



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

آموزشی، تحلیلی و اطلاع رسانی

دوره بیست و هشتم، شماره ۴، تابستان 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: منیژه رهبر

www.roshdmag.ir

Physics@roshdmag.ir

نشانی مجله: تهران صندوق پستی: ۶۵۸۵-۱۵۸۷۵

دفتر مجله: (داخلی ۳۷۴-۳۷۰) 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:

استفاده از سلول های خورشیدی

برای تولید انرژی

آموزش برای زندگی بهتر / سر دبیر/ ۲

آموزش و ترویج علم / جهانگیر ریاضی/ ۳

درک طبیعی فیزیک / دکتر مهدی گلشنی/ ۶

نمایشگاه فیزیک جذاب و زندگی / فریبا اوجی و رفیقه سعادت/ ۱۲

منحنی کوتاه ترین زمان / حسن اتحاد مهرآباد و مرضیه روانبخش/ ۱۴

در جهان کوانتومی چیزهای عجیبی رخ می دهد/ محمد انصاری/ ۱۸

مرزهای فیزیک / منیژه رهبر/ ۲۰

ماهی فیزیک دان! / کریستین ت کورا/ ۲۵

دبیران درباره کتاب فیزیک سال اول

متوسطه چه می گویند / مهسا جلیلی و حسین نیکفرجام/ ۲۶

طراحی آموزشی برای دانش آموزان قرن بیست و یکم / آریتا سیدفدایی/ ۳۲

مسئله های آموزشی فیزیک برای شاگردان با نیازهای آموزشی خاص /

مهناز ملکی و بهنام رحیمپور/ ۳۷

فرهای ریز موج / لوئیس ای. بلومفیلد/ ۴۰

روش های ساخت لایه های نازک / ضرغام اسدالهی و اشرف السادات شکر باغانی/ ۴۴

فهرست انگلیسی/ ۴۸

مجله رشد آموزش فیزیک،

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

به ویژه آموزگاران، دبیران و مدرسان را، 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 ای 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.



آموزش برای زندگی بهتر

در میکده از ما نخریدند به جامی

آن علم که در مدرسه آموخته بودیم

مولوی

دست دارند و محصولات خود را به راه‌های گوناگون وارد بسته آموزشی شاگردان می‌کنند. این محصولات به جای آموزش عمیق و کارآمد، حفظ کردن پرسش‌ها و مهارت تست‌زنی را به شاگردان یاد می‌دهند.

خوشبختانه مسئولان توجه داشته‌اند که سرنوشت تحصیلی و شغلی شاگردان را نمی‌توان در یک امتحان چند ساعته تعیین کرد که در آن سرعت و مهارت تست‌زنی بیش از محتوای علمی حاکم است. بنابراین قانونی در سال ۱۳۸۶ در مجلس شورای اسلامی به تصویب رسیده است که اجرای آن به حذف کامل کنکور منجر خواهد شد. اما، اکنون که به زمان اجرای این قانون نزدیک می‌شویم، زمره‌هایی از عملی نبودن اجرای آن به گوش می‌رسد. امید داریم با تلاش در جهت برطرف کردن موانع اجرای قانون این زمره‌ها متوقف شود تا انرژی و توان آینده‌سازان کشور صرف آموختن مطالبی شود که آگاهی از آن‌ها باعث بالا رفتن هر چه بیشتر کیفیت زندگی افراد جامعه شود.

عامل مهم دیگر توجه زیاد به مباحث نظری و غفلت از مهارت‌های کاربردی در جهانی است که به سرعت تغییر می‌کند. این تغییرات باعث می‌شود که آنچه در آموزش باید مورد توجه قرار گیرد بیشتر یاد دادن روش برخورد با مسائل باشد تا به‌خاطر سپردن تعدادی واقعیت علمی. متأسفانه مهارت‌های مورد نیاز در جهان متغیر کمتر به شاگردان آموزش داده می‌شود و آن‌ها را برای فردا تربیت نمی‌کنند. به همین دلیل روز به روز به تعداد افرادی که نمی‌توانند پس از پایان تحصیلات خود کاری مناسب پیدا کنند افزوده می‌شود. مطالب غیر کاربردی امکان سازگاری دانش‌آموختگان با محیط را فراهم نمی‌سازد و هزینه صرف شده برای آموزش آن‌ها عملاً تلف می‌شود. همین‌طور شاهد آن هستیم که به‌رغم زیاد شدن روزافزون تعداد فارغ‌التحصیلان دانشگاه‌ها، هنوز مسائل زیادی در جامعه وجود دارد که مشکلات فراوانی را برای شهروندان به‌وجود می‌آورد و چون پژوهش‌های انجام شده در دانشگاه‌ها در جهت رفع آن‌ها نیست، مانع از ارتقای کیفیت زندگی افراد جامعه می‌شوند و سلامت آن‌ها را به خطر می‌اندازند.

مدرسه باید تفکر علمی و منطقی، احترام به حقوق و عقاید دیگران، پژوهشگری، همکاری و همیاری در امور، مسئولیت‌پذیری و تعهد به حفظ محیط‌زیست و سرمایه‌های ملی و مواردی از این دست را به شاگردان بیاموزد. در این صورت شاگردان، شهروندانی متعهد و قانونگرا خواهند شد که در اندیشه توسعه و پیشرفت کشورند و منافع جمعی جامعه را بر منافع شخصی خود مقدم می‌دانند. این افراد شرایطی را در جامعه به‌وجود خواهند آورد که در آن تمام استعدادها شکوفا و توان‌های بالقوه موجود به توان بالفعل تبدیل می‌شود. اما آیا این شرایط در نظام آموزشی کنونی ما حکمفرماست؟ در پاسخ به این پرسش باید گفت که متأسفانه اکنون عوامل بسیاری وجود دارند که فرایند یاددهی-یادگیری در این نظام را دچار اختلال جدی می‌کند. شاید یکی از عوامل مهم در این زمینه آزمون ورودی دانشگاه و مؤسسه‌های آموزش عالی باشد. این آزمون دل‌مشغولی بیشتر شاگردان و خانواده‌های آن‌ها را در دوره متوسطه به‌ویژه در سال‌های آخر آن تشکیل می‌دهد. به خاطر دارم در یکی از گردهمایی‌های دبیران فیزیک که موضوع بی‌توجهی به آزمایشگاه در درس فیزیک مطرح بود، بسیاری دلیل آن را نیامدن پرسش‌های مربوط به آن در این آزمون می‌دانستند. بنابراین، ذهن شاگردان به جای اینکه درگیر یادگرفتن مطالبی باشد که در زندگی به‌کار می‌آید، معطوف به آن است که مطالبی را به‌طور طوطی‌وار حفظ کند که احتمالاً در آزمون مطرح می‌شود. این موضوع مانع از آن می‌شود که اهداف اصلی آموزش و پرورش که رشد خلاقیت و پرسشگری و به وجود آوردن مهارت‌های مورد نیاز زندگی از آموخته‌هاست تحقق یابد.

اکنون آموزش راه‌های موفقیت در آزمون به‌صورت تجارتي پرسود درآمده است که در آن عده‌ای از افراد بعضاً غیرمسئول تنها به خاطر سود اقتصادی و بدون آگاهی از آنچه باید در آموزش مورد توجه باشد، جریان امور را در



آموزشی

آموزش و ترویج علم

جهانگیر ریاضی

کارشناس فیزیک و مدرس مراکز تربیت معلم

مقدمه

ترویج علم فرایندی است که ضمن آن اصول و قوانین علمی به قلمروهای مختلف زندگی انسان‌ها گام می‌گذارد و به ابزاری توانمند برای کیفیت‌بخشیدن به لحظات زیستن آن‌ها تبدیل می‌گردد. به بیان دیگر، در فرایند ترویج اندیشه‌های علمی، امکان دسترسی به اصول علمی و به کارگیری

این اصول برای گستره‌ای وسیع‌تر از انسان‌ها فراهم می‌گردد.

اندیشه علمی واژگان و ادبیات خاص خود را دارد که ممکن است برای انسان‌هایی با سطوح مختلف از شعور و دانایی به راحتی قابل درک نباشد. از این منظر، یکی از عناصر بسیار مهم در تحقق ترویج علم، دستیابی به واژه‌ها و ادبیاتی است که برای گستره وسیع‌تری از انسان‌ها قابل درک باشد. بنابراین، باید بین فرایندهای تولید علم و ترویج آن، تفاوت قائل شد و تلاش کرد تا ویژگی‌های هریک از فرایندها را بهتر شناخت.

در مسیر ترویج علم باید برای ارزیابی آنچه به عنوان قلمروهای نو در اندیشه‌های علمی تولید شده است، تلاش کرد و بخش‌های ضروری و مورد نیاز را در اختیار انسان‌هایی قرار داد که شاید خود آن‌ها در فرایند تولید علم نقشی نداشته باشند. ترویج علم بدون شناخت و درک عمیق از مفاهیم، اصول و قوانین علمی از یک طرف، و شناخت عناصر اصلی ادبیات ترویج علم امکان‌پذیر نیست. ادبیات ترویج علم براساس شناخت پیشینه تعامل انسان‌های یک سرزمین با مفاهیم و اصول علمی و سطوح مختلف دانایی آن‌ها قابل تعریف است.

کلیدواژه‌ها: ترویج علم، کیفیت زیستن، تولید علم،

دانایی

بین جامعه انسان‌ها و مفاهیم علمی، ناتوان خواهد بود. ایجاد چنین ارتباطی نیازمند توجه به جنبه‌های زیبایی‌شناختی در چهار چوب مطلوبیت‌ها، رضایت‌مندی‌ها و عناصر آرامش در گستره وسیعی از انسان‌هاست.

ادبیات ترویج از یک طرف باید بتواند مفاهیم علمی را به خوبی بیان کند، از طرف دیگر، این بیان باید بسترهای زیبایی‌شناختی را برای ایجاد ارتباط با انسان‌ها به همراه داشته باشد. واژه‌ها و عبارت‌ها در این قلمرو باید از صوری و آرامش لازم برخوردار باشند. چرا که قرار است در پرتو این صوری‌ها، گستره وسیعی از انسان‌ها فرصت پیدا کنند تا با نگاه و تجربه شخصی خود با این واژه‌ها و مفاهیم پشتیبان آن‌ها، ارتباط فعال برقرار کنند.

بنابراین، شتاب‌زدگی و هیجان می‌تواند اثری نامطلوب بر این واژگان بگذارد و ادبیات ترویج علم را از مسیر اصلی آن دور کند. به بیان دیگر، عناصر انتخاب شده برای طراحی درست قالب‌های ترویج علم باید از انعطاف، آرامش و چشم‌اندازهای زیبایی‌شناختی لازم برخوردار باشند. به طور کلی، برای طراحی فرایند ترویج علم می‌توان از قالب‌هایی متنوع مانند قصه، شعر، نقاشی، و تصاویر استفاده کرد.

آموزش عناصر ترویج علم

ترویج علم فرایندی است که از مجموعه‌ای عناصر با ظرفیت و توانمندی‌های متفاوت تشکیل می‌شود. مدیریت موفق این فرایند مستلزم شناخت دقیق این عناصر و طراحی آرایه‌ای کیفی از آن‌هاست. یکی از عناصر مهم در فرایند ترویج علم، دستیابی به آموزه‌های کیفی در قلمروهای مختلف مفاهیم علمی است. از این منظر، محیط‌های آموزشی باید بتوانند فراگیرندگان را در تعاملی کیفی و فعال با مفاهیم قرار دهند و فرصت تجربه و اندیشه شخصی را برای آنان فراهم سازند.

در فرایند ترویج علم تلاش می‌گردد که فاصله بین مفاهیم علمی و جریان زندگی انسان‌ها تاحد امکان کاهش یابند و سرانجام این فاصله آن قدر کوتاه شود که لحظات زندگی بر

ادبیات ترویج علم

بیان مفاهیم و اصول علمی به زبان قابل فهم برای گستره وسیعی از انسان‌ها، نیازمند درک عمیق‌تری از مفهوم «ترویج» است. نباید تصور کرد که استفاده از واژه‌ها و عبارت‌های بسیار ساده در قلمرو ترویج علم الزاماً به معنی موفق شدن در این مسیر است. آنچه بیش از «سادگی واژه‌ها و عبارت‌ها» اهمیت دارد، ارائه مفاهیم در قالبی قابل فهم متناسب با درک افراد است. شاید از واژه‌های ساده استفاده کنیم ولی نتوانیم مفهوم اصلی را آن گونه که باید بیان کرده و توضیح دهیم! در واقع ادبیات ترویج علم، قالبی است که محتوای آن را مفاهیم و اصول علمی تشکیل می‌دهد. این قالب اگر نتواند از محتوا پشتیبانی کند، از دستیابی به هدف اصلی، یعنی ایجاد ارتباطی پویا و فعال

بر مبنای شرایط هیجانی در کوتاه‌مدت القا شود، با همان سرعت و آهنگ می‌تواند فراموش گردد! پس باید صبور بود و به فرایندهای درازمدت باور داشت. به بیان دیگر، ترویج اندیشه‌های علمی پیش از آنکه کاری سطحی و کمی باشد، فرایندی کیفی است که بدون مدیریت صحیح و علمی تحقق نخواهد یافت. نتایج حاصل از فرایند ترویج اندیشه‌های علمی تنها در عرصه مسائل پیچیده زندگی خود را نشان نمی‌دهند. در بسیاری از موارد، افراد ناآشنا با آموزه‌های علمی، ناتوان از حل مسائل ساده زندگی، سادگی را به پیچیدگی تبدیل می‌کنند و خود باعث ایجاد موانع اساسی در مسیر تحقق زندگی کیفی می‌گردند.

بنابراین، توجه داشته باشیم که قلمروهای مختلفی را می‌توان برای ترویج اندیشه‌های علمی تعریف کرد. این گستره وسیع از حضور اندیشه‌های علمی، شامل انسان‌هایی با ویژگی‌ها و باورهای متفاوت است. ترویج اندیشه‌های علمی می‌تواند به گستره‌ای وسیع از انسان‌ها کمک کند تا «الگوی رضایتمندی و نشاط» خود را بازتعریف کنند و عناصر آن را بهتر بشناسند. این الگوی جدید زمینه‌های نگاهی کیفی‌تر به انسان و مناسبات انسانی را به‌وجود خواهد آورد.

ترویج علم، ترویج دانایی

درک صحیح از مفهوم و فرایند ترویج علم می‌تواند بستر ساز طراحی فرایندهایی کیفی با نتایجی پایدار در قلمروهای مختلف زیستن انسان‌ها گردد. انسان‌هایی برخوردار از سطوح متفاوت از دانایی، در رویارویی با عرصه‌های مختلف زندگی و موانع موجود در مسیر کیفی‌تر شدن آن، واکنش‌هایی متفاوت از خود نشان می‌دهند.

فرایند ترویج علم باید زمینه‌های لازم برای دستیابی به سطوحی بالاتر از دانایی و اندیشه‌های کیفی را در گستره‌ای وسیع از انسان‌ها فراهم نماید. دستیابی به سطوح بالاتر از دانایی نیازمند فراهم‌نمودن قلمروهایی مختلف از آموزه‌هایی است که به انسان‌ها فرصت می‌دهند با تجربه شخصی خود، به مفاهیم کیفی زیستن نزدیک‌تر گردند. بنابراین، نمی‌توان ترویج علم را جدا از فرایند ترویج عناصر مختلف دانایی در سطوح مختلف ارزیابی کرد. در این راستا لازم است نگرش انسان‌ها نسبت به مفهوم آموزش و جایگاه بسیار مهم آن در یک زندگی کیفی دستخوش تغییرات بنیادی گردد. تغییری بنیادی که انسان را در مسیر انطباق با بستر دینامیکی زمان در عرصه‌های مختلف مناسبات انسانی هدایت می‌کند.

یکی از مهم‌ترین تغییراتی که باید در نگرش نسبت به آموزش و یادگیری شکل بگیرد، درک انسان‌ها از جغرافیا و قلمروهای آموزش و یادگیری است. محدودنمودن فرایند

مبنای اصول علمی معنایی کیفی پیدا کنند. برای این منظور باید محدودیت‌هایی که محیط آموزشی را به فضایی بسته، کلیشه‌ای و دور از واقعیت‌های جهان خارج تبدیل می‌کند، برداشته شوند. مفاهیم علمی نه در قالب کلیشه‌ها و محفوظات، بلکه در قلمروهای مختلف زندگی و مرتبط با آن‌ها آموزش داده شوند؛ یعنی باید مفاهیمی چون «آموزش» و «محیط آموزشی» مورد بازنگری و بازتعریف قرار گیرند.

باید پذیرفت تا زمانی که «تحت عنوان آموزش» در محیط‌های محدود و در قلمرو کلیشه‌ها به انتقال بخش‌هایی از دانش بشری اکتفا می‌شود و هیچ‌گونه تلاشی برای کاهش فاصله بین آموزه‌ها و جریان زندگی انسان‌ها صورت نمی‌گیرد، نمی‌توان انتظار ترویج علم را داشت. آن‌گاه که پذیرفتیم که آموزش و یادگیری فرایندی محدود به زمان و مکان معین نیست و هر لحظه و هر مکان می‌تواند قلمروی مفید برای فراگیری باشد، گامی بسیار اساسی در زمینه درک فرایند ترویج علم برداشته‌ایم.

بر همین مبناست که با توجه به تمامی ضرورت‌ها و نیازها باید به مفهوم آموزش از پنجره‌ای نو و متفاوت نگاه کرد. در این نگاه متفاوت، فراگیرنده با «چرایی آموزه‌ها» بیشتر آشنا می‌گردد. درک این موضوع که «چرا باید یک مفهوم معین را آموخت و جایگاه آن در کنار سایر مفاهیم در رابطه با اهداف معین کجاست» از مهم‌ترین اصول و پیش‌نیازهای دستیابی به فرایند ترویج علم است. فراگیرنده باید بیاموزد که نباید «آموزه‌ها» را در همان کلاس درس برجای گذارد و خویشتنی خالی از آموزه‌های نو را به دنیای خارج از کلاس ببرد. از طرف دیگر، برنامه‌ریزان آموزشی باید توجه داشته باشند که آموزه‌ها باید مرتبط با جریان زندگی انسان‌ها و به‌قدری از جاذبه و زیبایی برخوردار باشند که عوامل انگیزه‌ای را هرچه بیشتر در فراگیرندگان تقویت کنند.

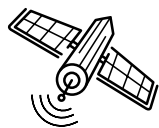
ترویج علم، بالابردن کیفیت زیستن

اندیشه علمی با طرح «چرایی‌ها» در فرایند یادگیری مفاهیم، زمینه‌های دستیابی به «چگونگی‌ها» و راه‌حل‌ها را فراهم می‌سازد. راه‌حل‌هایی که بر مبنای طرح درست چرایی‌ها ارائه می‌گردد، بسترهای بهبود کیفیت زندگی انسان‌ها را در قلمروهای مختلف به‌وجود خواهد آمد. تحقق این موضوع در فرایندی امکان‌پذیر می‌شود که انسان‌ها با تجربه خود ضمن به‌کارگیری اصول علمی در جریان زندگی باور کنند که با استفاده از این اصول، امکان عبوری موفق و آرام‌تر از موانع موجود در مسیر زندگی کیفی فراهم خواهد گردید.

چنین باوری در محیط‌های هیجان، شتاب‌زدگی و القای کلیشه‌ها به انسان‌ها به‌وجود نخواهد آمد. چرا که باوری که

فرایند ترویج علم باید زمینه‌های لازم برای دستیابی به سطوحی بالاتر از دانایی و اندیشه‌های کیفی را در گستره‌ای وسیع از انسان‌ها فراهم نماید. دستیابی به سطوح بالاتر نیازمند فراهم‌نمودن قلمروهای مختلف از آموزه‌هایی است که به انسان فرصت می‌دهند با تجربه شخصی خود به مفاهیم کیفی زیستن نزدیک‌تر گردند





یکی از ویژگی‌های بسیار مهم در فرایند ترویج علم، تعامل گسترده با طیف وسیعی از انسان‌های برخوردار از سطوح مختلف دانایی است

این موضوع برعهده مدیریت صحیح ترویج است. اگر تولید و ترویج علم را عناصر یک مجموعه فرض کنیم، باید بتوانیم بین این عناصر انسجام و وحدت‌یافتگی به‌وجود آوریم. یعنی ضمن تعریف دو فرایند برای تولید و ترویج علم، بدون درک عمیق‌تر از مفاهیم علمی، سناریوی ترویج اندیشه‌های علمی مسیر کیفی خود را طی نخواهد کرد. به بیان دیگر، تا درک درستی از یک مفهوم یا اندیشه نداشته باشیم، نمی‌توانیم در ترویج آن در میان افرادی با سطوحی متفاوت از شعور و دانایی موفق باشیم. در واقع، آنان که در قلمروهای مختلف ترویج اندیشه‌های علمی تلاش می‌کنند، باید از مفاهیم تولید شده در زمینه‌های مختلف علم درک عمیق‌تری داشته باشند.

یکی از ویژگی‌های بسیار مهم در فرایند ترویج علم، تعامل گسترده با طیف وسیعی از انسان‌های برخوردار از سطوح مختلف دانایی است؛ ویژگی‌ای که در تولید علم به این صورت مطرح نمی‌شود. در فرایند ترویج اندیشه‌های علمی، با نقد و آسیب‌شناسی یک اندیشه یا رفتار و جایگزین‌نمودن اندیشه و رفتار بهتر به‌جای آن مواجه می‌شویم. در این عرصه لازم است که شناخت بهتری از باورها و شیوه‌های اتخاذشده در عبور از موانع موجود در مسیر زندگی کیفی توسط گستره‌ای از انسان‌ها در یک جغرافیای معین، داشته باشیم.

بر همین اساس است که می‌توان سناریوی «اندیشه و رفتار جایگزین» را طراحی و آن‌را به اجرا درآورد. بنابراین، کسانی که با فرهنگ، باورها و ادبیات انسان‌ها در یک محدوده موردنظر ترویج آشنا نباشند، نمی‌توانند در مسیر ترویج افرادی موفق باشند. چرا که یکی از بسترهای لازم در ترویج، توانایی دستیابی به «زبان مشترک» با مخاطبان است. زبان مشترک به معنی همسان و هم‌نواشدن با گویش و اصطلاحات رایج مخاطبان نیست!

زبان مشترک به معنای شناخت بهتر از نگرش انسان‌ها به عرصه‌های مختلف زندگی و شیوه‌های معمول در حل مسائل مطرح شده در این عرصه‌هاست.

تولید و ترویج علم مفاهیمی دینامیکی هستند که در بستر دینامیکی زمان و متغیرهای جهان خارج تعریف می‌شدند؛ یعنی نمی‌توان برای ترویج علم یک الگو و کلیشه معین و غیرقابل تغییر، برای دوره‌ها و محیط‌های مختلف تعریف کرد. الگوی ترویج علم باید از انعطاف و انطباق‌پذیری لازم برخوردار باشد تا بتواند با تغییرات جهان خارج همگام شود. همان‌طور که وجود پرسش‌های اساسی در هر دوره و بازه زمانی در برابر علم، سناریوی تولید علم را هدف‌گذاری و مدیریت می‌کند، نیازهای گستره انسان‌ها در مسیر برخورداری از یک زندگی کیفی در هر دوره بر اهداف و فرایند ترویج علم اثری انکارناپذیر خواهد گذاشت.

یادگیری به محیط‌هایی خاص تحت عنوان مدرسه، دانشگاه و... به معنای عدم درک صحیح از فرایند ترویج علم است. چرا که مفهوم ترویج علم را نمی‌توان در یک محدوده و تنها در بخشی از قلمروهای زندگی انسان‌ها تعریف کرد. در واقع، مفهوم ترویج باید بتواند در خروج از این محدوده‌ها و عبور از موانع جداکننده آن از سایر عرصه‌های زیستن انسان‌ها، به معنای واقعی خود نزدیک‌تر شود.

به بیان دیگر، لازم است به مفاهیم، اصول و اندیشه‌های علمی فرصت داده شود تا در گستره‌های مختلف حضور یابند و هم‌سفران دانای این اندیشه‌ها تلاش کنند با مدیریتی کیفی آن‌ها را در مسیر اصلی خود هدایت کنند.

فراهم‌نمودن فرصت‌های دستیابی به آموزه‌های دانا برای داشتن نگاهی داناتر به جهان، انسان و مناسبات انسانی از اولویت‌های فرایند ترویج علم است. تحت هدایت این نگرش داناست که عناصر آramش و رضایتمندی حاصل از عبوری موفق از موانع موجود در مسیر زندگی کیفی، به‌وجود خواهند آمد.

از تولید علم تا ترویج علم

تولید و ترویج علم هریک دارای قلمروها و فرایند خاص خود هستند و شناخت درست عناصر در هر یک از این فرایندها نیازمند به‌کارگیری مدیریتی علمی است. این شناخت به ما کمک می‌کند که بتوانیم برای هر یک از این فرایندها، سناریویی مدون با اهداف مشخص طراحی کنیم. سپس عناصر اصلی هر سناریو را مشخص و وظیفه هر کدام را در مسیر دستیابی به اهداف اصلی تعریف نماییم.

باید مشخص شود قلمروهای تولید علم کدام‌اند و چه کسانی با کدام ویژگی‌ها می‌توانند با برخورداری از اندیشه مولد، در تولید علم سهم اساسی داشته باشند. از طرف دیگر، باید عرصه‌ها و سازوکارهای ترویج اندیشه‌های علمی را تعریف و ویژگی‌های لازم برای برخورداری از مدیریتی توانمند در فرایند ترویج علم را مشخص کرد. از این منظر نباید مفاهیم و قلمروهای «تولید» و «ترویج علم» را یکی فرض کرد و تفاوت‌های آن‌ها را نادیده گرفت.

فرایند ترویج اندیشه‌های علمی، واژه‌ها، ادبیات، شیوه‌ها و توانمندی‌های خود را می‌طلبید. همان‌گونه که تولید اندیشه‌های علمی نیازمند داشتن اندیشه مؤلف است. در واقع برحسب ماهیت و ویژگی‌های آنچه تولید یا ترویج می‌گردد، امکانات و انسان‌هایی با ظرفیت‌های مختلف لازم است. علاوه بر این، ویژگی‌های محیط ترویج می‌تواند بر سناریوی ترویج یک اندیشه معین تأثیر بگذارد.

به بیان دیگر در ترویج یک اندیشه مشخص در محیط‌های مختلف، باید از شیوه‌ها و ادبیاتی متفاوت استفاده کرد. تشخیص

اشاره

دکتر مهدی گلشنی در جامعه علمی فلسفی فرهیختگان ایرانی معروف تر از آن است که نیاز به معرفی داشته باشد. او که از صاحب نظران پر تلاش عرصه علم و فلسفه و عضو عالی انجمن فیزیک و فلسفه ایران است، تاکنون در این حوزه آثار ارزشمندی چون دیدگاه های فلسفی فیزیک دانان معاصر را منتشر کرده است. ایشان اخیراً در همایش معلمان فیزیک استان فارس در شهر شیراز شرکت کرد و در سخنرانی خود به موضوع های مختلف مربوط به فیزیک پرداخت. متن پیاده شده از نوار سخنرانی استاد گلشنی در زیر می آید.

از اینکه در میان همکاران فرهنگی و عزیزان آموزش و پرورش استان فارس هستم بسیار خوشحالم. واقعاً این قشر مجهول القدر هستند. بزرگ ترین سرمایه کشور متعلق به قشر آموزش و پرورش و دانشگاهی است، اما متأسفانه قدرشان مغفول است. انتقاداتی در رابطه با فیزیک رایج و آموزش فیزیک در ایران وجود دارد که در انتها به آن ها اشاره خواهم کرد. این مطالب را می توانید در مقاله «نقدی بر جریان فعلی فیزیک در ایران»، که در کنفرانس فیزیک مرکز پژوهش های بنیادی مطرح شده است، ببینید.

در این جلسه کلیاتی از فیزیک مطرح می کنم که ببینید چه ایده هایی مطرح است و چه مشکلاتی وجود دارد. در مورد موفقیت های فیزیک هیچ کس تردید ندارد. بسیاری از اکتشافات این قرن توسط فیزیک دانان انجام شده است؛ از قبیل

لیزر و میزر، اینترنت، ترانزیستور و... برای این افراد منافع مادی و صنعتی مطرح نبوده است و آن ها صرفاً در زمینه فیزیک خالص فکر می کرده اند.

اینترنت را یک فیزیک دان آکسفوردی، که در مرکز سرن بود و می خواست دانشگاه ها با هم ارتباط پیدا کنند، اختراع کرد. بنابراین در بعد تجربی و کاربردی فیزیک، غیر از توجه اجمالی به بعد مالی قضیه مشکل اساسی وجود ندارد ولی در بعد نظری چالش ها و ملاحظات زیادی هست که در اینجا به آن ها اشاره خواهم کرد. در ابتدا ببینیم فیزیک از کجا به کجا رسیده است.

۱. مروری بر سرگذشت فیزیک (از نیوتون تا اینشتین)

الف) کارهای نیوتون

فیزیک جدید بیش از همه مدیون نیوتون است که متفکری بسیار عمیق و الهی بود. این نکته ناشناخته را بگویم که گرچه در غرب مسیحیت حاکم است و مسیحی ها به تثلیث معتقدند، ولی نیوتون یک موحد تمام عیار بود و به خاطر همین وقتی می خواستند در کلیسای وست مینستر دفنش کنند، به علت اینکه او را بدعت گذار می دانستند با این کار مخالفت هایی شد ولی به دلیل شخصیت ممتازش، بالاخره تسلیم شدند و در کلیسا دفنش کردند. نیوتون چنین آدمی بود و صریحاً هم می گفت که به دنبال علم می رود؛ چون می خواهد آثار عظمت الهی را در جهان نشان دهد.

نیوتون سه کار مهم انجام داد: ۱. سه قانون حرکت را بیان کرد؛ ۲. قانون گرانش عمومی را کشف کرد (اینکه هر دو جسمی که جرم دارند، همدیگر را جذب می کنند)؛ ۳. و مهم تر از همه این ها مکانیک ارضی و سماوی را به هم پیوند داد. این اولین پایه وحدت بخشی بود.

قبلاً فکر می کردند که در آسمان ها تغییری صورت نمی گیرد و نمی توان در آن ها دخالتی کرد. آن ها قوانین خودشان را دارند و زمین قوانین خودش را. نیوتون صحبت از قوانین واحد کرد و به دنبال او، دیگران نیز در زمینه های گرما و ترمودینامیک و الکتریسیته و مغناطیس و... کارهایی انجام دادند.

درک طبیع فیزیک

سخنرانی استاد دکتر مهدی گلشنی

در انجمن علمی معلمان فیزیک استان فارس



ب) ظهور نظریه‌های نسبیت و کوانتومی

قرن نوزدهم قرن شکوفایی فیزیکی است، ما گرما را داریم، الکترومغناطیس را و... این‌ها با تجربه می‌خواندند و صنعت نیز از آن‌ها بسیار استفاده کرد. در آخر قرن نوزدهم به این فکر افتادند که به انتهای فیزیک رسیده‌اند و اگر قرار است پیشرفتی شود، در تعداد رقم‌های اعشاری است. یعنی اگر عددی را فعلاً با دقت ۵ رقم اعشار می‌دانیم، رقم اعشار در آینده بالا می‌رود. اما در اواخر قرن نوزدهم آزمایش‌هایی انجام شد که با فیزیک کلاسیک نمی‌خواند. این‌ها باعث شد که فیزیک کلاسیک جایگاه خودش را به دو نظریه جدید بدهد که با هم پیش آمدند: یکی نظریه نسبیت و دیگری نظریه کوانتومی که هر کدام از آن‌ها نوآوری‌هایی داشت.

ب ۱- نسبیت خاص و عام

نسبیت خاص مفادش این بود که شما نمی‌توانید زمان را از مکان جدا کنید. هر جا راجع به فاصله زمانی بحث می‌کنید، باید مکان را در نظر بگیرید و برعکس، و اگر فاصله‌ای را اندازه‌گیری کنید، نسبت به موقعی که در حال حرکت هستید این فاصله بیشتر است و یا اگر نسبت به چیزی در حرکت هستید، زمان آن را کندتر می‌بینید. همچنین می‌گفت که سرعتی بیشتر از سرعت نور وجود ندارد و قوانین فیزیک در همه دستگاه‌هایی که نسبت به هم حرکت یکنواخت دارند، یک شکل دارد. نسبیت عام بیان می‌کند که قوانین فیزیکی در همه دستگاه‌ها، حتی اگر نسبت به هم حرکت شتاب‌دار داشته باشند، یک شکل دارد.

