناوری شیشـه‌گران قرون وسـطایی بودند که از قالب‌هـای قدیمی برای شکل دادن شیشه‌هایشان استفاده می‌کردند. در آن زمان برای سـاخت شیشه‌های کلیسـاهای قرون وسطایی از ذرات نانومتری طلا اسـتفاده می‌شـد و با این کار شیشـه‌های رنگی بسیار جذابی به دست می‌آمد. البته

این شیشه‌گران نمی‌دانستند که چرا با اضافه‌کردن طلا به شیشه رنگ آن تغییر می‌کند. رنگ به وجود آمده در شیشه‌ها به این علت بود که مواد با ابعاد نانو دارای همان ویژگی‌های مواد با ابعاد میکرو نیستند.

در سال ۱۹۵۹ ریچارد فاینمن مقاله‌ای را درباره‌ی قابلیت‌های فناوری نانو در آینده منتشر ساخت. مقاله فاینمن را می‌توان در چند بند اساسی خلاصه نمود [۱]:

۱. تولید ماشین‌ها (روبات‌ها) در مقیاس نانو (یک تا صد نانومتر) که این ماشین‌ها قادرند ماشین‌های دیگر و یا مواد مفید جدید را از طریق چیدمان اتم‌ها در کنار یکدیگر،از پایین به بالا، تولید کنند. به این نوع ماشین‌ها بعداً لقب **خودآرا** داده شد و این فعالیت را خودآرایی نام نهادند. مطابق این نظر، یک خودآرا، اجزای مولکولی را در تعامل با یکدیگر قرار داده و کنش شیمیایی مابین آن‌ها را کنترل می‌کند و در نهایت ساختار و یا ماشینی را به وجود می‌آورد که مورد توجه ماست.

۲. یک خودآرا می‌تواند حامل تمام دستورها و اطلاعات لازم جهت ساختن همانند خود باشد که در این صورت به آن «خود همانند ساز» و یا «نانو تکرارکننده» می‌گویند.

از دیدگاه فاینمن، فناوری نانو در حقیقت فناوری ناظر بر ایجاد و کنترل این خودآراها است که خود آن‌ها قادرند انبوهی از نانوماشین‌ها و یا نانوروبات‌ها را تعبیه کنند و از طریق این انبوه‌سازی، یک فعالیت در مقیاس‌های مولکولی را ایجاد کنند.

این درک از مقوله‌ی نانوفناوری بسیار بنیادی است و با الهام از نانوفناوری موجود در دستگاه‌های زیستی طبیعی ارائه شده است که فناوری نانو را خلق دستگاه‌ها و مواد و دستکاری در نظم و عملکرد آن‌ها از پایین به بالا، یعنی در مقیاس‌های مولکولی و اتمی در نظر می‌گیرد.

۲
اهمیت کار در مقیاس نانومتر

مقیاس نانومتر از آن رو مورد توجه قرار گرفته است که اتم‌ها و مولکول‌ها ابعادی در حدود نانومتر دارند. خواص مواد در مقیاس نانو با ویژگی‌هایشان در مقیاس بزرگ‌تر فرق می‌کند. با تولید ساختارهایی در مقیاس نانومتر، امکان کنترل خواص ذاتی مواد از جمله دمای ذوب، خواص مغناطیسی، و حتی رنگ مواد بدون تغییر در ترکیب‌های شیمیایی حاصل می شود. بنابراین اگر بتوانیم نوع و چینش اتم‌های تشکیل‌دهنده مواد را تغییر دهیم، می‌توانیم مواد جدیدی با خواص از پیش تعیین شده تولید کنیم. این کار مهم‌ترین هدف در فناوری نانو است [۲].

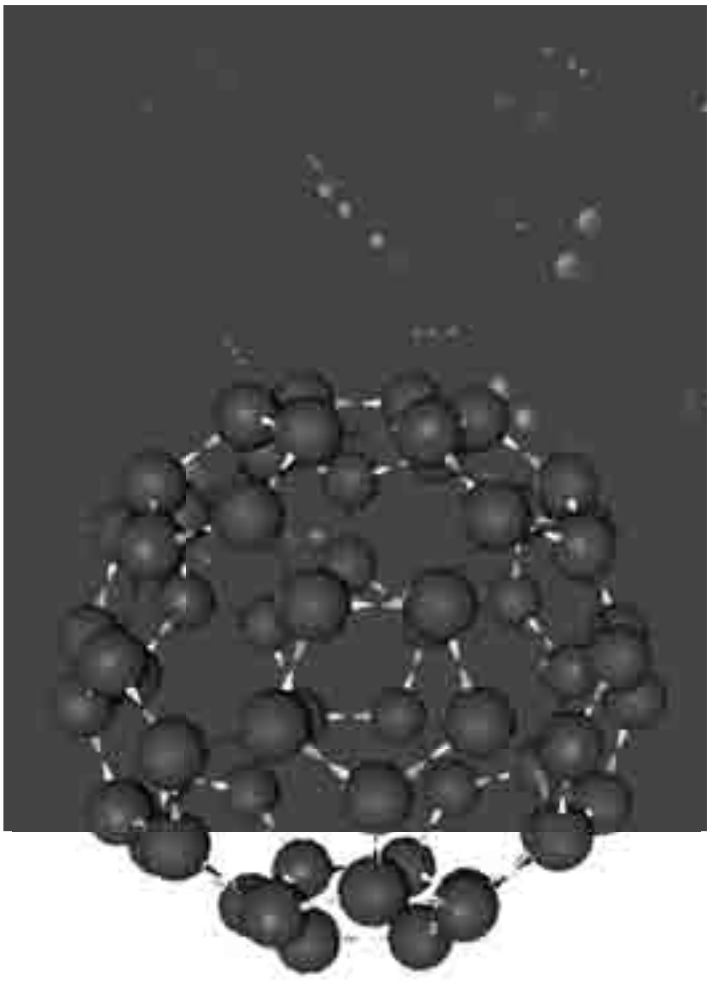
استفاده از این پتانسیل به محصولات و فناوری‌های جدید با کارآیی بالا می‌انجامد که پیش از این میسر نبود. نانو فناوری به ما اجازه می‌دهد تا اجزا و ترکیب‌ها را داخل سلول‌ها قرار داده و مواد جدیدی را با استفاده از روش‌های جدید خودآرایی بسازیم.

در یک تعریف جامع، مواد نانو مقیاس به موادی گفته می‌شود که یکی از ابعاد اضلاع آن‌ها از ۱۰۰ نانومتر کوچک‌تر باشد. یکی از ویژگی‌های مواد نانو مقیاس، افزایش نسبت سطح به حجم مواد است که این عامل می‌تواند باعث تغییرات و یا به وجود آمدن خواص ویژه‌ای مانند تأثیر در واکنش‌ها، مقاومت مکانیکی و مشخصه‌های ویژه‌ی الکتریکی در مواد نانو شود. با کاهش اندازه‌ی این مواد، تعداد بیشتری از اتم‌ها روی سطح قرار خواهند گرفت. برای مثال، اتم‌های موادی به اندازه ۳۰ نانومتر به میزان ۵٪، ۱۰ نانومتر به اندازه ۲۰٪ و ۳ نانومتر به میزان ۵۰٪ در سطح قرار دارند. در نتیجه مواد نانو با ذرات کوچک‌تر در مقایسه با مواد نانو با ذرات بزرگ‌تر سطح بیشتری در واحد جرم دارند. با توجه به ازدیاد سطح در این مواد، تماس ماده با سایر عناصر بیشتر شده و موجب افزایش واکنش با آن‌ها می‌شود. این عمل به تغییرهای مهمی در شرایط مکانیکی و الکترونیکی این مواد می‌انجامد. از محصولات موجود نانوفناوری می‌توان به لاستیک‌های مقاوم در برابر سایش که از ترکیب خاک رس با بس‌پار (پلیمر) به دست آمده‌اند، شیشه‌هایی که خود به خود تمیز می‌شوند، مواد دارویی که در مقیاس نانو ذرات درست شده‌اند و چاپگرهای عالی با استفاده از نانو ذرات با بهترین ویژگی‌های جوهر و رنگ‌دانه و... اشاره کرد.

شاید بتوان گفت که اولین متخصصان نانو فناوری شیشه‌گران قرون وسطایی بودند که از قالب‌های قدیمی برای شکل دادن شیشه‌هایشان استفاده می‌کردند

۳
روش‌های ساخت در مقیاس نانو

طبیعت نانوفناوری، کار با ذرات



بسیار ریز است. ذراتی که نه می‌شود آن‌ها را دید و نه این‌که آن‌ها را لمس کرد. در دنیای پیرامون خود می‌توانیم اجسام را بتراشیم، حرارت دهیم، جوشکاری کنیم، سوراخ کنیم و خلاصه به هر صورت در آن‌ها تغییر ایجاد کنیم.

در دنیای نانو، برای این‌که در چیدمان مولکول‌ها و اتم‌ها تغییراتی ایجاد کنیم تا ماده‌ای با خواص فیزیکی و شیمیایی ویژه بسازیم، نمی‌توانیم مانند آنچه که در دنیای ماکروسکوپی انجام می‌دهیم عمل کنیم. برای ساخت مواد در مقیاس نانو از روش‌های ویژه بهره می‌گیرند:

یک خودآرا، اجزای مولکولی را در تعامل با یکدیگر قرار داده و کنش‌شیمیایی‌مابین آن‌ها را کنترل می‌کند و در نهایت ساختار و یا ماشینی را به وجود می‌آورد که مورد توجه ماست

۳-۱. روش ساخت پایین به بالا

در این روش، مواد با چیدن مولکول‌ها بر اساس اصول شیمی مولکولی ساخته می‌شوند. به بیان دیگر، مولکول‌ها به صورت تک تک کنار همدیگر چیده می‌شوند تا این‌که به ساختار بزرگ‌تر برسند. برای تصور بهتر این روش ساخت، دیواری آجری را در نظر بگیرید که از کنار هم چیدن تک تک آجرها پدید آمده است.

۳-۲. روش ساخت بالا به پایین

در این روش، اشیاء نانویی بدون کنترل اتمی در مقدارهای بزرگ‌تر ساخته می‌شوند به این طریق که در ساخت آن‌ها از تجهیزات پیشرفته این فناوری مانند میکروسکوپ‌های اتمی و تونل‌زنی روبشی جهت دستکاری و ایجاد پدیده‌ها و ویژگی‌های جدید در اجسام نانویی استفاده می‌شود.

یکی از روش‌های ساخت پایین به بالا، خودآرایی است که در آن اجزای ماده به صورت ظاهراً خود به خودی به طور پیوسته در کنار هم قرار می‌گیرند. فرایندهای خودآرایی در طبیعت و فناوری مرسوم هستند. این روش ساخت، تنها در مقیاس نانو کاربرد ندارد بلکه در مقیاس‌های بسیار بزرگ‌تر نیز به کار می‌رود. فرایند خودآرایی در شکل‌گیری شبکه‌های بلوری مواد تا شکل‌گیری ساختارهای بزرگ مقیاس مانند منظومه شمسی و... دخیل هستند [۳].

٤
خودآرایی چیست؟

خودآرایی شامل نظم خود به خودی و بدون مداخله بشر در ساخت الگوها و ساختارهاست. فرآیندهای خودآرایی در طبیعت و فناوری مرسوم هستند. فرض کنید که چند تکه آجر، لوله، سیم و چوب روی زمین ریخته شده‌اند و این قسمت‌ها به طور خود به خودی ترکیب می‌شوند و خانه‌ای را می‌سازند. ساخته شدن این خانه، کاملاً عجیب و خارق‌العاده خواهد

بود، اما این‌طور ساخته شدن در طبیعت، روشی است که سابقه‌ای بس طولانی دارد. طبیعت به شکل بسیار مناسبی ساختارها را پدید می آورد ولی به جای استفاده از تکه‌های آجر و ملات، از مولکول‌هایی مانند پروتئین برای ساخت قطعه‌ها استفاده می‌کند [۳].

مطالعه‌ی فرآیند خودآرایی علاوه بر این‌که از لحاظ علمی جذابیت دارد، دارای اهمیت‌های ویژه‌ای از لحاظ فناوری نیز هست:

اول، همیشه پیدایش نظم از یک سامانه‌ی بی‌نظم برای انسان جالب توجه و جذاب بوده است. فرض کنید یک پازل دستتان باشد و آن‌را به شدت تکان دهید و پس از به هم ریختن پازل ببینید که پازل خود به خود در حال درست شدن است. می‌بینید چه تصور عجیبی است؟! [۴]

دوم، در زندگی ما دارای اهمیت ویژه‌ای است. سلول‌های موجودات زنده خودآرایند و پی بردن به راز خلقت مستلزم فهمیدن خودآرایی است [۳].

سوم، خودآرایی یکی از مهم‌ترین روش‌های ساخت در مقیاس نانو است [۵].

چهارم، خودآرایی در ساخت بسیاری از سامانه‌های بزرگ‌تر شامل، مواد هوشمند، ساختارهای خود ترمیم، شبکه‌های رایانه‌ای و... کاربرد دارد [۵].

با توجه به این موارد می‌توان گفت که خودآرایی در زمینه‌های بسیاری نظیر فیزیک، شیمی، زیست‌شناسی، زیست شیمی، و علم مواد پرکاربرد و مهم است. بنابراین می‌توان گفت که در هر حوزه، تعاریف مختلفی از خودآرایی وجود دارد. با برداشتی آزاد از همه‌ی تعریف‌ها می‌توان تعریف زیر را برای خودآرایی بیان نمود:

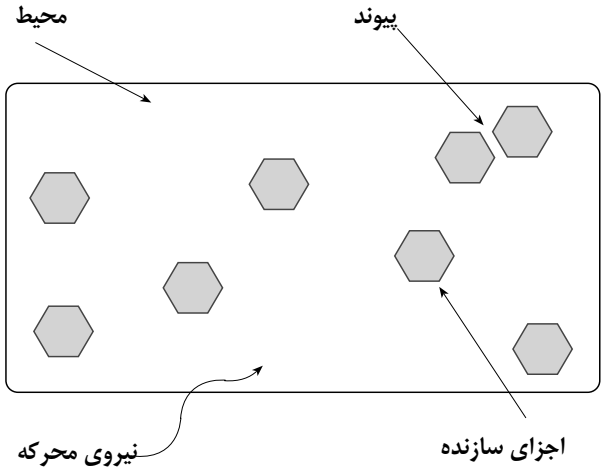
خودآرایی به تشکیل خود به خودی ساختارهای منظمی که از طریق فرایندهای تصادفی، ذرات را در کنار یکدیگر نگه می‌دارد، اشاره دارد، این فرایند برگشت پذیر است و آن را می‌توان به واسطه‌ی اجرای روش‌های صحیح و مناسب روی اجزاء سازنده، محیط زیست و نیروی محرک، کنترل کرد.

۵
ویژگی‌های سامانه‌ی خودآرا

با مطالعه‌ی سامانه‌های خودآرا، می‌توان به چهار ویژگی مهم آن‌ها پی برد.

۵-۱ ذرات سازنده‌ی سامانه

یک سامانه‌ی از گروه‌های مولکولی و یا بخش‌هایی از درشت ـ مولکول‌ها تشکیل شده است که هر دوی آن‌ها را می‌توان به عنوان ذرات سازنده‌ی سامانه‌ی خودآرا در نظر گرفت. این مولکول‌ها یا درشت ـ مولکول‌ها می‌توانند یکسان و یا متفاوت باشند و نوع تعامل و قرار گرفتن این ذرات در کنار یکدیگر به تشکیل حالتی با نظم کمتر (مثلاً تشکیل شیشه) یا حالت منظم‌تر (مانند بلور) می‌انجامد.



شکل ۱ چهار عامل مهم در خودآرایی

۵-۲ نیروهای پیوند

دومین عامل مؤثر در سامانه‌ی خودآرا، نیروهای پیوندی است که باعث نگه داشتن ذرات در کنار یکدیگر می‌شود. این عامل، شاید یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های یک سامانه‌ی خودآرا باشد. زیرا بدون قرار گرفتن ذرات در کنار یکدیگر خودآرایی اتفاق نمی‌افتد. خودآرایی زمانی حاصل می‌شود که مولکول‌ها به تعادلی در بین نیروهای جاذبه و دافعه مولکولی می‌رسند که این نیروها ضعیف و از نوع غیر کووالانسی (مثلاً نیروی مویینگی) هستند [۷].

۵-۳ محیط

برای تشکیل سامانه‌های خودآرا به محیط نیاز داریم. محیط نقش کلیدی در پیدایش یک سامانه‌ی خودآرا بازی می‌کند. مثلاً در تشکیل بلور که از رسوب محلول‌ها پدید می‌آید، این محلول برای سامانه‌ی بلوری نقش محیط را بازی می‌کند

با تولید ساختارهایی در مقیاس نانومتر، امکان کنترل خواص ذاتی مواد از جمله دمای ذوب، خواص مغناطیسی، و حتی رنگ مواد بدون تغییر در ترکیب‌های شیمیایی حاصل می‌شود

و در اینجـا دو عامـل دما و غلظت محلول مربوط به محیط بر تشـکیل بلور تأثیر می‌گذارد [۸].

۵-٤ نیروهای محرک:

آخرین عامل مهم در خودآرایی، نیروهای محرک اسـت. این نیروها، سامانه را به سمتی پیش می‌برند که ذرات درون محیط را به صورت یک پیکربندی منظم در می‌آورند [۶].

در شکل ۱، سامانه را به صورت ذرات معلقی که در محیط به صورت تصادفی جای گرفته‌اند نشان داده‌ایم.

در حالتـی کـه ذرات در موقعیت‌های مشـخصی نسـبت به یکدیگر قـرار می‌گیرنـد، نیروهای پیوند بین آن‌ها اثر می‌کند و باعث نگه داشتن ذرات کنار یکدیگر می‌شود. اما، ممکن اسـت ایـن ذرات بعد از پیوند با یکدیگر به شکل منظمی در درون محیط قرار نگیرند، این‌جاست که نیروی محرک وارد عمل می‌شود و سـامانه را به سـمتی پیش می‌برد کـه ذرات در درون محیـط دارای پیکربندی منظمی شوند.

ایـن چهـار ویژگـی در همـه‌ی سـامانه‌های خودآرا ظاهر می‌شود، اما ممکن اسـت در بعضی مواقع مرز میان این چهار ویژگی شکسته شود و تمییز دادن این ویژگی‌ها از یکدیگر مشـکل باشد. در اینجا ذکر این نکته مهم است که:

وقتـی یک سـامانه‌ی خـودآرا تشکیل شد و هر دو نیروی پیوند و محرک باعث تغییر در ذرات شدند، دیگر قضاوت در مورد این‌که بگوییم عاملی که باعث نظم در سامانه شده اسـت، نیروی پیوند بـوده یا نیروی محـرک، سـخت اسـت و بنابراین نمی‌توان بعد از ایجاد نظم در سامانه، مرزبندی مشخصی بین این ویژگی‌ها انجام داد.

٦
تفاوت خودآرایی با پدیده‌ی «تشکیل‌شدن»

در طبیعت، پدیده‌های بسـیاری وجود دارد که در آن‌ها به طور بالقوه از خودآرایی اسـتفاده شـده است. اکنون ممکن است که این پرسش‌ها مطرح شود:

آیـا در تشـکیل هر سـامانه‌ی منظـم در طبیعـت خودآرایی اتفاق افتاده اسـت؟ آیا تفاوتی میان فرایند **خودآرایـی** و پدیده **تشکیل‌شـدن** وجود دارد؟

در تعریفـی کـه گروهـی از دانشمندان[۲] از خودآرایی ارائه دادند، فرایندهـای خودآرایی را به صورت فرایندهایـی معرفی کردنـد که در نهایت «سامانه‌ی منظم و کارآ» پدید می‌آید و به سامانه‌های دارای ساختار بی‌نظـم، این مفهـوم نسـبت داده نمی‌شود [۹].

در خودآرایـی بـرای این‌کـه ساختار منظم به وجود آید می‌بایست تجمع مولکولی برگشت‌پذیر باشد. برگشـت‌پذیری به این معنا اسـت که اجزا می‌توانند جـای خود را در سـاختار ایجاد شـده‌ی اولیه تغییر داده و تنظیـم کنند. (به همین خاطر مقاومت پیوندهای میان اجزا باید در حدود نیروهایی باشد که می‌خواهد آن‌ها را از هم جدا کند.)

بنابرایـن بـه سـاختارهایی که در آن‌هـا، مولکول‌هـا بـه صورت برگشت‌ناپذیر در کنار یکدیگر تجمع می‌کننـد و یک توده را به وجود می آورنـد نمی‌توان خودآرایی نسـبت داد.

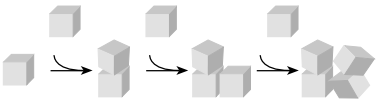
آیا تبلور خودآرایی است؟

بلورها از ذراتی که به شـکل و در فاصله‌ی معینـی از یکدیگر قرار دارند، تشـکیل شده‌اند. در حقیقت، یک بلور جامدی اسـت کـه در آن اتم‌ها یا مولکول‌ها در آرایشی منظم و متناوب مرتب شده‌اند [۹].

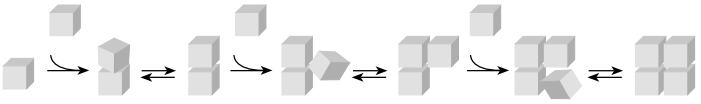
شـکل ۲، دو فرایند را نشان می دهد که در طی آن یک بار مولکول‌ها به طور برگشت‌ناپذیر با یکدیگر ترکیب می شوند و در نهایت به تولید شیشه می‌انجامـد و تصویر بعـدی مربوط

خودآرایی به تشکیل خود به خودی ساختارهای منظمی که از طریق فرایندهای تصادفی، ذرات را در کنار یکدیگر نگه می‌دارد، اشاره دارد

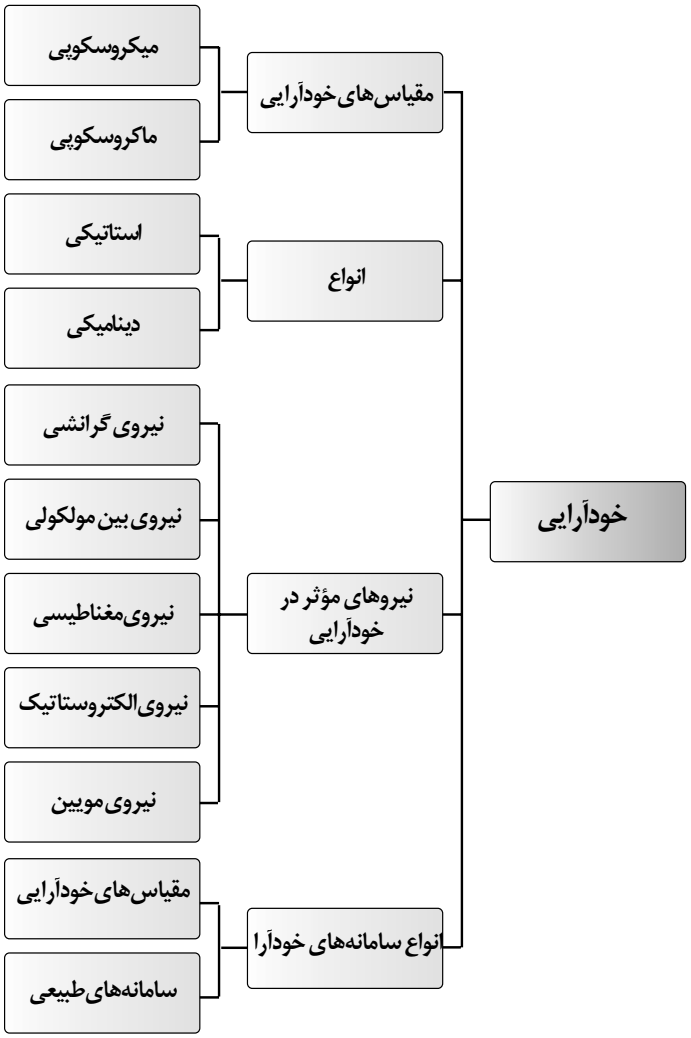
برگشت‌ناپذیری و تولید شیشه



برگشت‌ناپذیری و تولید بلور



شکل ۲ اثر برگشت‌پذیری در تولید بلور(برگرفته از وب گاه www.nanoclub.ir)



نمودار ۱ جنبه‌های مختلف خودآرایی

به ترکیب مولکول‌ها به صورت برگشت‌پذیر است که به تشکیل ساختار منظم بلور انجامیده است.

باید توجه داشته باشیم که پدیده‌ی تبلور، نوعی خودآرایی در مقیاس ماکروسکوپی است.

۷ بررسی جنبه‌های مختلف خودآرایی

فرآیندهای خودآرایی را می‌توان از جنبه‌های مختلفی مورد بررسی قرار داد. نمودار درختی روبه‌رو، جنبه‌های مختلف مفهوم خودآرایی را نشان می‌دهد.

در ادامه، در مورد هر یک از این موارد بحث خواهیم کرد.

۷-۱ خودآرایی در سامانه‌های طبیعی و مصنوعی

در حوزه‌ی خودآرایی سامانه‌های طبیعی، فرایندهایی بررسی می شود که به طور طبیعی در طبیعت اتفاق می افتد و نیاز به مداخله‌ی مستقیم بشر ندارد. در مطالعه‌ی سامانه‌های طبیعی خودآرا، این سامانه‌ها را به دو دسته‌ی زیستی و غیر زیستی تقسیم می‌کنیم. سامانه‌های زیستی همان‌طور که از اسم آن پیداست سامانه‌هایی است که در آن، خودآرایی در محیط موجود زنده اتفاق می‌افتد. در سامانه‌های غیر زیستی نیز، برای تشکیل فرایندهای خودآرایی نیاز به محیط زنده نیست. ساده‌ترین نمونه‌های خودآرایی در سامانه‌های غیر زیستی، تشکیل توده‌ی حباب‌ها و فرایند تبلور است. حباب‌هایی که در حمام یا آشپزخانه از کف صابون تشکیل می‌شوند و اغلب به صورت خوشه‌ای (مجموعه‌ای از حباب‌های کوچک و بزرگ) دیده می‌شوند، نمونه‌ای از خودآرایی است. تشکیل پروتئین نیز یک نمونه از خودآرایی زیستی نانومتری است. در حوزه‌ی خودآرایی سامانه‌های مصنوعی، فرایندهایی بررسی می‌شود که معمولاً در طبیعت اتفاق نمی‌افتد و آن را می‌توان در محیط آزمایشگاه مشاهده کرد [۶].

به ساختارهایی که در آن‌ها، مولکول‌ها به صورت برگشت‌ناپذیر در کنار یکدیگر تجمع می‌کنند و یک توده را به وجود می‌آورند نمی‌توان خودآرایی نسبت داد

۷-۲ نیروهای مؤثر در خودآرایی

یکی از عوامل مؤثر در تشکیل سامانه‌های خودآرا نیروهایی است که باعث نگه داشتن اجزای (ذرات) در کنار یکدیگر می‌شود. در این بخش چند نیرویی را که باعث خودآرایی در مقیاس‌های مختلف می‌شوند معرفی می‌شوند:

۷-۲-۱ خودآرایی به‌وسیله‌ی نیروی مویین

آرایش توسط نیروهای مویین، با

نیروهای مؤثر در خودآرایی عبارتند از: نیروی گرانشی، نیروی بین‌مولکولی، نیروی مغناطیسی، نیروی مویین و نیروی الکتروستاتیک

بر هم کنش بین ذرات و همچنین نیروی بین ذرات و محیط آن‌ها در ارتباط است. منشاء این جاذبه، نیرویی به نام «کشش سطحی» است. ذرات محیط دارای آب گریزی و آب‌دوستی هستند و محیط آن‌ها آب است و اگر محیط آن‌ها را به روغن یا الکل تغییر دهیم، آرایش متوقف می شود.

یکی از نمونه‌های جالبی که در آن تأثیر نیروی مویین در خودآرایی دخیل است، تجمع حباب‌ها بر سطح آب و تشکیل توده‌ی حباب‌هاست [۵].

۷-۲-۲ خودآرایی به وسیله‌ی نیروی الکتروستاتیک

نوع دیگری از برهم کنش ذرات ـ ذرات و ذرات ـ محیط وجود دارند که به خودآرایی می‌انجامد. اگر شانه‌ی بارداری را به مقداری خرده کاغذ نزدیک کنیم، کاغذها به علت نیرویی که بین آن‌ها و همچنین بین شانه و کاغذها به وجود می‌آید به شکل منظمی در می‌آیند و تشکیل زنجیره‌هایی کاغذی را در زیر شانه می‌دهند. در این حالت منشاء خودآرایی را نیروهای الکتروستاتیک می‌دانیم [۹].

۷-۲-۳ خودآرایی به وسیله‌ی نیروی مغناطیسی

یکی دیگر از نیروهایی که به خودآرایی ذرات می‌انجامد نیروی مغناطیسی است. اگر تعدادی آهنربا را به طور تصادفی درون ظرفی قرار دهیم، یک تکان کوچک در ظرف آهنرباها کافی است که آهنرباها به هم بچسبند و به شکل منظم‌تری درآیند. در اینجا با وجود این‌که آهنرباها به هم چسبیده‌اند و تشکیل یک زنجیره داده‌اند، اما هنوز در سامانه بی‌نظمی وجود دارد. یعنی این‌که اگر این آزمایش را دوباره انجام دهیم ترتیب قرار گرفتن آهنرباها به هم می‌خورد و به شکل اولیه‌ی خود بازنمی‌گردند. با وجود این، هنوز هم می‌گوییم خودآرایی اتفاق افتاده است[۴].

