



پیشگام

رشد آموزش

۱۰۵

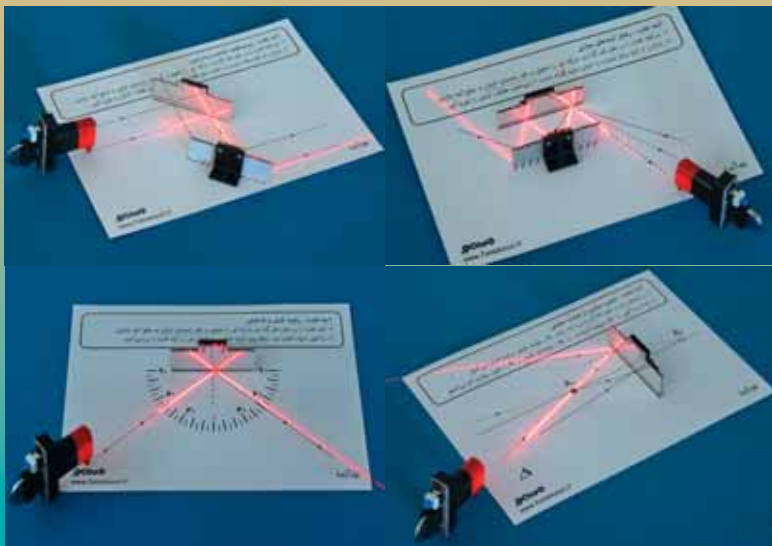
www.roshdmag.ir

فصلنامه آموزشی، تحلیلی و اطلاع رسانی

دوره بیست و نهم، شماره ۲، زمستان ۱۳۹۲، ۶۴ صفحه، ۸۵۰۰ ریال

- تحلیل مفهومی آزمایش یانگ
- درباره تعریف جرم
- آموزش مفهومی در بستر فناوری
- جایگاه برهمکنش‌ها در ایجاد تنوع و کثرت در جهان

تجهیزات مدرسه‌ای درمقیاس کوچک



پنجک ۱۰۵

رشد آموزش



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

آموزشی، تحلیلی و اطلاع رسانی

دوره بیست و نهم، شماره ۲، زمستان ۱۳۹۲

مدیر مسئول: محمد ناصری

سر دبیر: دکتر منیژه رهبر

مدیر داخلی: احمد احمدی

هیئت تحریریه: احمد احمدی، روح الله خلیلی

بروجنی، دکتر سید حجت الحق حسینی، آریتا سیدفدایی،

دکتر منیژه رهبر، اسفندیار معتمدی

طراح گرافیک: نوید اندرودی

ویراستار: جعفر ربانی

www.roshdmag.ir

Physics@roshdmag.ir

نشانی مجله: تهران صندوق پستی: ۶۵۸۵-۱۵۸۷۵

دفتر مجله: (داخلی ۲۷۴-۲۷۰) ۵۸۶۲-۸۸۳۰-۲۱

پیام گیر نشریات رشد: ۱۴۸۲-۸۸۳۰-۲۱

مدیر مسئول: ۱۰۲

دفتر مجله: ۱۱۳

امور مشترکین: ۱۱۴

چاپ: شرکت افست (سهامی عام)

شمارگان: ۵۵۰۰ نسخه

تصویر روی جلد:

طرح تبدیل جرم به انرژی

$E=mc^2$

سر مقاله / اهمیت منابع انسانی ۲

جایگاه برهم کنش ها در ایجاد تنوع و کثرت در جهان / جهانگیر ریاضی ۳

علم بهتر است یا ثروت؟ (گزارشی از پارک فناوری پردیس) / آریتا سیدفدایی ۵

درباره تعریف جرم / یوجین هکت، ترجمه احمد توحیدی ۱۰

کمال الدین حسن فارسی / فاطمه فتح علی ۱۵

معرفی نرم افزار لوکینگ گلاس برای آموزش مبحث نورشناسی

/ آرزو رضوی و آریتا سیدفدایی ۱۸

مرزهای فیزیک / منیژه رهبر ۲۱

آموزش مفهومی در بستر فناوری؛ از رؤیا تا واقعیت / مجید راسخ ۲۴

مرحمت فرموده «علم» را ول کنید! / آرش ظهوریان پردل ۲۸

در سنامه آشنایی با لیزر، دیوهای نورگسیل و کاربرد آنها

/ روح الله خلیلی بروجنی ۳۲

تحلیل مفهومی آزمایش یانگ / منوچهر مرادیسی ۴۲

عشق به خدمت در معلمان ماندگار / اسفندیار معتمدی ۴۵

مدار پله ای / نعمت الله مختاری ۴۶

گزارش دومین همایش ملی «نقش دانشمندان ایرانی - اسلامی در پیشبرد

علوم تجربی» / عبدالحسن بصیره ۴۸

لطفاً دست بزنید! گفت و گویی درباره نقش و جایگاه پارک های فن آموز در

توسعه آموزش فیزیک کشور / محمد دشتی ۵۰

از سایه های برگ درختان تا چگالی خورشید؛ مسیری شگفت انگیز / آ. جیمز مالمن،

ترجمه سید مهدی میرفتحی ۵۶

ساخت یک تفنگ گاو سی / حسن اتحاد مهر آباد ۵۸

معرفی کتاب / سید حجت الحق حسینی ۶۱

مجله رشد آموزش فیزیک،

نوشته ها و حاصل تحقیقات پژوهشگران و متخصصان تعلیم و تربیت،

به ویژه آموزگاران، دبیران و مدرسان راه در صورتی که در نشریات عمومی درج نشده و مرتبط

با موضوع مجله باشند، می پذیرد:

• مطالب باید یک خط در میان و در یک روی کاغذ نوشته و در صورت امکان تایپ شود.

• شکل قرار گرفتن جدول ها، نمودارها و تصاویر پیوست باید در حاشیه ای مطلب نیز مشخص شود.

• نثر مقاله باید روان و از نظر دستور زبان فارسی درست باشد و در انتخاب واژه های علمی و فنی دقت لازم مبذول گردد.

• مقاله های ترجمه شده باید با متن اصلی همخوانی داشته باشد و متن اصلی نیز پیوست مقاله باشد.

• در متن های ارسالی باید تا حد امکان از معادل های فارسی واژه ها و اصطلاحات استفاده شود.

• زیر نویس ها و منابع باید کامل و شامل نام اثر، نام نویسنده، نام مترجم، محل نشر، ناشر، سال انتشار و شماره صفحه مورد استفاده باشد.

• مجله در رد، قبول، ویرایش و تلخیص مقاله های رسیده مختار است.

• آرای مندرج در مقاله ها، ضرورتاً تبیین نظر دفتر انتشارات کمک آموزشی نیست و مسئولیت پاسخگویی به پرسش های خوانندگان، با خود نویسنده یا مترجم است.

• مجله از بازگرداندن مطالبی که برای چاپ مناسب تشخیص داده نمی شود، معذور است.

اهمیت منابع انسانی

ما در همه سطوح به جای توجه به ارتقای کیفیت و تلاش در جهت کارآمدتر کردن برنامه آموزشی و ربط دادن آن با چیزی که شاگردان برای کسب مهارت به آن نیاز دارند، فقط به کمیت پرداخته است.

شاگردان در دوره های ابتدایی و متوسطه به جای آموختن روش زندگی صحیح و بهره گیری هرچه بیشتر از آموخته های خود در جهت بهبود کیفیت زندگی خود فقط به قبول شدن در کنکور و راه یافتن به دوره آموزش عالی می اندیشند. رسانه های مامدم محصولات شبه آموزشی را تبلیغ می کنند که شاگردان با حفظ کردن آن ها می توانند در آزمون ها موفق شوند. نتیجه آن می شود که به رغم آماری که نشان از افزایش تولید علم در کشور دارد، هیچ گونه بازتابی از آن را در کیفیت محصولات و شرایط محیط زیست اطراف خود مشاهده نمی کنیم. مؤسسه های آموزش عالی در کشور رشد قابل ملاحظه ای داشته اند. ولی آیا هرگز از خود پرسیده ایم که آیا این مؤسسات از هیئت های علمی و امکانات و تجهیزات متناسب با نام خود برخوردار هستند؟

کشور ما اکنون با خیل بیکارانی مواجه است که فارغ التحصیلان دانشگاهی در همه سطوح درصد بالایی از آن را تشکیل می دهند. این موضوع ارتباط نداشتن دانشگاه ها با اقتصاد کشور را نشان می دهد، زیرا بین آنچه دانشجویان در دانشگاه ها می آموزند و آنچه بازار کار به آن نیاز دارد رابطه سازمان یافته ای وجود ندارد. مهارت های دانشگاهی ما با نیازهای بازار کار مرتبط نیستند. سرفصل های آموزشی اغلب بر مبنای دیدگاه های قدیمی طراحی شده اند و نشانه ای از نیازهای جدید جامعه در آن ها دیده نمی شود و سرانجام کارآفرینی در نظام آموزشی ما لحاظ نشده است و هدف کلی آن تنها گرفتن مدرک حتی با توسل به دلالتان علم برای نوشتن پایان نامه و مقاله های لازم برای به دست آوردن آن است.

کارآمد ساختن نظام آموزشی در همه سطوح از ابتدایی گرفته تا متوسطه و عالی به بازنگری اساسی متکی بر مبنای علمی، نقد و تحلیل دقیق جهت رفع کاستی ها، و به کارگیری تازه ترین روش های علمی برای بهره گیری بهینه از منابع انسانی ارزشمند جامعه نیاز دارد.

توسعه اقتصادی مورد توجه همه کشورها، و در حال حاضر اولویت اول دولت تدبیر و امید در کشور ماست. رسیدن به این هدف نیازمند تغییرات اساسی در رهیافت به الگوهای مورد نظر است، چون بدون تحول اساسی در دیدگاه های رایج قادر به حل مسائلی نخواهیم بود که با روندهای فکری جاری خود به وجود آورده ایم. اگر شرایط کنونی خود را نه با کشورهای صنعتی پیشرفته بلکه با کشورهای مقایسه کنیم که در سال های نه چندان دور بسیار از ما عقب تر بودند شاید متوجه شویم که اشکال کارمان در کجاست.

برای پیشرفت اقتصادی، نهادهای مسئول این کار دو وظیفه اصلی به عهده دارند: نخست افزایش ثروت جامعه از راه تولید محصولات با ارزش افزوده بالا و دوم توزیع آن از طریق به کارگیری افراد، پرداخت مالیات به دولت و سود به سهامداران هم البته از پیامدهای آن است. بنابراین تولید ثروت شرط اصلی ایجاد رفاه و بالا رفتن سطح زندگی افراد جامعه است.

نکته مهمی که در این مورد باید مدنظر قرار گیرد توجه به اهمیت منابع انسانی در تولید، به جای منابع طبیعی، در اقتصادهای پیشرفته است. هرچه کشوری توسعه یافته تر باشد تأثیر منابع انسانی در اقتصاد آن بیشتر می شود. اگر نسبت تولید ناخالص ملی به جمعیت را معیاری از موضوع در نظر بگیریم مشاهده خواهیم کرد که این معیار برای کشورهای صنعتی پیشرفته کم و بیش یکسان است و به عوامل دیگر، مثلاً به مساحت کشور که می توان آن را شاخص منابع طبیعی در نظر گرفت، بستگی چندانی ندارد.

اما چه نهادی تأمین این منبع پراهمیت را برعهده دارد؟ بدون تردید نظام آموزشی کشور مسئول انجام این کار است و باید با به کارگیری مدیران توانمند، مربیان کارآزموده و دلسوز، امکانات و تجهیزات آموزشی و روزآمد کردن مداوم معلومات مربیان و استفاده از آخرین روش های موجود در این مورد وظیفه خود را به بهترین نحو انجام دهد. حال سؤال این است که ما چقدر این مسئله حیاتی کشور را جدی گرفته ایم؟ متأسفانه، در اغلب موارد به جای تحلیل و نقد جدی مشکلات آموزشی، اغلب سعی در پنهان کردن مسائل موجود داشته ایم و نظام آموزشی



آموزشی

جایگاه برهم کنش ها در ایجاد تنوع و کثرت در جهان

جهانگیر ریاضی

کارشناس ارشد فیزیک و مدرس دانشگاه فرهنگیان

کلیدواژه‌ها: تنوع، کثرت، برهم کنش، رویداد

جهانی بدون برهم کنش

تصور جهانی به دور از هرگونه برهم کنش بین اجزای آن، متناظر با پذیرش رفتاری یکسان برای تمامی عناصر تشکیل دهنده این جهان است. دینامیک ناظر بر چنین شرایطی، رفتاری خطی و یکنواخت را به عنوان تنها شکل ممکن برای عناصر، پیش بینی می کند. رفتاری ساده و به دور از هرگونه پیچیدگی! در چنین جهانی گونه ای از یکسان شدگی در رفتار، ناظر بر مجموعه رویدادها خواهد گردید. به بیان دیگر هیچ گونه رفتار متفاوتی قابل تصور نیست. چراکه شرایط لازم برای شکل گیری رفتار جدید وجود ندارد. در واقع هیچ گونه قید یا برهم کنشی وجود ندارد تا این آرایه یکسان و تکراری را دستخوش تغییر کند.

جهان بدون هرگونه برهم کنش بین اجزای تشکیل دهنده آن، دنیایی است که در رویدادها و پدیده های آن اثری از کثرت و تنوع مشاهده نمی گردد. چراکه تنوع و کثرت نیازمند فراهم بودن شرایط و زیرسازهای لازم است. در چنین جهانی تعامل بین پدیده ها از ساده ترین قالبها پیروی می کند و هیچ گونه اثری از مناسبات پیچیده مشاهده نمی گردد. صداهایی با بسامدهای مختلف تولید نمی شود و چشم اندازهای زیبایی شناختی متنوع به چشم نمی خورد.

تنوع و کثرت، محصول وجود برهم کنش ها

حال جهانی واقعی شامل برهم کنش های مختلف بین

پدیده ها و عناصر را در نظر می گیریم. برهم کنش ها زمینه ساز شکل گیری قیدهایی است که عناصر را مقید به رفتارهایی متنوع می کند. رفتارهایی که در جهان بدون برهم کنش دیده نمی شوند. دینامیک ناظر بر چنین شرایطی، عناصر را مقید به رفتارهای پیچیده با نواختی متغیر می کند و این به معنی به وجود آمدن رویدادها و پدیده های متنوع و شکل گیری کثرت و تنوع در جهان است. پس آنچه که می تواند منشأ ایجاد کثرت و تنوع در جهان گردد، وجود قیده ها و برهم کنش هایی با سرشت های متفاوت است، قیده ها و برهم کنش هایی که می توانند رویدادها و پدیده هایی ساده یا پیچیده را سامان دهی کنند. آیا به تعداد رویدادها و پدیده های موجود در جهان باید برهم کنش وجود داشته باشد؟

آیا برهم کنش معین تحت شرایط اولیه متفاوت می تواند منشأ رویدادهایی مختلف گردد؟ آیا کثرت و تنوع رویدادها و پدیده ها از تنوع برهم کنش ها ناشی می شود؟ برای پاسخ به این پرسش ها لازم است رابطه بین شرایط اولیه ناظر بر برهم کنش معین و رویدادها و پدیده های حاصل از آن مورد بررسی قرار گیرد.

شرایط اولیه، برهم کنش، رویداد

اینکه برهم کنش معین بین دو یا چند جزء از محیط، تحت کدام شرایط و متغیرها شکل می گیرد، می تواند بر سرنوشت بعدی رویداد و همچنین بر شکل و محتوای رویداد و پدیده تأثیری اساسی بگذارد. شرایط اولیه متناظر با متغیرهای محیط است که پیش از رویداد نیز وجود داشته اند.



شرایط و متغیرهای کنترل نشده می تواند منشأ رویدادهایی اتفاقی و مدیریت نشده گردد. در حالی که مدیریت و کنترل متغیرها و شرایط اولیه در قالب تعریف فرایندهای هدفمند، می تواند برهم کنشها را در راستای دستیابی به اهداف تعریف شده هدایت کند

در مدیریت فرایندهاست. در فرایند همین شناخت است که می توان متغیرهای مفید در فرایند را از متغیرهای آسیب، تشخیص داده و تفکیک نمود.

در مدیریت صحیح فرایند تلاش می شود نقش متغیرهای مفید و دارای آثار مثبت تقویت و از تأثیر منفی متغیرهای آسیب کاسته شود. در واقع مدیریت و کنترل متغیرهای اولیه، بخشی از مدیریت کل فرایندی است که زیرسازهای آن را این متغیرها و برهم کنشها تشکیل می دهد.

به بیان دیگر، مدیریت فرایندی که به تولید یک پدیده متفاوت و یا چشم اندازی نو و تجربه نشده می انجامد، نیازمند تعریف عناصر فرایند هم چون: راهبرد اصلی فرایند، متغیرها و شرایط اولیه شکل گیری فرایند، برهم کنش بین عناصر و مدیریت فرایند در راستای دستیابی به اهداف آن است.

کثرت و تنوع از منظر زیبایی شناختی

از منظر زیبایی شناختی، در جهانی با پدیده ها و رویدادهای یکسان شده نمی توان چشم اندازهایی متنوع را مشاهده کرد. آنچه مشاهده می شود رفتارهایی کلیشه ای در قالب رویدادها و پدیده های متعلق به چرخه های نازیبا تکرار خواهد بود. در حالی که منشأ زیبایی ها را باید در آرایه هایی متنوع از عناصر و رویدادها جستجو کرد.

هندسه دنیایی با عناصر و پدیده های متنوع، هندسه تولید قلمروهای زیباست. هندسه ای فراتر از تکرار نازیبا الگوهای کلیشه ای! چنین هندسه ای متکی بر ایجاد آرایه هایی متنوع از عناصر است. آرایه هایی که حاصل تعاملی پیچیده بین متغیرهای اولیه و برهم کنش بین عناصر است. مهم ترین جنبه زیبایی شناختی موضوع مورد بحث این است که از درون قوانین دینامیکی ناظر بر برهم کنش بین عناصر و متغیرهای اولیه، هندسه جهان کثرت یافته شکل می گیرد. در چنین هندسه ای است که با نگاهی دقیق تر می توان نشانه های حضور هر یک از متغیرهای اولیه را در آرایه های متنوع مشاهده کرد. و این همه تنوع و کثرت در شرایطی مشاهده می گردد که بین عناصر و پدیده های این جهان، گونه ای پایدار از انسجام و وحدت یافتگی وجود دارد. به بیان دیگر می توان درک کرد که آفرینش و خلقت هستی از منظر زیبایی شناختی بر مبنای انسجام و وحدت یافتگی ناظر بر کثرت و تنوع پدیده ها و رویدادها، قابل توصیف است.

هر گونه دستکاری در این متغیرها می تواند شرایط اولیه شکل گیری رویداد را دستخوش تغییر اساسی کند به گونه ای که بر فرایندهای بعدی تأثیری تعیین کننده داشته باشد. بنابراین از یک سو با آرایه های متنوع از متغیرهای اولیه مواجهیم و از سوی دیگر با برهم کنشی معین که در کنار آرایه های مختلف از متغیرهای اولیه می تواند رویدادها و پدیده هایی متفاوت را ایجاد کند.

این رویدادهای مختلف می توانند در تعامل با شرایط اولیه، این شرایط را دستخوش تغییر و تحول جدید کنند. شرایط جدید نیز می تواند منشأ فرایندهایی مختلف گردد. از این منظر می توان کنش متقابل بین متغیرهای اولیه و برهم کنش معین در نظر گرفت، که هر کدام می تواند بر دیگری اثری قابل توجه داشته باشد.

به بیان دیگر، برای ایجاد پدیده های متنوع، وجود برهم کنشهای بی شمار ضرورت ندارد. دستکاری و مدیریت متغیرها و شرایط اولیه و تولید آرایه هایی جدید از این متغیرها می تواند برهم کنش معین را در راستا و فرایندی جدید هدایت کند که حاصل آن پدیده ها و رویدادهایی متنوع خواهد بود.

مدیریت متغیرهای اولیه

شرایط و متغیرهای کنترل نشده می تواند منشأ رویدادهایی اتفاقی و مدیریت نشده گردد. در حالی که مدیریت و کنترل متغیرها و شرایط اولیه در قالب تعریف فرایندهای هدفمند، می تواند برهم کنشها را در راستای دستیابی به اهداف تعریف شده هدایت کند. از این منظر، شناخت متغیرهای اساسی و تأثیر گذار بر فرایند حاصل از برهم کنش معین، از اهمیت خاصی برخوردار است. برای مثال حالت های مختلف ارتعاشی یک تار می تواند منشأ تولید گسترده ای از بسامدها باشد. چنین گستره ای از بسامدها متناظر با ایجاد اصوات متنوع خواهد بود؛ تنوع و کثرتی که می تواند حاصل دستکاری و مدیریت متغیرهای اولیه و تأثیر آن بر نقش و جایگاه برهم کنش معین در فرایندهای بعدی باشد.

شناخت متغیرها براساس شناخت ماهیت و تأثیر هر یک از این متغیرها بر فرایند ناشی از برهم کنش معین امکان پذیر است. برخی از متغیرهای اولیه نقش و جایگاه اساسی تری نسبت به سایر متغیرها دارند. تقسیم بندی متغیرها از نظر جایگاه و نقش هر یک در فرایندها، یکی از اساسی ترین اصول



علم بهتر است یا ثروت؟

گزارش از پارک فناوری پردیس

آزیتا سیدفدایی
seiesf@yahoo.com
دانشجوی دکترای آموزش فیزیک



گزارش

اشاره

به منظور آشنا شدن با فعالیت‌های پارک‌های فناوری و اهداف آن‌ها در تاریخ ۹۱/۹/۲۰ مسئولان مجلات رشد برنامه بازدید از پارک فناوری پردیس را برای حدود ۲۰ نفر از دست‌اندرکاران این مجلات فراهم کردند. بر آن شدیم گزارش این بازدید را در مجله رشد آموزش فیزیک بیاوریم تا زمینه‌ای برای آشنا شدن خوانندگان مجله با این مرکز علمی باشد. قبل از گزارش، به معرفی پارک‌های فناوری و اهداف و وظایف آن‌ها می‌پردازیم.

کلیدواژه‌ها: شرکت فن آموز، پارک فناوری پردیس، ترویج علم.

مقدمه

افراد زیادی در پاسخ به این پرسش که «علم بهتر است یا ثروت؟» ناخودآگاه این دو مقوله را در تقابل با یکدیگر قرار می‌دهند. انگار عالم نمی‌تواند ثروتمند باشد! به‌ویژه اینکه دغدغه‌های تحصیلکرده‌های امروزین در تأمین هزینه‌های زندگی بر سردرگمی در پاسخ دادن به این پرسش می‌افزاید.

اما این بار سخن از تحصیلکرده‌ها و مخترعان و نوآوران دانشمندانی است که علم و فناوری‌شان حامی کسب درآمد عالی برای آن‌هاست؛ کسانی که با پشتکار و علم و برنامه‌ریزی، به ارائه خدمات به جامعه می‌پردازند و کسب درآمد خوب یکی از دستاوردهای آنان در این راه است.

افراد بسیاری را می‌توان نام برد که با نبوغ و تحصیلات و پشتکارشان توانسته‌اند از طریق ترویج فناوری‌های نوین در زندگی خود و بشر امروزین تحولی شگرفت به‌وجود آورند. این افراد در کشورهای مختلف، نیاز به برنامه‌ریزی‌های حمایتی و شرایط مناسب به‌منظور بازدهی بهتر کارشان هستند. بر این اساس است که در کشورهای مختلف دنیا، به‌منظور بیشتر کردن ارتباط میان دانشمندان و فناوران و تعامل شرکت‌های فناوری با یکدیگر، دست به تأسیس «شهرک‌های علم و فناوری» می‌زنند و آن‌ها را در مکان‌هایی که دارای بیشترین آرامش و کمترین آلودگی هستند و از لحاظ امنیت و شاهراه ارتباط دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی نیز دارای موقعیت خوبی می‌باشند مستقر می‌سازند.

به‌طور کلی، پارک علم و فناوری مکانی مناسب برای استقرار شرکت‌های مبتنی بر فناوری پیشرفته و وسیله‌ای برای شناسایی متخصصان و دانشمندان و توسعه فعالیت‌های کارآفرینان است. امروزه بیش از ۸۰۰ پارک علم و فناوری در بیش از ۵۵ کشور جهان ایجاد شده است و این روند همچنان در حال افزایش است. بسیاری از پدیده‌های نوظهور فناوری از درون این پارک‌ها سرچشمه گرفته است لذا دولت‌ها می‌کوشند با ایجاد محیطی مناسب در این پارک‌ها شرایط کار و فعالیت را برای شرکت‌های کوچک و متوسط ایجاد و زمینه همکاری با شرکت‌های بین‌المللی مبتنی بر فناوری را فراهم کنند. در ایران تاکنون ۱۶ پارک علم و فناوری احداث و تأسیس شده و این روند رو به رشد است.

پارک فناوری چگونه جایی است؟

پارک یا شهرک فناوری مکانی است که به وسیله متخصصان حرفه‌ای مدیریت می‌شود و هدف اصلی آن مدیریت فرهنگ نوآوری و رقابت در میان شرکت‌ها و مؤسسه‌های حاضر در پاک است. برای دستیابی به این هدف پارک فناوری زمینه رقابت در دانش و فناوری را در میان دانشگاه‌ها، پژوهشگاه‌ها و شرکت‌های خصوصی و بازار فراهم می‌کند.

تعریف واحدی از پارک‌ها یا شهرک‌های علم و فناوری در جهان وجود ندارد و کشورها براساس مقتضیات و نیازهای خود به ایجاد این پارک‌ها اقدام می‌کنند. در کشورهای مختلف اسامی متفاوتی به این گونه مکان‌ها داده‌اند از قبیل مرکز نوآوری، مرکز کارآفرینی، پارک فناوری، پارک علمی، پارک تحقیقاتی، قطب فناوری، شهر علمی - تحقیقاتی، تکنوپولیس، تکنوپل و... برای پارک‌های فناوری اهداف زیر تعریف شده‌اند.

- ارتقا و بهبود فناوری در صنایع
- کاهش زمان مورد نیاز در فرآیند تجاری کردن دستاوردهای پژوهشی، به‌ویژه برای شرکت‌ها و صنایع نوپا و آسیب‌پذیر
- کمک به بسط تخصص‌های بین‌رشته‌ای
- تشویق به ایجاد شرکت‌های کوچک و متوسط متکی بر فناوری‌های پیشرفته.
- ایجاد ارتباط بین صنایع، مؤسسات دولتی، دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی.
- آسان‌سازی همکاری و تشریک مساعی بخش‌های دولتی و خصوصی
- تأسیس مجتمع‌هایی از این دست، نمی‌تواند بدون توجه دقیق به ویژگی‌های بارز نمونه‌های موجود در سطح دنیا انجام گیرد. ویژگی‌های بارز و در عین حال مشترک این گونه مجتمع‌ها (پارک‌ها) به شرح زیر دسته‌بندی شده است:

ویژگی اول: مضمون اصلی فعالیت این پارک‌ها، پژوهش و توسعه در زمینه فناوری‌های نوین است.

ویژگی دوم: پژوهش در این پارک‌ها در راستای رفع نیازهای صنایع مشخص انجام می‌شود. یعنی در این پارک‌ها پژوهش نمی‌کنند که مثلاً به فرمول‌های خاص فیزیک، شیمی یا ریاضیات دست یابند. بلکه پژوهش در جهت حل مشکل خاص و یا تنگناهای علمی موجود در یک صنعت به‌خصوص صورت می‌گیرد. به بیان دیگر، فعالیت‌های این مجتمع‌ها به‌طور مشخص بیشتر رنگ فناوری دارد تا رنگ تحصیلی و علمی.

ویژگی سوم: صنایعی که در این پارک‌ها تأسیس می‌شوند، صنایع سبک هستند. این صنایع، ارزش افزوده بالایی را تولید می‌کنند، فاقد سر و صدا و آلودگی هستند و به محیط زیست آسیب نمی‌رسانند.

ویژگی چهارم: این مجتمع‌ها محل تمرکز مجموعه‌ای

از فعالیت‌های به هم پیوسته‌اند. یعنی فعالیت‌های درون این پارک‌ها با هم رابطه تنگاتنگ دارند و در صورت لزوم می‌توانند به یکدیگر خوراک علمی و پژوهشی بدهند.

ویژگی پنجم: زایش صنعت از صنعت. اینکه یک محقق کارآزموده و آشنا به مسائل عملی و فناوری از یکی از مؤسسات یا شرکت‌های در حال کار در مجتمع، بیرون برود و برای خودش یک شرکت کوچک درست کند و رقیب شرکت مادر شود، یکی از مفیدترین جنبه‌های پارک (مجتمع) علمی است که به ایجاد صنایع جدید و دامن زدن به فضای رقابت و بهبود کیفیت می‌انجامد. چنین پدیده‌ای ارزشی را Spin off می‌گویند و بسیار اتفاق می‌افتد که هدف یک پارک علم و فناوری دامن زدن به همین فضا باشد.

ویژگی ششم: فضای این مجتمع‌ها، پارک‌مانند است با محوطه‌های بسیار زیبا، ساختمان‌ها نیز معمولاً با ارتفاع کم و مجهز به انواع امکانات تفریحی و خدماتی می‌باشند. تراکم ساختمان‌ها نیز کم است.

ویژگی هفتم: این مجتمع‌ها غالباً در ارتباط و با همکاری مستقیم یک یا چند دانشگاه یا مؤسسه فناوری و سرمایه‌گذاری مشترک آن‌ها تأسیس می‌شوند. البته به جای دانشگاه، یک مؤسسه تحقیقاتی بسیار مهم هم می‌تواند این نقش را ایفا کند. به‌علاوه دولت و بخش خصوصی نیز جزو صاحبان اصلی هستند.

ویژگی هشتم: بخش عمده‌ای از واحدهای فعال در پارک‌ها معمولاً کوچک و نوپا هستند و صاحبان آن‌ها را پژوهشگران تشکیل می‌دهند.

ویژگی نهم: افرادی که در این پارک‌ها کار می‌کنند افراد متخصص و ماهری هستند (نظیر مهندسان، دانشمندان، پزشکان و کارشناسان تحقیق و توسعه) که عمدتاً در مشاغل تکنیکی، پژوهشی و مدیریتی ممتاز به کار مشغولند.

پارک فناوری پردیس

پارک فناوری پردیس یکی از پارک‌های فناوری ایران است (تأسیس: سال ۱۳۸۴) که به‌عنوان بهشت فناوری منطقه، با مسئولیت معاونت علمی و فناوری ریاست‌جمهوری در ۲۰ کیلومتری شمال شرق تهران به وسعت ۳۸ هکتار در دو فاز (با افق توسعه تا حدود ۱۰۰۰ هکتار) واقع شده است. پردیس نوآوری (فاز یک) به مساحت ۲۰ هکتار و پردیس دانش (فاز دو) به مساحت ۱۸ هکتار، و پردیس‌های هم‌افزایی، خلاقیت، تحول، توسعه، کارآفرینی، بهره‌وری و... که فضای توسعه آتی پارک را شکل خواهند داد در مراحل بعد قرار دارند.

این پارک در شمال شرقی تهران، در منطقه بومهن احداث



شده و به عنوان نزدیک ترین پارک فناوری به مراکز علمی، سیاسی و اقتصادی کشور، در شاهراه اصلی فیبر نوری جنوب-شمال و مراکز تحقیقاتی و علمی و دانشگاهی معتبر بین المللی موقعیتی ممتاز و منحصر به فرد دارد که در تجاری سازی نتایج تحقیقات و محقق ساختن ارتباط بخش های تحقیقاتی، تولیدی و خدماتی در منطقه خاورمیانه بسیار مؤثر و قادر است زمینه رشد شرکت های مبتنی بر دانش و نوآوری را از طریق ارائه خدمات فراهم آورد. این پارک در مقایسه با سایر پارک ها و قطب های تحقیقاتی- پژوهشی منطقه دارای مزیت های نسبی و قانونی بیشتری برای تبدیل شدن به یک منطقه بزرگ فعالیت های اقتصادی و تحقیقاتی و علمی است و زمینه های لازم برای پیوند با بازارهای بالفعل و بالقوه جهان و گسترش آن از طریق فن بازار بین المللی کشور را در خود

دارد. امروزه پارک فناوری پردیس فرصت های جذب دانش فنی نوین و سرمایه گذاری مناسب را فراهم نموده است. این پارک در مرکز تلاقی ارتباطات مراکز تحقیقاتی، علمی و دانشگاه های معتبر (و نزدیکی به دو منطقه صنعتی خرمدشت و فیروزکوه با امکانات ویژه جهت تولید صنعتی) قرار دارد. وجود نیروی انسانی متخصص ارزان و فراوان، محیطی مناسب برای استقرار و حضور شرکت های فناوری کوچک و متوسط، واحدهای تحقیق و توسعه صنایع و مؤسسات پژوهشی و تحقیقاتی به آن اهمیت ویژه ای داده است.

اهداف و برنامه های کلی پارک فناوری پردیس

این اهداف و برنامه های کلی عبارت اند از:

- تجاری سازی نتایج تحقیقات و تحقق ارتباط بخش های تحقیقاتی و تولیدی و خدماتی کشور، به منظور رشد و توسعه اقتصادی و فنی، افزایش فرصت های شغلی تخصصی، جذب و توسعه فناوری، ایده پردازی، بالا بردن سطح مهارت های مدیریتی، ارتقای کیفیت تولیدات داخلی و افزایش توان صادراتی کشور در امور خدماتی، تحقیقاتی و تولیدی مبتنی بر فناوری پیشرفته،
- تسریع روند تبادل دانش فنی و فناوری های نوین و برتر بین داخل و خارج کشور،
- حمایت از توسعه شرکت های کوچک و متوسط فناور و نوآور با هدف توسعه صنایع نوین و کارآفرینی،
- حمایت از همکاری های بین المللی و استفاده از

تجربه های جهانی، به منظور زمینه سازی جهت حضور مؤثر شرکت ها در بازارهای جهانی،

- ارائه تسهیلات ویژه و خاص جهت کاهش هزینه های تحقیق و توسعه به منظور تسریع روند ورود فناوری های تولید شده به بازارهای رقابتی جهان،

- ایجاد فرصت های علمی و تحقیقاتی و پژوهشی در نانوفناوری، فناوری زیستی، فناوری اطلاعات،

- جذب سرمایه های خارجی و تجهیز سرمایه های داخلی به منظور جذب و تولید دانش و فناوری های نوین،

- فراهم آوردن فضای مناسب جهت شناسایی و اطلاع رسانی توانمندی های فناورانه کشور از طریق فن بازار،

- تحقق ارتباط صنعت و دانشگاه به منظور ارتقای سطح فناوری و بهره گیری از پتانسیل های موجود در دانشگاه ها،

- انجام مطالعات امکان سنجی فنی اقتصادی طرح های منتخب با استفاده از توان فنی شرکت های مهندسی و مراکز تحقیقاتی داخلی و خارجی و معرفی طرح های اقتصادی به متقاضیان اجرای طرح ها،

- کمک به همیاری در تأمین سرمایه ارزی و ریالی طرح ها از طریق استفاده از حساب ذخیره ارزی، وام بانک های داخلی و خارجی و دیگر منابع اعتباری ممکن،

- ایجاد ارزش افزوده بیشتر در فرآیندهای تولیدی مبتنی بر فناوری،

- بهره گیری مطلوب و استفاده از تمامی پتانسیل های موجود در دستگاه های دولتی، عمومی و خصوصی کشور جهت کمک به شرکت های فناور به منظور توسعه و دستیابی

افرادی که در این پارک ها کار می کنند افراد متخصص و ماهر هستند (نظیر مهندسان، دانشمندان، پزشکان و کارشناسان تحقیق و توسعه) که عمدتاً در مشاغل فنی، پژوهشی و مدیریتی ممتاز به کار مشغول اند



در پارک پرداخت. دانستیم که برخی از شرکت‌های خلاق در زمینه نوآوری‌های آموزشی نیز در این پارک عضو هستند و عرصه برای این‌گونه فعالیت‌ها نیز باز است. به‌عنوان مثال با آقای محسنی مسئول «وب سایت آموزشی چیستا» که یکی از شرکت‌های مستقر در مرکز رشد فناوری نخبگان در پارک فناوری است آشنا شدیم. او در زمینه فعالیت‌های این مجموعه و معرفی وب‌سایت چیستا سخنرانی کرد. گردآوری مجموعه‌ای از شبیه‌سازی‌ها و فیلم‌های آموزشی و کتاب‌های الکترونیکی می‌تواند تأثیر مهمی در آموزش داشته باشد. ایشان با تأکید بر رایگان و در دسترس بودن این مجموعه از طریق اینترنت به نقطه

قوت این‌گونه فعالیت‌های غنی‌سازی سایت‌های اینترنتی اشاره کرد و بر اهمیت نقش حمایت‌های دولتی و بخش خصوصی در همگانی کردن آموزش‌های مجازی تأکید کرد.

سپس آقای فریپور مسئول «شرکت فن‌آموز و سراج» به معرفی فعالیت‌هایی در زمینه نمایش‌ها و آزمایش‌های فیزیک و طراحی وسایل ساخته شده در ایران به‌دست جوانان ایرانی پرداخت. او در زمینه آشنا کردن دانش‌آموزان و معلمان به فعالیت‌های آزمایشگاهی و تشویق آنان به استفاده از آزمایش‌های فیزیک فعالیت می‌کند. از جمله فعالیت‌های دیگر ایشان برگزاری «شب علم» در پارک‌های فن‌آموز در استان‌های مختلف کشور است. آموزش معلمان و اهدای مجموعه‌های آموزشی ساخت ایران (که نمادی از توانایی ایرانیان در عرصه فناوری است) در هفته ترویج علم از دیگر فعالیت‌های شرکت سراج است.

پس از آن وارد فضای پارک شدیم و با گستره عظیمی از شرکت‌هایی که هر یک در ساختمان‌هایی نو و لوکس با فاصله دور از یکدیگر قرار داشتند مواجه شدیم. یکی از ویژگی‌های این پارک فضای باز و طراحی‌ها و خیابان‌بندی‌های زیبای آن است. فعالیت‌های ساخت‌وساز شرکت‌ها حکایت از تداوم کار برای داوطلبان فعالیت در پارک است. از شرکت‌های مختلفی بازدید کردیم. بازدیدمان با حضور در محل شرکت‌هایی که در زمینه‌های مختلف از جمله طراحی و ساخت سرعت سنج‌های اتومبیل، ابزار تشخیص بیماری قلبی در کودکان، پالاینده‌های آلودگی محیط زیست و کنتورهای دیجیتالی برق و... ادامه یافت. لازم به ذکر است که تولید انبوه این نمونه‌ها در کشور

به بازارهای جهانی،

- برنامه‌ریزی و تدارک لازم برای انجام ملاقات‌ها و برگزاری جلسات با مراکز تحقیقاتی علمی و دانشگاهی و سازمان‌ها و مؤسسات مختلف صنعتی و تولیدی،

- فراهم آوردن زمینه‌های لازم جهت آشنایی صاحبان ایده و فناوری با سرمایه‌گذاران برای تسهیل نمودن روند تجاری‌سازی نتایج تحقیقات از طریق فن‌بازار،

- ایجاد ارتباط مستقیم و تنگاتنگ با دیگر پارک‌های فناوری دنیا،

- فراهم کردن بسترهای لازم جهت تبادل فناوری، مانند تدوین نظام‌های ارزش‌گذاری فناوری، استانداردسازی، ارائه خدمات مشاوره درخصوص مالکیت فکری، تدوین دانش فنی، تأمین مالی،

- ارتقای فرهنگ نوآوری و رقابت سازنده میان شرکت‌های حاضر در پارک و مؤسسه‌های مبتنی بر علم و دانش،

- فراهم نمودن زمینه رشد شرکت‌های نوپا متکی بر نوآوری از طریق مراکز رشد.

درون پارک چه گذشت؟

مشتاق این بودیم که زودتر وارد پارک شده و با فعالیت‌های مختلف بخش‌های آن آشنا شویم.

در بدو ورود به پارک در سالن اجتماعات حاضر شدیم. مسئول روابط عمومی پارک در مورد اهداف پارک‌های فناوری و به‌ویژه پارک فناوری پردیس توضیحاتی داد و به معرفی امکانات موجود

فراهم آوردن بسترهای لازم جهت تبادل فناوری، مانند تدوین نظام‌های ارزش‌گذاری فناوری، استانداردسازی، ارائه خدمات مشاوره درخصوص مالکیت فکری، تدوین دانش فنی، تأمین مالی از اهداف پردیس است

منتهی به صرفه‌جویی در اقتصاد و خودکفایی در این زمینه شده است. در این بازدید دانستیم که پارک فناوری جایگاه رشد نوآوری‌هایی مانند ابزار تشخیص بیماری قلبی در کودکان است که برای اولین بار در ایران اختراع شده و دارای شماره ثبت بین‌المللی است. در ادامه با حضور در سالن اجتماعات پارک با یکی دیگر از شرکت‌هایی که در مرکز رشد مستقر بود آشنا شدیم. این شرکت در زمینه بارگذاری همزمان صدا از طریق اینترنت فعالیت می‌کند. از دیگر برنامه‌های بازدید مشاهده بخش موزه علم در پارک بود که در آن، تعدادی از شرکت‌های مستقر در پارک وسایل و اختراعات خود را در معرض نمایش گذاشته بودند.

بررسی‌ها نشان داده است که، بسیاری از نوآوری‌های تأثیرگذار در دهه‌های اخیر نه در شرکت‌های بزرگ، که در شرکت‌های کوچک و گاه متوسط ایجاد شده‌اند. این گونه شرکت‌ها همچنین به‌عنوان مؤثرترین سازوکار توسعه فرصت‌های شغلی در اقتصادهای رو به پیشرفت شناخته شده‌اند. تجربیات موجود در کشورهای صنعتی و تازه صنعتی‌شده به روشنی نشان داده است که تجمع این گونه شرکت‌ها در پایگاه‌هایی به نام پارک فناوری، نه تنها پشتیبانی عمومی آن‌ها را تسهیل می‌کند، بلکه از اجتماع آن‌ها موجودیت نوینی شکل می‌گیرد که توانمندی آن به مراتب بیش از جمع جبری توانمندی‌های تک‌تک این شرکت‌هاست. این توانمندی اضافی، نتیجه «هم‌افزایی» ناشی از مبادله مؤثر اطلاعات، همکاری و هم‌کوشی، و بهره‌برداری از تسهیلات مشترک است.

در این بازدید با راه‌های میانبر خدمت بیشتر به جامعه با تأکید بر حمایت‌های دولت با استفاده از فناوری آشنا شدیم و به دیدگاه‌های نوینی در ارتباط با علم و فناوری و صنعت و تجارت و... رسیدیم.

امیدواریم این گزارش زمینه‌های آشنایی معلمان با پارک‌های فناوری در سراسر کشور (هم‌اکنون این پارک‌ها در برخی از استان‌ها راه‌اندازی شده‌اند) را فراهم آورد.

فضاهای طراحی شده در طرح جامع پارک فناوری پردیس: مساحت زمین پارک ۳۸ هکتار است. هم‌اکنون طراحی پردیس نوآوری به مساحت ۲۰ هکتار به اتمام رسیده و پروژه طراحی شهری جهت دستیابی به استانداردهای بالاتر شهری در حال اتمام است. همچنین به‌زودی عملیات آماده‌سازی پردیس دانش به مساحت ۱۸ هکتار شروع خواهد شد. اجزای فیزیکی پردیس نوآوری شامل بخش‌های زیر است:

● **منطقه شرکت‌ها:** این بخش که در زمینی به مساحت

حدود ۱۴ هکتار استقرار یافته، به دفتر تحقیق و توسعه شرکت‌ها اختصاص دارد. براساس برنامه‌ریزی انجام شده منطقه شرکت‌ها به پنج گروه: ۱. الکترونیک و انفورماتیک، ۲. مکانیک و اتوماسیون، ۳. مواد جدید، ۴. شیمی و دارویی و ۵. بیوتکنولوژی تقسیم‌بندی شده است.

● **ساختمان مدیریتی پارک و خدمات تخصصی:** این بخش شامل مجموعه اداری و مدیریتی پارک بوده و مراکز خدمات تخصصی زیر را شامل می‌شود: مرکز اینترنت و اطلاع‌رسانی، سالن کنفرانس، سالن نمایشگاه، کلاس‌های آموزشی و اتاق جلسات، بنگاه‌های کارگزاری، بنگاه‌های مشاوره‌ای و خدماتی.

● **ساختمان خدمات عمومی و شهری:** این ساختمان شامل خدمات عمومی و شهری شامل میهمان‌سرا، رستوران، فروشگاه‌های مواد غذایی، آژانس حمل‌ونقل، کپی، تکثیر و صحافی، امکانات ورزشی و تفریحی، مرکز بهداشتی، فروشگاه‌ها و مراکز کارگزار خدمات عمومی، مسجد و در صورت نیاز مهدکودک و... است.