در نسبیت عام صحبت از فضا و زمان و ماده است. آنچه قبلاً تصور می‌شد، این بود که فضایی وجود دارد به عنوان ظرف، و ماده در آن ریخته شده است یا زمانی وجود دارد به عنوان ظرف، و ماده در آن ریخته شده است یا می‌شود (سخنی که نیوتون می‌گفت). نسبیت عام بیان می‌کند که فضا، زمان و ماده با هم‌اند؛ یعنی، اگر جهان ابتدایی داشته است، این‌ها با هم خلق شده‌اند و اگر مبدایی نداشته، از ابتدا با هم بوده‌اند و تا ابد نیز با هم هستند. فضا و زمان و ماده روی هم تأثیر می‌گذارند. ماده به فضا و زمان می‌گوید چگونه باشند و فضا و زمان به ماده می‌گویند چگونه حرکت کند. نسبیت خاص برای فهمیدن مشکل چندانی نداشت، بلکه تعمیمی بود از فیزیک کلاسیک. البته در ابتدا می‌گفتند کسی نسبیت عام را نمی‌فهمد ولی این‌ها بی‌اساس بود. چهار سال بعد از بیان نظریه نسبیت عام، پاولی اولین مقاله را در هندبوخ آلمان در مورد آن نوشت. همچنین خیلی زود پیش‌بینی نسبیت عام در مورد انحراف نور در مجاورت اجرام ثقیل به تأیید تجربی رسید. تقریباً هم‌زمان با پیدایش نسبیت خاص و نسبیت عام، نظریه چالش‌برانگیز کوانتومی مطرح شد.

ب ۲- نظریه کوانتومی

اگر بخواهید برای طول موج طیف اتمی عناصر فرمولی به دست آورید، مجبورید فرض کنید جاهایی گسستگی در کار است. مثلاً اتم هیدروژن در ناحیه مرئی چهار خط طیفی دارد، اگر بخواهید این را دقیق به دست آورید باید یک جایی گسستگی قائل شوید.

وقتی بور در ۱۹۱۳ این سخنان را بیان کرد، زمان چندانی از عمر اتم و هسته نمی‌گذشت. الکترون در ۱۸۹۷ و پروتون در اوایل قرن بیستم کشف شده بودند.

نظریه بور این بود که الکترون روی مدارهای خاص، و نه هر مداری، در حال گردش است؛ مدارهایی که حاصل ضرب جرم الکترون در سرعتش در فاصله‌اش تا هسته برابر مضربی از ثابت پلانک باشد. وقتی الکترون روی این

مدارها قرار دارد، تابش نمی‌کند و اگر از یک مدار به مدار دیگر برود، تابش می‌کند.

نظریه بور برای تمام هیدروژن صادق بود اما وقتی به سمت اتم‌های سنگین‌تر رفتند، این نظریه پاسخگو نبود؛ به همین دلیل، دائماً نسخه اضافه می‌کردند. برای اتم در یک میدان الکتریکی یک

نسخه و برای اتم در یک میدان

مغناطیسی یک نسخه دیگر وارد می‌کردند

و از این نسخه وارد کردن‌ها کلافه شده بودند.

هایزنبرگ در ۱۹۲۵ مکانیک ماتریسی خود را ارائه داد. یک‌سال بعد شرودینگر معادله خود را مطرح کرد. سخن شرودینگر این بود که الکترون یا هر موجود اتمی دیگری از این معادله پیروی می‌کند و از جواب‌های این معادله تمام اطلاعات لازم را می‌توان گرفت. کمی بعد متوجه شدند که هر نوع اطلاعاتی را نمی‌توان از جواب‌های این معادله به دست آورد، بلکه فقط اطلاعات آماری را می‌توان به دست آورد. اگر بخواهیم مکان الکترون را اندازه‌گیری کنیم، می‌توانیم بگوییم که با چه احتمالی الکترون را در فلان نقطه می‌یابیم.

گفتند علیت در اینجا مطرح نیست. وقتی یک الکترون به یک دستگاه اشتراک - گراخ وارد می‌شود، با احتمال ۵۰ درصد با اسپین بالا خارج می‌شود و به احتمال ۵۰ درصد با اسپین پایین. در اینجا عامل شانس وارد فیزیک شد.

گفتند اینکه بور گفته الکترون دور هسته در مدارهایی می‌چرخد، دیگر قابل اعتنا نیست (به علت اصل عدم قطعیت).

نیوتون سه کار مهم انجام داد:
۱. سه قانون حرکت را بیان کرد؛
۲. قانون گرانش عمومی را کشف کرد (اینکه هر دو جسمی که جرم دارند همدیگر را جذب می‌کنند)؛
۳. مهم‌تر از همه این‌ها مکانیک ارضی و سماوی را به هم پیوند داد. این اولین پایه وحدت‌بخشی بود

شما نمی‌توانید برای الکترون مدار تعیین کنید و هیچ تصویری هم نمی‌توانید از الکترون ارائه دهید.

اگر بخواهیم توصیفی کنیم، فقط به زبان ایده‌آلیسم می‌توانیم حرف بزنیم. ما می‌توانیم داده‌های ذهنی را که از آزمایش به‌دست آمده به هم مربوط کنیم، ولی این را که در طبیعت چه می‌گذرد، نمی‌دانیم.

بنیان‌گذاران فیزیک کوانتومی این سخن را گفتند و اکثریت فیزیک‌دانان آن را پذیرفتند؛ چون کپنهاگ مرکزیت داشت و اکثر فیزیک‌دانان مهمی که از آمریکا و روسیه آمده بودند (مثل اسلیر و لاندائو و شاگردان آن‌ها) به آن پیوستند. این‌ها مکتبشان این بود که می‌گفتند ما فقط یک توصیف ریاضی از طبیعت داریم که پیش‌بینی‌های مورد نیاز را برای ما می‌کند و ما کاری به محتویات قضایا نداریم. اگر ورودی را بدهیم، می‌توانیم بگوییم با چه احتمالی خروجی چیست. اینکه

واقعیت چیست نمی‌دانیم و کاری با آن

نداریم (مکتب کپنهاگی).

اکثریت این مکتب را قبول کردند، جز کسانی چون اینشتین و شرودینگر. اینشتین سخنش این بود که خیلی زود است که ما دست از تصویر داشتن از طبیعت بکشیم. اینشتین می‌گفت این‌ها خواب هستند و آخر عمرش گفت که این‌ها می‌گویند من فسیلی هستم که در گوشه پرنستون افتاده‌ام و چیزی

نیوتون با بیان قانون گرانش عمومی کنش از دور را بیان کرد. خورشید بر زمین نیرو وارد می‌کند؛ بدون آنکه با آن تماس داشته باشد، نیوتون بسیار مایل بود بداند این کنش از دور چیست؟

نمی‌فهمم.

اما دیوید بوم در ۱۹۵۲ یک نظریه علیتی از کوانتوم ارائه داد، و آزمایشی که اینشتین در ۱۹۳۵ مطرح کرده بود، در دهه‌های ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰ و حتی دهه ۱۹۹۰ انجام شد. نتایج این آزمایش‌ها با نظریه کوانتومی سازگار بود ولی آن‌ها حاکی از این بودند که در طبیعت یک اثرگذاری فوق نوری وجود دارد. البته آن‌ها با قبول نظریه کوانتومی ثابت کردند که نمی‌توان اطلاعاتی را با سرعت بیش از سرعت نور از یک طرف به طرف دیگر انتقال داد ولی از طرف دیگر مجبور بودند ناموضعیّت را در طبیعت بپذیرند. اگر ذره‌ای با اسپین صفر به یک الکترون و یک پوزیترون تجزیه شود که در دو جهت مخالف حرکت کنند و اسپین الکترون را در جهتی اندازه بگیریم و $1+$ درآید، اسپین پوزیترون در همان جهت $1-$ خواهد بود. این را تأثیرگذاری فوق نوری می‌نامند. پس در عین حال که جواب مطابق با پیش‌بینی کوانتومی به‌دست می‌آورند ولی اثرگذاری فوق نوری هست. علامت‌دهی فوق نوری نمی‌شود ولی اثرگذاری فوق نوری هست.

بعضی برای حل این مشکل (اثرگذاری فوق نوری) صحبت از جهان هوشیار کردند؛ اینکه همه جهان هوشیار است و کتاب‌هایی با همین عنوان «جهان هوشیار» نوشته شد (البته در نظریه کوانتومی الکترون را واجد نوعی شعور می‌دانند). این مسئله ناموضعیّت یک چالش بسیار اساسی برای نظریه کوانتومی استاندارد است.

یک مسئله دیگر که هنوز مانده و بعضی از بزرگان فیزیک و ریاضی می‌گویند اگر حل نشود ما می‌مانیم، مسئله‌ای به نام معضل اندازه‌گیری است. یک الکترون به دستگاهی وارد می‌شود و هنگام خروج یا بالا را انتخاب می‌کند یا پایین را. این‌ها می‌گویند این شانس انجام می‌شود. اما در چه مرحله‌ای؟ چون یک دستگاه تابع نظریه کوانتومی نمی‌تواند این عمل تقلیل را انجام دهد، یک امکان مطرح شده این است که شعور انسانی است که عمل تقلیل را انجام می‌دهد. در اینجا این پرسش مطرح است که قبل از اینکه انسان به‌وجود آید، چگونه این تحولات در جهان انجام می‌شده است؟ بور خودش می‌گفت این عمل تقلیل را دستگاه اندازه‌گیری که یک دستگاه کلاسیک است و از میلیاردها ذره تشکیل شده است، انجام می‌دهد. اما معنای این مطلب این است که دستگاه اندازه‌گیری تابع نظریه کوانتومی نیست. امکانات مطرح شده دیگر هم بدون مشکل نیستند.

نور

نیوتون به نظریه ذره‌ای نور معتقد بود و چند سال بعد هویگنس نظریه موجی بودن نور را مطرح کرد. در ۱۸۵۰ آزمایشی انجام گرفت که مشخص می‌کرد نور موج یا ذره است؛ در اندازه‌گیری سرعت نور در آب، اگر نور از ذرات تشکیل شده باشد، سرعت نور در آب بیشتر از سرعت نور در هواست و اگر نور موج باشد، سرعت نور در آب کمتر از سرعت نور در هواست. آزمایش فیزو نشان داد که سرعت نور در آب کمتر از سرعت نور در هواست. در اینجا نظریه موجی نور پیروز شد. کمی بعد از آن، ماکسول معادله‌های خود را نوشت و سرعت امواج الکترومغناطیسی را برابر سرعت نور یافت. معادله‌های ماکسول تمام پدیده‌های مربوط به خواص موجی نور را کاملاً توضیح می‌دهند. وقتی به شکست مضاعف نور در بلورها نگاه می‌کنیم، می‌بینیم نظریه ماکسول با چه دقت و زیبایی‌ای تمام این‌ها را توضیح می‌دهد. بنابراین، ماکسول گفت نور یک موج الکترومغناطیسی و اپتیک شاخه‌ای از الکترومغناطیس است.

در ۱۹۰۳ آزمایشی انجام شد که در آن با تاباندن نور به یک صفحه الکترون از آن کنده می‌شد و این با نظریه موجی نور قابل توجیه نبود (اثر فوتوالکتریک). پس مجبور شدند توجیه اینشتین از پدیده را به کار برند. اینشتین یک محاسبه نظری انجام داده

بود که نشان می‌داد عبارت آنروپی پرتوهای الکترومغناطیسی موجود در یک ظرف مثل عبارت آنروپی تعدادی مولکول گاز در یک ظرف است. بنابراین، اینشتین گفت: مثل این است که نور از ذرات تشکیل شده باشد. این پیشنهاد مسئله اثر فوتوالکتریک را توضیح می‌داد ولی ایده ذره‌ای بودن نور جانیتاد؛ به طوری که وقتی در ۱۹۱۲ اینشتین درخواست کار به دانشگاه پراگ در چکسلواکی را داد و خواست پلانک و دیگران چند توصیه‌نامه برایش بنویسند، آن‌ها نوشتند که آقای اینشتین فرد بسیار درخشانی است و کارهای خوبی در فیزیک انجام داده است. پس اگر اشتباهاتی مثل ارائه نظریه ذره‌ای نور را دارد، باید بر او ببخشند.

در ۱۹۲۳ کامپتون دید که اگر پرتوهای X به فلزی تابیده شود، پرتوهای X خروجی طول موجش با پرتوهای X فرودی فرق دارد. تنها مدلی که می‌توانستند با آن این پدیده را توضیح دهند، مدل ذره‌ای نور بود؛ اینکه نور از فوتون‌ها تشکیل شده است و وقتی به یک فلز می‌تابد و به الکترون‌ها برخورد می‌کند، نور به یک راه و الکترون به راه دیگر می‌رود و این تأیید قاطعی بر نظریه ذره‌ای بودن نور بود.

در همین زمان، آقای دوبروی نظریه جدیدی ارائه داد که فقط اینشتین و شرودینگر از آن حمایت کردند. سخن دوبروی این بود که نه تنها نور بلکه الکترون نیز، هم ذره و هم موج است. دو سه سال بعد، در ۱۹۲۷، چند گروه ویژگی موجی الکترون را کشف کردند (پراکندگی الکترون از بلورها). در این زمان نظریه کوانتومی به وسیله شرودینگر و دیگران نضج گرفته بود.

شرودینگر گفت اصل قضیه موج است منتها یک موج ساده نیست بلکه یک بسته موج است که فضای کوچکی اشغال می‌کند. موجودی که اسمش را الکترون می‌گذاریم، موجودی ذره گونه است و احتمال یافتنش را می‌توانیم به وسیله معادله شرودینگر بیابیم. ذره یک موج فشرده است و مکان کمی را اشغال می‌کند ولی موج گسترده است و فضای زیادی را اشغال می‌کند. الکترون را با یک موج فشرده نشان می‌دهیم اما جلوه‌اش برای ما شبیه یک ذره است اما لورنتس گفت طبق معادله شرودینگر، اگر الکترون را موج فرض کنیم، این موج بعد از مدتی گسترده می‌شود و فضای زیادی را اشغال می‌کند و الکترونی که در یک زمان 1mm جا را اشغال کرده است، در اندک زمانی گسترده می‌شود و فضای زیادی را اشغال می‌کند و این خلاف مشاهدات است.

بور گفت الکترون دو وجه مکمل دارد و این دو وجه با هم نشان داده نمی‌شوند. اگر می‌خواهید ویژگی ذره‌ای بودن نور را مشاهده کنید، اثر فوتو الکتریک را ببینید و اگر می‌خواهید ویژگی موجی را مشاهده کنید، پدیده تداخل را ببینید. خیلی‌ها زیر بار این مکملیت نرفتند (غیر از بورن و

بعضی‌های دیگر که شاگردان خود این‌ها بودند). آن‌ها گفتند ما یک توصیف ریاضی موفق داریم، دیگر چه می‌خواهیم؟ اطلاعات را در معادله قرار می‌دهیم، ریاضیات به ما جواب می‌دهد. بدین ترتیب، تکلیف موج و ذره مشخص نشد (غیر از مکتب کپنهاگ که مربوط به بور بود). در ۱۹۳۰ هایزنبرگ نظریه میدان‌های کوانتومی را بیان کرد که به هر ذره یک ساختار موج‌مانند نسبت می‌داد.

۲. مسئله ماده

از قدیم ماده‌المواد معروف بوده است. بعضی گفتند ماده از آب تشکیل شده و بعضی مواد چهارگانه را بیان کردند و گفتند که ماده از چهار عنصر آب و آتش و خاک و هوا ساخته شده است.

این بود، تا در ۱۸۱۰ که نظریه اتمی دالتون ارائه شد که می‌گفت ماده از اتم‌ها ساخته شده است. در آن موقع هیچ شاهد تجربی برای اتم نبود ولی علما این حرف را جدی گرفتند. البته اتم را یک جزء لایتجزا دانستند و گفتند جزئی کوچک‌تر از اتم پیدا نمی‌کنیم. در ۱۸۷۰ مندلیف جدول تناوبی را ارائه داد و نزدیک به اوایل قرن بیستم الکترون کشف شد و کمی بعد از آن بعد پروتون و بعداً ذرات دیگر.

بعدها رادفورد مدل اتمی خود را ارائه داد و گفت که اتم از یک هسته خیلی متمرکز تشکیل شده که الکترون به دورش می‌گردد. بعد هم بور آمد و مدارهای خود را مطرح کرد. چند سال بعد نوترون به وسیله چادویک کشف شد، منتها این‌ها را ذرات لایتجزا می‌دانستند ولی به دلایل بعضی از آزمایش‌ها مجبور شدند بگویند این‌ها ساختار دارند.

در دهه ۱۹۴۰ تعداد زیادی ذره کشف شد و در دهه ۱۹۶۰ تعداد ذرات از ۱۰۰ تا تجاوز کرد. بنابراین، این پرسش مطرح شد که آیا همه این‌ها اصلی هستند یا از ذرات دیگر تشکیل شده‌اند. فیزیک‌دان‌ها (گلمن و دیگران) به این نتیجه رسیدند که همه ذرات اتمی از سه ذره یا دو ذره، موسوم به کوارک، تشکیل شده‌اند.

اطلاع ما از جهان خرد در حال حاضر این است که تعدادی ذرات بنیادی داریم: ۱۲ کوارک و پاد کوارک و ۱۲ لپتون و پادلپتون. همه باریون‌ها از سه کوارک ساخته شده‌اند

برای وحدت چهار نیروی موجود در طبیعت کارهای نظری زیاد شده است به نتیجه نرسیده است. زیرا سه نیروی اول (الکترومغناطیسی و هسته‌ای قوی و ضعیف) تابع نظریه کوانتومی هستند ولی گرانش تابع این نظریه نیست و باید گرانش را کوانتومی کرد (که تاکنون فعالیت‌های صورت گرفته به انجام نرسیده است)

به هر موجودی یک ساختار موج مانند نسبت می دهد ولی وقتی انرژی امواج الکترومغناطیسی را محاسبه می کند، مثل این است که از تعدادی ذرات تشکیل شده است. هر کدام از این ذرات را فوتون نامیدند. البته وقتی از دامنه موج سخن به میان می آید، نمی توانیم از ذرات صحبت کنیم. اینجا هم تعداد زیادی از فیزیکدان ها توصیف ریاضی را پذیرفتند.

اما این نظریه مطلب دیگری را نیز بیان کرد و آن اینکه یک الکترون از خود یک فوتون گسیل می کند و این فوتون به وسیله الکترون دیگر جذب می شود و الکترون دومی احساس نیرو می کند. الکترون دوم نیز یک فوتون گسیل می کند که توسط الکترون اول جذب می شود و این الکترون احساس نیرو می کند. بنابراین، شأن فوتون تعیین شد که یک میانجی اعمال نیروست. تا این زمان دو نیرو شناخته شده بود که از قدیم وجود داشت: یکی گرانشی و دیگری الکترومغناطیسی که هر دو بلندبرد هستند و تا بی نهایت اثر می گذارند.

نیروی قوی

در داخل هسته پروتون ها وجود دارند که به علت بار الکتریکی خود به یکدیگر نیروی دافعه وارد می کنند. برای پایداری هسته نیروی قوی هسته ای مطرح شد که اندازه آن 10^{40} برابر نیروی گرانشی است که دو پروتون به علت جرمشان به یکدیگر وارد می کنند، 10^{30} برابر نیروی الکترومغناطیسی است که پروتون ها به علت بار الکتریکی به هم وارد می کنند و به همین دلیل به آن نیروی قوی هسته ای گفته می شود و پایداری هسته را توضیح می دهد (این نیرو کوتاه برد است؛ حداکثر برابر قطر هسته اتم).

نیروی ضعیف

چون واپاشی در هسته های سنگین به کندی صورت می گیرد (نیمه عمر نوترون ۱۵ دقیقه است)، نیروی ضعیف هسته ای مطرح شد. عامل اعمال نیروی هسته ای قوی ۸ ذره است و عامل نیروی ضعیف هسته ای ۳ ذره به نام های W^+ و W^- و Z . وجود این سه ذره را واینبرگ، عبدالسلام و گلاشو در نظریه خود پیش بینی کرده بودند. کشف تجربی این سه نفر در چند سال بعد جایزه نوبل را نصیب آن ها کرد.

۴. وحدت نیروها

تحول مهم دیگری که ایجاد شده در جهت متحد کردن نیروهای طبیعی بوده است. نیوتون مکانیک ارضی و سماوی را که وحدت بخشیده بود، با یک فرمول بندی بیان کرد. بعدها ماکسول سعی کرد مکانیک و الکترومغناطیس را وحدت ببخشد که موفق نشد. اینشتین می خواست الکترومغناطیس را هندسی کند و جزء نسبیت قرار دهد. او به سراغ فضا های پنج بعدی رفت ولی موفق نشد.

و همه مزون ها از یک کوارک و یک پاد کوارک. کوارک ها فعلاً غیر قابل تجزیه فرض می شوند ولی البته دلیلی وجود ندارد که بعداً ساختار برای این ذرات پیدا نشود.

در ابتدا فکر می کردند پروتون بی ساختار است ولی در آزمایش های دانشگاه استنفورد، باریکه پر شدت الکترون های پر انرژی روی هدف هیدروژن مایع شلیک می شد و چگونگی پراکندگی الکترون ها از هسته های هیدروژن، که تنها از پروتون ها تشکیل می شود، بررسی می شد. نتایج نخستین - مبنی بر اینکه الکترون ها به جای گذار مستقیم از مایع با زاویه های بزرگ پراکنده می شدند - نشان می داد که آن ها به اجسام ریزتری در درون پروتون برخورد می کنند. وقتی ویژگی های این اجزای بی ساختار را بررسی کردند، دیدند که با ویژگی های کوارک می خواند، و از اینجا متوجه شدند که پروتون ساختار دارد (آزمایش های مشابهی هم برای نوترون انجام گرفت). غیر از این ذرات، ذرات دیگری وجود دارند که در مبحث نیرو مطرح می شوند و آن ها را حامل های نیرو می دانند.

۳. مسئله نیرو

تصور می کرد که از نیرو وجود دارد، طی سال های اخیر به کلی عوض شده است. در ابتدا احساس می کرد که از نیرو وجود داشت به صورت مکانیکی بود؛ اینکه یک جسم در تماس با جسم دیگر بر آن نیرو وارد می کند.

نیوتون با بیان قانون گرانش کنش از دور را بیان کرد. خورشید بر زمین نیرو وارد می کند بدون آنکه با آن تماس داشته باشد. نیوتون بسیار مایل بود بداند این از کنش دور چیست. بعد از نیوتون، فیزیکدان ها تصویر دیگری از نیرو ارائه دادند. بدین معنا که این مسئله مطرح شد که خورشید در اطراف خود میدان ایجاد می کند و هر جا ماده ای وجود داشته باشد، به علت جرم آن تحت تاثیر این میدان قرار می گیرد، ولی اینکه سازوکار آن چیست، نمی دانستند.

وقتی به الکترومغناطیس رسیدند، گفتند بار الکتریکی در محیط اطراف خود یک میدان ایجاد می کند و اگر الکتریکی در این میدان قرار گیرد، متأثر می شود. تصویری که از موج الکترومغناطیسی، با فرض وجود اثر، داشتند همانند امواج صوتی بود که با فشرده شدن هوا موج منتشر می شود، اما در آخر قرن نوزدهم به این نتیجه رسیدند که اثر را نمی توانند کشف کنند و فرض کردند میدان الکترومغناطیسی به طرز مرموزی در فضا وجود دارد و اگر الکتریکی در این فضا قرار گیرد، متأثر می شود. در دهه ۱۹۳۰ نظریه میدان کوانتومی مطرح شد. این نظریه

نیوتون مکانیک ارضی و سماوی را که وحدت بخشیده بود، با یک فرمول بندی بیان کرد. بعدها ماکسول سعی کرد مکانیک و الکترومغناطیس را وحدت ببخشد که موفق نشد. اینشتین می خواست الکترومغناطیس را هندسی کند و جزء نسبیت قرار دهد.

۵. سخن آخر (چند نکته به عنوان تذکر)

۱. فیزیک در کشور ما روند سالمی ندارد. آقای دایسون مطرح می‌کند که ما با دو نوع فیزیک‌دان و ریاضی‌دان روبه‌رو هستیم: پرنده‌صفت که آفاق را می‌بیند و قورباغه‌صفت که فقط اطراف خود را می‌بیند (اکثر فیزیک‌دان‌ها از نوع دوم هستند). آن‌هایی که از نوع اول‌اند و توانایی دارند، باید به سراغ مسائل کلان بروند. در کشور ما نیز تعدادی از این فیزیک‌دان‌ها هستند ولی به کار گل واداشته شده‌اند.

۲. یکی از برندگان جایزه نوبل گفته است که در این چهل سال اخیر یک مقاله قابل خواندن از جهان اسلام به دست او نرسیده است و آنچه مسلمانان انجام داده‌اند، مربوط به گذشته است یا در غرب انجام شده است. این نشان‌دهنده افت تحقیقات علمی در جهان اسلام است.

۳. یکی از مشکلات، مسئله نگارش مقاله و مد بودن آن است. امروزه وقتی به دانشجویان ممتاز مسئله‌ای داده می‌شود، اصرارشان بر این است که مسئله‌ای باشد که منجر به مقاله گردد. این موضوع، کشور را به سطحی بودن می‌کشاند.

۴. دانشمندان گذشته ما همچون ابن‌هیثم و بیرونی و خواجه‌نصیر هیچ‌چیز را بدون دلیل قبول نمی‌کردند. به عنوان مثال، خواجه‌نصیر این اصل در هندسه اقلیدسی را که از یک نقطه خارج از یک خط فقط یک خط به موازات آن می‌توان کشید، به چالش کشیده بود و می‌گفت این واضح نیست و باید استدلال کرد. دیگران استدلال‌هایی کرده بودند (مثل ابن‌هیثم و خیام). او آن‌ها را قبول نکرد و خود به استدلال پرداخت. متأسفانه وقتی صحبت از خواجه‌نصیر و ابن‌هیثم می‌شود، بعضی دوستان جاهلانه می‌گویند ما فیزیک ابن‌سینا و خواجه‌نصیر را می‌خواهیم چه کار کنیم. کسی نمی‌گوید باید به فیزیک گذشته برگشت بلکه باید علم روز را گرفت ولی با آن خواجه‌نصیر گونه و ابن‌هیثم گونه برخورد کرد.

۵. این روزها مسئله تغییر نظام آموزشی مطرح است. پیشنهاد این است که یک نظرخواهی از دست‌اندرکاران آموزش و پرورش (به‌ویژه دبیران) و دانشگاهیان صاحب‌نظر درباره محتوای آموزشی فعلی بشود و از نتیجه آن در طرح تحول بنیادی آموزش و پرورش استفاده گردد تا برنامه‌ای بشود که محصولش به درد کشور بخورد، ولی از آنجا که قصد دارند در آتی خیلی نزدیک نظام جدید را پیاده کنند، به نظر نمی‌رسد این پیشنهاد مورد توجه قرار گیرد.

واینبرگ، عبدالسلام و گلاشو دو نیروی ضعیف و الکترومغناطیسی را وحدت بخشیدند و گفتند در موقعی که انرژی جهان بسیار زیاد بوده، این دو نیرو با هم بوده‌اند و پس از سرد شدن جهان از یکدیگر جدا شده‌اند.

تلاش‌هایی که برای وحدت بخشیدن به سه نیروی ضعیف و الکترومغناطیسی و هسته‌ای قوی انجام گرفته، تاکنون به نتیجه نرسیده است.

برای وحدت چهار نیروی موجود در طبیعت کارهای نظری زیادی انجام گرفته ولی هنوز موفق نشده‌اند؛ زیرا سه نیروی اول (الکترومغناطیسی و هسته‌ای قوی و ضعیف) تابع نظریه کوانتومی هستند ولی گرانش تابع این نظریه نیست و باید گرانش را کوانتومی کنیم (که تاکنون فعالیت‌های صورت گرفته به انجام نرسیده است).

یکی از این نظریه‌ها ابررسمان است. این نظریه وجود ذراتی را پیش‌بینی می‌کند که برای تولید آن‌ها به انرژی‌های بسیار زیاد نیاز است؛ یعنی باید شتاب‌دهنده‌هایی ساخته شوند که قطر آن‌ها برابر با قطر کهکشان باشد. شتاب‌دهنده سرن که روی آن تبلیغات زیادی نیز صورت گرفته، در مقابل چنین شتاب‌دهنده‌هایی بسیار کوچک است.

یکی از این نظریه‌ها پیش‌بینی می‌کند که پروتون با نیمه عمر 10^{31} سال واپاشیده می‌شود و اگر بخواهیم این واپاشی مشاهده شود، باید مقدار زیادی پروتون (هسته اتم هیدروژن) را در جایی جمع کنیم. آزمایش‌هایی که در عمق زمین - از جمله توسط هندی‌ها - انجام شده، به نتیجه‌ای نرسیده است.

بعضی نظریه‌ها از جمله ابررسمان مسئله تعدد جهان‌ها را مطرح می‌کند؛ زیرا معادله‌هایی که این نظریه را مطرح می‌کنند، 10^{500} جواب دارند و چون نمی‌توانند یکی از آن‌ها را انتخاب کنند، می‌گویند هر کدام مربوط به یک جهان است. این نظریه تعدد ابعاد فضا را نیز مطرح می‌کند (مثلاً فضای ۱۰ بعدی). این‌ها نشان می‌دهند که در بعد نظری، هم نظریه کوانتومی و هم نظریه نسبیت با چالش روبه‌رو هستند.

مورد دیگر مسئله ماده است که آزمایش‌ها نشان می‌دهد فقط ۵ درصد جهان از ماده معمولی ساخته شده و ۲۰ درصد ماده تاریک (ناشناخته) است. ۷۰ درصد هم انرژی تاریک داریم؛ یعنی نوعی دیگر از ماده که آن را هم نمی‌شناسیم. مشاهداتی که فیزیک‌دان‌ها در کیهان‌شناسی داشتند، این نتیجه را در بر داشت که حرکت انبساطی جهان شتاب‌دار است و این شتاب مثبت است. لذا گفتند باید ماده جدیدی در کار باشد که ناشناخته است و اسم آن را انرژی تاریک گذاشتند.

باین وضعیت، تکلیف فیزیک‌دان‌ها چیست؟ اکثریت فیزیک‌دان‌ها (از جمله در کشور ما) از چیزهایی که مد شده است پیروی می‌کنند ولی بعضی از فیزیک‌دانان و ریاضی - فیزیک‌دانان طراز اول دنیا - می‌گویند ایده‌های جدید برای تحول و نوآوری لازم است.

بعضی نظریه‌ها از جمله ابررسمان مسئله تعدد جهان‌ها را مطرح می‌کند؛ زیرا معادله‌هایی که این نظریه را مطرح می‌کنند، 10^{500} جواب دارند و چون نمی‌توانند یکی از آن‌ها را انتخاب کنند، می‌گویند هر کدام مربوط به یک جهان است

نمایشگاه فیزیک جذاب و زندگی

فریبا اوجی، رفیقہ سعادت،

دبیران فیزیک شهر اردبیل

درآمد



یادداشت

کلیدواژه‌ها: نمایشگاه فیزیک، آزمایش فیزیک، کاربرد

فیزیک

مقدمه

نمایشگاه «فیزیک جذاب و زندگی» با اهداف زیر برگزار شد.

۱. معرفی فیزیک به زبان ساده

۲. نگاه عمیق‌تر و دقیق‌تر به محیط پیرامون و شناخت بهتر

پدیده‌ها

۳. آشنایی با کاربردهای فیزیک در زندگی

۴. آشنایی با زیبایی‌ها و جذابیت‌های علم فیزیک

۵. ایجاد شوق و علاقه در دانش‌آموزان

۶. تغییر نگرش دانش‌آموزان به درس فیزیک

۷. ایجاد حس همکاری، هم‌فکری و مسئولیت‌پذیری در بین

دانش‌آموزان

۸. درگیر کردن عملی دانش‌آموزان با کارهای علمی

۹. بسترسازی برای این تجربه که می‌توان با ساده‌ترین وسایل،

جذاب‌ترین آزمایش‌های فیزیک را انجام داد.