۷-۲-۴ خودآرایی به وسیله‌ی نیروی بین مولکولی

برای این‌که خودآرایی رخ دهد، ذرات تشکیل‌دهنده باید بتوانند نسبت به یکدیگر حرکت کنند. در حالت پایا، پیوندهای میان اجزا باید در حدود نیروهایی باشد که می‌خواهد آن‌ها را از هم جدا کند، یعنی در این حالت بین وضعیت‌های جاذبه و دافعه تعادل وجود دارد.

خودآرایی مولکولی شامل پیوندهای غیرکووالانسی و کووالانسی ضعیف می‌شود (از قبیل پیوندهای واندروالس، پیوندهای کئوردینانس و هیدروژنی و...) نمونه‌های جدید زیادی با ماهیت مولکولی متفاوت وجود دارند مانند مولکول‌های آلی، پروتئین‌ها، بپتیدها و DNA و غیره [۱۰].

شکل ۳ نحوه‌ی تشکیل یک ساختار خودآرای تک‌لایه را که منشاء آن نیروهای بین مولکولی‌اند نشان می‌دهد.

۷-۲-۵ خودآرایی به وسیله‌ی نیروی گرانشی

در خودآرایی با مقیاس بزرگ‌تر (مقیاس ماکروسکوپی)، نیروهای بین ذرات می‌توانند از نوع نیروهای گرانشی باشند. همان‌طور که قبلاً نیز بیان شد، منظومه‌ی شمسی یک نمونه‌ی خودآرا در مقیاس نجومی است. واضح است که در سامانه‌های دیگر مانند: سامانه‌ی تغییر فصل، پدیده‌ی شب و روز و ... نیز خودآرایی دخیل است که منشاء همه‌ی آن‌ها را نیروهای گرانشی می‌دانیم.

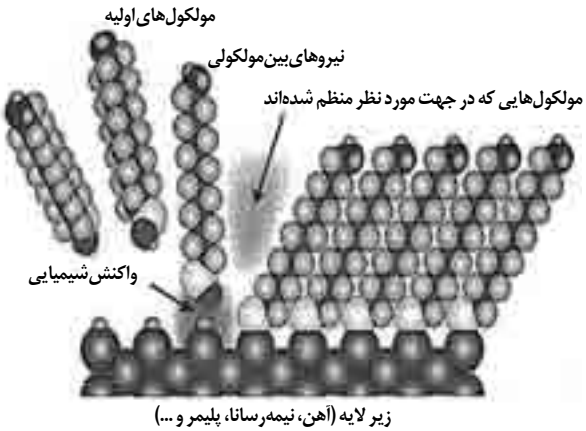
۷-۳ خودآرایی‌های دینامیکی و استاتیکی

در طبقه‌بندی پدیده‌هایی که خودآرا خوانده می شوند، دو نوع مهم خودآرایی به صورت زیر است:

خودآرایی استاتیکی، خودآرایی دینامیکی.

۷-۳-۱ خودآرایی استاتیکی

این نوع خودآرایی در سامانه‌هایی اتفاق می‌افتد که دارای تعادل پایا و یا موضعی‌اند. یعنی سامانه‌هایی که در آن انرژی تلف نمی‌شود. در این نوع خودآرایی، بعد از تزریق انرژی به سامانه و تبدیل آن به سامانه‌ی خودآرا، برای نگه‌داشتن آن به



شکل ۳ نحوه‌ی تشکیل ساختار خودآرای تک لایه
(برگرفته از وب گاه www.nanoclub.ir)

هیچ‌گونه انرژی نیاز نیست [۱۱].

نمونه‌ای از خودآرایی استاتیکی، شامل تشکیل بلور و کانی‌ها و تشکیل توده‌ی حباب‌هاست.

هیچ یک از این سامانه‌ها، آن‌قدر که باید و شاید، فعال نیستند. آن‌ها به تولید و ساخت نمی‌پردازند، گردش نمی‌کنند، و تحرکی نیز ندارند.

۷-۳-۲ خودآرایی دینامیکی

سامانه‌های خودآرای دینامیک را به عنوان زیر مجموعه‌ای از سامانه‌های خودآرایی که به سمت و سوی ساختارهای غیرتعادلی پایدار گرایش دارند، طبقه بندی می‌کنیم. چنین ساختارهایی تا هنگامی منظم باقی می‌مانند که سامانه به صورت مداوم انرژی مصرف کند [۱۱].

خودآرایی دینامیکی در سامانه‌های زیستی مانند تشکیل پروتئین‌ها و DNA رخ می‌دهد.

در این نمونه‌ها، برای این‌که خودآرایی اتفاق بیافتد باید به سامانه انرژی داده شود.

۷-٤ خودآرایی در همه‌ی مقیاس‌ها

خودآرایی روش ساختی است که در آن اجزای مختلف (به صورت تک تک یا توده‌ای) به صورت خود به خودی ساختار به هم پیوسته منظمی را تشکیل می دهند، اما این روش ساخت تنها در مقیاس نانو کاربرد ندارد بلکه در مقیاس‌های بزرگ‌تر نیز به کار می‌رود. در این‌جا خودآرایی را در مقیاس‌های ماکروسکوپی (مقیاس‌های بزرگ‌تر از mm) و میکروسکوپی (مقیاس‌های nm,mm,A) مورد ارزیابی قرار می‌دهیم [۳].

۷-٤-۱ خودآرایی در مقیاس ماکروسکوپی

از خودآرایی ذرات بلور تا خودآرایی‌هایی که در مقیاس نجومی ایجاد می‌شود، همگی را می‌توان در این حوزه قرار داد [۱۲]. تشکیل بلور، تشکیل توده حباب‌ها، نمونه‌هایی خودآرایی در این مقیاس‌اند. همه‌ی انواع نیروهایی که در قسمت ۷-۲ بیان شد را می‌توان به عنوان منشأ خودآرایی در این مقیاس در نظر گرفت.

۷-٤-۲ خودآرایی در مقیاس‌های میکروسکوپی

مقیاس‌های میکروسکوپی شامل مقیاس‌های میکرونی و اتمی است. منظور از مقیاس‌های اتمی، مقیاس‌هایی در گستره‌ی نانومتر تا آنگستروم که ابعاد مولکول‌ها و اتم‌ها را شامل می‌شود. حیطه‌ی تخصصی فناوری نانو، ساختارها و سامانه‌هایی است که در ابعاد فضایی ۱ تا ۱۰۰ نانومتر قرار دارند و فعالیت‌های این ساختارها در بازه‌های زمانی فمتو ثانیه (یک میلیونیم نانو ثانیه) به وقوع می‌پیوندد. این ساختارها، نظیر مولکول‌ها و ماشین‌های مولکولی فعال در سلول‌ها، یا خود به تنهایی می‌توانند مفید باشند و مورد استفاده قرار گیرند و یا به عنوان جزئی از ساختارهای بزرگ‌تر، مانند سلول‌ها، که خود در بر گیرنده‌ی انواع نانو ساختارها هستند، فعالیت می‌کنند. پرسشی که بلافاصله مطرح می‌گردد آن است که اگر از مقیاس نانو می‌توان چنین بهره‌برداری نمود که با اتکا بر ساختارهای شکل‌یافته در این اندازه بتوان فناوری کاملاً جدیدی را به وجود آورد، چه مانعی بر سر راه ما قرار دارد که از مقیاس نانو باز هم کوچک‌تر برویم و مثلاً فناوری کوچک‌تری، یعنی پیکو فناوری، یا فناوری در مقیاس یک هزارم نانومتر، را مطرح نکنیم؟

کوچک‌سازی در ماورای مقیاس نانو ما را با مشکلی اساسی روبه‌رو خواهد کرد، زیرا اگر سنگ بنای نانوفناوری را تک اتم‌ها تشکیل می‌دهند که کوچک‌ترین آن‌ها، یعنی اتم هیدروژن، یک دهم نانومتر قطر دارد، سنگ بنای پیکو فناوری را ذراتی تشکیل خواهند داد که لزوماً می بایست در مقیاس‌های کوچک‌تر از اتم قرار داشته باشند، مانند الکترون‌ها، نوترون‌ها و پروتون‌ها. در این‌جا مشکل آن است که انرژی‌های لازم جهت ایجاد چنین ذراتی به طور طبیعی در سیاره ما یافت نمی‌شوند و باید با صرف انرژی‌های بسیار بالا چنین ذراتی را خلق کنیم. بنابراین، از این دیدگاه، فناوری نانو نقطه‌ی پایانی کوچک‌سازی است و مقیاس نانو اساسی‌ترین سطح سازماندهی و تشکیل ماده‌ی فیزیکی، ماده‌ی زیستی و ماده‌ی هوشمند است زیرا در این مقیاس است که از هم‌پوشانی اتم‌ها، مولکول‌ها (نانو ساختارها) و از هم‌پوشانی مولکول‌ها، سلول‌ها و در نهایت با تعامل و همپوشانی سلول‌ها، بافت‌ها شکل می‌گیرند.

منشاء نیروهایی که خودآرایی در این مقیاس ممکن می‌سازد، اغلب از نوع نیروهای بین مولکولی است. تشکیل پروتئین‌ها و DNA نمونه‌ای از خودآرایی در مقیاس نانو است.

منابع

۱. رفیعی تبار، هاشم؛ فناوری نانو و کاربردهای آن در پزشکی و داروسازی؛ مجله پژوهشی دانشکده پزشکی؛ سال ۲۹، شماره۲، صفحات ۱۱۱ تا ۱۱۵؛ تابستان ۸۴ .

۲. خلخالی، سید مرتضی و دانای طوسی، مریم؛ علم برای همه‌ی آمریکایی‌ها، پروژه ۲۰۶۱؛ مؤسسه پژوهشی برنامه‌ریزی درسی و نوآوری‌های آموزشی؛ تهران(۱۳۸۳).

3. G.M. Whitesides and B.Grzybowski, Self -Assembly at All Scales, Science, 295(2002), pp. 2418 - 2421.

۴. سایت باشگاه نانو: www.nanoclub.ir

۵. پروژه k-12 تایوان. ... www.nano.edu.tw

6.A.Pelesko, John; Self -Assembly: The Science of Things That Put Themselves Together; Taylor &Francis Group (2007)

۷. آموزش نانوتکنولوژی انگلستان www.britishcouncil.org

8. www.nano.org.uk

9.Wolfe,Daniel B., Aaron Snead, Chengde Mao, Ned B.Bowden, George M. Whitesides. "Mesoscale Self -Assembly:Capillary Interactions When Positive and Negative Menisci Have Similar Amplitudes." Langmuir (2003) 19:2206 -2214.

10.www.nanoform.org

11. Julyan H.E Cartwright and Antonio G Checa; The dynamics of nacre self -assembly, 2007

12.Mila Boncheva, Derek A. Bruzewicz, and George M: Millimeter-scale self -assembly and its applications, Department of Chemistry and Chemical Biology, Harvard University, 2003

خفاش حشره‌ای را می‌یابد

وقتی خفاش در پی حشرات (شکار خود) روی زمین راه می‌رود، معمولاً بیشتر با شنیدن صدای حشره به سوی آن می‌رود تا با دیدن آن، زیرا دید خفاش ضعیف است و معمولاً در شب به جستجوی غذا می‌پردازد. اما، برخی از انواع خفاش‌ها می‌توانند حشره‌ای چون شب‌پره را وقتی هر دو در پروازند، شناسایی و شکار کنند. گرچه خفاش سریع پرواز می‌کند، اما می‌تواند به حشره نزدیک شود و آن را بگیرد. چگونه خفاش نه تنها حضور حشره، بلکه جهت و سرعت پرواز آن را تشخیص می‌دهد؟

چرا خفاش‌ها در حوالی یک چراغ بخار جیوه (که معمولاً در خیابان‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند) بهتر از یک محیط باز می‌توانند شب‌پره‌هایی در حال پرواز را شکار کنند؟ چرا اگر چراغ از جنس بخار سدیم باشد، این مزیت از بین می‌رود؟

وقتی غارهایی را در غرب تگزاس بررسی می‌کردم، یک آخر هفته را در زیرزمین گذراندم. در طول شب دوبار، هزاران خفاش از کنار من گذشتند. ابتدا وقتی از ورودی غار در جستجوی غذا بیرون رفتند، و سپس وقتی به لانه‌های خود در اعماق غار بازگشتند. در این مدت، حتی یک بار هم نشد که در آن تاریکی مطلق گذرگاه‌های پرپیچ و خم غار، خفاشی به من یا دیوار برخورد کنند. چگونه آن‌ها می‌توانند از چنین برخوردهایی اجتناب کنند؟

آموزشی

یرل‌واکر

ترجمه:

محمدرضا خوش‌بین خوش‌نظر

پاسخ: خفاش فورانی از امواج صوتی را در بسامدهایی بسیار بالاتر از آنچه که شما قادر به شنیدن آن باشید، در ناحیه‌ای موسوم به ***فراصوت*** گسیل می‌دارد. این صدا که احتمالاً از سوراخ‌های بینی خفاش گسیل می‌شود، از اشیایی که در مسیر خفاش قرار دارند، مثل دیوارها، غارنوردان و حشرات در حال پرواز بازمی‌تابند. پژواک‌های ناشی از این اشیاء خفاش را آگاه می‌سازند که اشیایی بر سر راه قرار دارند. ولی، وقتی دسته‌ای خفاش در گذرگاه یک غار به‌صورت گروهی و با سرعت زیاد در پروازند، این روش مشکلی را به‌وجود می‌آورد: چگونه یک خفاش می‌تواند پژواک صدای خود را از پژواک صداهای خفاش‌های دیگر تمیز دهد؟ پاسخ این است که سیگنال هر خفاش با بسامدهای خاصّ آن، تغییر بسامدها و تغییرات دامنه‌ی آن، قابل تشخیص می‌شود. در هرحال، توانایی خفاش‌ها در تشخیص یک سیگنال از میان ده‌ها یا حتی صدها سیگنال دیگر، وقتی به سرعت به سمت یک دیوار در پروازند، فوق‌العاده است.

خفاش اطلاعاتی بیش از یک پژواک را دریافت می‌کند، زیرا به انتقال بسامد پژواک ناشی از حرکت خود حساس است. فرض کنید خفاش، در حالی‌که

نمایش

هیجان‌انگیز فیزیک (قسمت دهم)

به سمت دیواری پرواز می‌کند، صدایی را در بسامد معین گسیل کند. پژواکی که به سمت خفاش بازمی‌گردد بسامد بالاتری دارد و گفته می‌شود ***انتقال دوپلری*** پیدا کرده است. هرچه خفاش سریع‌تر به سمت دیوار حرکت کند، بسامد پژواک انتقال بیشتری می‌یابد. خفاش از انتقال دوپلر برای تعیین سرعت خود استفاده می‌کند.

برخی خفاش‌ها صدا را در بسامد ثابت گسیل می‌کنند و از انتقال دوپلر نه تنها برای تشخیص موانع، بلکه برای یافتن حشرات نیز استفاده می‌کنند. برخی خفاش‌ها، صدا را در گستره‌ای از بسامدها گسیل می‌کنند. خفاش می‌تواند با تحلیل انتقال دوپلر در بسامدهای مختلف، ویژگی‌های سطح هدف را تعیین کند و در نتیجه، مثلاً پژواک بازگشته از حشره را از پژواکی تمیز دهد که از برگ‌ها بازمی‌گردد. اگر حشره بال‌های خود را در سیگنال فراصوتی خفاش برهم زند، کار خفاش راحت‌تر می‌شود، زیرا تغییر جهت بال باعث تغییر در پژواک بازگشتی به خفاش می‌گردد (در بعضی وضعیت‌های بال، پژواک قوی است و در بعضی وضعیت‌های دیگر چنین نیست).

این تغییر نشانه‌ی بارز آن است که پژواک مربوط به حشره‌ای در حال پرواز است.

بعضی خفاش‌ها ترجیح می‌دهند تا با پرواز در ارتفاع کم بر فراز سطح آب، به شکار (ماهی‌گیری) بپردازند، زیرا سطح تخت آب انباشتگی پژواک بسیار کمتری را به‌وجود می‌آورد تا خفاش‌ها آن‌ها را از هم جدا کنند. بیشتر سیگنال بازتابیده از آب از خفاش دورند، اما حشره صدا را مستقیماً به خفاش بازمی‌گرداند و بارز خواهد بود.

بعضی انواع حشرات به امواج فراصوتی مورد استفاده‌ی خفاش‌ها حساس هستند. وقتی یکی از این حشرات چنین بسامدی را دریافت می‌دارد، به‌ویژه اگر صدا بلند باشد، حشره بی‌درنگ شروع به پروازی نامنظم، و عموماً در مسیری می‌کند که شدت صوت را کاهش دهد. برخی از این حشرات، دفاع حتی بهتری می‌کنند. آن‌ها صدایی را گسیل می‌کنند که پژواک موردنیاز برای شناسایی آن‌ها توسط خفاش را عملاً مختل می‌کند. این صدا وقتی تولید می‌شود که پوست شاخی آن‌ها هنگام خم شدن دستخوش حرکات پیچ و تابداری می‌گردد. هر پیچ و تاب ناگهانی تغییری ناگهانی در فشار هوا به‌وجود می‌آورد، و این تغییر مکرر فشار، به صورت صدایی در گستره‌ی فراصوتی از حشره دور می‌شود. برای آن‌که این صداها باعث گیج کردن خفاش گردند، باید یا همزمان با پژواک بازگشتی از حشره و یا درست پیش از آن به خفاش برسند، تا خفاش دیگر نتواند پژواک را شناسایی کند.

در شب، چراغ بخار جیوه‌ی خیابان‌ها، شب‌پره‌ها و حشرات پرنده‌ی دیگر را به‌خود جذب می‌کنند؛ بنابراین، اگر خفاش در نزدیکی چنین چراغی پرواز کند، ممکن است مجموعه‌ی لذیذی را در آن‌جا بیابد. شگفت آن‌که، برخی از این حشرات که به هنگام دریافت امواج فراصوتی فرار می‌کردند و یا یک سیگنال پارازیتی گسیل می‌داشتند، در نزدیکی چراغ‌های بخار جیوه هیچ یک از این کارها را انجام نمی‌دهند. یک حدس این است که چون آن‌ها در طول روز از خفاش‌ها نمی‌ترسند (در روز خفاش‌ها بیشتر از آن‌که شکار کنند، می‌خوابند)، نور سفید و روشن چراغ آن‌ها را به این اشتباه می‌اندازد که در روشنایی روز هستند و در نتیجه در امان‌اند. چراغ بخار سدیم نور زردرنگ واضحی را گسیل می‌دارد که بی‌گمان شب‌پره‌ها آن را با روشنایی روز اشتباه نمی‌گیرند.

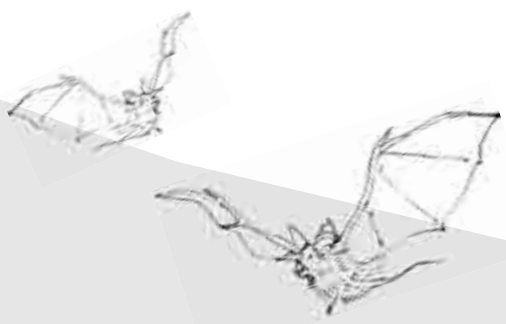
سیگنال هر خفاش با بسامدهای خاص آن، تغییر بسامدها و تغییرات دامنه‌ی آن، قابل تشخیص می‌شوند.

خفاش گلی را می‌یابد

چگونه خفاش‌هایی که از شهد گل تغذیه می‌کنند، گل‌ها را می‌یابند؟ گرده‌افشـــانی بسیاری از گل‌ها، به‌ویژه در مناطق استوایی، به این سرکشی خفاش‌ها بستگی دارد. نشستن خفاش بر روی گلی و فرو بردن نوکش در شکاف بین گلبرگ‌ها برای رسیدن به شهد و گل باعث می‌شود که دو گلبرگ دیگر گرده‌ها را روی دم خفاش بریزند و بدین‌ترتیب خفاش آن را به گل بعدی می‌برد. خفاش نه تنها باید بتواند محلّ گل را پیدا کند، بلکه باید محلّ شکاف را نیز برای خود بیابد. چگونه خفاش می‌تواند با قدرت بینایی ضعیف خود و در تاریکی، همه‌ی این کارها را انجام دهد؟ چگونه گل تا زمانی که منبع گرده‌های خود را دوباره پر نکرده است، مانع از نشستن خفاش دیگر می‌شود؟

پاســخ: ظاهراً خفاش می‌تواند بـــا نوعی پژواک گل را شناسایی کند که به هنگام گسیل فورانی از امواج فراصوت به سمت گل دریافت می‌کند (بخش قبل را ببینید). در واقع، گلبرگ‌های بعضی از گل‌ها زنگوله‌ای‌ـ شـــکل‌اند تا بهتر بتوانند پژواک قابل تشـــخیص را به خفاش بازگردانند. به عنوان مثال، گلبرگ‌های گل *Mucuna holtonii* زنگوله‌ای را به‌وجود می‌آورند که حتی وقتی خفاش به‌طور مایل به گل نزدیک می‌شود، شدیداً پژواک را به خفاش باز می‌گردانند (این گل نوع اکوســـتیکی پس‌*تابنده‌های اپتیکی* است که دوندگان در شـــب می‌پوشـــند تا در نور چراغ‌های جلوی اتومبیل دیده شـــوند). وقتی گـــرده‌ای وجود دارد، گلبرگ بالای زنگوله بلند می‌شود. پس از آن‌که خفاش با گرده‌ای بر پشتش گل را ترک کند، گلبرگ بالا خم می‌شود و شکل زنگوله را خراب می‌کند. در نتیجه، خفاش دوم پژواکی قوی از گل دریافت نخواهد کرد. بعداً در شب، وقتی منبع گرده‌ها دوباره پر شـــود، گلبرگ بالا بلند می‌شود، شکل زنگوله را بازســـازی می‌کند و بدین‌ترتیب دوباره پژواکی بلند تولید می‌کند تا شاید خفاش دیگر روی آن بنشیند.

ظاهراً خفاش می‌تواند با نوعی پژواک گل را شناسایی کند که به هنگام گسیل فورانی از امواج فراصوت به سمت گل دریافت می‌کند



شنیدن در زیر آب

چرا وقتی سر شما زیر آب باشد به‌نظر می‌رسد صدای کسی که دور از شما و در سمت راست‌تان قرار دارد، از جهت مقابل گسیل شده است؟

پاسخ: یک سرنخ که مغز شما برای تعیین جهت چشمه‌ی صدا به‌کار می‌برد تأخیر زمانی بین رسیدن صدا به گوش نزدیک‌تر به چشمه و گوشی است که دورتر از چشمه قرار دارد. مثلاً، اگر چشمه‌ی صدا مستقیماً در طرف راست شما باشد، تأخیر زمانی ۰/۰۰۰۵۸ ثانیه است و تجربه‌ی قبلی به‌درستی به شما می‌گوید که چشمه در سمت راست و در زاویه‌ی 90° نســـبت به جهت مقابل قرار دارد. با این همه، اگر شما و چشـــمه در آب فرو روید، میزان تأخیر زمانی تنها یک‌ـچهارم تأخیر زمانی قبلی (۰/۰۰۰۱۴ ثانیه) خواهد بود، زیرا سرعت صوت در آب ۴ برابر سرعت صوت در هواست. (پس صدا سریع‌تر از گوش نزدیک تر به گوش دیگر حرکت می‌کند.) این تأخیر زمانی کوتاه‌تر و تجربه‌ی قبلی این علامت اشـــتباه را می‌دهد که چشمه در زاویه‌ی

فقط ۱۳° نسبت به جهت مقابل قرار دارد.

ولی شاید نتوانید این زاویه را به‌خوبی تعیین کنید، زیرا تأخیر زمانی از یک گوش به گوش دیگر، بر اثر یک اثر اضافی برهم می‌خورد. صدا در آب راحت‌تر به گوش شما منتقل می‌شود تا در هوا. بنابراین، وقتی سر شما زیر آب است، صدا نه تنها با عبور از آب، بلکه با عبور از سرتان به گوش دورتر می‌رسد. تأخیر زمانی برای این دو مسیر تا اندازه‌ای متفاوت است و این باعث می‌شود که سرنخ‌های متضادی در مورد جهت چشمه به شما برسد.

اثر کوکتل پارتی[1]

در یک مهمانی کوچک که افراد می‌ایستند و دو به دو با یکدیگر صحبت می‌کنند، هر یک از افراد در فاصله‌ای می‌ایستند که «از نظر اجتماعی پسندیده» است و این دو می‌توانند بی هیچ مشکلی صدای یکدیگر را بشنوند. اما، چرا وقتی تعداد افراد داخل اتاق افزایش می‌یابد، شنیدن دشوارتر می‌شود؟ و افراد چه واکنشی از خود نشان می‌دهند؟ چرا هنوز می‌توان یک صدا را تشخیص داد؟ ممکن است شما در بسیاری از محیط‌های پر سرو صدای دیگری از قبیل یک رستوران شلوغ یا در مترو متوجه اثرهای مشابهی شده باشید؟

پاسخ: وقتی تعداد افراد افزایش می‌یابد، سرو صدای زمینه‌ی گفت‌وگوی دیگران (صداهایی که مستقیماً از گفت‌وگوها به گوش شما می‌رسد، به علاوه‌ی صداهایی که از دیوارها و سقف و هم‌چنین افراد دیگر بازمی‌تابند) نیز افزایش می‌یابد. وقتی سرو صدای زمینه به اندازه‌ی صدای گفت‌وگوی شما بلند شود، شما و طرف مقابلتان خود به خود صدایتان را بلند می‌کنید، اثری که به افتخار ***اتین لومبار***[2] که این پدیده را در سال ۱۹۱۱ بررسی کرده، *اثر لومبار* خوانده می‌شود. چون جفت نفرات دیگر نیز در شنیدن صدای طرف مقابل خود با مشکل مشابهی مواجه‌اند، آن‌ها نیز صدای خود را بلند می‌کنند و در نتیجه شما هم‌چنان در شنیدن صدای طرف مقابل خود، مشکل دارید. در مرحله‌ای، برای آن‌که فریاد نزنید، شما و طرف مقابل‌تان از وضعیت طبیعی به یک‌دیگر نزدیک‌تر می‌شوید (وارد «فضای خصوصی» هم می‌شوید.) اگر کسی، مثلاً برای اعلان یک خبر، مهمانان را ساکت کند، و سپس گفت‌وگو از سرگرفته شود، تراز صداها سریعاً (به صورت نمایی با زمان) به مقادیر قبلی خود باز می‌گردند. اثر لومبار در بعضی حیوانات، مانند پرندگانی که هنگام مواجه شدن با افزایش سرو صداهای زمینه‌ی پرندگان دیگر، تراز صدای خود را افزایش می‌دهند، بررسی شده است.

اگر شخصی با استفاده از یک میکروفون گفت‌وگوی شما و طرف مقابل‌تان را ضبط و سپس آن را (در اتاقی ساکت) برای شما پخش کند، احتمالاً نمی‌توانید صحبت‌های طرف مقابل خود را به خوبی وقتی آن را به طور «زنده» شنیدید تمیز دهید. این تفاوت ناشی از آن است که شما، شخصاً، با دو گوش صدای طرف مقابلتان را می‌شنوید ـ تأخیر جزئی بین آن‌چه می‌شنوید و اختلاف جزئی در شدت صدا در دو گوش به شما کمک می‌کند تا صدای طرف مقابل خود را در هجوم صداهای دیگر باز شناسید. این اثر را ***اثر کوکتل پارتی*** می‌نامند. توانایی مشاهده‌ی حرکت‌های دهان و «زبان بدن» نیز به شما کمک می‌کند تا جای کلمات یا حتی جملاتی را که به وضوح نمی‌شنوید، پر کنید. اگر به یک گفت‌وگوی ضبط شده گوش کنید، هیچ یک از این نشانه‌ها موجود نیست. بنابراین، شما باید از سرنخ‌های دیگر، از قبیل جست‌وجوی افکار هوشمندانه‌ی طرف مقابل و یا صداهای قابل تشخیص استفاده کنید که در سر و صدای زمینه نهفته‌اند. گاهی بیرون کشیدن گفت‌وگو از این سرو صدای زمینه بسیار ساده است، مانند وقتی که شما می‌توانید به راحتی صدای یکی از حاضرین را بشنوید که هنگام ضبط قاچاقی یک کنسرت در نزدیک دستگاه ضبط نشسته است. بعضی حیوانات نیز از توانایی تشخیص صداهای آشنا در زمینه‌ای پر سرو صدا، استفاده می‌کنند، مانند بچه شاه‌پنگوئنی که در هیاهوی ناشی از صدای هزاران شاه‌پنگوئن دیگر، صدای پدر و مادر خود را می‌شنود.