● **ساختمان مرکز رشد:** این ساختمان‌ها جهت شرکت‌های نوپا و شرکت‌هایی که توان ساختمان‌سازی ندارند در نظر گرفته شده است.

● **مراکز تحقیقاتی و آزمایشگاه‌های مشترک:** در این بخش آزمایشگاه‌ها، کارگاه‌های نمونه‌سازی و دستگاه‌هایی که مورد نیاز بخش قابل توجهی از شرکت‌ها می‌باشد ایجاد خواهد شد.

● **ساختمان‌های استیجاری مستقل:** نظر به اهمیت ارتباط با شرکت‌های دارای فناوری نوین در جهان و همراهی با آنان در توسعه فناوری و اتصال به بازارهای جهانی برای شرکت‌های ایرانی، در این بخش که جزئی از منطقه شرکت‌هاست، ساختمان‌ها را در اختیار مؤسسات و شرکت‌های واجد شرایط قرار می‌دهند.

طرح نصب تندیس شخصیت‌های برتر علمی و فناوری در «بوستان دانشمندان» پارک فناوری پردیس، پروژه‌ای است که به‌منظور ارج نهادن به زحمات و تلاش‌های دانشمندان مطرح ایران و جهان در حوزه‌های مختلف علوم و فناوری از سال ۱۳۸۶ شروع شده و در حال انجام است.

براساس این طرح، تندیس‌های دانشمندان و محققان علوم مختلف از هر یک از کشورهای جهان، در زمان گذشته و یا حال که در راستای خدمت به بشریت تلاش نموده و توانسته‌اند در پیشبرد علم، گامی مهم بردارند در محل بوستان دانشمندان پارک نصب و پرده‌برداری می‌شود.

بررسی‌ها نشان داده است که، بسیاری از نوآوری‌های تأثیرگذار در دهه‌های اخیر نه در شرکت‌های بزرگ، که در شرکت‌های کوچک و گاه متوسط ایجاد شده‌اند

منابع

۱. وبگاه پارک فناوری پردیس: www.techpark.ir
۲. انجمن علمی پارک‌های علم و فناوری و مراکز رشد ایران: www.stpia.ir
۳. خبرنامه پارک فناوری پردیس، سال نهم شماره ۲۷، پاییز ۱۳۹۱





دربارهٔ تعریف جرم

یوجین هکت
ترجمهٔ احمد توحیدی

مانند نظریهٔ نسبیت، کرومو دینامیک کوانتومی (QCD) و نظریهٔ پیمانه‌ای برهم‌کنش قوی کنیم. معمولاً وقتی که تعریف‌های جرم به‌عنوان مقدار ماده ارائه می‌شوند، با «مقدار جنس» ارتباط پیدا می‌کنند. اما چون طبق نظریهٔ نسبیت وقتی گلولهٔ توپ گرم شد و انرژی سکون و در نتیجه جرم به‌دست می‌آورد، این رهیافت آشکارا مسئله‌ساز است. تعداد یکسان از اتم‌های یکسان، اکنون که با سرعت بیشتری حرکت می‌کنند، جرم بیشتری دارند. چنانکه خواهیم دید بیشتر جرم مادهٔ معمولی در عالم از انرژی محصورشدگی کوارک‌ها به‌دست می‌آید، پدیده‌ای که اغلب آن را با بی‌خیالی «جرم بدون جرم» می‌نامند. یعنی جرم «مقدار ماده» نیست، اگرچه بدون شک دارای نوعی رابطه با آن است.

دومین تعریف دقیق‌تر که اغلب در کتاب‌ها و کلاس‌های درس بی‌شمار وجود دارد مبنی بر ایدهٔ لختی. جرم یک جسم معیار و باعث ایجاد مقاومت در برابر تغییر حرکت جسم است؛ رابطه $F=ma$ ، پیشینهٔ تجربی پرباری دارد و احتمالاً ایدهٔ سنتی «لختی» را کمی می‌سازد. اما، عبارت دقیق قانون دوم نیوتون برحسب آهنگ تغییر تکانه یعنی $\frac{dp}{dt} = F$ است نه $F=ma$. رابطهٔ اخیر تقریب سرعت کم است و به‌طور کلی m ضریب تناسب میان F و a نیست. این دو کمیت برداری شاید حتی موازی هم نباشند. از نسبیت می‌دانیم که رابطهٔ بین F و a در واقع به جهت F نسبت به v بستگی دارد، و بردار سرعت جهت خاصی را در فضای همسانگرد مشخص می‌کند. شتاب گرفتن الزاماً در امتداد خط اثر نیرو صورت نمی‌گیرد. وقتی که F و v بر عمودند، $\frac{dp}{dt} = \gamma \frac{d}{dt}(mv)$ و وقتی F و v موازی‌اند، $\frac{dp}{dt} = \gamma^3 \frac{d}{dt}(mv)$ ، در اینجا $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$ و $\gamma = 1$ است. اگر هنوز کسی بر تعریف «لختی» یا (ml) در روش کلاسیک معمول با $F=ma$ تأکید داشته باشد، m در مقایسه با m که کمیت اسکالر است باید تانسور مرتبه دو باشد. این مقایسه بدین معنا نیست که مفاهیم لختی و جرم با یکدیگر ارتباطی ندارند، آن‌ها قطعاً به هم وابسته‌اند. بلکه بدان معناست که رابطهٔ ساده تعریف سراسری

مفهوم جرم با آنکه موضوعی اساسی برای هر گونه پیشرفتی در آموزش فیزیک است، هنوز به‌خوبی درک نشده است. در عمل معلوم شده است تعریف درست جرم از آنچه در کتاب‌های درسی کنونی نوشته شده است و ما پذیرفته‌ایم بسیار ابهام‌آمیزتر است؛ از این روست که هنوز هم بحث دربارهٔ چیستی جرم در همهٔ حوزه‌های پژوهشی فیزیک با شدت ادامه دارد. بیشتر شور و هیجانی که فضای برخورد دهندهٔ هادرونی را در سرن فراگرفته، با کشف سازوکار مسئول جرم‌های ذرات بنیادی ارتباط دارد.

این مقاله نخست تعریف‌های اصلی جرم را به‌طور مختصر بررسی می‌کند و به نارسایی آن‌ها می‌پردازد. سپس با بهره‌گیری از نظریهٔ نسبیت برای جرم تعریفی مفهومی - برای جلب توجه جامعه فیزیکدان‌ها - ارائه می‌دهد که بر پایه مفهوم بنیادی‌تر انرژی قرار دارد، از این رو بنیادی‌تر که هر چیزی که جرم داشته باشد انرژی هم دارد، اما شاید هر چیزی که انرژی دارد جرم نداشته باشد.

کلیدواژه‌ها: جرم، تعریف جرم، انرژی

تعریف‌های معمولی

معمولاً برای تعریف جرم سه رهیافت متداول وجود داشته است: ۱. به‌عنوان مقدار ماده، ۲. به‌عنوان چیزی که در مقابل تغییرات حرکت مقاومت می‌کند و ۳. به‌عنوان آنچه باعث برهم‌کنش گرانشی است. اولین رهیافت مربوط به قرون وسطی، در حکمت و آثار هنری آشکار شده است. دومین تعریف، به زمان کپلر (۱۶۱۸ م)، دینامیک نیوتونی و کمی پس از آن، در رابطه $F=ma$ ، برمی‌گردد. سومین تعریف، به‌تدریج از قانون گرانش عمومی، $\frac{dp}{dt} = F$ شکل گرفته است. نوشته‌ها دربارهٔ نارسایی رهیافت‌ها بحث کرده‌اند و ما در اینجا آن‌ها را به اختصار بررسی می‌کنیم. بیشتر مشکلات مفهومی وقتی به‌وجود می‌آید که بخواهیم این تعریف‌های کلاسیک را وارد بافت فیزیک معاصر

از جرم ارائه نمی‌دهد.

فرض کنید فضایی موتور پرتاب با پیش رانش ثابت خود را روشن کند، مادام که فضایما در جهت سرعت شتاب می‌گیرد، سرعتش افزایش پیدا می‌کند، γ افزایش می‌یابد و اگرچه F و m ثابت باشند، شتاب a پیوسته کاهش می‌یابد تا v هرگز به سرعت نور c نرسد. برعکس، اگر a باید ثابت بماند، F با افزایش v افزایش می‌یابد، فقط وقتی $v \approx 0$ و $\gamma = 1$ است. $\frac{d\gamma}{dv} = \frac{1}{c^2} \frac{v}{1 - \frac{v^2}{c^2}}$

خواهد شد. افزایش اندازه سرعت یک جسم در حالی که جرمش ثابت است، به واسطه سرشت فضا - زمان (یعنی اتساع زمان)، حفظ شتاب را مشکل و مشکل‌تر می‌سازد، در نتیجه «لختی» جسم افزایش می‌یابد. به عبارت دیگر، با تغییر جرم یک دستگاه لختی آن را تغییر می‌دهید، اما لختی دستگاهی که به‌طور خطی شتاب می‌گیرد حتی در صورت ثابت ماندن جرم تغییر می‌کند. چنان‌که اینشتین و اینفیلد^۱ گفته‌اند «اگر دو جسم جرم سکون یکسانی داشته باشند، آن‌که انرژی جنبشی بیشتری دارد در مقابل نیروی خارجی مقاومت بیشتری از خود نشان می‌دهد.» ظاهراً جرم و لختی کاملاً شبیه یکدیگر نیستند.

سومین رهیافت، اگرچه متداول، اما کمتر طرف توجه است، و با رابطه $\frac{dE}{dv} = \frac{1}{v} \frac{dE}{d\gamma} \frac{d\gamma}{dv}$ بیان می‌شود و طبق آن جرم باعث برهم کنش گرانشی می‌شود. اما قانون گرانش نیوتون با نسبیت عام جایگزین شده است. از چشم‌انداز دوم آنچه گرانی را مشخص می‌کند تا نسور انرژی - تکانه است (یا تنش - انرژی). یک جسم متحرک در فضا - زمانی حرکت می‌کند که با حضور ماده خمیده شده است. حرکت آزاد آن در امتداد خط ژئودزیک و متناظر با مستقیم‌ترین مسیر ممکن است، مسیری که خمیدگی فضا - زمان را دنبال می‌کند. جسم صرفاً در فضا به نرمی حرکت می‌کند و آنجا چیزی به‌عنوان میدان گرانشی وجود ندارد.

بر پایه نظریه جان ا. ویلر «توزیع‌های جرم - انرژی و جریان‌ها بر میدان گرانشی تأثیر می‌گذارند.» همچون پیش، جرم مشارکت خود را دارد، البته نه از طریق نیرو. جرم نقش مهمی ایفا می‌کند که البته به سادگی چیزی که در قانون نیوتون انجام می‌دهد نیست. از سوی دیگر گرانی کوانتومی، نیروی گرانشی را با مبادله گراویتون‌ها به وضع اول برمی‌گرداند، اگرچه هنوز نظریه کلی و دقیقی از چگونگی به وقوع پیوستن آن وجود ندارد و هیچ شاهد سراسری برای انجام این کار وجود ندارد. همه این مشکلات مانع از فرمول‌بندی تعریف دقیق جرم مبنای برهم کنش گرانشی می‌شود.

جرم برحسب انرژی

پیش از آنکه از رابطه $E=mc^2$ استفاده کنیم، باید موضوعی وابسته به آن را سر و سامان دهیم. این رابطه می‌تواند همراه‌کننده باشد. همچون همیشه E انرژی کل دستگاه

$\frac{1}{2} \left(\frac{v}{c} \right)^2 = \frac{1}{2} \left(\frac{v}{c} \right)^2$ جرم نسبیتی آن است. تعبیر این رابطه کاملاً مشکل‌آفرین است. اینشتین خودش هرگز از «جرم نسبیتی» در هیچ یک از آثارش استفاده نکرد. در فرمول‌بندی نسبیتی اینشتین که به کار می‌بریم، جرم m مستقل از سرعت و بنابراین ناورداست (یعنی، برای همه ناظران لخت یکسان است، «ناوردا» به معنای تغییرناپذیر یا ثابت نیست). به علاوه، $E=mc^2$ که در آن انرژی سکون (انرژی دستگاه که ناظر همراه آن اندازه می‌گیرد) است. وقتی دستگاه به‌طور کلی حرکت می‌کند به طوری که انرژی جنبشی انتقالی (KE) باشد. $E=E_0+KE$ و $E \neq E_0$ و E_0 و m هر دو ناوردا هستند. از سوی دیگر، نه KE و نه $E=\gamma mc^2$ ناوردا نیستند.

برای مشاهده مفاهیم گسترده معادله $E_0=mc^2$ در بحث مورد نظر ما با توجه به ماهیت جرم، یک پروتون را در نظر بگیرید. پروتون از سه کوارک تقریباً بدون جرم (شواهد دال بر آن است که جرم کوارک‌های بالا و پایین تقریباً $\frac{1}{3}$ و $\frac{2}{3}$ از $\frac{1}{18}$ است.) تشکیل شده است که گلوئون‌های بدون جرم مبادله می‌کنند. اما ابر پرهیاهوی برهم‌کنش‌های پیچیده، جرم قابل توجه حدود $\frac{938}{27} \frac{1}{18}$ را نشان می‌دهد که اکنون آن را به برهم کنش داخلی (از طریق QCD) پروتون نسبت می‌دهند که مربوط به انرژی محصورشدگی کوارک‌ها است. همین موضوع درمورد نوترون نیز صدق می‌کند. محاسبه‌های استثنایی (نوامبر ۲۰۰۸) با استفاده از روشی به نام شبکه QCD جرم نوکلئون‌ها و چند هادرون سبک را با تقریب ۴ درصد پیش‌بینی می‌کند.

چون جرم ماده اتمی معمولی - درختان، هواپیماها و انسان‌ها - اساساً جرم نوکلئون‌هاست و عمدتاً از برهم‌کنش‌هایی به‌دست می‌آید که منشأ آن‌ها به انرژی سکون و در نتیجه جرم است، بنابراین جرم کیلوگرم استاندارد بیشتر از انرژی محصورشدگی کوارک‌ها می‌شود. یا چنان‌که فرانک ویلچر در سخنرانی «آزادی مجانبی: از معما تا الگو» هنگام دریافت جایزه نوبل فیزیک ۲۰۰۴ بیان کرد «بیشتر جرم ماده معمولی ۹۰ درصد یا بیشتر - ناشی از انرژی ناب $\frac{1}{2} = \frac{1}{2}$ است.» او تأکید کرد «قانون اینشتین امکان توضیح جرم برحسب انرژی را مطرح می‌کند؛ این کار صحیحی است زیرا در فیزیک جدید مفهوم انرژی بنیادی‌تر از جرم است.»

دو معادله اساسی دینامیک نسبیتی عبارت‌اند از:

$$\mathbf{p} = \gamma m \mathbf{v} \quad (1)$$

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

در اینجا v بردار سرعت است که می‌تواند اطلاعات زیادی

دربارهٔ جرم در اختیار بگذارد. با بازآرایی رابطه (۱) عبارتی برای جرم ذره به دست می آید.

$$m = \frac{(\sum p^2 - \sum x^2)^{\frac{1}{2}}}{c^2} \quad (3)$$

توجه کنید برای یک تک فوتون $E=hc\nu$ و $m=0$ است. برای فرمول بندی معادله ای برای جرم ناوردا m دستگاهی از ذرات (مثلاً، هسته اتم یا یک گاو) از جمع پذیری انرژی و تکانه استفاده می کنیم. بنابراین، i امین ذره را در نظر بگیرید که دارای انرژی E_i و تکانه p_i است. فرض کنید انرژی و تکانه کل دستگاه به ترتیب

$$E = \sum E_i \quad \text{و} \quad p = \sum p_i \quad (4)$$

باشد. در اینجا تکانه دستگاه به طور کلی جمع برداری تک تک از اجزای سازنده دستگاه است. با توجه به روابط (۳) و (۴) و جمع بندی همهٔ موجوداتی که دستگاه را ساخته اند، جرم کل (که جمع پذیر نیست) برابر است با

$$M = \frac{(\sum p^2 - \sum x^2)^{\frac{1}{2}}}{c^2} \quad (5)$$

شکل رابطه بالا با رابطه (۱) جور درمی آید، اگرچه معنای هر یک از اجزای آن متفاوت است. ذراتی که جرم دارند (مانند پروتون) ناگزیر می توانند در حالت سکون وجود داشته باشند، و ذرات دیگری که بدون جرم هستند (مانند فوتون) نمی توانند در حالت سکون وجود داشته باشند. بنابراین، ایده های «جرم» و «سکون» به یکدیگر وابسته اند. برای دستگاهی که جرم دارد، می توان چارچوب مرجع مناسبی یافت که در آن برآیند بردار تکانه اجزای سازنده دستگاه صفر باشد. می گوئیم دستگاه از منظر آن چارچوب در حال سکون است. چون $E_0 = Mc^2$, $KE = E - Mc^2$, $E = E_0 + KE$ و رابطه (۵) خواهیم داشت:

$$M^2 c^4 = (\sum p^2 c^2 + \sum x^2 c^2) - (\sum E_i)^2 \quad (6)$$

یک دستگاه می تواند منقبض یا منبسط شود، یا اجزای آن به طور کاتوره ای به هر طرف حرکت کنند و با این حال هنوز هم می تواند در حالت سکون باشد. جعبه ای را در نظر بگیرید که محتوی گاز و در حال سکون است، اگر تکانه خالص دستگاه صفر باشد، با توجه به رابطه (۶) انرژی جنبشی انتقالی آن KE به طور کلی صفر و انرژی سکون خالص کل دستگاه $E = E_0$ می شود. در اینجا E_0 انرژی سکون خالص کل دستگاه یعنی مجموع انرژی های سکون هر یک از اجزای تشکیل دهنده دستگاه، به علاوه انرژی جنبشی داخلی هر یک از آن ها، به اضافه انرژی های پتانسیل هر یک به واسطهٔ برهم کنش های متقابل است. با توجه

به معادله (۵) و با شرط $P=0$ جرم خالص دستگاه $M = \frac{E_0}{c^2}$ است. چون انرژی سکون به طور کلی فقط مجموع انرژی های

سکون تک تک بخش ها نیست، پس **جرم جمع پذیر نیست**. جرم دستگاهی از اجسام دارای جرم فقط در صورتی برابر مجموع هر یک از جرم هاست که همهٔ آن ها نسبت به یکدیگر در حال سکون باشند و با هم برهم کنش نکنند. هنوز، **جرم ناورداست**، و جرم که در چارچوبی با تکانه صفر تعیین می شود، جرم آن در هر دستگاه مرجع لخت دیگر است.

انرژی فوتون کاملاً جنبشی است، $E=pc$ ، هیچ چارچوبی با تکانه صفر برای یک فوتون منفرد وجود ندارد. این موضوع برای باریکه ای موازی از فوتون ها که جرم خالص آن ها صفر است هم صدق می کند. افشانه ای از فوتون های با انرژی مساوی که به طور همسانگرد از یک منبع نقطه ای ساکن خارج می شوند دارای چارچوبی با تکانه صفر است که به صورت ثابت در مرکز منبع قرار دارد. به طور کلی ابر در حال انبساط فوتون های بدون جرم، انرژی سکون خالص و جرم خالص دارند. این موضوع برای یک فوتون «گاز» در یک اجاق ساکن که به طور کج و معوجی در امتدادهای مختلف حرکت می کند نیز صادق است و یک چارچوب با تکانه صفر را نشان می دهد.

نیرو، انرژی، ماده و جرم

در بنیادی ترین سطح با ماده، برهم کنش و تغییر سروکار داریم. همهٔ ماده برهم کنش می کند و در نتیجه آن برهم کنش تغییر قابل مشاهده است. اگر ماده برهم کنش نکند، هیچ راهی برای آگاهی از وجود آن در اختیار نداریم. یک نمونه از ماده را به کمک شدت برهم کنش هایش از دیگری تشخیص می دهیم. چهار نیروی بنیادی با تغییرات مشاهده پذیری که تولید می کنند شناخته می شوند. گرانی را «نمی بینیم»، بلکه اجسامی را مشاهده می کنیم که فرو می افتند. برای درک دنیای تجربی، برهم کنش های بنیادی را با آن جهان مربوط می کنیم، کمیت هایی به نام «ویژگی های ماده» ابداع می کنیم که مشاهده پذیرند و یا دست کم می شود آن ها را به آسانی از مشاهده پذیرها به دست می آورد. مقدار ماده را می توان از آثار قابل مشاهده برهم کنش های مختلف آن دریافت. این رفتار (تغییرات و مقاومت در برابر تغییرات) با ویژگی های بنیادی ماده (جرم، بار، اسپین، و غیره) در ارتباط است. اگر برهم کنش ها نباشند، ویژگی ها هم وجود ندارد و اگر ویژگی ها نباشند موجودیت فیزیکی آشکار نمی شود. بنابراین، منطقی است فرض کنیم از ویژگی های هر موجود مشخصاتی است که از برهم کنش های داخلی و با بیرونی آن به دست می آید.

نیرو عامل تغییر است، یعنی عاملی است که باعث تغییر، یعنی تغییر مکان با غلبه بر یک برهم کنش، تغییر حرکت و یا تبدیل (مثلاً، تبدیل یک کوارک به کوارک دیگر) می شود. انرژی معیار تغییر است. معمولاً به فرایندهایی سروکار داریم که در دستگاه های موجود روی می دهند و با افزودن یا گرفتن انرژی

همراه هستند. برای مثال، انرژی یک فوتون با مشاهده تغییر یک مشاهده‌پذیر هنگام جذب آن نمایان می‌شود. چون انرژی پایسته است، بنابراین انرژی با تغییری که روی داده یا در شرف روی دادن است ارتباط دارد. در این مورد با این واقعیت روبه‌رو می‌شویم که انرژی و زمان متغیرهای مزدوج هستند (که برای مثال، با استفاده از اصل عدم قطعیت شاهد آن هستیم).

افزایش یا کاهش انرژی یک دستگاه معیار تغییر حالت (به هر شکل که روی دهد) آن بر اثر یک یا همهٔ برهم‌کنش‌هایی است که در معرض آن‌ها قرار می‌گیرد. به‌صورت فعال‌تر می‌توان گفت: **انرژی معیار توانایی یک دستگاه برای به‌وجود آمدن تغییر است.** هر ماده، چه یک ذرهٔ بنیادی باشد یا دستگاه مرکب، دارای انرژی است. تغییر انرژی یک دستگاه ظرفیت آن دستگاه قرار گرفتن در معرض یک تغییر خودساخته است.

برای مثال، اگر یک فنر کشیده شده اندکی جمع شود، در آینده انرژی جنبشی کمتری به گلولهٔ منتظر ماشین‌بازی Pin Ball می‌دهد و در نتیجه تغییر سرعت کمتری تولید می‌کند. ماده به شکل «ذرات» ظاهر می‌شود و ذرات هر کدام ویژگی‌های فیزیکی گوناگونی (مانند جرم، طول عمر، طول موج، انرژی، بار و غیره) از خود نشان می‌دهند. همراه با شرودینگر، بورن، دوبروی، پاولی و دیگران، فوتون‌ها را گذراترین شکل ماده در نظر می‌گیریم. بنابراین دو نوع ماده مختلف را مشاهده می‌کنیم، ماده‌ای که می‌تواند در حال سکون وجود داشته باشد و ماده‌ای که فقط در حال حرکت وجود دارد.

بنابراین، در این بحث صرفاً می‌گوییم که ماده چیزی است که ویژگی‌های فیزیکی قابل اندازه‌گیری دارد و یا هم ارز آن **ماده چیزی است که برهم‌کنش می‌کند.** برخی از ویژگی‌های ذرات همیشه کوانتیده، ثابت و پایسته هستند (به‌طور مثال، بار، اسپین، عدد باریونی، شگفتی و افسون)، درحالی‌که ویژگی‌های دیگر (مثلاً، جرم، طول عمر، طول موج، انرژی و تکانه) همواره کوانتیده، ثابت و یا پایسته نیستند، علاوه بر این، همهٔ اعداد کوانتومی غیرصفر می‌توانند مثبت یا منفی باشند (که شامل پادماده هم می‌شود) برعکس آن، جرم (هم برای ماده و هم برای پادماده) به‌طور کلی مثبت است. همهٔ اشیا «حقیقی» (در مقابل مجازی) غیر از فوتون، جرم دارند (برای مثال، کوارک‌ها، لپتون‌ها و فیل‌ها). این کلیت برای هیچ یک از ویژگی‌های کوانتیده درست نیست. مثلاً، پیون‌ها بدون اسپین و نوترینوها بدون بار هستند. ویژگی جرم بسیار متفاوت از باره اسپین یا شگفتی است.

جرم یک ویژگی ماده است که به‌طور کلی یا جزئی از برهم‌کنش‌ها ناشی می‌شود. اکنون به‌طور گسترده اما نه کلی، فرض می‌شود جرم بعضی از ذرات بنیادی - کوارک‌ها، لپتون‌ها و بوزون‌های W و بوزون‌های Z - حاصل برهم‌کنش با میدان هیگز است. بنابراین اگر این موضوع ثابت شود، جرم همهٔ چیزهای شناخته شده در این جهان کاملاً ناشی از برهم‌کنش‌هاست. به

عبارت دیگر، کوارک‌ها و لپتون‌ها جرم‌هایشان را از برهم‌کنش بوزون‌های افسانه‌ای هیگز، و نوترون‌ها و پروتون‌ها هم جرم‌های اضافی‌شان را از انرژی محصورشدگی کوارک به دست می‌آورند. اما البته، وجود میدان هیگز هنوز بسیار موقتی و در انتظار تأیید است. از سوی دیگر، برخی بر این باورند که جرم یک جسم ناشی از برهم‌کنش گرانشی آن با بقیهٔ عالمی است که با آن جفت شده است (از طریق اصل ماک). این ایدهٔ خوشایندی است زیرا بدون مطرح کردن نیرویی جدید باعث وحدت دو مظهر مشاهده‌پذیر جرم یعنی گرانی و لختی می‌شود. در هر مورد، جرم ناشی از برهم‌کنش‌هاست.

چون هر ذره می‌تواند نابود شود، شاید هیچ بخشی از جرم هر موجود به «ماده» دارای اندازهٔ ذاتی وابسته نباشد. این موضوع اساساً مورد نظر انیشتین است وقتی که می‌نویسد «معلوم شده است که لختی نه ویژگی بنیادی ماده (مانند بار و اسپین) است و نه درواقع یک اندازهٔ فروکاستنی، بلکه یک ویژگی انرژی است.» پنروز^۲ و ریندلر^۳ از چشم‌اندازی متفاوت به همین نتیجه رسیده‌اند. «این رفتار ماده گونهٔ انرژی به شدت نشان می‌دهد که همهٔ جرم سکون ناشی از انرژی داخلی و چیزی که «مقدار ماده» نامیده شده است موجودیت مستقل ندارد بلکه شکلی از انرژی سکون است.»

رابطه بین برهم‌کنش‌ها و جرم با آفرینش جرم در فرایند تولید زوج بیشتر مورد تأکید قرار می‌گیرد. اگرچه تولید زوج اغلب از طریق میدان الکترومغناطیسی انجام می‌گیرد، اگر نظر استیون هاوکینگ^۴ درست باشد، میدان گرانشی شدید اطراف یک سیاهچاله هم می‌تواند باعث تولید زوج شود و به تولید جرم بینجامد. از سوی دیگر، خود-گرانی زمین باعث شده است که هنگام جمع شدن به‌صورت کره جرم آن با ضریب $4/2 \times 10^{-10}$ کاهش پیدا کند. ظاهراً هر نوع برهم‌کنش می‌تواند بر جرم یک دستگاه، چه یک نوکلئون یا یک سیاره، تأثیر بگذارد.

یک تعریف جدید جرم

با توجه به رابطه $E_0 = mc^2$ ، معادلهٔ (۵) و این واقعیت که جرم یک ویژگی ماده ناشی از برهم‌کنش‌ها و در نتیجه وابسته به انرژی است، پس دست‌کم می‌توان جرم را از چشم‌اندازی جدید تعریف کرد:

جرم ناوردای هر جسم - بنیادی یا مرکب - معیاری از کمترین مقدار انرژی لازم برای خلق جسم در حال سکون به صورتی است که در آن لحظه وجود دارد.

با نادیده گرفتن تأثیر دما، دست‌کم در حدود 10^{14} ژول، کمترین مقدار انرژی لازم برای تولید یک گرم الماس، یک گرم دوتریم و یک گرم گل نرگس است. پیچیدگی ساختار جسم یا اینکه جسم از چه چیزی ساخته شده است اهمیت ندارد.

تعریف بالا با این واقعیت سازگار است که دستگاه متشکل از

یک تک فوتون دارای جرم صفر است، چون چارچوبی وجود ندارد که در آن حرکت نکند. درواقع، دستگاه مرکبی که در آن هر ذره با سرعت c در یک جهت حرکت می‌کند (طبق معادله‌های (۲) و (۵)) بدون جرم است. چون انرژی پایسته است، جرم هر جسم در حال سکون معیاری از بیشترین انرژی جنبشی است که در فرایند نابودی آن جسم می‌تواند آزاد شود.

فرض کنید یک فرایند فیزیکی در ناحیه‌ای منزوی روی دهد. از دو چشم‌انداز مکمل می‌توان دریافت چه اتفاقی روی می‌دهد. می‌توان به‌طور مجازی بیرون از دستگاه ایستاد و آن را در کل بررسی کرد یا می‌توان داخل آن قرار گرفت و روی هر یک از قسمت‌ها جداگانه تمرکز کرد. وقتی دستگاه در کل (به‌صورت یکپارچه) در نظر گرفته شود (یعنی از جایی که مجازاً «بیرون» می‌نامیم)، هر چقدر انرژی جنبشی KE داخل دستگاه وجود داشته باشد، متعلق به انرژی جنبشی داخلی KE است، بنابراین در انرژی سکون و در نتیجه جرم دستگاه سهیم است. یک گلوله توپ داغ گرمی بیشتر از گلوله سرد دارد و این موضوع با تعریف جرم هماهنگ است. زیرا انرژی یک گلوله داغ در حالت سکون بیشتر از انرژی یک گلوله سرد مشابه است (زیرا برای تولید تا یک گلوله توپ داغ در حال سکون انرژی بیشتر از گلوله سرد مشابه لازم است).

برعکس، وقتی که اندازه‌گیری از «داخل» یک دستگاه انجام می‌شود KE انرژی جنبشی KE است و گرمی به آن وابسته نیست. بر مبنای تعریف پیشنهادی، جرم هر جسم، جرم سکون آن و در همه حال ثابت است، جرم یک گلوله توپ پیش و پس از پرتاب یکسان است، جرم ناورداست. بنابراین، وقتی اندازه‌گیری انجام می‌شود، یک فوتون بدون جرم است، حتی اگر انرژی جنبشی KE آن بتواند در جرم خالص قسمت محاط شده دستگاه مشارکت داشته باشد. این نکته ظریف به سردرگمی بسیار زیادی انجامیده است. تعریف پیشنهادی مطابق آنچه باید باشد، شامل دستگاه‌هایی می‌شود که حاوی موجودات بدون جرم‌اند، با این همه انرژی جنبشی KE آن‌ها می‌تواند در جرم کلی دستگاه مشارکت داشته باشد این پدیده کاملاً نسبیتی است که همتای کلاسیک ندارد.

برای اینکه ببینیم چگونه مطالب گفته شده با هم جمع می‌شوند، یک پیون خنثای منزوی به جرم m_{π} را در نظر بگیرید. چارچوبی که دستگاه پیون، در آن حرکت نمی‌کند چارچوب خود پیون است. پیون بدون بار می‌تواند به دو فوتون هر کدام با بسامد ν واپاشیده شود که در جهت مخالف هم حرکت می‌کند. از دیدگاه بیرون دستگاه انرژی سکون خالص حالت اولیه دستگاه، $m_{\pi}c^2$ پیون است. انرژی سکون حالت نهایی دو فوتون، پس از واپاشی برابر با $2h\nu$ و جرم دستگاه $\frac{2h\nu}{c^2}$ است. علاوه بر این چون انرژی کل یک دستگاه منزوی پایسته است پس $E_{\pi} = \frac{2h\nu}{c^2}$. چون انرژی پایسته است، وقتی که چارچوبی با تکانه صفر وجود دارد، پس

$E_{\pi} = \frac{2h\nu}{c^2}$ و لازم است که جرم پایسته باشد. چنانکه اینشتین متذکر می‌شود، این دو قانون پایستگی دیگر مستقل از هم نیستند. با نگاه از بیرون در دستگاه فوتون $\rightarrow$ پیون جرم پایسته و با تعریف بالا سازگار است یعنی مقدار انرژی لازم برای تولید دستگاه در حالت سکون در تبدیل تغییر نمی‌کند، بنابراین جرمش تغییر نمی‌کند. با نگاه از داخل دستگاه، پیون با جرم m_{π} نابود و دوفوتون بدون جرم ظاهر می‌شود. جرم به انرژی جنبشی KE تبدیل شده است. این تبدیل هم با تعریف بالا سازگار است زیرا جرم پیون m_{π} است و هر یک از فوتون‌ها بدون جرم هستند. چون انرژی جنبشی داخلی KE می‌تواند در جرم خالص یک دستگاه مرکب سهیم باشد، امکان دارد، درست درحالی که جرم کل ثابت می‌ماند، مجموع جرم هر یک از اجزای سازنده دستگاه کاهش (یا افزایش) یابد در حالی که انرژی جنبشی خالص KE به همان نسبت افزایش (یا کاهش) پیدا می‌کند. این چیزی است که هنگام انفجار هر نوع بمب روی می‌دهد. درواقع، در همه فرایندهایی که شامل یک موجود دارای جرم (مانند یک لول (قطعه) دینامیت، یک شمع یا یک پیون) است جرم بعضی از بخش‌های اجزای سازنده و دستگاه به انرژی جنبشی KE و یا برعکس تبدیل می‌شود.

وقتی که دینامیت منفجر می‌شود، انرژی پتانسیل شیمیایی داخلی ناشی از برهم‌کنش‌های الکترومغناطیسی که خود را به شکل جرم نشان می‌دهند به انرژی جنبشی KE تبدیل می‌شود. اگر می‌توانستیم همه قطعات در حال سکون (یعنی، قطعاتی که جرم دارند) پس از انفجار را جمع کنیم، جرم خالص آن‌ها از جرم اولیه‌شان کمتر بود و مقدار این کاهش معادل انرژی جنبشی KE آزاد شده (بخشی از آن مربوط به فوتون‌های همراه، یعنی قدرت انفجار بود. جرم به انرژی جنبشی KE تبدیل می‌شود. هنوز، وقتی که دستگاه پس از انفجار شامل همه قطعات متحرک ماده باشد، انرژی جنبشی داخلی KE وابسته (شامل فوتون‌ها) در کل انرژی سکون مشارکت می‌کند و جرم دستگاه - بمب - را بدون تغییر نگه می‌دارد. به عبارت دیگر، وقتی از دیدگاه بیرون دستگاه نگاه کنیم، جرم دستگاه پایسته است. و این موضوع با تعریف بالا مطابقت دارد زیرا انفجار مقدار انرژی لازم برای خلق دستگاه را تغییر نمی‌دهد، انفجار صرفاً شکل انرژی نمایان شده را تغییر می‌دهد. برعکس، وقتی دو گلوله بلیارد محکم به یکدیگر برخورد می‌کنند و متوقف می‌شوند، با بررسی جداگانه گلوله‌ها می‌توان با اطمینان گفت که انرژی جنبشی KE به جرم تبدیل شده است. این موضوع صادق است گرچه طبق تعریف جرم دستگاه دو گلوله منزوی تغییر نمی‌کند.

کیهان‌شناسان می‌گویند بیشتر انرژی عالم آغازین (دستگاه منزوی غایی) زمانی به گرداب فروزان فوتون‌های بدون جرم مربوط بود. امروز تقریباً پس از $13/7$ میلیارد سال، جرم‌های ستارگان، اتومبیل‌ها، و گلوله‌های توپ پیشینه تاریخی سال‌های سال تبدیل و تغییر هستند و این هم با تعریف ما سازگار است.

منابع مربوط به مقاله در دفتر مجله موجود است.

پی‌نوشت‌ها

1. Infeld
2. Penrose
3. Rindler
4. Stephen Hawking

مرجع

THE PHYSICS
TEACHER. Vol.49.
JANUARY 2011



کمال الدین در یک نگاه

حسن بن علی بن حسن، معروف به کمال الدین فارسی، ریاضی‌دان و فیزیک‌دان ایرانی در حدود سال ۶۶۴ ه. ق، مطابق با ۶۴۵ ه. ش متولد شد؛ محل دقیق تولدش مشخص نیست. از روی نسبتش حدس زده‌اند که در ناحیه فارس به دنیا آمده است. عمادالدین کاشانی وی را «ابو محمد کمال الدین حسن اصفهانی» نامیده است. کمال الدین خانواده‌ای متمول و فرهیخته نداشت و نیز استاد شایسته‌ای در محل زندگی خود نیافت، لذا برای کسب علم ناگزیر به سفر بود. وی تمام روزگار جوانی خود را به سفر و حضور در مکتب‌های استادان ریاضی و نجوم گذراند به طوری که سال‌های متوالی در اصفهان از محضر استادان بزرگ این شهر بهره برد. پس از آن به تحقیق و تدریس در شهرهایی چون تبریز پرداخت و تا پایان عمر به فعالیت‌های علمی خود در این شهر ادامه داد. وی در روزگار خود و پس از آن به عنوان فیزیک‌دان، ریاضی‌دان و منجم مشهور بود و نیز به تدریس این علوم در شهر تبریز اشتغال داشت، همچنین به مطالعه آثار دانشمندان گذشته از جمله یونانیان و مسلمانان به ویژه درباره علم فیزیک، ریاضی و نجوم علاقه‌مند بود.



فاطمه فتح‌علی

دانشجوی ارشد فیزیک حالت جامد



تاریخ علم

کمال الدین حسن فارسی

استادان کمال الدین

کمال الدین از سه استاد بزرگ خود یاد می‌کند که وی را در نگارش آثاری که بعدها سبب شهرتش شد کمک بسیار نمودند. **ابن خوام:** پزشک و ریاضی‌دان عراقی، شاگرد نصیرالدین طوسی. کمال الدین پس از فراگیری مقدماتی در ریاضیات (که مکانش دقیقاً مشخص نیست) به اصفهان رفت و در آنجا از محضر ابن خوام بغدادی در ریاضیات و سایر علوم از جمله علم حساب بهره‌مند گشت.

قطب الدین شیرازی: معروف‌ترین استاد کمال الدین، قطب الدین شیرازی است. کمال الدین، چنان‌که اشاره شد پس از اصفهان به تبریز که آن زمان یکی از مهم‌ترین مراکز علمی به شمار می‌رفت، سفر کرد. وی در کلاس‌های درس قطب الدین شیرازی شرکت می‌کرد و رابطه نزدیکی با او داشت. استاد احترام زیادی برای کمال الدین قائل بود و خیلی زود به استعداد بی نظیر او پی برد. کمال الدین با راهنمایی استادش قطب الدین مهم‌ترین اثر خود، «تنقیح المناظر» را نگاشت.

جمال الدین صاعد ترکستانی: کمال الدین در دو کتاب

«البصائر فی اختصار تنقیح المناظر» و «تنقیح المناظر» از او به عنوان استاد خود نام می‌برد.

کلیدواژه‌ها: کمال الدین حسن فارسی، تاریخ علم، نورشناسی

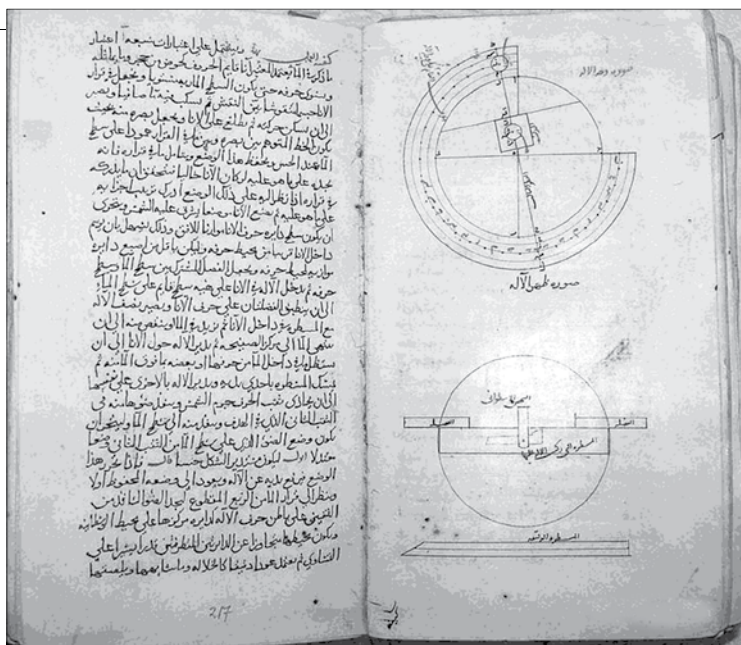
فعالیت‌های علمی کمال الدین

الف. ریاضیات

کمال الدین آثار متعدد و اثبات‌های بی‌نظیری در حوزه ریاضیات دارد و سهم بزرگ وی در نظریه اعداد در ریاضی، چشمگیر است اما فعلاً به آن‌ها نمی‌پردازم و تنها دو اثر مهم وی را در این حوزه معرفی می‌کنم.

۱. رسالة تذکرة الاحباب فی بیان التحاب: این اثر

مهم‌ترین اثر کمال الدین فارسی در ریاضیات و مهم‌ترین کتابی است که در دوره اسلامی در حوزه نظریه اعداد نوشته شده است. از این کتاب تنها چند نسخه خطی باقی مانده که از آن جمله نسخه خطی کتابخانه کوپرولوی استامبول است. نسخه ناقصی نیز در کتابخانه آستان قدس رضوی مشهد موجود است. کمال الدین برای اثبات قاعده ثابت بن قره در بهدست



فارسی در آثار خود نور را چنین تشریح کرده است: «نوری که از ماده درخشان ساطع می شود، حقیقتاً از جنس گرما و آتش است. چون اگر نور خورشید را به آینه کاو بتابانیم، در یک نقطه متمرکز شده و اگر در آن موضع، جسم اشتعال زا باشد، شروع به سوختن می کند»

عدسی های گوناگون را ارائه کرد. این نظریه جالب و بی نظیر باعث شد که پس از آن در سده نوزدهم میلادی در قواعد عکاسی و ساخت تلسکوپ ها و میکروسکوپ ها از عدسی ها استفاده شود. از دیگر کارهای وی، ساختن تاریک خانه و تاباندن نور از روزنه یا منفذ بود که ۲۷۰ سال بعد، رنه دکارت دانشمند فرانسوی آن را تکرار کرد.

پژوهش ها و آثار کمال الدین در زمینه نورشناسی

آثار کمال الدین فارسی در زمینه فیزیک نور، زاده پرسش هایی بود که او در مورد بازتابش نور در ذهن داشت. در این زمینه کنکاش و مطالعه او در کتاب فیزیک نور ابن هیثم به او کمک بسیاری کرد.

● **تنقیح المناظر لذوی البصار و البصائر:** این کتاب مهم ترین اثر کمال الدین در نورشناسی است و در حدود ۷۰۹ ق. / ۱۳۰۹ م. نوشته شده است. موضوع کتاب همان گونه که از نام آن برمی آید بازبینی کتاب «المناظر» اثر ابن هیثم است. کمال الدین در بازبینی این اثر به شرح آن اکتفا نکرده بلکه با دید انتقادی به آن می نگرد. او از روش ابن هیثم در بیان داستان وار مسائل، انتقاد می کند و برای رفع این نقیصه آن ها را شماره گذاری می کند، تا ابتدا و انتهای هر مطلب برای خواننده واضح باشد. روش او این گونه است که ذیل واژه «قال» خلاصه ای از گفتار ابن هیثم را می آورد. سپس ذیل واژه «قول» به شرح و بازبینی مطالب ابن هیثم می پردازد و در بسیاری از مطالب نظر او را نمی پذیرد و نظر بدیع خود را بازگو می کند. وی پس از تنقیح مطالب ابن هیثم که شامل هفت فصل است، یک خاتمه، یک

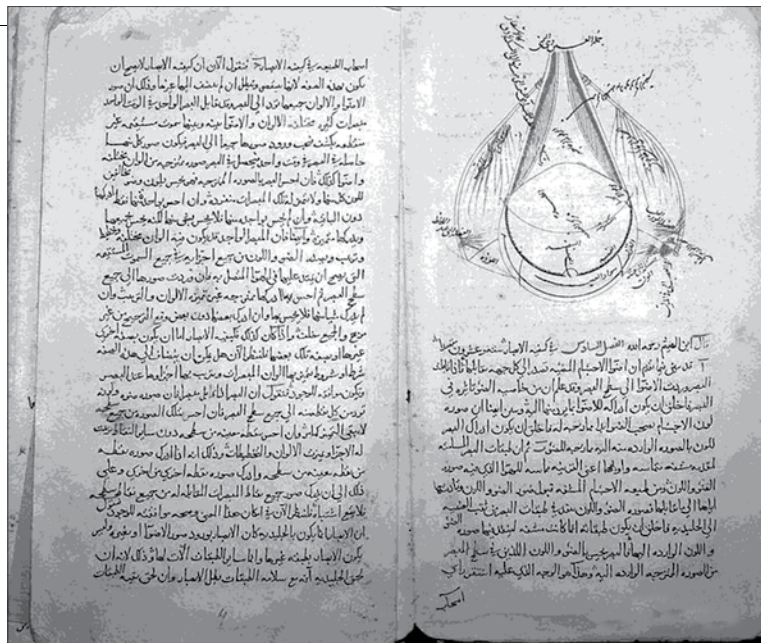
آوردن اعداد متحاب^۲، ۲۵ قضیه را در نظریه اعداد ثابت کرد و در انتها با استفاده از همان قانون دو عدد متحاب جدید را به دست آورد. این دو عدد عبارت اند از: ۱۷۲۹۶ و ۱۸۴۱۶. برای اولین بار در اروپا، متحاب بودن این دو عدد را پی پر فرما^۳ (۱۶۴۵-۱۶۰۱ م.) به صورت کاملاً مستقل در سال ۱۶۳۶ م. یعنی بیش از سه قرن پس از درگذشت کمال الدین فارسی ثابت کرد.