نمایشگاه فیزیک جذاب و زندگی بعد از تجربه سه سال شرکت

در نمایشگاه دستاوردهای علمی دانش‌آموزان، دو سال ارائه مقاله

تحقیقی کاربردهای فیزیک - گازهای گلخانه‌ای - گرمایش زمین

که رتبه کشوری به‌دست آوردند و همچنین همایش دانش‌آموزی

«فیزیک، زندگی، تجربه» در بهار سال ۸۹، به‌عنوان حاصل

برنامه‌ریزی و کار گروهی ۷۶ دانش‌آموز به سرانجام رسید.

مراسم افتتاحیه روز ۳۱ فروردین‌ماه سال ۹۱ در محل

سالن اجتماعات دبیرستان شاهد ناحیه ۱ برگزار شد و طی آن

دانش‌آموزان مقاله‌های آفرینش جهان، سیاهچاله، پدیده‌های

جالب از دنیای فیزیک را ارائه کردند.

غرفه‌های نمایشگاه

۱. آزمایشگاه دانش‌آموزی فیزیک

وقتی به آزمایشگاه فکر می‌کنیم، معمولاً اتاق خاصی را در نظر

در «سخنی با شاگردان» در کتاب فیزیک مفهومی اثر
پل جی، هیوئیت آمده است: «هیچ می‌دانید که نمی‌توانید
از بازی، چه توپ بازی، چه بازی رایانه‌ای یا صرفاً بازی‌های
جمعی، لذت ببرید؛ مگر آنکه قاعده‌های آن بازی را بدانید.
به‌همین ترتیب، بدون شناختن قواعد طبیعت نمی‌توانید قدر
محیط پیرامون خود را بدانید. وقتی از فیزیک لذت خواهید
برد که آن را فهمیده باشید.»

چکیده

برای یادگیری فیزیک باید پدیده‌های جهان پیرامون را
مشاهده و با درک قوانین حاکم بر آن‌ها، قواعد طبیعت را
شناسایی کرد. در این صورت است که از فیزیک لذت خواهیم
برد. به‌خصوص اگر بین فیزیک و کاربردهای آن در زندگی
ارتباط برقرار شود، زمینه بیشتری برای ضرورت و اهمیت
مطالعه آن فراهم می‌آید.

کسانی که با آموزش فیزیک سروکار دارند با مشکلات
تدریس این درس آشنا هستند. از جمله:

۱. دانش‌آموزان به‌دلیل روشن نبودن ارتباط مفاهیمی که
در کتاب فیزیک آمده است با زندگی روزمره و...، به درس
فیزیک علاقه ندارند؛

۲. دانش‌آموزان با شاخه‌های مختلف فیزیک آشنایی
ندارند و از آینده شغلی خود بی‌اطلاع هستند؛

۳. به‌علت کمبود وقت یا امکانات آزمایشگاهی
دانش‌آموزان عملاً درگیر کارهای عملی نمی‌شوند؛

و

قدر مسلم آن است که مشکلات حل‌شدنی است. پس باید
از منابع و امکانات موجود به‌طور صحیح استفاده کرد و برای
مشکلات راه‌حل‌های مناسب یافت. یکی از راه‌های علاقه‌مند
کردن شاگردان به یادگیری بهتر فیزیک، برگزاری نمایشگاه از
مفاهیم و آزمایش‌ها و کاربردهای فیزیک است.

۶. غرفه آشنایی با شاخه‌های مختلف فیزیک و فیزیک پزشکی

تعدادی از شاگردان رشته تجربی مسئول کارهای این غرفه بودند. در این غرفه سعی می‌شد که دانش‌آموزان با شاخه‌های مختلف فیزیک و فیزیک پزشکی آشنا شوند. همچنین ماکت‌هایی از ابزارها و دستگاه‌هایی که در پزشکی کاربرد دارد و با استفاده از دانش و فناوری علم فیزیک ساخته شده است، تهیه شده بود و در معرض دید بازدیدکنندگان قرار می‌گرفت. از جمله دستگاه MRI و میکروسکوپ.

۷. غرفه زمین و انرژی

منابع انرژی زمین مثل انرژی زمین گرمایی، انرژی باد، آب و سدهای آبی ایران در این غرفه معرفی می‌شدند. همچنین بازدیدکنندگان آزمایش‌های مربوط به تغییر و حرکت جو زمین، گسل‌ها و... را مشاهده می‌کردند و با گرمایش زمین و آثار آن آشنا می‌شدند.

۸. غرفه نجوم

دو کلاس تجربی و ریاضی هر کدام برای نجوم غرفه جداگانه‌ای طراحی کرده بودند و هر غرفه به روش‌های مختلف نجوم را به زبان ساده به بازدیدکنندگان معرفی می‌کردند. مثلاً کلاس تجربی آسمان شب و منظومه شمسی را طراحی کرده بود و کلاس سوم ریاضی یکی از صورت‌های فلکی را معرفی می‌کرد. انواع کتاب‌ها و مجله‌های نجوم و عکس‌های جالب مربوط به این حوزه در این غرفه به نمایش گذاشته شده بود.

۹. غرفه سی‌دی‌های مستند علمی آموزشی

حدود ۵۰ سی‌دی آموزش علمی دوبله شده در این غرفه در معرض دید علاقه‌مندان قرار گرفته بود. بازدیدکنندگان می‌توانستند سی‌دی مرتبط با موضوع مورد علاقه خود را خریداری کنند. مدت برگزاری نمایشگاه ۱۵ روز بود.

مدارس بازدیدکننده

تمامی دبیرستان‌های دخترانه ناحیه یک اردبیل و دبیرستان‌های مناطق نمین، نیر و خلخال از این نمایشگاه بازدید کردند.

در پایان از زحمات معاونت آموزش و نوآوری اداره کل آموزش و پرورش استان اردبیل، مدیریت محترم اداره آموزش و پرورش ناحیه یک اردبیل و کارشناس امور شاهد اداره کل و ناحیه یک، معاون آموزش و نوآوری ناحیه یک اردبیل، کارشناسان آموزش متوسطه ناحیه یک اردبیل، مدیریت سابق دبیرستان شاهد، مدیریت محترم دبیرستان دخترانه شاهد ناحیه ۱ و کلیه عزیزان و دانش‌آموزانی که ما را در برگزاری این نمایشگاه یاری کردند، سپاسگزاری می‌شود.

می‌آوریم که پر از لوازم و ابزارهای علمی است، آزمایش‌ها در آن انجام می‌گیرد و شرایط انجام آزمایش‌ها و عوامل مؤثر بر آن‌ها باید کاملاً تحت کنترل باشد، اما آزمایش‌های ساده را می‌توان در هر جا انجام داد. برای این منظور می‌توان از اشیای معمولی و دورریختنی وسایل آزمایشگاهی ساده‌ای ساخت؛ مثلاً برای ساختن قیف کافی است قسمت بالایی یک بطری پلاستیکی را برش دهیم یا گیره چوبی رخت که محکم به دسته‌ای چوبی بسته شده باشد، وسیله خوبی برای نگه داشتن لوله آزمایش داغ است و مواردی از این قبیل. گروهی از دانش‌آموزان با این پیش‌زمینه فکری سعی کردند با وسایل و امکانات موجود یک آزمایشگاه دانش‌آموزی ایجاد کنند که در آن خودشان وسایل آزمایشگاهی را ساخته باشند. وسایلی مثل: مدار قانون اهم، دستگاه انبساط طولی، مدل پتانسیل گرانشی، مدل تبدیل انرژی جنبشی به الکتریکی و برعکس، مدل نمایش‌دهنده تشکیل شب و روز و کسوف و خسوف، و وسیله مربوط به آزمایش نیروی وارد بر سیم حامل جریان.

۲. غرفه آزمایش‌های فیزیک

در این غرفه، دانش‌آموزان آزمایش‌های ساده فیزیک را برای بازدیدکنندگان انجام می‌دادند. از جمله:

آزمایش مربوط به سلول خورشیدی و رادیومتر
آزمایش مربوط به میدان مغناطیسی حاصل از جریان الکتریکی
آزمایش‌های مربوط به میدان الکتریکی و واندوگراف و...

۳. غرفه آشنایی با دستگاه‌های الکترونیکی ساده

در این غرفه برای آشناکردن دانش‌آموزان با کاربرد فیزیک، چند وسیله ساده الکترونیکی مثل رقص نور، دزدگیر و حسگر فروسرخ معرفی می‌شد.

۴. غرفه آشنایی با دانشمندان فیزیک

حدود ۱۲ نفر از دانش‌آموزان مسئول کارهای این غرفه بودند. در این غرفه ماکت‌های کوچکی از دانشمندان را که ساخته خود دانش‌آموزان بود، به نمایش گذاشته شده بود. زندگی‌نامه و کارهای علمی تعدادی از این دانشمندان نیز معرفی شده بود. از جمله ژول، نیوتون، گالیله، دکتر حسابی، شماری از دانشمندان قدیمی و همچنین دانشمندان هسته‌ای ایران که شهید شده‌اند.

۵. غرفه‌ای جالب توجه از دنیای فیزیک

در این غرفه چند پدیده با تصاویر و آزمایش‌های جالب به بازدیدکنندگان معرفی می‌شدند.

۱. اساس کار فواره هرون
۲. به جوش آمدن آب در دمای معمولی
۳. رسانا بودن جیوه و روشن کردن لامپ توسط جیوه
۴. چرخش سطل پر از آب، بدون آنکه آبی بیرون بریزد.
۵. خطای دید و...

منحنی کوتاه‌ترین زمان

حسن اتحاد مهرآباد،

سرگروه فیزیک منطقهٔ عجب‌شیر

مرضیه روانبخش،

دبیر ریاضی منطقهٔ عجب‌شیر

چکیده

منحنی کوتاه‌ترین زمان، یک مسئلهٔ تاریخی و قدیمی است که در آن دیده می‌شود: همیشه کوتاه‌ترین و بهترین راه، برای رسیدن از مبدأ به مقصد، خط مستقیم نیست. اگر بخواهیم مهره‌ای را روی مسیری رها کنیم تا تحت تأثیر نیروی گرانشی خود در کمترین زمان ممکن از مبدأ به مقصد برسد، مسیر مستقیم مسیر مربوط به کوتاه‌ترین زمان نیست. در صورتی که زمان سقوط مهره را محاسبه کنیم با پیدا کردن کمترین مقدار آن به یک منحنی به نام چرخ زاد (Cycloid) می‌رسیم.

چرخ‌زاد منحنی‌ای است که یک نقطه روی یک چرخ دایره‌ای به شعاع r هنگام حرکت رسم می‌کند. بنابراین، اگر مهره‌ای تحت تأثیر نیروی گرانشی خود روی یک مسیر بدون اصطکاک بلغزد تا به پایین برسد، مسیری که کوتاه‌ترین زمان را ایجاد می‌کند چرخ‌زاد است.

یک ویژگی جالب چرخ‌زاد این است که اگر مهره‌ای را از هر نقطه دلخواه دیگر روی منحنی رها کنیم، زمان رسیدن آن به نقطهٔ مقصد در انتهای مسیر تغییری نمی‌کند! پس منحنی کوتاه‌ترین زمان یک منحنی هم‌زمان نیز هست.

کلیدواژه‌ها: منحنی کوتاه‌ترین زمان، منحنی هم‌زمان،

چرخ‌زاد، برنولی، آونگ هویگنس

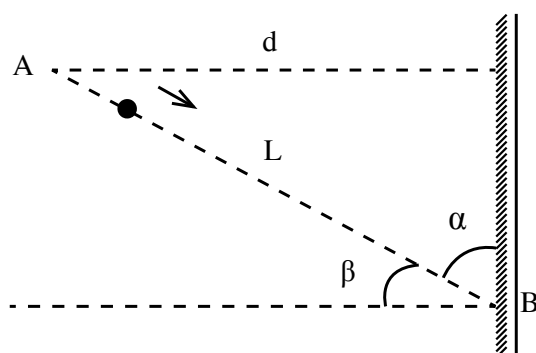
۱. مقدمه

در قرن هفدهم میلادی، برنولی مسئله‌ای را مطرح کرد و دانشمندان هم عصر خود را با این مسئله به چالش کشاند. مسئلهٔ برنولی این بود:

«دو نقطه A و B در صفحهٔ قائم وجود دارند. این دو نقطه را به وسیله چه منحنی‌ای به هم وصل کنیم، تا اگر جسمی صرفاً بر اثر نیروی وزن خود روی این منحنی حرکت کند، در کمترین زمان از A به B برسد.» (شیرزاد، ۱۳۸۸)

برنولی منحنی‌ای با این ویژگی را **منحنی کوتاه‌ترین زمان** نامید. البته حدود ۵۰ سال پیش از برنولی، گالیله در کتاب «گفتارهایی دربارهٔ دو علم جدید» آن را مطرح کرده بود.

مسئلهٔ گالیله به این شکل طرح شده بود که «اگر گلوله‌ای روی یک خط راست در صفحهٔ قائم از نقطهٔ A به نقطهٔ B حرکت کند، زاویهٔ بین خطی که گلوله روی آن حرکت می‌کند با راستای قائم چقدر باشد تا انتقال گلوله بین این دو نقطه در کمترین زمان صورت پذیرد؟»



▲ شکل ۱: مسئلهٔ گالیله - زاویهٔ مرتبط با حداقل زمان برای حرکت گلوله از A تا B (منبع ۱)

فرض می‌کنیم زاویهٔ بین AB با راستای قائم و راستای افق به ترتیب α و β است. در این صورت:

$$l = \frac{d}{\sin \alpha}$$

و شتاب حرکت و جابه‌جایی روی سطح شیب‌دار به ترتیب برابر است با:

$$a = g \sin \alpha = g \cos \alpha$$

$$l = \frac{1}{2} a t^2$$

$$t = \sqrt{\frac{2l}{a}} = \sqrt{\frac{2d / \sin \alpha}{g \cos \alpha}} = \sqrt{\frac{2d}{g \sin 2\alpha}}$$

پس از دوران چرخ به اندازه θ مختصات نقطه E به صورت زیر است:

$$x = AF = AB - FB = r\theta - r \sin \theta = r(\theta - \sin \theta)$$

$$y = EF = BC - CD = r\theta - r \cos \theta = r(1 - \cos \theta)$$

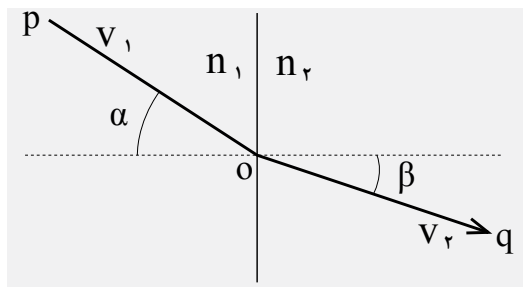
پس معادله مسیر چرخ زاد به صورت زیر است: (همان)

$$x = r(\theta - \sin \theta)$$

$$y = r(1 - \cos \theta)$$

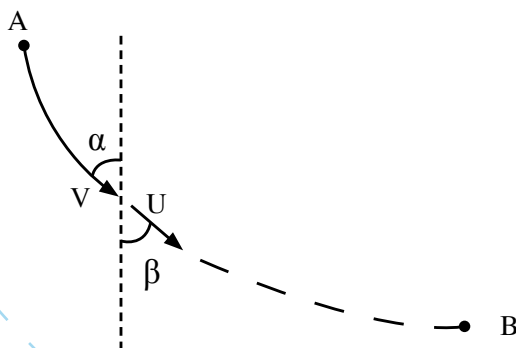
۳. منحنی کوتاه ترین زمان

اصل فرما بیان می کند مسیری که پرتو نور بین دو نقطه طی می کند، مسیری است که نور آن را در کوتاه ترین زمان می پیماید. اصل فرما به قانون اسنل - دکارت می انجامد: هنگامی که سینوس زاویه ها در دو محیط با سرعت انتشار نور متناسب باشد، زمان رسیدن از P به Q کمینه می شود. (شکل ۵)



▲ شکل ۵: مسیر نور در دو محیط متفاوت (منبع ۳)

برنولی با بهره گیری از اصل فرما که نور فاصله بین دو نقطه را در کمترین زمان طی می کند، فاصله بین نقاط A و B را با پاره خط های کوچکی به همدیگر وصل و زاویه بین هر پاره خط را با راستای قائم حساب کرد.



▲ شکل ۶: منحنی کوتاه ترین زمان (منبع ۳)

در صورتی که بخواهیم زمان انتقال حداقل مقدار باشد، باید:

$$\alpha = 45^\circ \Rightarrow \sin 2\alpha = 1$$

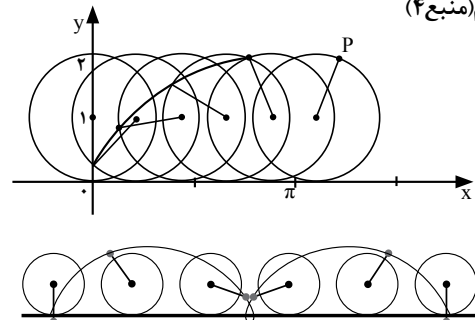
بنابراین کمترین زمان مربوط به خطی است که با راستای قائم زاویه ۴۵ درجه درست می کند. (Mallik, ۲۰۰۸: ۵۶۱-۵۸۲)

۲. چرخ زاد

چرخ یک دو چرخه را در نظر بگیرید که روی آن نقطه مشخصی علامت گذاری شده است. اگر این چرخ روی یک سطح افقی، بدون لغزش بغلند، نقطه مشخص شده مسیر منحنی شکلی را طی می کند که به این منحنی چرخ زاد گویند.



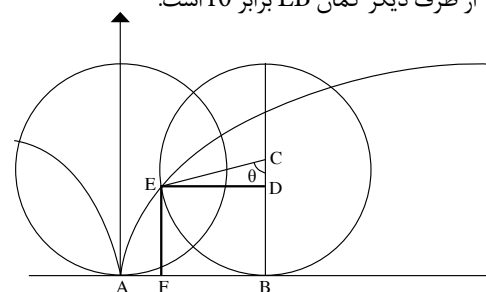
▲ شکل ۲: نحوه ایجاد یک منحنی چرخ زاد با چرخ دوار در صفحه قائم (منبع ۴)



▲ شکل ۳: منحنی چرخ زاد حاصل از مکان هندسی نقاطی که یک نقطه از چرخ در حال غلتش طی می کند. (منبع ۳)

در صورتی که چرخ لغزش نداشته باشد، مطابق (شکل ۴) با غلتیدن آن، نقطه A به نقطه E می رسد و کمان EB با پاره خط AB برابر می شود.

از طرف دیگر کمان EB برابر $r\theta$ است.

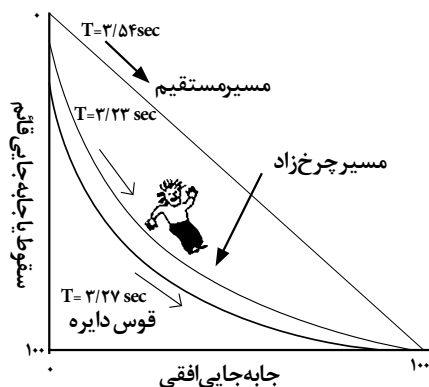


▲ شکل ۴: غلتش چرخ و جابه جایی نقاط روی چرخ

$$= h \left[1 - \cos t + \frac{\sin^2 t}{1 - \cos t} \right] = h \left[\frac{(1 - \cos t)^2 + \sin^2 t}{1 + \cos t} \right]$$

$$= h \left[\frac{2 - 2 \cos t}{1 + \cos t} \right] = 2h$$

مشاهده می‌گردد معادلهٔ چرخ‌زاد در معادلهٔ دیفرانسیل کوتاه‌ترین زمان صدق می‌کند، بنابراین:
منحنی کوتاه‌ترین زمان یک چرخ‌زاد است.



▲ شکل ۸: مقایسهٔ عددی زمان سقوط در سه مسیر قوس دایره، چرخ‌زاد و مستقیم (منبع ۷)



▲ شکل ۹: اگر هر سه گلوله را هم‌زمان از یک نقطه بالای سطح‌ها کنیم، گلوله‌ای که در مسیر چرخ‌زاد در حال حرکت است، جلوتر از دو گلولهٔ دیگر خواهد رفت. (منبع ۷)



▲ شکل ۱۰: نمایش و مقایسهٔ مسیر مستقیم، مسیر چرخ‌زاد و کمان

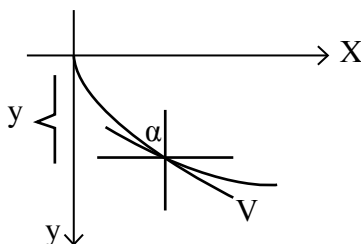
۴. منحنی هم‌زمان

هرگاه دو گلولهٔ A و B از دو نقطهٔ متفاوت روی سطح شیب‌دار بدون اصطکاکی هم‌زمان رها شوند (شکل ۱۱)، انتظار می‌رود گلوله‌ای که به پایین سطح نزدیک‌تر است، زودتر به انتهای مسیر برسد.

اگر سرعت گلوله در بخشی از مسیر برابر v و در بخش دیگر برابر u باشد، با تشبیه سرعت گلوله به سرعت نور طبق قوانین شکست نور:

$$\frac{V}{\sin \alpha} = \frac{u}{\sin \beta}$$

اگر پاره‌خط‌های بین دو نقطه خیلی کوچک باشند، با اتصال مجموعهٔ آن‌ها به همدیگر یک منحنی حاصل می‌شود.



▲ شکل ۷: مسیر حرکت و سرعت با راستای قائم زاویه a' درست می‌کند (منبع ۳)

اگر سرعت گلوله (که همواره بر مسیر حرکت عمود است)، با خط قائم زاویهٔ α بسازد، در این صورت نسبت $\frac{V}{\sin \alpha}$ مقداری ثابت است.

$$\frac{V}{\sin \alpha} = k$$

سرعت گلوله پس از سقوط از ارتفاع عمومی y برابر

$$V = \sqrt{2gy}$$

است، بنابراین:

$$\frac{\sqrt{y}}{\sin \alpha} = k \rightarrow y = k^2 \sin^2 \alpha$$

از طرفی شیب نمودار در هر نقطه به صورت زیر است:

$$\tan\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) = \cot \alpha \Rightarrow y' = \frac{dy}{dx} = \cot \alpha$$

$$\sin^2 \alpha = \frac{1}{1 + \cot^2 \alpha} = \frac{1}{1 + y'^2}$$

با ترکیب این رابطه با رابطهٔ $y = k^2 \sin^2 \alpha$ داریم:

$$y = \frac{k^2}{1 + y'^2}$$

فرض می‌کنیم $2h = k^2$ در این صورت:

$$2h = (y'^2 + 1)y$$

این معادله، معادلهٔ دیفرانسیل منحنی کوتاه‌ترین زمان است که یک چرخ‌زاد با دایرهٔ مولد به شعاع h در این معادله صدق می‌کند.

معادلهٔ یک چرخ‌زاد با شعاع مولد h به صورت زیر است: [۵]

$$x = h(t - \sin t)$$

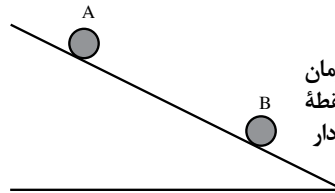
$$(1 - \cos t)y = h$$

برای کسب اطمینان از صحت معادله، می‌توان آن را در معادلهٔ دیفرانسیل $2h = (y'^2 + 1)y$ آزمود:

$$y' = \frac{dy}{dx} = \frac{dy}{dt} \times \frac{dt}{dx} = \frac{-\sin t}{1 - \cos t}$$

$$y(1 + y'^2) = h(1 - \cos t) \left[1 + \frac{\sin^2 t}{(1 - \cos t)^2} \right]$$

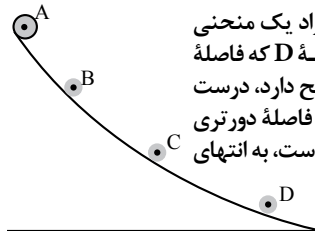
شکل ۱۱: مقایسه زمان انتقال دو گلوله از دو نقطه متفاوت روی سطح شیب دار



اما در مسیرهای چرخزادی چنین نیست. گلوله را از هر نقطه روی منحنی چرخزاد رها کنیم تا صرفاً بر اثر نیروی وزن خود سقوط کند، زمان رسیدن به انتهای مسیر در هیچ یک از حالت‌ها تغییری نمی‌کند.

مثلاً در شکل ۱۲ گلوله را از هر کدام از نقاط A و B و C و D رها کنیم تا در صفحه قائم روی مسیر چرخزادی بدون اصطکاک به پایین سطح برسد، همه آن‌ها مستقل از نقطه شروع حرکت، زمان یکسانی را برای رسیدن به انتهای مسیر طی می‌کنند. به همین علت به منحنی چرخزاد، منحنی هم‌زمان هم گفته می‌شود.

شکل ۱۲: منحنی چرخزاد یک منحنی هم‌زمان است؛ یعنی گلوله D که فاصله خیلی کمی از انتهای سطح دارد، درست هم‌زمان با گلوله A که در فاصله دورتری نسبت به پایین سطح واقع است، به انتهای مسیر می‌رسد. (منبع ۲)



در سال ۱۶۵۹ م. هویگنس ثابت کرد زمان سقوط گلوله از هر یک از این نقطه‌ها و رسیدن آن به پایین سطح به موقعیت نقاط و دوری یا نزدیکی آن‌ها به پایین سطح بستگی ندارد و این مدت زمان از رابطه $t = \pi \sqrt{\frac{r}{g}}$ به دست می‌آید که در آن r شعاع دایره مولد چرخزاد است.



شکل ۱۳: اگر هر دو گلوله را هم‌زمان از مسیر چرخزادی رها کنیم، هر دو هم‌زمان به انتهای مسیر می‌رسند. (منبع ۷)

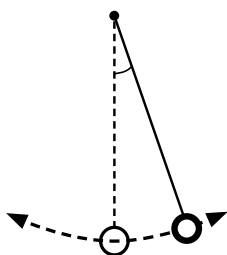
۵. آونگ هویگنس

اگر زاویه انحراف آونگ از حالت تعادل از ۶ درجه بیشتر باشد، دوره تناوب آونگ به دامنه نوسان آن وابسته است. اگر بر اثر عوامل از دامنه نوسان آونگ کاسته شود، با توجه به رابطه $\omega = \sqrt{\omega^2 + \gamma^2}$ زمان تناوب آونگ (که در آن $\gamma = \frac{b}{2m}$ ضریب

میرایی نوسان است) اندکی افزایش می‌یابد. (کیث ر، ۱۳۷۳) اما اگر آونگی درست کرده باشیم که در آن، زمان تناوب نوسان مستقل از طول مسیر نوسان باشد، در این صورت با کاهش دامنه تغییری در زمان تناوب نخواهد داشت.

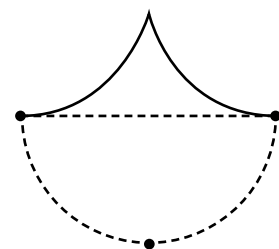
در ساعت‌های قدیمی که براساس نوسان آونگ‌ها کار می‌کردند، چون آونگ‌ها حین نوسان روی یک قوس دایره حرکت رفت و برگشت داشتند، با تغییر دامنه (به علت میرایی نوسان) دوره تناوب آن‌ها تغییر می‌کرد و زمان صحیح را نشان نمی‌دادند.

شکل ۱۴: آونگ هنگام نوسان روی یک قوس دایره‌ای حرکت رفت و برگشت انجام می‌دهد



هویگنس پیشنهاد کرد اگر گلوله آونگ به جای نوسان روی قوس دایره در یک مسیر منطبق بر منحنی هم‌زمان نوسان کند، زمان تناوب آن ثابت می‌ماند و ساعت زمان را عقب یا جلوتر از حالت واقعی نشان نمی‌دهد.

شکل ۱۵: آونگ هویگنس با طول متغیر که در مسیر چرخزادی نوسان می‌کند. (منبع ۶)



اگر آونگ طوری طراحی شود که بازویی با طول متغیر به گلوله آن متصل گردد تا در حین نوسان طول آن تغییر کند و مسیر حرکت گلوله را از قوس دایره به منحنی چرخزادی تغییر دهد، مشکل تغییر زمان تناوب حل خواهد شد.

۴. نتیجه‌گیری

چرخزاد/ چرخ‌نما منحنی‌ای است که یک نقطه روی یک چرخ‌دایره‌ای به شعاع r هنگام حرکت رسم می‌کند. چرخزادها ویژگی‌های بسیار مهمی دارند که از آن‌ها در صنعت و معماری استفاده‌های زیادی می‌شود. دو ویژگی مهم آن‌ها کوتاه‌ترین زمان و هم‌زمان بودن آن‌ها برای سقوط یک مهره است؛ بدین ترتیب که اگر مهره‌ای تحت تأثیر نیروی گرانشی روی یک مسیر بدون اصطکاک بلغزد تا به پایین برسد، مسیری که کوتاه‌ترین زمان را ایجاد می‌کند چرخزادی است. و همین‌طور اگر مهره را از هر نقطه دلخواه روی منحنی رها کنیم، زمان رسیدن آن به نقطه مقصد و انتهای مسیر تغییری نمی‌کند! به عبارت دیگر، مسیر چرخزادی هم منحنی کوتاه‌ترین زمان است هم منحنی هم‌زمان.

منابع

۱. شیرزاد، مهدی؛ تاریخ یک منحنی، رشد جوان، تهران، ۱۳۸۸.
۲. کیث ر؛ سایمون، مکانیک، مترجم: اعظم نیرومند راد، غلامحسین همدانی، چاپ سوم، تهران مؤسسه علمی دانشگاه صنعتی شریف، ۱۳۷۳.
3. Mallik; AK., *Optimization Problem in Elementary Geometrys*, Resonance, June, (2008), 561-582.
4. www.scitechantiques.com/
5. www.cycloidhtml.en.wikipedia.org/wiki/Tautochrone_curve
6. www.history.mcs.st-and.ac.uk/Hist_Topics
7. www.scitechantiques.com

درجهان کوانتومے چیزهای عجیبے رخ مے دهد

درهم تنید گے کوانتومے، نگینے برپیشانے مکانیک کوانتومے

محمد انصاری

کارشناس ارشد فیزیک اتمی مولکولی، دبیر فیزیک استان فارس

چکیده

زیرا درهم تنیدگی کوانتومی نقش انکارناپذیری در فرایندهای اطلاعات کوانتومی دارد و این نقش با گذشت زمان پررنگ تر شده است که از آن جمله می توان به محاسبات کوانتومی، کدگذاری فشرده، اجرای الگوریتم ها، انتقال از راه دور و غیره اشاره کرد.

درهم تنیدگی کوانتومی وقتی رخ می دهد که ذرات فوتون، الکترون، مولکول یا ذرات بزرگتری مانند فولرن با هم برهم کنش کنند و سپس از هم جدا شوند. این نوع برهم کنش به گونه ای است که هر یک از دو ذره موجود در یک زوج با توصیف کوانتوم مکانیکی یکسان (موسوم به حالت) توصیف می شوند که برحسب عوامل مهمی چون مکان، تکانه، اسپین، قطبش و غیره نامعین است.

طبق تفسیر کپنهاکی مکانیک کوانتومی، حالت مشترک تا زمانی که اندازه گیری روی آن صورت نگرفته، نامعین است. درهم تنیدگی نوعی برهم کنش کوانتومی است. اندازه گیری باعث می شود که یک عضو از این زوج مقداری معین به خود بگیرد. عضو دیگر زوج هم در هر زمان پس از آن مقدار همبسته معینی را اختیار خواهد کرد.

دستگاه های کوانتومی می توانند در برهم کنش های مختلف درهم تنیده شوند. اگر این کار صورت گیرد، یک جسم را نمی توان بدون در نظر گرفتن جسم (یا اجسام) دیگر کاملاً توصیف کرد. آن ها در حالت برهم کنش کوانتومی هستند و تا انجام اندازه گیری روی آن ها در یک حالت کوانتومی باقی می مانند.