وقتی یک سیگنال صوتی بر اثر نوسان‌های غشاء پایه به درون اندام کورتی منتقل شود، میله‌های مویین در این اندام، شروع به نوسان می‌کنند، که باعث می‌شود ضربه‌های الکتریکی به‌عنوان اطلاعاتی در مورد صوت به مغز فرستاده شوند

صدای گسیل شده از گوش‌ها

حدود ۶۰ درصد مردم از گوش‌های خود امواج صوتی گسیل می‌کنند، اثری که به گسیل‌های اکوستیکی گوش[۳] (OAE) معروف است.برای شنیدن اکثر این امواج گسیل شده به یک میکروفون و تقویت شدن نیاز داریم، اما اگر در اتاقی نسبتاً ساکت نزدیک شخصی بایستید، می‌توانید برخی از امواج صوتی گسیل شده را بشنوید. چرا گوش‌ها صدا گسیل می‌دارند؟

پاسخ: وقتی صدایی پرده‌ی گوش را تحریک می‌کند، نوسان‌ها به درون گوش داخلی (حلزون گوش) منتقل می‌شوند که از دو محفظه‌ی نبستاً بلند حاوی شاره تشکیل شده است که توسط ***غشاء پایه*** از یکدیگر جدا شده‌اند. عضوی که صدا را حس می‌کند، ***اندام کورتی***[۴] است که روی این غشاء قرار دارد. وقتی یک سیگنال صوتی بر اثر نوسان‌های غشاء پایه به درون اندام کورتی منتقل شود، میله‌های مویین در این اندام، شروع به نوسان می‌کنند، که باعث می‌شود ضربه‌های (امپالس) الکتریکی به عنوان اطلاعاتی در مورد صوت به مغز فرستاده شوند. این آشکارسازی بسیار به بسامد حساس است ـ صدایی با یک بسامد خاص میله‌های مویین را در ناحیه‌ای خاص تحریک می‌کند. این گزینش ناشی از دستگاه کنترل کننده‌ای است که بخشی از سیگنال را به ناحیه‌ی آشکارسازی برمی‌گرداند. این بازخورد انرژی می‌تواند غشاء پایه را بدون محرک خارجی به نوسان درآورد و نوسان‌ها را به پرده‌ی گوش بازگرداند، که سپس امواج صوتی را تولید می‌کند که از مجرای گوش به بیرون حرکت می‌کنند. این امواج صوتی در بیش‌تر موارد بسیار ناچیز است، اما اگر کسی بگوید که گوش‌هایش صدا می‌کنند، شاید واقعاً بتوانید صدای آن وزوز را بشنوید.

بعضی حیوانات از توانایی تشخیص صداهای آشنا در زمینه‌ای پر سرو صدا، استفاده می‌کنند، مانند بچه شاه پنگوئنی که در هیاهوی ناشی از صدای هزاران شاه پنگوئن دیگر، صدای پدر و مادر خود را می‌شنود

موسیقی در سرتان

موسیقی‌های هیوی راک۵ کلاسیک، مثل آهنگ‌های گروه‌های *پروانه‌ی آهنی*[۶] یا *لد زپلین*[۷]، صداهای بم سنگینی دارند. اما، بلندگوهای کوچک، مثل بلندگوهای درون اتومبیل، نمی‌توانند نُت‌های بم تولید کنند ـ این امواج صوتی به طول موج‌های بلندی نیاز دارند، که نمی‌توان آن‌ها را روی یک بلندگوی مخروطی‌شکل با قطر و عمق کم تولید کرد. با این همه، اصوات موسیقیایی روی این بلندگوهای کوچک، پذیرفتنی است. اما، چگونه شما می‌توانید صداهای بم را بشنوید؟

پاسخ: صداهای کم بسامد به دلیل دو اثر در سر شما تولید می‌شوند. یکی از آن‌ها که به دریافت شما از سری هماهنگ مربوط می‌شود، به ***اثر بنیادی گمشده***[۸] معروف است. این سری، شامل پایین‌ترین بسامد (بسامد پایه) و بسامدهای بالاتر (نت‌های فرعی) است که مضرب‌های صحیحی از کم‌ترین بسامد هستند مثلاً، اگر بسامد پایه ۵۰۰ هرتز باشد، این سری از هرتز ۱۰۰=(۵۰۰)۲، هرتز ۱۵۰۰=(۵۰۰)۳، هرتز ۲۰۰=(۵۰۰)۴ و الی آخر تشکیل می‌شود. فرض کنید بلندگوهای اتومبیل بتوانند هر بسامد بالای ۸۰۰ هرتز را بازتولید کنند اما قادر به بازتولید بسامدهای پایین‌تر نباشند. اگر این سری هماهنگ به بلندگو فرستاده شود، بسامد پایه‌ی ۵۰۰ هرتز نمی‌تواند بازتولید شود، اما هماهنگ‌های بالاتر می‌توانند بازتولید شوند. ولی، به رغم این که بسامد پایه به گوش شما نمی‌رسد، سیستم عصبی‌ای که مسئول دریافت این هماهنگ‌های بالاتر و تشخیص آن‌ها به عنوان بخشی از یک سری هماهنگ است، برداشتی از بسامد را به وجود می‌آورد. بنابراین، وقتی از بلندگوهای اتومبیل به موسیقی هیوی راک گوش می‌کنید، بسامدهای هماهنگ بالاتر در یک نُت برای این‌که دستگاه عصبی شما بسامد پایه‌ی نُت را تشخیص دهد، کافی هستند. این‌که دقیقاً چرا دستگاه‌های عصبی چنین رفتار می‌کنند، مشخص نیست.

اثر دیگری که باعث دریافت یک صدای بم می‌شود **غیرخطی بودن** سازوکار شنیداری گوش است. یعنی، به تغییرات هر موج صوتی‌ای که وارد گوش می‌شود پاسخی واپیچیده می‌دهد. احتمالاً این سازوکار از آن‌رو غیرخطی است که به ترازهای صوتی (بلندی صدا) در گستره‌ای بسیار وسیع پاسخ دهد و نیز بتواند صداها را بر طبق بسامد آن‌ها دسته‌بندی کند. یک پیامد فرعی این پاسخ واپیچیده هنگامی رخ می‌دهد که گوش با دو بسامد سروکار دارد ـ مثلاً هرتز f_1=۱۰۰ و هرتز f_2=۱۵۰۰. اگر امواج صوتی نسبتاً بلند باشند، سرانجام موجی با بسامدی برابر با اختلاف این بسامد (هرتز f_2-f_1=۵۰۰) در گوش داخلی تولید می‌شود. چون این دو بسامد، بسامدهایی متوالی در سری هماهنگ بالا هستند، این اختلاف معادل با بسامد پایه است. بنابراین، به رغم این‌که بسامد پایه وارد گوش نمی‌شود، بر اثر پاسخ غیرخطی گوش، در گوش درونی تولید می‌گردد.

شما می‌توانید ***تفاضل تُن*** f_2-f_1 را در وضعیت‌های دیگری که دو چشمه‌ی صوتی بسامدهای نسبتاً زیادی را با ***صدای بلند*** گسیل می‌دارند نیز بشنوید. آن‌ها باید بلند باشند تا باعث شوند گوش درونی شما پاسخی واپیچیده تولید کند. مثلاً، اگر فلوتی بسامد f_1 را گسیل کند در حالی که فلوت دیگر بسامد f_2 را گسیل می‌دارد، می‌توانید صدای یک «***شبح فلوت***» با بسامد f_2-f_1 را بشنوید.

همچنین با دمیدن محکم در سوت دو سوراخه‌ی پلیس‌های بریتانیایی می‌توان این اختلاف تن را شنید. با گرفتن سوراخ نزدیک‌تر با انگشت می‌توانید بسامد ناشی از باز بودن سوراخ دورتر را بشنوید. با گرفتن سوراخ دورتر می‌توانید بسامد ناشی از باز بودن سوراخ نزدیک‌تر را بشنوید. با باز گذاشتن هر دو سوراخ، آن دو بسامد مجزا و نیز بسامد سومی را خواهید شنید که برای تفاضل آن دو بسامد است.

از این تفاضل تن در لوله‌های اُرگ نیز استفاده می‌شود: لوله‌ای که Cی پایین را در بسامد ۱۶ هرتز تولید می‌کند، به طولی برابر با ۱۰ متر نیاز دارد، که بسیار بلند، سنگین و گران‌قیمت است. ولی، اگر دو لوله که یکی یک C را در بسامد ۳۲ هرتز و دیگری یک G را در بسامد ۴۸ هرتز تولید می‌کند، همزمان نواخته شوند، یک Cی پایین را در بسامد ۱۶ هرتز به عنوان یک واپیچش در گوش درونی تولید می‌کنند. بنابراین، دو لوله‌ی کوتاه‌تر و ارزان‌تر، موسیقی‌ای اضافی را در سر شما تولید می‌کنند.

یک وسیله‌ی کوچک در گوش‌بندها و گوشی‌های فعال صدای محیط را وارسی و صدایی مربوط به خود را تولید می‌کند. اگر صدای محیط نسبتاً یکنواخت باشد، این وسیله‌ی کوچک یک موج صوتی با همان دامنه و بسامد را تولید می‌کند

صدای تقویت شده بر اثر نوفه

معمولاً نوفه می‌خواهد یک سیگنال را بپوشاند (مخفی کند)، همان‌طور که در یک مهمانی شلوغ، صدای یکی از دوستانتان را می‌پوشاند. (نسبت سیگنال به نوفه کمتر از ۱/۰ است، یعنی سیگنال در همهمه‌ی مهمانی گم می‌شود.) اما، در بعضی موارد، نوفه می‌تواند در واقع رسایی یک سیگنال را افزایش دهد. مثلاً، اگر در هنگام شنیدن موسیقی به تدریج صدا را کم کنید، سرانجام صدا چنان ضعیف خواهد شد که نمی‌توانید آن را بشنوید. اگر چشمه‌ی نوفه‌ای را روشن کنید که صدای نسبتاً یکنواختی (مثل صدای وزوز) تولید می‌کند و تراز صدای این چشمه را تنظیم کنید، شاید دریابید که دوباره می‌توانید آن موسیقی را بشنوید. چگونه نوفه می‌تواند موسیقی غیرقابل شنیدن را قابل شنیدن کند؟

پاسخ: موسیقی از صداهایی با ترازهای صوتی مختلف تشکیل شده است، اما اگر صدا را به قدری کم کنید که غیرقابل شنیدن گردد، نمی‌توانید حتی بلندترین صداها را نیز بشنوید. حال اگر نوفه زمینه‌ی نسبتاً یکنواختی را روشن کنید، تراز صوتی این نوفه به تراز صوتی موسیقی افزوده می‌شود. در قسمت‌های بلندتر موسیقی، این نوفه افزوده شده آن بخش‌ها را تا گستره‌ای قابل شنیدن تقویت می‌کند. اکنون، می‌توانید کم‌کم ضرب‌آهنگ موسیقی و شاید حتی برخی جزئیات آن را تشخیص دهید. قطعاً موسیقی‌ای که می‌شنوید کیفیت بالایی ندارد، زیرا بخش‌های با صدای کم را از دست می‌دهید. اما، آن‌قدر می‌شنوید که بتوانید موسیقی را تشخیص دهید.

گوشی‌های طبی متداول دو نوع‌اند: یک دیافراگم فلزی و یا یک زنگوله‌ی پلاستیکی روی سینه‌ی بیمار فشرده می‌شود. صداهای سینه باعث می‌شود تا دیافراگم یا هوای درون زنگوله به نوسان درآیند، که این خود باعث می‌شود تا هوا در لوله‌های گوشی نوسان کند و بدین ترتیب پزشک بتواند نوسان‌ها را بشنود

ناشنوایی ناشی از سروصدا

وقتی موسیقی *راک اَند رول*[9] رایج شد، والدین بی‌شماری فرزندان نوجوان خود را سرزنش می‌کردند که این موسیقی به شنوایی آن‌ها آسیب می‌رساند. مطالعات اولیه نشان داد که این پیش‌بینی درست نبوده است. اما وقتی موسیقی راک تحول یافت و به‌ویژه وقتی صدای آن در کنسرت‌ها و کلوپ‌های شبانه (و سپس در گوشی‌ها) بسیار تقویت شد، آسیب‌های شنوایی ظاهر شدند. در واقع، پس از سال‌ها قرار گرفتن در معرض موسیقی با صدای بلند، خواه در طول اجرای روی صحنه و خواه با شنیدن اجرای خود در گوشی‌های استودیو، بعضی از خوانندگان راک کهنه‌کار با مشکلات شدیدی مواجه شدند. مثلاً، *تد ناگنت*[10] همه‌ی شنوایی یک گوش خود را از دست داد و *پیتر تاونشند*[11] (از گروه **who**) و *لارس اولریش*[12] (از گروه متالیکا) دچار یک زنگ دائمی (وزوز) در گوش خود شدند و این صدا چنان شدید بود که در تمرکز و خواب آن‌ها اختلال ایجاد می‌کرد.

بسیاری از کسانی که در کنسرت‌ها و کلوپ‌های شبانه‌ی پر سروصدا کار می‌کنند، پس از ترک کار خود، دچار ناشنوایی دائم و یا وزوز گوش می‌شوند. آسیب‌های ناشی از گوش‌های دستگاه‌های پخش قابل حمل (پُرتابل) نیز کم‌کم در افرادی که از آن‌ها استفاده می‌کنند ظاهر شده است. البته، خیلی منابع دیگر صداهای بلند یا تند نیز هستند که می‌توانند به ناشنوایی بیانجامند ـ که از آن جمله‌اند پمپ‌های باد، چمن‌زن‌های برقی، آتش بازی در فاصله‌ی نزدیک، صدای شلیک تفنگ‌های ساچمه‌ای، چکش‌های بادی، موتورهای جت، موتورسیکلت‌ها و اتومبیل‌های مسابقه. امروزه بسیاری از مردم احتیاط می‌کنند. برخی گوشی‌های غیرفعال[13] (استوانه‌های اسفنجی) به گوش می‌زنند که سوراخ گوش را می‌گیرند. برخی دیگر گوش‌بندها و گوشی‌های فعال[14] (کاهش‌دهنده‌ی سروصدا) به گوش می‌زنند که سروصدای زمینه‌ی مداوم (مثل سر و صدای موتور هواپیما) را وارسی و سپس آن را حذف می‌کنند تا شنیده نشوند.

چرا صداهای بلند مشکلات شنیداری گوناگونی را به وجود می‌آورند؟ چگونه گوش‌بندها و گوش‌های کاهش‌دهنده‌ی صدا، سروصدا را حذف می‌کنند؟

پاسخ: جزئیات ناشنوایی موقت یا دائم ناشی از سروصدای بلند هنوز شناخته شده نیست. ناشنوایی موقت ممکن است ناشی از کاهش ورود خون به گوش درونی، به دلیل انقباض رگ‌های خونی باشد. ناشنوایی دائم ممکن است ناشی از خم‌شدن موهای حلزون گوش باشد که مسئول تبدیل بسامدهای صوتی به سیگنال‌های عصبی برای مغز هستند. اگر این موها خم شوند و سیگنال‌ها از حالت طبیعی تغییر کنند، ممکن است مغز تصور کند که این تغییر نشانه‌ی ورود صدا به گوش است و در نتیجه با ایجاد احساس زنگ خوردن، تصور صدایی را در ذهن متبادر سازد.

یک وسیله‌ی کوچک در گوش‌بندها و گوشی‌های فعال صدای محیط را وارسی و صدایی مربوط به خود را تولید می‌کند. اگر صدای محیط نسبتاً یکنواخت باشد، این وسیله‌ی کوچک یک موج صوتی با همان دامنه و بسامد را تولید می‌کند. ظاهراً این موضوع، اوضاع را بدتر می‌کند. اما، موج تولید شده کاملاً همگام با موج ناشی از محیط نیست (با آن ناهمفاز است)، و بنابراین این دو موج با تداخل ویرانگر در درون گوش، یکدیگر را خنثی می‌کنند. این اثر می‌تواند مؤثر باشد: وقتی یک گوش کاهش‌دهنده‌ی صدا را که کلید آن خاموش است به گوش می‌زنید، در آن صورت مثلاً ممکن است صدای موتور هواپیما قدری آزاردهنده باشد. اما، وقتی کلید آن را می‌زنید تا گوشی فعال شود، آن صدای آزاردهنده ناگهان به یک صدای ضعیف کاهش می‌یابد.

گوشی‌های طبی و صداهای تنفس

صداهای تولیدشده در بدن یک بیمار در ناحیه‌های سینه، کمر، یا گلو می‌توانند به پزشک علامت دهند که مشکلی وجود دارد. واضح است که پزشک نمی‌تواند صرفاً با ایستادن در نزدیکی بیمار، این صداها را بشنوند. بنابراین، از یک گوشی طبی استفاده می‌کند. آیا پزشک می‌تواند با فشردن گوش خود بر بدن بیمار، این صداها را بهتر بشنود؟ (بگذریم از این‌که این کار ممکن است ناجور باشد)؟ چه چیزی باعث این صداها می‌شود؟

پاسخ: این صداها بیش‌تر ناشی از جریان خون در قلب و جریان هوا و شش‌ها و گلو هستند. صداهای ناشی از جریان هوا هنوز به‌خوبی شناخته نشده‌اند، اما معمولاً آن‌ها را به تلاطمی نسبت می‌دهند که باعث تغییرات فشار هوا می‌شود، که درنتیجه‌ی این تغییرات، امواج صوتی از طریق سینه، کمر و گلو گسیل می‌گردند. تلاطم فوق‌العاده زیاد و یا تلاطم فوق‌العاده کم (**سینه‌ی ساکت**)[15] می‌تواند نشانگر مشکلاتی در جریان هوا و یا آسیبی در شش‌ها باشد. صدای ترقّ و ترق و صدای خس‌خس (که بیش‌تر از صدای ترقّ و ترق طول می‌کشد) می‌توانند نشانه‌ی مانعی بر سر راه هوا باشند، که این خود ممکن است نشانه‌ی بیماری آسم باشد.

صداهای مختلفی که در بدن بیمار به‌وجود می‌آیند به دیواره‌ی سینه منتقل می‌گردند، طوری که انتقال صداهای کم‌بسامدتر شدیدتر است. ولی، این انتقال صداها در طول سطح مشترک سینه و هوا ضعیف‌تر است. ممکن است پزشک بتواند با فشردن گوش خود بر روی سینه‌ی بیمار بعضی از این صداها را بشنود (یقیناً صدای ضربان قلب را می‌شنود) زیرا این صداها می‌توانند در درون مجرای گوش تشدید ایجاد کنند. درواقع، فشردن گوش به بدن بیمار روشی قدیمی برای شنیدن صداهای بدن بوده است. اما، استفاده از گوشی‌های طبی بهتر است و دردسر کمتری دارد. به‌علاوه، چون صداهای کم‌بسامد می‌توانند در درون لوله‌های گوشی طبی تشدید ایجاد کنند، گوشی می‌تواند این صداها را تقویت کند.

گوشی‌های طبی متداول دو نوع‌اند: یک دیافراگم فلزی و یا یک زنگوله‌ی پلاستیکی روی سینه‌ی بیمار فشرده می‌شود. صداهای سینه باعث می‌شود تا دیافراگم یا هوای درون زنگوله به نوسان درآیند، که این خود باعث می‌شود تا هوا در لوله‌های گوشی نوسان کند و بدین‌ترتیب پزشک بتواند نوسان‌ها را بشنود. هم دیافراگم و هم زنگوله، عریض‌تر از لوله‌ها هستند، به‌طوری که می‌توانند صدا را از منطقه‌ی نسبتاً وسیعی بر روی سینه گردآوری کنند، اما نه‌چنان وسیع که پزشک نتواند محل چشمه‌ی صوتی را در سینه‌ی بیمار تشخیص دهد. آزمایش‌ها معمولاً نشان می‌دهند که نوع دیافراگمی بهتر از نوع زنگوله‌ای صدا را به شنونده منتقل می‌کند، اما بسیاری از پزشکان نوع زنگوله‌ای را ترجیح می‌دهند.

سفت کردن سیم گیتار و کش‌ها

چرا سفت کردن سیم گیتار، بسامدی را که هنگام نواختن که می‌شنوید زیاد می‌کند؟ اگر یک کش را با کشیدن آن در بین شست و انگشت خود محکم کرده و به آن زخمه بزنید، بسامدی که می‌شنوید یا همان بسامد قبلی است و یا قدری کاهش می‌یابد؟ چرا باید پیش از نواختن گیتار روی صحنه باید آن را چند لحظه‌ای بیرون صحنه نواخت؟

پاسخ: وقتی به سیم گیتار زخمه می‌زنید، صدای حاصل ناشی از آن است که برخی از امواج آزاد شده در سیم یکدیگر را تقویت می‌کنند، وضعیتی که **تشدید** خوانده می‌شود. این تقویت به معنی آن است که حرکت سیم در هوا نسبتاً زیاد است، که باعث تغییر فشار هوای قابل شنیدن می‌شود. بیش‌تر امواج روی سیم، به حرکت قابل توجه سیم نمی‌انجامند، اما امواجی با طول موج‌های معین می‌توانند باعث تشدید و درنتیجه تولید صدا گردند.

پی‌نوشت

1. Cocktail party
2. Etienne Lombard
3. otoaconstic emissions
4. organ at Corti
5. Heavy rock
6. Iron Butterfly
7. Led zepplin
8. missing fundamental effect
9. rock and roll
10. Ted Nugent
11. Peter Townshend
12. Lars Ulrich
13. passivo
14. active
15. silent chest

منبع

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

آموزشی

هدایت دادک
دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیک
دانشگاه آزاد اسلامی واحد مهاباد
Email: h.daclak@yahoo.com

مقدمه: در فیزیک (۱) و آزمایشگاه، سال اول متوسطه در بخش نورشناسی هندسی، آزمایش‌های مطرح شده فقط در مورد اندازه‌گیری شعاع آینه‌ی کاو یا فاصله‌ی کانونی عدسی همگراست که حقیقی هستند و آزمایش‌هایی هم در مورد تعیین محل تصویر که آن هم حقیقی، در آینه‌ی کاو و عدسی همگرا توضیح داده شده‌اند؛ ولی هیچ اشاره‌ای به روش اندازه‌گیری فاصله‌ی کانونی آینه‌ی کوژ یا عدسی واگرا که مجازی هستند و یا تعیین فاصله‌ی تصویر مجازی به ویژه در آینه‌ی کوژ و عدسی واگرا نشده است.

به ویژه در این مقاله به شرح نحوه‌ی انجام تعدادی از آزمایش‌هایی مربوط به نور در کتاب فیزیک (۱) و آزمایشگاه می‌پردازیم که توجهی به آن‌ها نشده است. این آزمایش‌ها روش‌های جالبی را برای اندازه‌گیری فاصله‌ی کانونی آینه‌ی کوژ (محدب) و شعاع آن و همچنین اندازه‌گیری فاصله‌ی کانونی عدسی کاو (مقعر) و اندازه‌گیری فاصله‌ی تصویر مجازی از آینه و عدسی، به ویژه آینه‌ی کوژ و عدسی همگرا، ارائه شده است. به دلیل مجازی بودن این کمیت‌ها اندازه‌گیری تجربی آن‌ها، دقت بیشتری می‌طلبد. در انجام این آزمایش‌ها از همان وسایل ساده آزمایشگاه (مانند آینه تخت، شمع، آینه کوژ، آینه کاو، عدسی همگرا و عدسی واگرا) که در آزمایش‌های دیگر کتاب به کار رفته‌اند، استفاده می‌شود. می‌دانیم که هر چه آزمایش با وسایل ساده‌تر و در دسترس‌تری انجام شود جذاب‌تر و درک آن آسان‌تر است. امید است مورد استفاده‌ی همکاران عزیز قرار گیرد.

کلیدواژه‌ها:
آزمایش‌های مربوط به نور
آینه کوژ ـ عدسی همگرا ـ عدسی واگرا.

فیزیک آزمایش‌های ساده

شرح آزمایش‌ها

آزمایش شماره‌ی ۱:
مشاهده‌ی سه تصویر در آینه کوژ

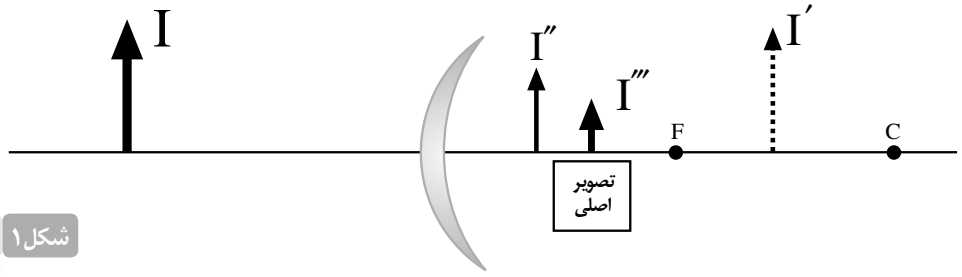
وسایل مورد نیاز: آینه کوژ و شمع به عنوان شی حقیقی

شرح آزمایش: شمع روشن را مقابل آینه کوژ قرار می‌دهیم، سه تصویر مجازی از شمع در آینه دیده می‌شود (شکل ۱): (البته این آزمایش باید در محیط نسبتاً تاریک انجام شود.)

۱) تصویر کمرنگ به اندازه‌ی جسم (I')؛ زیرا هر قسمت ازآینه مانند یک آینه تخت کوچک عمل می‌کند.

۲) تصویر با روشنایی کم و کوچک‌تر از جسم (I'')؛ این تصویر از بازتاب پرتوها از سطح اول آینه تولید می‌شود.

۳) تصویر کوچک‌تر از جسم (I''')؛ این تصویر از بازتاب پرتوها از سطح دوم شیشه تولید می‌شود و تصویر اصلی است.



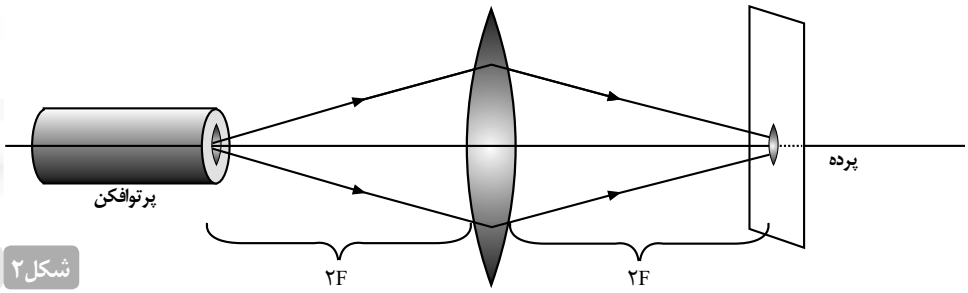
شکل ۱

در این مقاله به شرح نحوه‌ی انجام تعدادی از آزمایش‌هایی مربوط به نور در کتاب فیزیک (۱) و آزمایشگاه می‌پردازیم که توجهی به آن‌ها نشده است. این آزمایش‌ها روش‌های جالبی را برای اندازه‌گیری فاصله‌ی کانونی آینه‌ی کوژ (محدب) و شعاع آن و همچنین اندازه‌گیری فاصله‌ی کانونی عدسی کاو (مقعر) و اندازه‌گیری فاصله‌ی تصویر مجازی از آینه و عدسی، به ویژه آینه‌ی کوژ و عدسی همگرا، ارائه شده است.

آزمایش شماره‌ی ۲:
اندازه‌گیری شعاع آینه کوژ (مرحله اول آزمایش)

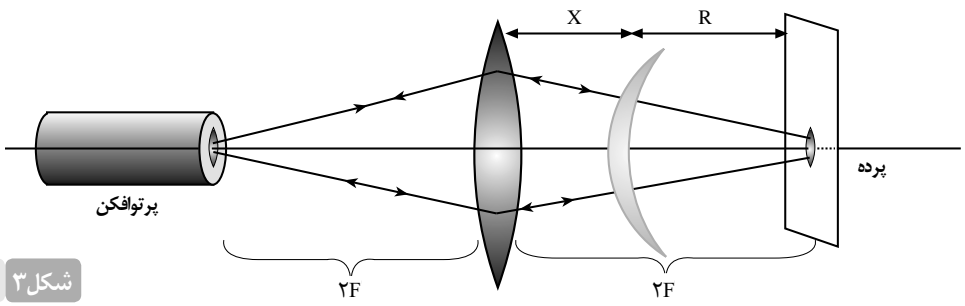
وسایل مورد نیاز: پرتوافکن ـ مانع تک شکافی ـ عدسی همگرا ـ آینه کوژ و پرده.

شرح آزمایش: پرتوافکن را در یک طرف و پرده را در طرف دیگر عدسی روی محور اصلی قرار می‌دهیم. پرده و پرتوافکن را آن‌قدر جابه‌جا می‌کنیم تا تصویر حقیقی و واضحی از شکاف مانع جلو پرتوافکن، روی پرده تشکیل شود. در این حالت شکاف جلوی پرتوافکن و پرده روی نقطه‌های ۲F دو طرف عدسی قرار دارند (شکل ۲)، که فاصله‌ی ۲F به راحتی قابل اندازه‌گیری است.



شکل ۲

مرحله دوم آزمایش: در این مرحله پرده و پرتوافکن را ثابت نگه‌می‌داریم و آینه‌ی کوژی را بین پرده و عدسی قرار می‌دهیم (شکل ۳). آینه را آن‌قدر جابه‌جا می‌کنیم تا پرتوها بر روی خود برگردند و تصویر شکاف پرتوافکن روی خود شکاف تشکیل شود. در این حالت پرده روی مرکز آینه قرار دارد که به راحتی قابل اندازه‌گیری است: R=۲F-

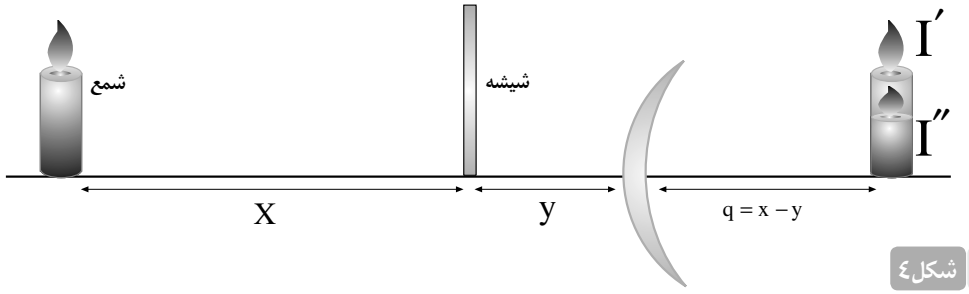


شکل ۳

آزمایش شماره‌ی ۳:

اندازه‌گیری فاصله‌ی تصویر در آینه کوژ به وسیله‌ی شیشه و شمع.