۲. **رساله بحث در زاویه:** این رساله به مقوله کم یا کیف بودن زاویه از دیدگاهی منطقی می پردازد و سعی در داوری میان این دو دیدگاه دارد. سرانجام این رساله پذیرفتن قول ارسطو مبنی بر کیفی بودن مقوله زاویه است. از این رساله، نسخه ای در کتابخانه مجلس موجود است.

ب. نورشناسی

کمال الدین فارسی در علم فیزیک به علم پرسپکتیو (مناظر و مرایا) به ویژه به نورشناسی (اپتیک) توجه خاصی داشت. او سهم بزرگی در دانش اپتیک یا فیزیک نور دارد. فارسی در آثار خود نور را چنین تشریح کرده است: «نوری که از ماده درخشان ساطع می شود، حقیقتاً از جنس گرما و آتش است. چون اگر نور خورشید را به آینه کاو بتابانیم، در یک نقطه متمرکز شده و اگر در آن موضع، جسم اشتعال زا باشد، شروع به سوختن می کند.» بعدها کریستیان هویگنس^۴ و ماکسول^۵ نیز این نظریه را بازگو کردند. کمال الدین فارسی برای نخستین بار در اثبات نظریه های خویش، از قوانین و قضیه های هندسه در فیزیک نور بهره برد. این عمل در آن وقت بسیار نو بود و در فعالیت های علمی ارزش فراوانی داشت.

همچنین کمال الدین نخستین دانشمندی بود که نظریه خطای چشم را توضیح داد و برای حل این موضوع، استفاده از



آثار کمال‌الدین فارسی در زمینه فیزیک نور، زاده پرسش‌هایی بود که او در مورد بازتابش نور در ذهن داشت. در این زمینه کنکاش و مطالعه او در کتاب فیزیک نور ابن هیثم به او کمک بسیاری کرد

ذیل و سه ملحق به آن کتاب اضافه کرده است.

کمال‌الدین در مقدمه اثر خود چگونگی ورودش به مبحث نورشناسی را شرح می‌دهد. او نه به‌عنوان یک مدرس بلکه به‌عنوان پژوهشگری کنج‌گاو و خواهان حقیقت، مطالعه کتاب ابن هیثم را آغاز کرد. وی دیده بود که شکل اشیاء از پشت بلور یا درون آب، تغییر می‌کند و دنبال دلیل این حالت می‌گشت. اما مطالب گذشتگان (همچون اقلیدس) در این زمینه، او را راضی نمی‌کرد. از این رو به توصیه استادش، قطب‌الدین شیرازی، به مطالعه کتاب المناظر همت گماشت.

کمال‌الدین در این اثر با برخی از نظریات ابن هیثم موافق است؛ برای مثال، اینکه نور از شیء تابنده یا روشن به سمت چشم حرکت می‌کند، نه برعکس. اما در بعضی موارد مخالف نظر ابن هیثم را می‌دهد؛ از جمله، نظریه ابن هیثم را در مورد پیدایش رنگ‌ها به تناسب درجه ترکیب نور و تاریکی (در نتیجه انکسار و انعکاس)، مردود می‌شمارد.

علت پدیده رنگین‌کمان از دید کمال‌الدین

کمال‌الدین فارسی اولین کسی است که توانست برای رنگین‌کمان بیان ریاضی ارائه دهد. وی برای بررسی رنگین‌کمان از آثار ابن سینا استفاده کرد. به‌نظر ابن سینا دلیل به‌وجود آمدن رنگین‌کمان، بازتاب نور خورشید از ذرات آب موجود در ابرهاست. ابن سینا برای بازتابش نور به جسمی آینه مانند نیاز داشت. به نظر او ذرات آب، نقش سطح شفاف آینه و تیرگی ابر، نقش قسمت غیرشفاف آینه را به عهده داشتند. این نظر ابن سینا با نظر ابن هیثم متفاوت بود؛ به همین دلیل قطب‌الدین شیرازی از شاگردش خواست تا در این زمینه تحقیق کند. به این منظور فارسی به مسئله کره سوزان^۶ پرداخت و آن را به

پدیده رنگین‌کمان تسری داد. او قطره‌های باران را کره‌های پر شده از آب با جداره بسیار نازک و قابل اغماض همانند شیشه در نظر می‌گیرد. کمال‌الدین سپس با استفاده از ابزاری تجربی به نام اتاق تاریک نظریه خود را درباره رنگین‌کمان بیان کرد. او کره‌ای را داخل اتاق تاریک طوری قرار داد که پرتوهای خورشید بتواند به آن بتابد و با قرار دادن چشمش در یک راستای معین، روی یک کمان دایره‌ای توانست رنگ‌های رنگین‌کمان را مشاهده کند. او آن‌ها را و تغییرات رنگ‌ها را یادداشت کرد و نتیجه گرفت که این مورد تجربی فقط دلالت بر یک بازتاب داخلی می‌کند و با تغییر مکان چشمش در راستای دیگر توانست رنگین‌کمان دیگری ببیند که رنگ‌های آن درخشش کمتری داشت و توزیع رنگ‌ها وارونه رنگ‌های قبلی بود.

این پدیده بر دو بازتاب داخلی دلالت می‌کرد. فارسی برای توضیح رنگ‌های رنگین‌کمان از یک استنباط تجربی استفاده کرد. تعداد رنگ‌ها و کمان را به مکان تصویر (مکان مخروط‌های گسیلنده) وابسته می‌داند. بر این اساس انطباق یا نزدیکی دو یا چند تصویر روی هم، رنگ‌ها را به‌وجود می‌آورد. برای مثال: آبی روشن از نزدیکی دو تصویر و زرد از انطباق دو تصویر و قرمز تیره در لبه‌های باریکه نور مشاهده گردید به‌طور خلاصه می‌توان این‌طور بیان کرد که: «کمال‌الدین، قطره‌های باران را کره‌های پر شده از آب با جداره بسیار نازک و قابل اغماض همانند شیشه در نظر گرفت، از نظر وی، رنگین‌کمان بر اثر شکست و بازتاب شعاع‌های خورشید در قطره‌های ریز باران به‌وجود می‌آید. کمال‌الدین در کتاب «تنقیح المناظر» خود، رساله مفصلی دربارهٔ هاله و رنگین‌کمان (قوس قزح) نوشته است.

کمال‌الدین فارسی در نوزدهم ذی‌عقده سال ۷۱۸ ه. ق مطابق با ۱۳۱۸ م. در شهر تبریز درگذشت.

پی‌نوشت‌ها

1. Koprulu Library

۲. متحاب به معنی دوست‌دارنده است و در اصطلاح ریاضی به دو عددی گفته می‌شود که هر یک مساوی با مجموع اجزای (شمارنده‌های عدد، به‌جز خود آن عدد) دیگری باشد، مثلاً ۲۸۲ و ۲۲۰؛ مجموع مقسوم‌علیه‌های ۲۸۲ برابر ۲۲۰ و مجموع مقسوم‌علیه‌های ۲۲۰ برابر ۲۸۲ است.

3. Pierre Fermat

4. Christiaan Huygens

5. Maxwell

۶. کره سوزان کره شیشه‌ای است که می‌توان شرایطی در آن به‌وجود آورد تا نور خورشید را دریافت کند و سپس جسمی را بیرون از خود بسوزاند. پیداست که کره سوزان بین جسم و خورشید قرار می‌گیرد.

منابع

۱. پایگاه اطلاع‌رسانی شورای عالی انقلاب فرهنگی، کمیته فرهنگ و تمدن اسلام و ایران «۲۰۰ مقاله» www.elib.hbi.ir/persain/islamic_culture&civilization/200-lecture/188.htm
۲. پایگاه اطلاع‌رسانی بنیاد ایران‌شناسی: www.iranology.ir
۳. پایگاه نشریات الکترونیکی دانشگاه تهران journals.ut.ac.ir
4. en.wikipedia.org/wiki/Kamal_ad-Din



معرفی نرم افزار لوکینگ گلاس برای آموزش مبحث نورشناسی

آرزو رضوی

دانشجوی کارشناسی ارشد آموزش فیزیک دانشگاه شهید رجایی

آریتا سیدفدایی

دانشجوی دکترای آموزش فیزیک

چکیده

دغدغه هر معلم یافتن راهی برای زیباتر کردن و قابل فهم تر کردن مفاهیمی است که با توجه به محتوای درس خود با آن روبه‌رو است. هنر یک معلم واقعی این است که از مواد و رسانه‌های آموزشی که در اختیار دارد، بهترین‌ها را انتخاب کند و طی یک فرایند از پیش سازماندهی شده آن‌ها را در تدریس خود به کار گیرد.

در این مقاله ابتدا قابلیت‌های نرم‌افزار تعاملی لوکینگ گلاس (Looking Glass) را معرفی می‌کنیم و سپس به معرفی آیکن‌ها و حل یک مسئله مربوط به کتاب فیزیک ۱ و آزمایشگاه می‌پردازیم.

کلیدواژه‌ها: نرم‌افزار لوکینگ گلاس، نور هندسی، فیزیک ۱ و آزمایشگاه

مقدمه

فناوری اطلاعات و ارتباطات، الگوی فکری دانش‌آموزان را دگرگون و مدل‌های آموزشی را غنی‌تر کرده و باعث ایجاد شیوه‌های جدید در آموزش شده است.

امروز وبگاه‌ها و نرم‌افزارهای بسیاری برای آموختن علوم وجود دارند؛ از این‌رو وقت آن رسیده است که ما نیز با حرکت عظیمی که در دنیای مجازی برای آموزش آغاز شده همگام شویم و با استفاده از این ابزار، آموزش بهتری داشته باشیم.

معرفی نرم‌افزار

نرم‌افزار لوکینگ گلاس برای استفاده در سطح دبیرستان طراحی شده است و برای استفاده در فصل‌های چهارم و پنجم کتاب فیزیک ۱ و آزمایشگاه بسیار مناسب است. این نرم‌افزار از طریق لینک زیر به آسانی قابل دانلود کردن است.

<http://www.livinggraphs.com/enu/products/lg/>

نصب آن به راحتی انجام می‌پذیرد و اگر فایل اجرایی آن را ذخیره کنیم، انتقال به هر رایانه و استفاده از آن امکان پذیر است. نکته قابل توجه این است که نسخه‌ای که رایگان می‌توان دانلود کرد تنها یک ماه روی رایانه قابل استفاده است.

این نرم‌افزار برای آموزش بحث نورشناسی و اپتیک هندسی است و دارای تمام ابزارهای نوری آینه‌ها، عدسی‌ها، رسم پرتوها و تصاویر حقیقی و مجازی است. تولیدکنندگان این نرم‌افزار هدف از طراحی آن را ایجاد یک روش تعاملی بصری در فیزیک می‌دانند.

مهم‌ترین ویژگی این نرم‌افزار سادگی کار با آن است و به‌خاطر تعاملی بودن خلاقیت کاربر را افزایش می‌دهد. با استفاده از این نرم‌افزار کاربر می‌تواند:

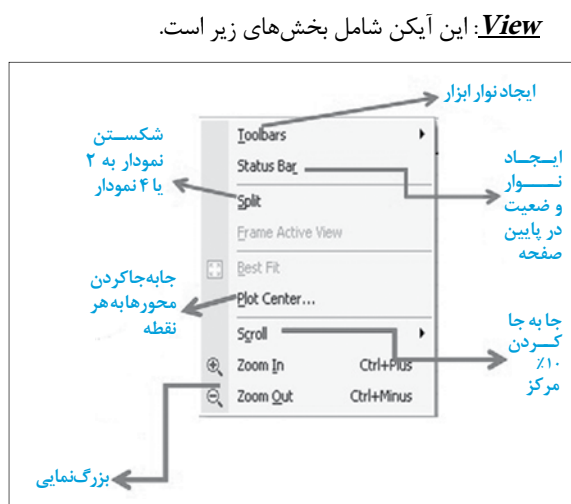
- قوانین مربوط به آینه‌ها و عدسی‌ها را کشف کند و به درک شهودی از این بحث برسد.
- با کنار هم قرار دادن چندین ابزار نوری اقدام به طراحی مسئله

و آزمایش کند.

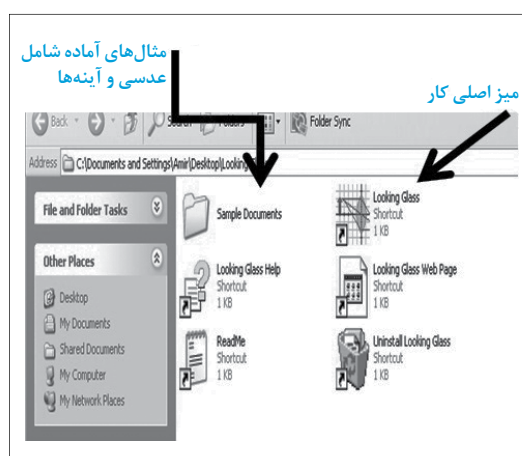
- در مبحث آینه‌ها و عدسی‌ها قوانین مربوط به پرتوهای خاص را بررسی کند.
- چگونگی تشکیل تصویر و قوانین مربوط به آن را در آینه‌های کروی و تخت و همچنین عدسی‌ها بررسی کند.
- مسئله‌های مربوط به آینه‌ها و عدسی‌ها و بزرگنمایی را حل و بررسی کند.
- مسئله‌های مربوط به ترکیب آینه‌ها و عدسی‌ها را، که معمولاً پیچیده هستند، مشاهده و حل و بررسی کند.

توضیح اجزای نرم‌افزار

با باز کردن این نرم‌افزار صفحه زیر مشاهده می‌شود.

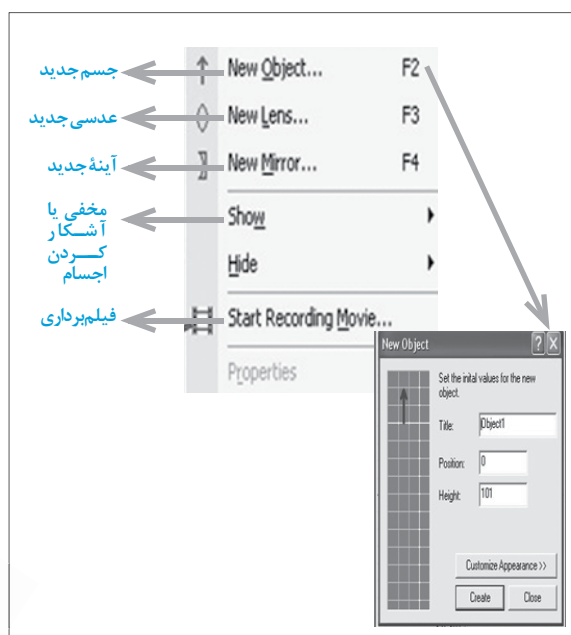


Graph: این آیکن شامل بخش‌های زیر است.



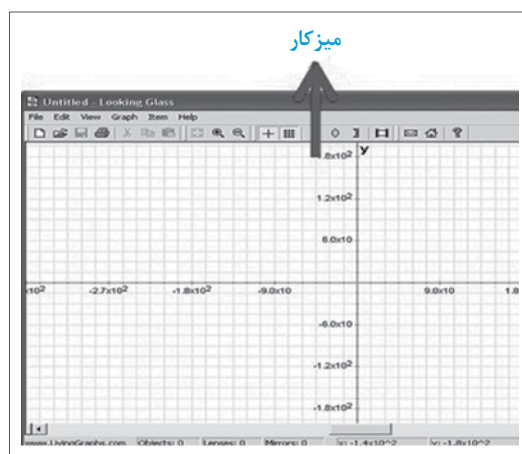
در قسمت Comments امکان اضافه کردن مثال، طرح درس و... وجود دارد.

Item: مهم‌ترین گزینه این نرم‌افزار است که تمام فعالیت‌های اصلی کار با نرم‌افزار در آن قرار دارد.



هنگامی که میز اصلی کار باز می‌شود تمام کارها و آیکن‌های مورد نیاز به شکل زیر (شکل ۲) ظاهر می‌شود و تمام فعالیت‌ها در همین صفحه قابل انجام است. گزینه **File** همان استفاده‌های معمول خود را داراست، مانند: **New-open**... **save**...؛ آیکون **Edit** نیز شامل گزینه‌های **COPY-CUT-PASTE**... است که در آغاز کار غیرفعال است ولی پس از شروع کار فعال می‌شود.

Graph، View، Item. آیکون‌های مهمی هستند که به شرح آن‌ها می‌پردازیم.

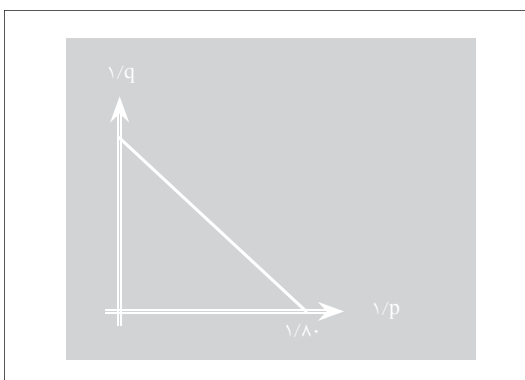


۲. اعداد به دست آمده را در جدول زیر قرار می‌دهند.

	$\frac{1}{f}(\text{cm}^{-1})$	$\frac{1}{p}(\text{cm}^{-1})$	q(cm)	P(cm)	
حالت ۱	$\frac{1}{90}$	$\frac{1}{180}$	۹۰	۱۸۰	
حالت ۲	$\frac{5}{48}$	$\frac{1}{160}$	$\frac{18}{5}$	۱۶۰	
حالت ۳	$\frac{1}{105}$	$\frac{1}{140}$	۱۰۵	۱۴۰	
حالت ۴	$\frac{1}{120}$	$\frac{1}{120}$	۱۲۰	۱۲۰	
حالت ۵	$\frac{1}{150}$	$\frac{1}{100}$	۱۵۰	۱۰۰	

بعد از آنکه نمودار را به شکل روبه‌رو رسم کردند متوجه می‌شوند که این نمودار خطی است و رابطه زیر در مورد آن صدق می‌کند.

$$Y+X=a$$



هنگامی که $\frac{1}{p} = 0$ باشد خواهیم داشت:

$$\frac{1}{f} = c$$

می‌دانیم در صورتی که $\frac{1}{p} = 0$ باشد جسم روی کانون است و خواهیم داشت $p=f$ بنابراین $c = \frac{1}{f}$ و به این ترتیب فرمول آینه‌ها محقق می‌شود.

نتیجه‌گیری

از حل این مسئله می‌توان فهمید که استفاده از این نرم‌افزار باعث می‌شود کاربر به طریق کاملاً شهودی چگونگی تشکیل تصویر، جابه‌جایی تصویر و تمام قوانین مربوط به آینه‌ها و عدسی‌ها را مشاهده و بررسی کند. این نرم‌افزار به خاطر ماهیت تعاملی که دارد امکان کشف قوانین و روابط مربوط به آینه و عدسی را در فرایند تدریس فعال فراهم می‌آورد.

در این زبانه‌ها می‌توان موقعیت، نوع آینه یا عدسی، فاصله کانونی و ارتفاع آن‌ها را تعیین کرد.
نکته مهم برای داشتن آینه تخت این است که باید فاصله کانونی را عدد خیلی بزرگی قرار دهیم.

مسئله

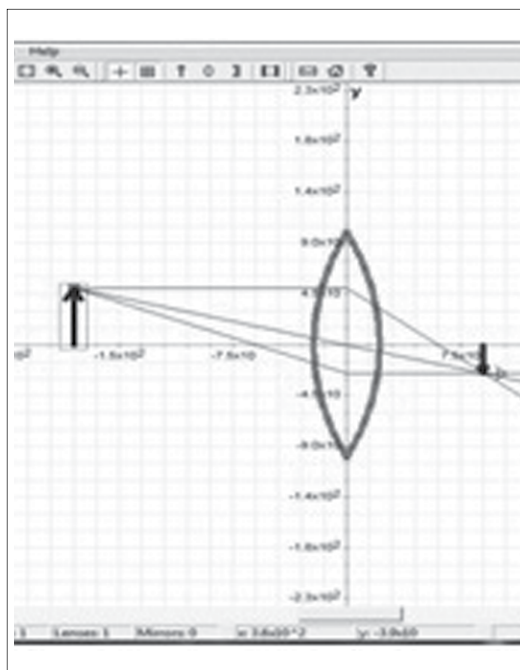
۱. جسمی را در فاصله ۱۸۰ سانتی‌متری از عدسی همگرایی به فاصله کانونی ۶۰ سانتی‌متر قرار داده و طی چند مرحله، جسم را هر بار ۲۰ سانتی‌متر به عدسی نزدیک می‌کنیم. با استفاده از نرم‌افزار لوکینگ گلاس فاصله تصویر را در هر حالت اندازه بگیرید و در جدولی $q, p, \frac{1}{f}$ و $\frac{1}{p}$ را یادداشت کنید. باتوجه به جدول به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.
۱. وقتی جسم مقابل آینه مقعر به فاصله‌های مساوی جابه‌جا می‌شود، آیا تصویر نیز به فاصله‌های مساوی جابه‌جا می‌شود؟

۲. نمودار $\frac{1}{q}$ بر حسب $\frac{1}{p}$ را رسم کنید.

۳. از این نمودار چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟ معادله مربوط به این نمودار را به دست آورید.

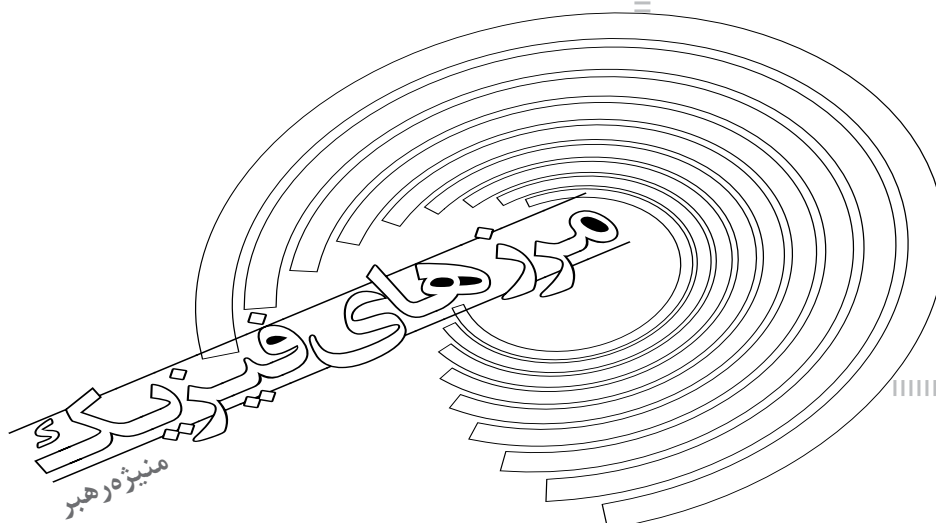
حل مسئله

۱. در میز کار با استفاده از آینه مقعر با ویژگی‌های موجود، صورت مسئله ایجاد می‌کنیم: وقتی جسم را جابه‌جا کنیم از جابه‌جا شدن تصویر کاملاً قابل مشاهده است که جابه‌جایی این دو برابر نیست. درحالی که می‌توان از دانش‌آموزان خواست محدوده جابه‌جا شدن آن‌ها را هم بررسی کنند.



منابع

۱. فرج‌اللهی، مهران، ظریف صناعی، ناهید، آموزش مبتنی بر فناوری اطلاعات در آموزش عالی، مجله راهبردهای آموزش عالی دوره ۲، شماره ۴.
2. www.livinggraphs.com/en/products/lgl
۳. کتاب معلم، راهنمای تدریس، فیزیک ۱ و آزمایشگاه



ریزقطره‌های آب تماس نرم را ترجیح می‌دهند

در حالی که تضاد میان دوروتاکسیز سلول‌ها و مایعات به خوبی شناخته شده است، اما کشف پژوهشگران دانشگاه ییل شاید چیزهای بیشتری را دربارهٔ پدیدهٔ کلی نمایان سازد. همچنین این پژوهش می‌تواند باعث پیشرفت‌هایی در زمینهٔ میکروشاره‌ها، ساختارهای در مقیاس میکرو و پوشش‌دهی مؤثر شود که در همهٔ آن‌ها از کنترل مایعات استفاده می‌کنند. به گفتهٔ پژوهشگران دوروتاکسیز مایع می‌تواند مبنای توسعهٔ دستگاه‌های خنک‌کننده کارآمدتر شود.

به گفتهٔ این پژوهشگران «ریزقطره‌ها از این‌رو به سفتی سطح‌ها واکنش نشان می‌دهد که به آن‌ها فشار و کشش وارد می‌کنند. یک ریزقطره مانند فردی است که روی ورقهٔ لاستیکی ایستاده است و دو طرف آن را گرفته و بالا می‌کشد. اگر ورقه نرم باشد، این کار برایش راحت‌تر است زیرا در این صورت می‌تواند راحت‌تر از وقتی بایستد که ورقه سفت و انعطاف‌ناپذیر باشد.

به همین ترتیب، ریزقطره ترجیح می‌دهد روی نرم‌ترین بخش سطح قرار بگیرد.»

آزمایش‌ها شامل افشاندن ریزقطره‌های گلیسرول روی سطوح تخت با گرادیان نرمی و ضخامت و مشاهدهٔ آن‌ها با یک میکروسکوپ نوری است. پژوهشگران در کل حرکت ۱۳۳۰۰ ریزقطره را اندازه‌گیری و ثبت کردند. آن‌ها دریافتند که ریزقطره‌ها خودبه‌خود از نواحی سفت به ناحیه‌های نرم حرکت می‌کنند. و آن‌ها از این تمایل برای به دام انداختن ریزقطره‌ها در طرح‌هایی مانند یک Y استفاده کردند.

برای اطلاعات بیشتر می‌توانید به وبگاه زیر مراجعه کنید.

www.Pnas.org/cgi/doi/10.1073/Pnas.1307122110



▲ (Phys.org) - پژوهشگران روشی را برای به حرکت درآوردن ریزقطره‌های روی سطوح تخت بدون استفاده از گرما، الکتریسیته، یا نیروی دیگر یافته‌اند: تنها چیزی که لازم است، تغییر سفتی سطح در جهت مورد نظر است.

معلوم شده است که ریزقطره‌ها نقاط نرم را ترجیح می‌دهند. اریک دوفرسن^۱ پژوهشگر دانشگاه ییل که بررسی او اخیراً در مجلهٔ **پروسیدینگز او دنشنال آکادمی او ساینسز**^۲ به چاپ رسیده است می‌گوید «یافته‌های ما نشان داد که پارامترهای فیزیکی ساده مانند کشش سطحی یک ریزقطرهٔ مایع می‌تواند باعث حرکت خود به خود از یک سفتی به سفتی دیگر شود».

انگیزهٔ پژوهشگران در این مورد رفتار سلول‌های زنده بود. می‌دانیم برخی سلول‌های زیست‌شناختی در فرایند موسوم به دوروتاکسیز^۳ در امتداد گرادیان‌های سفتی حرکت می‌کنند در حالی که سلول‌های یوکاریوتیک^۴ به طرف سطوح‌های سفت‌تر می‌روند، پژوهشگران دریافتند که ریزقطره‌های مایع به‌سوی سطوح نرم‌تر حرکت می‌کنند.

دوفرسن می‌گوید «دوروتاکسیز ریزقطره‌ها بسیار ساده‌تر از سلول‌هاست. کار آن‌ها مانند گوی‌هایی است که روی سطح شیب‌دار پایین می‌غلطند یا تحت تأثیر گرانی فرو می‌افتند که عملی اجتناب‌ناپذیر است.»

پی‌نوشت‌ها

1. Eric Dufresne
2. Proceedings of the National Academy of Sciences
3. durotaxis
4. eukaryotic

منبع: دانشگاه ییل



سه سیاره در منطقه قابل سکونت یک ستاره نزدیک

با تلسکوپ‌هایی مانند تلسکوپ فضایی سیاره‌شکار کپلر بررسی شده است.

بررسی‌های قبلی Gliese ۶۶۷C نشان داده بود که این ستاره دارای سه سیاره است که یکی از آن‌ها در منطقه قابل سکونت قرار دارد. اکنون، گروهی از اخترشناسان به رهبری گیم انگلادا اسکوده^۱ از دانشگاه گوتینگن و میکو تومی^۲ از دانشگاه هرتفوردشایر بریتانیا این منظومه را دوباره بررسی کرده‌اند. کار این گروه اضافه کردن رصدهای جدید HARPS به داده‌های به‌دست آمده از تلسکوپ بسیار بزرگ ESO و رصدخانه W.M. Keck و تلسکوپ‌های ماژلان به داده‌های موجود بود. این گروه دلایلی را بر وجود تا هفت سیاره در اطراف ستاره به‌دست آورده‌اند.

این سیارات به دور ستاره سوم کم‌نورتر در یک منظومه سه ستاره‌ای می‌گردند. در نگرستن از یکی از این سیارات تازه یافته شده، دو خورشید دیگر مانند یک جفت ستاره بسیار درخشان به‌نظر می‌رسند که در طول روز قابل مشاهده‌اند و در شب روشنایی یک ماه کامل را در اختیار می‌گذارند. سیارات جدید منطقه قابل سکونت اطراف Gliese ۶۶۷C را کاملاً پر می‌کنند. زیرا در فاصله مناسب اطراف، مدار پایدار دیگری وجود ندارد.

تومی می‌گوید «از بررسی‌های قبلی خود می‌دانستیم که سه سیاره وجود دارد، اما می‌خواستیم ببینیم آیا سیاره‌های بیشتری هم موجود است. بنابراین با افزودن رصدهای جدید و بررسی مجدد داده‌های موجود توانستیم این سه سیاره را کاملاً تأیید و تعداد بیشتری را نمایان کنیم. پیدا کردن این سیاره‌های

کم جرم در منطقه قابل سکونت بسیار هیجان‌انگیز است!»

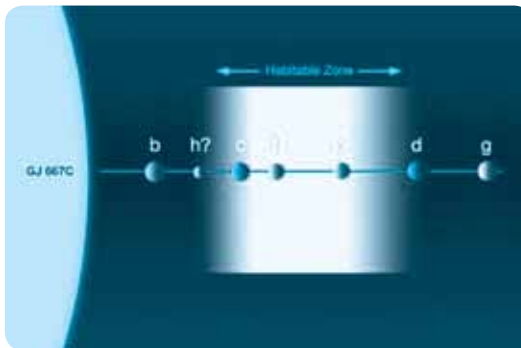
معلوم شده است که سه تا از این سیارات آبر زمین-سیاره‌های با جرم بیشتر از زمین و کمتر از سیاره‌های سنگینی چون اورانوس یا نپتون هستند که در منطقه قابل سکونت قرار دارند که پوسته نازکی در اطراف ستاره است که در آن آب به‌صورت مایع وجود دارد و شرایطی برای زندگی مناسب است. این اولین بار است که سه سیاره در مدار یک ستاره در این منطقه مشاهده شده‌اند.

روری بارنز^۳ از دانشگاه واشنگتن می‌گوید «اگر به‌جای جست‌وجوی ده ستاره برای یافتن یک سیاره بالقوه قابل سکونت در پی یافتن چند تا از آن‌ها را در اطراف ستاره با جرم کم باشیم، تعداد سیاره‌های بالقوه قابل سکونت در کهکشان ما بسیار بیشتر می‌شود.»

منظومه‌های متراکم در اطراف ستارگان خورشید مانند در



این برداشت هنرمندانه سیاره بیرونی Gliese ۶۶۷Cd را نشان می‌دهد که به ستاره مادر (Gliese ۶۶۷C) می‌نگرد. در زمینه طرف راست ستارگان دورتر منظومه سه‌تایی مشاهده می‌شوند. وجود سه سیاره در منطقه قابل سکونت آن‌ها را نامزد وجود زندگی می‌سازد.



این نمودار منظومه سیارات اطراف ستاره Gliese ۶۶۷C را نشان می‌دهد. سه سیاره موجود در منطقه قابل سکونت این منظومه آبر زمین‌هایی هستند که در منطقه‌ای با احتمال وجود آب مایع قرار گرفته‌اند. اندازه‌های تقریبی این سیارات و ستاره مادر به مقیاس نشان داده شده است، اما فاصله‌های نسبی آن‌ها چنین نیست.

(Phys.org) - گروهی از اخترشناسان با ترکیب رصدهای

جدید از Gliese ۶۶۷C با داده‌های موجود HARPS تلسکوپ ۳/۶ متری ESO در شیلی منظومه‌ای با دست کم سه سیاره را نمایان ساخته‌اند. تعداد رکوردشکن سه عدد از این سیارات آبر زمین‌هایی هستند که در منطقه اطراف ستاره‌ای قرار دارند که در آن آب می‌تواند موجود باشد. این سیاره‌ها نامزدهای احتمالی وجود زندگی هستند. این اولین منظومه یافته شده با منطقه قابل سکونت کامل است.

Gliese ۶۶۷C ستاره‌ای کاملاً مطالعه شده است. این ستاره با جرم بیش از یک‌سوم جرم خورشید، بخشی از یک منظومه سه ستاره‌ای معروف به Gliese ۶۶۷ است (که GJ ۶۶۷ هم خوانده می‌شود) که در فاصله ۲۲ سال نوری در صورت فلکی عقرب قرار دارد. این فاصله کاملاً نزدیک-در همسایگی خورشید- و بسیار نزدیک‌تر از منظومه‌هایی است که

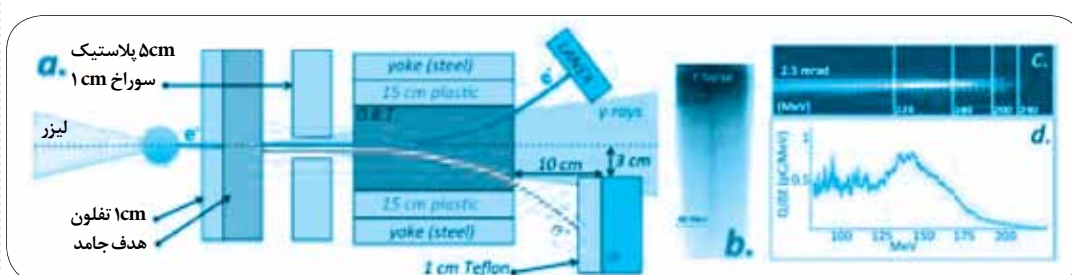
پی‌نوشت‌ها

1. Guillem Anglada-Escudé
2. Mikko Tuomi
3. Rory Barnes

هیجان‌انگیز بیشتر به واسطه HARPS و نرم‌افزارهای وابسته به آن صورت گرفته و از آرشیو ESO هم استفاده شده است. بسیار خوب است که چند گروه پژوهشی مستقل از این وسیله منحصر به فرد استفاده کرده‌اند و به دقت بسیار خوب رسیده‌اند. انگلادا اسکودا نتیجه می‌گیرد که «این نتایج جدید نشان می‌دهد، این‌گونه تحلیل داده‌ها و ترکیب نتیجه‌های به‌دست آمده از تلسکوپ‌های مختلف چقدر ارزشمند است»

کهکشان راه شیری زیادند. سیاراتی که به فاصله کم دور این نوع ستارگان مادر در حرکت هستند بسیار داغ‌اند و به احتمال زیاد قابل سکونت نیستند. اما برای ستارگان خنک‌تر و کم‌نورتر مانند Gliese ۶۶۷C چنین نیست. Gliese ۶۶۷C اولین نمونه منظومه‌هایی است که در آن یک ستاره کم‌جرم میزبان چند سیاره بالقوه صخره‌ای در منطقه قابل سکونت است. دانشمند مسئول HARPS می‌گوید «این نتیجه

فیزیک‌دانان «تفنگ» رومیزی پادماده ساخته‌اند



- ▲ (الف) منظره ترتیب آزمایش از بالا. از حفاظ پلاستیک و تفلون برای کاهش نوفه ناشی از ذرات واگرایی کم‌انرژی و پرتوهای X استفاده شده است.
- ▲ (ب) نمونه سیگنال پوزیترون که در صفحه تصویر ثبت شده است. ناحیه علامت‌گذاری شده با نوفه گاما عمدتاً در معرض پرتوی گاما قرار دارد که از هدف جامد فرار کرده‌اند.
- ▲ (ج) نمونه سیگنال باریکه الکترون که صفحه LANEX بدون هدف جامد ثبت کرده است.
- ▲ (د) طیف به‌دست آمده.

برای دست‌یافتن به این هدف، گروه، یک لیزر پتائوتی^۲ را به نمونه‌ای از گاز بی‌اثر هلیوم شلیک می‌کند. این کار باعث تولید جریانی از الکترون‌های بسیار سریع می‌شود. الکترون‌ها را به‌سوی ورقه بسیار نازکی از یک پولک فلزی هدایت می‌کنند که باعث برخورد آن‌ها با تک‌تک اتم‌های فلز می‌شود. این برخوردها سبب گسیل باریکه‌های الکترون و پوزیترون می‌شود که سپس با استفاده از آهنربا از هم جدا می‌گردند. پژوهشگران گزارش داده‌اند که هر دمش تفنگ ۳۰ فمتو ثانیه طول می‌کشد و هر شلیک سبب تولید کادریلیون‌ها^۳ پوزیترون می‌شود (مقداری که با سطح تولیدشده در سرن قابل مقایسه است). به نظر این پژوهشگران، وسیله آن‌ها را می‌توان برای تقلید کردن جریان‌های ناشی از سیاهچاله‌ها/ یا تپاخترها به کار برد. امیدواریم پژوهشگران به پرسش‌هایی از قبیل چه نسبیتی از ذرات در هر باریکه وجود دارد؛ انرژی آن‌ها چقدر است؟ و چگونه ذرات موجود در آن‌ها به محیطی که در آن شلیک می‌شوند برهم‌کنش می‌کنند؛ پاسخ دهند.

برای اطلاعات بیشتر رجوع کنید به:

Table-Top Laser- Based Source of Femtosecond, Colimated ultrarelativistic Positron Beams, Phys.Rev. (Lett.110, 255002(2013

(Phys.org) یک گروه بین‌المللی از فیزیک‌دانان دانشگاه میشیگان موفق به ساخت یک «تفنگ» رومیزی پادماده شده‌اند که می‌تواند فوران‌های کوتاه پوزیترون شلیک کند. آن‌ها در مقاله‌ای که در که در فیزیکال ریویو لترز^۱ چاپ شده است چگونگی ساخت و طرز کار آن را شرح داده‌اند. پوزیترون‌ها پادذره و دوقلو با بار مخالف الکترون‌ها هستند. پوزیترون‌ها را علاوه بر تولید در آزمایشگاه می‌توان در فوران‌های گسیل شده از سیاهچاله‌ها و تپاخترها نیز یافت. تاکنون، برای تولید پوزیترون‌های لازم در مطالعات از ماشین‌های بزرگ گران‌بها استفاده می‌کردند. یکی از آن‌ها شتاب‌دهنده ذره در سرن است. وسیله دیگر دستگاهی است که دانشمندان آزمایشگاه ملی لاورنس لیورمور ساخته‌اند و پوزیترون‌ها را با شلیک یک لیزر بسیار توانمند بر قرص‌های ظریف طلا، تولید می‌کند. کار جدیدتر پژوهشگران دانشگاه تگزاس ساخت یک شتاب‌دهنده در اندازه رومیزی است. محصول جدید حاصل تلاش آن‌هاست- این گروه وسیله‌ای ساخته‌اند که طول آن بیش از یک متر نیست و می‌تواند فوران‌های کوتاهی از جنس الکترون و پوزیترون، بسیار شبیه آنچه از سیاهچاله‌ها و تپاخترها گسیل می‌شود، تولید کند.

پی‌نوشت‌ها

1. Physical Review Letters
۲. هر پتاوات ۱۰^{۱۵} وات است
۳. عددی که در بریتانیا معادل ۱۰^{۱۲} و در آمریکا ۱۰^{۱۵} است.

آموزش مفهوم در بستر فناوری؛ از رویا تا واقعیت



آموزشی

مجید راسخ
سرگروه فیزیک، استان کیلان

چکیده

مسئولان آموزش و پرورش استفاده از چند رسانه‌ای را، لازمه تحول آموزشی می‌دانند. از این رو، همه ارکان تشکیلات آموزش و پرورش و فرهنگ جامعه می‌بایست متناسب با هم در این راستا قدم بردارند. سرمایه‌گذاری کلان در تأمین ابزارهای لازم، برای مدارس، چشم انتظار استفاده‌کننده از این ابزارها است. لذا، برای انجام آن، باید معلمان را ترغیب و تشویق نمود. زیرا تا زمانی که بستر آموزش چند رسانه‌ای آماده و مهیا نباشد، نبایستی انتظار تغییر نگرش داشته باشیم.

کلیدواژه‌ها: آموزش، سنتی، چند رسانه‌ای، انیمیشن، تفکر، فناوری

۱. مقدمه

در عصر حاضر که عصر دگرگونی و تحول است آموزش، آفرینندگی، شکوفاساختن خلاقیت و افزایش توانایی یادگیری دانش‌آموزان می‌تواند از مهم‌ترین مسئولیت‌ها و نگرش‌های مسئولان هر واحد آموزشی باشد. [۱] بر کسی پوشیده نیست که استفاده از وسایل و فناوری‌ها در آموزش مدارس به نحوی چشم‌گیر می‌تواند در رشد یادگیری و شکوفایی استعداد دانش‌آموزان مؤثر واقع شود. اما هر چیزی می‌تواند هزینه بالایی برای اجراکننده آن داشته باشد. توانایی معلم در استفاده از فناوری چند رسانه‌ای، می‌بایست ابتدا قالب‌های سنتی جامعه را تغییر دهد. از این رو تلاش گردید تدریس با سطحی بالاتر از آن چیزی که در آموزش و پرورش متداول است در دو کلاس جمعا ۵۶ نفری در دبیرستان میرزا کوچک ناحیه ۲ رشت

(تیزهوشان) که دانش‌آموزان آن تقریباً در یک سطح درسی هستند به صورت عملی اجرا گردد. تعداد زیادی از دانش‌آموزان با صرف هزینه‌های هنگفت در دوره راهنمایی، و با یادگیری روابط و فرمول‌های دبیرستانی به صورت غیر مفهومی آشنایی کامل دارند. لذا در سه ماهه اول سال تحصیلی ۹۱-۹۲، تدریس به سبک سنتی و متکی بر جزوه‌نویسی و امتحان خلاصه گردید، که روشی بی‌دردسر و همراه با تمجید و ... است. اما در سه ماهه دوم، تدریس با روش دانش‌آموز محور، همراه با فناوری و چند رسانه‌ای انجام شد و در پایان سال تحصیلی از دانش‌آموزان پرسش‌های زیر به عمل آمد.

۱. دیدگاه شما درباره درس فیزیک، قبل و بعد از تدریس دبیرتان چگونه است؟
۲. نقش انیمیشن‌های مرتبط با مطالب علمی را، در ضمن تدریس، در تفهیم مطالب چه میزان مفید می‌دانید؟
۳. استفاده از امکانات آزمایشگاهی و نیز نوع مشارکت در انجام آزمایش در منزل را تا چه میزان مفید می‌دانید؟
۴. جزوه آموزشی آماده شده توسط دبیرتان چه اندازه مؤثر و مفید است؟
۵. استفاده از تابلوهای هوشمند را چه اندازه در تدریس فیزیک سودمند می‌دانید؟
۶. بیان علمی دبیر را تا چه اندازه، در ارائه مطالب درسی و درک مطالب بالاتر از کتاب درسی مفید می‌دانید؟
۷. ارتباط شما با دبیرتان چه اندازه راحت و صمیمی است؟
۸. انتقادپذیری دبیر فیزیک‌تان را چه حدی در نظر می‌گیرید؟
۹. نقاط قوت و ضعف تدریس دبیرتان را در چه چیز می‌دانید؟

۲. تدریس سه ماهه اول و روش سنتی

انتخاب تدریس به روش سنتی در سه ماهه اول از این جهت در نظر گرفته شد تا تناقضی با دوره راهنمایی در فرآیند یادگیری به وجود نیاید. بنا به نظرسنجی توسط مدیر مدرسه، رضایت‌مندی دانش‌آموزان از درس فیزیک بسیار بالا بود. فرآیند ۱ نشان‌دهنده روشی است که دبیر در تدریس لحاظ نموده است. هر چند در این روش نمی‌توان انتظار تغییرات اساسی در ساختار ذهنی دانش‌آموزان را داشته باشیم، زیرا دانش‌آموزان بیشتر درگیر با مسائل ریاضی در فیزیک و جزوه‌نویسی و ... هستند.