یک مورد درهم تنیدگی وقتی صورت می گیرد که ذرات زیراتمی به سایر ذرات واپاشیده شوند. این رویدادهای واپاشی از قانون های پایستگی مختلفی پیروی می کنند و در نتیجه ذرات تولید شده فقط در حالت های کوانتومی خاصی تشکیل می شوند. به عنوان مثال، یک زوج از این ذرات فقط می توانند در

بی شک مکانیک کوانتومی در پیشبرد اهداف بشر امروز نقش بی بدیلی را به خود اختصاص داده است. در میان پدیده های بسیار مهم و متعددی که این شاخه از علم فیزیک به دنیای علم معرفی کرده است، پدیده درهم تنیدگی کوانتومی جایگاه بسیار مهمی دارد. این پدیده به همبستگی بین دستگاه های کلاسیک و کوانتومی برمی گردد و به واسطه کاربردهای بسیار زیاد آن در زندگی کنونی بشر به موضع مهمی برای مطالعه علاقه مندان به علم فیزیک تبدیل شده است. در این مقاله به معرفی این موضوع جالب و مهم فیزیکی و برخی از کاربردها و تأثیر آن در پیشرفت زندگی بشر کنونی می پردازیم.

کلیدواژه ها: درهم تنیدگی کوانتومی، برهم کنش کوانتومی، قضیه بل، پادهمبسته

این روزها مکانیک کوانتومی نقش مؤثری در معرفی هرچه بیشتر قدرت فیزیک دارد و می توان گفت مکانیک کوانتومی چون نگینی بر پیکره علم فیزیک خودنمایی می کند که یکی از نمادهای خاص آن، پدیده درهم تنیدگی^۱ است.

این پدیده را که تقریباً هیچ مشابهی در فیزیک کلاسیک ندارد، اولین بار اینشتین، پودولسکی و روزن در مقاله معروف EPR^۲ در سال ۱۹۵۳ معرفی کردند و توضیح مفاهیم متفاوت بین فیزیک کلاسیک و فیزیک کوانتومی را مبنای کار قرار دادند. به واقع، می توان گفت اینشتین و کسانی که به آیین علمی وی معتقد بودند، وجود پدیده ای چون درهم تنیدگی را از جمله ایرادهای وارد بر مکانیک کوانتومی می دانستند.

در سال های اخیر مبحث درهم تنیدگی مورد توجه قرار گرفته است و این بیش از همه به کاربرد این موضوع برمی گردد؛

حالت اسپین، یکی سر بالا و دیگری سر پایین باشند. این زوج درهم تنیده را که در آن ذرات دارای اسپین های مخالف هستند، مورد یاد همبسته می نامند، و اگر احتمال اندازه گیری هر نوع اسپین برابر باشد، می گویند زوج در حالت تک تاییه است.

اگر دو نفر در آزمایش های فرضی اسپین یک زوج درهم تنیده را اندازه بگیرند و یکی از آن ها اسپین ذره اش را اندازه بگیرد، نتیجه اندازه گیری کاملاً غیر قابل پیش بینی است، احتمال سر بالا یا سر پایین بودن اسپین هر یک ۵۰ درصد است، اما اگر نفر دیگر پس از آن اسپین ذره اش را اندازه بگیرد، نتیجه کاملاً قابل پیش بینی و مخالف اندازه گیری اول است.

با این همه، با درهم تنیدگی کوانتومی، اندازه گیری اسپین ذرات در جهت هایی غیر از سر بالا و سر پایین، با آنچه از نامساوی بل انتخاب شده است، همواره به نوعی همبستگی می انجامد که بسیار شدیدتر از مقدار قابل دستیابی در فیزیک کلاسیک است. در اینجا شبیه سازی کلاسیک آزمایش فرو می ریزد؛ زیرا در آن هیچ «جهتی» غیر از شیر یا خط اندازه گیری شده با سکه موجود نیست.

شاید فکر کنید که استفاده از تاس به جای سکه مسئله را حل کند، اما تفاوت اساسی اندازه گیری اسپین در جهت های مختلف آن است که این اندازه گیری ها نمی توانند هم زمان مقادیر متفاوت داشته باشند؛ زیرا ناسازگارند. این موضوع در فیزیک کلاسیک بی معنی است؛ چون در آن هر تعداد از ویژگی ها را می توان هم زمان با دقت دلخواه اندازه گرفت.

قضیه بل* ایجاب می کند و به صورت ریاضی ثابت شده است که اندازه گیری های سازگار نمی توانند همبستگی بل گونه از خود نشان دهند و در نتیجه درهم تنیدگی اصولاً پدیده ای غیر کلاسیک است.

درهم تنیدگی در واقع به همبستگی بین دستگاه های متفاوت و تفاوت های اساسی بین دستگاه های کلاسیک و کوانتومی برمی گردد. به طور کلی، می توان گفت دستگاه های کوانتومی توانایی هایی دارند که دستگاه های کلاسیک فاقد آن ها هستند؛ از جمله این ویژگی ها حالت های درهم تنیده اند که نمی توان آن ها را به صورت حاصل ضرب حالت هایی از زیر دستگاه ها نوشت.

موضوع درهم تنیدگی مدت های زیادی به عنوان یک بحث شگفت انگیز و نادر مطرح بود. این موضوع از علم اطلاعات کوانتومی شروع شد و به عنوان یک موضوع نو پا به عرصه علم گذاشت. هدف از علم اطلاعات کوانتومی در واقع استخراج ترکیباتی از مکانیک کوانتومی است که با فیزیک کلاسیک متفاوت است.

اینشتین و همکارانش بر این باور بودند که با استفاده از متغیر پنهان^۲ می توان نظریه کاملی بدون تأثیرهای ناجایگزیدی^۴

به وجود آورد. با این توصیف، عده ای در راه بسط و توسعه متغیر پنهان گام برداشتند. در سال ۱۹۶۴، جان بل بیان کرد که نظریاتی که براساس اصل موضعیت اینشتین هستند و در نهایت تلاش ها برای بسط متغیر پنهان راه به جایی نمی برد؛ چرا که مواضع EPR درباره موضعیت با پیش بینی های مکانیک کوانتومی سازگاری ندارد (نظریاتی که براساس اصل موضعیت هستند، بین مشاهده پذیرهای آزمایش های همبستگی اسپین، رابطه نامساوی آزمون پذیری را پیش بینی می کنند که این موضوع با پیش بینی های مکانیک کوانتومی در تضاد است). جان بل نشان داد که وجود مدلی مبتنی بر متغیر پنهان برقراری یک نامساوی را می طلبد و این همان نامساوی بل است. بنابراین، پرواضح است که درهم تنیدگی به عنوان یکی از جذاب ترین و جالب ترین وجهه های غیر کلاسیک مکانیک که پایه نظریه اطلاعات کوانتومی را تشکیل می دهد، مطرح است و با توجه به نقشی که این پدیده در علم اطلاعات کوانتومی ایفا می کند، جایگاه مهمی در مطالعات کوانتومی یافته است.

مسئله دیگری که در نظریه اطلاعات کوانتومی مطرح است، تعیین مقدار کمی درهم تنیدگی یک حالت درهم تنیده است. در واقع، درهم تنیدگی کوانتومی همانند پتانسیل در فرایندهای کوانتومی عمل می کند. بنابراین، بایستی مانند هر پتانسیلی مقدار کمی برای آن تعریف نمود. هر تابعی که مقدار کمی درهم تنیدگی کوانتومی را مشخص کند، معیار درهم تنیدگی^۵ نامیده می شود. از جمله مهم ترین این سنجها می توان به آنتروپی وان نویمان ماتریس چگالی فروکاسته، نگاتیویته، درهم تنیدگی تشکیل و... اشاره کرد. چشمه های تولید دستگاه های درهم تنیده کاربردهای مفیدی در فرایندهای اطلاعات کوانتومی مانند محاسبات کوانتومی دارند. برای مثال، محاسبات کوانتومی این امکان را فراهم می سازد که رایانه هایی بسازیم که بسیار توانمندتر از رایانه های کلاسیک هستند و این یکی از تحولاتی است که محصول پدیده درهم تنیدگی کوانتومی در زندگی بشر امروز است. سال ها بود که بشر نیاز به کدگذاری اطلاعات را یکی از نیازهای اساسی خود می دید؛ چراکه این موضوع در مسائل نظامی، تجاری و سایر صنایع بیش از پیش خودنمایی می کرد. کدگذاری در واقع نوعی به رمز درآوردن اطلاعات است که به کمک بیت های کوانتومی انجام می گیرد. به عنوان مثال، رمزدار کردن اطلاعات کارت های اعتباری و سایر مسائل تجاری را در نظر بگیرید که تا چه اندازه در زندگی بشر ایجاد تحول نموده است. همین کاربردهای بسیار مهم درهم تنیدگی کوانتومی باعث شده است که امروزه علاقه مندان زیادی به مطالعه در این زمینه روی آورند. بنابراین، اگر از پدیده درهم تنیدگی کوانتومی به واسطه نقش انکارناپذیر آن در متحول ساختن زندگی بشر به عنوان نگینی بر پیشانی مکانیک کوانتومی نام ببریم، بدون شک سخنی به گزاف نگفته ایم.

پی نوشت

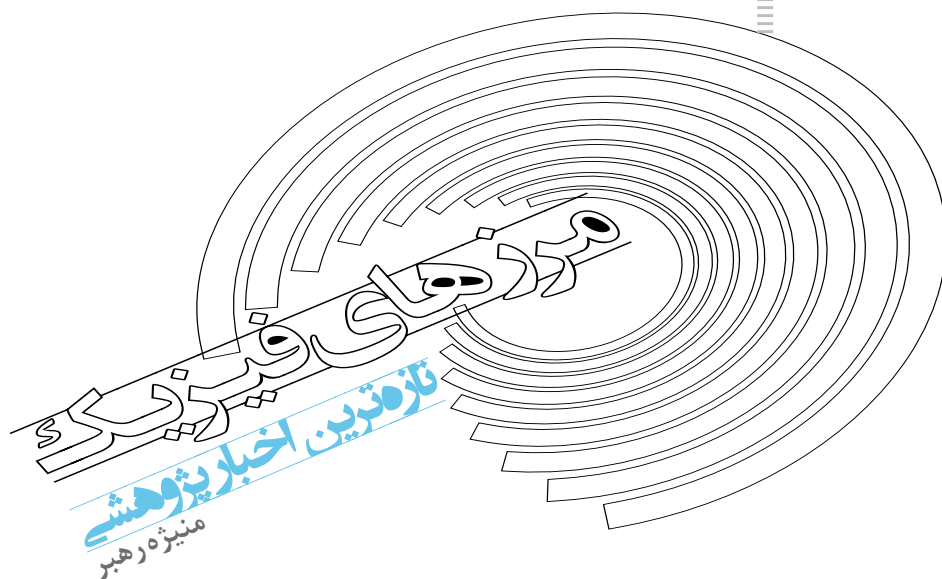
1. Entanglement
2. Einstein-Podolsky-Rosen
3. Hidden variable
4. Non- locality
5. Entanglement Measure

* قضیه بل بیان می کند که: هیچ نظریه فیزیکی مربوط به متغیرهای پنهان هرگز نمی تواند تمام پیش بینی های مکانیک کوانتومی را بازتولید کند.

منابع

1. A. Einstein, B. Podolsky and N. Rosen, Phys. Rev 47, (1935)777.
2. A. Al- Qasimi, How does entanglement decay in different two- qubit systems?, Department of Physics, University of Toronto (2004)1.
3. G. Benenti, G. Casati, G. Strini, Principle of Quantum Computation and Information ((World Scientific: Singapore (2005)).
4. C. Moura Alves, Detection of quantum entanglement in physical systems, university of oxford (2005)5.
5. C. C. Gerry and P. L. King, Introductory Quantum Optics, Cambridge university press(2005).
6. A. Shields, key to the quantum industry, physics world (2007).
7. E. Tracy, Complementarity and entanglement in quantum information theory, university of New Mexico (2004) 23.
8. M. Avellino, Entanglement and Quantum Information Transfer in Arrays of Interacting, University of London (2009)9.





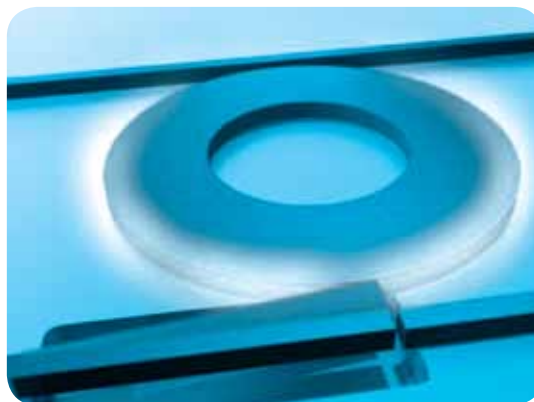
استفاده از نور در کنترل نور

مکانیکی با سرعت بسیار زیاد استفاده می‌کند. انتظار می‌رود که این تحول با بهره‌گیری از نور به جای جریان الکتریکی با عملکرد بهتر و مصرف انرژی کمتر به پیشرفت‌هایی در محاسبات و پردازش سیگنال بینجامد. نتایج این پژوهش در مجله آنلاین نیچر کامیونیکیشنز^۲ منتشر شده است.

مولی^۳، از پژوهشگران این طرح، می‌گوید: «این ابزار مانند رله‌های الکتروشمیایی است اما کاملاً با نور کار می‌کند». این طرح مبتنی بر کشف قبلی لی و همکارانش در سال ۲۰۰۸ است که طی آن دریافتند: «مجرای نور در مقیاس نانو را می‌توان جهت تولید توان اپتیکی به اندازه کافی قوی برای حرکت مکانیکی موج بره‌های اپتیکی (کانال اطلاعات حامل نور) به کار برد. پژوهشگران دریافته‌اند که در ابزار جدید، نیروی نور به اندازه‌ای قوی است که اثر اپتیکی به جای ساختار مکانیکی ابزار، ویژگی اپتیکی آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد. این اثر را تقویت می‌کنند تا سیگنال‌های نور رنگی اضافی در توان‌های بسیار بیشتر را کنترل کند.

لی می‌گوید: «این اولین بار است که این اثر اپتومکانیکی جدید برای تقویت سیگنال‌های اپتیکی بدون تبدیل آن‌ها به سیگنال الکتریکی به کار گرفته می‌شود». تارهای نوری شیشه‌ای حامل کانال‌های ارتباطی زیاد با

دانشمندان ابزار جدیدی اختراع کرده‌اند که می‌تواند سرعت دانه‌دانه اینترنت را زیاد کند. پژوهشگران دانشگاه مینه‌سوتا^۱، سوییچ مکانیکی نور روی تراشه سیلیسیمی در مقیاس میکرو را اختراع کرده‌اند.



(phys.org) - گروهی از دانشمندان و مهندسان دانشگاه مینه‌سوتا، ابزار اپتیکی بی‌نظیری اختراع کرده‌اند که می‌تواند سرعت دانه‌دانه اطلاعات بر خط (آنلاین) را زیاد و هزینه انتقال در اینترنت را کم کند. این وسیله از نیروی نور برای قطع و وصل یک سوییچ

استفاده از رنگ‌های مختلف به کانال‌های مختلف اختصاص دارند. در کابل‌های اپتیکی، این کانال‌های به رنگ مختلف با یکدیگر تداخل نمی‌کنند. این ویژگی غیرتداخلی امکان انتقال کارآمد اطلاعات بیشتر توسط یک تار نوری تا مسافت‌های طولانی را فراهم می‌سازد، اما به همراه این امتیاز، نقطه ضعفی هم دارد. وقتی مسئله محاسبه و پردازش سیگنال مطرح می‌شود، ابزارهای اپتیکی تاکنون نتوانسته‌اند این امکان را فراهم سازند که کانال‌های مختلف اطلاعاتی یکدیگر را کنترل کنند.

پژوهشگران می‌گویند ابزار جدید دارای دو مویبر اپتیکی‌اند که هر یک حامل یک سیگنال اپتیکی است. بین دو مویبر یک تشدیدکننده اپتیکی به شکل دونات در مقیاس میکرو (مانند یک مینی برخورد دهنده اپتیکی) قرار داده شده است. نور در این مشدد اپتیکی می‌تواند صدها بار بچرخد و شدتش افزایش یابد.

با استفاده از این اثر تشدید، سیگنال اپتیکی در مویبر

اول به شدت تقویت می‌شود و نیروی اپتیکی بسیار قوی در مویبر دوم تولید می‌کند. مویبر دوم از ماده نگه‌دارنده رها شده و مثل دیپازونی که به آن نیرو وارد شده باشد، دارای حرکت نوسانی می‌شود. حرکت مکانیکی مویبر انتقال سیگنال اپتیکی را تغییر می‌دهد. چون توان سیگنال اپتیکی دوم می‌تواند بارها بیشتر از سیگنال کنترل باشد، ابزار مثل یک رله مکانیکی سیگنال ورودی را تقویت می‌کند.

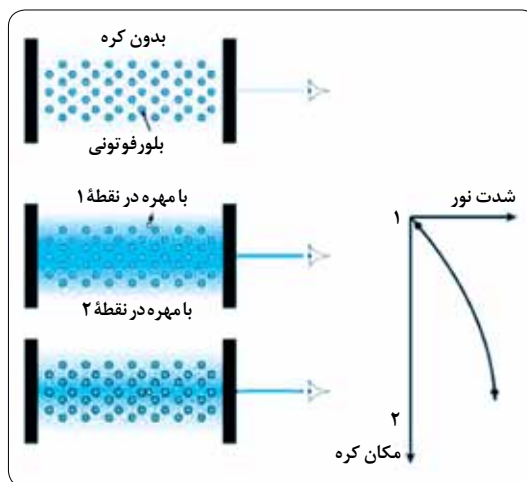
در حال حاضر، رله‌های اپتیکی با آهنگ یک میلیون بار در ثانیه کار می‌کنند. البته پژوهشگران انتظار دارند آن‌ها را تا چند میلیارد بار در ثانیه بهبود بخشند. حرکت مکانیکی ابزار فعلی آن قدر سریع است که می‌تواند ابزارهای با بسامد رادیویی را برای ارتباطات نوار پهن با تارهای اپتیکی مرتبط سازد.

برای کسب اطلاعات بیشتر به نشانی زیر مراجعه کنید.
 Multichannel Cavity optomechanics for all-optical
 amplification of radio frequency Signals, www.nature.
 com / n Comms/Journal/v3/nlofull/n Comms 2013.html

نگاهی به درون یک بلور فوتونی

چگونه می‌توان با استفاده از مهره برای تغییر رنگ تشدیدی برای نگاشت شدت نور در سراسر بلور فوتونی استفاده کرد. (phys.org) - در حالی که تلفن‌های هوشمند، تبلت‌ها و دیگر ابزارهای الکترونیکی کنونی داده‌ها را به صورت الکتریکی منتقل می‌کنند، شاید در آینده برای سریع‌تر و کوچک‌تر شدن بیشتر از رابط‌های اپتیکی استفاده کنند. بلورهای اپتیکی ابزارهای ایده‌آلی برای این کار هستند؛ زیرا می‌توانند نور را در مقیاس نانومتر هدایت و خم کنند. پژوهشگران تاکنون نتوانسته‌اند به درون بلورهای فوتونی نگاهی بیندازند و توزیع شدت نور را در آن‌ها مشاهده کنند. اکنون گروهی از پژوهشگران دانشگاه توئنته^۴ در هلند روش جدیدی را ابداع کرده‌اند که می‌تواند توزیع شدت نور در بلورهای فوتونی را اندازه بگیرد.

این بررسی، که در شماره اخیر اپتیکز اکسپرس^۵ منتشر شده است، می‌تواند شناخت جدیدی از بلورهای فوتونی به دست دهد و باعث کاربردهای جدیدی در این زمینه شود. به طوری که پژوهشگران می‌گویند، بلورهای فوتونی موادی با ساختار سه‌بعدی پیچیده‌اند که قادرند نور را آن‌گونه کنترل کنند که نیم رساناها الکترون را کنترل می‌کنند. بلورهای فوتونی ساختاری دوره‌ای با مقیاس طول از مرتبه طول موج نور دارند. یک مثال بلور فوتونی که در طبیعت



چگونگی اندازه‌گیری شدت نور در درون یک بلور فوتونی: (شکل بالا) بلور فوتونی، که با دایره‌های منظم نشان داده شده، بین دو آینه قرار گرفته است. فقط یک رنگ نور، آبی، تشدید می‌کند (شکل وسط). وقتی مهره‌ای در محل مشخصی از کاواک قرار گیرد و شدت نور کم باشد، تغییر رنگ مختصر به سبز صورت می‌گیرد. (شکل پایین) وقتی شدت نور در محل مهره زیاد باشد، تغییر رنگ بیشتری به قرمز صورت می‌گیرد. شکل طرف راست نشان می‌دهد که

آن، بررسی کردند که با وارد کردن یک مهره ۲mm آویزان از یک نخ نایلونی به داخل بلور، بسامد آن چگونه تغییر می‌کند. مهره امواج الکترومغناطیسی مجاور خود را پراکنده می‌سازد و بسامد بلور را متناسب با شدت نور در آن محل تغییر می‌دهد. با اندازه‌گیری تغییر بسامد هنگام حرکت مهره در مکان‌های مختلف، پژوهشگران موفق شدند شدت میدان الکترومغناطیسی را در سراسر بلور فوتونی رسم کنند.

برای مثال، در شکل بالا با قرار دادن مهره در داخل بلور، کاواک مانع از تشکیل نور آبی می‌شود و به پراکندگی آن می‌انجامد و رنگ نور تشدیدی در کاواک را تغییر می‌دهد. این امواج مجبورند راه غیرمستقیمی را به دور جسم پراکنده طی کنند. در نتیجه، رنگی که در آن نور به تشدید درمی‌آید، تغییر می‌کند، و می‌توان آن را اندازه گرفت. در شکل، این نور برحسب موقعیت مهره از سبز تا قرمز تغییر می‌کند. به حرکت درآوردن مهره، در سراسر کاواک و اندازه‌گیری تغییر رنگ حاصل، امکان نگاشت شدت نور در برابر بلور را فراهم می‌کند.

همچنین پژوهشگران توضیح دادند که میدان الکتریکی داخل بلور فوتونی شش مؤلفه دارد که هر یک از آن‌ها را می‌توان با انتخاب مهره‌ای با ماده، شکل و سمت‌گیری مناسب - به‌طوری که فقط یک مؤلفه در انتقال بسامد سهیم باشد - جداگانه اندازه‌گیری کرد.

پژوهشگران می‌خواهند در آینده آزمایش‌های دیگری چون قرار دادن مهره روی یک نانو لوله کربنی به‌عنوان نخ ترتیب دهند. یک میکروسکوپ نیروی اتمی می‌تواند مکان نانو لوله و تفکیک فضایی میدان در درون بلور را کنترل کند. سرانجام، توانایی نگاشت در درون بلور فوتونی ابزار توانمندی برای استفاده از این وسیله در کاربردهای آتی است.

برای کسب اطلاعات بیشتر به منبع زیر مراجعه کنید.

T.Denis/B.Reijnders, J.H.H.Lee.P.J.M van der slot, W.L.Vos and K.J.Boller.
"Mapping individual electromagnetic field components inside a Photonic Crystal"
Optics Express, vol 20, Issue20 PP 22902- 22913 DoI: 10. 1364/ oE.20.022902

وجود دارد، اوپال است که از آرایه منظمی از کره‌های سیلیکات تشکیل شده است که ترتیب آن‌ها مانند اتم‌ها در شبکه بلوری، اما در مقیاس هزاران بار بزرگ‌تر از اتم‌ها در یک شبکه فوتونی است.

هدف اصلی این حوزه از پژوهش آن است که بلورهای فوتونی بر هم کنش به اندازه کافی قوی برای دستیابی به یک «گاف نوار فوتونی» را پیدا کنند که گستره‌ای از رنگ‌های مختلف نور است و در هیچ جهت منتشر نمی‌شود. گاف‌های نواری می‌توانند ناشی از بی‌نظمی در بلور باشند؛ زیرا بی‌نظمی به حالت‌های جایگزین شده می‌انجامد که عملاً نور را در قفسی به دام می‌اندازند. این نوع کنترل به پژوهشگران امکان می‌دهد تا باریکه‌های نور را در اختیار بگیرند و آن‌ها را در اطراف تراشه‌های اپتیکی کوچک هدایت کنند.

برای کنترل نور به این ترتیب، دانستن توزیع میدان الکترومغناطیسی داخل بلورهای فوتونی سودمند است. تاکنون، تنها روش اپتیکی برای نگاشت میدان‌های موضعی روبش اپتیکی میکروسکوپی میدان نزدیک بوده است که سطح بلور را می‌روبد، اما این روش چند نقطه ضعف دارد؛ زیرا نمی‌تواند میدان‌های داخل بلور را دیده‌بانی کند. در حالی که روش ارائه شده در اینجا قادر به انجام دادن این کار است. توماس دنیس^۱ نویسنده اصلی مقاله می‌گوید: «ما با روشی بسیار ساده توانسته‌ایم از شدت مطلق تک تک مؤلفه‌های میدان داخل یک بلور فوتونی نقشه‌برداری کنیم. چنین روشی می‌تواند برای طراحی ابزارهای جدید با بلور فوتونی، مانند رابط‌های اپتیکی سریع روی تراشه‌های رایانه‌ای اهمیت داشته باشد.»

پژوهشگران برای نگاشت شدت میدان الکترومغناطیسی در نقاط مختلف بلورهای فوتونی آزمایشی ترتیب دادند که در آن بلور فوتونی بین دو آینه آلومینیومی قرار داشت. نور در داخل کاواک بین آینه‌ها جلو و عقب می‌رود. چون نور موج است، فقط امواجی که طولشان به اندازه طول کاواک باشد، می‌توانند تشکیل شوند. به عبارت دیگر، فقط رنگ خاصی از کاواک خارج می‌شود.

پژوهشگران پس از اندازه‌گیری رنگ تشدید بلور یا بسامد

سلول‌های فوتولتایی چرخشی V_p solar با کارایی بیست برابر صفحه‌های تخت

دست آوردن بیست برابر الکتریسیته از همان تعداد سلول خورشیدی کشف کرده است. ابزار جدید موسوم به سلول چرخشی، با کنار گذاشتن صفحه‌های سنتی تخت سلول‌های

(phys-org) شرکت V_p solar شیوه جدیدی را برای تبدیل انرژی خورشید به الکتریسیته با استفاده از فناوری سنتی یافته است و با انجام دادن این کار روشی برای به



خورشیدی را روی اسکلتی - مخروطی شکل قرار می‌دهد که سپس با متمرکز کننده‌های انرژی پوشانده می‌شود. تمام این وسیله هنگام کار می‌چرخد و استفاده از سخت‌افزارهای دنبال کننده را غیر ضروری می‌سازد. علاوه بر آن، این وسیله زیبا به نظر می‌رسد.

تاکنون، تمام آرایه‌های خورشیدی در واقع مبتنی بر صفحه‌های تختی بوده‌اند که سلول‌های خورشیدی روی آن سوار می‌شدند. سپس صفحه‌ها روی دیرک‌هایی قرار می‌گرفتند که امکان کج کردن آن‌ها و دنبال کردن خورشید در آسمان را فراهم می‌ساختند. رهیافت جدید که ایده قدیمی را کاملاً دگرگون کرده است استفاده از آینه‌ها و عدسی‌هایی است که انرژی بیشتری از خورشید را گردآوری می‌کنند.

به واسطه توان بالقوه عظیم انرژی خورشیدی، پژوهشگران در پی افزایش کارایی سلول‌های خورشیدی با استفاده از آینه‌ها و عدسی‌ها هستند تا انرژی بیشتری از خورشید روی

آن‌ها متمرکز شود و الکتریسیته بیشتری از تعداد معینی سلول به دست آید. متأسفانه، این کار چنان گرمایی به وجود می‌آورد که سلول‌ها عملاً بی‌فایده می‌شوند. مهندسان شرکت solar V_p با استفاده از این ایده و برای جلوگیری از تولید گرمای زیاد، سلول‌ها را روی سکویی چرخان سوار کردند. با انجام دادن این کار، سلول، گرمای زیادی را در مدت زمان کوتاهی دریافت می‌کند و چرخش مخروط امکان خنک شدن آن را فراهم می‌سازد. متمرکز کننده‌های پوسته خارجی محیط داخلی بسته‌ای را برای سلول‌های خورشیدی آبی رنگ مثلی فراهم می‌سازند. مخروط روی پایه‌ای از آهن‌رباهای الکتریکی قرار دارد که توان آن‌ها را بخشی از انرژی تبدیل شده توسط سلول‌های خورشیدی تأمین و چرخشی تقریباً بدون اصطکاک فراهم می‌کند. حاصل کار، معجزه‌ای از تلفیق مهندسی و هنر است؛ وسیله‌ای برای تولید الکتریسیته بیشتر از صفحه‌های تخت معمولی که به گفته شرکت تولیدکننده آن دلپذیر و زیبا هم هست.

شاید تنها ضعف این ایده درخشان قیمت آن باشد. شرکت سازنده هنوز قیمت آن را اعلام نکرده است اما بدون شک بسیار گران‌بهاتر از یک صفحه تخت خواهد بود. این پرسش مطرح است که آیا این قیمت باید برابر قیمت بیست صفحه معمولی یا کمتر از آن باشد تا آن‌ها را قابل قبول سازد؟ پاسخ این پرسش را زمان خواهد داد، اما در این فاصله بدون شک بسیاری امید دارند که چون این سلول‌ها مانند شبیه سوژه فیلم‌های علمی تخیلی به نظر می‌رسند، دلایل کافی برای گسترش سریع آن‌ها وجود داشته باشد.

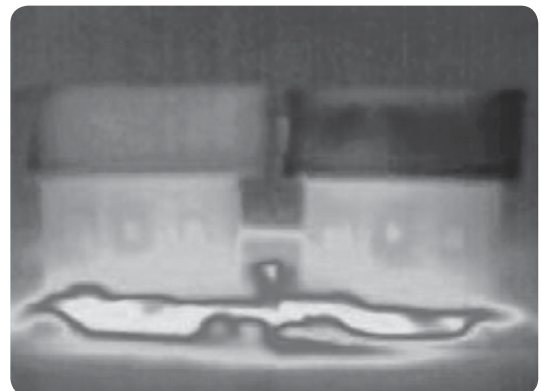
برای کسب اطلاعات بیشتر به نشانی زیر مراجعه کنید.
V3solar.com/nature-is-as-it-Functional-Just-Like-the-Spin-cell-nature-is-the-mother-of-all-invention

پوشش‌های مصنوعی خنک کننده ساختمان

یک پوشش ساخته شده از پلیمر عرق کننده مخصوص (راست) که مدلی از خانه را با کارایی بیشتر از یک پوشش ساخته شده از پلیمر معمولی خنک می‌سازد.

(تصویر فرو سرخ طرف چپ)

(Phys-org) - عرق کردن یک فرایند کارآمد و ساده ممکن برای خنک کردن بدن است. انسان و حیوانات از آن برای جلوگیری از گرم شدن زیاد در دماهای زیاد چله تابستان یا پس از تلاش فیزیکی استفاده می‌کنند. اکنون این فرایند برای خنک کردن ساختمان‌ها نیز به کار گرفته شده است. پژوهشگران انستیتوی شیمیایی و مهندسی زیستی، پوششی



آزمایش با مدل خانه‌ها

پژوهشگران طرز کار آن را در مقیاس کوچک امتحان کرده‌اند: آن‌ها بام ساختمان مدل را با پوشش به ضخامت پنج میلی‌متر پوشاندند و نور لامپ خاصی به آن تاباندند که شبیه نور خورشید بود. آن‌گاه دمای داخل خانهٔ مینیاتوری را اندازه گرفتند. ظرفیت خنک‌سازی پوشش PNIPAM بسیار بیشتر از پلیمر معمولی است که جمع نمی‌شود. خانه‌های عایق‌بندی شده با PNIPAM بسیار کندتر گرم می‌شوند؛ در حالی که پوشش‌های ساخته شده از پلیمر معمولی با اسفنج قابل مقایسه‌اند. پوشش‌های PNIPAM به‌صورت گزینشی هنگام گرم شدن، آب از دست می‌دهند.

الکتریسیته کمتر برای دستگاه‌های تهویه

ساختمان‌های دارای این پوشش در دمای زیاد به خنک‌سازی کمتری نیاز دارند. طبق محاسبهٔ پژوهشگران، پوششی به ضخامت فقط چند میلی‌متر می‌تواند انرژی لازم برای خنک کردن ساختمان در وسط تابستان را تا ۶۰ درصد کم کند، اما انتقال از خانهٔ مدل به ساختمان معمولی به زمان زیادی نیاز دارد. ابتدا باید به یک رشته پرسش‌ها مانند مقاومت این پوشش در برابر یخ‌بندان پاسخ داده شود. چون این روش خنک‌سازی، در یک مجلهٔ علمی منتشر شده و ثبت اختراع صورت نگرفته است، هر کسی می‌تواند از آن استفاده کند. این پوشش‌ها به‌ویژه به علت ارزان قیمت بودن برای کشورهای در حال توسعه در ناحیهٔ گرمسیر مناسب‌اند.