شرح آزمایش: مطابق شکل ۴ شیشه را بین شمع روشن و آینه کوژ قرار می‌دهیم. چون شیشه مانند آینه تخت عمل می‌کند تصویری مجازی و هم‌اندازه با جسم تشکیل می‌دهد (تصویر I'). و آینه کوژ نیز تصویری مجازی ولی کوچک‌تر تشکیل می‌دهد (تصویر I''). حال شیشه را آن‌قدر جابه‌جا می‌کنیم تا تصویر حاصل از شیشه بر تصویر حاصل از آینه کوژ منطبق شود. با اندازه‌گیری فاصله شمع از شیشه (x) و فاصله شیشه از آینه (y)، می‌توان فاصله تصویر از آینه را اندازه گرفت (q=x-y). چون می‌دانیم فاصله‌ی تصویر تا آینه تخت با فاصله‌ی جسم تا آن برابر است.



شکل ٤

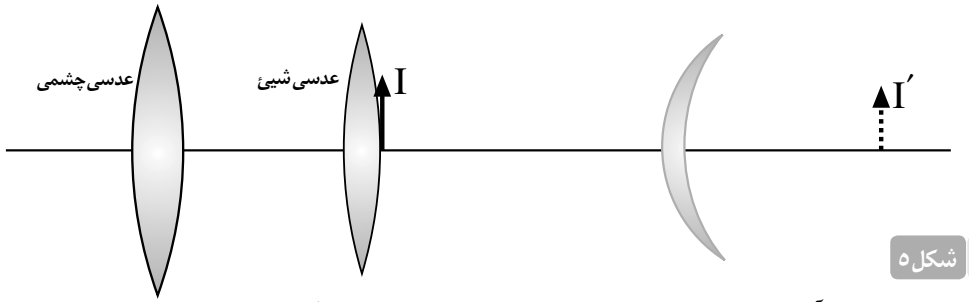
آزمایش شماره‌ی ٤:

اندازه‌گیری فاصله شئ و تصویر ازآینه کوژ به وسیله‌ی دو عدسی همگرا.

: (مرحله اول):

وسایل مورد نیاز: آینه کوژ ـ دو عدسی همگرا با فاصله کانونی متفاوت

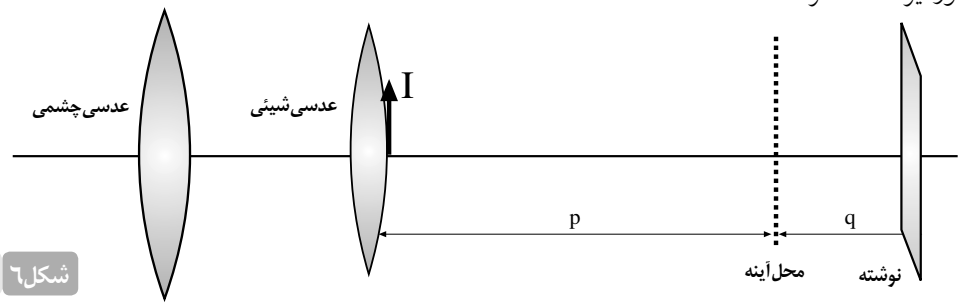
شرح آزمایش: مطابق شکل ۵ دو عدسی همگرا با فاصله‌ی کانونی متفاوت را، به صورت هم محور در مقابل آینه‌ای کوژ قرار می‌دهیم. عدسی با فاصله‌ی کانونی بیش‌تر را به عنوان عدسی شیئی و نزدیک‌تر به آینه و عدسی با فاصله‌ی کانونی کم‌تر را به عنوان عدسی چشمی دورتر از آینه انتخاب می‌کنیم. شئ کوچکی را چسبیده به عدسی شیئی در نظر می‌گیریم. از پشت عدسی چشمی به آن نگاه کرده و عدسی‌ها را آن‌قدر جابه‌جا می‌کنیم تا تصویر واضحی از آن در آینه دیده شود. (برای این کار می‌توان کلمه‌ای را روی عدسی شیئی نوشت و تصویر واضحی از آن در آینه کوژ تشکیل داد). در این حالت محل آینه را علامت می‌زنیم و آن را بر می‌داریم.



شکل ۵

مرحله دوم آزمایش: در این مرحله عدسی‌ها را در جای خود ثابت نگه می‌داریم و نوشته‌ای را در فاصله مشخصی از عدسی شیئی قرار می‌دهیم و از پشت عدسی چشمی به آن نگاه می‌کنیم. نوشته را آن‌قدر جابه‌جا می‌کنیم تا آن را به طور واضح ببینیم؛ در این حالت نوشته در محل تصویر I' قرار دارد که به راحتی فاصله‌ی آن

تا محل آینه قابل اندازه‌گیری است. (شکل ـ۶) از این آزمایش می‌توان برای اندازه‌گیری فاصله‌ی کانونی آینه‌ی کوژ نیز استفاده کرد.

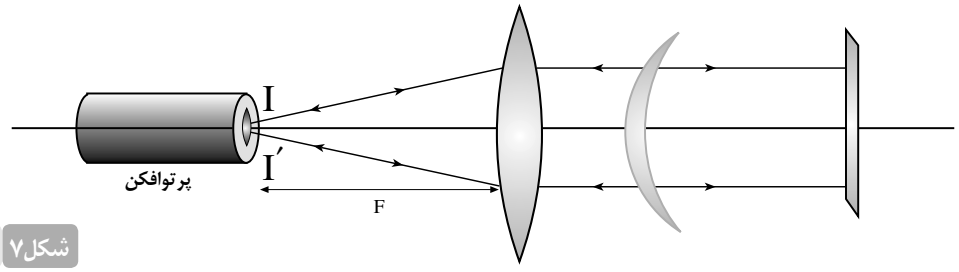


شکل ٦

آزمایش شماره‌ی ۵:

وسایل مورد نیاز: آینه تخت ـ عدسی همگرا و پرتوافکن.

شرح آزمایش: مطابق شکل ۷ عدسی همگرا را بین پرتوافکن با مانع تک شکافی و آینه‌ی تخت قرار می‌دهیم. با روشن کردن پرتوافکن پرتوهای نور از پرتوافکن خارج می‌شوند و بر عدسی می‌تابند؛ پرتوافکن را آن‌قدر جابه‌جا می‌کنیم تا پرتوها بر روی خود برگردند و تصویر شکاف پرتوافکن بر روی خود شکاف تشکیل شود. در این حالت دهانه پرتوافکن روی کانون عدسی همگرا قرار دارد. زیرا پرتوها از کانون عدسی می‌گذرند و موازی با محور اصلی از عدسی خارج می‌شوند و به طور عمود بر آینه‌ی تخت می‌تابند. و چون عمود بر سطح آینه هستند بر روی خود برمی‌گردند و موازی با محور اصلی باز بر عدسی می‌تابند. و چون موازی با محور اصلی هستند از کانون می‌گذرند و روی شکاف پرتوافکن به هم می‌رسند. با اندازه‌گیری فاصله‌ی دهانه پرتوافکن تا عدسی فاصله‌ی کانون عدسی به راحتی تعیین می‌شود.



شکل ۷

آزمایش شماره‌ی ٦:

اندازه‌گیری فاصله کانونی عدسی واگرا با استفاده از ترکیب عدسی‌ها.

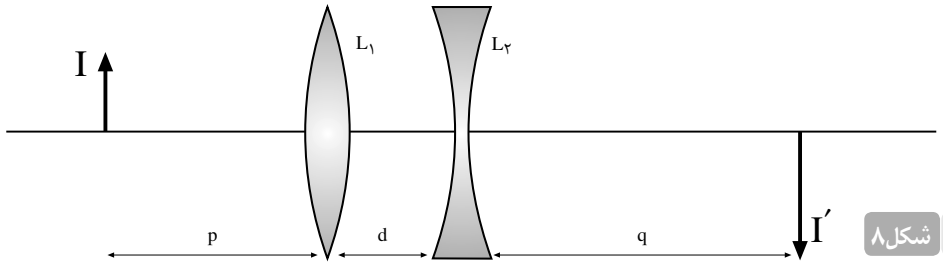
وسایل مورد نیاز: عدسی همگرا با فاصله‌ی کانونی مشخص، عدسی واگرا و شمع یا مانع تک شکافی به شکل پیکان.

شرح آزمایش: دو عدسی L_1 (همگرا) و L_2 (واگرا) را طوری انتخاب می‌کنیم که توان عدسی همگرا بیش‌تر از توان عدسی واگرا باشد. فاصله‌ی کانونی عدسی همگرا باید قبلاً تعیین شده باشد. دو عدسی را در فاصله‌ی (d) از هم قرار داده و جسم (I) را در مقابل عدسی‌ها قرار می‌دهیم تا تصویر حقیقی (I') از آن تشکیل شود، با اندازه‌گیری (P) و (q) و استفاده از رابطه‌ی زیر، فاصله‌ی کانونی معادل عدسی‌ها را به دست می‌آوریم (شکل ۸).

حال از رابطه زیر می‌توان فاصله کانونی عدسی واگرا را به دست آورد. $\frac{۱}{f}=\frac{۱}{p}+\frac{۱}{q}$

$$\frac{۱}{f}=\frac{۱}{f_۱}+\frac{۱}{f_۲}-\frac{d}{f_۱f_۲}$$

در صورتی که عدسی‌ها به هم چسبیده باشد، در رابطه بالا $d = ۰$ خواهد بود.

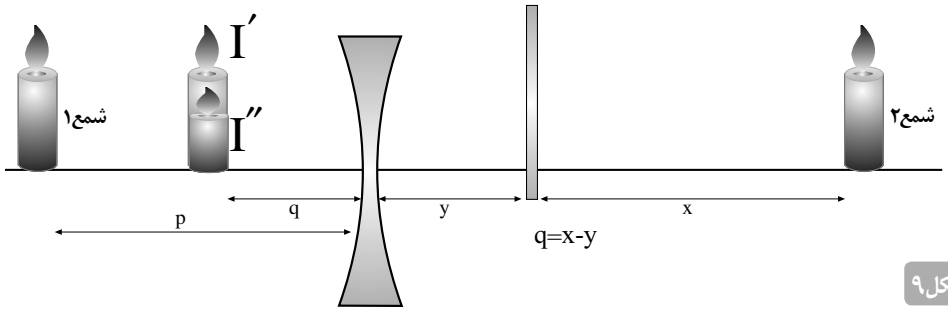


شکل۸

آزمایش شماره‌ی۷:
اندازه‌گیری فاصله تصویر تا عدسی واگرا.

وسایل مورد نیاز: عدسی واگرا ـ دو عدد شمع ـ شیشه‌ی تخت.

شرح آزمایش: وسایل آزمایش را مطابق شکل ۹ می‌چینیم. عدسی واگرا را بین دو شمع روشن ۱ و ۲ و شیشه را بین عدسی و شمع ۲ قرار می‌دهیم. عدسی از شمع ۱ تصویر کوچک (I') و شیشه از شمع ۲ تصویر (I'') هم اندازه با شمع تشکیل می‌دهد. شمع ۲ را آن‌قدر جابه‌جا می‌کنیم تا تصویر دو شمع بر روی هم منطبق شوند. در این حالت فاصله‌ی تصویر از عدسی واگرا برابر است با : $q=x-y$ که با اندازه‌گیری x و y فاصله‌ی q اندازه‌گیری می‌شود.



شکل۹

چرا شـــما فیزیک‌دان‌ها همیشه درپی خرید دستگاه‌های گران‌قیمت هستید؟ درحالی‌که بخش ریاضی فقط تقاضای پول برای خرید کاغذ، مداد، و ســـطل کاغذ باطله دارد، و بخش فلسفه از آن هم بهتر است، زیرا حتی سطل کاغذ باطله هم نمی‌خواهد.

رئیس دانشگاه ناشناس

خبرهای علمی

منیژه رهبر

مرزهای فیزیک

یکی از اعضای گروه آنتنی را در عمق دو متری برف قرار می‌دهد.

شکار نوترینو در قطب جنوب

«آریانا» آرایه آشکارسازهای پیشنهادی برای گیراندازی پرتوهای کیهانی پرانرژی است که گروه آزمایشگاه برکلی آن را دسامبر گذشته با یک ایستگاه اولیه در سکوی یخی راس[1] آزمایش کردند. دانشمندان امید دارند با آشکارسازی سیگنال‌های نوترینوی تولید شده هنگام واجهش از فصل مشترک آب و یخ زیر سکو، چشمه پرتوهای کیهانی بسیار پرانرژی را به دقت مشخص کنند.

رگبار تکه‌پاره‌های ناشی از برخورد پرتوهای کیهانی با اتم‌های جو مدام بر سرما فرو می‌ریزند. پرتوهای کیهانی در واقع پرتو نیستند، بلکه از ذرات تشکیل شده‌اند؛ نود درصد پروتون، هسته‌های اتم هیدروژن، و هسته‌های سنگین‌تر مانند آهن. برخی از این پرتو از خورشید سرچشمه می‌گیرند اما اغلب آن‌ها از فاصله‌ی دورتر، از کهکشان راه شیری یا فراتر از آن می‌آیند.

اسپنسر کلاین[2] از بخش فیزیک هسته‌ای آزمایشگاه برکلی می‌گوید «پرتوهای کیهانی بسیار پرانرژی نادرند. انرژی یک پرتو کیهانی بسیار پرانرژی[3] (UHE) با توپ تنیسی که به آن خوب ضربه زده شده باشد یا ضربه‌ی مشت بوکس بازی قابل مقایسه است که انرژی آن در هسته یک اتم متراکم شده باشد. اگر این پرتوها پروتون باشند انرژی ۴۰ میلیون برابر پروتون‌هایی خواهند داشت که **در برخورد دهنده‌ها درونی بزرگ** شتاب گرفته‌اند. با فناوری فعلی باید شتابدهنده‌ای دور خورشید بسازیم تا پروتون‌هایی با این انرژی تولید کنیم.»

بیشتر پرتوهای کیهانی، حتی پرانرژی‌ترین آن‌ها، به علت باردار بودن هنگام عبور از میدان‌های مغناطیسی میان ستاره‌ای خم می‌شوند، بنابراین با برون‌یابی مسیر آن‌ها هنگام رسیدن به زمین نمی‌توان گفت که از کجا می‌آیند.

***

چگونه می‌توان یک شتاب‌دهنده‌ی کیهانی یافت

کلاین می‌گوید «نوترینوها به عنوان ابزارهای رصدی امتیازهای زیادی دارند. برهم کنش آن‌ها فقط از طریق نیروی ضعیف است، بنابراین میدان‌های مغناطیسی آن‌ها را منحرف نمی‌کند، و به راحتی از مواد چگال مانند ستارگان که باعث توقف خود پرتوهای کیهانی می‌شوند عبور می‌کنند.»

نقطه‌ی ضعف نوترینوها، دشواری به دام انداختن آن‌ها، به‌ویژه هنگامی است که بر اثر رویدادهای نادر تولید شده باشند. تعیین محل نوترینوهای تولید شده توسط پرتوهای کیهانی UHE به آشکارسازی نیاز دارد که مساحت عظیمی را بپوشاند.

بدین ترتیب بود که کلاین دسامبر گذشته (وسط تابستان در قطب جنوب) خود را همراه همکارانش در چادری در سکوی یخی راس یافت تا آرایه آشکارسازهای نوترینوی آریانا را برپا سازند (آریانا از حروف اول Antarctic Ross Ice Shelf Antenna Neutrino Array تشکیل شده است.)

برخلاف آشکارسازهای نوترینو در کانادا، چین، و ژاپن، یا تلسکوپ نوترینوی عظیم Ice cube که در قطب جنوب در عمق یخ در دست ساخت است، آریانا برای حذف رویدادهای زمینه به کیلومترها صخره یا خود زمین نیاز ندارد. دلیل این امر آن است که آریانا در جست‌وجوی نوع نادری از سیگنال نوترینوست که به اثر **اسکاریان**[۴] معروف است.

آریانا رگباری از الکترون‌ها، پوزیترون‌ها، و ذرات دیگر را مشاهده خواهد کرد که دربرهم‌کنش نوترینو با یخ زیر آشکارسازهای آریانا تولید می‌شود. در سال ۱۹۶۲، فیزیک‌دان امریکایی گورگن اسکاریان نشان داد که این رگبارها دارای الکترون بیش از پوزیترون و در نتیجه بار الکتریکی خالص‌اند. وقتی رگباری در یخ به وجود آید، این بار الکتریکی متحرک جریانی را به وجود می‌آورد که یک تپ امواج رادیویی توانمند تولید می‌کند که در مخروطی اطراف جهت نوترینو گسیل می‌شود. انرژی‌ای که ذرات سریع‌تر از نور در محیطی مانند شیشه یا آب به‌جا می گذارند (نور در آب با سه ـ چهارم سرعت خود در خلأ حرکت می‌کند) تابش چرنکوف نامیده می‌شود، و شاید بارزترین جلوه‌ی آن تابش آبی رنگی باشد که الکترون‌های سریع در استخر اطراف یک راکتور هسته‌ای به‌وجود می‌آورند. از همین تابش چرنکوف در ناحیه نور مرئی برای آشکارسازی رویدادهایی استفاده می‌شود که ذرات باردار در آشکارسازهای نوترینو مانند Icecube به وجود می‌آورند.

آریانا به جای طول موج‌های مرئی، تابش چرنکوف را در ناحیه‌ی امواج رادیویی مشاهده می‌کند؛ شدت سیگنال رادیویی متناسب با مربع انرژی نوترینوی به وجود آورنده‌ی آن است. آریانا برای جذب این سیگنال‌ها، از آنتن‌هایی استفاده می‌کند که در برف روی یخ مدفون شده‌اند.

نوترینوی پرانرژی در برخورد با جوّ بالایی رگباری از ذرات تولید می‌کند که بیشتر آن الکترون است. وقتی این رگبار وارد یخ شود، تابش چرنکوف به صورت امواج رادیویی تولید می‌کند که از فصل مشترک یخ و آب باز می‌تابند و آنتن‌های مدفون در برف آن‌ها را آشکار می‌سازد.

سکوی یخی راس بخش مهمی از آشکارساز آریاناست ـ یک امتیاز مهم آن این است که فصل مشترک یخ به ضخامت صدها متر با آب آینه‌ای ایده‌ال برای امواج رادیویی است. سیگنال رویدادهای نوترینو را می‌توان با جست‌وجوی امواج رادیویی بازتابیده از این آینه آشکار ساخت.

هدف نهایی ساختن هزار ایستگاه است، اما گام اول در این راه آن است که ببینیم آیا یک ایستگاه به خوبی کار می‌کند. در طول تابستان قطب جنوب، صفحه‌های خورشیدی انرژی لازم برای آنتن‌های رادیویی زیر برف را فراهم می‌سازند و برج اینترنت داده‌ها را از طریق یک برج تکرار کننده به **ایستگاه مک موردو**[۵] می‌فرستد. در طول زمستان تاریک و طولانی، امیدوارند که توان لازم را از طریق توربین‌های بادی تأمین کنند.

پژوهشگران در طی فعالیت اولیه خود سیگنال‌هایی را مشاهده کرده‌اند، اما سیگنال نوترینوی بسیار پرانرژی هنوز مشاهده نشده است و شاید برای این کار دست کم به صد ایستگاه نیاز باشد. به دست آوردن منشأ حتی یک نوترینوی بسیار پرانرژی پیشرفتی عظیم در اخترشناسی نوترینو خواهد بود.

برای اطلاعات بیشتر می‌توان به سایت زیر مراجعه کرد:

www.Physorg.com/news 19097193. html

پردازش مغز ـ گونه با لایه‌ی مولکولی آلی

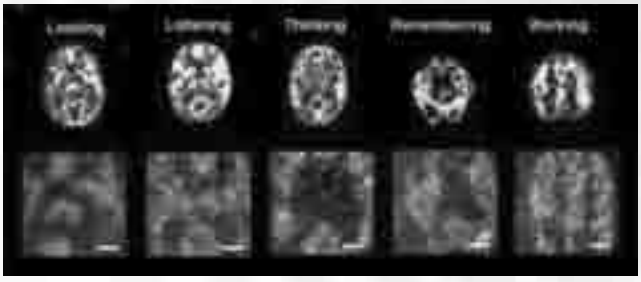
مدارهای پردازنده‌ی اطلاعات در رایانه‌های دیجیتالی ایستا هستند. مدارهای پردازنده‌ی اطلاعات در مغز ما ـ نورون‌ها ـ برای حل مسائل پیچیده مدام تحول می‌یابند. اکنون یک گروه بین‌المللی از ژاپن و دانشگاه فنی میشیگان همین فرایند تحول مدار را در لایه‌ی مولکولی آلی به وجود آورده‌اند که می‌تواند مسائل پیچیده را حل کند. این اولین باری است که یک «مدار تکاملی» مغز ـ گونه تحقق یافته است.

سریع‌ترین اَبَر رایانه‌ی جهان فقط می‌تواند هر بار یک بیت را در کانال‌های خود پردازش کند. این مدار تغییر همزمان تقریباً ۳۰۰ بیت را امکان‌پذیر می‌سازد.

پردازشگرهای آن‌ها می‌توانند مسائلی را حل کنند که الگوریتم‌های آن‌ها روی رایانه‌ها ناشناخته است، مانند پیش‌بینی فاجعه‌های طبیعی و شیوع بیماری‌ها، پژوهشگران برای اثبات این موضوع دو پدیده‌ی طبیعی پخش گرما و تحول **سلول‌های سرطانی** را روی لایه‌ی مولکولی تقلید کردند. این لایه هوشمند است و می‌تواند مسائل بسیاری را روی یک شبکه حل کند. پردازنده‌ی مولکولی در صورت آسیب دیدن خود را ترسیم می‌کند. این ویژگی شایان توجه ناشی از قابلیت خود سازماندهی تک لایه‌ی مولکولی است. هیچ رایانه موجود ساخت بشر دارای این ویژگی نیست، اما مغز ما دارای این ویژگی است که اگر نورونی از بین برود، نورون دیگری کار آن را به عهده می‌گیرد.

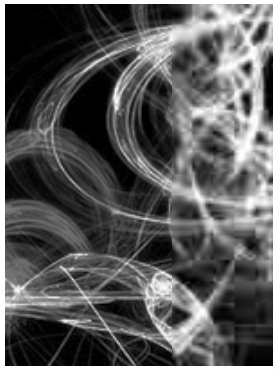
این کار در مقاله‌ای در **نیچر فیزیکز** توصیف شده است و برای اطلاعات بیشتر در مورد آن می‌توانید به سایت زیر مراجعه کنید.

www.Physorg.com/91249136. html



تصویرهای تشدید مغناطیسی مغز انسان در هنگام انجام فعالیت‌های مختلف (بالا). طرح‌های تحول یابنده مشابهی یکی پس از دیگری در تک لایه‌ی مولکولی تولید شده است (پایین). تصویر طرح تحول یابنده یک کار خاص مغز با استفاده از میکروسکوپ تونل‌زنی رویشی به دست آمده است. طرح ورودی فعالیت خاص مغز مشخص است، دینامیک تحول طرح نیز مشخصه‌ی کار آن است.

پژوهشگران به رایانه‌های کوانتومی نزدیک می‌شوند



گروهی از پژوهشگران بخش فیزیک و اخترشناسی دانشگاه کاردیف ذرات نور، یا فوتون‌ها، را به برج کوچکی از مواد نیم‌رسانا شلیک کرده‌اند. فوتون به الکترونی برخورد می‌کند که در ساختار حتی کوچک‌تری در داخل برج محصور است، و آن‌ها برای مدت کوتاهی قبل از خروج فوتون بین حالت‌های نور و ماده نوسان می‌کنند.

گروه کاردیف این آزمایش را هم با تک فوتون و هم با زوج‌های فوتون انجام داده‌اند. آن‌ها نشان دادند که زوج‌های فوتون بسامد **نوسان** بین **نور** و ماده را نسبت به تک فوتون زیاد می‌کند. یافته‌های آن‌ها با پیش‌بینی‌های نظری در دهه‌ی ۱۹۶۰ سازگار است.

این یافته‌ها اهمیت زیادی برای فناوری اطلاعات و مخابرات دارد. شاید روزی امکان ساخت دستگاه‌های منطقی بر مبنای برهم کنش این ذرات ـ که رایانه‌های کوانتومی نیز نامیده می‌شوند ـ امکان‌پذیر گردد.

با این همه، حل مسائل فنی دخیل در این کار هنوز بسیار دشوار است. گروه کاردیف از یک لوله نیمرسانا به قطر ۸ میکرون استفاده کردند که در دمای حدود $-۲۶۳^{o}C$ (ده درجه بالاتر از صفر **مطلق**) قرار داشت و فوتون‌ها فقط حدود ۱۰ پیکوثانیه در **نیمرسانا** به دام افتادند.

استاد **ولفگانگ لنگبین**[6] رهبر گروه می‌گوید «این برهم کنش می‌تواند جریان مانایی از **فوتون‌ها** تولید کند و همین‌طور می‌تواند مبنایی برای منطق تک فوتونی باشد که برای این کار به کمترین انرژی نیاز دارد. این روش در دراز مدت می‌تواند در حوزه‌هایی چون رایانه‌ها، دستگاه‌های مخابراتی، و رمزنویسی به کار رود. استفاده از این فناوری در رایانه‌های واقعی نیازمند پیشرفت‌های گسترده در ویژگی‌های موجود در دماهای کم و در حالت ایده‌ال توسعه‌ی موادی در دمای اتاق است. در حال حاضر معلوم نیست که چه‌طور می‌توان این کار را انجام داد ـ اما این کار ناممکن نیست.»

یافته‌های گروه در **نیچر.متریالز** چاپ شده است. مواد نیم‌رسانای مورد استفاده در این آزمایش‌ها در دانشگاه ورتزبورگ آلمان ساخته شده‌اند. برای اطلاعات بیشتر می‌توانید به سایت زیر مراجعه کنید:

www.Physorg.com/news 190893258. html

پی‌نوشت

1. Ross 2. Spencer Klein 3. ultra-high energy
4. Askaryan effect 5. Mc Murdo Station
6. Wolfgang Langbein

پادکست کردن درس فیزیک

تکنولوژی آموزشی

جیمز ای. آر مک دونالد
ترجمه:
معصومه قاسمی

کلیدواژه‌ها:
پادکست، واکنش شاگرد، آماده‌سازی معلم.

پادکست یک پرونده شنیداری یا دیداری است که در اینترنت به اشتراک گذاشته می‌شود و می‌توان با یک رایانه شخصی یا یک پخش کننده قابل حمل بدون اتصال به اینترنت از آن استفاده کرد

در سال‌های اخیر فناوری پادکست یا تولید پرونده‌های شنیداری و دیداری که می‌توان آن را در اینترنت به اشتراک گذاشت، رواج زیادی یافته است. بسیاری از معلمان به اهمیت بالقوه‌ی این محتوای سفارشی پی برده‌اند، اما تمرکز آن‌ها بیش‌تر بر دوره‌های عمومی علوم انسانی بر مبنای سخنرانی (سخنرانی ـ محور) یا درس‌های هنر چند رسانه‌ای است. من در دانشگاه هارتفورد[1] درس‌های فیزیک خود را قالب شنیداری به صورت پادکست برای چهار نیمسال آماده کرده‌ام. به رغم وابستگی زیاد فیزیک به ریاضی و دیداری بودن ذاتی آن، بیش‌تر شاگردان این پادکست‌ها را بسیار مفید یافته‌اند.

شاید پادکست یکی دیگر از مجموعه فناوری پیشرفته‌ی در ارتباط با اینترنت به نظر برسد چرا باید وقت گرانبهایتان را صرف آشنایی با پادکست‌ها کنید؟ اول این‌که، پادکست فقط «در یک هفته» تحول نیافته است»، بلکه به عنوان یک فناوری تثبیت شده به سرعت در حال رشد است به عنوان مثال، در اکتبر ۲۰۰۵ با جست‌وجوی عبارت «پادکست کردن» ۶۰۰۰ نتیجه را نمایش می‌داد، اما در ماه مه ۲۰۰۶ این جست‌وجو بیش از ۹۷ میلیون نتیجه را به دست می‌داد. دوم این‌که، به احتمال زیاد بیش‌تر شاگردان شما هم‌اکنون با پادکست آشنا هستند و به‌راحتی از آن‌ها استفاده می‌کنند. سوم این که، تولید و ارائه پادکست همان صفحه‌های اینترنتی به نسبت ارزان و آسان است. با کمی آموزش می‌توان تعداد بسیار زیادی پادکست را با استفاده از نرم‌افزارهای رایگان تولید کرد [۱]. از همه مهم‌تر این‌که پادکست‌ها می‌توانند تدریس شما را بهبود بخشند و در مواردی سبب صرفه‌جویی زمان کلاس شوند.