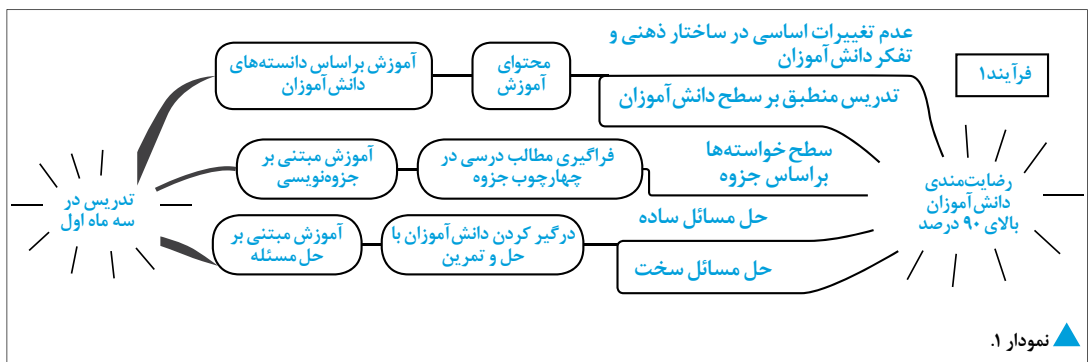
درگیر ساختن فکر دانش‌آموزان باعث می‌شوند که یادگیری آن‌ها از سطح دانش فراتر برود و به سطوح بالاتر برسند. همچنین این فیلم‌ها چون می‌توانند حس بینایی را برانگیزند بنابراین قادر خواهند بود میزان یادگیری را در دانش‌آموزان افزایش دهند. [۳] مطابق شکل مقابل، فضای آزمایشگاه دبیرستان بسیار نامناسب و تجهیزات آزمایشگاه در جعبه بسته‌بندی شده بود، در حالی که «انجام آزمایش در مدارس گام‌های اولیه در فرآیند ساخت و تولید، و زمینه‌ساز برقراری ارتباط بین علم و فناوری محسوب می‌شود.» [۴]

نتایج به‌دست آمده برای دبیر بسیار خوب و رضایت‌بخش است. ضعف عمده تدریس را می‌توان در عدم بالا بردن یادگیری فراشناختی دانش‌آموز، عدم ارائه تفکری پایدار و عدم استفاده از فناوری در امر آموزش در این روش دانست.

۳. تدریس در سه ماهه دوم

تدریس در سه ماهه دوم مطابق فرآیند ۲ با نمایش انیمیشن‌هایی متناسب با سرفصل‌ها و بخش‌های کتاب درسی و فیلم‌های آزمایشگاهی انجام گرفت. انیمیشن‌های آموزشی با

لذا باید دانش‌آموزان را به انجام آزمایش با امکانات ساده ترغیب کرد تا این کار باعث بروز خلاقیت در آن‌ها شود. پس از انجام آزمایش، دانش‌آموزان با تهیه فیلم و عکس، و تحویل آن به دبیر خود اقدام کردند. ترغیب دانش‌آموزان به انجام آزمایش‌های ساده در منزل زمینه‌ساز درک بهتر فیزیک بود. لازم به ذکر است که بیش از ۲ گیگابایت فیلم کوتاه و عکس در خصوص مفاهیم کتاب درسی و تأثیر علم فیزیک در زندگی جمع‌آوری شد. نمونه‌ای از هدف‌های رفتاری موردنظر را که دانش‌آموزان به کلاس ارائه داده‌اند در شکل‌های زیر می‌بینید.



و انتقادهای غیرمعقول در عرصه فناوری، مشکلی است که تا برطرف نشود تدریس چندرسانه‌ای امکان‌پذیر نخواهد بود. عدم خلاقیت در استفاده از آموزش چندرسانه‌ای و عدم بسترسازی مناسب باعث می‌گردد تا معلم، حتی معلم با معلومات و دانش روز، از استفاده از آن دوری کند و باعث گرایش او به روش‌های روزمره و سنتی شود. به همین دلیل امروزه اگر معلم فقط با روش‌های جزوه‌نویسی، حل مسئله، امتحان و چند نکته تستی و روابط با چند مسئول و ... وظیفه آموزشی خود را انجام دهد به مراتب در جامعه آموزش کلامی ما، موفق‌تر خواهد بود.

اشاره به نکته‌های زیر از این جهت حائز اهمیت است که اگر اینجانب به‌عنوان سرگروه فیزیک استان گیلان و ... به تدریس به روش چندرسانه‌ای اقدام نکنم، هیچ انتظاری از دیگر همکاران نخواهد رفت و تا زمانی که سد امنی برای دبیران به روش جدید ایجاد نشود مجبور خواهند بود از روش‌های سنتی استفاده نمایند؛ از این رو پیشنهاد می‌گردد.

۱. مسئولان آموزش و پرورش به‌جای تجهیز مدارس، فرهنگ استفاده از تجهیزات، نقش آن و تأثیری را که در یادگیری دانش‌آموزان دارد آشکار سازند و همه سلیقه‌های درگیر با آموزش را ترغیب به استفاده از روش‌های چندرسانه‌ای کنند.

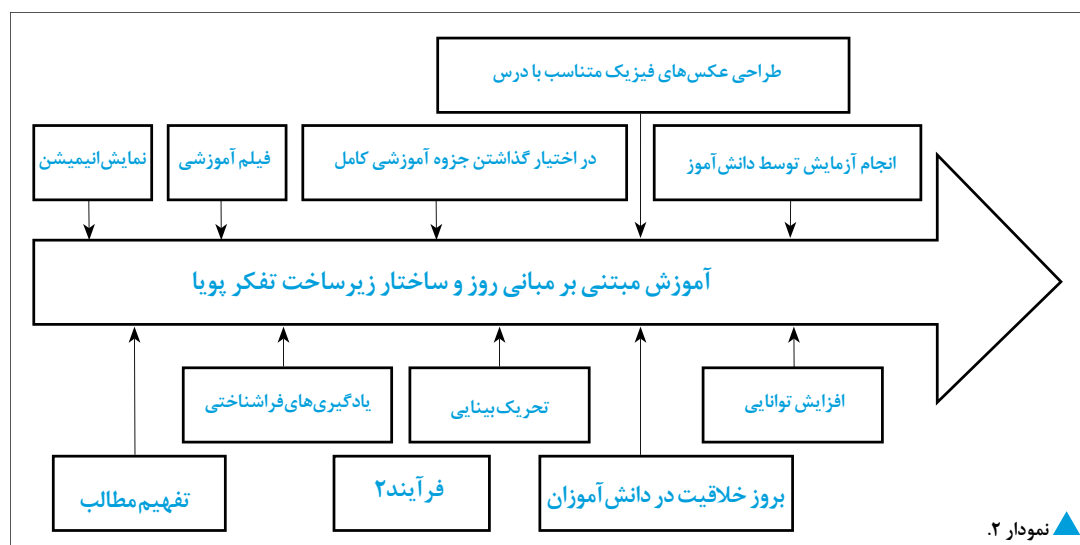
۲. نوع نظرسنجی مدیران، از حالت سنتی خارج شود و شاخص‌های علمی و دقیق‌تری بر اساس IT و ICT طراحی و اجرا گردد. نتیجه کار دبیر بر اساس استاندارد علمی سنجش شود نه بر اساس معیار روزمرگی سنتی. طراحی فرم نظرسنجی در گروه فیزیک استان گیلان صورت گرفته است.

۳. عدم آشنایی مدیران با درس‌های تخصصی و نیز بی‌اطلاعی تعداد محدودی از آن‌ها از علم روز، باعث شده است آسیب‌های فراوانی به شرایط تدریس وارد آید. بهتر است برای حل این مشکل در درس‌های تخصصی، از دبیران متخصص نظرخواهی گردد و به اظهارنظرهای غیرتخصصی بهایی داده نشود.

همچنین جزوه آموزشی نسبتاً کاملی، دربرگیرنده مسائل مفهومی و شکل‌های رنگی که توسط دبیر از قبل برای کلاس درس طراحی شده بود توزیع شد. همین‌طور عکس‌های دریافت شده از اینترنت درباره پدیده‌های فیزیک باعث شد که دانش‌آموزان ترغیب شوند و با استفاده از وسایل بسیار ساده و هرآنچه که در پیرامون آن‌هاست دست به ابتکار و خلاقیت بزنند. در جزوه آموزشی شکل‌ها به‌صورت رنگی ترسیم گردید و برای درک بهتر دانش‌آموزان، فایل آن‌ها به‌صورت پی‌دی‌اف در دسترسشان قرار گرفت. جزوه الکترونیکی باعث شد که دانش‌آموزان از عکس‌های رنگی بیشتری در دریافت دانش فیزیک بهره‌مند شوند. باتوجه به اینکه تعداد دانش‌آموزان دو کلاس جمعاً ۵۶ نفر بود میزان دانلود از جزوه بیش از ۲۷۰ بار و از کل دانش‌آموزان مدرسه نیز بیشتر بود. ارائه این جزوه و حل مسائل مفهومی و تنوع شکل‌های رنگی و ... باعث برانگیزش بینایی دانش‌آموزان گردید.

دانش‌آموزان در نظرات خود مطرح نموده‌اند که «فهمیدیم فیزیک دربرگیرنده بسیاری از مطالب بزرگ و کوچک است» و یا «بعد از تدریس شما، دیدگاه من به طبیعت عوض شد و دوست داشتم که فیزیک را برای خودش نه برای نمره بخوانم». نتایج به‌دست آمده در نمودار زیر نشان می‌دهد با وجود استقبال کمتر دانش‌آموزان از این روش تدریس نسبت به روش سنتی این استقبال از سطح خوبی برخوردار است. نمودار زیر نوع دیدگاه دانش‌آموزان را در این فرآیند آموزشی نشان می‌دهد.

اگر در دبیرستان تیزهوشان ناحیه ۲ رشت، آزمایشگاه دبیرستان فضای مناسبی داشت و یا حداقل قفسه‌هایی برای چیدن وسایل آزمایشگاه مهیا بود و یا دست‌کم یک رایانه با اینترنت پرسرعت در اختیار دانش‌آموزان مدرسه تیزهوشان قرار می‌گرفت نتایج به‌دست آمده مطلوب‌تر بود. با وجود این، در دانش‌آموزان سال اول دبیرستان تغییراتی که مورد انتظار بود مشاهده گردید. وجود تفکرهای سنتی در مدیریت و نوع نظرسنجی‌های غیرعلمی



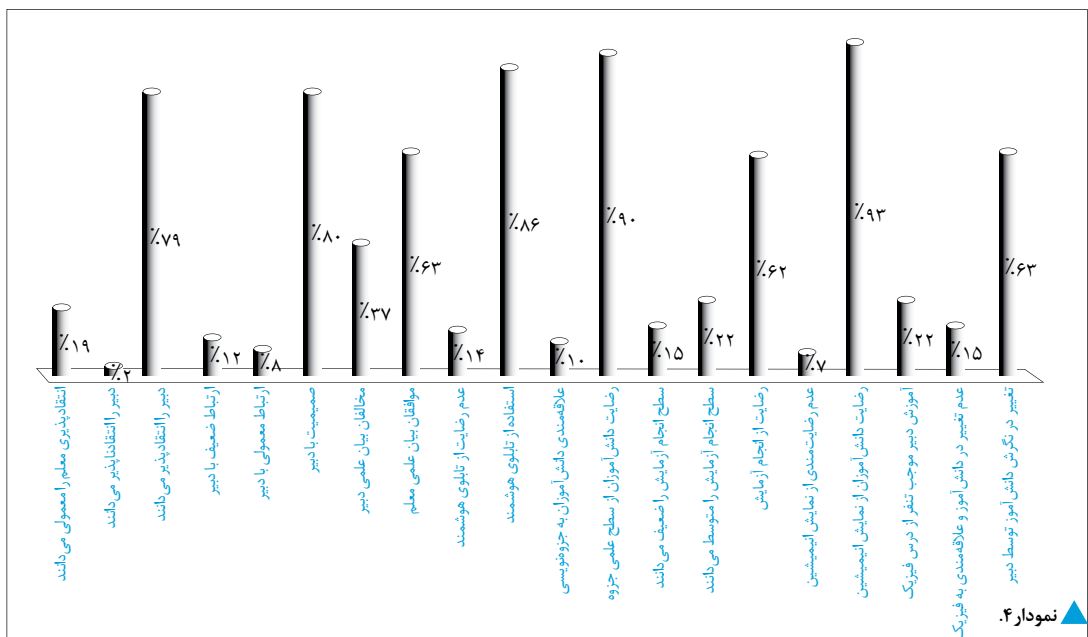
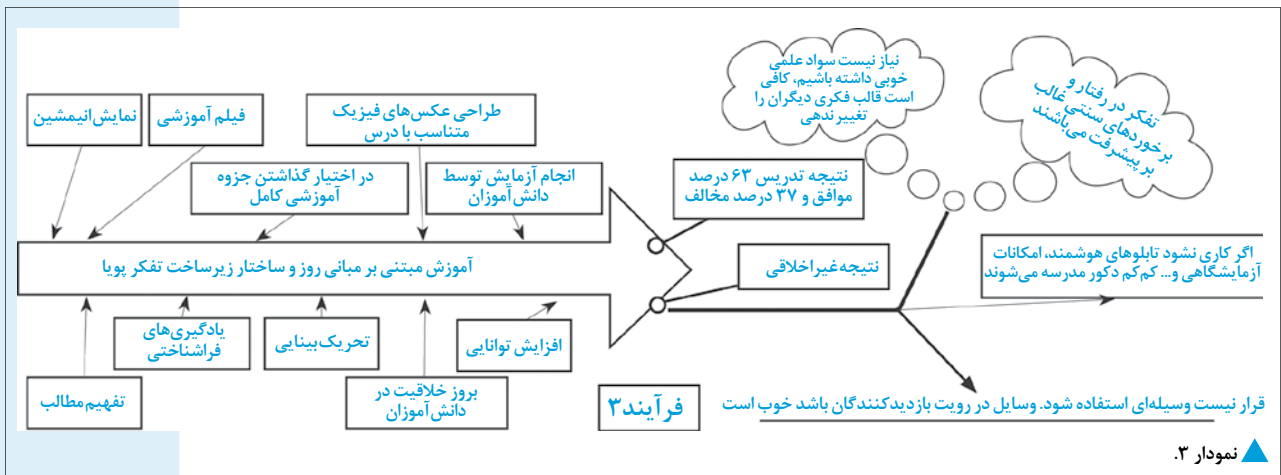
۴. نتایج حاصل از تدریس های سنتی در چند سال اخیر،
باتوجه به طراحی سؤال به روش مفهومی، ضعف تدریس سنتی را
بیش از پیش نشان می دهد. نتایج آماری نشان می دهد که:

۴-۱: در کنکور سال ۹۱، در بخش مرکزی رشت میانگین درصد نمرات آزمون فیزیک در رشتهٔ ریاضی ۷ و در رشتهٔ تجربی ۸/۶ است.

۲-۴: همچنین در سال ۹۰، از تعداد ۸۵۰ نفر، ۱۷۲ نفر پذیرفته شده در کنکور سراسری تنها ۳ درصد توانسته‌اند فیزیک را بالای ۵۰ درصد پاسخ دهند و در عوض ۱۵/۴ درصد از داوطلبان با گرفتن نمره منفی در درس فیزیک موفق به قبولی شده‌اند.

۳-۴: در مسابقهٔ آزمایشگاهی فیزیک که در استان گیلان در اسفند سال ۹۱ برگزار شد، میانگین نمرهٔ فیزیک از ۱۴/۴، بود و از ۱۲۷ نفر شرکت کننده تنها ۱۴ نفر رتبهٔ علمی بالای ۱۰، از بیست، را آورده‌اند.

۱. محیط غنی برای بروز خلاقیت در دانش آموزان.
۲. ایجاد محیط‌های یادگیری نو با عوامل و منابع متفاوت.
۳. افزایش انگیزه در دانش آموزان برای خودآموزی.
۴. فراهم کردن موقعیت اجتماعی واقعی برای تمرین مسئله‌یابی، حل مسئله و پژوهش درباره مسائل گوناگون.
۵. ایجاد آمادگی لازم برای مواجهه با تغییرات سریع، پیچیده و نامشخص در محیط.
۶. افزایش توانایی لازم برای به‌دست آوردن دانش جدید.
۷. پرورش مهارت‌ها و توانایی‌های جدید از طریق توسعهٔ سواد فناوری [۵]





نقدی بر مقاله چاپ شده
«رابطه مهندسی صنایع و فیزیک کوانتومی»

مرحمت فرموده «علم» را اول کنید!

آرش ظهوریان پردل

اشاره



نقد

چندی قبل، مقاله‌ای تحت عنوان عجیب «رابطه مهندسی صنایع و فیزیک کوانتومی» نظرم را جلب کرد. با وجود اینکه عنوان مزبور به شدت بی‌ربط و خنده‌دار به نظر می‌رسید، تصمیم گرفتم حتماً آن را بخوانم تا بعداً خودم را به قضاوت عجولانه متهم نکنم. نتیجه همان‌طور که پیش‌بینی می‌کردم، هیچ تأثیری در پیش‌فرض بدبینانه اولیه‌ام نداشت و حتی باعث شد ترغیب شوم موضوع سوءاستفاده از مفاهیم (یا در واقع، «اسامی») ذهن پُرکن و پُرطمطراق علمی را بیشتر و دقیق‌تر بررسی کنم که موضوع همین مقاله است: محصولی به شدت بی‌کیفیت برای مقابله با جاقی شکم تولید می‌شود و اذعان می‌کنند با اصول «علمی» تهیه شده... متدها و روش‌های درمانی برای ترک اعتیاد ابداع می‌کنند و ادعای «علمی بودن» آن را دارند... مدرس زرنگی به فکر می‌افتد اصول منسوخ شده و ابلهانه‌ای را در راستای از بر کردن لغات، احیا کند و به اسم «متد علمی» به خورد پشت کتکوری‌ها بدهد و عکس خود را به همراه لبخند ملیح و دلربایی نیز پیوست آن می‌کند... کلاس کتکوری دایر می‌کنند و در حالی که آنچه آموزش می‌دهند، بیشتر به رمالی و کف‌بینی می‌ماند تا دانش، اسم آن را «آموزشگاه علمی» می‌گذارند... سمینار «آموزش راهکارهای مدیریتی شوهرداری و اصول راهبردی مقابله با استرس و پدیده مادرشوهر در ۶۰ ثانیه» برگزار می‌کنند و به همراه آن، عکسی از اینشتین (که سال‌هاست به پرتوهای جذاب و نمادی برای اثبات و اصرار بر حقانیت علمی تبدیل شده) به آگهی الصاق می‌کنند... واژگان فیزیکی و پُرمعنایی چون: «نسبیت» و «عدم قطعیت» را بدون آگاهی از مفاهیم آن‌ها، دائماً به کار می‌برند (چه در محاوره، چه در فلسفه و علوم اجتماعی و چه در ادبیات) و به شدت احساس فرهیختگی می‌کنند، ... و بسیاری موارد مشابه که بارها دیده‌ام.

معضل استفاده‌های نابه‌جا و بعضاً خنده‌دار از موضوع‌های علمی، هر چند در حد تیترو اشاره‌ای گذرا، مدت‌های مدید است که وجود دارد، ولی هر از گاهی قوت می‌گیرد و تشدید می‌شود و به صورت یک الگوی تکراری، در شرایط متفاوت تکرار می‌شود. پیش از وارد شدن به بحث اصلی، بهتر است نگاهی کنیم به خود «علم» و جایگاه آن در لایه‌های مختلف جامعه، و بعد بر سیم به دلایل و انگیزه‌های اصرار این افراد بی‌اطلاع، بر مزدوج کردن موضوع‌های مهم و بی‌اساس با حوزه دانش.

کلیدواژه‌ها: روش علمی، فیزیک کوانتومی، علم برای همگان، نسبیت

زمانی که فیزیک‌دان شهیر روسی-آمریکایی، جورج گاموف، تصمیم گرفت کتاب‌هایی در حوزه فیزیک و به زبان ساده برای همگان تألیف کند، هدفش ایجاد رغبت و انگیزه برای کسانی بود که شرایط یا توانایی تحصیل در حوزه علوم پایه (به‌ویژه به صورت تخصصی) را ندارند و بر این عقیده بود که چه بهتر است چنین کتاب‌های عامه فهمی، توسط کسانی نگاشته شوند که خود، حداقل دستی بر آتش دانش دارند و از جوانب گوناگون این وادی پر پیچ و خم آگاهی دارند و می‌دانند که خطر سوء برداشت، در مورد

حتی به ظاهر پیش پا افتاده‌ترین موضوع‌های علمی، به سادگی ممکن است (به‌ویژه اگر توسط نااهلی نوشته شوند) و پیامدهای نامطلوبی که برای خواننده در پی دارد، به سادگی قابل جبران نیستند. متأسفانه، نتیجه این حسن نیت، چندان رضایت‌بخش نبود و گاموف (که شوخ‌طبعی و شخصیت منحصر به فردش، به او لقب «دلک بزرگ» داده بود)، مورد تاخت و هجمه اکثر دانشمندان هم عصر خود قرار گرفت و کار به جایی رسید که این فیزیک‌دان طراز اول - که نقش او در تبیین نظریاتی درباره نظریه مه‌بانگ، بر کسی پوشیده نیست - دیگر در محافل معتبر علمی جایی نداشت و نرم نرمک به حاشیه رانده شد.

دلیل این دیدگاه اکثریت دانشمندان آن زمان را (که البته بعدها دستخوش تغییرات فراوان و غالباً امیدوارکننده‌ای شد) در چه باید جست‌وجو کرد؟ این اختلاف از کجا آغاز شد و اساساً چه باعث شد اهالی دانش این‌گونه از روی نخوت به عوام نظر افکنند و مطرح کردن دانسته‌های خود با ایشان (طبیعتاً در سطحی پایین‌تر) را نوعی کسرشان بدانند؟ در روی دیگر سکه، همان عوام نیز هیچ‌گاه، نه با دانش و نه با دانشمند، احساس نزدیکی نکردند و غالباً این مقولات را در ذهن خود، نوعی قلمرو ممنوعه تلقی کرده‌اند و حتی به واسطه همین دور از دسترس دیدن حوزه دانش، در بسیاری مواقع، از خود، زحمت کوچک‌ترین تفکری را دریغ می‌کنند و اگر هم حرفی در این وادی داشته باشند، همواره آن را تا حد ابزاری برای اظهار فضل کردن و جلب توجه در محافل، تنزل داده‌اند، بدون آنکه در پس حرفشان اندک تفکری نهفته باشد.

اکثر افراد، «فکر کردن» را دوست ندارند. فکر کردن سخت است، تا جایی که حتی مقایسه آن با ساعت‌ها کار یدی هم شاید عقلانی نباشد. فکر کردن، حوصله و پشتکار می‌خواهد و اکثر خوانندگانی که تجربه مطالعه حتی کتاب ساده علمی‌ای را دارند، می‌دانند که تلاش برای فهمیدن موضوعی که در پس برخی سطور نهفته است، شاید به چندین روز تفکر و ممارست نیاز داشته باشد. (البته برای خواننده سمج و مشتاق) و بدیهی است که گستره افرادی که عزم خود را برای حضور و پیشروی در این

حوزه جزم می‌کنند، به مراتب از دیگران کمتر است. (این دیگران را می‌توان حتی به حوزه علوم انسانی و به‌ویژه فلسفه، تعمیم داد). در سریالی طنز، کاراکتری که شخصیت نسبتاً علمی‌ای دارد، مدام مور غضب دوستانش قرار می‌گیرد که تاب و تحمل گوش دادن به صحبت‌هایش دربارهٔ چنین موضوع‌هایی را ندارند. اکثریت جامعه، دوستداران و مشتاقان دانش را با لقب NERD مورد تحقیر و تمسخر قرار می‌دهند و فرض را بر این گذاشته‌اند که این قماش، به غایت تک‌بعدی هستند و از ساده‌ترین روابط و اصول اجتماعی بی‌خبرند. شمایل این گروه، با یک عینک ته استکانی و دندان‌های سیمی و موهای آشفته و لباس‌های نامتجانس و مسخره، به‌راحتی قابل شناسایی است. در اینجا کاری به کیفیت چنین نگرشی نداریم، اما آنچه مسلم است، این است که می‌توان این نگاه را گواه دیگری برای وجود تفاوت‌های آشکار میان این دو قشر در نظر گرفت و استهزا و تمسخری که به سوی دانش‌دوستان نشانه می‌رود را شاید بتوان نوعی سازوکار دفاعی دانست که از رحم کاستی‌ها و کمبودهای افراد علم‌گریز بیرون می‌آید. (نظیر بازاریان و کاسب‌کاران و دلال - مسلمانانی که اکثراً نه‌تنها با مسائل فرهنگی بیگانه‌اند، بلکه به تحقیر افرادی که به این مسائل دلبستگی دارند می‌پردازند و مدام تلاش می‌کنند داشته‌های مادی خود را به‌عنوان دستاویزی برای اثبات - به‌زعم خودشان - «زرنگی» و شعور و شخصیت نداشته‌شان جلوه‌گر کنند).

روی دیگر قضیه، یعنی اکراه اغلب دانشمندان برای بازگو کردن مفاهیم علمی در قالبی ساده‌تر نیز قابل بحث است. این نگرش (که البته در حال حاضر به‌شدت تعدیل شده)، از منظر، به‌واسطهٔ تلاش‌های مستمر و طاقت‌فرسای ایشان در به‌دست آوردن مدارج دانش است که این توقع را به‌وجود آورده که اگر این عوام به‌راستی، خواهان یادگیری مفهومی (هر چند محدود و مشخص) هستند، باید برای آن زحمت بکشند و ساعت‌ها و روزها و بلکه سال‌ها تلاش کنند، نه اینکه ما (دانشمندان) تلاش کنیم این مباحث را فشرده و اصطلاحاً ساده کنیم و همانند دارو یا شربت، به کامشان بریزیم. حتی به زعم بسیاری، «ساده کردن» یک مفهوم شاید اساساً مقدور نباشد و اگر هم بتوان چنین کاری انجام داد، به کلیت ماجرا لطمه می‌زند. مثلاً نظریهٔ نسبیت عام اینشتین، چیزی نیست که بتوان بدون شناخت درست و دقیق از حساب تانسوری، فهمید (هرچند که با تسلط به آن ابزار ریاضی پیچیده هم نمی‌توان از فهم این نظریه مطمئن بود!) حال هرچقدر هم در ساده کردن مطالب تلاش کنیم، در نهایت نمی‌توانیم مخاطبان را به هیچ برداشت صحیح رهنمون کنیم. مثالی دیگر، مکانیک کوانتومی است که برخی مفاهیم به‌شدت انتزاعی و غیرشهودی آن، حتی داد خود فیزیک‌دان‌ها را هم درآورده. (ریچارد فاینمن، فیزیک‌دان اعجوبه و شوخ‌طبع آمریکایی، در جایی به طعنه گفته بود: «امروز تقریباً اطمینان داریم که کسی از فیزیک کوانتومی سر در نمی‌آورد!» که البته این گفته صرفاً جنبهٔ اغراق و شوخی دارد، اما تلویحاً به دشواری‌های

آن اشاره می‌کند). خب، واقعاً چگونه باید این مفاهیم را برای مخاطبی که هیچ زمینهٔ علمی‌ای ندارد، بدون اینکه به کلیت موضوع آسیبی وارد شود، شرح و بسط داد؟

مثال‌های مزبور را شاید بتوان از جمله مواردی دانست که دشوار بتوان راهی برای عامه فهم کردن آن‌ها یافت. اما در بسیاری از بخش‌های دیگر فیزیک (دست‌کم در تشریح برخی مفاهیم بنیادی)، با تلاش‌های بسیار موفق در همین راستا مواجه هستیم. بهترین مثال، کتاب «تکامل فیزیک» است که به قلم نابغه‌ای چون اینشتین (و لئوپولد اینفلد) نگاشته شد و به ساده‌ترین و در عین حال، علمی‌ترین شکل ممکن، اصولی از فیزیک کلاسیک تا مدرن را بازگو می‌کند. جدای بحث عالی بودن کتاب (که در کشور ما با همین عنوان و با ترجمهٔ خوب احمد آرام منتشر شده است)، خود این اقدام اینشتین، فی‌نفسه ارزشمند و در خور توجه بود. او همواره تأکید می‌کرد که «علم را باید ساده گفت و ساده آموخت»، و بدیهی است که منظور از این سادگی، کم کردن و کاستن از بار علمی اثر نیست و صرفاً پرهیز از دشوارگویی و دشوارنویسی است (مثال‌های خوبی از سخت‌نویسی را می‌توان در کتاب‌های نظیر مدیریت و فلسفه به‌وفور مشاهده کرد: نوشتاری که در آن، نویسنده برای جبران کاستی‌های مضمون، دست به دامان واژگان ثقیل و بعضاً عجیب و غریب می‌شود و ساده‌ترین موضوعی را که می‌توان با حداکثر چند جمله مطرح کرد، در قالب پیچیده‌ترین و پرتکلف‌ترین ساختارهای لغوی و دستوری به مخاطب بینوا عرضه کرده و گاهی اوقات، آدمی را به این فکر وامی‌دارند که گویی نویسنده صرفاً در پی اظهار وجود به‌وسیلهٔ حرافی و پُر کردن سطور است). ریچارد فاینمن، که از جمله پیشروان دگراندیشی علمی بود، انقلابی عظیم در شیوهٔ تدریس فیزیک ایجاد کرد، انقلابی که موجب تغییرات اساسی در نظام آموزشی آمریکا و اروپا شد. او عقیده داشت از آنجایی که فیزیک علمی منطقی و دقیق است، باید در توصیف آن، همهٔ جوانب قضیه روشن شود و توضیح‌ها را باید تا جایی ادامه داد که به بنیادی‌ترین اجزای ماده برسیم. مثلاً برای تعریف مفهومی چون گرما یا الکتریسیته (یا در مقیاس پیشرفته‌تر، الکترودینامیک)، این یک باید است که بتوان تعاریفی کاملاً روشن و واضح، بر پایهٔ ویژگی‌های ذرات سازندهٔ مواد، ارائه داد. (او که در زمینهٔ دشوار الکترودینامیک کوانتومی QED صاحب‌نظر بود، حتی در این حوزه هم با همان تبحر فیزیک کلاسیک، به کنکاش مفاهیم می‌پرداخت و قضایا را بسط می‌داد). اما در همین مورد نیز نباید فراموش کنیم که آثار و توضیحات فاینمن، شاید در بسیاری موارد، باز برای مخاطب عام، گنگ و غیرقابل درک باشد. (مجموعه سخنرانی‌های فاینمن در سه جلد، که برای دانشجویان ترم‌های اول رشته فیزیک تألیف شد و در جوامع علمی، حکم کتاب مقدس را دارند، حاوی مفاهیم بسیار جالب و ارزشمند، اما در عین حال دشوارند).

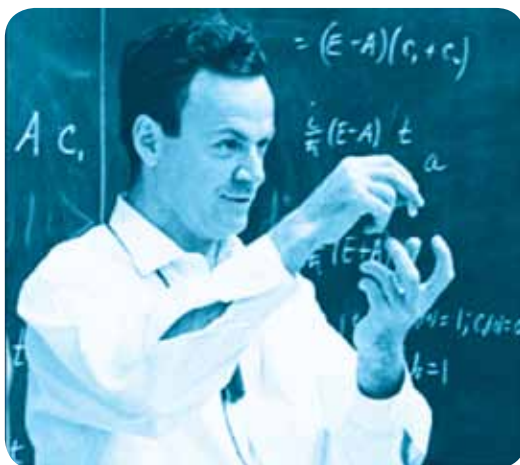
ریچارد فاینمن،
که از جمله
پیشروان
دگراندیشی
علمی بود،
انقلابی عظیم
در شیوهٔ
تدریس فیزیک
ایجاد کرد،
انقلابی که
موجب تغییرات
اساسی در نظام
آموزشی آمریکا
و اروپا شد

دارد که طرفدارانشان را همچنان مسحور و مجذوب نگه دارد. این نخستین بار (و شاید آخرین بار) در تاریخ بود که یک دانشمند تا این اندازه مقبول عوام افتاده بود و با خود، جوّی (هرچند سطحی) از اشتیاق به دانش به همراه آورد. همین که نسخه‌های ساده شده نسبیت، پیوسته چاپ می‌شد و دست به دست می‌گشت، انواع و اقسام داستان‌های بامزه خیالی و واقعی درباره او ساخته می‌شد، سیل نامه‌ها و هدایای عجیب و غریبی که به منزل او و همسر دومش سرازیر می‌شد و... همگی اثبات کردند که خود علم فی نفسه، غذای بدمزهای نیست، فقط بستگی به آشپز و نوع پذیرایی دارد که چگونه مشتری را به خوراک مزبور، علاقه‌مند کنند. (ناگفته نماند که خود اینشتین چندان رضایتی از شلوغی و بلوای اطرافش نداشت، چراکه آن را عامل برهم خوردن تمرکزش می‌دانست. اما با وجود این، همواره تلاش می‌کرد لحن گفتار و نوع رفتارش کسی را آزرده نکند).



▲ استقبال از اینشتین هنگام ورود به نیویورک

هرچند که شخصیت علمی دیگری را سراغ نداریم که به اندازه اینشتین مشهور شده باشد، اما بد نیست اشاره‌ای کنیم به استیون هاوکینگ، که به واسطه شرایط خاص جسمانی‌اش، و نیز نظریاتش درباره سیاهچاله‌ها و نیز مهبانگ، تا حد زیادی شناخته شده است. او در سال ۱۹۸۶، کتابی به زبان ساده، تحت عنوان «تاریخچه زمان» نوشت که به شکل غیرمترقبه‌ای با اقبال عمومی مواجه شد و در مدت زمان کوتاهی، بارها و بارها تجدید چاپ شد. خود کتاب چندان ساده نیست. به‌ویژه که نویسنده چندان تلاشی هم برای شرح و بسط بیشتر، مطالب مهم و حساس کتاب نکرده و حتی از نظر تصاویر و اشکال کمک‌کننده به درک مفاهیم، بسیار ضعیف است. (هاوکینگ از مشکلات و سخت-فهمی کتابش آگاه بود و این نقیصه را بعدها با انتشار کتاب نسبتاً ساده‌تر «تاریخچه کوتاه‌تر زمان» جبران کرد و شکل‌ها و تصاویر متعددی به آن افزود). اما با وجود این، چرا کتاب تا این اندازه مورد توجه قرار گرفت؟ اگر نخواهیم چشمانمان را روی واقعیات ببندیم، باید به نقش خود هاوکینگ و شهرت او توجه کنیم.



▲ ریچارد فاینمن

تجربه درخشان و موفق دیگر، آثار نویسنده توانمندی همچون آیزاک آسیموف است که مصداق بحث قبلی است. هرچند که برخی او را به خاطر کتاب‌های علمی-تخیلی‌اش ملامت می‌کردند (اغلب افراد علمی از این دسته کتاب‌ها بیزارند)، اما ارزش و قدرت کتاب‌های علمی‌ای که به زبان ساده تألیف کرد، هیچ‌گونه جای شبهه ندارد. این نویسنده پرکار، که البته از نظر مرتبه علمی در سطح امثال گاموف نیست، در توصیف مفاهیم علم و به‌ویژه سیر تاریخی رویدادهای علمی، استاد بود. او این قابلیت را داشت که دست خواننده‌بی‌اطلاع از مسیر پر پیچ و خم و بعضاً خطرناک دانش را گرفته و او را به سلامت به مقصد برساند، بدون اینکه خواننده حتی بفهمد چه مسیر دشواری را پشت‌سر نهاده است.

از دیدگاه دیگر، می‌توان شخصیت و رابطه مستقیم خود دانشمندان با توده مردم را در نظر گرفت که حتماً شما هم کسی به‌جز اینشتین را در ذهن سراغ ندارید که تا این اندازه در دل مردمی که حتی اسم او را نمی‌دانستند، جا باز کرده و محبوب شده باشد. استقبالی که در نیویورک از او شد، چیزی کم از استقبال از یک مقام سیاسی یا بازیگر هالیوودی نداشت. شور و هیجان عجیب برای دیدن «پروفسور اینشتین» و شاید صحبت با او (و لابد پرسش‌های تکراری درباره فرضیه نسبیتش یا دلیل طلاق از همسر اولش، میلوا)، بسیار جالب و قابل تأمل است. یکی از دلایل چنین واکنشی را شاید بتوان انقلابی و خارق‌العاده بودن کار اینشتین دانست، اما قطعاً عامل مهم‌تری در این میان مطرح است و آن، شخصیت خون‌گرم و عاری از غرور او بود، چیزی که برای عوام بسیار غیرمنتظره جلوه می‌کند. چراکه عادت دارند دانشمندان را به‌صورت موجوداتی جدی، تک‌بعدی، دست‌نیافتنی و کاملاً متفاوت با اکثریت ساده و عادی ببینند. البته سوپرستارهای هالیوودی نیز به اندازه کافی دست‌نیافتنی هستند، ولی جذابیت‌های سمعی و بصری‌شان به اندازه‌ای قدرت

هاوکینگ در میان عوام، شمایل از شخصیت «پروفسور دیوانه» را داراست که همه تمایل دارند بدون در نظر گرفتن میزان واقعی توانمندی علمی او، شمایل یک نابغه در جسمی نحیف و ضعیف را برای او متصور شوند

هاوکینگ در میان عوام، شمایی از شخصیت «پروفسور دیوانه» را داراست که همه تمایل دارند بدون در نظر گرفتن میزان واقعی توانمندی علمی او، شمایل یک نابغه در جسمی نحیف و ضعیف را برای او متصور شوند. این در حالی است که بسیاری از اهل علم عقیده دارند که هاوکینگ، چیزی بیش از یک فیزیکدان متوسط نیست و بسیار بیش از آنچه که حقیقت است به او پرداخته شده و مورد توجه قرار گرفته است. اما هر چه هست، او توانست بسیاری را به خریدن و خواندن کتابش ترغیب کند، هر چند که خواننده از چند فصل اول، پیش‌تر نرود.

سرانجام، شاید بتوانیم به یک نتیجه کلی از این بحث برسیم: راه دست‌رسی به قلمرو مرموز و به ظاهر دست‌نیافتنی علم، از اندکی تلاش مستمر و مطالعه بیشتر می‌گذرد و هر چه این تلاش بیشتر شود، امکان درک و در نتیجه لذت بیشتر از دانش، میسرتر خواهد بود (به قول ریچارد فاینمن، «علم، چنانچه درست فهمیده نشود، بسیار بسیار سخت، و چنانچه به درستی فراگرفته شود، بسیار بسیار ساده خواهد بود»). اما به شرط آنکه اهالی دانش با یافتن طرق مناسب‌تر و مؤثرتر آموزشی، این روند را تسریع، و این تفاوت‌ها و اختلاف‌ها را کم کنند. بهترین نمونه، والتر لوبین است که حتماً تصاویر معروف آویزان شدنش از آونگ آویخته به سقف کلاس‌های فیزیک پایه MIT را دیده‌اید. آزمایش‌هایی که او در کلاس انجام می‌دهد، در عین سادگی، بسیار جذاب و غافلگیرکننده‌اند و بسیاری را به علم فیزیک علاقه‌مند کرده‌اند.



▲ والتر لوبین

در بحث وسوسه ورود به قلمرو دانش، در دنیای غرب، با اینکه در گذشته مکرراً دخالت‌هایی صورت می‌گرفت، اما در حال حاضر، حتی فیلسوفان و ادیبان و نظریه‌پردازان بزرگ هم تلاش می‌کنند به حوزه‌هایی که اطلاع چندانی در آن ندارند، وارد نشوند و همواره جانب احتیاط را نگه می‌دارند. از نقطه نظر تاریخی، معروف‌ترین - و البته، بدنام‌ترین - فیلسوفی که گمان می‌کرد می‌تواند با همان روش‌های فلسفی، وارد محدوده علم شود، ارسطو بود که از آنجایی که آزمایش کردن را کار افراد

فرد دست و بی‌اعتبار می‌دانست، بی‌وقفه از خود نظریات مثلاً علمی گسیل می‌کرد، بدون شناخت صحیح از ماهیت علم که باید با تجربه همراه باشد که نتیجه فاجعه‌بار آن هم، رکود طولانی دانش، به واسطه قدرت هواداران خشن و متعصب او در طی ادوار گذشته بود. این در حالی است که به قول اینشتین، چنانچه بخشی اساسی از یک نظریه، یعنی نتایج تجربی که از راه شهود استنتاجی حاصل می‌شود، با آزمایش سازگار نباشد، اساساً مفاهیم آن نظریه و در پی آن، قوانین معلول این مفاهیم، باطل‌اند و راه به جایی نخواهند برد. سپس می‌توان به برتراند راسل اشاره کرد که خیلی در تکاپو بود تا خود را به نحوی به دانشمندان و به ویژه فیزیک‌دانان هم عصر خود متصل کند و بدین منظور، لاینقطع حرف می‌زد و حرف می‌زد و حرف می‌زد. در همین حین، از نسبیت می‌نوشت و دوست داشت خودش را در مقام عالم همه فن حریفی جلوه دهد که اینک اراده کرده مفهوم نظریه نسبیت را (لا بد بهتر از خود اینشتین) توضیح دهد، یا فیزیک کوانتومی را به فلسفه مرتبط کند و باز حرف بزند و حرف بزند و ... در کشور ما، این مسئله در میان افراد پرمدعایی که به خود برچسب روشنفکری می‌زنند، به مراتب شدیدتر است، چراکه اغلب گمان می‌کنند در حالی که ادبیات و فلسفه (و حتی سینما) را فتح کرده‌اند، وقت آن است که چنگی هم به وادی علم بزنند و در آن هم بین دوستان کافه‌نشین یا خوانندگان هیجان‌زده‌شان کسب اعتباری کنند. کارگردانی را داریم که کتابی به غایت ضعیف و کم‌بار را ترجمه می‌کند (کتابی که به طرز سخیفی به دنبال یافتن راه‌های بعضاً ابلهانه و غیرمنطقی‌ای می‌گردد تا به هر ترتیبی که هست، واژگان تخصصی فیزیک جدید را در خود بگنجاند و بتواند مخاطب بی‌اطلاع را فریب دهد - نظیر چنین «حقه‌بازی»‌هایی را در کتاب پرفروش «راز» می‌توان مشاهده کرد - و گمان می‌کند همان‌طور که تمام قله‌های فرهنگ و هنر را فتح کرده، حوزه فیزیک کوانتومی را هم پشت‌سر گذاشته و الان زمان آن رسیده که با همین آشفته‌گی روحانی، کنج عزلت‌گزیده و خود را در عالم عرفان مستغرق کند و بازیگری هم مدحش را بگوید!

حال برسیم به بحثی که اول کار مطرح کردیم: دلایل و انگیزه‌های سوءاستفاده از برچسب‌های مثلاً علمی چیست؟ دلیل این معضل، تا حدی در توضیح‌های قبلی مشخص شد: از یک سو، احساس ضعف و خلأ و کمبود دانش، که افراد را وامی‌دارد تا دنبال دستاویزی برای اثبات خود بگردند، و از سویی دیگر، ناشناخته و دشوار بودن فهم مضامین علمی، که به این واقعیت می‌انجامد که با شنیدن حتی عنوانی چون «مکانیک کوانتومی»، شنونده گمان می‌کند که با یک هیولای هولناک و یکسره غیر قابل فهم روبه‌روست و بدتر از آن، بدون سواد لازم و مطالعه کافی، سعی در از بر کردن و به کار بردن آن، به منظور ارتقای ارزش کار و وجهه خود دارد.

راه دست‌رسی
به قلمرو مرموز
و به ظاهر
دست‌نیافتنی علم،
از اندکی تلاش
مستمر و مطالعه
بیشتر می‌گذرد و
هر چه این تلاش
بیشتر شود، امکان
درک و در نتیجه
لذت بیشتر از
دانش، میسرتر
خواهد بود



درسنامه آشنایی با لیزر

دیودهای نورگسیل و کاربرد آنها

روح‌اله خلیلی بروجنی

www.avang.org

چکیده

عجیب آن را خواهید دید؛ نور به صورت لکه‌های روشن و تاریک ظریفی به نظر می‌رسد. این لکه‌ها ناشی از اثرهای تداخلی‌اند که در نور منظم شده لیزر کاملاً مشخص‌اند. این نور همچنین به طور نامتداولی درخشان به نظر می‌رسد و مثل وقتی که به خورشید نگاه می‌کنید باید برای اجتناب از آسیب دیدن چشم، از خیره شدن به آن خودداری کنید.