برای کسب اطلاعات بیشتر می‌توانید از منبع زیر استفاده کنید.
RotzeHer Acc, Schumacher CM, Bubeuholder SB, Grass RN, Gerber LC, Zeltner M, Stark WJ: Thermoresponsive Polymer Induced Sweating Surfaces Way to Passively Cool Buildings.
Advanced Materials, 2012, advance online Publication: DOI: 10. 1002/ adma. 201202s74.

پی‌نوشت

1. Minnesota
2. Nature Communications
3. Mo Li
4. Twente
5. Optics Express
6. Thomas Denis

را به وجود آورده‌اند که انتظار دارند با آن بام خانه‌ها را ببوشانند. اگر باران بیارد، این پوشش مثل اسفنج آن را جذب می‌کند. اگر این نم‌د در آفتاب گرم شود، آب سطح خود را آزاد کرده و عرق می‌کند. این فرایند گرما را از ساختمان می‌گیرد و مانند عرق کردن انسان‌ها عمل می‌کند. در جریان عمل تعریق، غده‌های موجود در پوست ما عرق ترشح می‌کنند که به‌تدریج تبخیر می‌شود. هر دانهٔ عرق تبدیل به بخار می‌شود و برای این کار به انرژی نیاز دارد که آن را به‌صورت گرما از بدنمان می‌گیرد. پوشش عرق‌کننده مثل ساندویچ ساخته شده است: لایهٔ مصنوعی، پلیمر، غشای تراوای آب (از بالا به پایین).



پژوهشگران برای این پوشش از پلیمر خاصی به نام PNIPAM استفاده کرده‌اند که با غشای تراوای آب حفاظت می‌شود. هنگام باران این پوشش می‌تواند پر از آب شود. ظرفیت ذخیره‌سازی PNIPAM تابع دماست. اگر ماده زیر تابش مستقیم نور خورشید گرم‌تر از ۳۲ درجه، قرار بگیرد، جمع و دارای ویژگی‌های آب‌هراسی می‌شود. این ویژگی آب را از غشا به سطح پوشش می‌راند و در آنجا مثل عرق روی پوست ما تبخیر می‌شود.



ماهی فیزیک‌دان!

کریستین ت. کورا

ترجمه: سیدمهدی میرفتحی،

کارشناس ارشد فیزیک، دبیر دبیرستان شهیدمیرباقری رامسر



بی‌نوشت

* Christian T. Corrao

منابع

1. L. M. Dill, "Refraction and the spitting behavior of archer fish (*Toxotes chatareus*)," *Behav. Ecol. Sociobiol.* 2, 169-184 (1977).
2. P. J. A. Timmermans, "Prey catching in the archer fish: Marksmanship, and endurance of squirting at an aerial target," *Neth. J. Zool.* 50 (4), 411-423 (2000).
3. P. J. A. Timmermans, "Prey catching in the archer fish: Angles and probability of hitting an aerial target," *Behav. Process.* 55, 93-105 (2001).
4. S. Schuster et al., "Archer fish learn to compensate for complex optical distortions to determine the absolute size of their aerial prey," *Curr. Biol.* 14, 1565-1568 (2004).
5. C. Brodie, "Benchwarming pays off for the archer fish," *Am. Sci.* 94 (3), 218 (May/ June 2006).
6. See <http://dx.doi.org/10.1063/1.3280371> for a template of the handout used in this activity.

مرجع

The Physics Teacher,
Vol. 48, Oct. 2010, 491

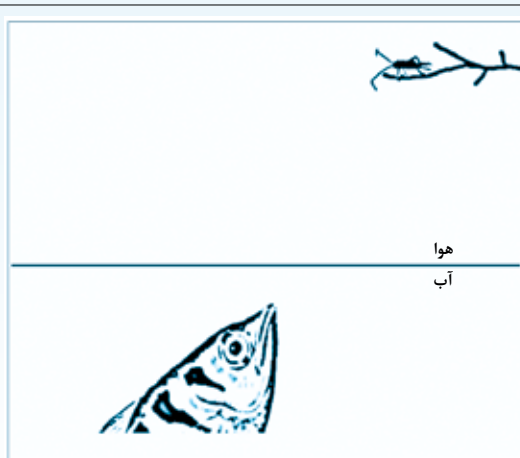
جالب و چالش‌برانگیز استفاده کرد. می‌توان آن را در معرفی شکست نور یا حتی مباحث حرکت پرتابی به کار برد. به عنوان مثال من در کلاس فیزیک پایه از (شکل ۲) برای به چالش کشیدن دانش‌آموزان در رسم یک نمودار ساده از مسیر نور تابیده از شکار، در عبور از مرز هوا و آب استفاده می‌کنم. سپس محل تصویر ظاهری را مشخص می‌کنیم و در تحلیل کمی مفصل‌تر فاصله محل واقعی و مشاهده شده تصویر هدف را تعیین می‌کنیم.

یک فایل تصویری از این شیوه شکار فوق العاده را می‌توان در نشانی اینترنتی زیر یافت:

www.youtube.com/watch?v=f8ov4rbyr9u

که گزیده‌ای از مستندهای بی‌بی‌سی با عنوان «طبیعت خارق العاده» است.

بی شک طبیعت پر از موجوداتی است که ذاتاً فیزیک‌دان هستند، اما هیچ کدام نمونه‌ای عجیب و غریب‌تر از ماهی تیرانداز نیستند. این ماهی تیرانداز قابل، با پاشیدن آب از دهانش (مطابق شکل ۱) می‌تواند شکار از همه جا بی خبر خود را از فاصله تا حدود دو متر، با احتمال ۹۶ درصد موفقیت پایین بکشد (۱). علاوه بر تصحیح مسیر جریان آب به واسطه جاذبه، چشمان این حیوان که همیشه زیر سطح آب است، باید تأثیر شکست نور را نیز در نظر بگیرد (۲). پژوهشگران متوسط زاویه پاشیدن آب از دهان ماهی تیرانداز نسبت به سطح آب را $75/5^\circ$ درجه مشخص کرده‌اند (۳ و ۴)، که کاری غیرعادی و کاملاً برجسته است. بررسی‌های امروزی حتی نشان داده‌اند که ماهی تیرانداز توانایی برخورد با هدف متحرک و پایین کشیدن ناهارش را در حین پرواز دارد. از این موجود عجیب می‌توان به عنوان گنجینه‌ای از فیزیک



شکل ۲- دست‌نوشته دانش آموز



شکل ۱- ماهی تیرانداز جوان، یاد می‌گیرد شکار کند.



دبیران دربارۀ کتاب فیزیک سال اول متوسطه چاهے گویند؟

مهسا جلیلی

کارشناس ارشد برنامه ریزی درسی، دبیر فیزیک شهر قدس

حسین نیکفر جام

کارشناس ارشد برنامه ریزی درسی، مدرس دانشگاه علمی کاربردی

چکیده

کمتر توجه می شود (یارمحمدیان، ۱۳۷۷). به هر رو، به آسانی نمی توان نقش و اهمیت کتاب های درسی را از نظر دور داشت. به همین علت، صرف وقت نیروهای متخصص در بررسی و تحلیل کتاب های درسی می تواند راه حل بسیاری از مشکلات جاری آموزشی باشد و معلمان می توانند با نقد علمی کتب درسی، مؤلفان و برنامه ریزان را برای رسیدن به اهداف آموزشی یاری نمایند (عصاره، ۳۸۶: ۷۴).

۲. بحث

تعلیم و تربیت عبارت است از سوق دادن انسان به عنوان یک موجود [بالقوه] متفکر، عاقل و در حال رشد به یک موجود خودآگاه. پس در تعلیم و تربیت کار ما با موجودی ذی شعور است که هر اقدام در مورد او باید حساب شده و منطقی و متناسب با ویژگی های وی باشد (شریعتمداری، ۱۳۷۵: ۱۴).

وظیفه تعلیم و تربیت این است که برای شناخت و پرورش استعدادها برنامه ریزی لازم را انجام دهد تا با تکیه بر این استعدادها پرورش یافته، دانش آموزان درک عمیقی از جهان به دست آورند و به ادامه یادگیری مشتاق باشند و بتوانند جوابگوی نیازهای جامعه در زمینه های مختلف باشند (شکوهی، ۱۳۷۸: ۱۸). با توجه به اهمیت برنامه ریزی و نقشی که معلم در فرایند برنامه ریزی دارد، آشنایی او با اهداف، اصول و تحلیل محتوای کتاب های درسی می تواند به تنظیم روش های مناسب تدریس برای دانش آموزان کمک کند و هر قدر ارتباط برنامه درسی با علایق یادگیرندگان بیشتر باشد مقبولیت آن موضوع درسی بیشتر است. بخش عمده اعتبار قابلیت آموزشی محتوای

ارزشیابی برنامه درسی و محتوای آموزشی و اصلاح مداوم آن از لوازم اصلی حیات و بالندگی آموزش است و کسی که بیش از همه می تواند محتوای آموزشی و برنامه درسی را تحلیل و بررسی کند و نظرات اصلاحی دهد، معلم است. بر این اساس، تحقیق حاضر با هدف بررسی محتوای علمی آموزشی کتاب فیزیک سال اول متوسطه از دیدگاه دبیران فیزیک بر اساس سه معیار انتخاب محتوا شامل ۱. بررسی ساختارشناختی علم فیزیک، ۲. نیازهای فراگیرندگان، و ۳. ساختار محتوای برنامه درسی انجام گرفته است.

کلیدواژه ها: محتوا، معیار، ساختار شناختی، ساختار محتوا

۱. مقدمه

نظام آموزش و پرورش ایران نظامی متمرکز است و برنامه درسی، کتاب و معلم محور اساسی آموزش و یادگیری است. لذا یکی از مهم ترین منابعی که بیشترین فعالیت های آموزشی در چارچوب آن صورت می گیرد، کتاب درسی است. به دلیل نارسایی هایی که در شرایط، امکانات آموزشی، ارزشیابی و... وجود دارد، نقش کتاب درسی بیش از پیش در حال افزایش است و هرچا صحبتی از تغییر نظام آموزشی به میان آید، و هرگونه تلاشی در جهت اصلاح کیفیت آموزش و پرورش صورت گیرد در تغییر کتاب های درسی خلاصه می شود و به عوامل مهمی مانند اصلاح و تربیت معلم - اجرای شیوه های نوین تدریس، توسعه فضاهای آموزشی و تدارک تجهیزات لازم و اصلاح نظام ارزشیابی

چارچوب یک رشتهٔ درسی به کار برده می‌شود.

۳. مجموعهٔ قواعد و تعاریف اساسی مختص به یک رشتهٔ درسی که به صورت اصول خاصی برای بررسی‌های علمی در آن رشته شناخته شده است و از این اصول برای پی بردن به صحت و سقم یافته‌های علمی استفاده می‌شود (لوی، ۱۳۸۶: ۴۵). ساختارشناختی علم فیزیک علمی است که براساس تعاریف، مفاهیم، نظریه‌ها، قوانین و اصول علم فیزیک ساخته شده است و فراگیرنده با یادگیری این مجموعه مفاهیم و روش‌های تحقیق و آزمایش در علم فیزیک می‌تواند پدیده‌های مختلف و محیط زندگی را برای خود تعریف کند و در نهایت به وحدت نظر دربارهٔ جهان هستی برسد.

۲. (ب) نیازهای فراگیرندگان

محتوای درسی زمانی سودمند است و نتیجهٔ مطلوب خواهد داشت که با ویژگی‌هایی مانند علایق، استعدادها و توانایی‌های فراگیرنده متناسب باشد؛ زیرا دانش‌آموز از یادگیری چیزی که به آن نیاز ندارد و فاقد آمادگی لازم برای یادگیری آن است، ناتوان خواهد بود (شعاری‌نژاد، ۱۳۷۰: ۴۲۳). پس باید بین محتوا، رشد، رشد عقلی دانش‌آموزان و تجربیات قبلی آنان تناسب وجود داشته باشد. پیاژه^۱ معتقد است که اگر بین محتوای برنامهٔ درسی و سطح ادراکی دانش‌آموزان تناسب وجود نداشته باشد، دو اتفاق می‌افتد:

۱. دانش‌آموز محتوای ارائه شده را به چیزی که برایش قابل فهم باشد تبدیل می‌کند که در نتیجه، آنچه را مورد نظر بوده است، یاد نمی‌گیرد؛ ۲. چیزی را که می‌آموزد، ناپایدار و گذرا (طوطی‌وار) است و به سرعت فراموش خواهد کرد (بیلر، ۱۳۷۸: ۱۲۶). لذا مطالب علمی نباید به طور خشک و خالی و بی‌ارتباط با زندگی انسان و مصادیق روز مطرح شوند. ربط علم به زندگی انسان در حال حاضر هدف مهمی برای آموزش و پرورش به شمار می‌رود (خلخالی، ۱۳۷۹: ۱۴) و دانش‌آموزان در صورتی می‌توانند آموخته‌های خویش را در موقعیت‌های جدید به کار ببندند که بتوانند شباهتی میان شرایط و موقعیت جدید که در زندگی واقعی پیش آمده با شرایطی که یادگیری تحت آن اتفاق افتاده است تشخیص دهند (تافلر، ۱۳۸۱: ۲). پس محتوا باید به گونه‌ای انتخاب شود که دانش‌آموزان بتوانند در زندگی روزمره خود از آن کمک بگیرند و گنجاندن مطالب خشک علمی که گاهی از مشکلات زندگی دانش‌آموزان را باز نکنند، نمی‌تواند توجه آنان را جلب کند. بنابراین، دانش‌آموزان باید نسبت به آنچه می‌آموزند، احساس نیاز کنند و کاربرد آن را در زندگی روزمره بدانند و از طریق تعامل با هم‌سالان به یادگیری معنادار برسند تا بتوانند به کمک تفکر منطقی، خود را برای رویارویی با مسائل پیچیده و غیرقابل پیش‌بینی آینده آماده کنند. این زمانی محقق می‌شود که محتوای کتاب درسی و نحوهٔ آموزش معلمان منطبق با نیاز و توانایی‌های دانش‌آموزان باشد.

برنامه‌های درسی توسط معلم - که در صحنهٔ عمل با یادگیرندگان است و تجربیات کافی در خصوص نیازهای آنان دارد - تأمین شده است. لذا حضور معلم در مراحل مختلف تولید محتوا دارای اهمیت زیادی است. پس جامعهٔ آموزشی زمانی پیشرفت می‌کند که روش‌های آموزش و تدریس نظام آموزشی و محتوای آموزشی از سوی دبیران و کارشناسان در تحلیل کیفی براساس استانداردهای علمی آموزشی قرار گیرد و این مهم زمانی تحقق می‌یابد که آنان بر اهداف آموزشی و روش‌های آموزش و معیارها و اصول علمی تحلیل محتوای آموزشی تسلط داشته باشند. اهداف یادگیری محتوای کتاب درسی فیزیک چیزی بیش از حفظ کردن تعداد زیادی تعریف و معادله است و دانش‌آموزان در علم فیزیک باید به درک کافی برسند تا بتوانند مسائل را بدرستی بفهمند و از پاسخ‌های مسائل نتیجه‌گیری نمایند و چگونگی مطالب فیزیکی را که در حال یادگیری آن‌ها هستند با مطالب فیزیکی که از قبل آموخته‌اند و نیز با تجربیات شخصی‌شان، ارتباط دهند و در به کارگیری معلوماتشان برای حل مسائل زندگی توانا شوند. این سه یعنی یادگیری مفاهیم، ارتباط مطالب و کارایی، مهم‌ترین اهداف آموزش فیزیک هستند.

۱-۲. یادگیری مفاهیم: دانش‌آموزان باید بر پایهٔ مفاهیم نشئت گرفته از دنیای واقعی، بفهمند که مطالب فیزیکی‌ای که در حال یادگیری آن‌ها هستند، دربارهٔ چه چیزی است.

۲-۲. ارتباط مطالب: دانش‌آموزان باید اطلاعات و معلوماتی را که در کلاس فیزیک کسب می‌کنند، در مدل‌های فیزیکی منسجم و مرتبط، یکپارچه نمایند.

۳-۲. کارایی: دانش‌آموزان باید هم‌زمان با یادگیری مفاهیم، چگونگی به کارگیری مفاهیم، چگونگی به کارگیری و استفاده از مطالب فیزیک آموخته شده را برای حل مسائل زندگی یاد بگیرند (ردیش، ۲۰۰۳).

در فرایند تولید محتوا برای رسیدن به سه هدف یادگیری مفاهیم، ارتباط مطالب و کارایی، انتخاب محتوای کتاب‌های درسی فیزیک باید منطبق بر پایهٔ معیار و ضوابط علمی زیر صورت پذیرد:

الف) ساختارشناختی هر علم

ب) نیازهای فراگیرندگان

پ) ساختار محتوا (۱. توالی و ارتباط فصل‌ها ۲. ارتباط با

سایر دروس)

که به اختصار در مورد هر یک از مفاهیم توضیح داده می‌شود.

۲. الف) ساختارشناختی هر علم که شامل

۱. شیوه و روش‌هایی که دانش هر علم در رشته‌های مختلف براساس آن سازمان یافته است.

۲. مجموعهٔ مفاهیم اساسی که برای توصیف پدیده‌ها در

۲- پ) ساختار محتوا

اصولی که در ساخت محتوای کتاب‌های درسی باید رعایت شود از اصول روان‌شناسی یادگیری نشئت می‌گیرد. براساس این اصول، محتوا باید با توانایی‌های شناختی و روانی دانش‌آموزان مطابقت کند (لوی، ۱۳۷۸: ۳۹). صاحب‌نظران معتقدند انتخاب محتوا به تنهایی مشکل را حل نمی‌کند و نحوه تنظیم و سازماندهی محتوا نیز از اهمیت بسزایی برخوردار است. چنانچه در بیشتر موارد، مؤثر نبودن محتوای درسی به دلیل نامناسب بودن محتوا نیست بلکه به دلیل چگونگی تنظیم و سازمان دادن آن است که یادگیری را دچار مشکل می‌کند یا نتیجه‌ای کمتر از انتظار به‌بار می‌آورد (تقی پورظهير، ۱۳۶۹: ۷۸).

در این زمینه، محتوای درسی از نظر ساختار باید با ملاک‌های زیر تناسب داشته باشد.

۲- پ ۱- تعادل محتوا

محتوا باید از نظر شاخص‌های زیر دارای تعادل باشد.

۱. کمی و کیفی بودن موضوع‌ها
۲. اندازه هر بخش در ارتباط با کل آن
۳. همگرایی بین انواع نظریه‌ها و نمونه‌ها
۴. میزان توجه به جنبه نظری و عملی
۵. میزان توزیع در سطوح مختلف و ارائه مسائل مطرح شده
۶. کار در مدرسه و خارج از مدرسه
۷. تأکید بر کلمات، تصاویر و نمودارها.

۲- پ ۲- انسجام محتوا

انسجام محتوای از دو نقطه نظر قابل بررسی است: ۱. با توجه به دروس مختلف در یک مرحله یا یک پایه آموزشی؛ ۲. محتوای برنامه باید یک روال منطقی در پیش داشته باشد و محتوای هر رشته با توجه به آن و همچنین بر پایه یادگیری‌های قبلی دانش‌آموزان تنظیم گردد تا یادگیری‌های بعدی را چه به‌صورت رسمی و غیررسمی ممکن سازد (فتحی و اجارگاه، ۱۳۸۹: ۱۸۵).

با توجه به بحث مطرح شده، کسی که بیش از همه می‌تواند محتوای کتاب درسی را به‌صورت ۱. علمی و تجربی مورد تحلیل و بررسی قرار دهد، ۲. نظرات اصلاحی ارائه دهد، ۳. موجب اصلاح و بلوغ محتوا شود، معلم است. بر این اساس، پژوهش حاضر با عنوان بررسی محتوای کتاب فیزیک سال اول متوسطه از دیدگاه دبیران فیزیک براساس معیارهای انتخاب محتوا انجام شده است.

۳. اهداف پژوهش

۳.۱. هدف کلی

بررسی محتوای کتاب فیزیک سال اول متوسطه از دیدگاه

دبیران فیزیک براساس معیارهای انتخاب محتوا

۳.۲. اهداف جزئی

۱. بررسی دیدگاه دبیران فیزیک براساس ساختار شناختی علم فیزیک
۲. بررسی دیدگاه دبیران فیزیک براساس نیازهای فراگیرندگان
۳. بررسی دیدگاه دبیران فیزیک براساس ساختار محتوای برنامه درسی

۳.۳. پرسش اصلی پژوهش

آیا محتوای کتاب فیزیک سال اول متوسطه از دیدگاه دبیران فیزیک منطبق با معیارهای انتخاب محتوا (ساختار شناختی علم فیزیک، نیاز فراگیرندگان، ساختار محتوا) است؟

۴. تعاریف

۱. محتوا: مجموعه مفاهیم، مهارت‌ها و نگرش‌هایی است که برای تحقق اهداف آموزشی تنظیم و سازماندهی می‌شود.
 ۲. معیارها: نکات قابل اندازه‌گیری برای تشخیص درجه نزدیکی به اهداف.
- لذا در این پژوهش بر آن هستیم نزدیکی کتاب‌های درسی فیزیک به اهداف علمی و اصول انتخاب محتوا را با معیارهای ۱. ساختار شناختی علم فیزیک، ۲. نیازهای فراگیرندگان، ۳. ساختار محتوای برنامه درسی بنا به دیدگاه دبیران مورد بررسی قرار دهیم.

۳.۵. روش پژوهش

این پژوهش از حیث نتایج کاربردی و با روش توصیفی به جمع‌آوری داده‌ها در مورد چگونگی نگرش دبیران فیزیک نسبت به محتوای کتاب فیزیک ۱ می‌پردازد. برای تحلیل داده‌ها از آزمون نسبت دوجمله‌ای^۲ استفاده شد. آزمون دوجمله‌ای یک آزمون کیفی است که در آن بر مبنای یک مقدار یا مشخصه به بررسی رضایت و عدم رضایت پرداخته می‌شود (حسینی، ۱۳۸۹: ۵۴). در این پژوهش از رضایت و عدم رضایت دبیران فیزیک از کتاب فیزیک ۱ با توجه به سه معیار ۱. ساختار شناختی علم فیزیک، ۲. نیاز فراگیرندگان، ۳. ساختار محتوا که از استانداردهای تحلیل محتواست، استفاده شده است. دبیران با توجه به میزان رضایت یا عدم رضایت خود به‌صورت کیفی نظر دادند و داده‌های کیفی کدبندی و کمی شده که شامل ۱) کاملاً مخالفم، ۲) مخالفم، ۳) نظری ندارم، ۴) موافقم، ۵) کاملاً موافقم، است؛ کدبندی پنج گزینه‌ای رضایت و عدم رضایت دبیران سنجیده شد و در این آزمون، نمره بالاتر از ۳ به‌عنوان رضایت و ۳ و کوچک‌تر از ۳ عدم رضایت در نظر گرفته شد تا این مسئله را آزمون کند که آیا نیمی

از دبیران فیزیک از کتاب فیزیک ۱ رضایت دارند یا خیر.

۳.۶. جامعه آماری و روش نمونه‌گیری

جامعه آماری این پژوهش تمام دبیران فیزیک شهر قدس و شهریار است که با استفاده از جدول تصادفی ۶۰ نفر به پرسش‌نامه پاسخ دادند.

۳.۷. ابزار گردآوری

ابزار گردآوری داده‌های پژوهش با استفاده از پرسش‌نامه ۱۵ سؤالی محقق ساخته براساس سه معیار انتخاب محتوا ۱. ساختارشناختی علم فیزیک، ۲. نیازهای فراگیرندگان، ۳. ساختار محتوای برنامه درسی گردآوری شده است. روایی و پایایی پرسش‌نامه با توجه به نظر کارشناسان و نتایج چند پرسش‌نامه مشابه سنجیده شده است.

۴. تحلیل داده‌ها

۴.۱. برای پاسخ به سؤال اصلی پژوهش یعنی «آیا محتوای کتاب فیزیک ۱ متوسطه از دیدگاه دبیران فیزیک منطبق با معیارهای انتخاب محتوا (ساختارشناختی علم فیزیک، نیاز فراگیرندگان، ساختار محتوا) است؟» از آزمون نسبت دوجمله‌ای براساس دو گروه رضایتمند و عدم رضایت با کمک نرم‌افزار SPSS برای تحلیل داده‌ها استفاده شد.

۴.۲. بررسی دیدگاه دبیران فیزیک براساس ساختار شناختی علم فیزیک

که در سؤالات ۱ و ۲ و ۷ و ۹ پرسش‌نامه آمده است.

سؤال ۱. آیا محتوای کتاب جامع و به‌روز است؟

سؤال ۲. آیا ساختار کتاب از نظر علمی به‌خوبی تنظیم شده است؟

سؤال ۷. آیا کتاب نیاز به بسته‌های آموزشی همراه با آزمایش دارد؟

سؤال ۹. آیا اصطلاحات علمی به‌کار رفته در کتاب مطابق با استانداردهای علمی است؟

نتیجه به‌دست آمده از نظرسنجی نشان می‌دهد که بیش از نیمی از دبیران از ساختار شناختی کتاب فیزیک ۱ رضایت ندارند.

۴.۳. بررسی دیدگاه دبیران فیزیک براساس نیازهای فراگیرندگان

که با سؤالات ۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۸ و ۱۱ پرسش‌نامه آمده است. سؤال ۳. آیا سطح مطالب کتاب متناسب با رشد عقلی و توانایی‌های دانش‌آموزان است؟

سؤال ۴. آیا تنوع، سطح و تعداد مثال‌های کاربردی و پرسش‌های قابل قبول است؟

سؤال ۵. آیا زمان آموزش در کلاس درس با توجه به توانایی‌های دانش‌آموزان قابل قبول است؟

سؤال ۶. آیا تنوع، سطح و تعداد آزمایش‌ها، فعالیت‌ها و پرسش‌های متن کتاب قابل قبول است؟

سؤال ۸. آیا از تصاویر و شکل‌ها و نمودارها در فصول کتاب بجا استفاده شده است؟

سؤال ۱۱. تعداد مثال‌های حل شده فصل کافی است؟

باید بین مؤلفان کتاب دروس مختلف، به‌ویژه علوم پایه که باهم ارتباط دارند، مشورت و تبادل نظرهای لازم صورت گیرد و معلمان نیز در هنگام اجرا توجه کنند که مرتبط ساختن دروس و رابطه‌های علمی بین مفاهیم و مطالب رشته‌های مختلف پنجره‌های یادگیری جدیدی را می‌گشاید

آزمون نسبت دوجمله‌ای بررسی دیدگاه دبیران فیزیک براساس نیازهای فراگیرندگان				
سؤال	تعداد دبیرانی که رضایت ندارند	تعداد دبیرانی که رضایت دارند	نتایج پردازش نرم‌افزار spss آزمون نسبت دوجمله‌ای	نتیجه مرکب شده آزمون
۳	۳۷	۲۲	۰/۰۶۸	۰/۰۵ > ۰/۲۲۳۵
۴	۲۸	۳۲	۰/۹۶۶	
۵	۳۲	۲۶	۰/۵۱۱	
۶	۳۴	۲۵	۰/۲۹۸	
۸	۱۳	۴۷	۰	
۱۱	۳۵	۲۵	۰/۲۴۵	
* نحوه قضاوت درخصوص آزمون نسبت دوجمله‌ای بدین ترتیب است: اگر نتیجه بزرگ‌تر از ۰/۰۵ باشد، نشانه عدم رضایت و اگر کمتر از ۰/۰۵ نشانه رضایت می‌باشد.				

در جمع‌بندی کلی می‌توان گفت سه دیدگاه کلی بر فرایند انتخاب محتوا اثر می‌گذارد:

۱. دیدگاه سنتی
۲. دیدگاه دوم
۳. دیدگاه سازندگی

نتیجه به‌دست آمده از آزمون نشان می‌دهد که بیش از نیمی از دبیران کتاب فیزیک ۱ را منطبق با نیازهای دانش‌آموزان نمی‌دانند.

۴. بررسی دیدگاه دبیران فیزیک براساس ساختار محتوا

الف) تعادل محتوا که در سؤالات ۱۰، ۱۲ و ۱۳ پرسش‌نامه آمده است.

سؤال ۱۰. آیا مفاهیم دشوار به‌طور کامل و به‌خوبی تشریح شده‌اند؟

سؤال ۱۲. آیا مفاهیم کتاب از ساده به پیچیده گسترش یافته‌اند؟

سؤال ۱۳. آیا بین موضوع‌های هر فصل انسجام و توالی وجود دارد؟

نتیجه به‌دست آمده از آزمون نشان می‌دهد که بیش از نیمی از دبیران کتاب فیزیک ۱ از تعادل محتوا کتاب فیزیک ۱ رضایت دارند.

ب) ارتباط با سایر دروس و پیش‌آموخته‌های دانش‌آموزان که در سؤالات ۱۴ و ۱۵ پرسش‌نامه آمده است.

سؤال ۱۴. بین مفاهیم کتاب فیزیک ۱ و پیش‌آموخته‌های دانش‌آموزان در دوره‌های قبل پیوستگی وجود دارد؟

سؤال ۱۵. بین مفاهیم و موضوعات فیزیک ۱ با آموخته‌های

دروس ریاضی، شیمی و زیست دانش‌آموزان هماهنگی وجود دارد؟ نتیجه به‌دست آمده از سؤالات ۱۴ و ۱۵ نشان می‌دهد که بیش از نیمی از دبیران، کتاب فیزیک ۱ را در ارتباط با سایر دروس و پیش‌آموخته‌های دانش‌آموزان نمی‌دانند.

۵. نتیجه‌گیری

۱. در جمع‌بندی کلی می‌توان گفت سه دیدگاه کلی بر فرایند انتخاب محتوا اثر می‌گذارد: ۱. دیدگاه سنتی؛ با توجه به این دیدگاه، محتوا وسیله‌ای است برای حفظ و تداوم سنت‌ها که می‌توان با آن دانش گذشتگان را بدون ایجاد تغییر و تحول به نسل جدید منتقل کرد. ۲. دیدگاه دوم مبتنی بر سازگاری و انطباق بهینه با توجه به تغییر و تحولات روز است و محتوا باید از رشد اطلاعات تأثیر پذیرد. ۳. دیدگاه سازندگی؛ محتوا را باید با توجه به مسائل و مشکلات اجتماعی و نیازهای واقعی موجود تدوین کرد و زمینه را برای نوآوری در تمام سطوح جامعه فراهم ساخت تا دانش‌آموزان برای آینده و تحولات غیرقابل پیش‌بینی آن آماده شوند. براساس نتایج به‌دست آمده از پژوهش حاضر، می‌توان گفت: دیدگاه تأثیرگذار بر تدوین محتوای کتاب فیزیک دیدگاه سنتی و انتقال دانش گذشتگان است و حتی در جهت دیدگاه دوم، حرکت به‌سوی انطباق و سازگاری با تحولات روز علمی و آموزشی دنیا پیش نرفته است، لذا به نیازهای واقعی و مشکلات پیش روی و مهارت تفکر دانش‌آموزان توجه نمی‌کند.

آزمون نسبت دوجمله‌ بررسی دیدگاه دبیران فیزیک براساس تعادل محتوا				
سؤال	تعداد دبیرانی که رضایت ندارند	تعداد دبیرانی که رضایت دارند	نتایج پردازش نرم افزار spss	نتیجه مرکب شده آزمون
	≤ 3	> 3	آزمون نسبت دوجمله‌ای	
۱۰	۴۷	۱۳	۰	$0.006 < 0.05$
۱۲	۴۲	۱۷	۰/۰۰۲	
۱۳	۴۵	۱۲	۰	
* نحوه قضاوت درخصوص آزمون نسبت دوجمله‌ای بدین ترتیب است: اگر نتیجه بزرگ‌تر از ۰/۰۵ باشد، نشانه عدم رضایت و اگر کمتر از ۰/۰۵ نشانه رضایت می‌باشد.				