پادکست چیست؟

پادکست یک پرونده شنیداری یا دیداری است که در اینترنت به اشتراک گذاشته می‌شود و می‌توان با یک رایانه شخصی یا یک پخش‌کننده قابل حمل بدون اتصال به اینترنت از آن استفاده کرد. فرایند به اشتراک گذاشتن است که نه تنها پادکست را تعریف می‌کند، بلکه برای انتقال به موقع موارد آموزشی کلاس مفید است. درباره‌ی آن مانند دیگر اشتراک‌ها بیندیشید: معلم به صورت دوره‌ای موضوع یا رویدادی را تولید می‌کند که به رایانه‌های شاگردان منتقل می‌شود. البته شاید شاگردان آن را مانند یک گاه‌نامه به‌سرعت باز کنند و از قسمتی از آن استفاده کنند و یا هیچ‌گاه این کار را انجام ندهند.

بسیاری از مردم گمان می‌کنند برای استفاده از پادکست‌ها باید به یک ipod دست‌رسی داشته باشند. چنین نیست. هر رایانه‌ای که به بلندگو و قابلیت اتصال به اینترنت مجهز باشد، به احتمال زیاد می‌تواند پادکست‌ها را اجرا کند. دانشجویان می‌توانند رایانه‌های کتابخانه مدرسه یا کلاس همراه با یک گوشی به پادکست‌ها دست‌رسی داشته باشند.

به یاد داشته باشید که پادکست صرفاً یک رسانه است و آسان بودن تولید آن‌ها به معنی گوناگونی کیفیت تولید و ارزش محتوایی‌شان است. آن‌ها در این مورد مانند دیگر رسانه‌ها هستند. برای اثربخشی پادکست‌ها در کلاس لازم نیست. آن‌ها با کیفیت

۲۵۶ رنگی و روی کاغذهای گلاسه چاپ شوند، هم‌چنین تولید یا ارتقای آن‌ها پس از تولید بدون استفاده از روش‌های زمان‌بر امکان‌پذیر است.

چه چیزی را باید پادکست کرد؟

محتوای پادکست شده می‌تواند با نیازهای اساسی کلاس تغییر کند. پادکست می‌تواند مرورهای پیش از کلاس باشد یا حتی پاسخ به پرسش‌هایی که به دلیل کمبود زمان در کلاس پاسخ داده نمی‌شود. هم‌چنین از مصاحبه‌ها، گشت‌های پیاده‌روی و روش ساختن کلیپ نیز می‌توان پادکست ساخت [۲]. به احتمال زیاد یک درس ضبط شده در کلاس رایج‌ترین نوع پادکست آموزشی است، گرچه برخی از مدرسه‌ها این مورد را تشویق نمی‌کنند. معمولاً چنین پادکست‌هایی محتوای مناسبی دارند، و نیاز چندانی به کار معلم ندارند زیرا نیازمند به تولید مواد آموزشی جدید نیستند

بسیاری از پادکست‌های منتشر شده در اینترنت در رابطه با درس‌های عمومی علوم انسانی بر مبنای سخنرانی و درس‌های هنر چند رسانه‌ای هستند [۶ و ۴ و ۳]. استفاده از قالب شنیداری برای یک درس فلسفه یا کلاس نظریه موسیقی آسان است، اما آیا یک پرونده‌ی شنیداری از یک درس فیزیک بدون کاربرد نمودارها و مثال‌های ارائه شده در کلاس مفید است؟ بله؛ اگر معلم و شاگرد پادکست را جایگزین حضور در کلاس نکند.

بنابراین شاگردان باید چگونه از پادکست‌ها استفاده کنند؟ انگیزه‌ی من برای پادکست کردن درس‌های فیزیک تغییر روش یادداشت‌برداری شاگردان بود. حل مسئله یکی از مهم‌ترین و اساسی‌ترین فرایندهایی است که معلم‌های فیزیک باید بر آن تأکید کند. به بیان دقیق‌تر، ما در کلاس نمونه مسئله‌هایی را به تفصیل حل می‌کنیم و انتظار داریم دانش‌آموزان بتوانند با کمک آن‌ها مثال‌های مشابه را حل کنند.

راهنمای دانش‌آموز برای این کار یادداشت‌برداری کامل و واضح از مثال‌های کلاس است. در این مورد توانایی شاگردان به طور گسترده‌ای فرق می‌کند. وقتی شاگردان از تمام رابطه‌های نوشته شده روی تابلو یادداشت برمی‌دارند، بیشتر آن‌ها در یادداشت برداری کامل از آن‌چه گفته می‌شود ـ استدلال مربوط به هر مرحله ـ ناموفق‌اند. به عبارت دیگر آن‌ها دقیقاً قسمتی از گفته‌هایی را که برای حل مسائل جدید مورد نیاز است، از دست می‌دهند و سپس می‌گویند: «من می‌توانم آن‌چه را شما در کلاس انجام داده‌اید دنبال کنم، اما وقتی به خانه می‌رسم نمی‌توانم مسائل را به طور کامل حل کنم.» حتی شاگردانی که از مطالب به طور کامل یادداشت برمی‌دارند، ممکن است آن چنان مشغول رونویسی شوند که نتوانند در فعالیت کلاسی یا سؤال پرسیدن شرکت کنند. (یکی از شاگردان این را به عنوان «زیراکس کردن» توصیف کرد).

با پادکست، شاگردان پس از کلاس هنگام خواندن یادداشت‌هایشان می‌توانند به پادکست آن گوش کنند و با این کار توصیف‌ها و عبارت‌های فراموش شده را به یاد آورند. امیدوار بودم با این کار سه نتیجه زیر حاصل شود:

۱. شاگردان یادداشت‌های کامل‌تری در اختیار داشته باشند.

۲. شاگردان به مرورکردن یادداشت‌هایشان درست پس از کلاس عادت کنند،

۳. برخی از شاگردان نگرانی کم‌تری در مورد یادداشت‌برداری و رونویسی داشته باشند و بتوانند درس‌ها را بهتر دنبال کنند.

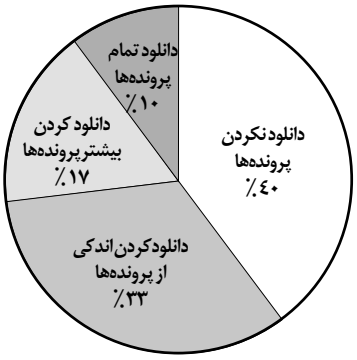
توجه داشته باشید که کار ما با پادکست کردن‌های جنجالی متفاوت است؛ زیرا شاگردان هنگام گوش دادن به پادکست در حال روخوانی یادداشت‌هایشان و نه رانندگی یا تمرین ورزشی آن‌ها با انجام دو کار هم‌زمان در زمان صرفه‌جویی نمی‌کنند، بلکه زمان مطالعه خود را افزایش می‌دهند و به احتمال زیاد دست‌رسی مشترک به صحبت‌های ثبت شده در زمان مناسب آن‌ها سبب استفاده از پادکست می‌شود.

انگیزه‌ی من برای پادکست کردن درس‌های فیزیک تغییر روش یادداشت‌برداری شاگردان بود

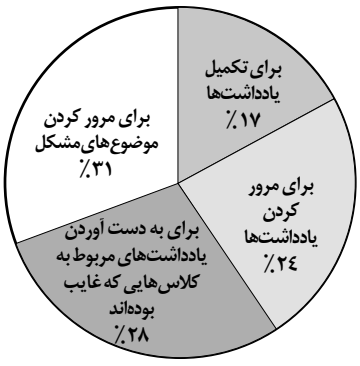
استفاده و واکنش شاگرد

من بـرای تمـام چهـار بخش دوره‌هـای مقدماتی فیزیک بر مبنای جبـر در دانشـگاه هارتفـورد طـی نیمسـال‌های پاییـز ۲۰۰۵ و بهـار ۲۰۰۶ پادکست‌هایی تهیه کردم. برای ایجاد انگیزه جلب و توجه شاگردان بحث‌هـای اضافه در شـروع کلاس و در مـورد تمرین‌هـا و تکلیف‌هـا را حـذف کـردم اما پادکسـت‌ها را زیاد ویرایـش نکردم. هم‌چنین برای مدیریت فضای سِرور، پادکست‌ها به مدت ۱۰ روز روی شبکه قرار داشتند و پس از آن حذف می‌شـدند. مزیت دیگر این شیوه برانگیختن و تشویق شاگردان برای دانلود به موقع آن‌ها بود. به این شیوه شاگردان تشویق می‌شدند تا از پادکست به عنوان مکملی برای یادداشت‌برداری‌هایشان و ابزاری برای بازبینی آن‌ها استفاده کنند. به آن‌ها گفته شده بود که گوش دادن به پادکست‌ها در عین برانگیزاننده بودن برای قبولی در دوره ضروری نیست. نتیجه‌ی یک نظرخواهـی از ۵۸ شـاگرد در مورد استفاده از پادکست در شکل (۱) نشان داده شـده است. ۴۰٪ دانشجویان به هیچ‌وجه از پادکست‌ها استفاده نکرده و ۲۷٪ آن‌ها بیش از یک پادکسـت سـخنرانی و تقریبـاً ۱۰٪ آن‌ها تمام پادکسـت‌ها را دانلود کرده‌اند. ۹۱٪ کسانی که دسـت کم یک پادکست دانلود کرده‌اند، آن را مفید یافته‌اند.

پس از نظرخواهی معلوم شد که بیشتر شاگردان از رایانه‌های شخصی برای گوش دادن به پادکست استفاده می‌کنند و تنها یک نفر در پاره‌ای اوقات یک پخش‌کننـده mp3 قابل حمل را به کار برده اسـت. هیچ کدام از آن‌ها از رایانه‌های کتابخانه یا آزمایشـگاه اسـتفاده نکـرده بودند. تقریبـاً تمام شاگردان (۹۴٪) اظهار کردند که این اولین تجربه آن‌ها در مورد پادکست‌ها بوده است. نتیجه نظرخواهی در شکل (۲) نشان می‌دهد که شاگردان بیشتر برای موضوع‌هایی که به نظر آن مشکل می‌آید، از پادکست‌ها بهره می‌برند.



شکل ۱ تعداد دفعاتی که دانشجویان پادکست‌های درس فیزیک را دانلود کرده‌اند، بهار ۲۰۰۶.



شکل ۲ دلایل شاگردان برای دانلود پادکست‌های فیزیک، بهار ۲۰۰۶.

نگرانی مشترک معلم‌ها این است که آیا اسـتفاده از پادکست می‌تواند بر حضور شـاگردان در کلاس تأثیر بگذارد؟ بیش‌تر شاگردان دانلودکننده (۷۳٪) اظهار داشـتند که آن‌ها برای مرور کردن کلاسی که در آن شرکت داشتند و نه کلاسی که غایب بودند، از پادکسـت اسـتفاده می‌کنند. تنها ۱۴٪ شـاگردان فکر می‌کردند که با وجود پادکست‌ها به احتمال بیش‌تر می‌توانند در کلاسـی غایب شوند و مقایسـه دوره‌های پیشـین و دوره‌ی جاری نشان داد که شرکت شاگردان در کلاس افت مشـخصی نداشـته اسـت. این نتیجه در واقع برگرفته از این تصمیم بود که پادکست همراه با تعدادی اسلاید، نمودار و مثال دیداری خود محتوا تهیه نشده بودند. در قسمت پرسش‌های تشـریحیِ نظرخواهی، یکی از دانش‌آموزان نوشته بود: «من با دانستن این که هنگام انجام تکلیف‌ها یا بازبینی یادداشـت‌هایم می‌توانم به سادگی پادکست‌ها را دانلود و از آن‌ها اسـتفاده کنم، آسـوده‌خاطر بودم.» و دیگری گفته بود: «با داشتن فایل‌های mp3 فیزیک در این نیمسال توانستم در کلاس توجـه بیش‌تری به درس داشته باشم زیرا مجبور نبودم گفته‌های معلم را کلمه به کلمه بنویسـم». تنها

کمترین سود پادکست کردن، سخنرانی‌های شنیداری فیزیک، نگرش دقیق‌تر شاگردان به کلاس فیزیک است

فعالیت یک دانش‌آموز در کلاس کاهش یافته بود زیرا او از صدای ضبط شده خودش خوشش نمی‌آمد. اما به طور کلی واکنش شاگردان مثبت بود. تقریباً دو سوم (۶۶٪) آن‌ها گفتند که به احتمال زیاد در درس‌هایی که پادکست در آن‌ها وجود دارد، ثبت‌نام خواهند کرد.

آماده‌سازی معلم و واکنش وی

من با استفاده از یک بلندگو، یک مبدل و یک Apple ipod تعدادی پادکست شنیداری تهیه کردم. با این می‌توانستم بدون کاهش کیفیت صدا حرکت کنم. پس از کلاس، درس‌ها به رایانه شخصی منتقل، ویرایش و فشرده می‌شدند. محتوای یک کلاس ۷۵ دقیقه‌ای به پرونده‌ای فشرده با حجم ۶ تا ۸ مگابایت تبدیل می‌شد. تقریباً ۱۰ دقیقه زمان برای پردازش هر درس لازم بود. این موضوع مهم بود زیرا نمی‌خواستم فرایند تولید پادکست زمان بر باشد.

من دریافتم که پادکست‌های درس از لحاظ زمان و میزان تلاش با ارزش هستند. در گفت‌وگو با شاگردان واضح بود که آن‌ها به صورت منظم به پادکست‌ها گوش می‌دهند و این شاگردان اغلب پرسش‌های متفکرانه و کامل‌تری از مطالب درست می‌پرسند. در بسیاری از موارد شاگردان روش مطالعه خود را تغییر دادند تا از مزایای پادکست بهره‌مند شوند (به ویژه تعدادی از شاگردان گفتن که در کم‌تر از یک هفته پس از کلاس پادکست‌ها را مرور می‌کنند و این کار را به پیش از امتحان مولکول نمی‌کنند).

یک کاربرد مهم پادکست‌ها، ارزیابی از خودم بود. من برای ارزیابی کیفیت صدا و روشنی مطالب درس به تمام پادکست‌ها گوش می‌کردم. به عنوان یک معلم در موقعیت منحصر به فردی بودم تا آنچه را باید درس می‌دادم و آنچه را که در واقع گفته بودم، مقایسه کنم. به علاوه، با بایگانی کردن مطالب درس‌ها به طور منظم، به سرعت می‌توانستم آنچه را که احساس می‌کردم به خوبی اجرا نشده بازبینی و هر گونه کج‌فهمی (برداشت نادرست) در طول کلاس را تصحیح کنم.

نتیجه‌گیری

آموزش فیزیک با استفاده از پادکست سخنرانی‌ها در دانشگاه هارتفورد برای شاگردان مفید و به صورت ابزاری سودمند برای کلاس‌های دوره‌های مقدماتی تبدیل شده است. واکنش بیش‌تر شاگردان مثبت بوده و ۶۰٪ آن‌ها دست کم یک بار در نیمسال از مزایای پادکست بهره‌مند شده‌اند. طبق گفته شاگردان آن‌ها هنگام بازبینی یادداشت‌ها یا حل تکلیف‌هایشان به پادکست‌ها گوش داده‌اند و نه هنگامی که کار دیگری انجام می‌داده و یا فعالیتی غیرمرتبط با درس داشته‌اند.

به طور کلی فکر می‌کنم زمان صرف شده برای مطرح کردن پادکست سودمند و منطقی بوده است. هم‌چنین گفتگو با شاگردان در مورد بهترین روش استفاده از پادکست‌ها مهم است. من در حال تهیه تعدادی پادکست آموزشی دیداری و کوتاه‌مدت در مورد مطالب آموزشی ساده (مانند کار با نمودارهای جسم ـ آزاد یا رسم نمودار برای داده‌های آزمایشگاهی) هستم تا از آن‌ها بتوان پیش از شروع نیمسال یا در نیمسال‌های آینده و یا برای اشتراک با دیگر معلم‌ها استفاده کرد. پادکست‌های شنیداری بیش‌تری در مورد موضوع‌های مختلف علمی یا پیش زمینه تاریخی به عنوان روشی برای حل مسئله‌های بیش‌تر در کلاس مورد نظر من هستند. کمترین سود پادکست کردن، سخنرانی‌های شنیداری فیزیک، نگرش دقیق‌تر شاگردان به کلاس فیزیک است.

پی‌نوشت

1. Hartford

منابع

۱. آموزش جنبه‌های فنی تولید پادکست هدف مقاله نبوده است. اطلاعات و پیوندهای مفیدی را می‌توانید در وبگاه نویسنده در دانشگاه هارتفورد بیابید:
http://www.cs.hartford.edu/~ mcdonald

2. Dave Jobbing, ‘‘Exploiting the Educational of podcasting,’’ Russell Educational Consultancy and productions (April 2005) at: http://www.recap.ltd.uk/articles/podguide.html.

3. Elizabeth Armstrong Moore, “When ipod goes collegiate,’’ Christian Science Monitor (19 April 2005).

4. Brock Read, ‘‘Lectures on the go,’’ Chron. High. Educ. (Oct. 28, 2005).

5. University of Wisconsin, Madison, “Podcasting at University of Wisconsin, Madison” at:
http://engage.doit.wisc.edu/ Podcasting/index.html.

6. Mikael Blaisdell, “Academic Mp3>> Is it time yet?” Campus Tech. (March 2006).

7. Apple Website, “Podcasting in Education” at: http://www.apple.com/education/solutions/Podcasting/.

8. Cristina Silva, “Podcast craze hits classrooms,” Boston Globe (july 11,2006).

آموزشی

حرکت مایع‌ها در لوله‌های مویین

اسداله مرادخانی، فاطمه احمدی
دانشگاه شهید رجایی تهران

چکیده: در فیزیک سال دوم دبیرستان دانش‌آموزان با اثر مویینگی[1] آشنا می‌شوند. اما متأسفانه چون این مبحث فقط به صورت توضیحی در کتاب ارائه شده است دانش‌آموزان نمی‌توانند به خوبی درک کنند که مثلاً مایع تا چه اندازه در لوله‌ی مویین بالا می‌رود یا پایین می‌آید. در این مقاله ابتدا به توضیح اثر مویینگی می‌پردازیم و می‌بینیم چرا بعضی مایعات در لوله‌ی مویین بالا می‌روند و بعضی دیگر در لوله‌ی مویین پایین می‌آیند و سپس می‌کوشیم ثابت می‌کنیم مایع‌ها تا چه اندازه در لوله‌ی مویین بالا یا پایین می‌آیند.

کلیدواژه‌ها: لوله مویین، چسبندگی سطحی، اثر مویینگی.

مقدمه

یکی از اثرهای چسبندگی سطحی[2] پدیده‌ی مویینگی است. این پدیده بر اثر اختلاف بین اندازه‌ی نیروی چسبندگی سطحی با چسبندگی[3] به وجود می‌آید. هرگاه قسمتی از یک لوله با قطر کم (لوله‌ی مویین) را به طور عمودی وارد یک مایع کنیم با توجه به نوع مایع، ارتفاع مایع درون لوله تغییر می‌کند و مایع درون لوله بالا یا پایین می‌رود. به طور کلی:

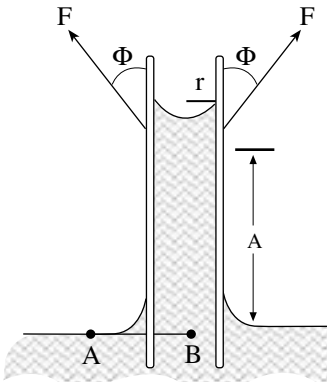
مایعی که لوله‌ی مویین را تر می‌کند (مانند آب) در لوله بالا می‌رود و مایعی که لوله را تر نمی‌کند (مانند جیوه) در آن پایین می‌رود.

شکل ۱ یک لوله‌ی مویین را نشان می‌دهد که قسمتی از آن وارد یک ظرف محتوی آب شده است. با توجه به شکل می‌توان این پرسش‌ها را مطرح کرد:

۱. چرا آب در لوله‌ی مویین بالا می‌رود و سطح آن بالاتر از سطح آب ظرف قرار می‌گیرد؟

۲. چرا سطح آب در لوله‌ی مویین دارای فرورفتگی است؟

۳. آب تا چه اندازه در لوله‌ی مویین بالا می‌رود؟



شکل ۱

پاسخ پرسش ۱:

علت این رویداد این است که نیروی چسبندگی سطحی بین مولکول‌های آب و شیشه که در شکل الف با F نشان داده شده است، قوی‌تر از چسبندگی مولکول‌های آب به یکدیگر است. در نتیجه، مولکول‌های آب در داخل لوله را مولکول‌های سطحی لوله به بالا می‌کشند.

پاسخ پرسش ۲:

همین کشش (برایند نیروهای چسبندگی سطحی که به طرف بالا می‌باشد) به همراه وزن، باعث می‌شود که سطح آب در داخل لوله اندکی گود باشد.

پاسخ پرسش ۳:

با توجه به شکل ۱ برایند نیروهای چسبندگی سطحی به طرف بالا می‌باشد چون مؤلفه‌های افقی نیروهای چسبندگی سطحی یکدیگر را خنثی می‌کنند. اگر برایند نیروهای چسبندگی سطحی را با R نشان دهیم، برای فشار در دو نقطه‌ی A و B می‌توان چنین نوشت

$$P_A = P_\circ$$

$$P_B = \rho g h + P_\circ - \frac{R}{S}$$

S مساحت سطح مقطع لوله است.

اصل هم‌فشـــاری در نقطه‌های هم‌تـــراز یک مایع:
نقطه‌های هم‌تراز درون یک مایع یعنی نقطه‌هایی که در یک سطح قرار دارند هم‌فشارند.

با توجه اصل هم‌فشـــاری در نقاط هم تراز یک مایع چون دو نقطه‌ی A و B در یک سطح قرار دارند. بنابراین داریم:

$$P_A = P_B \Rightarrow P_\circ = \rho g h + P_\circ - \frac{R}{S} \Rightarrow \frac{R}{S} = \rho g h$$
$$\Rightarrow R = \rho g h s, V = h s$$

که در آن V حجم ســتونی از آب اســت که بالاتر از سطح آب درون ظرف است.

$$R = \rho V g \xrightarrow{m=\rho V} R = m g$$

یعنـــی آب تا جایی در لوله مویین بالا می‌رود که وزن آن مقدار آب که بالاتر از سطح آب در بیرون لوله است، با برآیند نیروهای چسبندگی سطحی برابر شود.

با توجه به نکته‌ی بالا می‌توان گفت هرچه سطح مقطع لوله کوچک‌تر باشـــد (مجرای لوله باریک‌تر باشد) آب تا ارتفاع بیشتری در آن بالا می‌آید:

چون نوع مایع و شیشـــه تغییر نکـــرده بنابراین برایند نیروهای چسبندگی سطحی ثابت است.

S مســـاحت سطح مقطع لوله‌ی پهن‌تر و S' مساحت سطح مقطع لوله‌ی باریک‌تر است. با توجه به شکل ۲ داریم

$S > S' \Rightarrow \frac{S}{S'} > 1$. با توجه به نکته‌ی گفته شده می‌خواهیم ثابت کنیم که $h' > h$ است.

$$R = mg = m'g \Rightarrow m = m' \Rightarrow \rho V = \rho V' \Rightarrow V = V'$$
$$\Rightarrow s h = s' h'$$

$$\frac{S}{S'} = \frac{h'}{h} > 1 \Rightarrow h' > h$$

شکل ۳ یک لوله مویین را نشان می‌دهد که قسمتی از آن وارد یک ظرف محتوی جیوه شده است. در مورد این شکل می‌توان این پرسش‌ها را مطرح کرد:

۱. چرا جیوه در لوله‌ی مویین پایین می‌رود و سطح آن پایین‌تر از سطح جیوه درون ظرف قرار می‌گیرد؟

۲. چرا ســـطح جیوه در لوله‌ی مویین دارای برآمدگی است؟

۳. جیوه تا چه اندازه‌ای در لوله مویین پایین می‌رود؟

پاسخ پرسش ۱:

علت این رویداد این است که چون نیروی چسبندگی سطحی بین مولکول‌های جیوه و شیشه که در شکل ۳ با F نشـــان داده شده اســـت، کمتر از نیروی چسبندگی بین مولکول‌های جیوه است، مولکول‌های سطح جیوه در داخل لوله را مولکول‌های زیرین به پایین می‌کشند. همچنین برایند نیروهای چسبندگی سطحی به طرف پایین است.

پاسخ پرسش ۲:

فشار مایع و کشیده شدن مولکول‌های کناری به طرف وســـط لوله باعث می‌شود که ســـطح جیوه در داخل لوله اندکی برآمده شود.

پاسخ پرسش ۳:

با توجه به شـــکل ۳ برایند چسبندگی به طرف پایین اســـت، زیرا مؤلفه‌های افقی نیروهای چسبندگی سطحی یکدیگر را خنثی می‌کنند. اگر برایند نیروهای چسبندگی سطحی را با R نشان دهیم برای فشار در دو نقطه‌ی A و B می‌توان نوشت:

$$P_A = P_\circ + \frac{R}{S}\ ,\ P_B = P_\circ + \rho g h$$

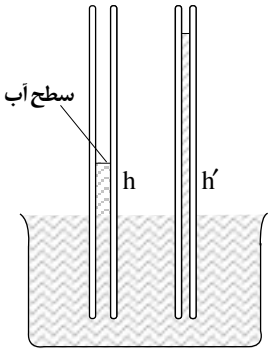
با توجه به اصل هم‌فشاری در نقاط هم‌تراز یک مایع داریم:

$$P_A = P_B \Rightarrow P_\circ + \frac{R}{S} = P_\circ + \rho g h \Rightarrow R = \rho g h s$$
$$\xrightarrow{V=hs} R = \rho v g \xrightarrow{m=\rho h} R = m g$$

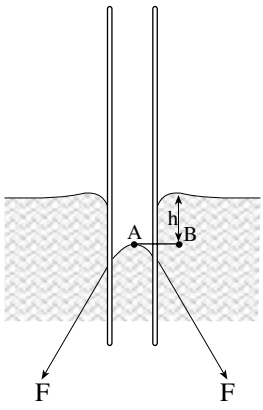
یعنی جیوه تا جایی در لوله‌ی مویین پایین می‌رود که وزن آن مقدار جیوه که پایین‌تر از سطح جیوه در بیرون لوله است با برایند نیروهای چسبندگی سطحی برابر شود.

همچنین دانستن نکته زیر مفید خواهد بود:

ارتفاعی که مایع در یک لوله مویین بالا می‌آید یا پایین می‌رود به طول لوله در بیرون و درون مایع بستگی ندارد و در مقدار معینی ثابت می‌ماند که بیش‌ترین مقدار آن است.



شکل ۲



شکل ۳

پی‌نوشت

1. Capillarity
2. Adhesion
3. Cohesion

منابع

۱. فیزیک ۲ و آزمایشگاه (۱۳۸۷). دفتر تألیف و برنامه‌ریزی کتب درسی.
۲. فقیه، حسین و گنجی، مصطفی. (۱۳۸۱). «از مدرسه تا دانشگاه فیزیک ۲». تهران: انتشارات مدرسه برهان.
۳. پزشپور، محمدعلی و خلیلی بروجنی، روح‌اله (۱۳۸۱). «کتاب کار و راهنمای مطالعه دانش‌آموز فیزیک ۲ و آزمایشگاه». تهران: مؤسسه فرهنگی فاطمی.
۴. رابرت رزنیک، دیوید هالیدی، کنت اس کرین. «فیزیک جلد ۲». ترجمه جلال‌الدین پاشایی راد، محمد خرمی، محمد بهاری، تهران: مرکز نشر دانشگاهی.
۵. هانس سی. اوهانیان. «فیزیک اوهانیان جلد دوم». ترجمه ناهید ملکی جیر سرایی. چاپخانه انتشارات علمی و فرهنگی. چاپ اول ۱۳۷۲.

جایگاه تفاوت‌ها در آموزش نوین

جهانگیر ریاضی

کلیدواژه‌ها: لوله مویین، چسبندگی سطحی، اثر مویینگی.

مقدمه: یکی از مسائل اساسی در راستای دست‌یابی به اهداف آمـوزش نوین توجه فعال به وجـود تفاوت‌ها در نگرش و واکنش‌های دانش‌آمـوزان به متغیرهای جهان خارج به خصوص محیط آموزشـی اسـت. آموزش نوین به دنبال تقویت انگیزه‌های مشارکت دانش‌آموزان در فرایند یادگیری اسـت. اما توجه دارد که هر دانش‌آموزی به شیوه‌ی خود مشـارکت و حضور در فرایند یادگیـری را معنا می‌کند. شیوه‌هایی مختلف که ناشی از وجود تفاوت‌های نگرشی و رفتاری آن‌ها است. این تفاوت‌ها در چه عرصه‌هایی خود را نشان می‌دهند؟

کدام تفاوت‌هاسـت که با مدیریت صحیح می‌توانند منشأ آفرینش محیطی زیبا در تعامل بین دانش‌آموز و معلم گردد؟

تفاوت نگرشی در زمینه‌ی دیده‌شدن، شنیده شدن، و باور شدن

هر انسـان مایـل اسـت که در مناسـبات انسـانی مورد توجه قرار گرفته و به عبارت دیگر در میان جمع انسان‌ها دیده شود.

صـدای متفـاوت‌اش در بیـن صداهای مختلف شنیده شود.

و در نهایت باور شود.

افـراد مختلف، برداشـت‌هایی متفـاوت از این مفاهیـم یعنی: دیده شدن، شنیده شدن و باور شدن دارند.