هشدار

نور لیزر خطرناک است. چون نور لیزر می‌تواند فوق‌العاده درخشان و بسیار متمرکز باشد، به چشم آسیب جدی می‌زند. باریکه لیزر پس از ورود به چشم در ناحیه کوچکی روی شبکیه متمرکز می‌شود و آسیب دائمی تولید می‌کند؛ اگرچه لیزرهای تا رده III برای چشم نسبتاً ایمن هستند. این موضوع ناشی از واکنش سریع پلک زدن طبیعی برای محافظت شماست. اما هرگز نباید به هیچ لیزری خیره شوید. رده IV لیزرها برای چشم ایمن نیستند و نور آنها هرگز نباید وارد چشم‌های شما شود.

لیزرها و نور لیزر

برای شناخت لیزرها، باید بدانید که نور لیزر چه تفاوت‌هایی با نور معمولی گسیلیده از اجسام داغ یا اتم‌های منفرد در یک تخلیه الکتریکی دارد. هر ذره نور معمولی و هر فوتون، خواهی نخواهی بدون هیچ‌گونه ارتباط با دیگر ذرات مجاور گسیل می‌شود. به واسطه این ویژگی مستقل و پیش‌بینی نشده است که آن را نور **خودبه‌خود** می‌نامند و به وجود آمدن آن **گسیل خودبه‌خود تابش** نامیده می‌شود.

کارهای نظری آلبرت اینشتین و دیگران در سال‌های ۱۹۲۰ و ۱۹۳۰ وجود نوع دیگری از نور، یعنی **نور القایی** را پیش‌بینی کرد که وقتی به وجود می‌آید که اتم برانگیخته یا دستگاهی اتم‌گونه فوتون عبوری را تکرار کند. اگرچه این **گسیل القایی تابش** فقط وقتی به وقوع می‌پیوندد که اتم برانگیخته قابلیت گسیل خودبه‌خود فوتون تولید شده را داشته باشد، نسخه‌ای

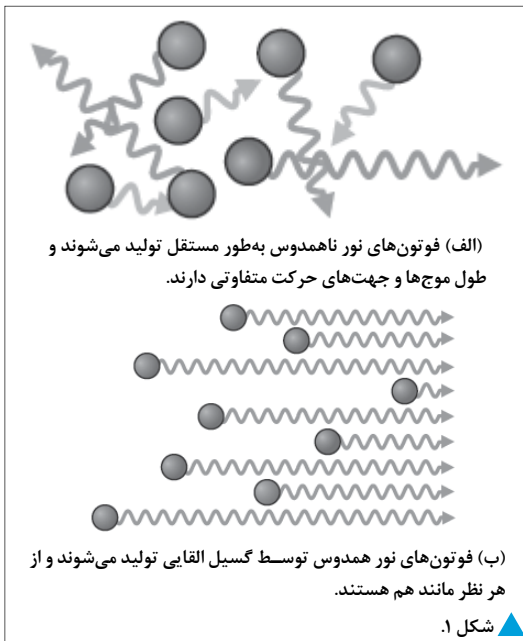
لیزرها پس از اختراعشان از اواخر سال‌های ۱۹۵۰ استفاده‌های بی‌شماری یافته‌اند؛ از برش فلزات و پاک کردن سرخ‌رگ‌های انسان تا نقشه‌برداری زمین زراعی و پخش CD ها و DVD ها. لیزرها با ادغام فیزیک کوانتومی و فیزیک نور، نوع جدیدی از نور در اختیار گذاشته‌اند. این نور با نوری که از لامپ‌های التهابی و فلئوئورسان حاصل می‌شود تفاوتی بارز دارد و همین امر سبب شده است که لیزرها کاربردهای مفید زیادی داشته باشند. در این درس‌نامه، با طبیعت نور لیزر و راه‌های تولید آن آشنا خواهیم شد. افزون بر این دیودهای نورگسیل (LEDها) و لیزرهای دیودی را نیز بررسی می‌کنیم.

کلیدواژه‌ها: لیزر، دیودهای نورگسیل، فیزیک کوانتومی، فوتون، گسیل خودبه‌خود، نور همدوس، محیط لیزری، نیم‌رسانا

پرسش‌هایی برای اندیشیدن: چرا نور لیزر معمولاً رنگ درخشانی دارد؟ چرا نور لیزر اغلب به صورت باریکه‌ای نازک است؟ در سینما «لیزرها» را اغلب با گسیل رگه‌هایی روشن نشان می‌دهند که اگر شخص با سرعت کافی بپرد می‌تواند از آن اجتناب کند؛ آیا این منظره واقعی است؟

آزمایش‌هایی برای انجام دادن: لیزرهایی که در

دستگاه‌های پخش CD یا DVD و چاپگرهای لیزری وجود دارند نسبتاً دور از دسترس‌اند. اگر یک چاپگر لیزری ندارید به روبشگر بارکد مغازه‌ها نگاه کنید. این دستگاه روبشی شامل یک لیزر گازی یا حالت جامد است که باریکه بسیار نازکی را به صورت نوارهای باریک روی هر چیزی که از روبشگر بگذرد می‌اندازد. یک حسگر نوری در دریچه، گوش به زنگ این حرکت باریکه نوری است تا در سرتاسر برچسب حرکت کند. اگر به نور لیزر گسیل شده از دریچه روبشگر نگاه کنید یک لکه لیزر نشانگر را روی دیوار مشاهده کنید هم خالص بودن رنگ آن و هم ویژگی لکه‌ای



به‌دلیل سرشت تک‌موجی خود اثرهای تداخلی قابل توجهی از خود نشان می‌دهد. این آثار را می‌توان به‌سهولت در نور همدوس گسیلیده از لیزرها مشاهده کرد.

درک خود را واریسی کنید: آشوب نور فوتون‌ها

پرسش: اگر بخواهید میدان الکتریکی در نور یک چراغ‌قوه را اندازه بگیرید، در می‌بایید که دارای افت‌وخیز کاتوره‌ای است. چرا میدان الکتریکی نور چنین نامنظم است؟

پاسخ: چراغ‌قوه نور ناهمدوس تولید می‌کند که از امواج نوری مستقل تشکیل شده است که هریک با میدان الکتریکی مربوط به خود در تولید میدان الکتریکی مشارکت می‌کنند. اگر بخواهید این میدان کلی را اندازه بگیرید، آن را بسیار نامنظم خواهید یافت.

دلیل: زیرا فوتون‌های نور ناهمدوس مستقل هستند، میدان‌های الکتریکی تک‌تک آن‌ها همراه هم افت‌وخیز نمی‌کنند. در هر مکان و در هر زمان، تک‌تک میدان‌های الکتریکی به‌صورتی پیچیده و کاتوره‌ای با هم جمع می‌شوند. با گذشت زمان، این میدان کلی به‌صورت کاتوره‌ای افت‌وخیز خواهد کرد. نور همدوس که در آن هر فوتون مانند همه فوتون‌های دیگر است، میدان الکتریکی بسیار منظم‌تری دارد. زیرا تمام فوتون‌ها در آن مشارکت یکسانی دارند.

تقویت‌کننده‌های نور و نوسان

تولید نور همدوس نیاز به تقویت دارد. کار را باید فقط با یک ذره نور شروع و آن را چندین بار تکثیر کنیم. ابزار اساسی

که تولیدشده چنان کامل است که دو فوتون کاملاً غیرقابل تشخیص‌اند. این دو فوتون با هم یک موج الکترومغناطیسی را تشکیل می‌دهند.

برای اینکه از چگونگی وقوع چنین القایی تصویر بهتری به‌دست آید، یک اتم منزوی را در حالتی برانگیخته در نظر بگیرید. این اتم سرانجام به‌حالت پایه خود برمی‌گردد، ولی برای چنین اتفاقی باید تعداد بیشتری فوتون گسیل کند. اتم در حالت برانگیخته منتظر می‌ماند تا گذار تابشی خودبه‌خود شروع شود. در این گذار، یکی از الکترون‌های اتم به پس و پیش شتاب می‌گیرد و اتم یک فوتون گسیل می‌کند.

اگر هنگام انتظار اتم در حالت برانگیخته فوتون مشابهی از آن بگذرد، میدان الکتریکی آن فوتون می‌تواند فرایند گذار تابشی آن را با ارتعاشی هم‌نوا القا کند. این میدان با کشیدن و فشار دادن الکترون‌های اتم، آن‌ها را به پس و پیش شتاب می‌دهد. اگرچه این اثر کوچک است، ولی می‌تواند برای شروع گسیل نور کافی باشد. اگر اتم نور گسیل کند، فوتونی که تولید می‌کند نسخه کاملی از فوتون القایی است.

وقتی ابتدا فرایند گسیل برانگیخته کشف شد بی‌درنگ معلوم شد که این فرایند تقویت نور را امکان‌پذیر می‌سازد. اگر بتوان سامانه‌های برانگیخته کافی را کنار هم قرار داد، عبور یک تک‌فوتون را می‌توان بارها و بارها دقیقاً تکثیر کرد. پس به‌زودی به‌جای یک تک‌ذره نور، هزاران، میلیون‌ها، یا حتی میلیارد‌ها ذره نور مشابه خواهید داشت.

اما تحقق این ایده باید تا اواخر سال‌های ۱۹۵۰ منتظر می‌ماند تا جزئیات فنی چگونگی دستیابی واقعی به تقویت نور فراهم آید. در سال ۱۹۶۰، اولین نوسانگرهای لیزری ساخته شدند. این‌ها وسایلی بودند که باریکه‌های شدید نور گسیل می‌کردند که در آن‌ها تمام ذره‌های نور مانند هم بودند. هر ذره نور در فرایند القا به نسخه‌های بی‌شماری تکثیر شده بود.

وقتی تک‌تک اتم‌ها یا سامانه‌های اتم‌گونه برانگیخته، در گسیل خودبه‌خود، نور گسیل می‌کنند ذرات نور به‌صورت تعداد زیادی امواج الکترومغناطیسی مستقل بیرون می‌آیند (شکل ۱- الف). نور متشکل از تعداد زیادی امواج الکترومغناطیسی مستقل را نور **ناهمدوس** می‌نامند.

به هر حال، وقتی مجموعه یکسانی از اتم‌ها یا سامانه‌های اتم‌گونه برانگیخته، نور گسیل می‌کنند، تمام ذرات نور کاملاً یکسان و یک موج الکترومغناطیسی را تشکیل می‌دهند (شکل ۱- ب). برخلاف الکترون‌ها که ذرات فرمی هستند، تعداد زیادی فوتون مانند هم می‌توانند موج کوآنتومی یکسانی داشته باشند زیرا فوتون‌ها ذرات بوز هستند و ذرات بوز از اصل طرد پائولی پیروی نمی‌کنند. نور متشکل از تعداد زیادی فوتون یکسان و یک موج الکترومغناطیسی **نور همدوس** نامیده می‌شود. نور همدوس

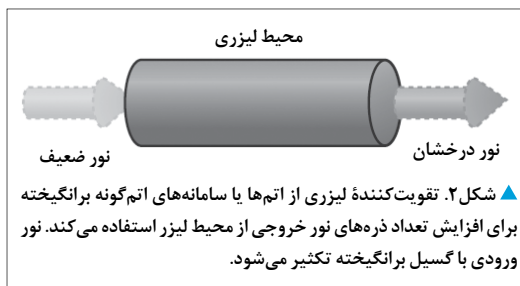
وقتی فوتون اولیه محیط لیزر را ترک می‌کند بارها تکثیر شده است. این گروه فوتون‌های یکسان سپس از آینه دوم وامی‌جهدند و برای گذشتن از محیط لیزری برمی‌گردند. این پس جهیدن از آینه‌ها ادامه می‌یابد تا اینکه تعداد فوتون‌های یکسان در مجموعه به تعدادی نجومی برسد.

■ شاید به نظر برسد که یک فوتون باید طول موج و بسامد دقیقی داشته باشد و فقط در یک جهت حرکت کند، ولی این طور نیست. فوتون‌ها به صورت امواج الکترومغناطیسی حرکت می‌کنند و در بیشتر از یک جهت گسترش می‌یابند. همچنین چون هر فوتون شروع و پایانی دارد، موج آن حاوی بیش از یک تک‌طول موج یا یک تک‌بسامد است. از این رو در حالی که لیزرها می‌توانند کامل‌ترین امواج الکترومغناطیسی ممکن را به وجود آورند، این امواج باز هم کمی طرف خارج گسترش یافته‌اند و باز هم گستره‌ای از طول موج‌ها و بسامدها را دارند.

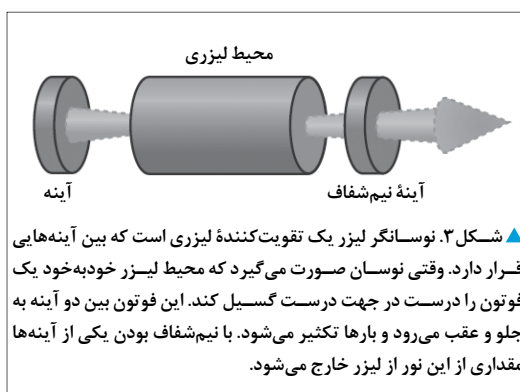
سرانجام تعداد فوتون‌های مشابه چنان زیاد می‌شود که محیط لیزری دیگر قادر به تقویت آن‌ها نیست. محیط لیزری فقط این تعداد انرژی ذخیره شده دارد و فقط این تعداد سامانه‌های برانگیخته در آن وجود دارد. اگر محیط لیزری به دریافت انرژی بیشتری ادامه دهد، شاید تقویت نور تا اندازه‌ای تداوم یابد. اگر انرژی زیادتری دریافت نکند، تقویت نور سرانجام متوقف می‌شود. برای اینکه نور از این نوسانگر لیزر خارج شود، معمولاً یکی از آینه‌ها نیم‌شفاف است - یعنی بعضی از فوتون‌هایی که به سطح آینه می‌خورند به جای بازتاب از آن می‌گذرند. شیشه دوطرفه‌ای که برای نظارت به کار می‌رود در واقع آینه نیم‌شفاف است. این تراکسیل باریکه نور خروجی، باریکه لیزر را به وجود می‌آورد. خروج باریکه لیزر از آینه مادام که فرایند تقویت بتواند از آن حمایت کند تداوم می‌یابد.

چون این باریکه لیزر از نسخه‌های بدل فوتون اولیه تشکیل شده است، نور همدوس است. به دلایل فنی، بسیاری لیزرها همزمان بیش از یک فوتون اولیه را تکثیر می‌کنند. ولی با تنظیم دقیق مناسب، می‌توان کاری کرد که یک فوتون اولیه در باریکه لیزر غالب باشد. وقتی باریکه چراغ‌قوه‌ای را با یک عدسی کانونی می‌کنید، فوتون‌های مستقل آن درست کاملاً با هم در کانون عدسی متمرکز نمی‌شوند. علت آن است که فوتون‌ها سرچراغ‌قوه را در جهت‌های اندکی متفاوت ترک می‌کنند و گستره وسیع طول موج‌ها مسائل پاشندگی در عدسی را به وجود می‌آورند. ولی، چون همه فوتون‌های باریکه لیزر مثل هم‌اند - پس در مسیر یکسانی حرکت می‌کنند و طول موج‌های آن‌ها یکسان است - همه آن‌ها می‌توانند با هم در نقطه فوق‌العاده کوچکی کانونی شوند. به این دلیل است که در نشانگر لیزری از لیزر استفاده

برای این تکثیر نور یک تقویت‌کننده لیزری است (شکل ۲). وقتی نور وضعی وارد مجموعه مناسبی از اتم‌ها یا سامانه‌های اتم‌گونه - محیط لیزر - شود تقویت و درخشان‌تر می‌شود. نور جدید درست همان ویژگی‌های نور اولیه را دارد، ولی دارای فوتون‌های بیشتری است.



ولی، وقتی به لیزرها می‌اندیشیم به ندرت وسیله‌ای را مجسم می‌کنیم که فوتون‌هایی از جای دیگر را تکثیر کند. معمولاً آن را وسیله‌ای در نظر می‌گیریم که به خودی خود نور لیزر باید ذره نور اولیه را تولید سپس با تکثیر آن ذرات دیگر را به وجود آورد. **نوسانگر لیزری** وسیله‌ای است که از خود محیط لیزری برای تأمین بذر فوتون بهره می‌گیرد و سپس آن را بارها تکثیر می‌کند (شکل ۳). اگر محیط لیزر بین یک جفت آینه به دقت طراحی شده قرار داده شود، فرایند القا می‌تواند خودآغاز و خودنگهدار شود. ولی، آینه‌ها باید به خوبی خمیده شوند و بازتابندگی مناسبی داشته باشند. معمولاً یک آینه باید فوق‌العاده بازتابنده باشد در حالی که آینه دیگر باید بخش کوچکی از نوری را که به سطح آن می‌خورد از خود عبور دهد.



وقتی محیط لیزری بین دو آینه قرار داده شود، این احتمال وجود دارد که فوتونی که خودبه‌خود از یک سامانه برانگیخته گسیل شده است از آینه واجهده و به محیط لیزر برگردد یا وقتی فوتون برگشته از محیط لیزری بگذرد تقویت می‌شود. چون فوتون را یکی از سامانه‌های برانگیخته گسیل کرده است طول موج مناسب دارد تا سامانه‌های برانگیخته دیگر آن را تقویت کنند.

می‌کنند، باریکه لیزر می‌تواند نقطه بسیار کوچکی را روی غلتک فوتورسانا که در فرایند چاپ زیراکس برای تولید تصویر به کار می‌رود روشن کند.

برداشت‌های غلط متداول باریکه‌های لیزر

برداشت غلط: باریکه لیزر استوانه تابان باریکی است که در فضا با سرعت تیر حرکت می‌کند.

رفع مشکل: باریکه لیزر نوری است که با سرعت نور در فضا حرکت می‌کند. برای آنکه این باریکه از پهلوی قابل مشاهده گردد، باید توسط چیزی در مسیرش، مثل گردوخاک، بخار یا مولکول‌های هوا پراکنده شود. در فضای تهی، باریکه لیزر نامرئی است مگر اینکه چشمان شما را مستقیماً روشن کند.

درک خود را واریسی کنید: مقدار بیشتر از یک چیز خوب پرسش: اگر باریکه لیزر را از یک نوسانگر لیزری معین بگیرید و آن را به یک تقویت‌کننده لیزر مشابه بفرستید، باریکه لیزر چه تغییری می‌کند؟

پاسخ: باریکه حتی درخشان‌تر خواهد شد.

دلیل: نوسانگر لیزر معمولاً تا جایی که بتواند، بسته به مقدار انرژی ذخیره شده در محیط لیزر شدیدترین باریکه را گسیل می‌کند. این باریکه نور می‌تواند با عبور از یک تقویت‌کننده لیزر جداگانه بیشتر تقویت شود. اغلب لیزرهای پرتوان از یک نوسانگر لیزر و یک تقویت‌کننده لیزر با بیشتر استفاده می‌کنند تا باریکه‌های بسیار روشنی را به وجود آورند.

محیط لیزری چگونه کار می‌کند؟

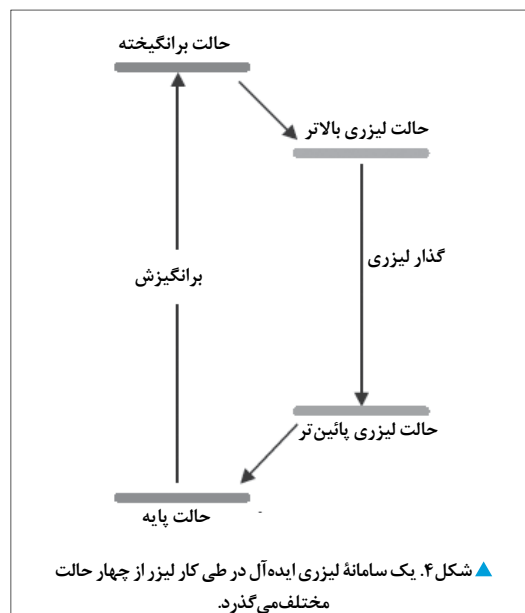
به‌دست آوردن سامانه‌های برانگیخته لازم برای تقویت نور برای لیزرها اهمیت بسیار دارد. در حالت ایده‌آل یک لیزر شامل چهار حالت متفاوت یک اتم یا یک سامانه اتم‌گونه است: حالت پایه، یک حالت برانگیخته، حالت لیزری بالاتر و حالت لیزری پایین‌تر. در ادامه دلیل داشتن این چهار حالت جداگانه را روشن خواهیم ساخت.

اتمی را در نظر می‌گیریم که به‌صورت یک تقویت‌کننده لیزری ایده‌آل عمل می‌کند (شکل ۴).

اتم در آغاز در حالت پایه است. برخورد یا جذب یک فوتون، با دادن انرژی لازم برای تقویت نور، آن را به حالت برانگیخته انتقال می‌دهد. سپس اتم یا با گسیل یک فوتون یا بر اثر برخورد به حالت لیزری بالاتر منتقل می‌شود. این انتقال اولیه مهم است زیرا مانع برگشت مستقیم اتم برانگیخته به حالت پایه و اجتناب از فرایند تقویت می‌شود. وقتی اتم به حالت لیزری بالاتر منتقل شد در آنجا قرار می‌گیرد و به اندازه کافی باقی می‌ماند تا نور به

اندازه کافی تقویت شود.

اتم آماده است تا فوتون عبوری را کپی کند. ولی هر فوتون قبلی این کار را نمی‌کند، بلکه باید با فوتون‌هایی که اتم قابلیت گسیل آن‌ها را دارد سازگار باشد. به عنوان مثال، اتم نئون با الکترون برانگیخته $3p$ می‌تواند فوتون قرمز را کپی کند ولی نمی‌تواند فوتون آبی را کپی کند. به دلیل این گزینش رنگ تقویت‌کننده لیزر است که بیشتر باریکه‌های لیزر تک‌رنگ خالصی دارند.



وقتی فوتون مناسبی از اتم بگذرد، باعث گسیل یا کپی کردن فوتون می‌شود و اتم دستخوش یک گذار تابشی به حالت لیزری پایین‌تر می‌شود. تا اینجا همه چیز روبه‌راه است. ولی، اگر اتم در حالت لیزری پایین‌تر بماند، شاید فوتونی از نور لیزر را جذب کند و به حالت لیزری بالاتر برگردد. برای دوری از این نوع به دام افتادن تابشی، اتم باید یا با گسیل یک فوتون یا در نتیجه برخوردی دیگر به سرعت به حالت پایه منتقل شود. در این صورت اتم آماده است تا تمام چرخه را دوباره شروع کند.

این چرخه چهار حالتی یا چیزی شبیه آن را می‌توان تقریباً در تمام لیزرها یافت. این چرخه به لیزر کمک می‌کند تا **وارونی جمعیت** بین حالت‌های لیزری بالاتر و پایین‌تر به وجود آورد؛ وضعیتی که در آن تعداد اتم در حالت لیزری بالاتر و آماده برای گسیل نور لیزر بیشتر از اتم‌های حالت لیزری پایین‌تر و آماده جذب نور است. ایجاد وارونی جمعیت در تقویت لیزر اهمیت حیاتی دارد زیرا بدون آن محیط لیزر بیشتر جذب‌کننده است تا تقویت‌کننده و نمی‌تواند نور شدید به وجود آورد.

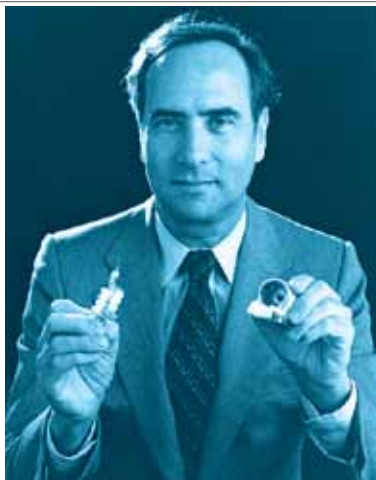
در هر لیزر، چیزی انرژی لازم برای انتقال اتم‌ها یا سامانه‌های اتم‌گونه در محیط لیزر را به حالت‌های برانگیخته فراهم می‌کند تا وارونی جمعیت به وجود آید. این انتقال انرژی به محیط لیزر برای

درک خود را واریسی کنید: نه خیلی سریع

پرسش: یک مأمور مخفی در فیلم با استفاده از یک لیزر مدادی کوچک، دستی ظریف تیغه فلزی ضخیمی را سوراخ می‌کند. چرا اصولاً ساخت لیزری با این توان ناممکن است؟
پاسخ: نور چنین باریکه لیزر باید حامل مقدار عظیمی توان باشد. چیزی باید این توان را به محیط لیزر منتقل کند، کاری که در چنین دستگاه ظریفی غیرممکن است.

دلیل: توان باریکه لیزر از محیط لیزری به دست می‌آید. محیط لیزری نیز باید آن را از جای دیگری به دست آورد. چون باتری‌ها نمی‌توانند هزاران ولت توان الکترونیکی تأمین کنند، احتمال ساخت لیزرهای دستی توانمند وجود ندارد. حتی اگر منبع توان مناسبی وجود داشته باشد، این لیزرها خیلی گرم خواهند شد. تبدیل توان به نور کاملاً کارآمد نیست و بیشتر انرژی به صورت انرژی گرمایی به اجزای لیزر داده می‌شود. لیزرها برای انتقال این انرژی تلف شده نیازمند خنک‌سازی هستند.

کوشش‌های آغازین برای ساخت لیزر



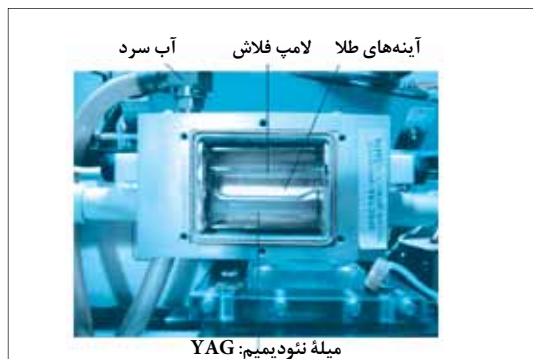
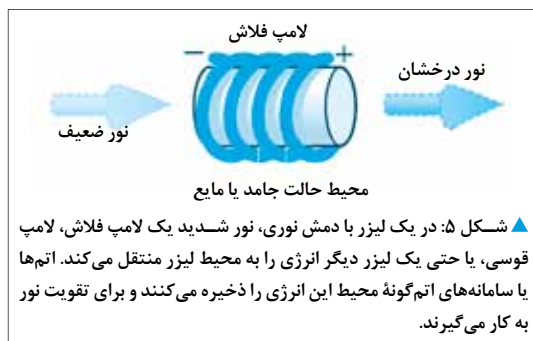
▲ تئودور میمن

اولین لیزر را، میمن در سال ۱۹۶۰ ساخت. این لیزر بر مبنای اتم سه تراز بود (شکل ۷). محیط این لیزر یک میله یاقوت جامد است که در آن اتم‌های کروم مسئول کار لیزر هستند. این اتم‌ها، که ابتدا در حالت پایه‌اند، به کمک یک چشمه انرژی خارجی (فوران نور از یک لامپ فلاش که میله یاقوت را فرا گرفته است) به حالت برانگیخته دمیده می‌شوند. حالت برانگیخته (با گسیل خودبه‌خود) به سرعت به حالت برانگیخته پایین‌تر و می‌باشد، که این حالت پایین‌تر حالتی شبه پایدار است. اتم برای مدتی نسبتاً طولانی، شاید ۱ ms، در مقایسه با ۱ ns برای حالت‌های کوتاه عمر، در آن حالت باقی می‌ماند و سپس با رفتن به حالت پایه‌گذار لیزری انجام می‌دهد.

آماده‌سازی تقویت نور، دمش نامیده می‌شود. چگونگی دمش یک محیط لیزری معین به نوع لیزر بستگی دارد.

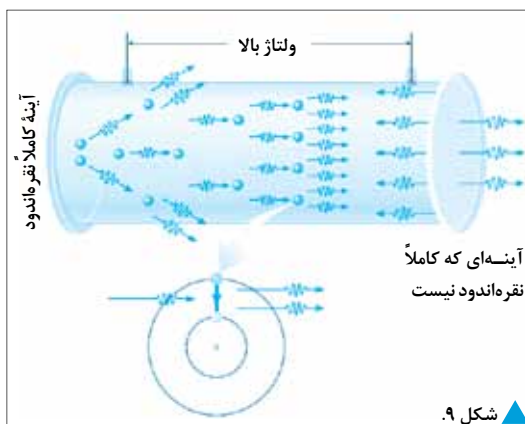
متداول‌ترین سازوکارهای دمش، الکترونیکی یا نوری هستند. در دمش الکترونیکی، از جریان ذرات باردار استفاده می‌شود تا از انرژی جنبشی یا الکتروستاتیکی خود برای برانگیزش اتم‌ها یا سامانه‌های اتم‌گونه از حالت‌های پایه به حالت‌های برانگیخته استفاده کنند. در دمش نوری، نور شدید به محیط لیزر تابانده می‌شود تا برانگیزش مشابهی را ایجاد کند.

مهم‌ترین مثال دمش نوری لیزرهای حالت جامد یون-آلاییده‌اند. این لیزرها مبتنی بر یون‌های اتمی قرار گرفته‌اند در جامدهای شفاف‌اند. یون‌های معمول عبارت‌اند از تیتانیوم (Ti)، نئودیمیم (Nd)، و اربیم (Er)، و آن‌ها را اغلب در یاقوت، تتریم آلومینیم گارنت (YAG) یا شیشه قرار می‌دهند. لیزرهای Ti: یاقوت، Nd: یاق، و Er: لیزرهای شیشه‌ای در پژوهش‌های جدید، فناوری و سامانه‌های مخابرات نوری اهمیت دارند. وقتی این محیط‌های لیزر در معرض نور شدید قرار گیرند، یون‌های آن‌ها برانگیخته می‌شوند و می‌توانند به صورت نوسانگر یا تقویت‌کننده‌های لیزر عمل کنند (شکل‌های ۵ و ۶).



▲ شکل ۶. این تقویت‌کننده لیزری با دمش لامپ درخشی حاوی میله نئودیمیم: YAG ارغوانی است. میله در نیمه پایین جعبه تقویت‌کننده باز و پوشیده از طلا قرار دارد و با لوله شیشه‌ای محافظت می‌شود. نور یک لامپ فلاش دراز در نیمه بالایی جعبه یون‌های نئودیمیم را برانگیخته می‌کند به طوری که آن‌ها می‌توانند نور فروسرخ را که به طور افقی از میله می‌گذرد تقویت کنند.

میمن) ساخت. لیزر هلیم- نئون مثالی از یک لیزر چهارترازی است (شکل ۸). یک تخلیه الکتریکی با ولتاژ بالا در دو سر مخلوط هلیم- نئون در لوله شیشه‌ای برقرار می‌شود. وقتی اتم با گسیل خودبه‌خود فوتونی موازی با محور لوله گسیل کند، فرایند لیزر شروع می‌شود. این فوتون با گسیل القایی باعث می‌شود تا اتم دیگری دو فوتون موازی با محور لوله گسیل کند. این دو فوتون به نوبه خود دو اتم دیگر را القا می‌کنند و چهار فوتون حاصل می‌شود. از چهار فوتون، هشت فوتون حاصل می‌شود و به همین ترتیب نوعی به‌همین به‌وجود می‌آید. برای اطمینان از اینکه فوتون‌های بیشتر و بیشتری با گسیل القایی به‌وجود آیند دو انتهای لوله نقره‌اندود می‌شوند تا آینه‌هایی تشکیل شوند و فوتون را در مخلوط هلیم- نئون به جلو و عقب باز بتابانند. شکل ۹ طرحی از یک لیزر هلیم- نئون را نشان می‌دهد. زیاد شدن فوتون‌ها گسیل القایی را نشان می‌دهد که وقتی رخ می‌دهد که الکترون اتم نئون القای می‌شود تا از تراز بالاتری به تراز پایین‌تر تغییر کند.



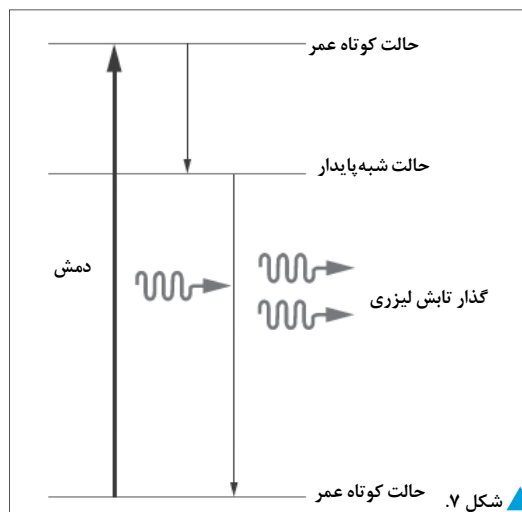
▲ شکل ۹.

غیر از لیزر هلیم- نئون و لیزر یاقوت، انواع دیگر لیزر نیز وجود دارد. لیزر آرگون یونی، لیزر کربن دیوکسید، لیزر حالت جامد گالیم ارسناید و لیزرهای شیمیایی رزینه‌ای (chemical dye) از این جمله‌اند.

بسته به اینکه لیزر به‌طور پیوسته کار کند یا به‌صورت تپی، توان باریکه لیزر می‌تواند در گستره میلی وات تا مگاوات باشد. چون لیزرها تابش الکترومغناطیسی تکفام همدوس تولید می‌کنند که می‌توانند در باریکه نازک با شدت زیاد محصور باشند، در موارد گوناگونی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

کاربردهای لیزر

امروزه لیزرها در موارد گوناگونی مورد استفاده قرار می‌گیرند. آن‌ها در دستگاه‌های پخش موسیقی و فیلم، جوش دادن قسمت‌های مختلف اتومبیل به یکدیگر، انتقال

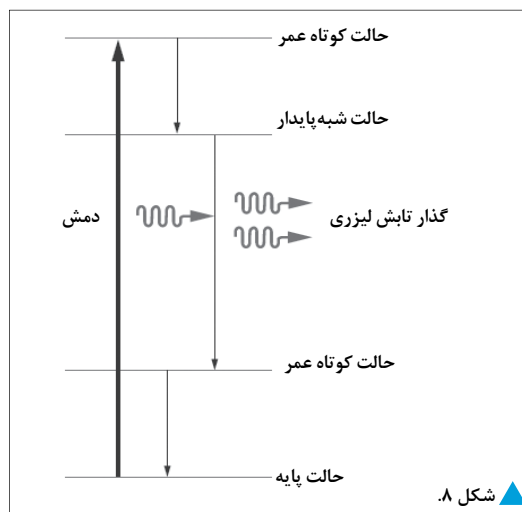


▲ شکل ۷.



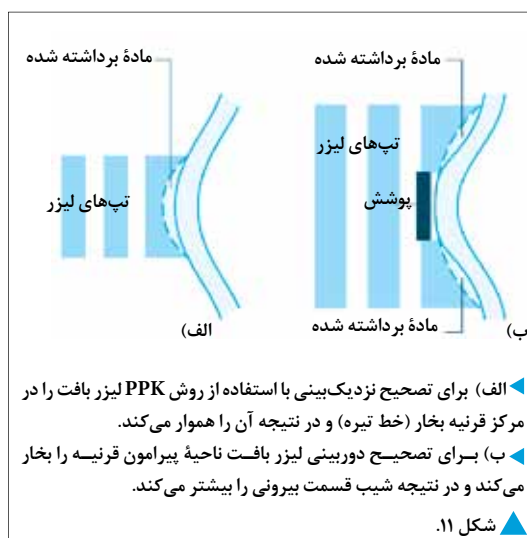
▲ علی جوان

علی جوان اولین لیزر گازی (مخلوطی کم‌فشار از ۱۵ درصد هلیم و ۸۵ درصد نئون) را که همچنان به‌طور گسترده‌ای به‌کار می‌رود در سال ۱۹۶۰ (تقریباً چند ماه بعد از



▲ شکل ۸.

شکست نور در چشم را تصحیح کند و از این رو باعث شود تا تصویر روی شبکیه، جایی که باید باشد، متمرکز شود. در بهترین حالت، قرنیه گنبدی شکل است. ولی، اگر این گنبد خیلی شیب‌دار باشد، پرتوهای نور در جلوی شبکیه متمرکز می‌شوند و نزدیک‌بینی پیش می‌آید. همان‌طور که شکل ۱۱ الف نشان می‌دهد، نور لیزر بافت را از مرکز قرنیه برمی‌دارد و در نتیجه آن را هموارتر می‌کند و فاصله کانونی مؤثر چشم را افزایش می‌دهد. از طرف دیگر، اگر شکل قرنیه خیلی تخت باشد، پرتوهای نور اگر بتوانند در پشت شبکیه متمرکز می‌شوند و دوربینی پیش می‌آید. همان‌طور که در شکل ۱۱ ب دیده می‌شود و اکنون مرکز قرنیه پوشانده شده و از لیزر برای برداشتن بافت کناری استفاده شده است. این کار شیب قرنیه را بیشتر می‌کند و در نتیجه فاصله کانونی مؤثر چشم کوتاه‌تر و پرتوها روی شبکیه متمرکز می‌شوند.



فیزیک جراحی چشم با LASIK^۵

روش لیزیک (لایه‌برداری محلی از قرنیه به کمک لیزر) از یک تیغه برنده که با موتور کار می‌کند و ریزش برش قرنیه خوانده می‌شود و بهره می‌گیرد تا به لایه نازک مختصری (حدود 0.2 mm ضخامت) را در جلوی قرنیه جدا کند (شکل ۱۲). لایه عقب کشیده می‌شود و سپس باریکه لیزر با بخار کردن سلول‌ها بافت زیر قرنیه را ترمیم می‌کند. سپس لایه به جای خود برگردانده می‌شود و هیچ بخیه‌ای لازم نیست. نور لیزر در روش‌های PPK و LASIK به صورت تپ (پالس) است و از لیزر اگزایمر فرابنفش با طول موج 193 nm استفاده می‌شود. قرنیه این طول موج را به‌خوبی جذب می‌کند به‌طوری که تپ‌های ضعیف می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند و این به برداشت بسیار دقیق و قابل کنترل بافت قرنیه می‌انجامد. معمولاً با هر تپ $0.1 \times 0.5 \mu\text{m}$ از بافت بدون آسیب رسیدن به لایه‌های مجاور برداشته می‌شود.

مکالمه‌های تلفنی، و سایر شکل‌های ارتباطات راه‌دور، مطالعه ساختار مولکولی و اندازه‌گیری دقیق فاصله‌ها به کار می‌روند. در ادامه با برخی از این کاربردها با جزئیات بیشتری آشنا می‌شویم.

فیزیک فرازیاب لیزری

شکل ۱۰ نمونه‌ای از تصحیح برانگیزی است که نشان می‌دهد چگونه می‌توان از لیزر برای اندازه‌گیری دقیق فاصله‌ها استفاده کرد. این عکس نقشه‌ای سه‌بعدی از توپوگرافی (مکان‌نگاری) در مریخ است که با فرازیاب لیزری مدارگرد مریخ^۱ (MOLA) در فضایی نقشه‌برداری سراسری مریخ صورت گرفته است. نقشه از اندازه‌گیری 27 میلیون ارتفاع به‌وجود آمده است، که هر یک با فرستادن تپ‌های لیزری به سطح مریخ و اندازه‌گیری زمان‌های برگشت آن‌ها به‌دست آمده است. دره برخوردی بزرگ پلاس پلاتینیا^۲ در سمت چپ پایین شکل دارای عرض 1800 کیلومتر است. در طرف راست بالای شکل در کناره تصویر الیسیوم مونس^۳ قرار دارد که یک آتش‌فشان بزرگ است.



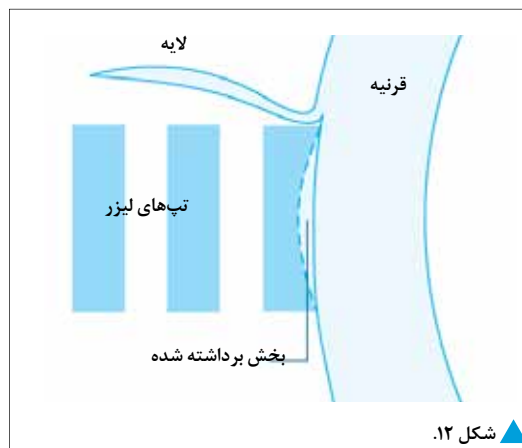
▲ شکل ۱۰. نقشه‌ای سه‌بعدی از توپوگرافی مریخ

فیزیک جراحی چشم با PPK^۴

یک روش مبتنی بر لیزر به‌نام PPK (برش قرنیه با فوتوشکست) درمان جایگزینی را برای نزدیک‌بینی و دوربینی در اختیار می‌گذارد که متکی بر عدسی نیست. در این روش برای برداشتن مقدار کوچکی از بافت قرنیه و در نتیجه تغییر خمیدگی آن از لیزر استفاده می‌شود. همان‌طور که می‌دانیم نور از قرنیه وارد چشم می‌شود و بیشترین شکست در مرز هوا-قرنیه رخ می‌دهد. بنابراین، تغییر خمیدگی این مرز می‌تواند نارسایی‌های

فیزیک درمان فوتودینامیکی سرطان

در درمان سرطان، لیزر همراه با داروهای فعال شده با نور در درمان فوتودینامیکی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش شامل تزریق داخل وریدی دارو است، به طوری که غده بتواند آن را از جریان خون جذب کند، مزیت این روش آن است که دارو درست نزدیک سلول‌های سرطانی قرار می‌گیرد. وقتی دارو با نور لیزر فعال شود، واکنش شیمیایی صورت می‌گیرد که سلول‌های سرطانی و کمی از رگ‌های خونی که آن‌ها را تغذیه می‌کنند متلاشی می‌شوند. در شکل ۱۴ بیماری تحت درمان است که سرطان مری دارد. اندوسکوپ که از تارهای نوری استفاده می‌کند از گلو بیمار پایین فرستاده می‌شود تا نور قرمز لیزر را به محل غده و داروی فعال شده هدایت کند.



شکل ۱۲ ▲

فیزیک برداشتن لکه‌های ماه گرفتگی

کاربرد دیگر لیزر در پزشکی درمان بدشکلی‌های مویرگی مادرزادی است که به لکه‌های ماه گرفتگی معروفند و ۳ درصد نوزادان هنگام تولد به آن دچارند. این ماه گرفتگی‌ها معمولاً نظیر شکل ۱۳ الف در سر و گردن هستند. امروزه، بهترین درمان برای این لکه‌های ماه گرفتگی استفاده از لیزر رزین‌های پتی^۶ است. شکل ۱۳ ب نمونه‌ای عالی از نتیجه به دست آمده از تابش دهی نور لیزر است. اکسی هموگلوبین مویرگ‌های مادرزادی نور را جذب و در فرایندی آن را تخریب می‌کند، بدون اینکه به بافت عادی مجاور صدمه‌ای بزند. سرانجام، رگ‌های خونی عادی جایگزین مویرگ‌های تخریب شده می‌شوند و ماه گرفتگی ناپدید می‌شود.



▲ شکل ۱۴. فوتودینامیک درمانی برای درمان سرطان مری این بیمار انجام شده است. نور قرمز لیزر با یک اندوسکوپ که با تارهای نوری کار می‌کند به محل غده فرستاده می‌شود.



▲ الف) بیمار با ماه گرفتگی قبل



▲ ب) پس از درمان با استفاده از لیزر رزین‌های پتی

▲ شکل ۱۳

فیزیک تمام‌نگاری

یکی از شناخته‌شده‌ترین کاربردهای لیزرها در تمام‌نگاری^۷ یعنی فرایندی برای تشکیل تصاویرهای سه‌بعدی است. اطلاعات مورد استفاده در تشکیل تصویر سه‌بعدی روی فیلم عکاسی گرفته می‌شود، که آن را تمام نگاشت می‌نامند. شکل ۱۵ چگونگی تشکیل تمام نگاشت را توضیح می‌دهد. نور لیزر به یک آینه نیم نقره‌اندود یا باریکه شکاف برخورد می‌کند که بخشی از نور را باز می‌تاباند و بخشی را عبور می‌دهد. در شکل بخش بازتابیده را باریکه شیء می‌نامند زیرا شیء را (که یک مهره شطرنج است) روشن می‌کند. بخش عبور کرده باریکه مرجع خوانده می‌شود. باریکه شیء از مهره شطرنج در نقاطی مثل A و B باز می‌تابد و همراه با باریکه مرجع به فیلم می‌تابد. یکی از ویژگی‌های اصلی نور لیزر در همدوس بودن آن است. در نتیجه، نور دو باریکه رابطه فازی پایداری دارند، مثل نور دو شکاف در آزمایش ینگ. به واسطه رابطه فازی پایدار و اینکه دو باریکه فاصله‌های متفاوتی

تابشی می‌یابند تا ترازهای ظرفیت را خالی کنند و در نتیجه نور گسیل شود. ترکیب اولیه از آمیزه‌ای از گالیم، ایندیم، آلومینیم، آرسنیک، فسفر و نیتروژن دیودهای نور گسیل یا LEDها نامیده می‌شوند. هم‌اکنون LEDها در هر رنگ، رنگین‌کمان وجود دارند، از جمله فروسرخ، سرخ، نارنجی، زرد، سبز، آبی، بنفش و فرابنفش (کل ۱۶).