آزمون نسبت دوجمله‌ای بررسی دیدگاه دبیران فیزیک براساس ارتباط با سایر دروس و پیش آموخته‌های دانش آموزان				
سؤال	تعداد دبیرانی که رضایت ندارند	تعداد دبیرانی که رضایت دارند	نتایج پردازش نرم افزار spss	نتیجه مرکب شده آزمون
	≤ 3	> 3	آزمون نسبت دوجمله‌ای	
۱۴	۳۰	۲۹	۱	$0.05 < 0.05$
۱۵	۳۰	۲۸	۰/۲۶	
* نحوه قضاوت درخصوص آزمون نسبت دوجمله‌ای بدین ترتیب است: اگر نتیجه بزرگ‌تر از ۰/۰۵ باشد، نشانه عدم رضایت و اگر کمتر از ۰/۰۵ نشانه رضایت می باشد.				

آزمون نسبت دوجمله‌ای بررسی دیدگاه دبیران فیزیک براساس ساختار شناختی علم فیزیک

سؤال	تعداد دبیرانی که رضایت ندارند ≤ ۳	تعداد دبیرانی که رضایت دارند > ۳	نتایج پردازش نرم افزار spss آزمون ^۲ نسبت دوجمله‌ای	نتیجه مرکب شده آزمون ^۴
۱	۴۷	۱۳	۰	۰/۱۹۹ < ۰/۰۵ *
۲	۳۸	۱۷	۰/۰۰۷	
۷	۱۳	۴۷	۰	
۹	۲۷	۳۰	۰/۷۹۱	
* نحوه قضاوت درخصوص آزمون نسبت دوجمله‌ای بدین ترتیب است: اگر نتیجه بزرگتر از ۰/۰۵ باشد، نشانه عدم رضایت و اگر کمتر از ۰/۰۵ باشد، نشانه رضایت می‌باشد.				

منبع

۱. یارمحمدیان، محمدحسین؛ اصول برنامه‌ریزی درسی، تهران، انتشارات یادواره کتاب، ۱۳۷۷.
۲. عصاره، علیرضا؛ مطالعات تطبیقی آموزش و پرورش دوره اول متوسطه در کشورهای منتخب، تهران، انتشارات یادواره کتاب، ۱۳۸۶.
۳. شریتمداری، علی؛ اصول و فلسفه تعلیم و تربیت، تهران، انتشارات امیرکبیر، ۱۳۶۴.
۴. شکوهی، غلامحسین؛ علم و تربیت و مراحل آن، مشهد، انتشارات آستان قدس، ۱۳۷۸.
۵. ردیش، جو؛ آموزش فیزیک، ترجمه فاطمه احمدی و محمد احمدی، انتشارات دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، ۱۳۸۸.
۶. لوی، آیره مانی؛ برنامه‌ریزی مدارس، ترجمه فریده مشایخ، تهران، انتشار مدرسه، ۱۳۸۶.
۷. شعاری‌زاد، علی‌اکبر؛ فلسفه آموزش و پرورش، تهران، انتشارات امیرکبیر، ۱۳۷۰.
۸. بیلر، رابرت؛ کاربرد روانشناسی در آموزش، ترجمه پروین کدیور ریا، نشر دانشگاه تهران، چاپ هفتم، ۱۳۸۱.
۹. خلخالی، مرتضی؛ نقدی بر نظام امتحانی و سنجش و یادگیری دانش‌آموزان در ایران، تهران، انتشارات پژوهشکده تعلیم و تربیت، ۱۳۷۵.
۱۰. تافار، الوین؛ یادگیری برای آینده، ترجمه بابک پاکزاد و رضا خیام، انتشارات بهنامی، ۱۳۷۷.
۱۱. تقی پورظهیر، علی؛ مقدمه‌ای بر برنامه‌ریزی آموزشی و درسی، تهران، انتشارات آگاه، ۱۳۶۹.
۱۲. فتاحی واجارگاه، کورش؛ اصول و مفاهیم برنامه‌ریزی درسی، تهران، انتشارات بال، ۱۳۸۹.
۱۳. حسینی، سید یوسف؛ آمار ناپارامتریک، تهران، انتشارات دانشگاه علامه طباطبائی، ۱۳۸۹.

سنتی تنظیم شده، که هدف انتقال اطلاعات است. بر این اساس، آموزش و ارزشیابی نیز متأثر از این دیدگاه می‌باشد.

۶. پیشنهادها

۱. ۶. بررسی محتوای درس فیزیک نیازمند آگاهی لازم از اصول و معیارهای تحلیل و بررسی محتوا و داشتن توانایی در این انجام آن است و معلم زمانی می‌تواند در بررسی محتوا موفقیت‌آمیز شرکت کند که از اصول علمی تحلیل محتوا آگاهی لازم را داشته باشد. لذا در شرایط فعلی برای دستیابی به ارتباط دبیران با برنامه‌ریزان و مؤلفان کتاب‌های درسی و هم‌فکری آنان، آشنایی معلمان با اصول و روش‌های تحلیل و تدوین محتوای کتاب‌های درسی امری ضروری است.

۲. ۶. هدف آموزش فعالیت‌های دانش‌آموزان است نه معلم. معلم هادی و تسهیل‌کننده دانش‌آموزان است. بنابراین، محتوای درس فیزیک باید به‌گونه‌ای طراحی شود که دانش‌آموز به‌طور فعال در فرایند آموزشی شرکت داشته باشد. چطور ممکن است کسی در جایی بایستد و منفعل باشد ولی به هدف برسد؟

۳. ۶. باید بین مؤلفان کتاب درسی مختلف، به‌ویژه علوم پایه که باهم ارتباط دارند، مشورت‌ها و تبادل نظرهای علمی لازم صورت گیرد و معلمان نیز در هنگام اجرا باید توجه کنند که مرتبط ساختن دروس و روابط علمی بین مفاهیم و مطالب رشته‌های مختلف پنجره‌های یادگیری جدیدی را می‌گشاید.

۴. ۶. مفاهیم و اصول انتخاب شده در کتاب‌های فیزیک باید مرتبط با محیط زندگی و کاربردی باشند و به دانش‌آموز در درک علمی از محیط اطراف خود کمک کنند.

پی‌نوشت

۱. نظریه پرداز شناختی در روانشناسی یادگیری (۱۹۸۰-۱۹۹۶)

2. Binomial

$p(x) = \binom{n}{x} p^x q^{n-x}$ و $\binom{n}{x} = \frac{n!}{x!(n-x)!}$ پس در اینجا $n = 60$ تمام نمونه و $x = 30$ نیمی از افراد است و میزان احتمال از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$p(x > 30) = 1 - p(x \leq 30) = 1 - \sum_{i=0}^{30} \binom{n}{i} p^i q$$

۴. این داده از میانگین گرفتن از نتیجه آزمون نسبت دوجمله‌ای به دست آمده است.

۵. ۲. در انتخاب محتوا باید به توانایی‌ها و ویژگی‌های روانی دانش‌آموزان توجه داشت. هر قدر مفاهیم انتخاب شده با علایق دانش‌آموزان هماهنگ‌تر باشد، میزان درک محتوا بیشتر خواهد بود. ارتباط مفاهیم فیزیکی با دنیای واقعی و کمک به حل مسائل روز می‌تواند انگیزه برای فعالیت‌های یادگیری بیشتری را فراهم سازد.

۳. ۵. دانش‌آموزان باید اطلاعات و معلومات کلاس فیزیک را در مدل‌های فیزیکی منسجم و یکپارچه سازند، در غیر این صورت، آن‌ها در تشخیص ناتوان و در ارزیابی مطالب و استدلال‌ها دچار مشکل می‌شوند. با توجه به نتایج تحقیق حاضر، در کتاب فیزیک ۱ انسجام محتوایی وجود ندارد.

۴. ۵. فعالیت‌هایی که نحوه اندیشیدن و استدلال کردن را آموزش می‌دهند، باید در حالت و شرایط مختلف و در طی یک دوره زمانی تکرار شوند؛ زیرا انتقال هرگونه اطلاعات از حافظه کوتاه‌مدت به حافظه بلندمدت نیاز به تکرار و تمرین دارد و مشخصه تکرار، تمرین مؤثر آن است که در حالت‌های مختلف و به‌طور پیوسته تغییر می‌کند و پیچیده می‌شود. در پژوهش حاضر، دبیران از تعداد نوع و ساختار پرسش‌ها و تمرین‌ها راضی نبوده و معتقد بوده‌اند که تمرین‌های دوره‌ای تکرار نمی‌شود.

۵. ۵. در اکثر افراد یادگیری اغلب در ارتباطات اجتماعی حاصل می‌شود و در درس فیزیک دانش‌آموز باید دیدگاه‌های متفاوتی را در نظر بگیرد و خود به نتیجه برسد. با توجه به نتایج پژوهش حاضر، در کتاب فیزیک ۱ به فعالیت‌های گروهی، کنجکاوی و هم‌افزایی توجه نشده است.

۶. ۵. با توجه به رشد سریع علمی و انفجار اطلاعات، پیش‌بینی نیازهای دانش‌آموزان در آینده بسیار دشوار است. پس تنها راه رویارویی با مسائل و مشکلات آینده آموزش تفکر و اصول شناخت است تا دانش‌آموز با درک درست مسائل، خود راه‌حل مناسب را انتخاب کند. لذا برای رسیدن به این کمال چاره‌ای جز تغییر نگرش از دیدگاه سنتی به‌سوی سازندگی نداریم، براساس نتایج تحقیق حاضر، کتاب فیزیک ۱ با دیدگاه

طراحه آموزشه برای دانش آموزان قرن بیست ویکم

رسانه های آموزشی در روش های نوین تدریس فیزیک

چکیده

کلیدواژه ها: آموزش فیزیک، فناوری آموزشی، رسانه های آموزشی (مواد فناورانه)

مقدمه

نقش فناوری در انتقال علوم باعث شده است تا فراگیری با سرعت زیادی وسعت یابد و رشد نوآوری در آموزش علوم، به ویژه فیزیک، با سرعتی بیشتر از عمر ما طی شود. بنابراین، استفاده از شیوه هایی که منجر به یادگیری و کاربردی شدن علوم تجربی و یافتن مصادق های آن در زندگی باشد و باعث شود که فرد با استفاده از فناوری روز بتواند در صورت نیاز به کسب دانش و اطلاعات بپردازد، به طراحی و برنامه ریزی نیاز دارد. طراحی آموزشی برای دانش آموزان قرن بیست و یکم کار آسانی نیست؛ زیرا دانش آموزان امروز نسبت به دانش آموزان دیروز، از دروس و مدرسه و آموزش انتظاراتی متفاوت دارند. عامل این انتظارات، تغییرات سریع اجتماعی، اقتصادی، سیاسی، فرهنگی و فناورانه است که از زمان کودکی بر شکل گیری شبکه های مغزی آنان تأثیر گذاشته است. از طرف دیگر، مجهز تر بودن بسیاری از خانه ها از نظر کاربرد فناوری های جدید، نسبت به مدرسه ها، باعث می شود مغز دانش آموزان نسبت به جذب همه چیزهای نو و پیچیده در دنیای امروز فعال باشد. وجود انواع اسباب بازی ها و ابزارهای سرگرمی چالش برانگیز در دسترس، دانش آموزان را به تفکر و یافتن راه حل مسئله های پیچیده ترغیب می کند و از پرداختن تکالیف تکراری و

سال هاست که استفاده از فناوری آموزشی در برنامه های آموزشی وارد شده است. به گونه ای که بسیاری از معلمان با این واژه آشنا هستند اما به محض اینکه از معلمان پرسیده شود به نظر شما فناوری آموزشی چیست، با پاسخ های بسیار متنوع و مبهمی مواجه می شویم. ابهام در دیدگاه های معلمان یا حتی کارشناسان مانع به کارگیری مناسب این امکانات وسیع می شود که امروزه به بیان متخصصان در مرکز ثقل طراحی آموزشی قرار دارد. داشتن تصور سخت افزاری صرف از فناوری آموزشی آن را در کنار آموزش قرار می دهد نه در متن آن، و از این رو است که برای تمامی رشته های مختلف فناوری آموزشی تعریف و تلقی یکسانی می شود. این مقاله پژوهشی به دنبال یافتن تعریفی مناسب از فناوری آموزشی در آموزش نوین فیزیک با توجه به نیازهای جامعه ایران است. به منظور بررسی و شناخت فناوری آموزشی در آموزش فیزیک، آن لازم است رسانه های آموزشی مورد نیاز در آموزش فیزیک بررسی و تعریف شوند. یافته های حاصل از این پژوهش عبارت اند از: بیان تعریف مناسب از فناوری آموزشی در آموزش فیزیک، طراحی برنامه آموزشی نوین (نظری و عملی) فیزیک با استفاده از مواد فناورانه و رسانه های آموزشی. خروجی نهایی این تحقیق جدول پیشنهادی در تلفیق رسانه های آموزشی با روش های نوین تدریس فیزیک است.

بی‌تنوع در مدرسه باز می‌دارد. حوصله آن‌ها از ساعت‌ها در مدرسه ماندن، سر می‌رود. آنان با مشکل یادگیری روبه‌رو نیستند، بلکه به دلیل انعطاف‌ناپذیر بودن برنامه‌های درسی مدرسه دچار بی‌زاری از یادگیری شده‌اند و برنامه‌های درسی رایج را مطابق با مغزها و ذهن‌های تغییر یافته خویش نمی‌یابند. نتایج پژوهش‌ها نشان می‌دهد که نزدیک به نیمی از افراد جامعه، حس بینایی برتری دارند و نزدیک به یک‌پنجم از برتری حس شنوایی برخوردارند؛ یعنی از راه گوش بهتر یاد می‌گیرند. بیش از یک‌سوم دانش‌آموزان از راه لمسی و جنبشی بهتر یاد می‌گیرند. مدرسه‌های امروز باید از روش‌های چندحسی در آموزش بهره بگیرند و فرایند یاددهی-یادگیری را با استفاده از فناوری به پیش ببرند. برنامه درسی باید قابلیت این را داشته باشد که دانش‌آموزان را برای کسب موفقیت در دنیای در حال تغییر و متأثر از فناوری‌های گوناگون و نو آماده کند. از این روست که طراحی آموزش فیزیک باید به‌طور مداوم بازبینی شود. برای تهیه و تدوین چنین طراحی‌ای که این انتظارات را تا حد مطلوبی برآورده کند، باید نقش متفاوت مدرسه‌های امروز را درک و نیازهای جوانان امروزی را بازنگری کرد.

مواجهه با تغییرات سریع و پیشرفت علوم نباید منجر به خودباختگی و کاهش اعتمادبه‌نفس در انسان‌ها شود. برای پیشگیری از این خطر، توجه به تعریف دهکده جهانی و یکی شدن یافته‌های بشر از علوم، راهکاری است که از طریق استفاده از فناوری‌های نو امکان‌پذیر است. برای ایفای نقش در این کاروان علم باید با استفاده از فناوری روز به هم‌اندیشی پرداخت. آشنایی با روش‌های نوین آموزش براساس فناوری روز در سایر نظام‌های آموزشی اولین گام، اعمال امکانات و دیدگاه‌های بومی و منطقه‌ای گام بعدی است. استفاده از فناوری‌های نوین از سن‌های پایین با رسانه‌های آموزشی شروع می‌شود. رسانه‌های آموزشی تعریفی گسترده دارند که در این مقاله به آن می‌پردازیم. سپس طراحی آموزش نوین فیزیک را با استفاده از این منظر پیشنهاد می‌کنیم. این مقاله تلاشی است برای یافتن افق‌های جدید جهت ایجاد

پلی بین دنیای جدید و آموزش فیزیک؛ به گونه‌ای که نه تنها فناوری نوین مورد استفاده قرار گیرد، بلکه از تمامی امکانات موجود در محیط طبیعی و ساخته دست بشر، به شرط تدوین و مدیریت آموزشی آن‌ها در امر آموزش فیزیک، بهره‌برداری شود.

فناوری آموزشی در خدمت آموزش فیزیک

۱- فناوری آموزشی چیست؟

تعریف‌های متفاوتی از فناوری آموزشی شده است که برخی از آن‌ها عبارت‌اند از:

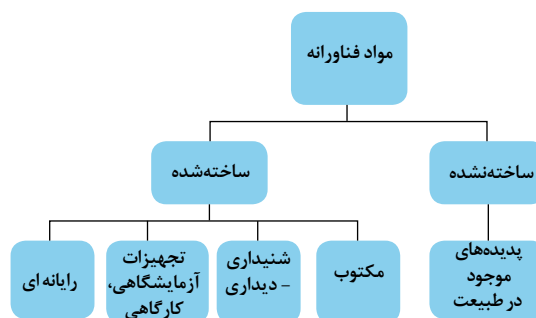
- فرایندی پیچیده و تلفیقی شامل افراد، رویه‌ها، اندیشه‌ها، ابزارها و سازماندهی آن‌ها به منظور تحلیل مشکلات و تدبیر، اجرا، ارزشیابی و مدیریت راه‌حل‌هایی برای این مشکلات، در تمامی ابعاد یادگیری (آی‌ئی‌سی‌تی، ۱۹۹۷).

- مطالعه و عملکرد به منظور تسهیل و بهینه‌سازی یادگیری به وسیله ایجاد، کاربرد و مدیریت فرایندها و منابع فناورانه مناسب (آی‌ئی‌سی‌تی، ۲۰۰۶).

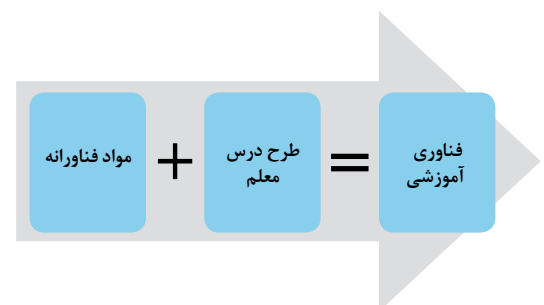
با توجه به آخرین تعریف‌ها در این زمینه می‌توان گفت: منابع فناورانه (مواد و رسانه‌های آموزشی) و مدیریت در استفاده از آن‌ها تلقی نوینی از فناوری آموزشی است.

تمامی ابزارهایی که در آموزش می‌توانند به کار روند، به‌عنوان مواد رسانه‌های آموزشی یا به عبارتی «منابع فناورانه» شناخته می‌شوند. این منابع شامل موارد زیر هستند:

۱. مواد رسانه‌ای ساخته نشده (مانند آنچه در طبیعت یافت می‌شود، شامل مشاهده پدیده‌های طبیعی و استفاده از آن‌ها در کلاس درس، سقوط یک جسم به زمین، خسوف و...)؛
۲. مواد و رسانه‌های ساخته شده شامل: مواد و رسانه‌های مکتوب، مواد و رسانه‌های دیداری-شنیداری (غیرمکتوب)، وسایل و تجهیزات آزمایشگاهی و کارگاهی، مواد و رسانه‌های رایانه‌ای (نرم‌افزاری و شبکه‌ای).



▲ نمودار (۲): تقسیم‌بندی رسانه‌ها در آموزش فیزیک



▲ نمودار (۱): فناوری آموزشی: رسانه‌های آموزشی و مدیریت در استفاده از آن‌ها

(۲۰۰۲-۱۹۹۹) نشان می‌دهد که به کارگیری فناوری رایانه نقش مهمی در آموزش دارد. گرچه پژوهش گروهی، که حاصل تدبیر معلم در روش‌های فعال آموزشی است، رتبه اول، و یادگیری الکترونیکی - که در آن دانش‌آموزان از ارتباط رودررو با معلم محروم‌اند- در رتبه چهاردهم قرار گرفته است. نتیجه پژوهش انجمن بین‌المللی ارزشیابی پیشرفت تحصیلی (۲۰۰۲-۱۹۹۹) در جدول (۲) ذکر شده است (نوروزی و دیگران، ۱۳۸۷: ۳۴-۹).

جدول (۲): روش‌های ۲۳ گانه تدریس در دوره متوسطه نظری

رتبه	گزینه‌ها
۱	پژوهش گروهی
۲	مرور و جست‌وجو از طریق اینترنت
۳	آموزش از طریق صفحات وب
۴	نرم‌افزارهای تولید محتوای آموزشی چندرسانه‌ای
۵	برنامه‌های نمایش و ارائه اطلاعات
۶	شبیه‌سازی‌ها
۷	نرم‌افزارهای چندرسانه‌ای خودآموز
۸	گروه‌ها و انجمن‌های اینترنت
۹	نرم‌افزارهای چندرسانه‌ای کمک معلم
۱۰	کتاب‌های الکترونیکی
۱۱	تابلوهای مباحثه
۱۲	پست الکترونیکی
۱۳	پژوهش انفرادی
۱۴	یادگیری الکترونیکی
۱۵	برنامه‌های مدیریت اطلاعات
۱۶	زبان‌های برنامه‌نویسی
۱۷	نرم‌افزارهای گرافیکی
۱۸	بازی‌های آموزشی
۱۹	بازی‌های ماجراجویانه
۲۰	واژه‌پرداز
۲۱	دانش‌نامه
۲۲	نشر رومیزی
۲۳	طراحی به کمک رایانه

با توجه به جدول می‌توان گفت که روش‌های تدریس مبتنی بر مواد فناورانه رایانه‌ای از اهمیت خاصی برخوردار است. از طرف دیگر، با توجه به ویژگی‌های آموزش فیزیک مبتنی بر مشاهده و آزمایش روش‌های زیر پیشنهاد می‌گردد.

امروزه مواد فناورانه مکتوب و دیداری- شنیداری می‌توانند با رایانه ارائه شوند. از این روست که بسیاری از دست‌اندرکاران آموزشی، فناوری آموزشی را مترادف با «فناوری رایانه‌ای» می‌دانند. فناوری آموزشی را می‌توان مدیریت در استفاده از «منابع فناورانه» تعریف کرد و باید در طرح درس معلم جایگاه ویژه‌ای به مواد فناورانه اختصاص یابد. معلم استفاده از این مواد را مدیریت می‌کند.

در آموزش فیزیک نیز استفاده از فناوری آموزشی، برای تسهیل و تکمیل آموزش هم‌زمان با فرایند یادگیری توصیه می‌شود. برای مثال، توجه خاص به استفاده از تجهیزات و وسایل آزمایشگاهی، همچنین مدیریت مواد فناورانه رایانه‌ای ضرورت دارد. نقش‌های چهارگانه زیر در زمینه کاربرد فناوری اطلاعات در مدارس قابل بررسی است. (بدریان، ۱۳۸۸: ۱۹۶-۱۶۷).

جدول (۱): نقش‌های چهارگانه فناوری اطلاعات

اهداف	رویکرد
برقراری ارتباط میان اطلاعات، معلم و دانش‌آموز کاهش محدودیت‌های زمانی و مکانی	اول، ارتباط‌دهنده
دسترسی آسان به منابع جدید آموزشی دستیابی به مواد آموزشی با کیفیت بالاتر از پیش	دوم، هدایت‌کننده
افزایش کیفیت یادگیری در دانش‌آموز تسهیل ارتباط میان مدیر دروس، معلم و دانش‌آموز	سوم، تسهیل‌کننده
ایجاد مواد آموزشی تعاملی ایجاد مواد آموزشی با کیفیت بالا	چهارم، ابزار طراحی و تولید

- در آموزش هیچ‌گاه نباید حضور فناوری آن‌قدر پررنگ باشد که حضور معلم غیر لازم تلقی شود یا فناوری آموزشی جایگزین معلم گردد.
- مواد فناورانه نباید معلم را از تفکر و اندیشه‌ورزی برای بهبود عملکرد خویش با اتکا به تدابیر شخصی باز دارد.
- در شیوه‌های تدریس استفاده از مواد فناورانه مدنظر باشد.
- به دستاوردها و تولیدات معلمان ارج نهاده شود.
- سیاست‌های آموزشی بر تهیه، توزیع، آموزش و ارزشیابی استفاده از منابع فناورانه استوار گردد.
- تنوع مواد، رسانه‌ها باید با توجه به تنوع موجود در جامعه از حیث فرهنگ و شرایط بومی و محلی لحاظ شود.
- موازین روان‌شناختی و ویژگی‌های رشد عاطفی، شناختی و همچنین قابلیت‌های مهارتی گروه سنی مخاطب، در طراحی و تولید مواد و رسانه‌ها مورد توجه قرار گیرد.
- از مواد و رسانه‌های طبیعی استفاده شود.

۳- روش‌های مناسب در به کارگیری مواد فناورانه:

نتیجه پژوهش انجمن بین‌المللی ارزشیابی پیشرفت تحصیلی

۴-۱ روش‌های انجام آزمایش و تجربه کردن مفاهیم فیزیک

مشاهده آزمایش‌ها و مفاهیم درس با استفاده از تجربه‌های دیگران (از طریق مشاهده فیلم‌ها و تصویرهای آموزشی روی سی‌دی -تجهیز مدارس- طراحی استفاده از فیلم‌های آموزشی آماده شده در کتاب درسی فیزیک) آزمایشگاه مدرسه -از طریق تجهیز مدارس و تربیت نیروهای متخصص و اختصاص دادن ساعت مخصوص و طراحی آزمایش‌های مرتبط با درس در کتاب درسی فیزیک و تألیف کتاب راهنمای آزمایش‌های فیزیک

آزمایش در کلاس - (آموزش معلمان برای استفاده از وسایل آزمایشگاهی ساده برای ترغیب دانش‌آموزان به انجام دادن آزمایش‌های فیزیک- و طراحی آزمایش‌های دمدستی مرتبط با درس در کتاب درسی فیزیک و تألیف کتاب راهنمای آزمایش‌های ساده فیزیک در کلاس درس)

آزمایش در خانه (طراحی آزمایش‌های مرتبط با درس در کتاب درسی فیزیک که در خانه می‌توان انجام داد)

آزمایشگاه مجازی (از طریق طراحی وبگاه‌های آموزش فیزیک و سی‌دی‌های نرم‌افزاری فیزیک و لینک دادن به وبگاه‌های خارجی -از طریق تجهیز سایت مدارس و آموزش معلمان فیزیک و اختصاص دادن ساعت مخصوص و طراحی آزمایش‌های مجازی مرتبط با درس در کتاب درسی فیزیک و تألیف کتاب راهنمای آزمایش‌های مجازی فیزیک)

۵-۱ استفاده از نرم‌افزارهای مفید به منظور انتقال و پردازش مفهوم‌های فیزیک

انواع برنامه‌های آموزشی رایانه‌ای را می‌توان به صورت خلاصه زیر بیان کرد.

۵-۱-۱ برنامه‌های ابزاری: واژه‌پردازها- پایگاه‌های داده

صفحه‌های گسترده (تولید جدول‌های داده‌های تجربی، بررسی داده‌ها و جست‌وجوی داده‌های موجود، رسم نمودار) مانند نرم‌افزار Excel و Word کاربرد این نرم‌افزارها در تحلیل و نوشتن گزارش کار در آزمایش‌های فیزیک و طبقه‌بندی مفاهیم و تهیه نقشه‌های مفهومی پوسترهایی مفاهیم و... است.

پایگاه‌های داده‌ها (روش ذخیره‌سازی داده‌ها و مرتب کردن آن‌ها و رسم نمودار) مانند نرم‌افزار Access این نرم‌افزار توانایی طبقه‌بندی داده‌های به‌دست آمده در آزمایش‌های فیزیک را دارد و می‌توان از آن برای رسم نمودار استفاده کرد. کار با این نرم‌افزار برای مواردی است که تعداد داده‌ها زیاد باشد.

۵-۲ برنامه‌های یادگیری: شبیه‌سازی‌ها- بازی‌های آموزشی

حسگرها و فناوری کنترل (بررسی تغییرات سریع یا کند پدیده‌ها از طریق رایانه و اندازه‌گیری‌های دقیق)؛ برای مثال، می‌توان به نرم‌افزارهایی اشاره کرد که قابلیت ضبط صدا را دارند و می‌توانند به تحلیل آن بپردازند. نقش این نرم‌افزارها در آموزش، تلفیق مفاهیم نظری مثل نسبت‌ها، ارتباط کمیت‌ها، نمودارها و فرمول‌ها با تجربه‌های طبیعی است. مثلاً در حرکت کندشونده توپ بر روی یک سطح افقی دارای اصطکاک، حسگر به توپ وصل می‌شود و با حرکت توپ، هم‌زمان رایانه نمودار حرکت آن را رسم می‌کند و رابطه فیزیکی آن نوشته می‌شود (.... / ... / ...).

مدل‌سازی و شبیه‌سازی (نرم‌افزارهایی که قادرند پدیده‌های طبیعی را برای بررسی به‌صورت بسیار ساده شبیه‌سازی کنند؛ همانند نرم‌افزارهایی که برهم‌نهی دو موج را بررسی می‌کنند).

۵-۳ برنامه‌های یاددهی: خودآموزها- تمرین و تکرار

چندرسانه‌ای‌ها (ترکیبی از نوشته، صدا، پویانمایی (انیمیشن)، تصویر، فیلم و قابلیت انتخاب توسط کاربرند. این نرم‌افزارها را می‌توان از اینترنت دانلود کرد و از آن‌ها برای آموزش مفاهیم پیچیده فیزیک بهره برد).

اینترنت (شامل استفاده از پست الکترونیک، تالار گفتمان، وب‌نوشت (وبلاگ)‌ها و طراحی وبگاه‌های آموزشی و برقراری ارتباط آنلاین با معلمانی که در مدرسه یا شهر دیگری مشغول کارند). کاربرد این ابزار نقش بسیار مهمی در آموزش دارد و از ارکان مهم در طراحی آموزش نوین به‌شمار می‌رود. با کاهش هزینه‌های مرتبط با آموزش و پرهیز از اتلاف وقت می‌توان از طریق مجازی نیازهای دانش‌آموزان را برطرف کرد.

لازم به ذکر است که حضور در کنار معلم در کلاس درس و یادگیری در فضای مدرسه تأثیرات مثبت آموزشی دارد و تمامی ابزارهای ذکر شده در بالا هیچ‌یک به‌تنهایی کافی نیستند و هر یک نقش خود را ایفا می‌کنند. به‌گونه‌ای که متخصصان، بازی، تئاتر، نمایش، شعرسرایی و استفاده از تلفن همراه و... را نیز ابزارهایی موفق در فناوری آموزشی می‌دانند.

استفاده از فناوری‌های آموزشی در آموزش فیزیک، از طراحی کتاب درسی فیزیک شروع می‌شود (Bridgman & Willmot ۲۰۰۶: ۱۲۶-۱۱۰). در واقع، طراحی مفاهیم و مطالب و آزمایش‌های فیزیک و حتی ظاهر کتاب درسی، استفاده از نرم‌افزارها و اینترنت و فیلم‌های آموزشی و... همگی متأثر از فناوری‌های نوین آموزشی هستند. از این رو در طراحی کتاب درسی فیزیک و کتاب راهنمای معلم با استفاده از استانداردهای جهانی فناوری روز، جدول شماره ۳ پیشنهاد می‌گردد.