طیف گسـترده‌ای از توقعات در این زمینه قابل بررسی است که علت این گستردگی را باید در مجموعه‌ی شـرایط زندگـی افراد جسـت‌وجو نمود. در محیط آموزشـی بعضی از دانش‌آموزان از معلم انتظار دارند که بیشتر دیده شوند، صدایشان بیش از دیگران شنیده شود. باورشان این است که حضورشـان بهترین و کیفی‌ترین حضـور، و صدایشـان زیباتریـن و رساترین صداست. برخی دیگر خیلی زود قانع می‌شـوند. بـا اندک توجه معلم، به رضایت و آرامش می‌رسند. حضور خود را در کلاس درس (دیده شـده) تلقی می‌کنند و صدایشان را شنیده شده. بنابراین یکی از مهم‌ترین عرصه‌های تفـاوت در قلمرو رفتار متنـوع دانش‌آمـوزان، تفـاوت در برداشت از مفهوم (دیده شدن و شنیده شدن) توسـط دیگران به خصوص معلم است. معلم دلسوز و دانا تلاش می‌کند نگاه خود را بین دانش‌آموزان، عادلانه تقسـیم کند. به عبارت دیگر:

همه را ببیند، صدای همه را بشنود. مفهوم تقسیم عادلانه‌ی نگاه این نیست که حضور همه‌ی دانش‌آموزان از ارزش یکسانی برخوردار بوده و همه به یک اندازه در فرایند یادگیری مشارکت می‌کند! مفهوم تقسیم عادلانه‌ی نگاه را باید در ارزش‌گذاری به شیوه‌های حضور و مشارکت دانش‌آموزان در ایجاد لحظات کیفی در محیط آموزشی جست‌وجو کرد. باید به دانش‌آموزان نشان داد که: برای بهتر دیده شدن، با حضور فعال خود در فرایند یادگیری، امکان دیده شدن خود را فراهم سازند. معلم ضمن توجه به تفاوت‌ها و شناخت نسبی از توقع دانش‌آموزان از مناسبات انسانی، آنان را به حضور کیفی‌تر در فرایند یادگیری تشویق می‌کند. از طرف دیگر واکنش دانش‌آموزان در مقابل (دیده نشدن و شنیده نشدن) یکسان نیست. برخی از دانش‌آموزان نسبت به این موضوع واکنش شدید نشان می‌دهند. این واکنش ممکن است خود را به صورت ایجاد اختلال در روند منظم یادگیری نشان دهد که در واقع نوعی تقابل با رفتار معلمی است که از نظر دانش‌آموز، خوب نمی‌بیند یا حداقل او را خوب نمی‌بیند! ممکن است واکنش دانش‌آموز به صورت فعالیت‌های هیجانی برای جلب توجه و اثبات حضورش در کلاس بوده، به گونه‌ای که معلم و دانش‌آموزان را مجبور به دیدن خود نماید! در چنین شرایطی وظیفه‌ی معلم، شناخت واکنش‌های متفاوت نسبت به دیده نشدن و شنیده نشدن است. شناختی که می‌تواند معلم را در اتخاذ شیوه‌های مناسب‌تر برای ایجاد ارتباط با دانش‌آموزان، یاری کند.

معلم نمی‌تواند بدون توجه به وجود تنوع و تفاوت در الگوهای یادگیری دانش‌آموزان، با طرح درسی ایستا و بدون انعطاف در محیط آموزشی حضور یابد. او توجه می‌کند که دانش‌آموزان از مسیرهایی متفاوت، فرایند یادگیری را دنبال می‌کنند

تفاوت در الگوی یادگیری

دانش‌آموزان با الگوی یادگیری خود در محیط آموزشی حضور می‌یابند. الگوهایی متنوع که به مجموعه‌ی شرایط رشد و تکوین شخصیت و خاطرات یادگیری آنان از خانواده تا سایر مناسبات اجتماعی، بستگی دارد. معلم نمی‌تواند بدون توجه به وجود تنوع و تفاوت در الگوهای یادگیری دانش‌آموزان، با طرح درسی ایستا و بدون انعطاف در محیط آموزشی حضور یابد. او توجه می‌کند که دانش‌آموزان از مسیرهایی متفاوت، فرایند یادگیری را دنبال می‌کنند. مسیرهایی که ضمن داشتن وجوه مشترک، ممکن است دارای تفاوت‌های اساسی باشند. یکسان دیدن دانش‌آموزان در فرایند یادگیری و عدم توجه به الگوهای مختلف در این فرایند باعث افزایش فاصله بین طرح درس معلم و الگوی یادگیری دانش‌آموزان

می‌گـــردد. در واقع معلم نمی‌تواند به زبانی مشـــترک با دانش‌آموزان دست یافته و حس اعتماد را در آن‌ها تقویت کند. در چنین شـــرایطی، معلم برای دانش‌آمـــوزان درس نمی‌دهد. چنین کلاسی، تنها به معلم تعلق دارد نه به دانش‌آموزانی با برداشت‌های متنوع از مفهوم یادگیری!

این معلم در هدایت دانش‌آموزان به طرف مفهوم درس، تنها یک مسیر را دنبـــال می‌کند. مســـیری که بدون توجه به تفاوت در الگوهای یادگیری، طراحی شده اســـت. در شرایطی که دانش‌آموزان را مجبور می‌کنیم تنها از یک مسیر به مفهوم نزدیک شوند، چون این مسیر برای آن‌ها آشنا نیست، یا از ادامه‌ی مسیر صرف‌نظر می‌کنند و یا به صورتی غیرفعال در کلاس حضور می‌یابند و در عمـــل فرایند یادگیری را دنبـــال نمی‌کننـــد. در این صورت، معلم مفاهیم را بـــرای کدام مخاطب ارائه می‌کند؟ آیا در فرایند یادگیری با ایجاد تعاملی مستمر با دانش‌آموزان، به واکنش‌ها و تغییر در رفتار آنان توجه می‌کند؟ میزان همراهی یا ناهمراهی آن‌ها را با طرح درس خود تشخیص می‌دهد؟

این همه نشان می‌دهد که نمی‌توان مسیرهای متفاوت در زمینه‌ی دریافت مفاهیم به وســـیله‌ی دانش‌آموزان را نادیـــده گرفـــت. معلم موفق کســـی اســـت که با شـــناخت این مسیرها، بتواند مســـیری مشترک طراحی کند که هر یـــک از دانش‌آموزان در عبور از آن، نشـــانه‌ای از مسیر آشنای خود را ببیند. احســـاس کند از مسیری به مفهـــوم نزدیک می‌شـــود که ضمن این‌که آشناست، عناصری جدید برای یادگیری به آن اضافه شده است. معلم موفق تـــلاش می‌کند در این مســـیر مشترک، نشـــانه‌های حضور متفاوت دانش‌آمـــوزان را به آن‌ها نشـــان دهد. در چنین شرایطی است که دانش‌آموز باور می‌کند که در طراحی این مسیر مشـــترک بـــرای دســـت‌یابی بهتر به مفاهیم، مشارکت دارد و برای حضور کیفی خود در فرایند یادگیری ارزش قائل خواهد بود.

معلم موفق کسی است که در مجموعه‌ای از تفاوت‌ها، بتواند تفاوت‌های کیفی را تشخیص دهد. تفاوت کیفی یعنی: داشتن نگاهی کاملاً متفاوت به مسائل و انتخاب مسیرهایی جدید و تجربه نشده برای حل آن‌ها

ظرفیت‌های متفاوت در سازگاری با شرایط متغیر

یکی از تفاوت‌های اساســـی در رفتار انسان‌ها، توانایی متفاوت آن‌ها در سازگاری با تغییرات مختلف جهان خارج است. دانش‌آموزان با ویژگی‌های متفاوت فرهنگی و نگرشی، در محیط آموزشی حضور می‌یابند. ویژگی‌هایی که هر کدام می‌تواند بر میزان تحمل و ظرفیت‌هـــای فرد در ســـازگاری و مواجه‌شدن با تغییرات جهان خارج، تأثیر محســـوس بگـــذارد. صبوری دانش‌آمـــوز خـــود را در عرصه‌هایی متفاوت نشان می‌دهد. از سازگاری با بخش‌های دشوارتر از مفاهیم درسی تا برخورد با شرایط پیش‌بینی نشده یا آنچه که از نظر او نامطلوب است. از این منظر، واکنش دانش‌آموزان به این شرایط، متفاوت است. معلم علاقه‌مند در تعاملی مســـتمر بـــا دانش‌آموزان، توجه می‌کند که آستانه‌ی بی‌صبری و کم حوصله شدن در این افراد، متفاوت است. بر همین اساس است که طرح درس خود را پویـــا و دارای انعطاف انتخاب می‌کند. این امکان وجود دارد کـــه دانش‌آموزان یـــک کلاس در دو زمان متفاوت، پاسخ‌هایی متفاوت به شرایطی یکسان بدهند. به بیان دیگر لازم است علاوه بر شناخت ظرفیت و میـــزان صبـــوری هـــر دانش‌آموز، صبوری مجموعـــه‌ی دانش‌آموزان را بشناسیم. توجه می‌شود که صبوری یک مجموعه، صرفاً مجموع صبوری افـــراد تشـــکیل‌دهنده‌ی آن نیســـت. پیروی ناآگاهانه از رفتارهای هیجانی و شـــتاب‌زده می‌تواند مجموعه را از مســـیر صحیح صبوری دور کند. در چنین شرایطی لازم است که معلم در مدیریت افراد کم حوصله در کلاس دقت بیشتری کرده و به گونه‌ای آن‌ها را هدایت کند که به راحتی نتواند نظم موجود و برنامه‌ریزی شـــده را، برهم زنند.

الگوهای متفاوت در تعریف مطلوبیت‌ها

مطلوبیت و رضایت‌مندی‌ها برای افراد مختلـــف، در قالب‌هایی متفاوت تعریف می‌شـــود. با توجـــه به این‌که فراینـــد یادگیـــری در فضایـــی آرام و رضایت‌بخش مسیر کیفی‌تری را طی می‌کند، معلـــم باید تلاش کند عناصر رضایت و مطلوبیت‌های دانش‌آموزان را بهتر تشخیص دهد و از آن‌ها در فرایند یادگیری به خوبی استفاده کند. ممکن است فرصت شناخت مطلوبیت هر یک از دانش‌آموزان فراهم نشود، اما می‌توان اجزای مشـــترک این رضایت‌مندی‌ها را تشخیص داد و به تنوع آن‌ها توجه کـــرد. به این ترتیـــب، دانش‌آموزان در محیط آموزشـــی، بخش‌های بیشتری از مطلوبیت‌ها و رضایت‌مندی‌هایشان

را می‌یابند. و بر همین اساس امکان دست‌یابی کیفی‌تر به مفاهیم درس را فراهم‌تر خواهند یافت.

یکی از مهم‌ترین نیازهای هر دانش‌آموز این است که در محیط آموزشی خود را یکی از اجزای فعال و زنده‌ی فرایند یادگیری احساس کند و ضمن حضوری پویا در این فرایند، به رضایت‌مندی دست یابد. در این زمینه، افراد مختلف با توانمندی‌ها و اشتیاق متفاوت، در این عرصه حضور می‌یابند و هر کدام از آنان رضایت‌مندی و نشاط حاصل از این حضور را به شیوه‌ی خود تعریف می‌کنند. به بیان دیگر، نگاه دانش‌آموزان به چشم‌انداز زیبای رضایت‌مندی و آرامش، متفاوت است و شناخت این تفاوت‌ها می‌تواند معلم را در بالا بردن کیفیت آموزش، یاری رساند.

انسجام و وحدت در مجموعه‌ای با اجزای متفاوت

چگونه می‌توان ضمن دیدن تفاوت‌های موجود بین اجزای یک مجموعه مانند دانش‌آموزان در یک کلاس، مجموعه را در راستای انسجام و وحدت یافتن، هدایت کرد؟ دیدن تفاوت‌ها در چارچوب اصول علمی و اخلاقی لازم برای دست‌یابی به اهداف معین، وفادار می‌گردد. اگر اهداف یادگیری در قالب کسب: دانش، مهارت و نگرش‌های لازم برای بهتر زیستن در این جهان تعریف شود، در این صورت بدون توجه به تفاوت‌های اجزای شرکت کننده در این فرایند، دست‌یابی به این اهداف امکان‌پذیر نیست. در واقع زیبایی حاصل از وجود تفاوت‌ها ضمن حرکت منسجم مجموعه خود را در راستای اهداف معین نشان می‌دهد. به بیان دیگر، پذیرش این واقعیت که هر دانش‌آموز از پنجره‌ی نگاه خود فرایند آموزش و یادگیری را می‌بیند، در کنار تلاش مشترک آن‌ها برای رسیدن به اهداف آموزشی، جلوه‌های زیبا را به محیط آموزشی می‌آورد. این موضوع نظیر وجود صداهای متنوعی است که با مدیریتی صحیح، به آوایی منسجم، دل‌نشین و آرام‌بخش تبدیل می‌گردد. آوایی که در حقیقت، نشانه‌های صداهای مختلف را همراه دارد. بنابراین دیدن تفاوت‌ها بدون داشتن اندیشه‌ی وحدت‌بخشی به اجزای متفاوت، مفهوم اصلی خود را از دست می‌دهد. یعنی با تکرار عبارت: تفاوت‌ها را باید درک کرد ...

نمی‌توان به جایگاه تفاوت‌ها در فرایند انسجام یافتگی پی برد. از طرف دیگر نبود مدیریت صحیح می‌تواند تفاوت‌ها را به تعارض تبدیل کند و به فضای انسجام و وحدت یافتگی بین اجزا آسیب برساند.

تفاوت‌های کیفی در مجموعه‌ی تفاوت‌ها

معلم موفق کسی است که در مجموعه‌ای از تفاوت‌ها، بتواند تفاوت‌های کیفی را تشخیص دهد. تفاوت کیفی یعنی: داشتن نگاهی کاملاً متفاوت به مسائل و انتخاب مسیرهایی جدید و تجربه نشده برای حل آن‌ها. تفاوت کیفی خود را در عرصه‌هایی مختلف نشان می‌دهد: برخورد به شرایط پیش‌بینی نشده،

طرح پرسش‌های متفاوت، پیشنهاد راه‌حل‌هایی متفاوت در عبور از موانع، ایجاد رابطه‌ی کیفی و متفاوت با محیط و انسان‌ها ...

تفاوت کیفی می‌تواند منشأ ایجاد چشم‌اندازهایی متفاوت و کیفی از منظر زیبایی‌شناسی باشد. معلم موفق با شناسایی نگرش‌هایی که از نظر کیفی با دیگران متفاوت است و با ایجاد فرصت‌های حضور کیفی آن‌ها در محیط آموزشی، کیفیت یادگیری را بالا می‌برد. در واقع لازم است این دانش‌آموزان به نقش و جایگاه حضور کیفی خود در فرایند یادگیری آگاه شوند. باید توجه کرد که تفاوت‌ها از ارزش یکسانی برخوردار نیستند.

وظیفه‌ی معلم در محیط آموزشی: انتقاد از تفاوت‌ها و مسیرهایی است که فاصله‌ی دانش‌آموز را از مفاهیم درس افزایش می‌دهد و از سوی دیگر، پشتیبانی و تأیید تفاوت‌هایی است که در راستای کاهش این فاصله عمل می‌کند.

آموزشی

محمدنادری
دبیر فیزیک شاهرود استان اردبیل
mazjin59@gmail.com

فیزیک در تراز

تعیین وزن ترازوی دیجیتال به کمک خودش!

۱. ضمن مشاهده تصویری به هنگام وبگردی، این پرسش به ذهنم رسید که چگونه می‌توان به کمک یک ترازوی دیجیتال وزن خود ترازو را حساب کرد؟ یعنی کاری کنیم که ترازو وزن خودش را نشان دهد؟

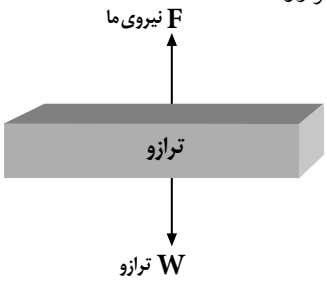
طبق روال معمول وقتی بر روی یک ترازوی دیجیتالی قرار می‌گیرد، ترازو بر کف پاهای شما نیروی عمودی سطح را وارد می‌کند و شما نیز متقابلاً بر ترازو نیرویی به همان اندازه وارد می‌کنید که ترازو آن را به عنوان وزن شما نشان می‌دهد؛ معلوم است که مقدار وزن شما با مقدار نیروی عمودی سطح وارد از طرف ترازو برابر است.

اما اگر یک کار نامتداول انجام بدهیم و این بار ترازو را مطابق شکل بر روی پاهای خود قرار دهیم، نیرویی که ما به ترازو وارد خواهیم کرد، دیگر با وزن ما برابر نیست؛ بلکه برابر با وزن ترازو است.

به نیروهای وارد بر ترازو در راستای قائم توجه کنید

پس در این حالت خاص عدد ترازو که همان نیروی وارد از طرف

ما بر ترازو است، دیگر برابر با وزن ما نیســت؛ بلکه برابــر با وزن خود ترازو است!



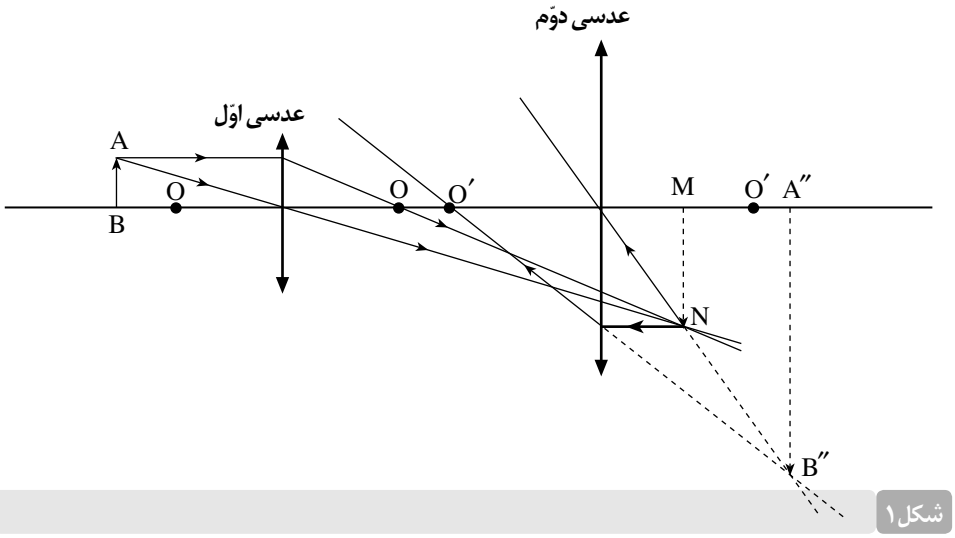
تصویر جسم در دو عدسی همگرا

۲. بی‌شــک تاکنون در اپتیک با مسئله‌ی زیر روبه‌رو شده‌اید:

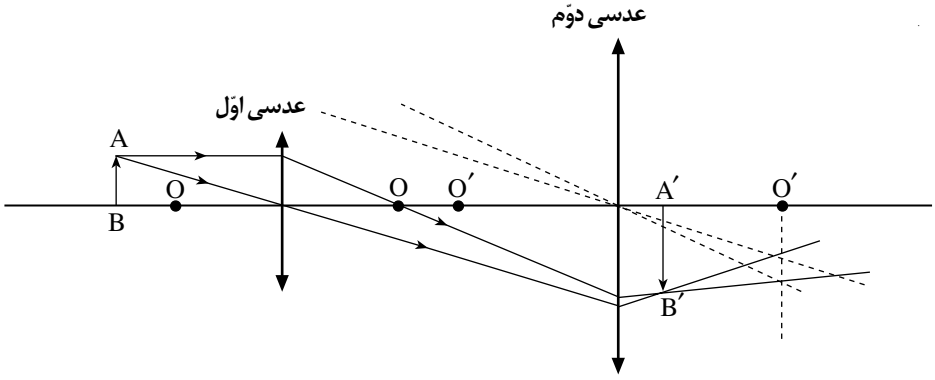
«مطابق شکل دو عدسی همگرا با فاصله‌های کانونی مختلف، طوری مقابل هــم قرار گرفته‌انــد که محور اصلی آن‌ها مشــترک اســت. تصویر شــیء AB را در این مجموعه رسم کنید.»

روش غلــط و رایــج در اغلب کتاب‌هــا بــه این صورت اســت که گفته می‌شود: ابتدا تصویر شیء را در عدســی اول به دست می‌آوریم و در این حالت موقتاً وجود عدســی دوم را نادیــده می‌گیریم. پــس از آن این تصویر را برای عدسی دوم به منزله‌ی یک شیء می‌گیریم و تصویر آن را در عدسی به دست می‌آوریم. این روش در بسیاری موارد پاسخ اشتباه می‌دهد. مثلاً اگر پرســش بالا را با این روش حل کنیم این نتیجه در شکل ۱ حاصل می‌شود.

MN تصویر AB با فرض نبودن عدسی دوم است. تصویر نهایی "A"B است. نقطه‌ی O کانون عدسی اول و نقطه‌ی 'O کانون عدســی دوم است.



شکل ۱



شکل ۲

اما پاسخ به دست آمده کاملاً غلط و نادرست است.

برای آن‌که بدانیم پرتوهای خارج شده از عدسی اول پس از برخورد و خارج شدن از عدســی دوم چگونه منحرف می‌شــوند، بــه این صورت عمل می‌کنیــم که برای هــر پرتوی خارج شده از عدســی اول، از مرکز عدسی دوم پرتوی فرضی و موازی با آن در نظر می‌گیریم؛ و چون می‌دانیم پرتوهــای مــوازی پــس از برخورد به عدســی باید در صفحه‌ی کانونی عدسی به هم برخورد کنند، به‌راحتی می‌توانیم نحوه‌ی انحراف دو پرتوی خروجــی از عدســی اول را پس از عبور از عدســی دوم مشخص کنیم. حالا همان وضعیت بالا را با نکته گفته شده ببینید (شکل ۲).

تصویر نهایی 'A'B است. می‌بینید که تصویر به دســت آمــده در روش بالا و پایین چقــدر با هم فرق دارند. (حتی در دانشگاه که بودیم (دانشگاه شــهید رجایی) دو تن از استادان طی دو درسی که با آن‌ها داشتیم، به همان روش غلــط بالا، پرســش را پاســخ می‌دادند.)

منبع

نگاهی به فیزیک، ل.تاراسو ـ آ.تاراسو، علی معصومی، چاپ چهارم، پائیز ۱۳۷۰، نشر گستره، ص ۳۱۷.

تدریس نسبیت خاص بدون حسابان

آموزشی

لاورنس روبی
ترجمه: **سلیمان رسولی**
مدرس آموزشکده سما، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مهاباد
لاله حسن ریحانی
کارشناس زبان انگلیسی

مقدمه: در سال ۲۰۰۷ بسیاری از اعضای AAPT (انجمن معلمان فیزیک آمریکا) جزوه‌ای دریافت کردند که فصل اول یک کتاب درسی فیزیک[1] روی یک لوح فشرده در دسترس است. این کتاب فلسفه‌ی آموزشی جدیدی را نشان می‌دهد که تدریس نسبیت خاص اولین بخش فصل مکانیک آن است. نسبیت خاص معمولاً بخشی از یک یا چند فصل فیزیک جدید در پایان کتاب است[2]، و اغلب به دلیل محدودیت‌های زمانی تدریس نمی‌شود. از نظر منطقی، نسبیت خاص در کیهان‌شناسی و مخابرات ماهواره‌ای، هم‌چنین در کاربردهای فیزیک نوین مانند نظریه‌ی اتمی و فیزیک انرژی ـ بالا و ذرات بنیادی اهمیت دارد. هدف این مقاله نشان دادن این مطلب است که فلسفه‌ی آموزشی اخیر را می‌توان در یک دوره‌ی آموزشی بدون حسابان انجام داد، برای اثبات آن که تمام نتایج مهم نظریه‌ی نسبیت خاص را می‌توان با استفاده از جبر ساده به دست آورد. برای انجام این کار، دو نتیجه‌ای که معمولاً با استفاده از حسابان به دست می‌آیند را پیشنهاد می‌کنیم. کتاب‌های درسی معمولاً معادله‌های اتساع زمان و انقباض طول را از ملاحظات مبتنی بر دومین اصل موضوع اینشتین به دست می‌آورند. ما بحث را از این نقطه آغاز کنم.

اثر دوپلر نسبیتی

در فیزیک کلاسیک، تغییر بسامد ناشی از دور و نزدیک‌شدن گسیلنده‌ی دوره‌ای به ناظر، به «اثر دوپلر» مشهور است. در بحث زیر، ما برای محاسبه‌ی چنین تغییراتی در بسامد به معادله‌های نسبیتی نیاز خواهیم داشت. اگر c سرعت نور، v سرعت چشمه‌ی نزدیک شونده به ناظر، و τ زمان انتشار طول موج λ باشد، طول موجی که به ناظر می‌رسد تا حدی کوتاه‌تر به نظر آید، یعنی،

$$\lambda = cT - vT$$

چون موج ورودی، طبق اصل دوم اینشتین دارای سرعت c است، ۳ بسامد مشاهده شده توسط ناظر برابر است با:

$$f_a = c/\lambda = c/(cT - vT)$$

به هر حال، راحت‌تر است که بسامد f_a را با بسامد f_0 مرتبط سازیم که در دستگاه متصل به چشمه مشاهده می‌شود. در نتیجه اثر اتساع زمان به صورت زیر در می‌آید

$$\tau = \tau_0 \qquad (۳)$$
$$\tau = \tau_0/(1 - v^2/c^2)^{1/2} = \tau_0\gamma$$

که در آن τ دوره‌ی گسیلی است که در دستگاه متصل به چشمه موج مشاهده می‌شود، یعنی: $1/f_0$.

حال، با ترکیب معادله‌های (۲) و (۳) داریم:

$$f_0 = 1/[\tau_0\gamma(1 - v/c)] = f_0(1 - v^2/c^2)^{1/2}/(1 - v/c) \qquad (۴)$$
$$f_0(1 + v/c)^{1/2}/(1 - v/c)^{1/2}$$

همین‌طور، برای یک چشمه در حال دور شدن از ناظر،

$$f_r = f_0(1 - v/c)^{1/2}/(1 - v/c)^{1/2} \qquad (۵)$$

فرمول جرم متغیر

واکنشی را در نظر می‌گیریم که اکنون اغلب در آزمایشگاه‌های هسته‌ای متداول است. یک الکترون منفی و الکترون مثبت (پوزیترون) هر یک به جرم m در حال سکون نابود می‌شوند، حاصل دو پرتو گاما با بسامد f و

تکانه‌ی hf/c است که در خلاف جهت هم روی محور xها آشکارسازی می‌شوند. رابطه‌ی تکانه hf/c از معادله‌ی اینشتین برای انرژی تابشی $E=hf$ همراه با نتیجه‌ی نظریه‌ی الکترومغناطیس کلاسیک برای تکانه‌ی تابش $p=E/c$ به دست می‌آید. ضریب h به ثابت پلانک مشهور است. تکانه در این نابودی پایسته می‌ماند چون تکانه‌ی کل قبل و بعد از واکنش صفر است. حال فرض کنید یک دستگاه مختصات دیگر با سرعت ثابت v در امتداد محور xها به سمت راست حرکت می‌کند. می‌خواهیم ببینیم آیا تکانه در دستگاه متحرک نیز طبق اصل موضوع اول اینشتین پایسته است. در دستگاه متحرک جرم‌ها قبل از نابودی زوج در حالی که هر یک با سرعت v به سمت چپ می‌روند مشاهده می‌شوند. آشکارسازهای دستگاه متحرک یک پرتو گاما را با سرعت c و بسامد f'_a که چشمه به آن نزدیک می‌شود و پرتو گامای دیگر را با سرعت c و بسامد f'_r که چشمه از آن دور می‌شود مشاهده می‌کنند. در دستگاه متحرک، هر یک از بسامدها انتقال دوپلر نسبیتی پیدا کرده است، و معادله‌ی پایستگی تکانه با در نظر گرفتن جرم ثابت برابر می‌شود با $-2mv=-hf'_a/c+hf'_r/c$ که در آن بسامدهای انتقال دوپلر یافته‌ی نسبیتی با استفاده از معادله‌های (۴) و (۵)به دست می‌آیند. با قرار دادن معادله‌های (۴) و (۵) در معادله‌ی (۶) نتیجه می‌شود:

$$-2mv=(-hf'_\circ/c)(1+v/c)^{1/2}/(1-v/c)^{1/2} \quad (7)$$
$$+(hf_\circ/c)(1-v/c)^{1/2}/(1+v/c)^{1/2}$$

با ترکیب جملات و حذف $(-2v)$ از هر دو طرف معادله نتیجه می‌شود:

$$m=(-hf_\circ/c^2)(1-v^2/c)^{1/2} \quad (8)$$

معادله‌ی (۸) برخلاف فرض ما که جرم را ثابت و مستقل از دستگاه درنظر گرفتیم آن را متغیر نشان می‌دهد. یک راه حل این معما قرار دادن جرم نسبیتی $m/(1-v^2/c^2)^{1/2}$ به جای m در حالتی است که جرم با سرعت v حرکت می‌کند. حال معادله‌ی (۸) به صورت زیر درمی‌آید.

$$m/(1-v^2/c^2)^{1/2}=(hf_\circ/c^2)(1-v^2/c^2)^{1/2} \quad (9)$$

این رابطه‌ی نسبیتی جرم با سرعت در بسیاری از آزمایش‌های فیزیک اثبات شده است و به‌ویژه برای کسانی که با شتاب دهنده‌های ذرات کار می‌کنند بسیار شناخته شده است.