اگرچه LEDهای سفید نیز وجود دارند، اما در واقع LEDهای بنفش و فرابنفش هستند که با داشتن فسفر نور سفید مهتابی دارند.



▲ شکل ۱۶. این LEDها به‌طور متوالی وصل می‌شوند به‌طوری که جریان یکسانی به ترتیب از آن‌ها می‌گذرد. ولی، گاف نواری متفاوت آن‌ها باعث می‌شود که نور با رنگ‌های متفاوت گسیل کنند.

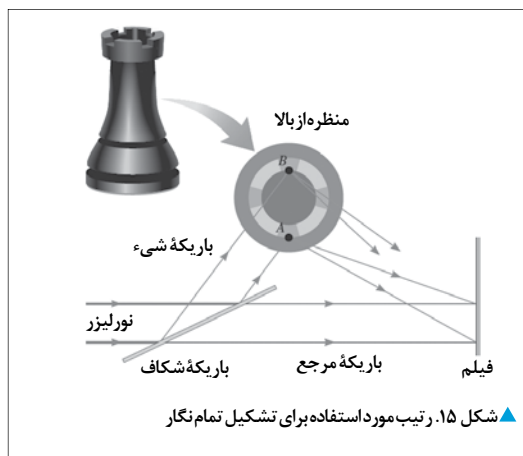
رنگ LEDها با انرژی آزاد شده هنگام یک انتقال الکترون در آند نوع P از تراز رسانش به تراز ظرفیت رابطه مستقیم دارد. مناسب‌ترین یکا برای اندازه‌گیری این انرژی الکترون ولت (eV) است- انرژی آزاد شده وقتی ولتاژ یکای اصلی بار الکتریکی ۱ V کاهش یابد (۱ eV مساوی 1.6×10^{-19} J است).

یک LED قرمز نوعی الکترون هنگام انتقال از تراز رسانش به تراز ظرفیت الکترون ۱/۹ eV آزاد و فوتونی با انرژی ۱/۹ eV تولید می‌کند. با توجه به معادله $\lambda = v/f$ ، فوتون ۱/۹ eV دارای بسامد 4.6×10^{14} Hz و طول موج ۶۵۰ nm است.

برای به‌کار افتادن و تولید این فوتون‌های ۱/۹ eV LED قرمز باید دارای پیش‌ولت موافق تقریباً ۱/۹ eV با افت ولتاژ دست کم ۱/۹ V باشد. دیود حامل جریان از این افت ولتاژ برای انتقال الکترون به نوار رسانش آند، بهره می‌گیرد که در آن الکترون‌ها انرژی‌هایی ۱/۹ eV بالاتر از نوار ظرفیت دارند. سپس بیشتر این الکترون‌ها انرژی‌های اضافی خود را به‌صورت فوتون‌های نور ۱/۹ eV آزاد می‌کنند.

هرچه طول موج نور که LED گسیل می‌کند کوتاه‌تر

را طی کرده‌اند، یک طرح تداخلی روی فیلم تشکیل می‌شود. این طرح، تمام نگاشت است و اگرچه بسیار پیچیده است، قابل مقایسه با طرح فریزهای روشن و تاریک تشکیل شده در آزمایش دوشکاف است.



دیودهای نور گسیل و لیزرهای دیودی

متداول‌ترین لیزرها با دمش الکترونیکی، لیزرهای دیودی هستند. این لیزرها که در نشانگرها، بارکدخوان‌ها، چاپگرها و دستگاه‌های پخش CD و DVD یافت می‌شوند رابطه نزدیکی به دیودهای نور گسیل دارند که خودشان شباهت زیادی به دیودهای معمولی دارند. ولی در حالی که دیودهای معمولی صرفاً برای کنترل جریان‌ها در حالی که توان هرچه کمتر تلف شود، طراحی شده‌اند لیزر و دیودهای نور گسیل برای تولید نور بهینه‌سازی شده‌اند. وقتی دیود دارای پیش‌ولت موافق است و جریان از آند به کاتد آن جاری است، الکترون‌های تراز رسانش در کاتد نوع n در پیوند p-n حرکت می‌کنند تا به‌صورت الکترون‌های تراز رسانش آند نوع p درآیند. در واقع، در این صورت آند در حالت برانگیخته است: دارای الکترون‌های تراز رسانش و ترازهای ظرفیت خالی.

آنچه بعد روی می‌دهد به ویژگی‌های دیود بستگی دارد. در دیود سیلیسیمی معمولی، الکترون‌های تراز رسانش به ترازهای ظرفیت خالی منتقل می‌شوند بدون اینکه نور قابل ملاحظه‌ای تولید کنند. ساختار نوار سیلیسیم ویژگی‌هایی دارد که مانع گسیل نور می‌شود، از این رو این گذارهای الکترونی به جای تولید نور ارتعاش‌های داخلی تولید و دیود را گرم می‌کنند.

در دیودهای خاصی که از نیم‌رساناهای نامتعارف ساخته شده‌اند، الکترون‌های تراز رسانش در آند نوع p بارها گذارهای



▲ شکل ۱۷. این تراشه ظریف نیمرسانا یک لیزر دیودی است که وقتی جریانی از آن بگذرد باریکه شدیدی از نور همدوس گسیل می‌کند.

باشد، باید هنگام انتقال الکترون از تراز رسانش به تراز ظرفیت انرژی بیشتری آزاد کند و گاف نوار نیمرسانا بزرگ‌تر باشد. یک LED بنفش که نور ۴۰۰ nm گسیل می‌کند به گاف نواری حدود ۳/۱ eV نیاز دارد تا فوتون‌های ۳/۱ eV خود را تولید کند. این LED همچنین به پیش ولت موافق ۳/۱ V نیاز دارد. نیاز افت ولتاژهای بزرگ‌تر برای LEDها در نزدیکی انتهای بنفش طیف نشان می‌دهد. که چرا این LEDها به منبع‌های توانی با ولتاژ بالاتر نیاز دارند.

متأسفانه کمتر از نیمی از الکترون‌هایی که به پیوندگاه p-n دیود نور گسیل فرستاده می‌شوند موفق به نوردهی می‌گردند. اگرچه بخش قابل توجهی از این الکترون‌ها فوتون‌هایی را گسیل می‌کنند، اما اغلب فوتون‌ها پیش از ترک LED دوباره در نیمرسانا جذب می‌شوند؛ همان تعداد گذارهای تابشی که این نور را گسیل می‌کنند (تراز رسانش ← تراز ظرفیت) می‌توانند آن را نیز جذب کنند (تراز ظرفیت ← تراز رسانش).

به‌رغم این مشکلات، LEDهای امروزی می‌توانند نور مرئی با کارایی انرژی قابل مقایسه با لامپ‌های مهتابی تولید کنند. بهبود کارایی LED و طول عمر آن‌ها تداوم دارد و آن‌ها به تدریج مهم‌ترین شکل منبع روشنایی می‌شوند.

لیزر دیودی کاملاً شبیه LED است، بجز آنکه لیزر دیودی برای تقویت نور از گذارهای تابشی خود استفاده می‌کند. چون این نوع تقویت فقط وقتی روی می‌دهد که گسیل نور از جذب نور بیشتر باشد، لیزر دیودی باید بین حالت لیزری بالاتر و حالت لیزری پایین‌تر وارونی جمعیت تولید کند.

لیزر دیودی این وارونی را با تمرکز جریان در پیوندگاه p-n بسیار باریکی به دست می‌آورد که ناشی از نیمرساناهای بسیار آلیاژ شده است. جریان شدید تعداد بسیار زیادی از الکترون‌ها را دارد نوار رسانش آن می‌کند که در آنجا به سرعت در پایین‌ترین ترازهای رسانش انرژی یعنی حالت لیزری بالاتر قرار می‌گیرند. آرایش زیاد بیشتر الکترون‌های ترازهای ظرفیت آنند یعنی حالت لیزری پایین‌تر را خالی می‌کند و وجود الکترون‌های زیاد در حالت نیروی بالاتر و الکترون‌های کم در حالت لیزری پایین‌تر دیود وارونی جمعیت حاصل می‌شود و می‌تواند نور را تقویت کند.

بیشتر لیزرهای دیودی به‌عنوان نوسانگرهای لیزری عمل می‌کنند (شکل ۱۷) و نوری را که به‌طور خودبه‌خود گسیل کرده‌اند تا هنگام تشکیل باریکه همدوس شدید تقویت می‌کنند. دو سر خود آنند معمولاً به قدر کافی بازتابنده است تا به‌صورت آینه عمل کند و نوسانگر لیزری کاملی را تشکیل

دهد. ولی برای متمرکز کردن نور لیزر در یک راستا و کنترل ویژگی‌های باریکه آن، بیشتر دیودهای لیزری ساختارها و پوشش‌های پیچیده‌ای دارند.

همانند LED، طول موج و رنگ لیزر دیودی بیشتر به گاف نوار آنند بستگی دارد. لیزرهای دیودی فروسرخ و سرخ ابتدا تکامل و به سرعت به محصولات گوناگون خانگی گسترش یافتند. تکامل لیزرهای دیودی با گاف‌های نوار بلندتر و طول موج‌های کوتاه‌تر فرایند طولانی و پرزحمتی بوده است. ولی، اکنون رنگ طیف لیزرهای دیودی به فرابنفش گسترش یافته است، و چون این لیزرهای با طول موج کوتاه ارزان‌تر و در دسترس‌ترند، در تولیدهای روزمره به کار می‌روند.

درک خود را واری کنید: روشن‌تر کردن

پرسش: وقتی جریان موجود در چراغ‌های را افزایش دهید، روشن‌تر می‌شود و رنگ آن به‌طرف انتهای طیف انتقال می‌یابد. اگر جریان موجود در LED یا لیزر دیودی را افزایش دهید برای روشنایی و رنگ نور چه اتفاقی می‌افتد؟
پاسخ: دیود روشن‌تر می‌شود ولی رنگ آن چندان تغییر نمی‌کند.

دلیل: روشنایی دیود به تعداد الکترون‌های عبوری پیوندگاه p-n آن در هر ثانیه بستگی دارد، و افزایش این تعداد روشنایی را افزایش می‌دهد. ولی رنگ نوری که دیود گسیل می‌کند عمدتاً به گاف نوار مربوط است و در نتیجه با افزایش جریان در دیود زیاد تغییر نمی‌کند.

بی‌نوشت‌ها

1. Mars Orbiter Laser Altimeter
2. Hellas Planitia
3. Elysium Mons
4. Photorefractive Keratectomy
5. Laser Assisted in Situ Keratomileusis
6. Pulsed dye laser
7. holography

منابع

1. Louis A. Bloomfield, How Things Work, 4th Edition, Jhon Wiley & Sons, 2010.
2. Cutnell & Johnson, Physics, 9th Edition, Jhon Wiley & Sons, 2012.
3. Kenneth Krane, Modern Physics, 3 th Edition, Jhon Wiley & Sons, 2012.

(ویرایش دوم این کتاب با عنوان فیزیک جدید، توسط دکتر منیژه رهبر و بهرام معلمی ترجمه شده و توسط نشر مرکز دانشگاهی منتشر شده است.)



تحلیل مفهومی آزمایش یانگ

منوچهر مرادویسی

دبیر فیزیک

مقدمه

توماس یانگ^۱ (۱۸۲۹-۱۷۷۳) یکی از فیزیک‌دانان قرن هجدهم و نوزدهم، با آزمایش مهمی که به آزمایش یانگ معروف است، موجی بودن نور را اثبات کرد. او به «یانگ اعجوبه» معروف شد، زیرا در ۲ سالگی خواندن می‌دانست و در ۶ سالگی به تنهایی به آموختن ریاضی پرداخت و در ۹ سالگی شروع به یادگیری زبان‌های فرانسوی، ایتالیایی، عبری، عربی و فارسی کرد به طوری که در ۱۴ سالگی این زبان‌ها را می‌دانست.

یانگ تحصیلات دانشگاهی خود را در رشته پزشکی گذراند و به سال ۱۷۹۹ دکترای پزشکی خود را گرفت و در انستیتوی سلطنتی لندن مشغول به کار شد. او مطالعات خود را بر روی ساختمان چشم و ماهیت نور متمرکز کرد و اولین نظریه خود را درباره تطابق در بینایی مطرح کرد. بر طبق این نظریه برای آنکه تصویر اجسامی که در فاصله‌های متفاوت قرار دارند بر روی شبکیه تشکیل گردد شعاع خمیدگی عدسی چشم تغییر می‌کند.

کلیدواژه‌ها: تحلیل مفهومی، آزمایش، آزمایش یانگ

دید کلی از آزمایش یانگ

ایزاک نیوتون نور را متشکل از ذرات ریزی می‌دانست

که از منبع نور جدا می‌شوند، یعنی او برای نور ویژگی ذره‌ای قائل بود. در همان زمان، **هویگنس** نور را موجی فرض می‌کرد که از منبع نور به اطراف منتشر می‌شود. در آن زمان، با آنکه پدیده‌هایی وجود داشت که با نظریه ذره‌ای سازگار نبود، ولی سیطره علمی نیوتون چنان بود که کسی نمی‌توانست با آن مخالفت کند. به همین دلیل کسی نظریه هویگنس را قبول نمی‌کرد. تا اینکه در اوایل قرن نوزدهم، یانگ و فرنل هر کدام با آزمایش‌هایی موجی بودن نور را اثبات کردند.

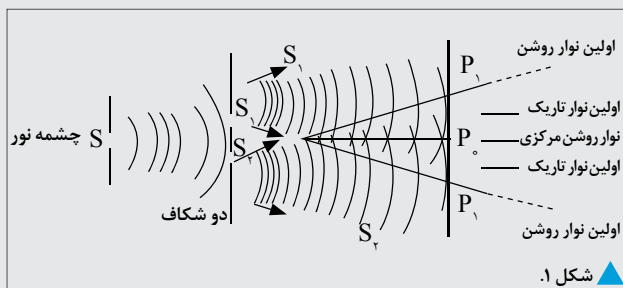
آزمایش‌های مربوط به تداخل و پراش تنها با فرض موجی بودن نور توجیه می‌شوند. امروزه نظر بر این است که نور ماهیتی دوگانه دارد، گاهی به صورت ذره عمل می‌کند و گاهی ویژگی موجی از خود نشان می‌دهد.

وقتی دو ارتعاش نورانی به هم می‌رسند، بر هم نهاده می‌شوند و نوارهای تداخلی تشکیل می‌دهند. این نوارها تنها به شرطی تشکیل می‌شوند که ارتعاش‌های سازنده آن‌ها هم بسامد و همدوس باشند؛ یعنی اختلاف فاز آن‌ها در هر لحظه مقدار ثابتی باشد و این امر نیز زمانی مقدور می‌شود که ارتعاش‌ها از یک چشمه واحد حاصل شوند. یانگ اولین کسی بود که در سال ۱۸۰۲ به این مهم پی برد.

آزمایش یانگ

یانگ مقابل یک چشمه نور، روزنه‌ای (S) قرار داد که خود به مثابه یک چشمه نور عمل می‌کرد. در مقابل این روزنه صفحه‌ای گذاشت که روی آن دو روزنه S_1 و S_2 به فاصله کمی از هم قرار گرفته بودند. فاصله روزنه‌های S_1 و S_2 از روزنه S یکسان بود، یعنی روزنه روی محور تقارن دو روزنه قرار می‌گرفت. یانگ در مقابل این دو روزنه هم پرده‌ای برای تشکیل تصویر جای داده بود.

در این آزمایش، نور خروجی از چشمه، پس از عبور از روزنه S به صورت دو پرتو همگام به روزنه‌های S_1 و S_2 می‌رسد. روزنه‌های S_1 و S_2 نیز نور را به اطراف خود گسیل می‌کنند S_1 و S_2 چون منابعی همدوسند، پس پرتوهای خروجی از آن‌ها می‌توانند روی پرده طرح‌های تداخلی تشکیل دهند.



▲ شکل ۱.

در نقطه تلاقی محور تقارن S_1 و S_2 با پرده، دو پرتو خروجی فاصله یکسانی طی می‌کنند، پس با هم همفازند و

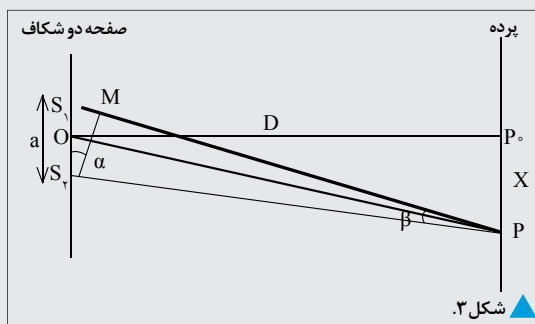
اگر آزمایش یانگ را با نور سفید انجام دهیم، به ازای هر یک از رنگ‌های موجود در نور سفید، یک طرح تداخلی تشکیل خواهد شد و نوارهای روشن و تاریک طول موج‌های مختلف نور سفید برهم‌منطبق نخواهد بود

اندازه‌گیری طول موج نور

با استفاده از آزمایش یانگ، می‌توان طول موج یک نور تک‌رنگ را اندازه گرفت. برای این منظور، آزمایش یانگ را به ترتیبی که گفته شد، راه‌اندازی می‌کنیم. با جابه‌جایی صفحه دو شکاف، سعی می‌کنیم تصویر واضحی روی پرده تشکیل دهیم. حال موارد زیر را اندازه می‌گیریم:

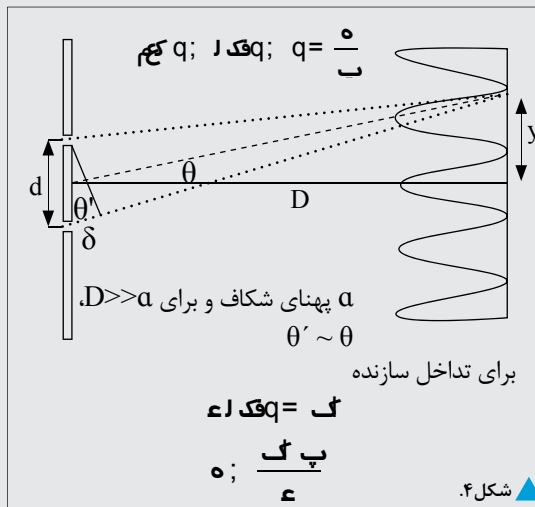
- فاصله دو شکاف از پرده (D)
- فاصله دو شکاف از هم (d)
- فاصله k نور روشن یا تاریک از نور روشن مرکزی (x)

مقادیر به‌دست آمده را در رابطه $\lambda = x d / k D$ می‌گذاریم و طول موج نور را به‌دست می‌آوریم. از این رابطه پیداست که محل نور شماره k به طول موج نور بستگی دارد، یعنی با تغییر طول موج محل نوارها عوض می‌شود.



آزمایش یانگ با نور سفید

اگر آزمایش یانگ را با نور سفید انجام دهیم، به ازای هر یک از رنگ‌های موجود در نور سفید، یک طرح تداخلی تشکیل خواهد شد و نوارهای روشن و تاریک طول موج‌های مختلف نور سفید برهم‌منطبق نخواهد بود. در نتیجه، روی پرده یک نور مرکزی سفید خواهیم داشت که چندین نور رنگی در دو طرف آن قرار دارند و چندان قابل تفکیک نیستند. این نوارها به‌زودی به‌سوی رنگ سفید محو می‌شوند. پس همواره باید این آزمایش را با نور تک‌رنگ انجام دهیم.

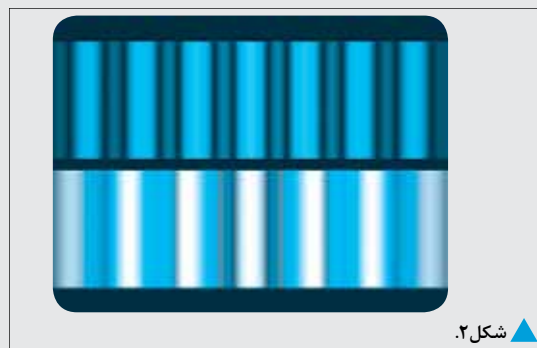


تداخل سازنده انجام می‌دهند. از این‌رو، این نقطه به‌صورت نور روشن دیده می‌شود که آن را نور روشن مرکزی می‌گویند. پرتوهای دیگری که به نقاط دیگر روی پرده می‌رسند، چون مسیر متساوی طی نمی‌کنند، باهم اختلاف راه خواهند داشت. این اختلاف راه، باعث ایجاد اختلاف فاز می‌شود. لذا وقتی یکی از پرتوها به اندازه یک طول موج اختلاف راه بیشتری طی می‌کند، اختلاف فاز $2\pi/\lambda$ حاصل می‌شود و نتیجه تداخل (در هم‌روی) آن‌ها اولین نور روشن، بعد از نور روشن مرکزی، خواهد بود. در فاصله بین نور روشن مرکزی و اولین نور روشن بعد از آن، نور تاریکی خواهیم داشت و این نشانگر تداخل ویرانگر پرتوهای فرودی به این نقطه است. یعنی دو پرتو در فاز مخالف هم قرار داشته‌اند که پس از تداخل دامنه آن‌ها صفر و منطقه تاریکی حاصل می‌شود.

اگر اختلاف فاز پرتوهای برهم نهاده مضرب فردی از π باشد، تداخل ویرانگر ایجاد می‌شود و نور تاریک به‌دست خواهد آمد، ولی اگر اختلاف فاز مضرب زوجی از π باشد، تداخل سازنده ایجاد و باعث پدید آمدن نور روشن خواهد شد. این نوارهای روشن و تاریک به‌طور متوالی و یک درمیان در دو طرف نور روشن مرکزی قرار می‌گیرند.

فاصله دو نور روشن یا تاریک متوالی از رابطه $\lambda = D/d$ به‌دست می‌آید که D فاصله صفحه دو شکاف از پرده، λ طول موج نور و d فاصله بین دو شکاف است. برای اینکه نقاط با شدت بیشینه و کمینه (نقاط روشن و تاریک) را جدا از هم ببینیم، باید فاصله دو بیشینه (یا دو کمینه) متوالی از هم زیاد باشد، لذا باید طول موج بلند باشد که بلندترین طول موج نور مرئی مربوط به نور قرمز است. ولی چون نور تک‌رنگ در طبیعت وجود ندارد، از لیزر استفاده می‌کنیم (لیزر هلیوم - نئون) اگر از نور طبیعی با صافی قرمز استفاده کنیم، پهنای نوارها زیاد و شدت نور کم می‌شود.

نوارهای تاریک و روشن ایجاد شده روی پرده را طرح تداخلی می‌نامند. ملاحظه می‌شود که با اینکه چشمه‌ها نقطه‌ای‌اند، نوارها به‌صورت خطوط مستقیم هستند. اگر به‌جای چشمه‌های نقطه‌ای، شکاف‌هایی داشته باشیم، دوباره نوارهایی با خطوط مستقیم ولی با شدت بیشتر به‌دست می‌آید. از این‌رو، آزمایش یانگ را اغلب با دو شکاف انجام می‌دهند.



تحلیل مفهومی آزمایش

می‌شود. امواج پس از عبور از شکاف در تمامی جهتهای پخش و منتشر می‌شوند.

در زیر، این موضوع برای سه راستای خاص θ نشان داده شده است.

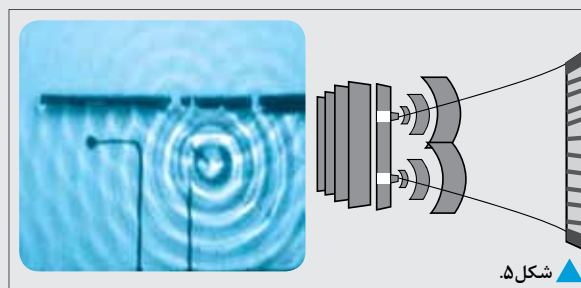
در شکل زیر امواج به مرکز پرده می‌رسند (یعنی $\theta=0^\circ$) هر دو موج یک مسافت را طی می‌کنند، بنابراین به شکل همفاز با یکدیگر تداخل می‌کنند. حاصل جمع این دو موج دامنه بزرگی را حاصل می‌کند و بر اثر آن ناحیه روشنی بر روی پرده به وجود می‌آید.

وقتی اختلاف فاصله نقطه روی پرده از دو شکاف برابر طول موج (یا مضرب صحیحی) از طول موج باشد مجدداً تداخل سازنده حاصل می‌شود (شکل ۶)

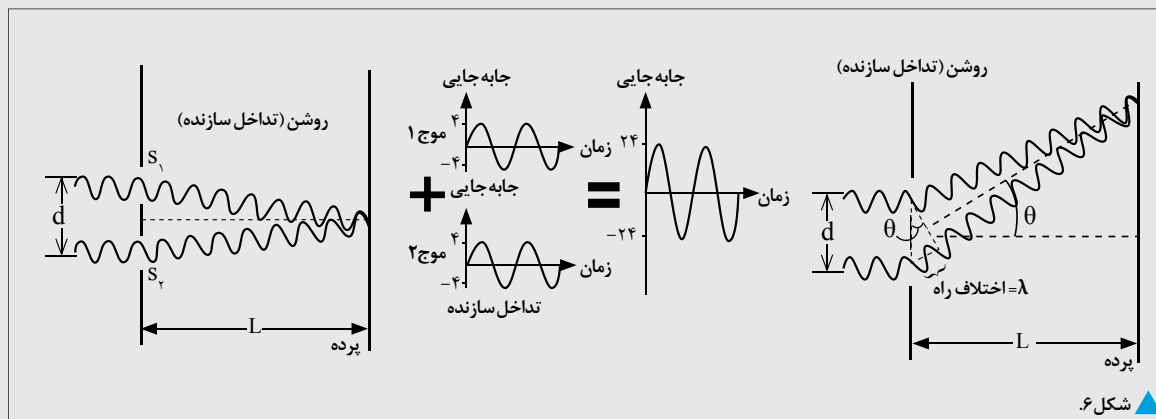
اما اگر اختلاف فاصله نقطه واقع بر پرده از دو شکاف برابر نصف طول موج (یا مضرب فردی از نصف طول موج) باشد، آنگاه دو موج در فاز مخالف با یکدیگر تداخل می‌کنند بنابراین اثر یکدیگر را خنثی می‌کنند و ناحیه تاریک بر روی پرده به وجود می‌آید. (شکل ۷)

نور تک‌رنگی را در نظر بگیرید که به دو شکاف باریک بتابد. بر اثر پراش، امواجی که از دو شکاف خارج می‌شوند پراکننده (پخش) می‌شوند. این موضوع همانند حالتی است که دو شیء به آب ضربه می‌زنند یا وقتی صدای دو بلندگو با یکدیگر تداخل می‌کنند.

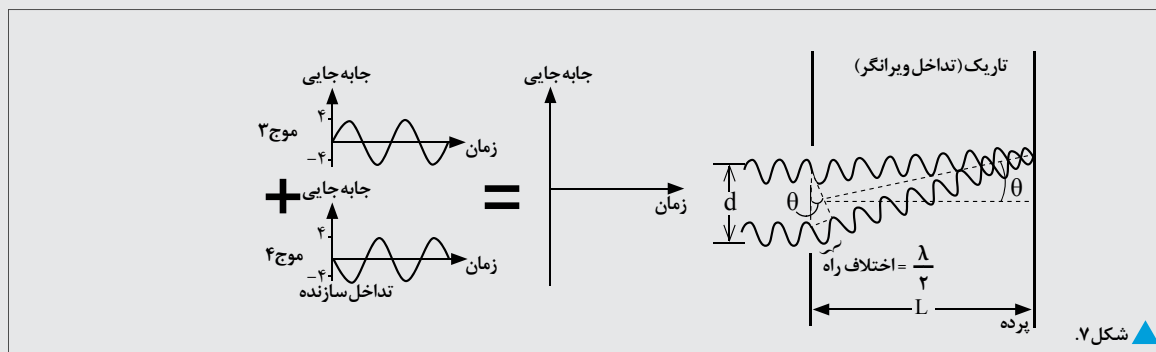
برای بررسی نحوه به وجود آمدن نواحی مختلف تداخلی بر روی پرده به شکل زیر توجه کنید. در این تصاویر موجی به طول λ دارد در دو شکاف S_1 و S_2 به فاصله d از یکدیگر



شکل ۵.



شکل ۶.



شکل ۷.

پی‌نوشت

1. Thomas Young

منابع

۱. شرکت LEYBOLD، آزمایشگاه فیزیک پایه، ۲۰۰۰.
۲. محمدجواد محمودی، آزمایشگاه اپتیک، انتشارات آوند اندیشه، ۱۳۸۳.

عشق به خدمت در معلمان ماندگار



گزارش



اکنون بیش از هفتاد سال است، به تدریس این دو درس پرداخته، کتاب‌ها نوشته و مجله گوهر (وابسته به انجمن معلمان شیمی اصفهان) را منتشر کرده، در کلاس‌های درس به کمک معلمان تازه‌کار شتافته و کتاب آزمایشگاه ارزان و آسان (با قیمت صفر تا ۲۰ ریالی) را نوشته و مجانی به معلمان و محصلان هدیه داده است. همان کاری را که بیست سال پیش از او استاد احمد آرام انجام داده بود.

در این جلسه شیخ الاسلام تنها نبود، تقی شکرانی استاد دیگر که او نیز دست پرورده استادان بزرگ فیزیک (دکتر حسایی، دکتر جناب، دکتر خمسوی و ... بود) همچنان ترجمه می‌کند، می‌نویسد، آموزش می‌دهد و عشق می‌آفریند. عشق به کار معلمی و آموزش را لحظه‌ای بیشتر احساس کردم که عباس دهکردی از حاضران خواست تا برای انتخاب هیئت اجرایی انجمن، نامزد شوند.

کسی که زودتر از همه برخاست و دست خود را بالا برد **ابراهیم امام‌دادی** بود.

آن لحظه، با دیدن امام‌دادی، اشک شوق من جاری شد. امام‌دادی سه سال است سکت کرده و در حال حاضر با مراقبت‌های بسیار زیاد همسر محترمش سلامت خود را به‌دست آورده است به‌طوری‌که با کمک پسرش، خود را به این جلسه مقدس - که برای او معبد عشق و عبادت است - رسانده است. او

روز جمعه سوم خرداد ۹۲ مجمع عمومی انجمن علمی - آموزشی معلمان فیزیک استان اصفهان برای انتخابات هیئت اجرایی جدید برگزار شد. از سوی اتحادیه از این جانب خواسته شد که در جلسه حضور یابم و با استفاده از فرصت از اهداف اتحادیه و برنامه‌های آن بحثی داشته باشم. خوشبختانه توانستم به اصفهان بروم و با همکاران جدید و قدیم ملاقات کنم و عشق و علاقه به کار را در رفتار بسیاری از آن‌ها ببینم و نیرو و انرژی بگیرم.

این جلسه فقط گفت‌وگو و شنود و گزارش کار نبود. بلکه خود جلسه‌ی آموزش مهارت تدریس، شوق‌انگیز کردن کلاس درس و ایجاد عشق به معلمی بود.

آنچه این مجلس را شوق‌انگیز کرده بود، کارهای آزمایشی و نمایشی **حازم فریپور** بود که برای شرکت در این جلسه سحرگاهان با اتومبیل خود و با همراهان از تهران به‌سوی اصفهان حرکت کرده بود و در لحظه شروع برنامه، حاضر به کار شد. حازم فریپور نمونه‌ای از جوانان سازنده، عاشق و امیدوار ایران زمین است که نویسنده این سطور او را در مقاله‌ای با «**مایکل فاراده**» مقایسه کرده است.

عشق به معلمی را در این جلسه در چهره حاضران مشاهده کردم، به‌ویژه در جعفر شیخ‌الاسلام که بیش از هفتاد سال پیش از دانشسرای عالی تهران لیسانس فیزیک و شیمی گرفته بود و



مدار پله‌ای

وسیله‌ای ساده و جذاب برای آزمایش‌های الکتریسته

نعمت‌الله مختاری
دبیر فیزیک شیراز

کلیدواژه‌ها: آزمایش، الکتریسته، مدار

اشاره

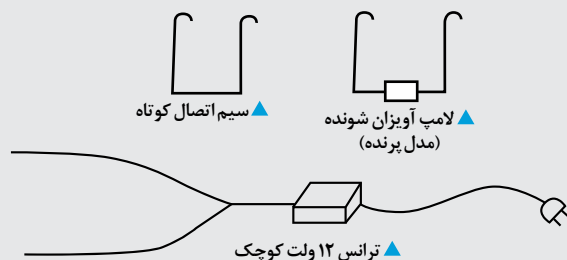
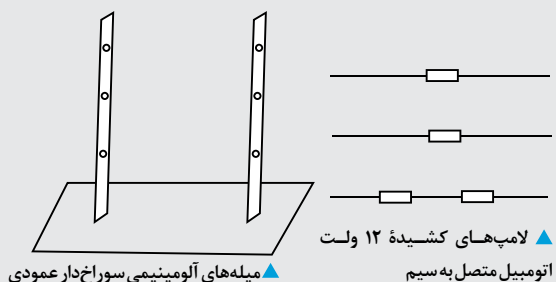
این دست ساخته ابتکاری برای معلمان و دانش‌آموزان بسیار کار آمد و جذاب است زیرا می‌توان با آن چندین آزمایش الکتریسته را به ساده‌ترین و جذاب‌ترین روش به نمایش گذاشت. آزمایش‌هایی از قبیل:

- اتصال موازی و متوالی و مقایسه همزمان آن‌ها

- اتصال کوتاه در مدار و مشاهده اثر آن

قابل ذکر است ساختار عمودی این وسیله و سرعت عمل آن امکان آزمایش‌های آن را برای تعداد زیادی از مخاطبان، همانند دانش‌آموزان حاضر در کلاس فراهم می‌سازد.

قسمت‌های اصلی این وسیله از دو میله آلومینیمی سوراخ‌دار و تعدادی لامپ کشیده ۱۲ ولت اتومبیل و قطعات سیم مسی تشکیل شده است.



می‌گوید: «باز هم به من فرصت دهید تا آخرین لحظه‌های حیاتم در خدمت علم و معلم باشم».

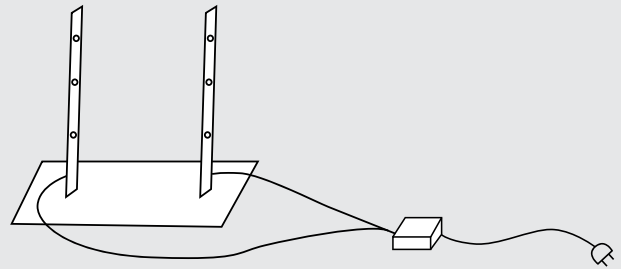
محقق طباطبایی، دبیر بازنشسته و پیشکسوت فیزیک که وسیله‌های آزمایشگاهی می‌سازد، در کنارم نشسته و می‌گوید: «همین آزمایشگاه‌های نور را که فریبور با این دستگاه‌ها نشان می‌دهد، من حدود ۲۰۰ ساعت از وقتم را صرف تهیه وسایل و نوشتن مطالب برای کتاب درسی کردم... هم‌اکنون در مدرسه‌ای که قبول کرده من طبق روش خودم تدریس کنم چند ساعت درس می‌دهم و کارم که با خود دانش‌آموزان همراه است، بسیار نتیجه‌بخش بوده است».

در این جلسه مؤتمر، معاون برنامه‌ریزی آموزش و پرورش استان اصفهان، همراه با هاشمی، مسئول انجمن‌ها، و مؤتمر مظفری، رئیس مرکز تحقیقات معلمان اصفهان، حضور یافتند. مؤتمر سخنانی که مایه امیدواری بود بیان کرد و از همکاری با انجمن‌ها به‌ویژه انجمن فیزیک که همواره یار و راهنمای آموزش و پرورش و دبیران فیزیک بود سخن گفت. پس از آن بود که عباس دهکردی مدیر جلسه که یکی از معلمان ماندگار و چهره‌های درخشان آموزش و پرورش کشور است سخن گفت و به من فرصتی داد که هدف‌ها و برنامه‌های اتحادیه را بیان کنم.

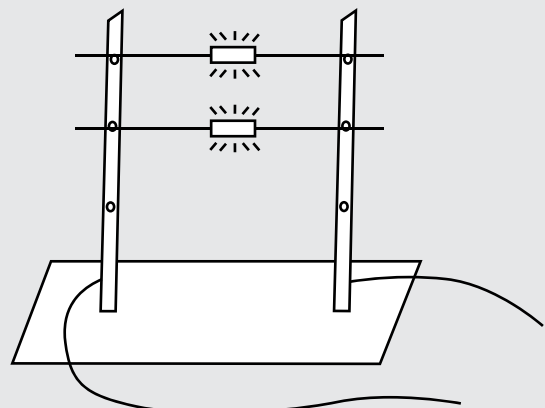
سخن من که با نام خدا شروع شد و با مقدمه‌ای از اثر نخستین مدرسه جدید در اصفهان (مدرسه همایونی) در ترویج علوم و فنون جدید و یاد مرحوم سید ضیاءالدین جناب مدیر نخستین مدرسه متوسطه (تاسیس ۱۳۰۰ خورشیدی) و تأثیر بسزای ایشان و مدرسه‌شان در پرورش افرادی چون پرفسور تقی فاطمی، دکتر کمال‌الدین جناب و ... ادامه یافت. در آنجا بود که گفتیم: «آقا ضیاء تا دیروقت در مدرسه می‌ماند و به دانش‌آموزان درس می‌داد. شبی که پیاده روی یخ و برف به منزلش که در شرق اصفهان بود می‌رفت زمین خورد و پایش شکست و آن را گچ گرفته و قرار شد مدتی در خانه بماند، حتی یک روز هم در خانه نماند و او را با تخت خود به دبیرستان متوسطه (دبیرستان صارمیه) که در غرب اصفهان بود منتقل کردند. آقا ضیاء در مدرسه به‌طور شبانه‌روزی ماند، دانش‌آموزان اطراف تخت او نشستند و از استاد، درس علم و عشق فرا گرفتند. پرفسور فاطمی گفته بود هر آنچه آقای جناب در مدرسه به ما یاد داد تا پایان دوره لیسانس بخشی از درس‌های ما در فرانسه بود. ضیاءالدین جناب، بهترین معلمان در سطح کشور را برای تدریس به اصفهان برد. یکی از آن‌ها استاد احمد آرام بود. وقتی نام استاد احمد آرام بر زبانم گذشت گویی او را همراه دیگر خدمتگزاران بزرگ فیزیک هم چون استاد دکتر جناب، اصغر نوروزیان، ابوالقاسم قلمسیاه، اسدالله ذکری، محمدحسن باقی، جوادریزی، در همان جلسه می‌دیدم و هنوز پس از سال‌ها که چشم از جهان بسته‌اند نگران وضع آموزش فیزیک کشور هستند و دغدغه خود را در خصوص آموزش فیزیک به معلمان بیان می‌کنند: «علم فیزیک را با عمل و آزمایش آموزش دهید.»

مراحل انجام آزمایش‌ها

۱. دو سر سیم ولتاژ ۱۲ ولت را مطابق شکل زیر به دو میله آلومینیومی وصل می‌کنیم.



۲. هر کدام از تک لامپ‌ها را به ترتیب و یکی پس از دیگری با سیم‌هایشان بین دو میله وصل می‌کنیم تا روشن شوند. برای این کار کافی است سیم‌های دو سر هر لامپ را از سوراخ‌های مقابل هم دو میله عبور می‌دهیم تا به راحتی به ولتاژ ۱۲ ولت وصل و روشن شوند. اتصال لامپ‌ها در این حالت به صورت موازی خواهد بود و ولتاژ دو سر آن‌ها یکسان و برابر ۱۲ ولت است. به همین دلیل نوردهی آن‌ها میزان عادی و استاندارد خود را خواهند داشت.

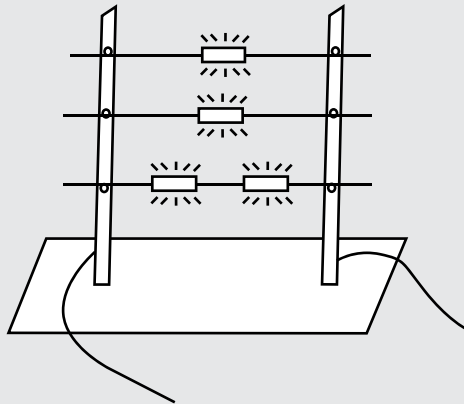


▲ اتصال موازی لامپ‌ها

۳. در این مرحله در حالی که دو تک لامپ قبلی (به صورت اتصال موازی) در حال نورافشانی هستند جفت لامپ‌های متوالی را نیز که توسط سیم مسی به هم وصل شده‌اند بین دو میله و در پله‌ای پایین‌تر وصل می‌کنیم تا روشن شوند. در اینجا مشاهده خواهیم کرد که نور این لامپ‌های متوالی کمتر از نور لامپ‌های بالایی است. این مرحله از آزمایش به خوبی تقسیم ولتاژ را در مدارهای متوالی نشان می‌دهد زیرا در این حالت ولتاژ ۱۲ ولت، بین این دو لامپ متوالی تقسیم می‌شود و سهم

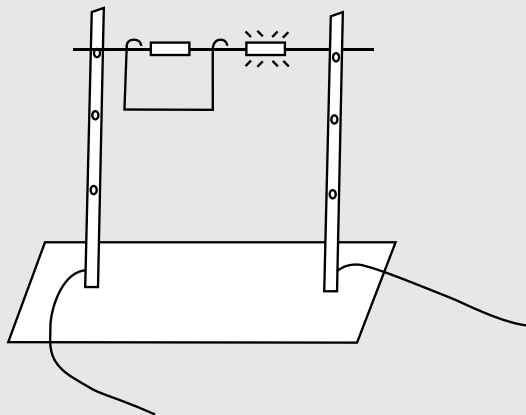
هر کدام فقط ۶ ولت خواهد شد و به همین خاطر نور آن‌ها در این حالت ضعیف است.

بدین ترتیب همان‌طور که مشاهده شد به شکلی بسیار ساده و جذاب و در اندک زمانی مقایسه همزمان مدار موازی و متوالی به صورت عینی انجام می‌گیرد.



▲ اتصال موازی و متوالی لامپ‌ها و مقایسه همزمان آن‌ها

۴. در این مرحله جفت لامپ متوالی را بین دو میله وصل می‌کنیم تا هر یک از این لامپ‌ها با ۶ ولت خود (و با نور ضعیف) روشن شوند. سپس سیم مسی U شکل قلابدار (سیم اتصال کوتاه) را برمی‌داریم و توسط قلاب‌هایش به طرفین یکی از این دو لامپ اتصال می‌دهیم. در این حالت با تعجب، شاهد خاموش شدن این لامپ و در عوض پر نورتر شدن لامپ کناریش خواهیم بود. این مرحله از آزمایش به خوبی نشان می‌دهد که اتصال کوتاه لامپ باعث می‌شود اختلاف پتانسیل دوسر آن صفر و خاموش شود و در عوض ۶ ولت دو سر آن به لامپ کناریش منتقل شود و در نتیجه لامپ کناریش با ولتاژ ۱۲ ولت پرنورتر شود. به عبارتی در اثر اتصال کوتاه، مقاومت مدار کاهش و شدت جریان در آن افزایش می‌یابد.



▲ اتصال کوتاه لامپ باعث خاموش شدن آن می‌شود

گذشته به‌خوبی نشان می‌داد. مهندس زرافشان ضمن ارائه این اسلایدها، درباره اقداماتی که وزارت آموزش و پرورش در راستای شناخت دانشمندان اسلامی در کتاب‌های درسی انجام داده مطالبی بیان کرد و

افزود برای روزآمد کردن برخی متون کهن دانشمندان گذشته و انعکاس آن در کتاب‌های درسی گام‌هایی برداشته شده است. سخنران بعدی همایش، عبدالحسن بصیره، دبیر علمی همایش بود. وی در آغاز ضمن ستایش از اقدامات مورد اشاره مهندس زرافشان گفت که هدف اتحادیه از برگزاری این‌گونه همایش‌ها عمدتاً همین اقداماتی است که مهندس زرافشان به آن‌ها اشاره کردند. آقای بصیره در ادامه به شکوفایی علم در دوران اسلامی در ایران اشاره کرد و ادامه داد که ایران پس از اسلام، به‌واسطه پیشینه درخشان خود، دوران باشکوهی را پشت‌سر گذاشت. تاریخ به یاد دارد که هرگاه در ایران آزادی، امنیت و مختصر رفاه اقتصادی وجود داشته و حکمرانی توانمند و حامی دانش به قدرت رسیده است شمار دانشمندانی که در شناخت جهان و طبیعت تلاش کرده‌اند فراوان و دست‌آورد آموزشی و پژوهشی آن‌ها چشمگیر شده است. ایشان افزود، علم پدیده‌ای جهانی است و از سوی هر ملتی که باشد در پیشرفت دانش بشری مؤثر است، لذا خدمات دانشمندان ایرانی- اسلامی در سده‌های گذشته به دانش بشری کم نبوده است.