جدول (۳): طراحی استفاده از رسانه‌های آموزشی در آموزش فیزیک

ابزار آموزشی	فناوری یادگیری و آموزشی	ملاحظات	همراه
کتاب درسی و سی دی همراه	آزمایش‌های کتاب درسی	طراحی آزمایش‌هایی که تا حد امکان از وسایل ساده استفاده می‌کنند.	سی دی کتاب درسی
	تحقیق و پژوهش فراتر از کتاب درسی	معرفی مراکز پژوهشی منطقه‌ای	سی دی کتاب درسی
	فعالیت‌های دمدستی (hands on activities)	استفاده از مواد دورریختنی و آموزش صرفه‌جویی	سی دی کتاب درسی
	معرفی نمونه وبگاه‌ها	معرفی سایت‌های آموزشی ایرانی و بین‌المللی	سی دی کتاب درسی
	استفاده از تصویرها	بومی‌سازی با توجه به فرهنگ	سی دی کتاب درسی
	کاربرد نرم‌افزار در آموزش	صفحه‌های گسترده (تولید جدول‌های داده‌های تجربی، بررسی داده‌ها و جست‌وجوی داده‌های موجود، رسم نمودار)	سی دی کتاب درسی
		پایگاه‌های داده‌ها (روش ذخیره‌سازی داده‌ها و مرتب کردن آن‌ها و رسم نمودار)	سی دی کتاب درسی
		حسگرها و فناوری کنترل (بررسی تغییرات سریع و یا کند پدیده‌ها از طریق رایانه و اندازه‌گیری دقیق)	سی دی کتاب درسی
		مدل‌سازی و شبیه‌سازی	سی دی کتاب درسی
		چندرسانه‌ای‌ها (ترکیب واژگان گفتاری متحرک‌سازی، ویدئو، چندرسانه‌ای‌های تعاملی)	سی دی کتاب درسی
		اینترنت (پست الکترونیک، تالار گفت‌وگو، وبلاگ‌نویسی، طراحی وبگاه‌های آموزشی و آموزش مجازی الکترونیکی)	سی دی کتاب درسی
		خلاصه‌سازی مفاهیم مهم درس در یک نمودار	سی دی کتاب درسی
	نقشه مفهومی	به منظور ایجاد انگیزه در یادگیری	سی دی کتاب درسی
	کاربردهای فیزیک در زندگی	آموزش بازی‌های سنتی ایران و رعایت اصول علمی	سی دی کتاب درسی
	استفاده از بازی‌های متناسب با مفهوم‌های فیزیک	معرفی مراکز پژوهشی منطقه‌ای	سی دی کتاب درسی
	بازدید از مراکز علمی و معرفی آن‌ها	به منظور معرفی سیر تکاملی فیزیک و روش‌های علمی	سی دی کتاب درسی
	تاریخ علم فیزیک	به منظور شناساندن مفاخر ملی و دینی	سی دی کتاب درسی
	دانشمندان مسلمان و ایرانی	روش‌های ایجاد انگیزه در تدریس، طرح درس (شامل استفاده از روش‌های آزمایشگاهی و دست‌سازه و نقشه‌های مفهومی و رایانه و فیلم و تصاویر و تحقیق و...) اشاره به هدف‌های آموزشی، استفاده از مثال‌های کاربردی و کلیدی و...	سی دی کتاب معلم
	کتاب راهنمای معلم و سی دی	فیلم آموزشی از تدریس معلمان نمونه در جشنواره الگوهای برتر تدریس فیزیک	سی دی کتاب معلم
		نمونه پرسش‌های ارزشیابی ورودی، میانی، پایانی از پژوهش‌ها	سی دی کتاب معلم
		روش استفاده از نرم‌افزارهای آموزشی فیزیک	سی دی کتاب معلم
		نمونه طرح درس مبتنی بر استفاده از رایانه، فیلم، تصویر	سی دی کتاب معلم
		معرفی همایش‌های کشوری در زمینه آموزش فیزیک	سی دی کتاب معلم
		معرفی مجله‌های تخصصی آموزش فیزیک	سی دی کتاب معلم
		نمونه طرح‌های معلمان و دانش‌آموزان در سطح بین‌المللی	سی دی کتاب معلم
		نمونه‌هایی از اقدام‌پژوهی و کاربرد فناوری آموزشی در کلاس فیزیک	سی دی کتاب معلم
		نمونه کاربرگ انجام آزمایش	سی دی کتاب معلم

منابع

۱. بدریان، عابد؛ آموزش شیمی (راهنماها و شیوه‌های نوین آموزش شیمی در مدارس)، ۱۳۸۸.
۲. نوروزی، معصومه؛ زندگی، فرامک و موسی مدنی، فریبرز؛ رتبه‌بندی روش‌های کاربرد فناوری اطلاعات در فرایند یاددهی-یادگیری مدارس فصل‌نامه علمی پژوهشی، نوآوری‌های آموزشی، شماره ۲۶، ۱۳۸۷.

3. Lloyd H. (Nick) Cabot, Jr. - Dr Grover W. McDiarmid-Transforming Teacher Knowledge: Modeling Instruction in Physics, <http://gradworks.umi.com/33/45/3345572.html>
4. <http://modeling.asu.edu/> Arisona State University Website
5. Todd Bridgman, Hugh Willmott, (2006), Institutions and Technology: Frameworks for Understanding Organizational Change- The Case of a Major ICT Outsourcing Contract, The Journal of Applied Behavioral Science, 42: 110-126.
۶. رهبر، منیژه؛ برنامه درسی فیزیک کشور مالزی

مسئله‌های آموزش فیزیک برای شاگردان با نیازهای آموزش خاص

(دانش آموزان ناتوان در یادگیری، دانش آموزان مستعد)

مهناز ملکی (کارشناس فیزیک)

اصفهان، آموزش و پرورش ناحیه ۶

بهنام رحیم پور (کارشناس ارشد فیزیک)

اصفهان، آموزش و پرورش ناحیه ۲

چکیده

امروزه در آموزش و پرورش، پیشرفت آموزشی و تحصیلی دانش آموزانی که دارای نیازهای خاص آموزشی هستند، یک مسئله مهم آموزشی محسوب می‌شود. مسائل و تمرین‌های آموزشی فیزیک یکی از مؤثرترین ابزارهای آموزش فیزیک است. دانش آموزان ناتوان در یادگیری فیزیک و دانش آموزان با استعداد، دو گروه با نیازهای آموزشی خاص هستند. دانش آموزان ناتوان در یادگیری هنگام حل مسائل فیزیک با مشکلات زیادی روبه‌رو می‌شوند. علت کاهش فرایند یادگیری در درس فیزیک در مورد این دو گروه خاص و کمک به حل این مشکلات موضوع مورد بحث ماست.

مسئله‌های فیزیک برای دانش آموزان مستعد باید در قالب خاصی ارائه شود تا وسیله‌ای برای افزایش انگیزه و پیشرفت استعداد آن‌ها باشد. برای دانش آموزان ناتوان در یادگیری، نوآوری در مسائل آموزش فیزیک و تقویت فراشناخت در یادگیری آن‌ها مؤثر خواهد بود.

کلیدواژه‌ها: آموزش فیزیک، مسئله‌های فیزیک، دانش آموزان ناتوان در یادگیری، دانش آموزان مستعد

مقدمه

بسیاری از شاگردان دارای مشکلات آموزشی هستند. به‌طوری که تصور می‌شود دغدغه آموزش و پرورش در آینده، پیشرفت آموزش فردی همه دانش آموزان باشد. هر شاگرد می‌تواند فراگیرنده‌ای با نیازهای خاص آموزشی محسوب شود. فناوری آموزشی مناسب در آموزش فیزیک بسیار مورد نیاز است. در این مطالعه تلاش شده است تا مشکل روش‌های پیشرفت فردی دانش آموزان مستعد و ناتوان در یادگیری در آموزش فیزیک مورد بررسی قرار گیرد و راه‌حل‌های مناسب برای آن‌ها ارائه شود.

مسائل آموزشی فیزیک

مسائل آموزشی فیزیک بخش مهمی از آموزش فیزیک و همچنین وسیله‌ای در جهت ایجاد انگیزه در فراگیرندگان است. البته هر مسئله آموزشی نمی‌تواند محرک مؤثری در آموزش محسوب شود. بدون مواجه شدن با مشکلات و مسائل، مهارت‌ها و یادگیری‌ها حاصل نمی‌شود. مسائل باید به شکل خاصی به دانش آموزان ارائه شوند. مسائل آموزشی فرم‌ها و اشکال مختلفی دارند. مسائل ابتدایی و ساده که فقط برای یادآوری و مرور در حافظه‌اند و مسائل پیچیده که در جهت ایجاد تفکر خلاق گام برمی‌دارند. مسائل آموزشی، مراحل آموزش را به هم مرتبط

می‌کند. مراحل آموزشی شامل انگیزه، عملکرد، تثبیت، تشخیص و کاربرد است. می‌توان از معیارهای بیشتری در مسائل ارائه شده استفاده کرد؛ از جمله استفاده از مسائل آموزشی کمی و کیفی با محاسبات ریاضی، مسائل آموزشی تجربی، مسائل تجسمی و فکری. مسائل آموزشی را می‌توان در پنج دسته طبقه‌بندی کرد:

۱- مسائلی که در آن‌ها به کارگیری ذهن و تمرین‌های ذهنی برای تقویت حافظه دانش آموزان صورت می‌گیرد.

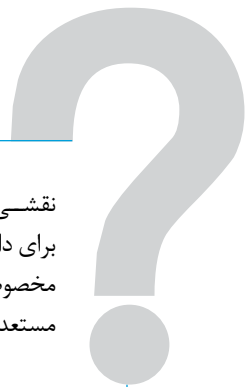
۲- مسائلی که شامل عملیات ساده و آموخته‌های آسان‌تر برای مقایسه و طبقه‌بندی است.

۳- مسائلی که در آن عملیات ذهنی پیچیده مانند استقفاهم، استنباط، تفسیر، انتقال و تأیید گنجانده می‌شود.

۴- مسائلی که به تعبیر و تفسیر نیاز دارند. دانش آموزان با این تعبیر و تفسیرها نه تنها مسئله را حل می‌کنند بلکه می‌توانند آن‌ها را به شرایط و مراحل دیگر نیز تعمیم دهند.

۵- مسائلی که در آن‌ها تفکر خلاق بر پایه عملیات‌های از پیش آموخته، توانایی ادغام این راه‌حل‌ها و دستیابی به راه‌حل‌های خلاقانه در آموزش فیزیک را فراهم می‌کند. مسائل آموزشی فیزیک





نقشی مهمی در فرایند یاددهی/ یادگیری برای دانش آموزان با نیازهای خاص آموزشی مخصوصاً ناتوانان در یادگیری و دانش آموزان مستعد ایفا می کنند.

ناتوانی های یادگیری^۱ خاص در آموزش فیزیک

به گروه ناهمگنی از اختلالات گفته می شود که دارای ویژگی هایی نظیر دشواری در فراگیری و کارکرد گوش دادن، حرف زدن، خواندن، نوشتن و محاسبه هستند. این اختلالات پایه عصب شناختی و روندی تحولی دارند که پیش از دبستان شروع می شود و تا بزرگسالی ادامه دارد. ناتوانی هایی که در حل مسائل فیزیک مشاهده می شود، عبارتند از:

- درک ضعیف در تفسیر نمودارها و مفاهیم

- ناتوانی در محاسبات

- مجموعه ای از ناتوانی ها شامل سندرم بیش فعالی به همراه نقص توجه باعث می شود که اغلب این دانش آموزان توان یادگیری کمتری داشته باشند و زودتر خسته شوند.

ناتوانی های یادگیری در ریاضی عبارت است از ناتوانی در انجام مهارت های حساب با توجه به ظرفیت هوش و سطح آموزش مورد انتظار از دانش آموز. این دانش آموزان در چهار گروه از مهارت های زبانی - ادراکی - ریاضی و توجهی مرتبط با ریاضیات مشکل دارند. (vaculova; ۲۰۰۸: ۵۹-۷۹)

در این مقاله توجه خاص به ناتوانی در انجام عملیات ریاضی است. نمونه هایی از این مشکلات متداول محاسباتی به اشکال زیر نمود پیدا می کند:

- ناتوانی در خواندن درست اعداد (۲۳ به جای ۳۲)

- مشکل داشتن در چهار عمل اصلی ریاضی (+, -, ×, ÷)

- ناتوانی در به دست آوردن و محاسبات متوالی، مفاهیم و فرمول های ریاضی

- ناتوانی در به دست آوردن مقادیر

- ناتوانی در مرتبط ساختن موضوع های ریاضی به یکدیگر. این گونه دانش آموزان که دارای مشکلات محاسباتی هستند، به عوامل بیرونی مانند نور، سروصدا، و بو حساسیت زیادی دارند و با کوچک ترین عامل از ادامه محاسبات باز می مانند و ممکن است به جای درک ریاضیات، غرق در تخیلات شوند.

مسائل و تمرین های آموزشی فیزیک برای شاگردان با ناتوانی های خاص یادگیری در ریاضیات

دانش آموزانی که دارای ناتوانی های یادگیری خاص هستند، در فرایند حل مسائل با مشکلات زیادی مواجه می شوند و

مجموعه ای از ناتوانی ها شامل سندرم بیش فعالی به همراه نقص توجه باعث می شود که اغلب این دانش آموزان توان یادگیری کمتری داشته باشند و زودتر خسته شوند

اثربخشی آموزشی را به طور چشمگیری کاهش می دهند.

با بررسی تمرین ها و مسائل حل شده این دانش آموزان می توان به مشکلات اصلی محاسباتی آن ها پی برد که عبارتند از:

۱- مشکل داشتن در محاسبات.

۲- مشکل داشتن در تبدیل یکاهای

فیزیکی

۳- مشکل داشتن در پردازش داده ها

۴- ناتوانی در به یاد آوردن و استفاده از مفاهیم و کاربرد ریاضی در فیزیک، قوانین و فرمول ها

۵- مشکل داشتن در بازخوردهای به دست آمده در حل مسائل فیزیک

۶- ناتوانی در توضیح حل مسائل آموزشی.

موضوعی که اینجا مطرح می شود، یافتن راه حل و درمان برای موفقیت این گونه دانش آموزان در حل مسائل فیزیک است. تاکنون هیچ درمان تأیید شده ای برای ناتوانی در محاسبات ارائه نشده است. پیشنهاد مطرح شده، درمان آموزشی در قالب یاددهی/ یادگیری شامل موارد زیر است:

- آماده سازی دانش آموزان ناتوان در یادگیری با حل مثال های گوناگون؛

- آماده سازی دانش آموزان ناتوان در یادگیری به وسیله کمک های خاص مانند بررسی اجمالی ساختار فرمول ها و یکاهای مورد استفاده و کمک برای تبدیل یکاهای فیزیکی به آن ها؛

- ترسیم شکل های ساده و گویا با توجه به مسئله ها و تمرین های ارائه شده؛

- محدود نکردن زمان برای حل مسئله؛

- استفاده بیشتر از تمرین های تجربی - تجسمی - کیفی - شفاهی.

همچنین نوآوری در تمرین ها و مسائل آموزشی فیزیک برای این دانش آموزان از جمله راهکارهایی است که در جهت یادگیری مسائل استفاده می شود.

اختلال بیش فعالی و نقص توجه^۲

یکی از اختلالات رفتاری در کودکان و نوجوانان اختلال کم توجهی و بیش فعالی (ADHD) یا هر دو به صورت هم زمان است. از علائم آن می توان به بی توجهی، حواس پرتی بر اثر محرک های خارجی، عدم توجه کافی به جزئیات درس، فراموش کاری، گوش ندادن به صحبت های دیگران، بی میلی در انجام تکالیف، عدم تمرکز بر تکالیف و فعالیت ها اشاره کرد. مواد غذایی حاوی نگهدارنده ها و غذاهای حاوی سالیسیلات ها و غذاهایی که از رنگ و طعم مصنوعی در آن ها استفاده شده

۱. فولاد چنگ، م؛ «بررسی تأثیر آموزش فراشناختی بر پیشرفت تحصیلی درس ریاضی»، فصلنامه آموزشی شماره ۴، ۱۳۸۴.
۲. کاکوند، ع؛ اختلال نقص توجه - بیش‌فعالی، تهران، انتشارات سرفراز، ۱۳۸۵.
۳. ملکی، ب؛ «تأثیر آموزش‌های شناختی و فراشناختی بر افزایش یادگیری و یادداری متون مختلف درسی»، تازه‌های علوم‌شناختی، سال ۷، شماره ۳، ۱۳۸۴.
۴. نیازی، م؛ «مدیریت رفتارهای پرتحرکی و نارسایی توجه دانش‌آموزان در کلاس درس»، مکانیات نیازی به نقل از انجمن رژیم غذایی فاین گلد، ۱۳۷۵.
5. Amatrang, T. (1998). Awakening Genius in the Classroom. Alexandria, VA, USA: Association for Supervising & Curriculum Development.
6. Gartland, d. & Stronider. R (2007). Learning disabilities and young children identification and intervention. Learning disabilities quarterly. 30 (1), 63-72.
7. Swanson, H, L. & Jerman, o (2006). Math disabilities: a selective meta- analysis of the literature. Review of educational research, 76.
8. Trna, J. (2008). Hands-on Activity as a Source of motivational Effectiveness of Learning Tasks in Science Education. In Hands-on Science 2008. Formal and Informal Science Education. Braga: Univ. Braga. pp. 78-82.
9. Vaculova, I., Trna, J., Janik, T. (2008). Ucební Ulohy Ve Vyuze Fyziky Na 2. Stupni základní Skoly: Vybrane Vysledky CPV Videosudie Fyziky. Pedagogická Orientace, 8 (4), pp. 59-79.
10. Korkman M, Pesonen AE. A comparison of test profiles of children with attention deficit-hyperactivity disorder and / or learning disorder. J Learn Disables. 1994, (60): 383- 92.

مسائل فیزیکی برای دانش‌آموزان مستعد

سه نوع از تمرین‌های خاص براساس آزمایش برای دانش‌آموزان با استعداد می‌توان ارائه داد. تمرین‌های فکری و معمّاگونه فیزیکی، تمرین‌ها و مسائل که منجر به ساخت یک وسیله می‌شود، حل یک مسئله با خلق یک آزمایش.

ادغام این تمرین‌ها و مسائل با یکدیگر که سبب ارتقای انگیزه در آن‌ها می‌شود

باید برای پیشرفت استعدادهای این دانش‌آموزان به کار رود. درگیر شدن دانش‌آموزان در روند حل این مسائل چالش‌برانگیز ممکن است به دلایل زیر باشد.

- نوع مسئله برای او جالب توجه باشد.
 - با یک پارادوکس در حل مسئله مواجه شود.
 - با شک و عدم قطعیت در حل مسئله روبه‌رو شود.
- به‌ویژه مسائل و تمرین‌هایی برای این دانش‌آموزان جالب توجه است که به ساخت یک وسیله بینجامد؛ مثلاً اسباب‌بازی‌هایی که خود دانش‌آموز باید بسازد و در جریان کار اصول فیزیکی حاکم بر آن‌ها را کشف کند. در مجموع، معلمان باید با توجه به استعدادهای خاص این دانش‌آموزان مسائل چالش‌برانگیز فکری و جذاب فیزیکی به آن‌ها ارائه دهند تا موجب افزایش انگیزه در جهت یادگیری مسائل فیزیکی و پیشبرد استعدادهای آن‌ها شود.

شاگردان ناتوان در یادگیری و دانش‌آموزان با استعداد باید به‌عنوان یادگیرندگان با نیازهای آموزشی خاص، در آموزش فیزیک در نظر گرفته شوند. یادگیری مسائل بخش مهمی از آموزش فیزیک برای دانش‌آموزان با نیازهای خاص است

است، با تحرک بیش از حد و نارسایی توجه، هم‌بستگی مثبت دارند. امروزه با توجه به استفاده بیش از حد کودکان از این مواد، کم‌توجهی آن‌ها بیشتر شده است. (نیازی، ۱۳۷۵)

روش‌های درمانی توصیه شده برای دانش‌آموزان در درجه اول دارو درمانی است که ۷۰ تا ۸۰ درصد به دارو پاسخ مثبت داده‌اند و تمرکز آن‌ها بیشتر شده است. تقویت فراشناخت^۲ در این دانش‌آموزان

تأثیرات بسیار مثبتی داشته است. (ملکی، ۱۳۸۴: ۵-۴۲)

فراشناخت ترکیبی از سه عامل است:

۱- برنامه‌ریزی

۲- سازماندهی

۳- نظارت

نظارت بر تمرین‌ها و مسائل آن‌ها در خود تنظیمی و خود نظارتی این دانش‌آموزان مؤثر است. با آموزش ابعاد فراشناخت می‌توان به تقویت برنامه‌ریزی و نظارت در آن‌ها کمک کرد و هم در بهینه حل کردن مسائل و هم در تعمیم نتایج به تمام رفتارهای دانش‌آموزان بهره جست. همچنین آموزش فنون حل مسئله به این گروه ویژه از دانش‌آموزان می‌تواند تأثیر بسزایی داشته باشد که عبارت‌اند از:

- آموزش تأخیر در پاسخ که به شاگردان دارای نقص توجه آموزش داده می‌شود تا قبل از عمل درنگ کرده، فکر کند و جملات خودفرمانی را در اوقات مهم تکرار کنند. مانند (گوش کن، ببین، تأمل کن و پاسخ بده).
- تکالیف و مسائل را مطابق با محدوده توجه کوتاه‌مدت دانش‌آموز تنظیم کرد و مسائل طولانی را به قسمت‌های کوچک‌تر و قابل کنترل تقسیم کرد.
- سرعت انجام تکالیف و مسائل را دانش‌آموز تنظیم کند و با بقیه دانش‌آموزان مقایسه نشود.

دانش‌آموزان باهوش و مستعد در آموزش فیزیک

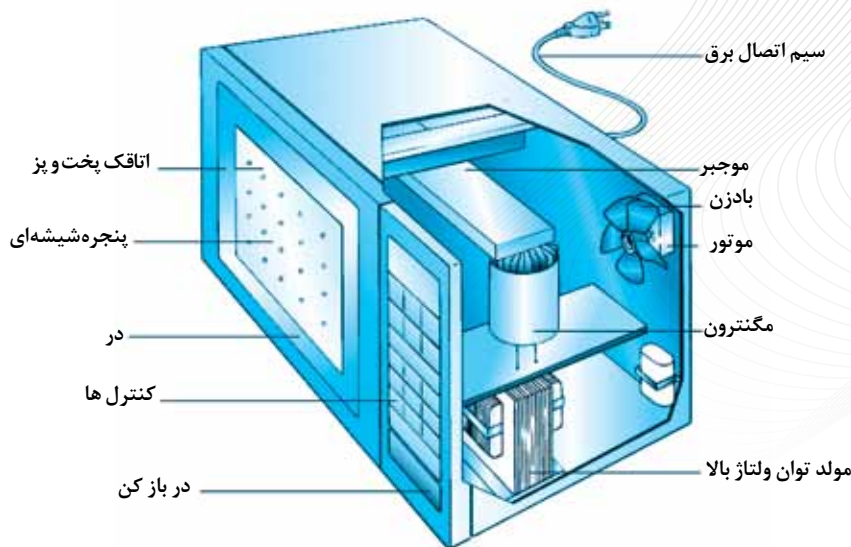
دانش‌آموزان مستعد نیز دانش‌آموزانی با نیازهای خاص در تعلیم و آموزش فیزیک محسوب می‌شوند (Amatrang, ۱۹۹۸). دادن انگیزه مهم‌ترین بخش از آموزش این‌گونه از دانش‌آموزان است و باید تمرین‌ها و مسائل ویژه فکری و معمّاگونه که برای پیشرفت استعدادشان مناسب است، به آن‌ها ارائه شود. نتایج تحقیقات نشان داده است که تمرین‌ها و مسائل مبتنی بر آزمایش بر افزایش انگیزه در دانش‌آموزان مستعد مؤثر بوده‌اند، متأسفانه این‌گونه مسائل در تعلیم و آموزش فیزیک به‌ندرت گنجانده می‌شود.

پی‌نوشت

1. Learning disability
2. Attention Deficit/ Hyperactivity Disorder (ADHD)
3. Metacognitive



فرهای ریزموج (قسمت اول)



مواظب اجسام فلزی قرار گرفته درون فر باشید؟ چرا در فر ریزموج بعضی اجسام سرد می مانند در حالی که اجسام دیگری بیش از حد گرم می شوند؟ ریزموج برای ذرات بوده چگونه کار می کند؟

کلیدواژه ها: فر ریزموج، امواج رادیویی، مولکول قطبی، مگنترون

چکیده

اکنون فرهای ریزموج در بسیاری از خانه ها وجود دارد. بنابراین آشنایی با چگونگی کار آن ها می تواند به استفاده درست از این وسیله جدید کمک کند. این مقاله اساس کار این دستگاه را شرح و به پرسش هایی که ممکن است در این رابطه به وجود آید پاسخ می دهد.

فر (اجاق) های ریزموج

امواج الکترومغناطیسی افزون بر انتقال صدا، از محلی به محل دیگر، می توانند توان را هم منتقل کنند. یک مثال جالب از چنین انتقال توانی، فر ریزموج است. این فرها از موج های الکترومغناطیسی با بسامد نسبتاً بالا استفاده می کنند تا توان را مستقیماً به مولکول های آب در غذا منتقل کنند؛ به طوری که غذا از داخل به خارج پخته شود. در این مقاله درباره چگونگی تولید این موج ها و اینکه چرا غذا را گرم می کنند بحث می کنیم.

ریزموج ها و غذا

از رابطه $v = \lambda f$ می دانیم که طول موج و بسامد موج مستقل از یکدیگر نیستند. یک موج الکترومغناطیسی در فضای تهی دارای طول موج و بسامدی است که حاصل ضرب آن ها برابر سرعت نور است.

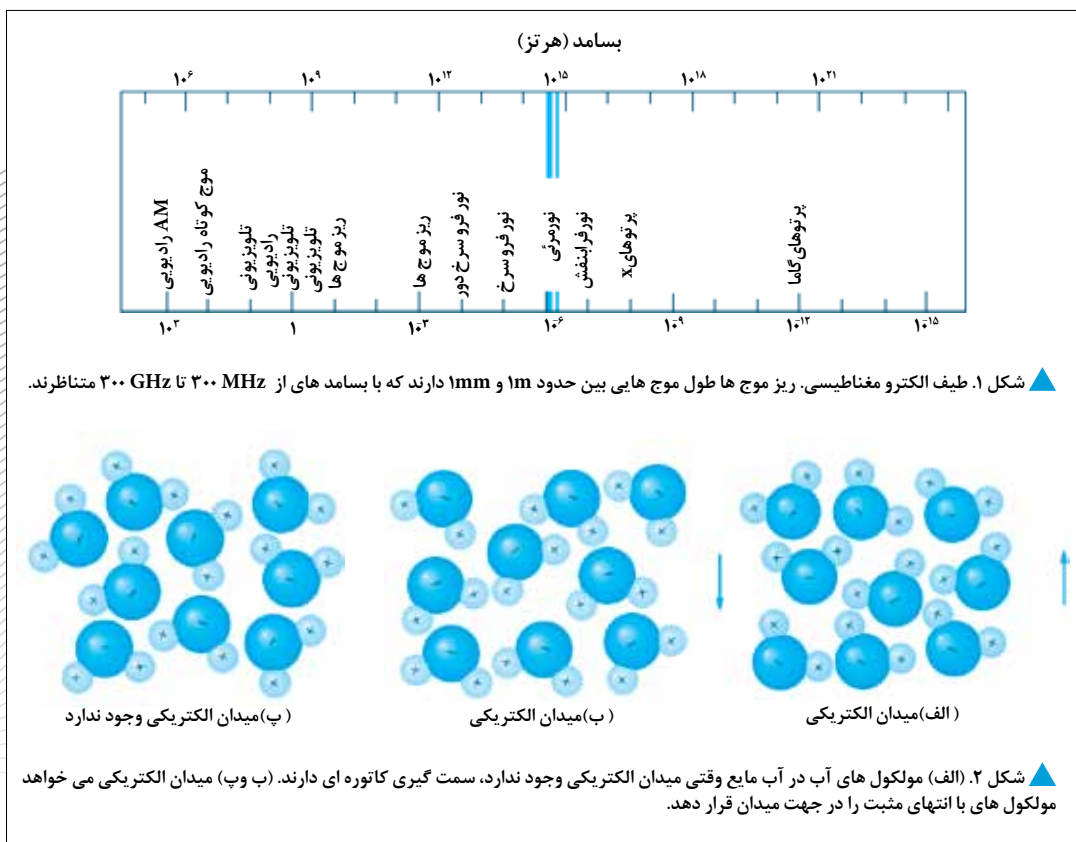
پرسش هایی برای اندیشیدن: چرا در فرهای ریزموج اگر غذا را موقع پختن حرکت ندهید بدون هیچ نظم و ترتیبی می پزد؟ چگونه بخشی از یک غذای منجمد شده از گرما می جوشد، در حالی که بخش دیگر منجمد می ماند؟ چرا باید

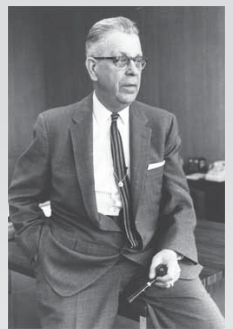
و از اتم‌های هیدروژن دور می‌کند، یک طرف مولکول دارای بار منفی و طرف اتم‌های هیدروژن دارای بار مثبت می‌شوند. بنابراین، آب مولکول قطبی است. در مورد یخ، این مولکول‌های آب قطبی به صورت منظم با مکان و سمت‌گیری ثابت قرار گرفته‌اند. ولی در آب سمت‌گیری مولکول‌ها بیشتر کاتوره‌ای است (شکل ۲). ترتیب آن‌ها فقط با تمایلشان به پیوند با یکدیگر محدود می‌شود، انتهای مثبت به انتهای منفی، تا شبکه‌ای چگال از مولکول‌های جفت‌شده تشکیل گردد. این پیوند میان اتم هیدروژن باردار مثبت در یک مولکول آب و اتم اکسیژن باردار منفی در مولکول دیگر پیوند هیدروژنی نام دارد.

اگر آب را در یک میدان الکتریکی شدید قرار دهید، مولکول‌های آب می‌خواهند بچرخند و در جهت میدان قرار گیرند؛ زیرا وقتی مولکول‌ها هم‌خط نباشند، دارای انرژی پتانسیل الکتروستاتیکی بیشتریند و در جهتی شتاب می‌گیرند که انرژی پتانسیل آن‌ها با سرعت هرچه بیشتر کمینه شود. در این مورد، به مولکول آب گشتاوری وارد می‌شود و شتاب زاویه‌ای پیدا می‌کند و با چرخیدن به صورت هم‌خط درمی‌آید. وقتی مولکول چرخید و با مولکول‌های دیگر برخورد کرد، مقداری از انرژی پتانسیل الکتروستاتیکی آن به انرژی گرمایی تبدیل می‌شود.

شکل ۱ طول موج‌های تقریبی انواع زیادی از موج‌های الکترومغناطیسی و نیز بسامدهای آن‌ها را نشان می‌دهد. پخش رادیویی از بسامد پایین و بخش طول موج بلند طیف الکترومغناطیسی بهره می‌گیرد. AM رادیویی تجاری در بسامدهای از ۵۴۵ kHz تا ۱۶۰۰ kHz (طول موج‌های از ۵۴۵ m تا ۱۸۷ m) و FM رادیویی تجاری در بسامدهای از ۸۸ MHz تا ۱۰۸ MHz (طول موج‌های ۳/۴ m تا ۲/۸ m) صورت می‌پذیرند. چون طول موج‌های این امواج بلندتر از ۱ m است، موج‌های رادیویی نامیده می‌شوند. موج‌های الکترومغناطیسی که در فرهای ریزموج مورد استفاده قرار می‌گیرند، طول موج‌هایی کوتاه‌تر از ۱ m دارند و ریزموج نامیده می‌شوند.

ریزموج‌ها دارای طول موج‌های ۱ m تا کمتر از ۱ mm هستند. برای فهمیدن اینکه فر ریزموج چگونه غذا را گرم می‌کند، کار را از مولکول‌های آب شروع می‌کنیم. مولکول‌های آب از نظر الکتریکی قطبیده‌اند؛ یعنی، دارای دو سر مثبت و منفی هستند. این قطبش به دلایل فیزیک کوانتومی و تمایل اتم‌های اکسیژن برای دور کردن الکترون‌ها از اتم‌های هیدروژن پیش می‌آید. مولکول‌های آب خمیده می‌شوند و دو اتم هیدروژن آن مثل گوش‌های میکی‌ماوس به اتم اکسیژن می‌چسبند. وقتی اتم اکسیژن الکترون‌ها را تا اندازه‌ای می‌کشد





پرسی لبارون اسپنسر آمریکایی (۱۹۷۰-۱۹۸۴) کودک یتیمی بود که هرگز مدرسه ابتدایی را تمام نکرد، اما به عنوان دانشمند و مهندس ریزموج دوران زندگی درخشانی داشت. او در سال ۱۹۴۵ وقتی از آزمایشگاه پژوهشی مگنترون بازدید می کرد، در حال کار کردن تکیه داد و آب نباتی که در جیب پیراهنش بود، آب شد. اسپنسر بی درنگ دریافت که چه اتفاقی افتاده است. او در آزمایشگاه ذرت بوداده درست کرد و حتی تخم مرغی را پخت تا ترکید. از آن هنگام شکل پختن غذا دگرگون شد.

همین اثر وقتی رخ می دهد که در یک مهمانی شلوغ ناگهان به افراد بگویند به جلوی اتاق بنگرند. افراد موقع چرخیدن به یکدیگر می خورند و اصطکاک، مقداری از انرژی آن ها را به انرژی گرمایی تبدیل می کند. اگر از افراد خواسته شود که مدام به عقب و جلو بچرخند، کاملاً گرم خواهند شد. همین امر در مورد آب نیز صادق است. اگر جهت میدان الکتریکی پیوسته تغییر کند، مولکول های آب به عقب و جلو می چرخند و گرم تر و گرم تر می شوند.