معادله‌ی هم‌ارزی جرم ـ انرژی

اگر معادله‌ی (۹) در c^2 ضرب شود، خواهیم داشت:

$$mc^2/(1-v^2/c^2)^{1/2}=(hf_\circ)/(1-v^2/c^2)^{1/2} \quad (10)$$

اگر معادله‌ی (۱۰) مخصوص دستگاهی باشد که در آن الکترون‌ها ساکن هستند، یعنی $v=\circ$ باشد، داریم:

$$mc^2=hf_\circ \quad (11)$$

معادله‌ی (۱۱) نشان می‌دهد که یک انرژی ذاتی mc^2 در رابطه با یک الکترون در حال سکون به جرم m وجود دارد. همین‌طور با وضوح کمتر معادله‌ی (۱۰) نشان می‌دهد که $mc^2/(1-v^2/c^2)^{1/2}$ انرژی مربوط به الکترونی است که با سرعت v در حال حرکت است. سرانجام می‌بینیم که انرژی ناشی از حرکت، یعنی انرژی جنبشی T درست اختلاف دو انرژی است؛ یعنی:

$$T=mc^2/(1-v^2/c^2)^{1/2}-mc^2 \quad (12)$$

به عنوان دلیل صحت و درستی این فرضیات، متوجه می‌شویم که با بسط ریشه‌ی دوم معادله‌ی (۱۲) با میل کردن نسبت v^2/c^2 به صفر، T به مقدار کلاسیک خود نزدیک می‌شود. یعنی:

$$T=(\tfrac{1}{2})mv^2 \quad (13)$$

انرژی هم‌ارز جرم در دستگاه ساکن، E، معمولاً به سادگی چنین نوشته می‌شود:

$$E=mc^2 \quad (14)$$

منابع متن

1. E.R. Huggins, Physics2000, CD and Booklet available for $10 (including shipping) at http://Physics2000.com.
2. D. Halliday, R. Resnick, and J. Walker, Fundamentals of Physics Extended, 7th ed. (Wiley,2004).
3. See Ref. 2, p. 1023, The first postulate is the invariance of the laws of physics in all inertial systems, and the second is the constancy of the velocity of light in all inertial systems.

PACS code: 01.55.+b

منبع اصلی

The Physics Teacher
Vol.47,April 2009

نتیجه‌گیری

نشان داده‌ایم که اگر بخواهیم نسبیت خاص را به عنوان اولین بخش در مکانیک تدریس کنیم، این واقعیت که در کلاس درس از حسابان استفاده نمی‌شود نباید هیچ مانعی در برابر این هدف به وجود آورد. ثابت کردیم که تمام نتایج اساسی نسبیت خاص بدون استفاده از حسابان قابل حصول و در دسترس است.

آزمایش الکتروستاتیکی لرد کلوین با آب روان

گوناگون

جان وندرکوی[1]

ترجمه:

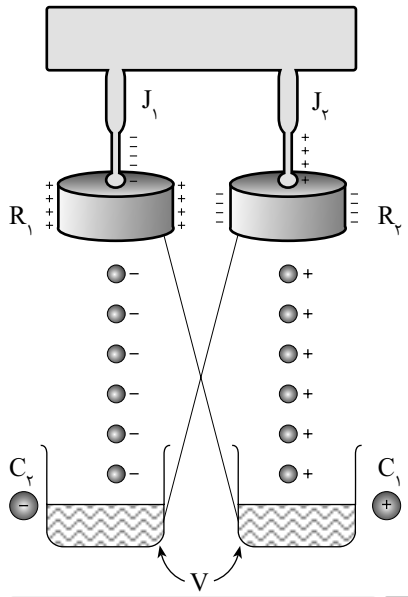
اشرف لک

تصویر، ابـزار جالبی به‌نام مولد قطره مایعی کلوین[2] را نشان می‌دهد. این مدل نمایشـی در هر چند ثانیه جرقه‌هایـی را تولیـد می‌کند، که از گاف کوچکـی عبـور کرده و ردیفی از لامپ‌های نئون را روشن می‌کنند.

آبی که فرو می‌ریزد، ظرف پلکسی گلاس درخشـان، و جرقه‌های مکرر بی‌ارتباط به‌نظر می‌رسند، با این همه دستگاه به بهره‌گیری از اصول فیزیکی بسیار ساده ولتاژ استاتیک بالایی تولید می‌کند. ویلیام تامسون[3]، متولد ۲۶ ژوئن ۱۸۲۴، که بعداً به لرد کلوین معروف شد این وسـیله را اختراع کرد و آن را در مواردی خاص به نمایش گذاشت. وی طرز کار دستگاه را با فرمول‌های ریاضی مربوط در صفحه‌های ۷۲-۶۷ ژوئن ۱۸۶۷ جلد ۱۶ گزارش انجمن سلطنتی لندن منتشر کرده است.

بگذارید با توجه به شـکل ۱ بـه چگونگی کار مولد الکتروستاتیکی کلوین بپردازیم که با جریان آب کار می‌کند. فواره‌های J_1 و J_2 طوری تنظیم شده‌اند که آب را در نزدیکی حلقه‌های القایش R_1 و R_2 به‌صورت قطره درآورند.

ایـن حلقه‌ها به‌طـور ضربدری به دو ظرف فلـزی C_1 و C_2 متصل شده‌اند. فرض کنید R_1 و C_1 نسبت به R_2 و C_2 مثبت باشند. در این‌صورت J_1 با انتقال بـار از طریق آب منفی و J_2 مثبت می‌شود. بنابراین قطره‌ها در هنگام تشکیل در نزدیکی J_1 منفی‌اند و بار منفی را وارد ظرف C_2 می‌کنند یا در نزدیکی J_2 مثبت‌اند و بار مثبت را وارد C_1 می‌کنند. این بارها به بارهای موجود در ظرف‌ها اضافه می‌شدند و در نتیجه R_1 را مثبت‌تر و R_2 را منفی‌تر می‌سـازند و جدایـی بـار را زیادتر می‌کنند. مقدار بـار روی هر قطره به جدایی بار کل بین R_1، C_1 و R_2، C_2 متناسب اسـت که به نوبه‌ی خود به



شکل ۱

اختلاف پتانسیل V بسـتگی دارد. اگر جریان آب یکنواخت باشـد، آهنگ تغییر V با V متناسب خواهد بود. در نتیجه

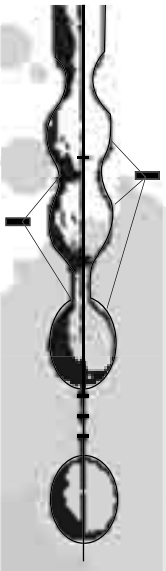
$$\frac{\Delta V}{\Delta t} = K V \qquad (۱)$$

که K ثابت تناسب تابع جزئیات ساخت دستگاه و جریان آب است. جواب معادله‌ی ۱ به‌صورت زیر است:

$$V = V_0 e^{Kt} \qquad (۲)$$

که V_0 پتانسیل در $t = 0$ است. بعدها، V چنان بزرگ می‌شود که نشت هاله‌ای یا تغییر جریان آب ولتاژ را محدود می‌سازد. این موضوع برای کسانی که کار آن را دیده‌اند بدیهی اسـت. در مدل مـا یک گاف جرقه وجود دارد و دسـتگاه به‌راحتی تخلیه می‌شود. اگر خازنی را در دو سر آن بگذاریم، جرقه‌ی بزرگی تشکیل می‌شود. (ورقه‌ی فلزی و دی‌الکتریک پلگسی گلاس به‌خوبی کار می‌کند. خازن با ظرفیت بیش از ۳۰۰PF نسازید، زیرا دستگاه خطرناک می‌شود.)

فرض کنید کار دستگاه از اختلاف پتانسیل صفر شروع شود. در این‌صورت $V_0 = 0$ و V همواره صفر خواهد بود! در عمل مسئله‌ی کوچکی به‌وجود می‌آید، پس باید سعی کنیم بفهمیم چرا شروع خود به خود رخ می‌دهد. طبق نوشته‌ی جی.تی.لوید[4] در صفحه ۲۴-۱۶ فیزیک تیچر ژانویه ۱۹۸۰، گاهی آن‌ها برای مدت یک تا دو دقیقه شروع به‌کار نمی‌کنند، اما وقتی به‌کار افتادند به علت بار باقیمانده کارشـان تداوم می‌یابد. فکر می‌کنم امکانات باردار شدن بسیاری وجود دارد، که یکـی از نامزدهای آن فرایند تولید قطره‌ها در فواره‌های



شکل۲

آب است. کشش سطحی آب سبب ناپایداری فواره می‌شود و قطره‌ها را به‌وجود می‌آورد. توجه جداگانه به این فرایند سازنده است.

در شکل ۲ فواره‌ای نشان داده شده است که دارای تعدادی گردن است. قطره فواره در این گردن‌ها کمتر است، و این باعث می‌شود فشار آب ناشی از کشش سطحی از برآمدگی‌ها بیش‌تر شود. بنابراین فواره در جهت قطره‌قطره شدن ناپایدار می‌شود. این فرایند در بالای فواره آغاز می‌شود، و ناپایداری نوسانی از این نوع به‌صورت قطره‌های منظم در می‌آید. برای توجیه این‌که فشار ناشی از کشش سطحی برای شعاع کوچک‌تر بیش‌تر است، قطره‌های به شعاع r مطابق شکل ۳ را در نظر بگیرید. اگر کشش سطحی $\sigma\,N/m$ باشد، با در نظر گرفتن صفحه‌ای که از مرکز قطره می‌گذرد، خواهیم دید که نیروی کل ناشی از کشش سطحی برابر است با

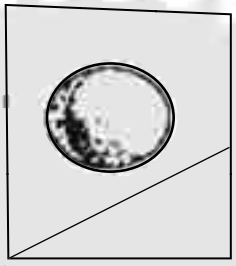
$$F = \text{پیرامون} \times \sigma = ۲\pi r\sigma \qquad (۳)$$

بنابراین افزایش فشار در قطره برابر است با

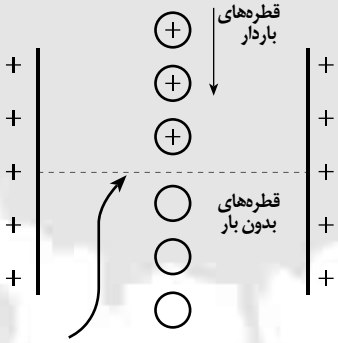
$$P = F/(\text{مساحت سطح مقطع}) = \frac{F}{\pi r^{۲}} = \frac{۲\sigma}{r} \qquad (۴)$$

که رابطه‌ای معروف است. توجه کنید که با کوچک‌تر شدن r، فشار افزایش می‌یابد. بنابراین تولید قطره‌ها را توصیف کرده‌ایم. اگر دو فواره تا حدی فرق داشته باشند یا نوسان کنند، که احتمال آن وجود دارد، اندازه و بار خالص قطره‌ها اندکی تفاوت خواهد داشت. در نتیجه‌ی این «نوفه» مولد شروع به‌کار می‌کند و رشد پیش‌بینی شده در معادله‌های (۱) و (۲) غالب می‌شود.

مولد قطره‌ی آب کلوین در شکل ۱ دارای محفظه‌های دریافت بسته است، اما کلوین عملاً از طراحی‌های دیگر استفاده کرد. شکل ۴ محفظه‌ی دریافتی را نشان می‌دهد که از لوله فلزی باز ساخته شده است که پرده‌ای فلز در داخل آن قرار دارد. وقتی قطره‌های باردار به پرده برخورد کنند، بار آن‌ها به سرعت به خارج از «گیرنده» جریان می‌یابد، زیرا در داخل رسانا میدان خالص صفر است. بنابراین قطره‌های تخلیه شده را می‌توان در صورت نیاز به مخزن بازیافت فرستاد تا به محفظه‌ای که آب فواره‌ها را تأمین می‌کند پمپ شود. بنابراین همه‌چیز می‌تواند به‌صورت فرایندی پیوسته درآید که مولد استاتیک و جرقه‌ها را با آب جاری تولید می‌کند.

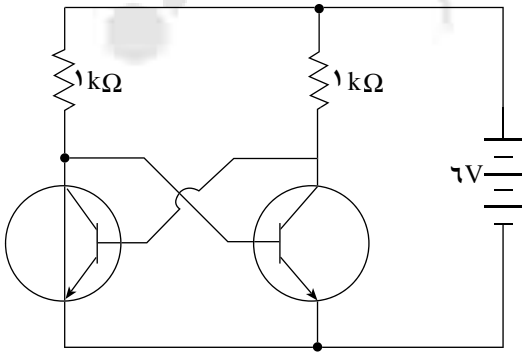


شکل۳



شکل٤

پیش از به پایان رساندن بحث مولد کلوین، متوجه می‌شویم که توپولوژی مقطع دستگاه دارای تقارن بازتابی است. مشابه‌های الکترونیکی آن زیادند. در شکل ۵ یک فیلیپ ـ فلاپ با تقارن یکسان نشان داده شده است. اختلاف پتانسیل در فیلیپ ـ فلاپ یا مولد، تقارن را می‌شکند. پتانسیل‌ها را می‌توان معکوس کرد. دو حالت پایدار وجود دارد. توجه کنید که در هر مورد برای حفظ شکست تقارن باید انرژی مصرف کرد. در فیزیک ذرات بنیادی هم شکست تقارن وجود دارد، اما در این مورد این کار در توصیف متقارن طبیعت بدون ورودی انرژی پیوسته رخ می‌دهد، و حاصل آن ظهور موجودات ظاهراً متفاوت است. اگرچه نیروهای الکترومغناطیسی بلند بُرد و برهم‌کنش‌های ضعیف با بُرد کوتاه (مسئول واپاشی پرتوزا) کاملاً بی‌ارتباط به نظر می‌رسند، اما اکنون دلایل زیادی وجود دارد که نشان می‌دهد آن‌ها وجه‌های مختلف «تقارن شکسته شده» یک نظریه میدان وحدت یافته‌اند.



شکل۵ هر ترانزیستور NMN سیلیسیومی

پی‌نوشت

1. John Vander kooy
2. kelvin
3. william Thomson
4. J.T. Lioyd

شیوه‌ی

ارزشیابی

شیرعلی حسنوند
دبیر فیزیک، شهرستان الشتر

چکیده: در شیوه‌ی ارزشیابی رو به جلو دانش‌آموز در یک مسیر حرکت و رشد رو به جلو قرار می‌گیرد به‌طوری که باید تلاش کند تا نمره هر آزمون او از آزمون بخش قبلی بهتر باشد. با اجرای این روش در طی چندین هفته نمره دانش‌آموزان به‌طور قابل ملاحظه‌ای رشد می‌کند.

کلیدواژه‌ها: ارزشیابی، ارزشیابی رو به جلو، پیشرفت تحصیلی

مقدمه: یکی از شیوه‌های مناسب سنجش و پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان انجام آزمون‌های مستمر است و یکی از روش‌های ارزشیابی برگزاری امتحان کتبی است. با استفاده از نتایج آزمون‌ها می‌توان روند آموزشی در کلاس را بهتر انجام داد. آزمون‌ها را می‌توان از هر بخش کتاب به عمل آورد و از آن‌ها در جهت پیشرفت تحصیلی استفاده کرد.

شرح روش

با برگزاری دو آزمون مناسب در ۳ هفته اول سال تحصیلی نمره میانگین دانش‌آموز به عنوان نمره پایه وی در آن درسی منظور می‌شود. سپس با توجه به وضع علمی دانش‌آموزان یک عدد به عنوان نمره‌ی رشد دانش‌آموزان تعیین می‌شود (مثلاً ۲+).

دانش‌آموزان باید تلاش کنند نمره‌شان در آزمون بعدی به اندازه نمره رشد از نمره پایه بیشتر باشد و در آزمون‌های بعدی به همین ترتیب نمره هر آزمون به عنوان نمره پایه برای آزمون بعدی به حساب می‌آید. برای کنترل و بررسی دقیق وضعیت دانش‌آموزان سه جدول (جداول ۳، ۲، ۱) طراحی می‌شود که نمره و سایر تغییرات در آن‌ها ثبت می‌شود. چنانچه عدد تغییر نمره دانش‌آموزی (α) از نمره‌ی رشد بیشتر یا مساوی با آن باشد دانش‌آموز مجاز به شرکت در آزمون بعدی است. چنانچه عدد تغییر دانش‌آموزی از عدد رشد کمتر باشد ($\alpha<+2$) به جدول شماره ۲ ارجاع و دانش‌آموز آزمون همان بخش را تکرار می‌کند.

چنانچه در امتحان تکرار عدد تغییر بیشتر یا مساوی با عدد رشد شود، مجدداً به جدول شماره ۱ برگشته در امتحان بعدی شرکت می‌کند، چنانچه دانش‌آموز در امتحان تکرار نتوانست نمره لازم را کسب کند به جدول شماره ۳ ارجاع و آزمون‌ها از نصف بخش مورد نظر به عمل می‌آید. در صورتی‌که نتیجه مطلوب حاصل شود ($\alpha\geq+2$)

ارزشیابی رو به جلو

به جدول شماره ۱ برمی‌گردد
و در غیر این‌صورت جهت مشاوره
و بررسی و ارائه راهکارهای لازم به مشاور
دبیرستان معرفی می‌شود.

توضیح

۱. در کلاس یک نمره به عنوان نمره‌ی حد بالا در نظر گرفته می‌شود (مثلاً ۱۷). دانش‌آموزانی که به این نمره یا بالاتر از آن برسند شرایط عدد رشد در مورد آن‌ها اعمال نمی‌شود بلکه این دانش‌آموزان باید تلاش کنند که نمره آن‌ها اُفت نکند.

۲. در هر آزمون فردی که بیشترین عدد تغییر رشد را کسب نماید مورد تشویق قرار می‌گیرد.

۳. عدد رشد را می‌توان با توجه به وضعیت و آهنگ رشد کلاس تعیین کند. (...، ۱/۵، ۱، ۰/۵)

۴. آزمون‌های تکراری در فاصله‌ی آزمون‌های اصلی کلاس صورت می‌گیرد، تا مشکل به وجود نیاید.

جدول شماره ۱

نوع ارزیابی / نام دانش‌آموزان	نمره ارزیابی اول	نمره ارزیابی دوم	نمره پایه (مرحله ۱)	نمره امتحان اول (مرحله ۱)	میزان تغییرات (مرحله ۱)	نتیجه (مرحله ۱)	نمره امتحان دوم (مرحله ۲)	میزان تغییرات (مرحله ۲)	نتیجه (مرحله ۲)	(مرحله ۳)
مهرداد رحیمی	۱۱	۱۵	$\frac{۱۵+۱۱}{۲}=۱۳$	۱۵	۱۵-۱۳=+۲	$\alpha_1 \geq +2$ ورود به امتحان دوم	۱۵	۱۵-۱۵=۰	$\alpha_2 <+2$ ارجاع به جدول شماره ۲	
کورش عباسی	۱۲	۸	$\frac{۸+۱۲}{۲}=۱۰$	۷	۷-۱۰=-۳	$\alpha_1 <+2$ ارجاع به جدول شماره ۲				

جدول شماره ۲

نوع ارزیابی / نام دانش‌آموزان	نمره تکرار امتحان اول	میزان تغییرات	نتیجه (مرحله ۱)	نمره تکرار امتحان دوم (مرحله ۲)	میزان تغییرات (مرحله ۲)	نتیجه (مرحله ۲)	نمره تکرار امتحان سوم (مرحله ۳)	میزان تغییرات (مرحله ۳)	نتیجه (مرحله ۳)
مهرداد رحیمی	—	—	—	۱۷/۵	۱۷/۵-۱۵=+۲/۵	$\alpha_2 <+2$ بازگشت به جدول شماره ۱			
کورش عباسی	۹	۹-۱۰=-۱	$\alpha_1 <+2$ ارجاع به جدول شماره ۳						

جدول شماره ۳

مراحل ارزیابی / نام دانش‌آموزان	نمره تکرار نیم امتحان اول۱ (مرحله ۱/۱)	میزان تغییرات (مرحله ۱/۱)	نتیجه (مرحله ۱/۱)	نمره تکرار نیم امتحان اول۲ (مرحله ۲/۱)	میزان تغییرات (مرحله ۲/۱)	نتیجه (مرحله ۲/۱)	نمره تکرار نیم امتحان دوم ۱ (مرحله ۱/۲)	میزان تغییرات (مرحله ۱/۲)	نتیجه (مرحله ۱/۲)	نمره تکرار نیم امتحان دوم (مرحله ۲/۲)	میزان تغییرات (مرحله ۲/۲)	نتیجه (مرحله ۲/۲)
کورش عباسی	۱۲	۱۲-۱۰=+۲	ورود به نیمه دوم $\alpha_1 \geq +2$	۱۳	۱۳-۱۰=+۳	برگشت به جدول شماره ۲ $\alpha_1 >+2$ ۱						
			اگر $\alpha_1 <+2$ ارجاع به دفتر دبیرستان جهت مشاوره و...			اگر $\alpha_1 <+2$ ارجاع به دفتر دبیرستان جهت مشاوره و...						

نتیجه‌گیری
در طی یک دوره‌ی چند هفته‌ای شامل ۵ آزمون
حداقل نمره کلاس اگر صفر باشد به نمره ۱۰ می‌رسد
و سایر نمرات به همین میزان رشد می‌کنند.

ارزشیابی

رضا توشمالانی
عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کنگاور
مریم یعقوبی
عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کنگاور

کلیدواژه‌ها:
تحلیل محتوا، فیزیک ۱ و ۲ و ۳ کتاب، روش ویلیام رومی.

چکیده: هدف این پژوهش بررسی میزان به‌کارگیری روش فعال در ارائه محتوای کتاب فیزیک پایه ۱ و ۲ و ۳ و آزمایشگاه دبیرستان است. به این منظور نحوه ارائه محتوا در سه قسمت پرسش‌ها، تصویرها و متن مورد بررسی قرار گرفته است. برای انتخاب نمونه آماری از محتوای کتاب‌ها به روش نمونه‌گیری تصادفی نظامدار با فاصله ثابت انتخاب شد.

درآمد: نقد و تحلیل محتوا و تصاویر و... کتب درسی و مواد و رسانه‌های آموزشی، خود گونه‌ای اعتبارسنجی و ارزشیابی مستمر از برنامه‌ها و درس‌نامه‌هاست، که در بهبود کیفیت و به‌روزشدن و کارآمدیِ برنامه‌ها و درس‌نامه‌ها نقش فوق‌العاده دارد، گزارش پژوهش انجام شده‌ی حاضر برای آگاهی و استفاده‌ی خوانندگان ارائه می‌شود.

شرح پژوهش

اطلاعات مربوط به نحوه‌ی ارائه محتوای فیزیک ۱ و ۲ و ۳ و آزمایشگاه دبیرستان با استفاده از طرح پیشنهاد شده به وسیله «ویلیام رومی» جمع‌آوری و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند. پرسش‌های ویژه پژوهش عبارت‌اند از: ۱. میزان به‌کارگیری روش فعال در ارائه کل پرسش‌های کتاب تا چه حد است؟ ۲. میزان به‌کارگیری روش فعال در ارائه کل تصویرهای کتاب تا چه حد است؟ ۳. میزان به‌کارگیری روش فعال در ارائه متن کتاب تا چه حد است؟ ۴. در ارائه کدام یک از اجزای محتوای (متن، تصویرها و پرسش‌ها) کتاب به نحو بهتری از روش ارائه فعال استفاده شده است؟ نتایج پژوهش حاکی از آن‌اند که ضریب درگیری با متن این کتاب‌ها نشان

می‌دهد متن کتاب‌ها دانش‌آموزان را در فرایند یادگیری درگیر نمی‌کند. بررسی تصویرهای این کتاب‌ها نشان می‌دهد که تصویرهای موجود در کتاب‌ها دانش‌آموز را درگیر یادگیری می‌کند و تصویرها تنها برای تشریح موضوع نیست. بررسی پرسش‌های آخر فصل کتاب فیزیک پایه ۱ و آزمایشگاه اول دبیرستان نشان می‌دهد که ضریب درگیری با پرسش‌ها ۱/۱۹ است. این ضریب مبین این نکته است که پرسش‌های موجود در کتاب دانش‌آموز را در امر یادگیری فعال می‌کند. ولی در کتاب‌های دوم و سوم این ضریب‌ها مبین آن است که پرسش‌های موجود بیشتر به سبک پرسش‌های کتاب‌های دانشگاهی است و برای منابع تحقیقی و پیشرفته معمولاً از این سطح پرسش‌ها استفاده می‌گردد.

کلید واژه‌ها: تحلیل محتوا، فیزیک ۱ و ۲ و ۳ و آزمایشگاه (کتاب)، روش ویلیام رومی

تعریف تحلیل محتوا

فن پژوهشی عینی، اصولی و احتمالاً کمّی در محتوا به منظور تفسیر آن را تحلیل محتوا می‌دانند. تفکر بنیادی تحلیل محتوا عبارت است از قراردادن اجزای یک متن (کلمات، جملات، پاراگراف‌ها و مانند آن برحسب واحدهایی که انتخاب می‌شود) در مقولاتی که از پیش تعیین شده‌اند. البته تحلیل محتوا تنها محدود به متن و نوشته نمی‌شود، بلکه می‌تواند شامل سایر مطالب از جمله تصویرها، نقشه‌ها و نقاشی‌ها و نمودارها نیز باشد. مواردی از تحلیل محتوا عبارت‌اند از: ۱. تحلیل محتوا به منظور مشخص ساختن انواع مفاهیم و مطالب به کار رفته ۲. تحلیل محتوا به منظور تعیین اهداف آموزشی ۳. تحلیل محتوا به منظور بررسی معیارهای انتخاب محتوا ۴. تحلیل محتوا به منظور تعیین نقاط ضعف و اصلاح برنامه. ۵. تحلیل محتوا به منظور بررسی میزان درگیر شدن یادگیرنده با محتوای کتاب.

سازمان‌دهی محتوا

علاوه بر ضرورت توجه به انتخاب محتوا لازم است سازمان‌دهی آن نیز به صورت مناسب انجام شود. ممکن است یک محتوای خوب بدون سازمان‌دهی مناسب، در یادگیری مؤثر نباشد. سازمان‌دهی محتوا یعنی ترتیب ارائه محتوای آموزشی بر پایه ملاک‌هایی مشخص. ملاک‌های سازمان‌دهی محتوا عبارت‌اند از:

۱. توالی: کدام محتوای یادگیری باید در پی کدام مطلب بعدی قرار گیرد؟ برای پاسخ به این پرسش باید اصول توالی محتوا را بشناسیم. توالی در سازمان‌دهی محتوا دارای ۵ اصل است که عبارت‌اند از:

الف) از ساده به مشکل باشد. ب) از کل به جز باشد. پ) دارای ترتیب زمانی باشد. ت) از معلوم به مجهول حرکت کند. ث) آموزش همراه با عمل باشد.

۲. تداوم: انتقال یک نوع از تجربه‌های آموزشی طی یک دوره زمانی معین.

۳. وسعت: برنامه درسی دارای گستردگی لازم باشد.

۴. تعادل: بین محتوا و توان یادگیرنده.

۵. ارتباط عمودی و افقی. (در یک درس، در یک کتاب، در یک برنامه، در یک دوره تحصیلی، در یک نظام آموزشی). امروزه روش‌های متعدد جهت نقد محتوای آموزشی کتاب‌های درسی وجود دارد که محقق با توجه به هدف تحقیق روش ویلیام رومی را انتخاب می‌کند.

روش ویلیام رومی

در طی این تحلیل متن‌ها، پرسش‌ها، تصویرها و نمودارهای هر قسمت با توجه به مقوله‌های پیشنهادی ویلیام رومی به مقوله فعال و غیرفعال طبقه‌بندی و فراوانی هر طبقه محاسبه و تحلیل می‌شود.

این روش متمرکز بر سه محور است:

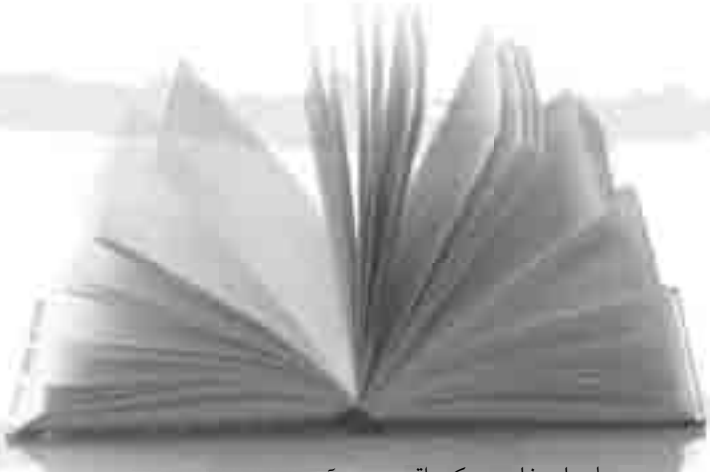
الف) تحلیل متن

ب) تحلیل تصویرها

پ) تحلیل فعالیت‌ها و پرسش‌های آخر فصل.