وی اظهار امیدواری کرد با نویدی که زرافشان در سخنان خود داد این افتخارات به‌خوبی در کتاب‌های درسی منعکس شود. ایشان سپس گزارشی از ۳۷ مقاله رسیده به همایش این و نحوه داوری مقاله‌ها ارائه داد و اظهار داشت که چگونه با همکاری دو داور از کمیته علمی و گاهی نظرخواهی از داور سوم از همکاران اتحادیه و خارج از کمیته علمی، سرانجام چهار مقاله برای ارائه شفاهی و هفت مقاله برای ارائه پوستر پذیرفته شدند.

بصیره در پایان، از برگزارکنندگان همایش و به‌ویژه از سخنرانان مدعو که با وجود مشغله‌های فراوان، دعوت کمیته علمی را برای ارائه سخنرانی در همایش پذیرفته‌اند، سپاسگزاری کرد.

در پایان مراسم از سرکار خانم، دکتر منیژه رهبر به پاس سال‌ها سردبیری مجله رشد آموزش فیزیک و اهمیت دادن به بخش تاریخ علم در این مجله و نگارش کتاب‌ها و نوشته‌های فراوان در ترویج علم و تاریخ آن، و نیز از اسفندیار معتمدی به پاس سال‌ها فعالیت‌های علمی و پژوهشی و نگارش کتاب ارزشمند و چهارجلدی تاریخ علم در ایران و چندین کتاب دیگر در زمینه تاریخ علم، و

گزارش دومین همایش ملی «نقش دانشمندان ایرانی-اسلامی در پیشبرد علوم تجربی»

عبدالحسن بصیره
دبیر علمی همایش



روز پنجشنبه ۲۹ فروردین‌ماه ۱۳۹۲ دومین همایش «نقش دانشمندان ایرانی-اسلامی در پیشبرد علوم تجربی» با تلاوت آیاتی چند از کلام‌الله مجید و سرود جمهوری اسلامی ایران آغاز شد.

این همایش که بیش از یکصد و پنجاه هزار نفر از مسئولان آموزش و پرورش، استادان دانشگاه و عمدتاً دبیران فیزیک و علوم تجربی از سراسر کشور در آن شرکت کرده بودند، در سالن همایش خانه معلم وابسته به آموزش و پرورش منطقه ۷ تهران تشکیل گردید. این همایش مانند اولین همایش از سوی اتحادیه انجمن‌های علمی-آموزشی معلمان فیزیک ایران و این بار با همت و تلاش چند ماهه و قابل تقدیر انجمن علمی-آموزشی معلمان فیزیک شهر تهران به ریاست حیدری‌فر و حمایت سازمان آموزش و پرورش، به‌ویژه مدیریت آموزش و پرورش منطقه ۷ برگزار شد.

در آغاز دکتر رحمانی، مدیر آموزش و پرورش منطقه ۷ شهر تهران به حضار در همایش خیرمقدم گفت و از اهمیت برگزاری این چنین همایش‌ها صحبت کرد. سپس مهندس زرافشان مشاور سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی سخنرانی خود را با عنوان «تصویری از دانشمندان اسلامی در کتاب‌های درسی» ارائه داد و ضمن نوید ورود این مبحث به کتاب‌های درسی مقاطع مختلف تحصیلی، اسلایدهایی را در این زمینه به حضار نشان داد که بسیار جذاب و گیرا بود، به‌ویژه آنکه در این اسلایدها روح علمی کارهای دانشمندان برجسته ایرانی-اسلامی را در سده‌های





از دکتر رحمانی و معاون ایشان، پاک‌نژاد به پاس همکاری صمیمانه و مجدانه در برگزاری همایش قدردانی شد و لوح سپاس تقدیم ایشان گردید.

سخنران بخش نخست همایش، دکتر غلامحسین رحیمی استاد گروه مکانیک دانشگاه تربیت مدرس و نگارنده چندین کتاب و مقاله در زمینه تاریخ علم بود. سپس دکتر محمد باقری، استاد پژوهشکده تاریخ علم وابسته به دانشگاه تهران، سخنرانی خود را به مناسبت یک‌هزار و پنجاهمین سالگرد تولد کوشیار گیلانی، تحت عنوان «کوشیار گیلانی، ریاضیدان و منجم برجسته ایرانی» ایراد کرد.

سخنران بعدی یونس کرامتی عضو هیئت علمی گروه علم دایره المعارف بزرگ اسلامی و دانشنامه بزرگ فارسی و سردبیر سابق مجله علوم و فنون بود که تحت عنوان «دیدگاه دانشمندان اسلامی درباره آثار علوم هواشناسی و زمین‌شناسی» سخنرانی‌های خود را ایراد کرد.

پس از او دکتر ایرج نیک‌سرشت عضو هیئت علمی پژوهشکده تاریخ علم وابسته به دانشگاه تهران، تحت عنوان «طبیعی‌دانان مسلمان و پدیده زمین‌لرزه» به ایراد سخنرانی پرداخت. سرانجام و در پایان بخش نخست همایش، آقای اسفندیار معتمدی سخنرانی خود را با عنوان «کیمیا و کیمیاگری به روایت منظوم مخزن الحکمت اسماعیل کوفی» ایراد کرد.

بخش دوم همایش، رأس ساعت ۱۵:۳۰ دقیقه به ریاست دکتر سیامک خادمی و با سخنرانی دکتر نعمت‌اله ارشدی عضو هیئت علمی گروه شیمی دانشگاه زنجان و با عنوان «اخلاق راستین در پژوهش» آغاز شد. پس از آن دکتر کرامتی تحت عنوان «منابع و مأخذ تاریخ علم در دوره اسلامی» به سخنرانی پرداخت. در ادامه، خانم دکتر اشرف‌السادات شکرباغانی، از پژوهشکده برنامه‌ریزی درسی و نوآوری‌های آموزشی سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، تحت عنوان «ابوالفتح عبدالرحمن خازنی مخترع آلات علمی» و سپس عین‌اله رحمانی (و همکار) تحت عنوان «بررسی اثر زبان فارسی در پیشرفت علوم تجربی دوره اسلامی» سخنرانی کردند. و سرانجام خانم محبوبه آیت‌اللهی سخنرانی خود را با عنوان «نقش ابن هیثم در پیشرفت علم نورشناسی» ایراد کرد.

پوسترهای ارائه شده

- نقش دانشمندان ایرانی در پایه‌گذاری علم نجوم...
- آنالیز آریایی‌نژاد، اکرم امیربیگی، فاطمه امیرچقماقی
- حاشیه‌ای بر ناگفته‌های ترازوی حکمت خازنی...
- خانم طیبیه شیرزاد، خانم آمنه قهرمانی
- نقش ابو عبدالله محمد بن موسی خوارزمی در پیشرفت ریاضیات و علوم تجربی... خانم زهره معقول، فاطمه آریایی
- کاشانی و ریاضیات... خانم مریم گوگردی
- جامعیت رازی در علم طب... خانم فرزانه پورشاهیان جهرمی
- دستاوردهای فیزیکی ابن هیثم... خانم فاطمه فتحی بافقی

در بخش سوم همایش، محمدمهدی صدیقی خویدک تحت عنوان «بررسی عوامل مؤثر اجتماعی در پیشرفت علوم تجربی» به ایراد سخنرانی پرداخت. وی این مقاله را با همکاری سرکار خانم بتول خانی تهیه کرده بود.

در پایان همایش، شیبانی عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی و عضو کمیته علمی به جمع‌بندی همایش پرداخت و اسماعیل حیدری‌فرد رئیس انجمن معلمان فیزیک شهر تهران نیز که دبیر اجرایی این همایش را به‌عهده داشت حضور شرکت‌کنندگان را قدر نهاد و مختصری از روند اجرای همایش



لطفادست بزنید!

گفت‌وگویی درباره نقش و جایگاه پارک‌های فن‌آموز در توسعه آموزش فیزیک کشور

محمد دشتی

اشاره

جهت همین ذوق فنی بود که، بعد از فراغت از تحصیل در مدرسه و ورود به دانشگاه، به فعالیت‌های علمی و فنی خودم ادامه دادم. من، از همان سال ورود به دانشگاه، شروع به تدریس در مدرسه علامه حلی، یعنی همان دبیرستانی که از آن فارغ‌التحصیل شده بودم، کردم و تدریس درس فیزیک را برای مدت ۱۲ سال در آنجا ادامه دادم. علاقه توأمان بنده به آموزش از یک‌سو و کارهای فنی از سوی دیگر باعث شد که حوزه شغلی من ترکیب و ملغمه‌ای از کار فنی، فیزیک و آموزش باشد. بر همین اساس طراحی و تولید کالاهای آموزشی را در زمینه فیزیک و برخی زمینه‌های نزدیک به آن آغاز کردم.

رهبر: این کارهایی که از آن یاد می‌کنید، به عنوان یک تجربه جدید، چه جنبه‌های مثبت و یا احياناً منفی با خود داشته‌اند؟

من در کارهایی که تاکنون انجام داده‌ام فراز و نشیب‌های فراوانی داشته‌ام که به دلیل سختی‌های آن بیشتر نشیب‌هایش در یادم مانده است. به هر حال، به تدریج فعالیت‌های تولیدی را با طراحی و نمونه‌سازی شروع کردم که طی این ۳۰ سال هم جنبه مثبت و هم جنبه منفی قابل‌ذکری داشته است.

جنبه منفی آن این است که حجم کار انجام شده با فرصتی که در اختیار داشته‌ام تناسب لازم را ندارد. به عبارت دیگر در این

بررسی و تعیین میزان نقش و اثر پارک‌های فن‌آموز بر آموزش‌های درسی به‌ویژه آموزش فیزیک، در میزگردی با حضور دکتر منیژه رهبر (سر دبیر مجله رشد آموزش فیزیک)، حازم فریپور، مدرس فیزیک و مبدع پارک‌های فن‌آموز، و دکتر حجت‌الحق حسینی، اسفندیار معتمدی، روح‌الله خلیلی بروجنی و احمد احمدی در محل دفتر این مجله برگزار شد. شرکت‌کنندگان در میزگرد ضمن بیان دیدگاه‌های خود، پرسش‌های خود را درباره پارک‌های فن‌آموز مطرح و در خصوص آن بحث و تبادل نظر کردند. آنچه در ادامه می‌خوانید؛ گزارش این میزگرد دو ساعته است.

رهبر: امروز در خدمت آقای حازم فریپور هستیم و گمان می‌کنم بیشتر خوانندگان ما با کارهای ایشان آشنا هستند. ضمن عرض خیرمقدم، تقاضا می‌کنم آقای فریپور خودشان را برای آن دسته از خوانندگان ما که آشنایی کمتری با ایشان دارند معرفی بفرمایند.

فریپور: بنده حازم فریپور، متولد سال ۱۳۴۴ هستم. در سال ۱۳۶۲ وارد رشته الکترونیک دانشگاه تهران شدم. از زمان تحصیل در مدرسه به کارهای فنی و کار دستی علاقه‌مند بودم و به

مدت باید کارهای بیشتری انجام می‌دادم که به دلایل مختلف میسر نشد.

اما نکته مثبت این سی سال فعالیت، ثبات قدم و اصرار من بر ادامه همان راهی است که از ابتدا برگزیده بودم؛ یعنی علی‌رغم برخی شکست‌ها و ناکامی‌ها از ادامه این راه دلسرد و خسته نشده‌ام. اما اینکه الان کجای کار هستم، مسئله‌ای است که در ادامه صحبت‌هایم بدان خواهم پرداخت. در سال ۱۳۶۵ به اتفاق عده‌ای از دوستان، مؤسسه‌ای را ثبت کردیم. تعداد اعضای این مؤسسه در سال ۱۳۷۹ به بیش از ۴۷۰ نفر رسید، اما به دلیل برنامه‌ریزی غلط و سوءمدیریت در سال ۸۰-۷۹ ورشکست شدیم و وقفه‌ای در کارمان ایجاد شد و در شرایطی سخت قرار گرفتیم. اما با استفاده از تجارب گذشته و درس‌هایی که از این شکست گرفته بودیم، مجدداً از سال ۱۳۸۴ فعالیت‌هایمان را در قالب "شرکت فن‌آموز" آغاز کردیم. پس، در حقیقت، اتفاقاتی را که از سال ۱۳۸۴ تا کنون رخ نموده است، باید فعالیت‌های فعلی شرکت ما محسوب کرد.

رهبر: فعالیت‌های دوره جدید و تشکیل شرکت فن‌آموز را در چه محورهایی دنبال کردید که تاکنون ادامه دارد؟

فعالیت‌های فعلی ما در سه محور دنبال می‌شود که همه آن‌ها فن‌آوری در خدمت آموزش است. این سه محور عبارت است از: فعالیت در ابعاد: بزرگ، متوسط و کوچک؛ فعالیت در ابعاد بزرگ، ساخت تجهیزات بزرگ، ثابت و مستقر در محل‌هایی است که نام آن را پارک فن‌آموز گذاشته‌ایم. پارک فن‌آموز، بومی شده ایده ساینس سنتر^۱ در خارج از کشور است.

تا آنجا که ما شناسایی کرده‌ایم، در جهان حدود ۸۰۰ ساینس سنتر بزرگ وجود دارد که وظیفه آن‌ها همگانی کردن علوم است. یعنی ساینس سنترها نقطه مقابل دانشگاه‌ها هستند. دانشگاه‌ها «سقف علمی» جامعه را بالا می‌برند، اما ساینس سنترها «کف علمی» جامعه را ارتقا می‌دهند و همگان را با علوم آشنایی کنند.

در حقیقت وظیفه ساینس سنترها این است که عامه مردم را برای زندگی متفاوت آینده آماده کنند؛ به همین دلیل آموزش‌های ارائه شده در آن‌ها غیررسمی و غیرکلاسیک است و سعی می‌شود از طریق مشاهده، لمس و تجربه آموخته شود.

ما، در ایران، این ایده را با یک نگاه بومی و طراحی و ساخت تجهیزات مورد نیاز در داخل کشور پیاده کرده‌ایم. و از سال ۱۳۸۵ تاکنون ۱۲ پارک فن‌آموز را در سرتاسر کشور از جمله: اصفهان، شیراز، مشهد، فردوس، یزد، سمنان، شاهرود، یاسوج، کرج، تهران و ... تأسیس نموده‌ایم. سه مرکز هم در حال ساخت

است که امیدواریم تا پایان سال به بهره‌برداری برسد و تعداد این مراکز به ۱۵ افزایش یابد.

از سال ۱۳۸۵ تا امروز نزدیک به ۶۰۰ هزار نفر دانش‌آموز و معلم از این مراکزها بازدید و از امکانات آن‌ها استفاده کرده‌اند. برای ما اینکه همه تجهیزات ساخت شرکت خودمان باشد موضوع خیلی مهمی نیست، اما ایرانی بودن تجهیزات برای ما بسیار مهم است و بر آن تأکید داریم؛ دلیل آن هم تأثیر فوق‌العاده‌ای است که این موضوع بر ذهن، باور و اندیشه بچه‌ها دارد.

بسیاری از بچه‌ها در یادداشت‌های خود، که بعد از بازدید از این مراکز نوشته‌اند، بر این موضوع و تأثیر آن در ایجاد اعتمادبه‌نفس و باور به توانمندی ایرانی تأکید داشته و آن را ستوده‌اند.

در هر پارک فن‌آموز، امکانات، تجهیزات و وسایلی وجود دارد که امکان لمس و تجربه و مشاهده پدیده‌های علمی را فراهم می‌آورد. این مشاهدات علمی فعلاً در حوزه فیزیک است و ساخت تجهیزاتی در زمینه ریاضیات و شیمی را هم شروع کرده‌ایم و قصد داریم ان‌شاءالله آن را به همه حوزه‌ها گسترش دهیم. دلیل آغاز این کار از فیزیک، این است که در فیزیک امکان ارائه ساده و آسان بسیاری از پدیده‌های علمی وجود دارد.

در میان این پارک‌ها تنها «مرکز فن‌آموز تهران» تحت مدیریت مستقیم و تملک ماست و سایر مراکز را به سفارش بنیان آن ساخته‌ایم و در واقع مالک و بهره‌بردار این مراکز، غیر از تهران، دیگران هستند.

خلیلی: چه قواعد و اصولی در پارک‌های فن‌آموز حاکم است که باید در همه پارک‌ها رعایت شود؟

در مورد تجهیزات، ما چند شاخص داریم که همیشه سعی می‌کنیم آن‌ها را در پارک فن‌آموز رعایت کنیم.

یکی از آن‌ها «ایرانی بودن» تجهیزات و امکانات این پارک‌هاست. البته در مواردی که ناچار باشیم از تجهیزات خارجی هم استفاده می‌کنیم، اما بنای ما استفاده از کالای ایرانی است. همزمان با ایرانی بودن به «کیفیت و زیبایی» تجهیزات هم توجه خاص داریم و آن‌ها را به عنوان ملاک‌های فرعی در نظر می‌گیریم. اگر به این دو شاخص مهم، و البته همراه با آن‌ها، به «کارآمدی» تجهیزات و امکانات توجه نشود و کالای ایرانی ما سرآمد نباشد حتماً به باور و ایمان بچه‌ها نسبت به کالای ایرانی لطمه خواهد زد.

یکی از اصول کار ما، در پارک‌های فن‌آموز، تأکید بر مشاهده، لمس و درگیر شدن بازدیدکنندگان با موضوع موردنظر است. شعار ما در این مراکز «لطفاً دست بزنید» است. برای اینکه خسارت‌های احتمالی وارد شده به تجهیزات را که در اثر لمس و

دانشگاه‌ها
«سقف علمی»
جامعه را بالا
می‌برند، اما
ساینس سنترها
«کف علمی»
جامعه را ارتقا
می‌دهند و
همگان را با علوم
آشنایی کنند.
در حقیقت
وظیفه
ساینس سنترها
این است که عامه
مردم را برای
زندگی متفاوت
آینده آماده کنند

یکی از اصول کار ما، در پارک‌های فن آموز، تأکید بر مشاهده، لمس و درگیر شدن بازدیدکنندگان با موضوع مورد نظر است. شعار ما در این مراکز «لطفاً دست بزنید» است

استفاده به وجود می‌آید کاهش دهیم، تلاش می‌کنیم در طراحی این تجهیزات به گونه‌ای عمل کنیم که لمس و استفاده از آن‌ها تأثیر زیادی در استهلاک کوتاه‌مدت وسایل نداشته باشد.

اصل دیگر یا قاعده بعدی، تقدم انگیزش بر آموزش است! آموزش اگر بخواهد کارآمد باشد به انگیزش مثبت و کافی نیاز دارد؛ اگر انگیزه کافی وجود داشته باشد، آموزش به راحتی انجام خواهد شد. امروزه، با امکاناتی که از رهگذر فناوری ایجاد شده است، دسترسی افراد به دانش و اطلاعات کارچندان سختی نیست و این، انگیزه است که باعث می‌شود آن‌ها از این سپهر اطلاعاتی استفاده کنند و یا نسبت به آن بی تفاوت باشند. ما خیلی تلاش نمی‌کنیم که در دو ساعت بازدید چیزهای زیادی به دانش‌آموزان آموزش دهیم، بلکه عمده تلاش و هدفمان این است که بتوانیم انگیزه بهتر دیدن، خوب فهمیدن و علاقه‌مند شدن به محیط پیرامون و بهره‌گیری از تجهیزات فراهم آمده را در آنان ایجاد کنیم.

اصل دیگر این است که توجه داشته باشیم، فردی که برای اولین بار دست به مشاهده، لمس و اکتشاف می‌زند، شاید همه آن چیزهایی را که ما انتظار داریم به دست نیاورد. پس زیاد نباید دنبال جواب باشیم، بلکه باید با ایجاد پرسش و زمینه بروز کنجکاوی و خلاقیت، مشاهده‌گر را با اهداف خودمان آشنا و به او کمک کنیم از این کار لذت ببرد و زیاد بر روی کسب نتیجه‌ای مشخص تأکید نداشته باشیم. یعنی «اصل تقدم ایجاد سؤال بر دادن پاسخ» را از یاد نبریم!

بچه‌ها باید در این مراکز یاد بگیرند که در مشاهده پدیده‌ها، به دنبال کشف رابطه‌ها و چرایی‌ها باشند و با به دست آوردن یک پاسخ سطحی قانع نشوند و ما هم اصراری نداشته باشیم که آن‌ها را سطحی‌نگر بار بیاوریم.

خلیلی: وضعیت فعلی پارک‌های فن آموز در مقایسه با نمونه‌های خارجی چگونه است و شما چه برنامه‌هایی برای توسعه این پارک‌ها دارید؟

از سال ۱۳۸۵ تاکنون تعداد آزمایش‌هایی که ساخته‌ایم به ۶۰ نوع رسیده است که البته تعداد قابل توجهی نیست و باید افزایش بسیار زیادی پیدا کند. متوسط فضای هر پارک حدود ۷۰۰ متر است که اصلاً مطلوب نیست. البته این را در مقایسه با ساینس سنتر در شهرهایی مثل لندن می‌گویم که دوستان ما در بازدیدی که از آن داشتند، اظهار می‌کردند، با اینکه سه روز این مرکز را گشتیم، اما باز هم نتوانستیم همه جای آن را ببینیم! بنابراین وضعیت ما برای شروع بد نیست و خوشبختانه به لحاظ شرایط کیفی در همین فضاها محدود در وضعیت خوبی هستیم. آقای زین‌الدین مسئول پارک فن آموز اصفهان نقل می‌کرد: «وقتی آقای ماهاتیر محمد، نخست وزیر اسبق مالزی

و به قولی پدر مالزی نوین، به اصفهان آمده بود، در بازدید از این پارک دو بار و با فاصله از من پرسید: «واقعاً این تجهیزات در ایران ساخته می‌شود؟» و یا در بازدیدهایی که مسئولان ساینس سنترهای دیگر کشورها از این پارک‌ها دارند، از کنجکاوی آن‌ها و میزان سؤالاتی که دارند، مشخص می‌شود که ما، در این زمینه حرفی برای گفتن داریم.»

آخرین مطلبی که باید در مورد پارک‌های فن آموز بگویم این است که ما مایلیم این پارک‌ها در سه محور توسعه پیدا کند. اول اینکه در محور فیزیک، که کار را با آن آغاز کرده‌ایم، همچنان راه را ادامه دهیم. یعنی اگر تعداد پروژه‌های ما اکنون ۶۰ تا است، در ۱۰ سال آینده به ۶۰۰ تا برسد.

محور دوم این است که این محور موازی فیزیک تبدیل به خطوط Π شود. یعنی در کنار خط فیزیک خطوط موازی دیگری مثل ریاضی، شیمی، زیست‌شناسی، نجوم و علوم دیگر هم به وجود آید.

محور سوم اینکه این صفحه گسترده شده، در شهرها و استان‌های مختلف کشور، بیش از پیش گسترش پیدا کند. البته ما الان در خط اول از صفحه اول هستیم و باید به کمک دوستان، این توسعه سه بعدی، یا در سه محور، را با کیفیتی که عرض کردم عمق و توسعه بیشتری ببخشیم.

نکته‌ای که نباید فراموش شود این است که بنده به عنوان نماینده یک جمع صحبت می‌کنم و آنچه بیان شد حاصل یک همت و تلاش جدی است که در مصادیقی که گفتم تبلور پیدا کرده است.

معمودی: من ۳۰ سال پیش در مرکز علامه حلی در سازمان ملی (استعدادهای درخشان امروز) خدمت آقای حازم فریپور رسیده بودم. ایشان یک سال قبل، از آن فارغ‌التحصیل شده بودند، اما از همان زمان فعالیت‌های علمی خودشان را آغاز کرده بودند و با دانش‌آموزان آن مرکز ارتباط داشتند. خوشحالم که فعالیت‌های ایشان در اشکال مختلف در طول این ۳۰ سال ادامه داشته است و بنده نیز توفیق همراهی با این عزیز را داشته‌ام.

خوشحالی‌ام وقتی بیشتر می‌شود که می‌بینم ایشان تنها به دست‌ها و اندیشه‌های شخصی خودشان بسنده نکرده‌اند و اندیشه‌ها و دست‌های زیادی را در این راه روشن و شوق‌انگیز با خودشان همراه کرده‌اند. شاید بتوان آقای فریپور را با مایکل فاراده مقایسه کرد که آموخته‌های خودش را بدون فوت وقت در اختیار دیگران قرار می‌دادند. می‌دانیم که فاراده در اواسط قرن نوزدهم، وقتی آزمایش‌های خودش را در آزمایشگاه سلطنتی انگلستان، مثلاً در روز دوشنبه، کامل می‌کرد، روز چهارشنبه همان هفته کودکان را به آزمایشگاه می‌آورد و حاصل کار خود

عمده تلاش و
هدفمان این
است که بتوانیم
انگیزه بهتر دیدن،
خوب فهمیدن و
علاقه مند شدن
به محیط پیرامون
و بهره گیری از
تجهیزات فراهم
آمده را در آنان
ایجاد کنیم



سلامت گذرانده‌اند. پدر من معلم بود و من درحالی که هنوز به مدرسه ابتدایی نرفته بودم، گاهی با پدرم به مدرسه می‌رفتم. از همان زمان بود که من عاشق حضور در آزمایشگاه محقر مدرسه شدم و با آنکه آزمایشگاه تجهیزات زیادی نداشت، اما همان اندک، برای من، زیاد و حیرت‌انگیز بود؛ این گونه شد که کم‌کم احساس کردم فیزیک را دوست دارم.

همان سال‌ها ساختن یک تلویزیون با نقشه توشیبا را شروع کردم و پس از سه سال آزمون و خطا، یعنی به اندازه دوران تحصیل در دوره سه ساله راهنمایی! موفق به ساخت آن شدم.

معلمان ما هم نقش مهمی در این موضوع داشتند. معلمی داشتیم که من هر وقت می‌گفتم یک کاردستی ساده درست کرده‌ام، می‌گفت به خانه‌تان می‌آیم تا آن را ببینم و در اولین فرصت به خانه ما می‌آمد و من را کلی تشویق می‌کرد. البته، شاید در این زمانه چنین کاری ممکن نباشد، اما شما تصور کنید برای چنین کاری که یک معلم می‌کند - به‌ویژه در شرایط امروزی - شوقی که در یک بچه ایجاد می‌کند، چقدر می‌توان قیمت گذاشت؟

اما در مورد سؤال آقای احمدی و درباره نقش آزمایش و مشاهده در آموزش باید عرض کنم که این موضوع از نوع کیفی است. یعنی این‌طور نیست که بگوییم چنین کاری الزاماً باعث ارتقای سطح آموزش می‌شود، بلکه کیفیت را عوض می‌کند. یکی

را در اختیار ذهن و نگاه کنجکاو آنان قرار می‌داد. او آنچنان در این کار استمرار و بر آن اصرار داشت که حتی پس از مرگش، تا مدت‌ها این سنت حسنه ادامه داشت.

حسینی: من اجازه می‌خواهم چند نکته‌ای را به صحبت‌های دوستان اضافه کنم. نکته اول اینکه اگرچه مهندس حازم فریبور مهندس الکترونیک هستند، اما تعلق خاطرشان به فیزیک، مرهون داشتن پدر بزرگوار بود که خود، از معلمان و پیشگامان آموزش فیزیک به دانش‌آموزان در ایران و کشور عراق بودند. حتی نام ایشان، یعنی «حازم» به معنی دوراندیش، از معدود اسامی خاصی است که از این فرهنگ علمی و معنوی برگرفته شده است.

موضوع دوم مدرسه محل تحصیل مهندس فریبور، یعنی مدرسه علامه حلی است که در واقع شعار «لطفاً دست بزنید» از آنجا سرچشمه گرفته است.

نکته سوم اینکه، استاد معتمدی مقایسه‌ای بین مایکل فاراده و مهندس فریبور انجام داده‌اند که به‌نظر من هنر این هر دو تولید یک مفهوم عمومی و ساده‌سازی مفاهیم تخصصی و خاص برای فهم عامه مردم بوده است. به‌نظر من مهدی آذریزدی هم، چنین کسی بود. می‌دانیم که او وقتی نمونه‌خوان آثار چاپخانه بود تلاش کرد با ساده‌سازی متن‌های ادبی فارسی، آن‌ها را برای فهم عموم مردم آماده سازد. آقای فریبور برای عمومی کردن علم، گام‌هایی بر می‌دارند. صفت مشترک دیگر بین این دو بزرگوار وارستگی و عشق آنان به این سرزمین و مملکت است.

احمدی: در ادامه سؤالاتی که مطرح شد و پاسخ‌های کامل آقای مهندس فریبور، سؤال بنده این است که: «اساساً، آزمایش کردن، دیدن پدیده‌ها، نمایش‌های فیزیکی و موضوعاتی از این دست در افزایش سطح یادگیری و یا به عبارتی دیگر، در تعمیق یادگیری، چقدر مؤثر است؟»

فریبور: دوستان به جایگاه تجربه کردن و نقش آموزش عینی از طریق لمس و دیدن پدیده‌ها در ارتقای کیفیت یادگیری و اینکه این انگیزه از کجا آمده اشاره کردند، که بنده هم در این خصوص توضیحاتی عرض می‌کنم.

اساساً آدم‌ها وقتی که از انرژی جوانی و نیروی جسمانی آن برخوردار هستند، توجهی به اینکه از کجا آمده‌اند و چه جوری شکل گرفته‌اند، ندارند. در چنین شرایطی افراد، بیشتر تمایل دارند آنچه را که دارند به خودشان نسبت دهند.

اما وقتی زمان می‌گذرد و سرد و گرم روزگار، افکار و اندیشه‌های آنان را تعدیل می‌کند، به یاد کسانی می‌افتند که دستشان را گرفته و از سنگلاخ‌ها و پرتگاه‌های مسیر، آنان را به

عده‌ای فکر می‌کنند که سطح علم نظری از سطح علم کاربردی خیلی بالاتر است. به طور مثال نوشتن یک مقاله نسبت به یک کار عملی خیلی راحت‌تر است، اما می‌بینیم که در عمل، نوشتن مقاله ارج و قرب و امتیاز بیشتری دارد



از مشکلات ما این است که جامعه ما تفکر علمی ندارد و علم را در سطوح مختلف آن نمی‌شناسد. تفکر علمی هم در جامعه ما کم پرورش پیدا کرده است چون گمان می‌کنیم، علم، مجموعه‌ای از محفوظات و اطلاعات است، در حالی که علم تفکر و روش علمی است. روش علمی را هم، تنها از راه درگیر شدن با روش علمی می‌توان یاد گرفت. همان‌طور که مثلاً نوشتن را تنها با نوشتن می‌توان یاد گرفت و صادر کردن دستور برای نوشتن و حفظ کردن آن توسط فرد باعث یادگیری مهارت نوشتن نخواهد شد؛ بنابراین آزمایش و انجام کار و یا لمس پدیده‌های علمی، این‌گونه باعث یادگیری و تعمیق آن می‌شود.

حسینی: من در سال ۱۳۸۸ به لطف دوستان از مجموعه پارس فن‌آموز بازدید کردم و علاوه بر آنچه یاد گرفتم اندکی هم به فکر آسیب‌شناسی وضعیت موجود بودم. آن سال‌ها تجربه خانه‌های ریاضیات به‌عنوان یک تجربه خوب وجود داشت و به تبع آن، می‌خواستند خانه‌های فیزیک، شیمی، زیست‌شناسی و ... را هم، راه‌اندازی کنند. یکی از موضوعاتی که من در مراکز شما دیدم عدم پایش یا ردگیری انگیزش افراد برای ایجاد ارتباط مداوم است، چون تأکید کردید که یکی از برنامه‌های شما تقدم انگیزش بر آموزش است، باید توجه داشت باشید که انگیزه را بر اثر تمرین و ممارست می‌توان بالنده کرد، نه با رفتارهای انقطاعی و دوره‌ای! دوم اینکه برخی از وسایلی که شما در حوزه کارکرد خود قرار داده‌اید از حوزه کاربرد و کارکرد بچه‌ها به‌دور است. به‌عنوان مثال شما در مرکز فن‌آموز خود یک چنگ بسیار زیبایی لیزری ساخته‌اید که من دیدم بچه‌ها می‌توانستند با قطع این تارهای نوری لیزری قطعات مختلف موسیقی را ایجاد

کنند. یا ربات سخنگویی آنجا دیدم که هم پیانو می‌نواخت و هم می‌توانست کارهای دیگری انجام دهد. اما این‌ها فقط جنبه نمایش یک موضوع بود و نه جنبه فعال شدن دست و اندیشه آنان! در این خصوص مایلیم توضیحات شما را بشنوم.

فریپور: بله! آنچه که شما می‌فرمایید یک خلأ واقعی و نوعی نقیصه در این کار است. انتقاد شما وارد است و ما در ساختار فعلی سازوکاری برای پایش و پیگیری ارتباط و گرفتن بازخورد از افراد بعد از بازدید از این مراکز نداریم. یعنی این فعلاً یک رابطه یک‌طرفه است. در مواردی هم نتایج و پاسخ‌هایی داشته است. البته علی‌رغم اینکه این موضوع دور از ذهن نیست، اما عملیاتی کردن آن کار بسیار مشکلی است و نیاز به امکانات زیادی دارد.

ما در فکر تأسیس باشگاه فن‌آموز هستیم که افراد با پیوستن به این باشگاه و برقراری ارتباط دائم و مستمر خواهند توانست به آن مطلبی که شما اشاره کردید هم دست یابند و در تعاملی دوطرفه این پایش و سنجش، میزان تأثیر آن عملیاتی‌تر خواهد شد.

رهبر: مایلیم به نکته‌ای اشاره کنم که شاید راه‌گشای برخی مشکلات سر راه این‌گونه مراکز باشد. همه ما شاهد هستیم که چنین مراکز و بنیادهای علمی در صورتی موفق می‌شوند که جامعه به آن‌ها توجه کند و خدمات آن‌ها را ارج بنهد. حتی در نظام آموزشی ما، عده‌ای فکر می‌کنند که سطح علم نظری از سطح علم کاربردی خیلی بالاتر است. به‌طور مثال نوشتن یک مقاله نسبت به یک کار عملی خیلی راحت‌تر است، اما می‌بینیم که در عمل، نوشتن مقاله ارج و قرب و امتیاز بیشتری دارد.

یا همین مدارک دکتر که داده می‌شود، به‌ویژه در علوم نظری و انسانی چه مقداری از آن در گرو انجام کار عملی است! منظور من این است برای اینکه کاری رواج پیدا کند، جامعه باید به آن کار اهمیت بدهد و کاری مانند مراکز فن‌آموز هم در صورتی رواج پیدا خواهد کرد که با اقبال و استقبال عمومی جامعه همراه شود.

حالا علی‌رغم این انتخاب خوب که همه جوانب آن هم سنجیده شده است، به‌نظر شما چه کار باید کرد که جامعه هم بپذیرد به چنین مراکزی نیاز دارد و باید به آن‌ها رجوع کند؟

فریپور: به‌نظر من اتفاقی که تدریجاً در حال وقوع است، تا حد زیادی در همین جهت است. اگر به مدارس ۱۵ سال قبل نگاه کنیم، هدفی بزرگ‌تر از کنکور وجود نداشت. حتی والدین به مسئولان مدارس توصیه می‌کردند که از ساعات فوق‌برنامه کم و به ساعات درسی خاصی اضافه کنند. کم‌کم المپیادها آمد و ارزش‌های دیگری هم کمابیش مطرح شد. حالا تب المپیادها و جشنواره

خوارزمی ارزش پیدا کرده‌اند؟ چون یک مابه‌ازای مشخص دارند و مثلاً پذیرفته‌شدگان در المپیاد بدون کنکور ادامه تحصیل می‌دهند. این بحث پاداش، و دادن رتبه تشویقی برای چنین کارهایی، حداقل در اول کار، خیلی مهم است. از این جهت هم می‌گویم اول کار، که فرد وقتی پله‌های اول موفقیت را پشت سر بگذارد آن قدر انگیزه پیدا خواهد کرد که گام‌های بعدی را خود بردارد و در گام‌های بعدی پاداش خود را از کارش خواهد گرفت.

اما نظر کلی من این است: در صورتی این فعالیت‌ها جای خودش را در جامعه باز خواهد کرد که یک نظام ارزشیابی، پاداش و ارزش‌گذاری اجتماعی پشت سر این مراکز باشد.

این در شرایطی است که، خوشبختانه در چند سال گذشته، رقابت‌های کنکور کم‌رنگ‌تر و قبولی در دانشگاه آسان‌تر شده است. با افول تپوتاب کنکور، ارزش کلاس‌های تست‌زنی کم خواهد شد. حتی در حال حاضر هم شاهدیم که مدارس زیادی درگیر کارهای عملی و آزمایشگاهی و کارگاهی شده‌اند.

زمینه دیگر فعالیت ما، ساخت تجهیزات لازم برای مدارس در مقیاس کوچک است. در خانه‌های علوم و ساینس سنترها تجهیزات نصب شده می‌توانند، بزرگ، مفصل و گران‌قیمت باشند، اما ما باید تجهیزاتی را فراهم کنیم که معلمان بتوانند در کلاس درس از آن‌ها استفاده کنند و در عین حال آموزش و پرورش و یا مدارس نیز قدرت خرید آن را داشته باشند.

ما، در شروع کارمان، در حدود سال‌های ۱۳۶۵، تعدادی از لوازم آزمایشگاهی را می‌ساختیم که مورد نیاز مدارس بود، اما از سال ۱۳۸۵ یک تغییراتی در نوع این وسایل قائل شدیم. رویکرد جدید ما، در ساخت و طراحی این وسایل به گونه‌ای است که این وسایل، قابلیت وسایل همراه معلم را داشته باشد و بسته‌بندی و طراحی آن به گونه‌ای باشد که استفاده از آن نسبت به وسایل مستقر در نمایشگاه آسان‌تر باشد و معلم بتواند در صورت عدم مراجعه به آزمایشگاه در همان کلاس درس با استفاده از وسایل داخل این کیف که نام کیف جادویی را بر آن گذاشته‌ایم، درس را ارائه و به دانش‌آموزان تفهیم کند.

نوع سوم تولیدات ما، وسایل کوچک‌تر و ساده‌تری است که خاص دانش‌آموزان ساخته می‌شود. این بسته‌ها با عنوان «بسته‌های بسازیم فن‌آموز» ارائه می‌شود که دانش‌آموزان می‌توانند به وسیله محتوای بسته، یک وسیله بسازند و یا پدیده‌ای علمی، مربوط به درس خود را مشاهده کنند.

معمتمدی: من لازم می‌دانم در اینجا تاریخچه‌ای از پیدایش آزمایش‌های فیزیک را بیان کنم.

نزدیک به ۱۶۰ سال است که ما، در ایران، آموزش فیزیک را شروع کرده‌ایم. در این مدت معلمان و مربیان زیادی با ساخت و

تولید وسایل مورد نیاز خود و دانش‌آموزان خدمات ارزنده‌ای به نظام آموزشی کرده‌اند.

البته آموزش فیزیک از دارالفنون و توسط استادان خارجی آن آغاز شد و آن مدرسه جنبه نظامی داشت و دروس آن به صورت توان‌مان عملی و نظری ارائه می‌شد.

دکتر فوکاتی ایتالیایی اولین کسی است که در ایران آزمایش بر روی پای قورباغه را انجام داده است.

کریشش نمساوی هم، اولین کسی است که کتاب فیزیک را نوشته و آزمایش تلگراف را بین دو کلاس انجام داده است. در پی این اتفاق، اولین ارتباط بین دو کاخ سلطنتی هم برقرار می‌شود. همین‌طور سال بعد بین تهران و زنجان که محل استقرار ارتش ایران بوده است، تلگراف می‌کشند و ... می‌بینیم که چگونه انجام یک کار آزمایشگاهی منشأ تحول بزرگی در کشور ما شده است!

در همان سال‌ها آزمایش، وارد دبیرستان‌ها می‌شود، ولی توجه زیادی به آن نمی‌شود تا اینکه در سال ۱۳۰۴ استاد احمد آرام دفترچه‌ای صد صفحه‌ای تحت عنوان «تجربیات فیزیکی و شیمیایی» می‌نویسد و در نوروز همان سال به رایگان به دانش‌آموزان خود هدیه می‌دهد.

در ادامه، آقای علی اصغر نوروزیان در سال ۱۳۱۷ در تبریز آزمایش با وسایل ساده را در آزمایشگاه‌ها باب می‌کنند و ایشان تا سال ۱۳۹۱ که در قیدحیات بودند همواره در اندیشه ساختن ابزار و وسیله برای انجام آزمایش‌های ساده بودند.

آقای یونس نوروزیان هم سال‌ها در تلویزیون و در دفتر تکنولوژی آموزشی همین سازمان، یعنی سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، کارهای ساده آزمایشگاهی را به علاقه‌مندان آموزش می‌دادند. ایشان مؤسسه‌ای هم ایجاد کردند که وسایل آزمایشگاهی می‌ساختند و در سال‌های اخیر ایران را ترک کردند.

البته در همین سال‌های اخیر دوستان دیگری هم، به جز آقای مهندس فریپور که در خدمتشان هستیم، دست به ابداعاتی زده‌اند که از جمله آن‌ها می‌توان از آقای حیدری فرد یاد کرد. همچنین آقای محمدی‌وند هستند که ایشان علاوه بر ساخت وسایل آزمایشگاهی، شعر هم می‌گویند و قوانین نیوتون را به قالب شعر در آورده‌اند.

همچنین باید از آقای محمدمهدی سلطان‌بیگی نام ببریم که سال‌هاست در مجله رشد تکنولوژی آموزشی به معلمان می‌آموزد که چگونه وسایل ساده آزمایشگاهی بسازند و چگونه آن‌ها را به کار ببرند. (متأسفانه آقای سلطان‌بیگی در مرداد ماه امسال، پس از این گفت‌وگو، به رحمت ایزدی پیوستند).

در شهرستان‌ها هم باید از آقایان محقق، شیخ‌الاسلام، (در اصفهان) سعید سبحانی (شیراز) و عتیقی (مشهد) یاد کنیم که تلاش‌های مؤثری در این زمینه انجام داده‌اند.

زمینه دیگر
فعالیت
ما، ساخت
تجهیزات
لازم برای
مدارس
در مقیاس
کوچک
است

پی‌نوشت

1. Science Center



از سایه‌های برگ درختان تا چگاله خورشید؛ مسیری شگفت‌انگیز

اشاره

در این مقاله، تجربه‌های یک معلم در برقراری ارتباط بین فیزیک و زندگی روزمره و استفاده از ایده‌های بکر و ساده جهت تعیین پارامترهایی مطرح شده است که تا پیش از این اندازه‌گیری آن به وسیله شاگردان چندان ساده تصور نمی‌شد. با ارائه این ایده‌ها که نشان‌دهنده رویکردهای نوین در دستیابی به عمق یک مفهوم است، انتظار می‌رود شاگردان در رویارویی با مفاهیم جدید به دنبال راه‌حل‌های ساده‌تری در درک آن‌ها باشند.

کلیدواژه‌ها: چگالی خورشید، قطر زاویه‌ای، اتاق تاریک

خورشید را تعیین کرد.

اگر فرض کنیم زمین در مدار دایره‌ای پیرامون خورشید می‌گردد دوره مداری آن T است، از قانون دوم نیوتون داریم:

(۱)

$$F = ma$$

و با استفاده از قانون گرانش عمومی

$$\frac{GM}{r^2} = \frac{v^2}{r} \quad (2)$$

می‌توان قانون سوم کپلر را به دست آورد:

$$\frac{d^3}{r^3} = \frac{4\pi^2}{T^2} \quad (3)$$

که در آن، R شعاع مدار زمین، T دوره مداری زمین و M جرم خورشید است. با حل معادله ۳ می‌توان جرم خورشید را که برای محاسبه چگالی متوسط خورشید مورد نیاز است، به دست آورد:

$$\rho = \frac{4\pi^2 d^3}{T^2 r^3} \quad (4)$$

حجم خورشید با مکعب قطر آن (D_s) متناسب است:

$$\rho = \frac{\pi}{6} \quad (5)$$

اما همان‌طور که شکل ۱، نشان می‌دهد، قطر خورشید حاصل ضرب شعاع مدار زمین R و قطر زاویه‌ای خورشید θ است که با قطر زاویه‌ای تصویر خورشید در اتاق تاریک یکسان است. لذا حجم خورشید را می‌توان به صورت زیر نوشت.

$$\rho = \frac{\pi}{6} d^3 \theta^3 \quad (6)$$

از برخورد پرتوهای نور خورشید به قطرات باران، رنگین‌کمان‌هایی به وجود می‌آید که اطلاعاتی را درباره طیف خورشید در اختیار، می‌گذارند. هاله‌های نور، ستون‌های خورشید و بسیاری دیگر از طرح‌های نور و رنگ در آسمان، حاصل برخورد پرتوهای نور خورشید با بلورهای یخ هوابرد هستند. تحلیل این طرح‌ها تشخیص نوع و ستمگیری بلورهای یخی را میسر می‌سازد. برخورد پرتوهای نور خورشید به اجسام مات، طرح‌های سایه‌ای را تولید می‌کنند که در هر روز با هوای صاف قابل مشاهده‌اند. من از کشف اینکه طرح‌های سایه که به هنگام برخورد پرتوهای نور خورشید با برگ‌های درخت تولید می‌شوند، همه اطلاعات مورد نیاز برای تعیین چگالی متوسط خورشید را فراهم می‌آورند، غافلگیر شدم. اینکه چگالی خورشید را بتوان بدون دانستن جرم یا حجم آن مشخص کرد نامتحمل به نظر می‌رسد، گرچه تعیین چگالی خورشید فقط با استفاده از اطلاعات موجود در سایه‌های برگ درختان از آن هم نامتحمل‌تر است.