یک میدان الکتریکی نوسانی به خوبی می تواند آب را گرم کند. فر ریزموج از ریزموج های ۲/۴۵ GHz برای چرخاندن میلیارد ها مولکول آب، غذا به پس و پیش بهره می گیرد. وقتی مولکول ها می چرخند، به یکدیگر برخورد می کنند و گرم می شوند. آب، ریزموج ها را جذب و انرژی آن ها را به انرژی گرمایی تبدیل می کند. این بسامد ریزموج خاص نه به دلیل هرگونه اثر تشدید، بلکه به علت اینکه در مخابرات مورد استفاده قرار نمی گیرد و غذا را یکنواخت می پزد، انتخاب شده است. اگر بسامد بالاتر باشد، ریزموج ها توسط غذا خیلی شدیدتر جذب می شوند و به عمق قطعه های بزرگ نفوذ نمی کنند. اگر بسامد کمتر باشد، ریزموج ها خیلی راحت تر از غذا می گذرند و به خوبی نمی پزند.

این حرکت چرخشی توضیح می دهد که چرا فقط غذاها یا اجسام دارای آب یا سایر مولکول های قطبی به خوبی در فر ریزموج می پزند. بشقاب های سرامیکی، لیوان های شیشه ای و ظرف های پلاستیکی آب ندارند و اغلب سرد باقی می ماند. حتی یخ در جذب توان ریزموج مشکل دارد، زیرا ساختار بلورین آن مولکول های آب را محدود می کند و در نتیجه، آن ها نمی توانند به راحتی بچرخند.

اگرچه یخ به آرامی در فر ریزموج آب می شود، آب ناشی از ذوب یخ به سرعت گرم می شود. این نحوه گرم شدن خاص توضیح می دهد که چرا غذای منجمد گرم شده در فر ریزموج راحت شما را می سوزاند. قسمت هایی از غذا که ابتدا آب می شود، بیشتر توان ریزموج را جذب می کند و خیلی گرم می شود؛ در حالی که بقیه غذا یخ زده می ماند. پس هیچ وقت نمی فهمید که آیا گاز زدن بعدی غذا دندان شما را می شکند یا دهان شما را می سوزاند. برای نشان دادن این مسئله، بسیاری از فرهای ریزموج چرخه های آب کردن دارند که در آن ها گرم کردن ریزموجی به طور دوره ای متوقف می شود تا گرما به طور طبیعی وارد غذا شود و یخ را آب کند. وقتی قسمت های منجمد آب شدند، تمام غذا می تواند ریزموج ها را جذب کند.

درک خود را واریسی کنید: ذرت بوداده با ریزموج

چرا: دانه ذرت دارای نشاسته مرطوب است که در بدنه

سخت خشکی قرار دارد. شما می توانید با پختن ذرات در روغن داغ و نه در فر ریزموج بدنه آن ها را بسوزانید. فر ریزموج چگونه می تواند بدون خطر زیاد گرم شدن، بدنه ذرت را بترکاند؟ **پاسخ:** فر ریزموج گرما را به مولکول های آب درون نشاسته منتقل می کند؛ به طوری که بدنه هیچ وقت گرم تر از ماده درون آن نمی شود.

چرا: دانه ذرت پخته شده در روغن با تماس با روغن داغ و ماهی تابه گرم می شود. شما به راحتی می توانید بدنه خارجی را زیاد گرم کنید و آن را بسوزانید، ولی ریزموج ها گرما را به مولکول های آب درون دانه منتقل می کنند.

پاسخ: بدنه نمی تواند زیاد گرم شود؛ زیرا داغ ترین چیزی که با آن در تماس است، نشاسته درون دانه است. وقتی فشار بخار درون دانه به قدر کافی زیاد شود، بدنه می شکند و دانه «پف می کند».

فلز در فر ریزموج

برخلاف تصور بیشتر مردم، اجسام فلزی و فرهای ریزموج همیشه ناسازگار نیستند. درواقع، دیواره های فرهای پخت و پز فلزی اند، و باز هم وقتی طی پختن در معرض ریزموج ها قرار گیرند، مشکلی به وجود نمی آورند. دیواره ها نظیر بیشتر سطح های فلزی، ریزموج ها را باز می تابانند. آن ها این کار را مثل آنتن های گیرنده و فرستنده انجام می دهند. میدان های الکتریکی در ریزموج ها باعث می شوند تا بارهای متحرک در سطح های فلزی شتاب بگیرند و ریزموج های اولیه را جذب کنند. وقتی این بارها شتاب گرفتند، موج های جدیدی را گسیل می کنند. ریزموج های گسیل شده همان بسامد های موج های اولیه را دارند ولی در جهت های جدیدی حرکت می کنند. موج های اولیه از سطح بازتابیده اند.

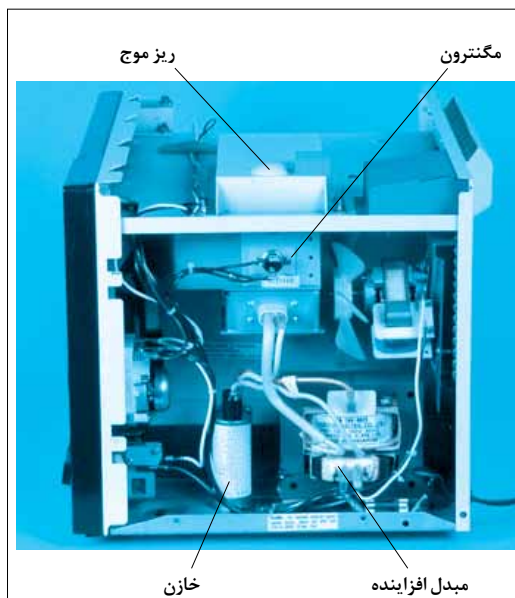
دیواره های اتاقک پخت ریزموج های فر را باز می تابانند و آن ها را به جست و خیز درون اتاقک وامی دارند. حتی شبکه فلزی که دریچه را می پوشاند ریزموج ها را باز می تاباند. زیرا بار الکتریکی در چرخه ریزموج زمان کافی برای جریان در اطراف هر سوراخ شبکه و خنثی کردن آن را در اختیار دارد. مادام که طول موج الکترومغناطیسی خیلی بزرگ تر از سوراخ ها در یک شبکه فلزی باشد، موج کاملاً از آن شبکه باز می تابد. درواقع، اگر چیزی درون فر نباشد تا ریزموج ها را جذب کند، آن ها داخل فر به اطراف می چهند تا به چشمه خود، لامپ خلأ به نام مگنترون (شکل ۳) برگردند و سرانجام باعث زیاد گرم شدن آن شوند.

در حالی که سطح های فلزی به ننگ داشتن ریزموج ها در فر کمک می کنند و غذای شما را می پزند، فلز اضافی در فر ریزموج می تواند مشکل ساز شود. اگر غذا را در ورقه آلومینیمی بیچید، ورقه ریزموج ها را باز می تاباند و غذا نمی پزد، ولی غذای موجود

در ظرف فلزی کم عمق به خوبی می‌پزد؛ زیرا ریزموج‌ها از بالای باز ظرف وارد آن می‌شوند، از غذا می‌گذرند، بازمی‌تابند و دوباره از غذا می‌گذرند.

گاهی بارهای متحرک فلز، کاری بیشتر از بازتاب ریزموج‌ها انجام می‌دهند. اگر به فلزی نوک تیز یا ورقه‌ای آلومینیومی بار کافی داده شود، مقداری از آن مستقیماً به صورت جرقه به هوا می‌جهد. این جرقه، به‌ویژه وقتی فلز نوک تیز به چیزی قابل اشتعال مثل پلاستیک یا پاکت کاغذی متصل باشد، می‌تواند باعث آتش‌سوزی شود. پس، هیچ‌گاه جسم فلزی نوک‌تیز را در فر ریزموج قرار ندهید.

بعضی اجسام فلزی در فر ریزموج خیلی گرم می‌شوند. وقتی ریزموج‌ها بار الکتریکی فلز را پس و پیش می‌رانند، جریان متناوبی در فلز ایجاد می‌شود. اگر مقاومت الکتریکی فلز قابل ملاحظه باشد، این جریان متناوب باعث افت ولتاژ می‌شود و فلز را گرم می‌کند. در حالی که دیواره‌های ضخیم فر و وسایل پخت و پز مقاومت کمی دارند و سرد می‌مانند، نوارهای فلزی به سرعت گرم می‌شوند. به‌ویژه تزیینات فلزی روی ظرف‌های غذاخوری مستعد آسیب در فر ریزموج هستند؛ به‌طوری که گرم کردن قهوه در فنجان با لبه‌ی طلایی فاجعه‌ای حتمی است. هنگام قرار دادن فلز در فر ریزموج، اطمینان یابید که به قدر کافی ضخیم است که الکتریسیته را به خوبی هدایت کند و نوک تیز نداشته باشد.



▲ شکل ۳. چشمه ریزموج مگنترون این فر در وسط تصویر، درست طرف چپ پروانه خنک‌کننده آن قرار دارد. ریزموج‌ها از کانال فلزی مستطیل شکل در بالای فنر می‌گذرند و به طرف اتاقک پخت حرکت می‌کنند. ولتاژ زیاد مبدل در قسمت پایین سمت راست، توان مگنترون را تأمین می‌کند.

درواقع، گرمایش مقاومتی در اجسام رسانا گاهی می‌تواند مفید باشد؛ چون فرهای ریزموج داخل و خارج غذا را هم‌زمان می‌پزند، در آن‌ها سطح غذا هیچ وقت به‌طور خاص گرم نمی‌شود و غذا برشته یا خشک نمی‌گردد. برای بهتر کردن ترکیب یا ظاهر، بعضی غذاها دارای روکش‌هایی هستند که جریان را به اندازه کافی هدایت کند تا غذا در فر ریزموج خیلی گرم شود. این روکش‌ها دمای سطحی زیاد لازم را برای برشته کردن غذاها تأمین می‌کنند.

ویژگی عجیب دیگر فرهای ریزموج این است که همواره غذا را به‌طور یکنواخت نمی‌پزند؛ زیرا دامنه میدان الکتریکی ریزموج در سراسر فر یکنواخت نیست. با واجهش ریزموج‌ها و در اتاقک پخت آن‌ها از چند جهت مختلف از یک محل می‌گذرند. با این کار، اثرهای تداخلی به‌وجود می‌آید. شاید میدان‌های الکتریکی در یک محل در جهت یکسانی قرار گیرند و تداخل سازنده صورت گیرد و در نتیجه، غذا در آنجا به سرعت گرم شود ولی، شاید در محل دیگر آن میدان‌ها در جهت مخالف هم قرار گیرند و تداخل ویرانگر صورت گیرد و در آنجا غذا اصلاً خوب نپزد.

اگر چیزی در فر ریزموج حرکت نکند، طرح نقش ریزموج درون آن نیز حرکت نمی‌کند. در این صورت، ناحیه‌هایی وجود دارند که در آن‌ها میدان الکتریکی دامنه‌های بسیار بزرگی دارد و ناحیه‌هایی که در آن‌ها دامنه‌ها بسیار کوچک‌اند. هرچه دامنه میدان الکتریکی بزرگ‌تر باشد، غذا سریع‌تر می‌پزد.

برای اینکه غذا در چنین فر ریزموجی به‌طور یکنواخت بپزد، باید هنگام پخت آن را حرکت دهید. بسیاری از فرها دارای سینی چرخانی هستند که غذا را به صورت خودکار حرکت می‌دهد. راه‌حل دیگر این مسئله آن است که ریزموج‌ها با پره فلزی چرخانی حرکت کنند. طرح ریزموج‌های درون اتاقک با چرخش پره تغییر می‌کند و غذا یکنواخت‌تر می‌پزد. فرهای ریزموج دیگری از دو بسامد ریزموج جداگانه برای پختن غذا بهره می‌گیرند. چون این دو بسامد غذا را به‌طور مستقل می‌پزند، بعید است که بخشی از آن را هر دو موج با هم نادیده بگیرند.

درک خود را امتحان کنید: نصف و نصف

تقسیم‌کننده فلزی ضخیمی را داخل فر ریزموج قرار دهید؛ به‌طوری که اتاقک پخت را درست نصف کند. فر ریزموج‌های خود را به نیمه راست اتاقک می‌فرستد.

چرا: اگر غذا را در نیمه چپ آن قرار دهید، آیا می‌پزد؟
پاسخ: خیر، نمی‌پزد.

چرا: تقسیم‌کننده فلزی، ریزموج‌ها را بازمی‌تاباند و مانع ورود آن‌ها به نیمه چپ فر می‌شود.

مرجع

How Things Work, Louis A. Bloomfield, 4th Edition, 2010.



روش‌های ساخت لایه‌های نازک

صرغام اسدالهی، دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیک دانشگاه پیام نور، واحد پرند
اشرف السادات شکر باغانی، پژوهشکده برنامه‌ریزی درسی و نوآوری‌های آموزشی
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

چکیده

امروزه لایه نشانی کاربرد گسترده‌ای در زمینه‌های مختلف علوم و فناوری دارد. بنابراین آشنایی با روش‌های مختلف لایه نشانی می‌تواند در جهت به‌دست آوردن شناخت از این روش و استفاده از آن در جهت آموزش به شاگردان مفید باشد. این مقاله به بررسی اجمالی این روش‌ها می‌پردازد.

کلیدواژه‌ها: لایه نازک، لایه نشانی، تبخیر در خلأ، لایه نشانی یونی، لایه نشانی با کندوپاش

روش‌های رایج جهت رشد لایه‌های نازک به دو گروه اصلی تقسیم می‌شوند که عبارت‌اند از:

۱. لایه نشانی فیزیکی بخار (PVD)، ۲. لایه نشانی شیمیایی بخار (CVD).

۱. لایه نشانی فیزیکی بخار

اصولاً ساخت لایه‌های نازک باید در محیط خلأ انجام شود. برای ساخت لایه‌های نازک به طریق فیزیکی، باید اولاً ماده یا مواد مورد نظر را به صورت اتم یا مولکول یا مجموعه‌ای از این ذرات تبدیل نمود و سپس در جای دیگری و روی زیر لایه مناسب با شکل و ضخامت مورد نظر انباشت. در فرایند انباشت بخار بر یک سطح و تشکیل لایه به روش فیزیکی، برخورد گرمایی مولکول‌ها بر یک سطح سبب انباشت مولکول‌ها و رشد لایه می‌شود.

روش‌های فیزیکی تهیه لایه‌های نازک عبارت‌اند از:

الف- لایه نشانی به روش تبخیری

ب- لایه نشانی به روش یونی

ج- لایه نشانی به روش کندوپاش.

الف- لایه نشانی به روش تبخیر در خلأ

تبخیر در خلأ یکی از روش‌های متداول تهیه لایه است. فرایند ساخت لایه در تبخیر گرمایی شامل مراحل زیر است:

۱. گذار یک حالت چگال (مایع یا جامد) به حالت گازی از طریق تبخیر یا تصعید؛

۲. انتقال اتم‌ها (مولکول‌ها) از منبع تبخیر تا زیر لایه در فشار کاهش یافته؛

۳. چگالش (انباشت) یک توده از بخار اتم‌ها بر اثر برخورد با سطح زیر لایه؛

۴. آرایش دوباره اتم‌های لایه یا اصلاح پیوند آن‌ها به سطح زیر لایه.

اگر یک مایع یا جامد تا دمای کافی گرم شود برای اتم‌هایی که انرژی کافی را از طریق آشفستگی گرمایی به‌دست می‌آورند، فرار از سطح امکان‌پذیر می‌شود. مفهوم پرتاب اتم‌ها از سطح، تبخیر نامیده می‌شود.

برای اینکه مولکول بتواند سطح یک ماده را ترک کند، باید انرژی جنبشی متناظر با سرعت عمود بر سطح، از انرژی لازم برای غلبه بر نیروهای جاذبه بین مولکولی بیشتر باشد.

انرژی جنبشی با حرکت گرمایی مولکول‌ها تعیین می‌شود؛ بنابراین تعداد ذراتی که بتوانند سطح را ترک کنند با افزایش دما افزایش می‌یابند و با دادن مداوم گرما به منبع، ماده انباشت به شکل گازی درمی‌آید.

ریخت‌شناسی و خلوص لایه‌ها به فشار گازهای باقی‌مانده، آهنگ تبخیر و همچنین دما و ساختار زیر لایه و فاصله چشمه تا زیر لایه بستگی دارد. در این روش، تعداد ذرات انباشت شده به شکل هندسی سامانه یعنی شکل و موقعیت نسبی منبع تبخیر و زیر لایه بستگی دارد.

در شیوه لایه نشانی تبخیر در خلأ، لایه‌های نازک از فلزات

(خالص و آلیاژ)، نیمه رساناها و دی الکتریک ها، عناصر و ترکیبات شیمیایی گوناگون را می توان انباشت.

منبع تبخیر باید از ماده ای ساخته شود که با ماده تبخیر شونده ترکیب و با آن برهم کنش نداشته باشد. معمولاً از مواد دیرگداز مانند تنگستن (W)، تانتال (Ta) و مولیبدن (Mo) به عنوان منبع تبخیر استفاده می شود. این مواد به شکل سیم، ورقه و یا بوته هایی در شکل های مختلف مورد استفاده قرار می گیرند.

۲. لایه نشانی به روش یونی

خواص ساختاری، الکتریکی و نوری لایه های نازک به شدت به انرژی ذرات تشکیل دهنده پوشش وابسته است. در فرایند تبخیر، انرژی اتم هایی که از چشمه خارج می شوند کمتر از ۱ eV است (۰/۲ تا ۰/۳ الکترون ولت) و متوسط انرژی اتم های کندوپاش شده نیز ۱۰ تا ۳۰ الکترون ولت است.

اگرچه فرایند پراکنش این انرژی را تا ۴۰ الکترون ولت افزایش می دهد، این انرژی هنوز برای تهیه پوششی که بتواند فشارهای ناشی از شرایط اعمال شده به بسیاری از پوشش های مقاومتری را تحمل کند، کافی نیست.

لایه نشانی یونی به عنوان روشی برای ایجاد لایه های فلزی با چسبندگی خوب در دمای پایین توسط ماتوکس (Matrox) در اواخر ۱۹۶۰ ابداع شد.

خواص و ساختار لایه با افزایش دمای زیر لایه در طول پوشش دهی و یا با اعمال بایاس به زیر لایه بهتر می شود، اما طبیعت زیر لایه دمای قابل تحمل آن را محدود می کند. در این گونه موارد که پوششی با چسبندگی بالا در دمای پایین زیر لایه لازم است، از روش های پوشش دهی به کمک یون استفاده می شود. انرژی پوشش دهی در این گونه فرایندها از مرتبه چندصد الکترون ولت است.

از این روش لایه نشانی برای ایجاد لایه های نازک خیلی سخت و مقاوم در برابر سایش با چسبندگی بالا، تغییر کیفیت متالورژیکی آلیاژها و بالا بردن عمر قطعات استفاده می شود. این روش همچنین برای تهیه لایه های TiN و TiC بر روی ابزار آلات و قطعات مورد استفاده در ساختمان ماشین آلات و سخت کردن ابزارهای برش به کار می رود.

در لایه نشانی به روش یونی معمولاً یک کاتد تو خالی به عنوان تفنگ الکترونی (چشمه تبخیر) مواد پوشش دهنده را تبخیر و یونیده می کند. چشمه کاتد تو خالی تخلیه الکتریکی دارای توان بالا، ولتاژ پایین و جریان زیاد و ثابت است که براساس تبخیر و یونش عمل می کند. یون های حاصله با انرژی حدود چندصد الکترون ولت بر روی قطعه کار نشاند می شود. در حقیقت، موقعی که گاز آرگون وارد لوله تانتالی (کاتد)

می شود، با اعمال ولتاژ معینی، تخلیه الکتریکی بین الکترودها اتفاق خواهد افتاد و گاز آرگون یونیده می شود.

یون های آرگون به وسیله پتانسیل کاتد جذب می شوند و لوله تانتال بدین طریق بمباران می شود و دمای آن تا ۲۴۰۰ K-۲۳۰۰ K برای تابش الکترون می رسد. الکترون ها به وسیله آند جذب شده و به سویی آن شتاب می گیرند و به تخلیه الکتریکی قوسی کاتد داغ، برای تولید جریان پایدار الکترونی پلاسما کمک می کنند. وقتی پرتو الکترونی به بوته می رسد، انرژی جنبشی آن ها به انرژی گرمایی برای تبخیر ماده موجود در بوته تبدیل می شود. اندازه مقطع پرتو با تغییر میدان مغناطیسی برای تمرکز و جمعیت قابل تنظیم است.

پوشش دهی با پرتو یونی به دو شیوه متفاوت تبخیری و کندوپاش انجام می پذیرد. در فرایند پراکنش با پرتو یونی، یون های گاز غیرواکنشی برای بمباران هدف به کار می روند؛ در حالی که در روش تبخیر با پرتو یونی، یون های گاز واکنشی، زیر لایه را بمباران می کنند.

۳. لایه نشانی به روش کندوپاش

وقتی سطح جامد (یا مایع) با پرتو اتمی، یونی، الکترونی و یا نوری بمباران می شود با توجه به انرژی جنبشی ذرات بمباران کننده پدیده های متعددی اتفاق می افتد.

در انرژی های جنبشی خیلی پایین (کمتر از ۵ الکترون ولت) که برهم کنش اساساً با سطح بیرونی هدف انجام می شود، اتم های گاز حامل، یا بازتابیده می شوند یا با سطح به تعادل گرمایی می رسند و سپس تبخیر می شوند.

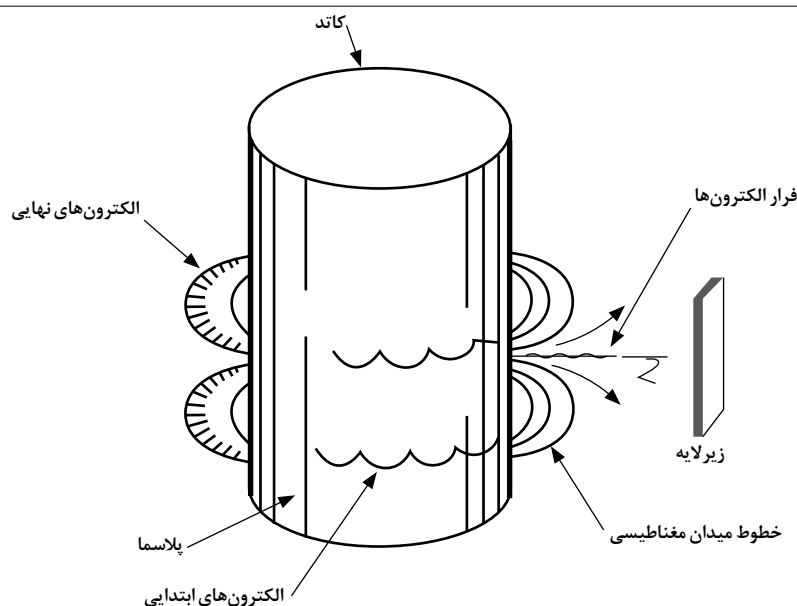
در انرژی جنبشی بیشتر از انرژی بستگی اتم ها، اتم های شبکه به موقعیت های جدید منتقل می شوند.

پدیده پراکنش در انرژی های تقریباً بالای ۴H (۴H آستانه پراکنش، H گرمای تصعید هدف) اتفاق می افتد. با برخورد این یون های پر انرژی به سطح جامد و انتقال انرژی جنبشی آن ها به اتم های لایه های مختلف سطح، اتم های تشکیل دهنده سطح از آن جدا شده و در فضا پراکنده می شوند. این پدیده پراکنش نامیده می شود.

پراکنش مگنترون

پراکنش مگنترون نیز متفاوت از دیگر شیوه های پراکنش است؛ تفاوت عمده این روش با روش های دیگر در این است که در این روش پدیده کندوپاش با حضور میدان مغناطیسی دائمی به نواحی نزدیک سطح هدف محدود می شود.

استفاده از این روش باعث افزایش احتمال یونش و افزایش چگالی پلاسما در همسایگی هدف می شود. مزایای محدود شدن پلاسما عبارتند از:



▲ شکل ۱. خط‌های میدان مغناطیسی اطراف هدف مگنترون استوانه‌ای



▲ شکل ۲. تصویر هدف مسی همراه با نگه‌دارنده، لوله خنک‌کننده، الکتریکی و آهن‌رباهای حلقوی ثابت (۴۰۰ گوسی)

سازوکار عملکرد سامانه به این صورت است که با استفاده از سامانه‌های تخلیه هوا (پمپ‌های روتاری و دیفیوژن) خلأ محفظه را تا $10^{-4} \times 3$ پاسکال می‌رسانند و گاز آرگون را وارد محفظه می‌کنند و با اعمال ولتاژ ۲۰۰ ولتی بین کاتد (هدف) و آند (محفظه)، با ایجاد تخلیه الکتریکی الکترون به وجود می‌آید و این الکترون‌های ایجاد شده به اتم‌های گاز آرگون برخورد و یون‌های مثبت آرگون تولید می‌کنند. این یون‌های مثبت به سمت هدف (قطب منفی) شتاب می‌گیرند و با برخورد به آن اتم‌های سطح هدف را می‌کنند و در داخل محفظه پراکنده می‌کنند. در نتیجه، به روی سطح زیر لایه می‌نشینند. میزان چسبندگی لایه به زیر لایه به فاصله زیر لایه تا هدف، تمیزی سطح و همچنین به دمای زیر لایه بستگی دارد. با این روش می‌توان لایه‌هایی با ضخامت‌های مختلف (از چند نانومتر تا دو میکرون) تولید کرد. برای لایه نشانی عناصر مختلف (آلومینیم، مس، تیتانیوم و برنز...) عنصر مورد نظر حتماً باید به شکل استوانه‌ای (شکل زیر) ساخته شود.

در شکل صفحه بعد سامانه کندوپاش یک هدف همراه با مشخصات آن نشان داده شده است.

۱. افزایش آهنگ پوشش‌دهی
۲. کاهش پراکنش زیر لایه و دیواره‌های محفظه
۳. کاهش گرم شدن زیر لایه در حین پوشش‌دهی
۴. کاهش فشار مورد نیاز گاز کاری.

مزیت مگنترون استوانه‌ای این است که کندوپاش دیگر به یک طرف سطح متمرکز نمی‌شود و ضمناً هدف سریعاً مصرف نمی‌شود. الکترون‌ها در شعاعی تقریباً برابر شعاع آند، کاتد استوانه‌ای را احاطه می‌کنند. میدان مغناطیسی در حدود چند صد گاوس است که از مگنترون‌های دایره‌ای برای ایجاد این میدان استفاده می‌شود. آهن‌رباها به صورت مخالف یکدیگر کنار هم در داخل هدف/ (نشان) قرار دارند. در این حالت، خطوط میدان مغناطیسی خمیده می‌شوند.

سطح مقطع حلقوی دام الکترونی از سه طرف به میدان مغناطیسی و از طرف چهارم به میدان الکتریکی محصور می‌شود. الکترون‌هایی که موازی با میدان حرکت نمی‌کنند، مطابق شکل مسیره‌های مارپیچی را اطراف خطوط میدان طی می‌کنند؛ بنابراین الکترون‌ها مسیرهای طولانی‌تر را می‌پیمایند و بازدهی الکترون‌ها و در نتیجه یونش افزایش می‌یابد.

منابع

1. Kiyotaka Wasa, Shigeru Hayakawa, "Handbook of Sputter Deposition Technology", Noyes Publications, 1992.
2. Leon I. Maissel, Reinhard Glang, "Handbook of Thin Film Technology", McGraw-Hill Company, 1983.
3. W.D. Sproul, D.J. Christie, D.C. Carter, "Review Control of reactive sputtering processes", Thin Solid Films 491, p 1-17, 2005.
4. Kiyotaka Wasa, Makoto Kitabatake, Hideaki Adachi, "THIN FILM MATERIALS TECHNOLOGY", publisher Springer, 2004.
5. W.D. Sproul, D.J. Christie, D.C. Carter, "Review Control of reactive sputtering processes", Thin Solid Films 491-p 1-17, 2005.
6. D.S. Rickerby, A. Matthews, "Advanced Surface Coatings: A Handbook of Surface Engineering", Chapman and Hall New York, 1991.
7. Ludmila Eckertova, "Physics of Thin Films", Plenum Press, 1986.
8. زرغام اسدالهی و همکاران؛ «طراحی و ساخت سامانه کندوپاش مغناطیسی دوتارگته»، هفتمین سمینار ملی مهندسی سطح و عملیات گرمایی دانشگاه صنعتی اصفهان. ۲۶ و ۲۷ اردیبهشت ۱۳۸۵ خ.



شکل ۳. سامانه اسپاترینگ یک هدفه



شکل ۴. سامانه کندوپاش دو هدفه

و سرامیکی به طور هم زمان و متناوب انباشته شوند. در این سامانه پمپهای روتاری و دیفیوژن محفظه را تا فشار $10^{-3} \times$ ۳/۱ پاسکال تخلیه می کنند و فشار محفظه نیز توسط خلأ سنج یونش اندازه گیری می شود. تجربه کار به ما نشان داده است که پوشش دهی با این سامانه لایه هایی یکنواخت با چسبندگی بالا در سطح نیمه صنعتی ایجاد می کند. سامانه کندوپاش مغناطیسی دو هدفه دارای مشخصات فنی زیر است.

سایر محفظه $600 \times 700 \text{ mm}$

سایز نگه دارنده زیر لایه $520 \times 640 \text{ mm}$

چرخش نگه دارنده زیر لایه (دور موتور) $18-3 \text{ rpm}$

فشار نهایی 10^{-3} pa

ولتاژ هدف $800-0 \text{ V}$

حداکثر جریان $12-1 \text{ A}$

قطر خارجی هدف/نشان (آلومینیم و مس) 50 mm

قطر داخلی هدف/نشان 37 mm

طول هدف/نشان 600 mm

سامانه کندوپاش مغناطیسی دو هدفه جهت تهیه چند لایه های نازک سرمت (فلز-دی الکتریک) مورد استفاده قرار می گیرد. طراحی به گونه ای است که لایه نشانی بر روی زیر لایه های مورد نظر می تواند به طور هم زمان یا مجزا انجام گیرد. در سامانه کندوپاش مغناطیسی یک هدفه موجود برای تهیه چند لایه ها نیاز به تعویض هدف است و این عمل باعث آلودگی لایه ها می شود ولی در سامانه کندوپاش مغناطیسی دو هدفه، برای تهیه چند لایه ها نیاز به تعویض هدف نیست. در نتیجه، لایه هایی که با استفاده از این سامانه تهیه می شوند در مقایسه با لایه های تهیه شده با سامانه مگنترون تک هدفه از نظر آلودگی و اکسید شدن در شرایط کاملاً مطلوب تری قرار دارند.

استفاده از سامانه کندوپاش مغناطیسی دو هدفه در تهیه پوشش های جاذب خوردشیدی دارای این مزیت است که حضور هدف دوم امکانات ثانویه ای را برای به دست آوردن لایه هایی با ضریب جذب خوردشیدی بالاتر (بهبود ویژگی های نوری) فراهم می کند. همچنین در سامانه کندوپاش دو هدفه این امکان فراهم می شود که یک ساختار چند لایه شامل زیر لایه های فلزی



Vol.28- No.103- 2013

Education for a better living /2
Education and advancement of Science/ J.Riazi /3
Natural understanding of Physics /M. Golshani /6
Attractive Physics and Life Exhibition / R.Sadati/12
Shortest time Curve /H. Etehad Mehrabad M. Ravanbakhsh/ 14
Quantum entanglement /M. Ansari/ 18
Physics Frontrier / M.Rahbar/20
Physicist Fish / Christian T, carrao/25
Teachers opinion about physics textbook / M.Jalili/ H. Nikfarjam/26
Education plan for 21th Century students / A.Seid Fadaei/32
Teaching Physics to exceptional Students / M. Maleki. / M.Rahimi pour/ 37
Microwave Ovens / R. Khalili/ 40
Methods of Making thin layers / Z.Asadollahi/ F. Shekarbaghani/ 44



◆ هزینه اشتراک یکساله مجلات تخصصی (چهار شماره): ۸۰۰۰۰ ریال