الف) تحلیل متن

در این قسمت، هر یک از جمله‌ها با توجه به ماهیت آن در تطابق با مقوله‌های زیر دسته‌بندی شد:



a ـ جمله‌ها و مفاهیمی که واقعیت را بیان می‌کند، یعنی ارائه‌ی اطلاعات بدون تغییر و تفسیر.

b ـ جمله‌هایی که بیانگر نتایج اصول کلی درباره‌ی رابطه میان موضوع‌ها و فرض‌های مختلف است.

c ـ جمله‌هایی که به تعریف پدیده یا مفهومی خاص می‌پردازد.

d ـ پرسش‌هایی که در متن مطرح شده است و پاسخ آن‌ها را بلافاصله مؤلف داده است.

e ـ پرسش‌هایی که در متن مطرح شده است و دانش‌آموز باید برای پاسخ دادن به آن اطلاعات و فرض‌های داده شده را تجزیه و تحلیل کند.

f ـ از دانش‌آموزان خواسته می‌شود نتایجی را که خود او به دست آورده است تحلیل کند.

g ـ از دانش‌آموزان خواسته می‌شود که آزمایشی را انجام دهند و نتایج به دست آمده را تحلیل کند یا مسائل عنوان شده را حل کند.

h ـ پرسش‌هایی که برای جلب توجه دانش‌آموزان عنوان شده است و مؤلف به آن پاسخ نداده است.

i ـ جمله‌هایی که در هیچ یک از مقوله‌های بالا نگنجد یا این‌که از خواننده بخواهد مراحل یک آزمایش را ملاحظه کند یا این که به یک شکل نگاه کند.

به‌طور کلی، مقوله‌های او تا چهارم در زمره‌ی شیوه‌ی ارائه غیرفعال و مقوله‌های پنجم تا هشتم در زمره‌ی شیوه‌ی ارائه‌ی فعال قرار می‌گیرند، زیرا سهم زیادی از فعالیت یادگیری برعهده‌ی یادگیرنده است.

برای محاسبه‌ی ضریب درگیری دانش‌آموز با متن از فرمول زیر استفاده می‌شود.

مقوله‌های فعال تقسیم بر مقوله‌های غیرفعال برابر است با ضریب درگیری با متن.

ویلیام رومی محدودی ۰/۴ تا ۱/۵ را مخصوص کتاب‌هایی می‌داند که محتوا را به شیوه‌ی فعال ارائه کرده‌اند و بالاتر و پایین‌تر از این محدوده را جزء کتاب‌های ضعیف به شمار می‌آورد.

در بررسی این کتاب‌ها نتیجه‌های حاصل از بررسی ۴۰ صفحه فیزیک ۱، ۵۰ صفحه فیزیک ۲ و ۵۰ صفحه فیزیک ۳ از متن کتاب به شرح جدول ۱ است.

نوع جمله‌ها	a	b	c	d	e	f	g	h	i
تعداد فیزیک ۱	۴۳	۲۷۱	۴۱	۲۱	۴	۲	۱۷	۴۳	۲۴
فیزیک ۲	۱۷۸	۱۵۸	۵۰	۲۰	۲۴	۲۲	۴	۱۰	۸
فیزیک ۳	۱۲۶	۹۸	۱۴	۲۹	۲	۶	۱۴	۲۴	۵

جدول شماره ۱

ب) تحلیل تصویرها و نمودارها

مقوله‌های بررسی تصویرها به شرح زیر است:

k ـ تصویرهایی که فقط برای تشریح و بیان موضوع خاصی در کتاب آمده است.

l ـ تصویرهایی که دانش‌آموز را به انجام دادن آزمایش خاصی دعوت می‌کنند.

m ـ تصویرهایی که روش جمع‌آوری وسایل لازم را برای آزمایش تشریح می‌کنند.

n ـ تصویرهایی که در هیچ یک از مقوله‌های فوق نگنجند.

در این‌جا مقوله‌ی k در زمره‌ی ارایه‌ی غیرفعال و مقوله‌ی l در زمره‌ی شیوه‌ی ارائه فعال قرار می‌گیرد.

مقوله‌هـــای n,m خنثـــی هســـتند و نقشی در تعیین ضریب یادگیری ایفا نمی‌کنند.

مقولـــه فعال تقســـیم بـــر مقوله غیرفعال برابر است با ضریب درگیری با نمودارها و تصویرها ویلیام رومی محدوده‌ی ۰/۴ تا ۱/۵ را مخصوص کتاب‌هایـــی می‌داند کـــه تصویرها و نمودارها را به شـــیوه‌ی فعـــال، ارائه کرده‌انـــد و بالاتـــر و پایین‌تـــر از این محدوده را ضعیف به‌شمار می‌آورد.

در بررسی این کتاب نتایج حاصل از بررسی کل تصاویر کتاب به شرح جدول ۲ است.

نوع تصویرها	k	l	m	n
تعداد فیزیک ۱	۲۸	۲۷	۵	۱۵
فیزیک ۲	۷۶	۵۴	۲	۴
فیزیک ۳	۵۲	۲۲	۴	۱

جدول شماره ۲

ج) تحلیل پرسش‌های آخر فصل

o ـ پرســـش‌هایی که پاسخ آن‌ها مستقیماً در کتاب وجود دارد.

p ـ پرسش‌هایی که به تعریف‌ها مربوط می‌شود.

q ـ پرســـش‌هایی که دانش‌آموز برای پاسخ دادن به آن‌ها باید آنچه را که در این فصل آموخته اســـت برای نتیجه‌گیری در مورد مسائل جدید به کار برد.

r ـ پرسش‌هایی که از دانش‌آموز می‌خواهد تا یک مسئله خاص را حل کند.

در این‌جا مقوله‌های p,o به عنوان مقوله‌ی غیرفعال و مقوله‌های r,q در زمـــره‌ی مقوله‌ی فعال قرار می‌گیرند. q+r تقســـیم بـــر o+p برابر اســـت با ضریب مقوله فعال بر مقوله غیرفعال درگیـــری با پرســـش‌های آخر فصل ویلیام رومی محـــدودی ۰/۴ تا ۱/۵ را مخصـــوص کتاب‌هایی می‌داند که پرســـش‌های آن را به شـــیوه‌ی فعال، ارائه شـــده اســـت و بالاتر و پایین‌تر از این محدوده را ضعیف به شـــمار می‌آورد.

در بررسی این کتاب نتایج حاصل از بررسی کل تصویرها کتاب به شرح جدول ۳ است.

نوع پرسش‌ها	o	p	q	r
فیزیک ۱	۱۷	۴	۶	۱۹
فیزیک ۲	۱۰	۲	۱۶	۵۵
فیزیک ۳	۲	۴	۱۳	۴۳

جدول شماره ۳

یافته‌ها

نتایج بررسی کتاب‌های فیزیک پایـــه ۱ و ۲ و ۳ و آزمایشـــگاه دبیرستان با استفاده از روش ویلیام رو (جدول۴)

	ضریب درگیری با متن	ضریب درگیری با تصویرها	ضریب درگیری با پرسش‌های آخر فصل
فیزیک ۱	۰/۲۳ (غیرفعال)	۰/۹۶ (فعال)	۱/۱۹ (فعال)
فیزیک ۲	۰/۱۶ (غیرفعال)	۰/۷۱ (فعال)	۵/۹۱ (غیرفعال)
فیزیک ۳	۰/۲ (غیرفعال)	۰/۴۵ (فعال)	۷/۵ (غیرفعال)

جدول شماره ٤

الف) ضریب درگیری با متن

ضریـــب درگیـــری با متـــن این کتاب‌ها نشـــان می‌دهد متن کتاب‌ها دانش‌آموز را در فرایند یادگیری درگیر نمی‌کند.

ب) ضریب درگیری با تصویرها

بررســـی تصویرهای این کتاب نشان می‌دهد که تصویرهای موجود در کتاب‌هـــا دانش‌آمـــوز را درگیـــر یادگیری می‌کند و تصویرها تنها برای تشریح موضوع نیست.

ج) ضریب درگیری با پرسش‌های آخر فصل

بررسی پرســـش‌های آخر فصل کتاب فیزیک پایه ۱ و آزمایشگاه اول دبیرستان نشـــان می‌دهد که ضریب درگیری با پرســـش‌ها ۱/۱۹ است. این ضریـــب مبین این نکته اســـت که پرســـش‌های موجـــود در کتاب دانش‌آمـــوز را در امر یادگیری فعال می‌کنـــد. ولی در کتاب‌هـــای دوم و ســـوم این ضرایب مبین آن است که پرســـش‌های موجود بیشتر به سبک پرســـش‌های کتاب‌های دانشگاهی است و برای منابع تحقیقی و پیشرفته معمولاً از این پرســـش‌ها اســـتفاده می‌گردد.

منابع

۱. خوی‌نژاد، غلامرضا. برنامه‌ریزی درسی، انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد، ۱۳۷۷
۲. ملکی، حسن. برنامه‌ریزی درسی (راهنمای عمل)، انتشارات مدرسه، تهران، ۱۳۷۶
۳. یار مهریان، محمد حسین، اصول برنامه‌ریزی درسی، انتشارات مدرسه، تهران، ۱۳۷۷
۴. پورظهیر، علی نقی، برنامه‌ریزی آموزشی و درسی، انتشارات آگاه، تهران، ۱۳۷۵
۵. برونس جویس و مارشاویل، الگوهای تدریس و تحلیل محتوا، ترجمه برنجی، محمدرضا، ناشر مؤلف، تهران، ۱۳۷۰

بررسی یک مسئله‌ی امتحان نهایی

چکیده: در این مقاله، مسئله شماره ۷ از امتحان نهایی درس فیزیک (۳) و آزمایشگاه رشته ریاضی و فیزیک سراسر کشور، در خردادماه سال تحصیلی ۸۷ ـ ۱۳۸۶ مورخ ۱۳۸۷/۳/۴ مورد بررسی وسیع‌تری قرار گرفته، که طی آن به جنبه‌های دیگری از مسئله پرداخته شده است.

اشاره: طراحی آزمون از مهارت‌های پیچیده در مجموعه‌ی فنون، مهارت‌ها و هنرهای معلمی است. ارزشیابی پایانی که به منظور سنجشِ وضعیتِ دانش‌آموز و نقد روش‌ها و سبک‌های تدریسِ خودِ معلم و... در پایان یک دوره‌ی تحصیلی انجام می‌شود مهم‌ترین ابزار اعتبارسنجی و اعتباربخشیِ فعالیت‌های آموزشی است. نقد سازه‌ها، رویکردها، ساختار، شیوه‌ها، ابزار آزمون‌ها و نمونه آزمون‌ها در یک آزمون (امتحان) نهایی از جمله اقدامات مقدماتی در جهت بهبود بخشیدن به آموزش رایج اســت که مآلا به توسعه‌ی علمی، فرهنگی، اقتصادی و انسانی می‌انجامد. نمونه‌ی حاضر جهت استفاده‌ی همکاران و تحریک انگیزه‌ی شما جهت انجام این‌گونه نقدها ارائه می‌شود.

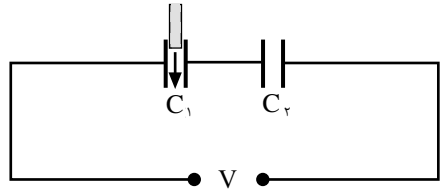
آموزشی

محمدرضا تقی‌پور حویزی
دبیر فیزیک شهرستان دزفول

کلید واژه‌ها: امتحان نهایی فیزیک(۲)، ارزشیابی پایانی.

صورت مسئله

مانند شکل دو خازن با ظرفیت‌های C_1 و C_2، به صورت متوالی، به اختلاف پتانسیل ثابت V متصل هستند. توضیح دهید اگر یک دی الکتریک [با ثابت k] بین صفحه‌های خازن C_1 بگذاریم، بار الکتریکی و انرژی خازن C_2 چه تغییری می‌کند؟



مقدمه

گاهی در کنار آموزش‌ها و مسئله‌های معمولی فیزیک دوره دبیرستان، پرسش‌های جالب‌تری نیز برای بحث بیشتر وجود دارد. یکی از این مسئله‌ها، بررسی تغییرات انرژی خازن C_1 در مسئله مذکور است که هرچند طراح سؤال نخواسته و اندکی فراتر از کتاب فیزیک است، اما در حد توانایی دانش‌آموزان است و به طور عمیق‌تری قدرت تحلیل آن‌ها را محک می‌زند.

بیان مطلب

می‌دانیم که با ورود دی الکتریک به خازن C_1، ظرفیت آن و نیز ظرفیت معادل C_T افزایش می‌یابد. در نتیجه q_1 و q_2 (بار خازن‌ها) و انرژی خازن C_2 نیز افزایش می‌یابد. اما همان‌طور که قبلاً نیز اشاره شد، هدف این مقاله بررسی چگونگی تغییرات انرژی خازن C_1 تحت این شرایط است.

برای این‌کار ابتدا U_1 و U_1' یعنی انرژی خازن C_1 قبل و بعد از ورود دی الکتریک را به طور جداگانه بر حسب پارامترهای مسئله محاسبه می‌کنیم. با توجه به متوالی بودن خازن‌ها بار آن‌ها با هم برابر است.

می‌توان از رابطه‌های $q_T=C_TV_T$ و $C_T=\frac{C_1C_2}{C_1+C_2}$ به دست آورد:

$$q_1=q_2=q_T=\frac{C_1C_2V}{C_1+C_2}$$

با قرار دادن مقدار q_1 در رابطه انرژی خازن ($U_1=\frac{q_1^2}{2c_1}$) مقدار U_1 به دست می‌آید:

$$U_1=\frac{C_1C_2^2v^2}{2(C_1+C_2)^2} \quad .1$$

با ورود دی الکتریک ظرفیت خازن C_1، k برابر می‌شود. با قرار دادن $C_1'=KC_1$ در همان روابط مقدار U_1' می‌شود:

$$U'_1=\frac{kC_1C_2^2V^2}{2(kC_1+C_2)^2} \quad .2$$

برای بررسی این که U_1' از U_1 بیش‌تر است یا کم‌تر، می‌توان تابع:

$$y=\frac{U'_1}{U_1}-1 \quad .3$$

را تعیین علامت کرد. مثبت بودن مقدار y به این معنی است که $U_1'>U_1$ و انرژی خازن C_1 افزایش پیدا کرده و صفر شدن مقدار y نشان می‌دهد که انرژی ثابت مانده است. رابطه‌های (۱) و (۲) را در رابطه (۳) قرار می‌دهیم:

$$y=\frac{(k-k^2)C_1^2+(k-1)C_2^2}{(kC_1+C_2)^2} \quad .4$$

چون مقادیر C_1 و C_2 در مسئله مؤثر هستند. با فرض $m=\frac{C_2}{C_1}$ رابطه (۴) تابع y به شکل تقریباً ساده زیر در می‌آید:

$$y=\frac{-k^2+(m^2+1)k-m^2}{(k+m)^2} \quad .5$$

در این رابطه $m>0$ و $k>1$ است. تابع y را مساوی صفر قرار می‌دهیم. چون مخرج همیشه مثبت است، معادله‌ی درجه دوم صورت را برحسب مقادیر k تعیین علامت می‌کنیم. نتایج زیر برای روند افزایش یا کاهش U۱ انرژی خازن C۱ به‌دست می‌آید:

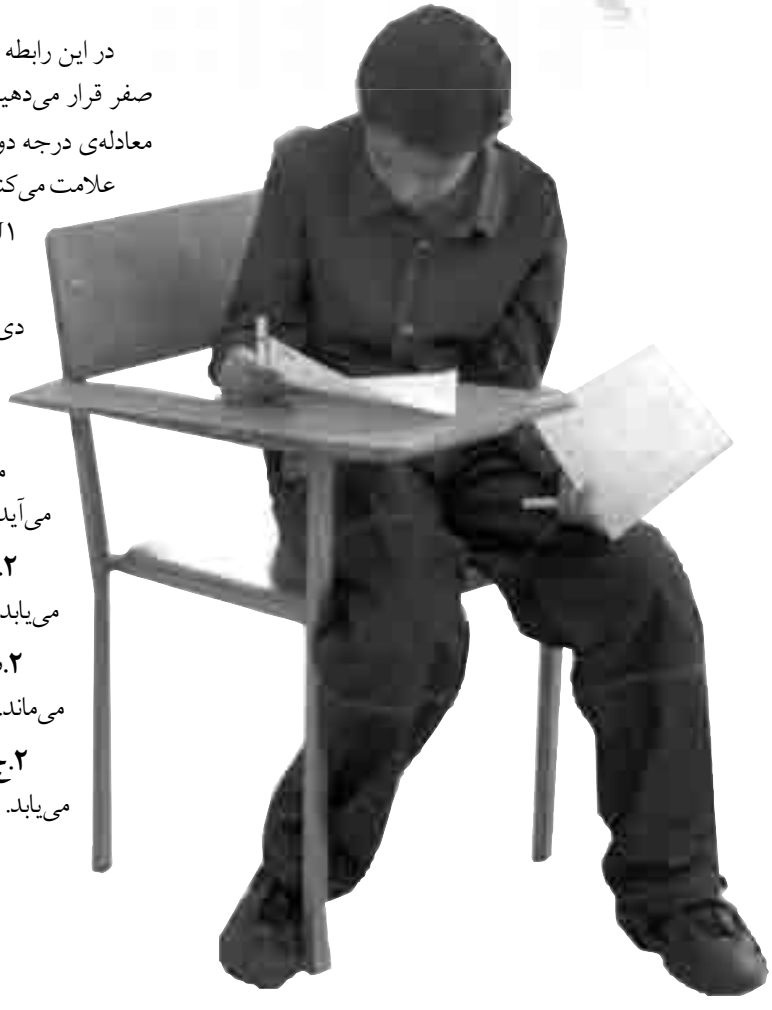
۱. اگر $C_2\le C_1$ باشد، با ورود دی‌الکتریک، U_1 حتماً (به ازای تمام مقادیر k) کاهش می‌یابد.

۲. وقتی $C_2>C_1$ است، سه حالت مختلف (بر حسب k و m) برای U_1 پیش می‌آید:

۲.الف. اگر $k<m^2$ باشد، U_1 افزایش می‌یابد.

۲.ب. اگر $k=m^2$ باشد، U_1 ثابت می‌ماند.

۲.ج. اگر $k>m^2$ باشد، U_1 کاهش می‌یابد.



منابع

۱. احمدی، احمد و ...، «فیزیک ۳ و آزمایشگاه، سال سوم آموزش متوسطه نظری، رشته ریاضی و فیزیک، کد ۲۵۶/۴» وزارت آموزش و پرورش، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران چاپ اول (۱۳۸۰) تهران ص ۹۰ ۹۲

۲. بابلیان، اسماعیل و ...، «ریاضی۲، سال دوم آموزش متوسطه نظری، رشته‌های علوم تجربی ـ ریاضی فیزیک ـ فنی حرفه‌ای کد ۲۳۴/۲» وزارت آموزش و پرورش، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران چاپ اول (۱۳۸۵) تهران. ص ۸ ـ ۱۰

ارزشیابی

احمد پال هنگ
دبیر فیزیک شهرستان رشتخوار

سنجش استعدادهای دانش‌آموزان در درس فیزیک و آزمایشگاه

چون فرایند ارزشیابی دانش‌آموزان در نظـام آموزش‌وپرورش همواره با مشکلات متعددی مواجه بوده است، برای شناخت دانش‌آموزان و نحوه‌ی ارزشـیابی پیشـرفت تحصیلی آن‌ها الگوی استاندارد و مشخصی طراحی نشـده اسـت و اغلـب آزمون‌های کتبی و شفاهی غیراستاندارد با تکیه بر محفوظـات دانش‌آمـوزان ملاک ارزشـیابی آن‌ها قرار می‌گیـرد و به خلاقیت‌ها و ابتکارات و مسائلی نظیر نوع آزمون، درجه‌ی سادگی دشواری آزمون، و مشـارکت دانش‌آموزان در فراینـد یادگیـری و... توجه کمتری می‌شود. اینجانب شیوه‌ای در ارتباط با این موضوع در سال‌های گذشته به کار گرفته و به نتایج مطلوبی دست یافته‌ام. امید اسـت این تجربـه‌ی در جهت اصلاح و پیشـرفت نظام ارزشـیابی دانش‌آموزان قرار گیرد.

در ابتدای سال تحصیلی برای هر دانش‌آموز فرمی داده می‌شود و آن را در اولین جلسـه‌ی سال تحصیلی در اختیار هـر دانش‌آموز قرار می‌دهم تا ضمن تکمیل قسمت اولیه‌ی فرم که مربوط به اطلاعات شخصی اوست، به مواردی که در ارزشیابی او در طول سال تحصیلی مورد نظر قرار می‌گیرد دقت کرده و از ابتدای سال برای کسب نمره قبولی در زمینه‌های خواسته شده تلاش کند. به این ترتیب دانش‌آموز هـم در کلاس و هـم در خـارج از کلاس به تفکـر و فعالیت می‌پردازد و زمینه‌ای بـرای بروز خلاقیت‌های او فراهم می‌شود. در قسمت اول فرم می‌توانیم ضمن شـناخت دانش‌آموز از لحاظ خانوادگی توجه او را به این امر جلب کنیم که دبیـر او از ارتباط بین مدرسه و خانواده غافل نیست و والدین او می‌توانند در امر یادگیری او مؤثر باشند. هم‌چنین نمرات دروس علوم و ریاضی دانش‌آمـوز در دوره راهنمایی ما را در ارزشیابی تشخیصی او کمک می‌کند.

در جـدول مربـوط بـه فعالیت کلاسـی علاوه بر یادگیـری فعال و مشارکتی، دانش‌آموز به شیوه‌ی نوین تدریس رعایت شئون اخلاقی حتی نشاط و شـادابی او در کلاس درس توجه می‌شود و موارد خلاف آن ثبت می‌شود.

در جـدول مربوط به آزمون‌های کتبـی و شـفاهی بـه نـوع آزمون (تشخیصی ـ مستمر ـ نوبت اوّل و...) و درجـه‌ی آزمون از لحاظ سـادگی و دشـواری پرسـش‌ها توجه شـده است. زیرا تنوع و رعایت ملاک‌های

استاندارد در طراحی پرسش‌ها و توجه سطح دشواری آن‌ها ما را به ارزشیابی عادلانه‌تر و دقیق‌تر یاری می‌کند.

در جدول مربوط به فعالیت‌های ابتکاری و عملی دانش‌آموز، ما می‌توانیم او را به فعالیت، تفکر و مطالعه بیشتر هدایت کنیم.

متأسفانه در ارزشیابی دانش‌آموزان نمره‌ی مشخص و ملاک استانداردی برای سنجش خلاقیت‌ها و ابتکارات و تحقیقات دانش‌آموزان در نظر گرفته نشده است. در شیوه‌ی ارزشیابی فعلی بر محفوظات دانش‌آموزان بیشتر توجه می‌شود تا یادگیری مستمر و پایدار آن‌ها.

اطلاعات این فرم می‌تواند دست کم به عنوان ملاکی برای محاسبه‌ی نمرات مستمر و نوبت اول دانش‌آموزان قرار گیرد. هم‌چنین وسیله‌ای است برای تشخیص نقاط ضعف و قوت دانش‌آموزان برای دبیر و والدین او و مسئولان مدرسه جهت برنامه‌ریزی بهتر و دقیق‌تر و انجام فعالیت‌های فوق برنامه متناسب با آن. این فرم هم‌چنین می‌تواند در ارزشیابی دروس مشابه نظیر شیمی و زیست‌شناسی به کار رود.

ما و خوانندگان

سرکار خانم فاطمه قاسمی، نویسنده مقاله‌ی «بررسی مشکلات یادگیری دانش‌آموزان در درس فیزیک». مقاله‌ی شما اگرچه از نظر موضوع ارزشمند است امّا ساختار مناسبی برای چاپ در مجله ندارد. پرسش‌های بسیاری مطرح شده است که البته می‌توانند مناسب باشند ولی رسیدگی به کلیه‌ی آن‌ها در این مقاله‌ی مختصر و نتیجه‌گیری به لحاظ علمی قابل اعتماد نیست پیشنهاد می‌شود به یک موضوع ولی به‌طور دقیق بپردازید.

جناب آقای حمیدرضا اکبرزادگان، نویسنده مقاله‌ی «شتاب‌دهنده‌های خطی». سیاست مجله بر چاپ مقاله‌هایی مروری از این دست نیست. توضیح شتاب‌دهنده‌های خطی در مراجع متعددی یافت می‌شوند.

سرکار خانم معصومه قاسمی، نویسنده مقاله‌ی «طرح کلی یک دستگاه فیزیکی». مقاله‌ی شما ترکیب نامنسجمی از چند مقاله است (پیوستاری موضوعی ندارد) که هدف از آن مشخص نیست. بهتر است یک موضوع به‌طور روشن و با مقدمه و نتیجه‌گیری و عنوان درست مطرح شود. مقاله در شکل حاضر مناسب نیست.

سرکار خانم طوبی مشک، نویسنده مقاله‌ی «نقشه جامع آموزشی». مقاله‌ی شما چکیده‌ای از مقاله‌ی اصلی است و نمی‌توان ترجمه‌ی آن را با متن اصلی مطابقت داد. جملات نامفهومی در مقاله به چشم می‌خورد و مقاله انسجام درستی ندارد. شاید اگر با اقتباس از متنِ اصلی، خود اقدام به تألیف یک مقاله با رعایت شرایط بومی کنید یکپارچگی و پیوستاریِ متن حفظ شود.

همّت مضاعف، کار مضاعف

برگ اشتراک مجله‌های رشد

شرایط:

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

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

◆ نام مجله های درخواستی:

◆ نام و نام‌خانوادگی:

◆ تاریخ تولد:

◆ میزان تحصیلات:

◆ تلفن:

◆ نشانی کامل پستی:

استان: شهرستان:

خیابان:

پلاک: شماره‌ی پستی:

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

کداشتراک:

امضا:

یادآوری:

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

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

صندوق پستی مرکز بررسی آثار: ۱۵۸۷۵/۶۵۶۷

صندوق پستی امور مشترکین: ۱۶۵۹۵/۱۱۱

نشانی اینترنتی: www.roshdmag.ir

پست الکترونیک: Email:info@roshdmag.ir

امور مشترکین: ۰۲۱-۷۷۳۳۶۶۵۶ - ۷۷۳۳۵۱۱۰

پیام‌گیر مجله های رشد: ۰۲۱-۸۸۳۰۱۴۸۲

IN THE NAME OF GOD

ROSHD

Physics Education Journal

92

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

www.roshdmag.ir
ISSN:1606-917X
P.O.Box:15875/61585
Department of Physics,Tehran- Iran
Physics Education Journal
Vol.26-No.92-2010

Notes about teacher's guide books/R. Khalilli Broujeni 2
Limbra and penumbra with surface light source/M. Kalantarian 4
Teachers oponion about merger of laboratory with course work/M. Dibaji 12
Teaching the concept of-self assembly/M. Ghasemi et al 14
The Flying Circus of Physics/Jearl Walker 22
Simple experiments of Physics/H. Dadak 30
Physics frontrier/M. Rahbar 35
Podcasting a Physics lecture/E. R. Mc. Donald 38
Movements of liguids in capillary tubes/A. Morad-Khani, F. Ahmadi 42
Position of differences in modern education/J. Rizai 44
Common errors in Physics/M. Naderi 48
Teaching special relativity without calculus/Lawrence Ruby 50
An Electrostatic experiment of Lord Kelvin with running water/John Vander kooy 52
Foward evaluation method/Shirali Hassanvand 54
Evaluation of Physics and labortory book using William Romey method/R. Toshmalani, M. Yaghobi 56
Studying a final examination problem/M. R. Poorhoveyzi 60
Evaluating Students' talent in Physics and laboratory/A. Palhang 62
with the readers/M. R. Khoshbin-e-Khoshnazar 63

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

دفتر انتشارات کمک آموزشی

با مجله‌های رشد آشنا شوید

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

مجله‌های دانش‌آموزی

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

رشد کودک (برای دانش‌آموزان آمادگی و پایه‌ی اول دوره‌ی دبستان)
رشد نوآموز (برای دانش‌آموزان پایه‌های دوم و سوم دوره‌ی دبستان)
رشد دانش‌آموز (برای دانش‌آموزان پایه‌های چهارم و پنجم دوره‌ی دبستان)
رشد نوجوان (برای دانش‌آموزان دوره‌ی راهنمایی تحصیلی)
رشد جوانه (برای دانش‌آموزان دوره‌ی متوسطه‌وپیش‌دانشگاهی)

مجله‌های بزرگسال عمومی

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

◆ رشد آموزش ابتدایی ◆ رشد آموزش راهنمایی تحصیلی ◆ رشد تکنولوژی آموزشی ◆ رشد مدرسه فردا ◆ رشد مدیریت مدرسه ◆ رشد معلم

مجله‌های بزرگسال اختصاصی

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

◆ رشد برهان (مجله ریاضی برای دانش‌آموزان دوره‌ی راهنمایی تحصیلی) ◆ رشد برهان راهنمایی (مجله ریاضی برای دانش‌آموزان دوره‌ی متوسطه) ◆ رشد آموزش قرآن ◆ رشد آموزش معارف اسلامی ◆ رشد آموزش زبان و ادب فارسی ◆ رشد آموزش علوم اجتماعی ◆ 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 فنی‌وحرفه‌ای ◆ رشد آموزش پیش‌دبستانی

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

◆ نشانی: تهران، خیابان ایرانشهر شمالی ساختمان شماره‌ی ۴ آموزش‌وپرورش، پلاک ۲۶۶، دفتر انتشارات کمک‌آموزشی.
◆ تلفن و نمابر: ۸۸۳۰۱۴۸۷-۰۲۱