اخترشناس بلژیکی^۱، مارسل مینارت، در نخستین جمله کتابش با عنوان «سرشت نور و رنگ در هوای آزاد [۱] تصاویر بیضوی خورشید را که به واسطه عبور پرتوهای نور خورشید از بین روزه‌های ریز بین شاخ و برگ متراکم یک درخت بر روی زمین، پدید می‌آید توصیف کرده است. گزارش‌های چنین تصاویری که اغلب تصویرهای اتاق تاریک خوانده می‌شوند. طی دهه‌ها در نشریه فیزیکی تیچر ارائه شده‌اند [۵-۲]. در یکی از معماهای «تجسم فیزیک»^۲، پل هیوئیست^۳، خوانندگان را برای تعیین قطر خورشید با استفاده از اندازه‌گیری قطر تصویر خورشید در اتاق تاریک و فاصله بین سوراخ ریز تا آن تصویر به چالش کشیده است. در آن چالش خوانندگان باید از فاصله معلوم زمین تا خورشید استفاده می‌کردند.

در این مقاله محاسباتی ارائه شده است که نشان می‌دهد چگونه می‌توان تنها با کمک اطلاعات موجود مربوط به سایه‌های برگ‌های درخت و اصول فیزیک مقدماتی چگالی متوسط

از آنجا که هم جرم و هم حجم خورشید با مکعب شعاع مدار زمین (R^3) متناسب است، چگالی متوسط خورشید طبق رابطه زیر برابر با یک مقدار ثابت تقسیم بر مربع زمان یک سال T و مکعب قطر زاویه‌ای θ است:

$$\rho = \frac{24\pi/5}{T\theta^3} \quad (7)$$

لذا اگرچه، چگالی خورشید به جرم و حجم آن بستگی دارد، همه آنچه برای محاسبه چگالی متوسط خورشید نیاز داریم طول یک سال و قطر زاویه‌ای خورشید است. هر دو این کمیت‌ها را می‌توان از اطلاعات موجود در سایه برگ‌های درخت تعیین کرد. سایه‌های جنوبی‌ترین برگ‌های یک درخت، در اولین روز تابستان بیشترین فاصله نسبت به تنه درخت را خواهند داشت. رسم داده‌های تجربی برای مرز جنوبی آن سایه در ظهر خورشید برحسب زمان برای ماه ژوئن دو سال متوالی تعیین مدت زمان یک سال T را ممکن خواهد کرد.

شکل ۲ مجموعه‌ای از تصاویر اتاق تاریک خورشید زیر یک درخت افرا را نشان می‌دهد. دو تصویر واضح‌تر از بقیه آن مجموعه، برای به‌دست آوردن داده‌های لازم جهت محاسبه قطر زاویه‌ای خورشید مورد استفاده قرار گرفته‌اند. شکل ۳ مثلث قائم‌الزاویه مورد استفاده برای تعیین فاصله L از تصویر خورشید تا روزنه کوچک میان شاخ و برگ درخت را نشان می‌دهد تصویر را به وجود آورده است.

$$\frac{D}{\phi} = \frac{L}{\theta} \quad (8)$$

اگر صفحه تصویر خورشید با افق زاویه α بسازد، تصویر خورشید بیش از آنکه بیضی باشد، دایره‌ای خواهد بود. شکل ۴ دستگاه مورد استفاده برای اندازه‌گیری زاویه ϕ و قطر تصویر خورشید D_i را نشان می‌دهد. قطر زاویه‌ای خورشید هم طبق رابطه زیر با قطر زاویه‌ای تصویرش برابر است:

$$\theta = \frac{\phi L}{D_i} = \frac{\phi}{D_i} L \quad (9)$$

بیشترین خطای موجود در اندازه‌گیری‌های مورد نیاز مربوط به تعیین فاصله L بود. زیرا اندازه‌گیری کاملاً صحیح این فاصله دشوار است. روش کار من ایستادن در محلی بود که باعث می‌شد سایه سرم روی تصویر خورشید بیفتد. سپس به بالا نگاه می‌کردم تا روزنه میان شاخ و برگ درخت را ببینم که تصویر خورشید را تولید می‌کرد. با اندازه‌گیری فاصله افقی نقطه‌ای روی زمین که درست در زیر محل روزنه (زیر پای خودم) واقع بود تا محل تصویر خورشید (همان مکان سایه سرم) مقدار W را به‌دست آوردم. فاصله L برای درخت کوتاه را می‌توان با دقت بیشتر از درخت بلند اندازه‌گیری کرد، اما برای این درخت قطر تصویر خورشید کوچک‌تر است.

با استفاده از مقدار معلوم طول یک سال و مقادیر تجربی

تعیین شده برای قطر زاویه‌ای خورشید، متوسط دو سری از اندازه‌گیری‌ها برای محاسبه چگالی خورشید با استفاده از معادله ۷ عبارت بود از: « $1.38 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ » که این مقدار ۲ درصد کمتر از مقدار شناخته شده برای چگالی خورشید یعنی، « $1.41 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ » است.

پی‌نوشت‌ها

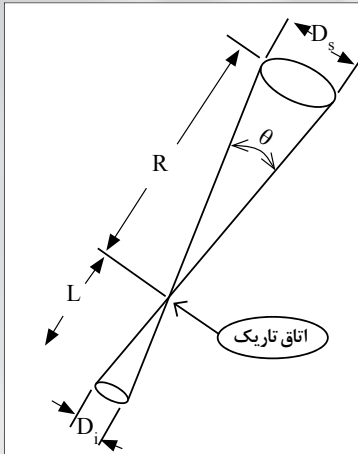
1. A. James Mallmann
2. Marcel Minnaert
3. Paul Hewitt

منابع

1. M. Minnaert, The Nature of Light and Colour in the Open Air (Dover Publication, Inc., 1954)
2. George W. Ficken Jr., "Physics at home and in the back yard," Phys. Teach. 14, 282-286 (May 1976).
3. E. Scott Barr, "Image from a pinhole," Phys. Teach. 19, 154 (March 1981).
4. Thomas B. Greenslade Jr., "Pinhole images of the eclipsing Sun," Phys. Teach. 32, 347 (Sept. 1994).
5. Victor Kriss, "Measuring pinhole images of the Sun," Phys. Teach. 34, 190-191 (March 1996).
6. Paul Hewitt, "Figuring Physics: Pinhole image of the Sun," Phys. Teach. 38, 272 (May 2000).
7. Theo Koupelis, In Quest of the Universe, 6th ed. (Jones and Bartlett Learning, 2010), P. 309.

مرجع

The Physics Teacher, Vol 51, P.10, Jan 2013

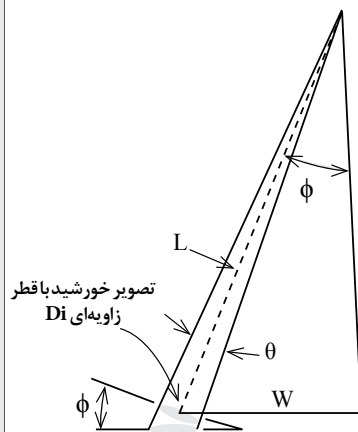


شکل ۱. از آنجا که قطر زاویه‌ای خورشید با قطر زاویه‌ای تصویر اتاق تاریک یکسان است لذا

$$\theta = \frac{\phi}{\phi}$$



شکل ۲. بیش از ۱۰۰ تصویر اتاق تاریک خورشید بر روی پیاده‌روی سیمانی زیر یک درخت افرا مشاهده می‌شود. تغییرات در وضوح تصاویر ناشی از اختلاف اندازه روزنه‌های بین شاخ و برگ درخت است. اگرچه تصاویر بیضی هستند اما دایره‌ای به‌نظر می‌رسند زیرا زاویه سمت الرأس خورشید فقط ۲۰ درجه بود که باعث می‌شد نسبت محور بزرگ بیضی به محور کوچک آن ۱/۰۶ باشد.



شکل ۳- زاویه ϕ و فاصله W را می‌توان به‌صورت تقریبی اندازه‌گیری کرد.

$$\theta = \frac{\phi}{L} \quad \text{و} \quad \frac{D_i}{\phi} = \frac{L}{\theta} \quad \text{لذا} \quad \theta = \frac{\phi L}{D_i}$$

شکل ۴. دستگاه مورد استفاده برای اندازه‌گیری قطر تصویر خورشید در شکل نشان داده شده است. سطح مقیاس‌بندی شده صفحه طوری قرار گرفته است که چند درجه‌ای بالاتر از سطح افق باشد، این زاویه برابر زاویه خورشید از سمت الرأس است تا بدین‌وسیله بتوان تصویری دایره‌ای از خورشید به‌دست آورد.



ساخت یک تفنگ گاوسی

حسن اتحاد مهر آباد
دبیر فیزیک شهرستان عجب شیر
h.e.mehr@gmail.com

مقدمه

اگر دو یا چند جسم فقط تحت تأثیر نیروهای پایستار به هم برخورد کنند، قانون پایستگی انرژی مکانیکی و قانون پایستگی تکانه همواره در مورد آنها صادق است.

بنابراین اگر ساچمه‌ای به ردیفی از ساچمه‌های مشابه که در یک راستا قرار گرفته‌اند برخورد کند نیروی حاصل، از خط تماس ساچمه‌ها می‌گذرد و ساچمه سر دیگر ردیف را با همان سرعت و با همان راستا از بقیه جدا می‌کند و این همان پدیده‌ای است که در وسیله‌ای به نام گهواره نیوتون مشاهده می‌کنیم.

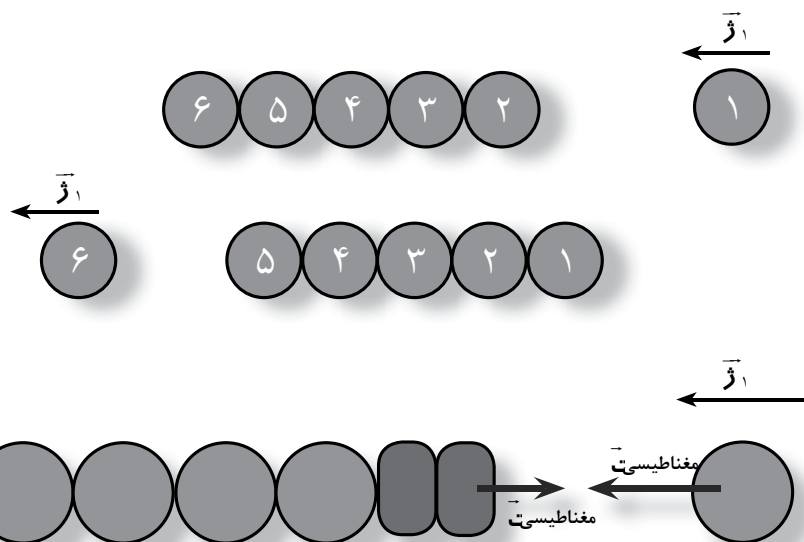
کلیدواژه‌ها: تفنگ گاوسی، نیروهای پایستار، میدان مغناطیسی، ساچمه

روش کار

در صورتی که در ابتدای ردیف ساچمه‌های آهنی، یک یا چند آهنربای قوی قرار دهیم ساچمه متحرک تحت تأثیر میدان مغناطیسی قوی آهنربا قرار می‌گیرد و تا رسیدن به آهنربا و برخورد به آن با حرکت شتابدار تندشونده در طول مسیر سرعت برخورد را به حد قابل توجهی افزایش می‌دهد.

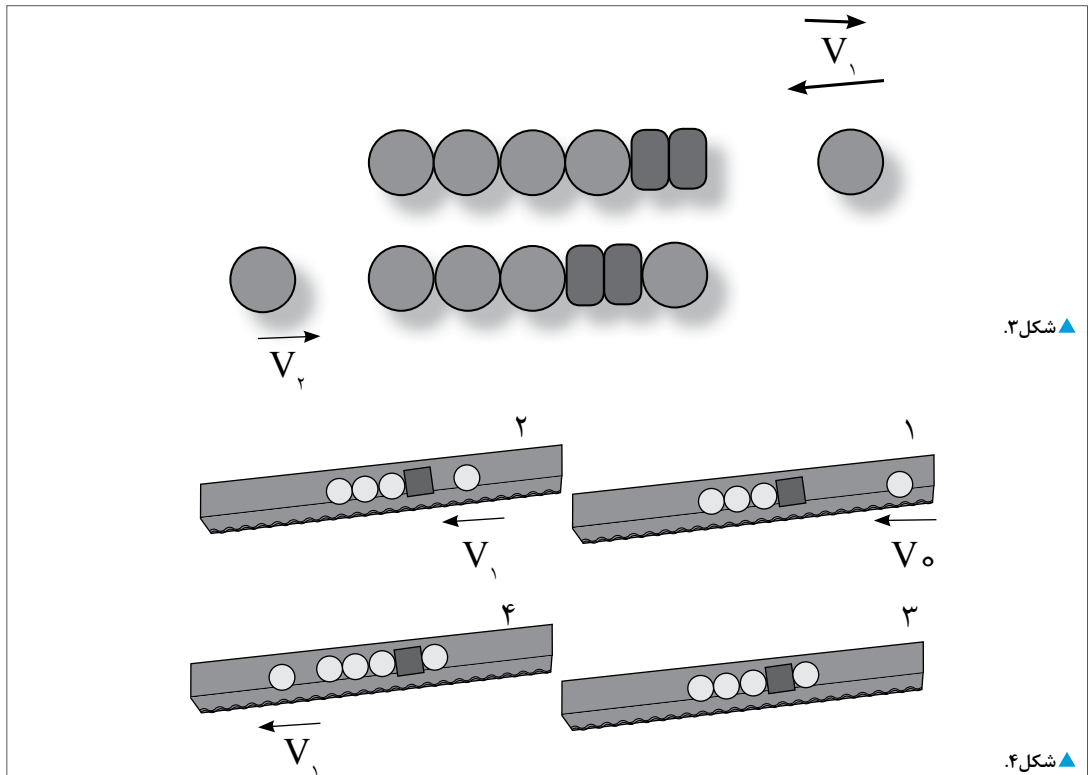
بنابراین سرعت ساچمه خروجی از انتهای ردیف هرچند برابر سرعت برخورد اولین گلوله به آهنربا خواهد بود اما از سرعت اولیه ساچمه اول خیلی بزرگ‌تر است.

از این مفاهیم در طراحی وسیله‌ای به نام تفنگ گاوسی برای افزایش سرعت پرتاب کمک گرفته شده است.



▲ شکل ۱.

▲ شکل ۲.



▲ شکل ۳.

▲ شکل ۴.

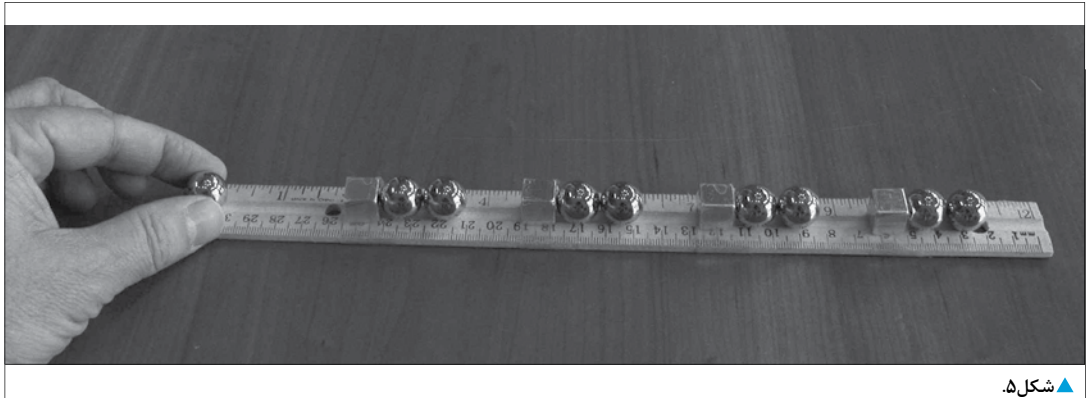
ساخت تفنگ در آزمایشگاه

برای طراحی و ساخت یک تفنگ گاوسی آزمایشگاهی باید تعدادی آهنربای قوی را با نوارچسب روی شیار راست و صاف ایجاد شده در یک تخته مسطح متصل کنیم و یا آن‌ها را در شیار یک چوب‌پرده آهنی معمولی در فاصله‌های معینی از هم طوری قرار دهیم به طوری که قطب N همه آن‌ها در یک سمت باشند.

سپس تعداد هشت عدد ساچمه فلزی را دور تا دور طوری روی شیار چوب‌پرده قرار می‌دهیم تا با یک قطب آهنرباها (مثلاً قطب N) تماس داشته باشند. ساچمه نهم به عنوان پرتابه مورد استفاده قرار می‌گیرد و با سرعت بسیار ناچیز و خیلی کمتر به سمت اولین آهنربا فرستاده می‌شود.

سرعت ساچمه بر اثر جاذبه مغناطیسی آهنربا افزایش

می‌یابد و در مجاورت آهنربا به حداکثر مقدار خود می‌رسد و با این سرعت بیشینه به اولین آهنربا برخورد می‌کند. بر اثر انتقال انرژی به دومین ساچمه طرف دیگر آهنربا، این ساچمه از ساچمه کناری خود جدا می‌شود و به طرف آهنربای دوم به حرکت درمی‌آورد. نیروی جاذبه مغناطیسی آهنربای دوم باعث می‌شود که این ساچمه با افزایش مجدد سرعت به آهنربای دوم برخورد کند. این فرایند برای ساچمه‌های بعدی نیز تکرار می‌شود و هر بار سرعت ساچمه به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد و سرانجام ساچمه آخر با سرعت فوق‌العاده زیاد (شاید ده‌ها برابر سرعت اولیه) پرتاب می‌گردد. افزایش سرعت در نمونه‌های آزمایشگاهی آن به حدی است که می‌تواند به فرد آسیب برساند. پرسش: چه رابط‌های بین فاصله آهنرباها از یکدیگر، نیروی مغناطیسی آن‌ها، تعداد آهنرباها و سرعت ساچمه خروجی وجود دارد؟



▲ شکل ۵.

نیروی مغناطیسی آهنرباها و سرعت پرتاب خروجی

هرچه نیروی جاذبه مغناطیسی آهنرباها بیشتر باشد سرعت ساچمه متحرک در مقابل هر آهنربا با شتاب بیشتری زیاد می‌شود. بنابراین با افزایش قدرت مغناطیسی آهنرباها می‌توان بر سرعت پرتاب بیشتر دست یافت.

تعداد آهنرباها و سرعت پرتاب خروجی

هرچه تعداد آهنرباها بیشتر باشد افزایش سرعت برای ساچمه‌های متحرک (که در مراحل مختلف به وجود می‌آید) بیشتر خواهد بود. بنابراین با افزایش تعداد آهنرباها می‌توان به سرعت پرتاب بیشتری دست یافت. (شکل ۸)

تعداد ساچمه‌ها و سرعت پرتاب خروجی

هرچه تعداد ساچمه‌ها در ردیف مقابل هر آهنربا بیشتر باشد ساچمه موجود در ته ردیف با نیروی مغناطیسی کمتری به آهنربای ردیف خودش متصل خواهد بود؛ بنابراین با افزایش تعداد ساچمه‌ها در هر ردیف می‌توان به سرعت بیشتری دست یافت. البته افزایش تعداد ساچمه‌ها نباید طول ردیف آن‌ها را به حدی افزایش دهد که فاصله طولی لازم برای شتاب گرفتن و افزایش سرعت ساچمه متحرک کاهش یابد.

رابطه سرعت پرتاب با فاصله آهنرباها

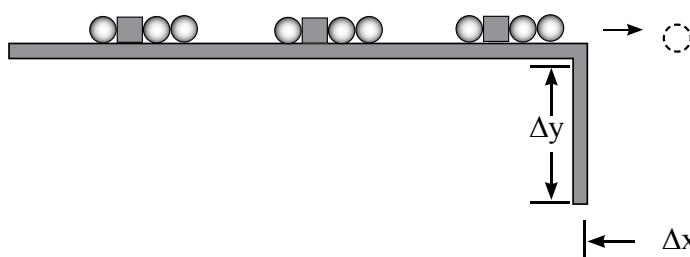
ساچمه در فضای بین دو آهنربا به علت وجود میدان مغناطیسی و نیروی جاذبه مغناطیسی شتاب می‌گیرد و سرعت آن با طی مسافت بیشتر، افزایش بیشتری پیدا می‌کند. از طرفی اگر فاصله بین دو آهنربا خیلی افزایش یابد به علت وجود فاصله زیاد و تضعیف میدان مغناطیسی آهنربای جلویی، در محل ساچمه نیروی جاذبه کاهش می‌یابد و شتاب مؤثر ساچمه ناچیز می‌گردد.

آنچه که به طور تجربی در تکرار پرتاب در فاصله‌های مختلف آهنرباها به دست می‌آید این است که به ازای یک فاصله معین برای آهنرباها، سرعت ساچمه خروجی به بیشترین حد خود می‌رسد.

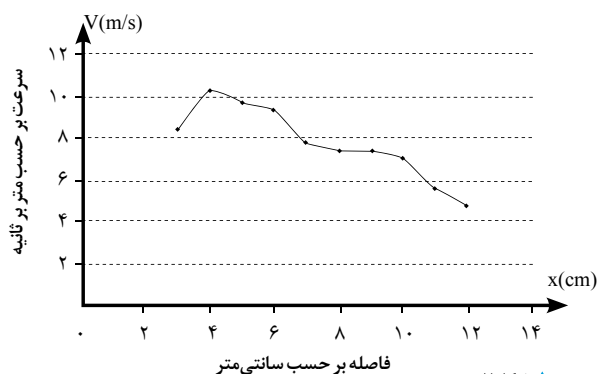
در پرتاب افقی ساچمه خروجی از لبه میز (شکل ۶) با استفاده از مقادیر برد پرتابه (Δx) و ارتفاع سقوط (Δy) در معادله مسیر پرتابه، می‌توان ارتباط سرعت پرتاب ساچمه خروجی (V_0) با فاصله آهنرباها از یکدیگر و سایر پارامترهای وابسته را بررسی کرد. (شکل ۶)

به طور تجربی مشاهده می‌شود که نمودار تغییرات سرعت ساچمه خروجی نسبت به فاصله آهنرباها از یکدیگر به صورت شکل ۷ است.

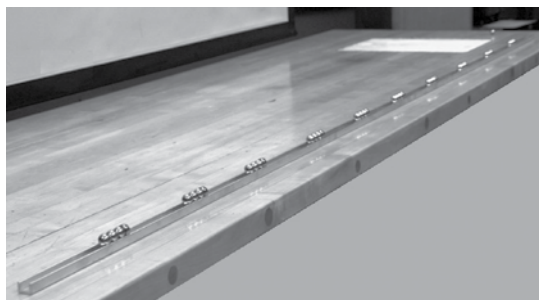
$$(\Delta y = \frac{g \cdot \Delta t^2}{2}) \rightarrow \Delta t = \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta y}{g}}$$



شکل ۶.



شکل ۷.



شکل ۸.

منابع

1. <http://www.wired.com/conservemomentum>
2. <http://www.kjmagnetics.com>
3. <http://scitoys.com>
4. <http://www.sciencebuddies.org>
5. <http://tuhsphysics.ttsd.k12.or.us>
6. <http://demolab.phys.virginia.edu>



معرفی کتاب

سید حجت‌الحق حسینی
دکترای کیهان‌شناسی

۱۹۱ کتاب دربردارنده «راهنماهای تدریس برای تصحیح کژفهمی‌ها» است. این بخش از کتاب موضوع کژفهمی و منشأ آن، رابطه کژفهمی و روان‌شناسی شناخت، کژفهمی‌های رایج مباحث کتاب آموزشی فیزیک در دبیرستان و سرانجام ارائه الگویی برای تغییر مفهومی را بحث و بررسی کرده است. فصل ششم کتاب، «طرحواره‌های ذهنی دانش‌آموزان برای یادگیری فیزیک» است. این موضوع در ۲۷ صفحه با زیر عنوان‌هایی چون پدیدار شناختی (شناسی!) ابتدایی، دیدگاه رفتارگرایانه، دیدگاه شناختی و دیدگاه ساخت‌گرایانه پرداخته شده است. «فیزیک و آزمایشگاه» فصل هفتم کتاب از صفحه ۲۲۵ تا ۲۷۵ است. روش‌های متکی بر آزمایشگاه، رویکرد کاوشگری و ترغیب معلمان به استفاده از کارگاه و آزمایشگاه از بخش‌های پرداخته شده کتاب است. فصل هشتم به «بررسی سیر موضوعی عناوین درسی فیزیک از دبستان تا پیش‌دانشگاهی» در ۲۹ صفحه می‌پردازد. سرانجام فصل نهم کتاب، «پژوهش در آموزش فیزیک» را با رویکرد بازشناخت و بازنمایی محتوای ده پایان‌نامه کارشناسی ارشد از دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی از صفحه ۲۹۳ تا ۳۲۵، بیان کرده است.

ب. از دید منتقد

کتاب آموزش فیزیک برای دبیران فیزیک، دانشجویان کارشناسی ارشد فیزیک، دانشجویان دبیری فیزیک، دانشجویان دبیری علوم و تمامی علاقه‌مندان به امر آموزش و فرایند تدریس، توصیه شده است. نگارش پژوهش محور این کتاب، ارزش قابل ستایشی است. همچنین، انجام کار گروهی، ارزش افزوده دیگری برای این کتاب است که سزاوار ترویج و تحسین است. از این روی بایستی پدیدآورندگان را آفرین گفت

● آموزش فیزیک: راهنماها، شیوه‌ها و مهارت‌ها
● تألیف: اشرف‌السادات شکرباغانی و مسعود صدرالاشراف
● برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف: پژوهشگاه مطالعات آموزش و پرورش
● تهران: چاپ اول، مؤسسه فرهنگی مدرسه برهان (انتشارات مدرسه)، ۱۳۹۱ خ. ۳۲۶ ص. تک‌رنگ.
شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۰۸-۰۵۲۴-۴

الف. از نگاهی جامع

این کتاب با هدف به‌کارگیری درس فیزیک دوره متوسطه در نظام آموزش و پرورش کشور، در نه فصل نگارش و ساماندهی شده است. فصل نخست با عنوان «الگوها، راهنماها و روش‌های تدریس» در ۴۲ صفحه و با زیر عنوان‌های تعریف آموزش، مقایسه تدریس با آموزش، تعریف یادگیری، الگوی آموزشی، راهبرد آموزشی، روش آموزشی، فن آموزشی و فنون تدریس نگارش شده است. فصل دوم با عنوان «مهارت‌های عملی کاوشگری» در صفحه‌های ۴۵ تا ۷۵ و در سه حوزه مهارت‌های جمع‌آوری اطلاعات، مهارت‌های تشکیل مفاهیم و مهارت‌های پژوهش و بازنگری سامان‌یافته است. فصل سوم نیز با عنوان «حل مسئله»، با زیر عنوان‌هایی چون نقش فرا شناخت در حل مسئله، ارتباط بین داده‌ها و مفاهیم، راهکار حل مسئله و ارزیابی راه‌حل نوشته شده است. فصل چهارم، به «بازنمایی نقش فناوری اطلاعات و ارتباطات در یادگیری فیزیک» در صفحه‌های ۱۱۱ تا ۱۵۵، با استفاده از رایانه، نرم‌افزارهای کاربردی و محاسباتی، آزمایش‌های مجازی، پویانگاری و درس‌های مبتنی بر وب پرداخته است. فصل پنجم تا صفحه

و گرامی داشت. این کتاب از جهت هویت و ماهیت نوعی، «درسنامه» است و به این اعتبار کتاب نیمه مرجع خوانده می‌شود. (محمدی‌فر، ۱۳۸۱، ۱۷۰) از دیدگاه نشر، اصولاً درسنامه باید براساس یک «برنامه درسی یا Curriculum» معین نوشته شود تا مخاطبان فراوان داشته باشد. کالبدشناسی درسنامه از سه قسمت پیش‌متن، متن و پس‌متن تشکیل می‌شود. قسمت پس‌متن درسنامه، در ساده‌ترین صورت ممکن، دست‌کم باید شامل «نمایه» باشد. البته درج پیوست یا پیوست‌ها، کتاب‌نامه و واژه‌نامه در درس‌نامه‌ها ضروری است. (همان، ۱۷۴). کتاب آموزش فیزیک، از نعمت وجود نمایه، پیوست، واژه‌نامه و کتاب‌نامه محروم است. در پایان هر فصل صفحاتی با نام «توضیحات و منابع فصل» آمده است که دارای ساختار استاندارد منبع‌شناسی یا حتی روشنگری متن نیست. پدیدآورندگان در نگارش این کتاب از هیچ استاندارد مرجعی به تمامی بهره نگرفته‌اند. گفتنی است نظام مآخذشناسی ناقص به کار رفته از نوع «روش ارجاعات عددی» است. در این روش منابع به ترتیبی که مورد استناد قرار می‌گیرند، شماره‌گذاری شده و به همان ترتیب در فهرست مآخذ ظاهر می‌شوند. به هر منبع صرف نظر از تعداد دفعات استناد، تنها یک شماره اختصاص داده می‌شود. اعداد نیز در متن، به‌صورت زیرنویس یا داخل کروشه ظاهر می‌شوند. (حری و شاه‌دانی، ۲۸۸، ۱۹) توضیح و منبع هر دو با همدیگر و بی‌ارتباط با هم در پایان نوشتار آمده‌اند. در این کتاب از پانویس و پی‌نوشت هیچ بهره‌ای برده نشده است. ادغام محتوایی پانویس، توضیح و مرجع در تمام متن دیده می‌شود. در ص ۹۲ عدد ارجاعی سه توضیح و در ص ۹۳ عدد ارجاعی چهار منبع‌شناسی بدون نشان صفحه از متن اصلی آمده است. در ص ۱۲۲ از فصل چهارم کتاب، عدد ارجاعی چهار MBL را بی‌هیچ توضیحی رها کرده است و این سامانه تا پایان فصل و کتاب برای خواننده نامفهوم است. ص ۶۵، عدد ارجاعی پانزده، در برابر «طرح سؤالات کاوشی» توضیحی کاملاً نامربوط در ص ۷۷ به خواننده می‌دهد که باورکردنی نیست. در شعر شاهد مثال نیز افتادگی وجود دارد که تصحیح شده آن چنین است: تا قیامت گر کسی می‌می‌کند/ تا ننوشت باده، مستی کی کند؟

در ص ۷۶ کتاب، عدد ارجاعی هشت و نیز در ص ۱۰۹ کتاب، عدد ارجاعی دو توضیح تکراری زیر آمده است که: در تمام فصل برای تشریح مهارت کاوش‌گری از «مثال» EXEMPLARS و برای «نامثال» از NON EXEMPLARS استفاده شده است. در هر دو مورد حرف S زاید است.

واژه‌های تعریف‌شده‌ای مانند On Line که برابر نهاده‌ای چون «برخط» را پذیرفته است در ص ۱۵۴ «روی خط» و در ص ۱۳۰ «آن‌لاین» نوشته شده است. همچنین کلمه «فیزیک تئوری» در ص ۸۵، واژه هم‌ارزش «فیزیک نظری» را در زبان فارسی پذیرفته است. در ص ۵۷ ترمومتر و دماسنج، ص ۹۳ آنالیز و تجزیه و تحلیل، ص ۸۵ ژورنال و مجله، ص ۵۰، ۵۲، ۸۱ سمبول و نشانه / نماد، ص ۲۲۹ و ۲۳۲ میکرورایانه و ریزرایانه، ص ۱۶۸ سیکل و چرخه، ص ۱۴۹ دانلود و بارگیری، نیز مانند مثال‌های پیشین گرفتار واژه‌های معادل‌اند. خطاهای واژه‌نگاری بسیاری در کتاب راه یافته‌اند که برخی را به‌عنوان نمونه می‌آوریم.

در ص ۱۵۰ به خطا X3D و به درست: 3D MAX، ص ۱۱۹ نادرست: رایانه‌ها و به درست رایانه‌ها، ص ۳۴ به خطا مدیریت و به درست: مدیریت، ص ۳۹ نادرست: سخنرانی و به درست: سخنرانی، ص ۱۲۰ به خطا: رایانه‌ها و به درست: رایانه را، ص ۱۲۹ و ۱۳۱ به نادرست: رایانه‌ی و به درست رایانه، ص ۱۴۳ به خطا: WINDWS و به درست WINDOWS، ص ۷۵ به نادرست MiND.OFF و به درست MIND.OFF، ص ۱۶۳ به خطا: بته و به درست: به، و...

از دیدگاه محتوایی و واکاوی متن، بازگویی چند نکته دارای اهمیت است:

۱. در ص ۳۱ می‌خوانیم: «تصمیم‌گیری برای انتخاب یکی از راهبردهای آموزشی از میان راهبردهای گوناگون، مستلزم این است که معلمان متغیرهایی نظیر برنامه درسی، هدف‌های آموزشی، دانش و تجارب پیشین دانش‌آموزان، سبک‌های یادگیری و سطح رشد ذهنی آنان را مورد توجه قرار دهند.» تا پایان کتاب هرگز از «متغیرهای آموزشی» یاد نمی‌شود یا توضیحی ارائه نمی‌گردد تا مطلب بهتر و دقیق‌تر شکافته شود. ۲. در ص ۱۶ و ص ۴۸ دو بار از واژه «تفکر انتقادی» استفاده شده است و آمده است که: «در فصل هفتم مبانی نظری کاوشگری، یعنی انواع تفکر و در نهایت تفکر انتقادی آمده است.» ولی برای کاربست آن و محتوای واژگانی‌اش با نظام اجرایی و پرورشی تفکر انتقادی روشنگری نشده است. هم‌چنین از انواع تفکر مانند تفکر شهودی نیز موضوعی نیامده است.

۳. در ص ۴۸ از «یافت محتوا» و «یافت ارائه محتوا» یاد شده است. در جست‌وجوی پژوهشگرانه این قلمزن، هیچ‌گاه معادلی برای آن‌ها یافت نشد. گمان می‌رود «ساختار متن» منظور بوده است. چنین تعبیر دشواری بر سخت‌خوانی متن اثر می‌گذارد و خواننده از ترکیب چنین کلماتی شگفت‌زده

می‌شود؛ بی‌آنکه هیچ معنایی مبادله و به ذهن متبادر شود. جهت راهنمایی خوانندگان فرهیخته، کتاب زیر معرفی می‌گردد.

* مایرز، چت. آموزش تفکر انتقادی. ج ۸. ترجمه خدایار ابیلی. تهران: سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت)، زمستان ۱۳۹۰ خ.

۴. در فصل نهم کتاب (ص ۲۹۳ تا ۳۲۵) که به پژوهش در فیزیک و آموزش فیزیک می‌پردازد، از شیوه‌های پژوهشی پیمایشی، ترکیبی، موردی و مطالعاتی یاد نمی‌شود یا اشاره‌ای صورت نمی‌گیرد. مخاطبان کتاب با دانستن این مطالب و شیوه‌های کاربردی، مؤثرتر پژوهش خواهند کرد.

۵. در ص ۶۹ کتاب بحث تجزیه و تحلیل اطلاعات، فقط به شیوه نرم‌افزار SPSS و با بهره‌گیری از آن پرداخته شده است. این شیوه تحلیل آماری یکی از روش‌های معمول است که البته مهارت و دانایی کاربر و همچنین شماره ویرایشی نرم‌افزار هر دو مهم‌اند. روش‌های دیگری چون داده‌کاوی یا داده‌پردازی نیز در تجزیه و تحلیل اطلاعات مؤثر هستند.

۶. در ص ۴۷ از «فلسفه یادگیری ساختن‌گرایی» و در ص ۲۰۳ از «برساخت‌گرایی» و در ص ۲۰۴ از «فلسفه ساخت و سازگرایی» یاد شده است. هر سه تعبیر نادرست‌اند. واژه درست «ساخت‌گرایی» است که ژان پیازه خود در آثارش به کار برده است. معادل انگلیسی این کلمه در سراسر متن دیده نشده است. برای آگاهی بیشتر از محتوای عمیق این اصطلاح، کتاب زیر معرفی می‌شود.

** پیازه، ژان. پنج گفتار روان‌شناسی. ج ۲. ترجمه

نیکچهره محسنی. تهران: چاپ و نشر بنیاد، ۱۳۷۳ خ. ص ۲۵.

۷. در ص ۴۴، ص ۷۷، ص ۱۰۹ و... «منابع اضافی» معرفی

شده‌اند. این منابع از همین سال‌های اخیرند که تازگی آن‌ها از سال نشرشان پیداست. اما فهرست شدن آن‌ها بدون منطق الفبایی و شماره‌گذاری یا بازگویی و راهنمایی صفحات مربوط یا بخش مؤثر از کارآمدی آن کاسته است. ای کاش پدیدآورندگان به استانداردهای فهرست‌نویسی و تولید کتاب اهمیت می‌دادند. در این صورت تلاش علمی ایشان بیشتر و بهتر ثمر می‌داد.

۸. در ص ۱۱۹ آمده است: «پس این عوامل موجب شد تا فرهنگیان در برنامه آموزشی خود به دنبال روش جدیدتری، به منظور کاربرد دیجیتال «آی‌سی‌تی» برآیند». این جمله نامفهوم و بی‌محتواست. در ص ۲۲۹ عبارت «اندازه‌گیری کمی» بی‌سلیقگی معنایی است.

۹. در ص ۱۱۶ عبارت نادرست «پردازنده‌ها» بایستی به «واژه‌پردازها» اصلاح شود. در ص ۱۰۲ نیز عبارت نادرست

«بقای حرکت» باید به عبارت «قانون پایستگی تکانه» تغییر کند.

۱۰. در ص ۶۶ مبحث «طرح سؤالات کاوشی» مثال و نامثال فراخوانی هر دو نامربوط و وابسته به حوزه زبانی هستند و محتوای فیزیک ندارند.

۱۱. در ص ۱۹۶ طرحواره (انگاره) معنا شده است. در ص ۱۶۵ ساختار ذهنی به کار رفته است و در ص ۶۷ فرضیه را انگاره دانسته‌اند و در نهایت در ص ۲۰۴ طرحواره را دانش تلفیقی گفته‌اند. این تفرق معنایی در اثر ندانستن و شناختن واژگان و کاربرد کلمات «طرحواره» و «طرحواژه» است. در کتاب «فلسفه ذهن و معنی» چنین آمده است: طرحواژه ساختار ویژه‌ای از مفاهیم یا مدل سازمان‌یافته ذهنی است و «طرحواره» بازنمایی فیزیکی که مبتنی بر هویت ذهنی باشد. این بازنمایی با شرایطی می‌تواند پیوستگی را حفظ کند و با چیزی انطباق یابد. (ادیانی، ۱۳۸۱، ۳۲۷)

۱۲. در ص ۱۶۵ آمده است: «عمده‌ترین رسالت‌های معلم عبارتند از: ... ایجاد رابطه منطقی و کارآمد بین سه عامل ذهن، زبان و دست به منظور استفاده علمی و عملی در فیزیک». پدیدآورندگان هیچ توضیحی یا رهنمودی برای تحقق این رسالت نمی‌دهند. به‌راستی فلسفه ذهن و معنی این قدر دارای کلی‌گویی و بی‌فراجمی است؟ من تا جایی که امکان تحقیق بود، رابطه معنایی وثیق ذهن، زبان و منطق را جستم اما پیوند نموداری ذهن و زبان و دست را نیافتم. انصاف آن است که پدیدآورندگان رعایت حال خواننده را بکنند؛ آن هم کتابی که پدیدآورندگان در ص ۱۵ آن اقرار داشته‌اند: «تألیف چنین

کتاب‌هایی در نوع خود بی‌نظیرند!»

۱۳. کتاب آموزش فیزیک، فاقد نمایه موضوعی یا تخصصی است. واژه‌نامه نیز ندارد و کتاب‌نامه و پیوست را هم نخواسته‌اند. فصل چهارم این کتاب با عنوان «نقش ICT در یادگیری فیزیک» ضعیف‌ترین بخش این کتاب است که ظرفیت موضوع را سوزانده است. ناآشنایی جدی پدیدآورندگان با روح و باطن فناوری اطلاعات و ارتباطات عامل مهم این ناکارآمدی است. زیرعنوان‌های بحث، خود نشان‌دهنده آن است که مطلب بسیار سطحی انگاریده شده است و قدرت معنوی این امکان یادگیری و اسباب آموزش، بسیار کم‌رنگ دیده شده است.

۱۴. اما از حق نباید گذشت که فصل پنجم با عنوان «راهنمای تدریس برای تصحیح کژفهمی‌ها» نقطه قوت کتاب است. جامعیت موضوع و پژوهش میدانی و کتابخانه‌ای آن به‌راستی سزاوار تحسین است. آسیب‌شناسی خوبی از اصل مسئله کژفهمی فیزیکی، جنبه‌های موضوعی آن و پیامدهای اختلال برانگیزش در یادگیری انجام شده است.

منابع

۱. محمدی‌فر، محمد، کالبدشناسی کتاب. تهران: سازمان چاپ و انتشارات وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، ۱۳۸۱ خ.
۲. حری، عباس و شاهدانی، اعظم. شیوه‌های استاندارد نگارش‌های علمی. رهنمودهای بین‌المللی. ج ۳. تهران: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۸ خ.
۳. ادیانی، سیدیونس، فلسفه ذهن و معنی. تهران: انتشارات نقش جهان، ۱۳۸۱ خ.

www.roshdmag.ir
Physics@roshdmag.ir
ISSN: 1606-917X
P.O. Box: 15875/6585
Department of Physics, Tehran-Iran
Physics Education Journal
Vol.29- No.105- 2013



وزارت آموزش و پرورش
وزارت عالی تحقيقات و تحصيلات
وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامي

حماسه سياسي و حماسه اقتصادي

برگ اشتراك مجله‌هاي رشد

نسخه اشتراك:

ما همي توانيد پس از ازاين مبلغ اشتراك به شماره حساب ۳۹۶۶۲۰۰۰۰ بابت تجاريه شعبه سپردن ازاين حساب ۳۹۶۶۲۰۰۰۰ در وجه شركت افست از دو روش زير مستلزم هيچ مجله شويده:

۱. مراجعه به وبگاه مجلات رشد به نشاني: www.roshdmag.ir و تشكيل برگه اشتراك

۲. ارسال اصل فويس بانكي به همراه برگه تشكيل شده اشتراك را پست سفارشي، پاكشيش را در خود نگهداريد.

نام و نام خانوادگي:

تاريخ تولد:

تلفن:

نشاني كامل پستي:

استان:

شماره فويس بانكي:

پلاکد:

مبلغ پرداختي:

شماره پستي:

میزان تحصيلات:

نام و نام خانوادگي:

تاريخ تولد:

تلفن:

نشاني كامل پستي:

استان:

شماره فويس بانكي:

پلاکد:

مبلغ پرداختي:

شماره پستي:

میزان تحصيلات:

نام و نام خانوادگي:

تاريخ تولد:

تلفن:

نشاني كامل پستي:

استان:

شماره فويس بانكي:

پلاکد:

مبلغ پرداختي:

شماره پستي:

میزان تحصيلات:

نام و نام خانوادگي:

تاريخ تولد:

تلفن:

نشاني كامل پستي:

استان:

شماره فويس بانكي:

پلاکد:

مبلغ پرداختي:

شماره پستي:

میزان تحصيلات:

نام و نام خانوادگي:

تاريخ تولد:

تلفن:

نشاني كامل پستي:

استان:

شماره فويس بانكي:

پلاکد:

مبلغ پرداختي:

شماره پستي:

میزان تحصيلات:

نام و نام خانوادگي:

تاريخ تولد:

تلفن:

نشاني كامل پستي:

استان:

شماره فويس بانكي:

پلاکد:

مبلغ پرداختي:

شماره پستي:

میزان تحصيلات:

نقش و جایگاه پارک‌های فن آموز در توسعه آموزش فیزیک



W W W . r o s h d m a g . i r
(شاهد سلیبی)
تلفن: ۰۲۱-۸۸۴۹۰۲۸۸
نشانی: تهران خیابان ایرانشهر شمالی، ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شاهد سلیبی)
نماینده: ۰۲۱-۸۸۴۹۰۱۴۷۸