ISSN: 1606-917x

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

رشد آموزش

فیزیک ۱۲۳

فصلنامهٔ آموزشی، تحلیلی و اطلاع‌رسانی | برای معلمان، مدرسان و دانشجویان |
دورهٔ سی و چهارم | شمارهٔ ۳ | بهار ۱۳۹۸ | ۶۴ صفحه | ۱۹۰۰۰ ریال | پیامک: ۳۰۰۰۸۹۹۵۰۲ |
www.roshdmag.ir

- قطبش نور چیست و چه اهمیتی دارد؟
- ضرورت استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در ساختمان‌ها
- شاید سیاهچاله‌ها «موی نرمی» داشته باشند که اطلاعات را ذخیره کند

سرگذشت بسیار کوتاه عالـــــــم

صفحهٔ ۱۰ را مطالعه کنید

رشد آموزش
فیزیک
۱۲۳
فصلنامهٔ آموزشی-تحلیلی و اطلاع‌رسانی
دورهٔ سی و چهارم، شمارهٔ ۳، بهار ۱۳۹۸

بسم الله الرحمن الرحیم

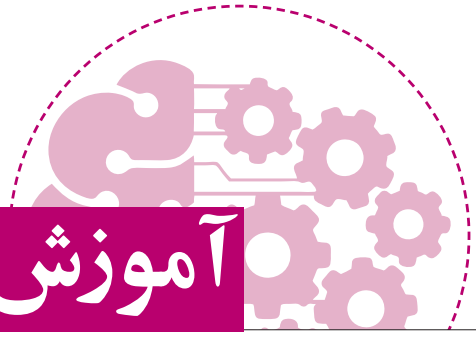
وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
دفتر انتشارات و تکنولوژی آموزشی

آموزش، محور توسعه / یادداشت سردبیر / ۲
ضرورت استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در ساختمان‌ها / مهناز ملکی، بهنام رحیم‌پور / ۳
آزمایش ساده‌ای که نشان می‌دهد نور پس از گذر از دو منشور بازترکیب نمی‌شود / رافائل گارسیا ـ مولینا و همکاران، ترجمهٔ احمد توحیدی / ۸
سرگذشت بسیار کوتاه عالم / آزیتا سیدفدایی / ۱۰
قطبش نور چیست و چه اهمیتی دارد؟ / خسرو حسنی / ۱۵
آموزش فعال به جای یادگیری کلیشه‌ای و حافظه‌مدار (نشستی با مدیرکل وقت دفتر تألیف کتاب‌های درسی) / تنظیم کننده امیرمحمد حسینی / ۱۸
شاید سیاهچاله‌ها «موی نرمی» داشته باشند که اطلاعات را ذخیره کنند / دکتر منیژه رهبر / ۲۶
شکار پرتوهای کیهانی با آرایه‌های رادیویی (پای صحبت دکتر گوهر رستگارزاده) / دکتر زهرا باقری / ۲۸
مرزهای فیزیک (تازه‌ترین اخبار پژوهشی) / دکتر منیژه رهبر / ۳۲
فیزیک فراماده / صدیقه روستا / ۳۸
ترسیم نقشه‌های مفهومی در آموزش فیزیک و تأثیر آن بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان / طیبه مصری، ناهید سراب، حمیده علیزاده / ۴۴
بررسی تأثیر امواج wi-fi بر گیاه لوبیا / علی احسانی، امید میرزایی یزدی / ۵۲
در سوگ بنیان‌گذار فیزیک‌سراها / اسفندیار معتمدی / ۶۰
نقدی بر کتاب فیزیک لعنتی / سعیده باقری / ۶۲

مدیرمسئول: محمد ناصری
سردبیر: دکتر منیژه رهبر
مدیر داخلی: احمد احمدی
هیئت تحریریه: احمد احمدی، روح الله خلیلی بروجنی، دکتر حسن قلمی باویل علیایی، دکتر هانیه عالی‌نژاد، دکتر سیدهدایت سجادی، دکتر منیژه رهبر، اسفندیار معتمدی
طراح گرافیک: نوید اندرودی
ویراستار: دکتر منیژه رهبر
نشانی مجله: تهران، ایرانشهر شمالی، پلاک ۲۶۶
تلفن دفتر مجله: ۸۸۳۰۵۸۶۲-۰۲۱ (داخلی ۳۷۴)
نمابر مجله: ۸۸۸۴۹۰۳۱۶-۰۲۱
صندوق پستی مجله: ۱۸۵۷۵/۶۵۸۵
صندوق پستی امور مشترکین: ۱۵۸۷۵/۳۳۳۱
تلفن امور مشترکین: ۸۸۸۶۷۳۰۸-۰۲۱
وبگاه مجلات رشد: www.roshdmag.ir
پیام‌نگار مجله: Physics@roshdmag.ir
پیامک: ۳۰۰۰۸۹۹۵۰۲
چاپ و توزیع: شرکت افست
شمارگان: ۲۷۰۰ نسخه

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

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



آموزش، محور توسعه

امروز تعدادی از کشورهایی که پیش از این جایگاه ممتازی در بین کشورهای در حال توسعه نداشتند موفق به کسب مقام برجسته‌ای در بین این کشورها شده‌اند. این کار با تأکید آن‌ها بر ارتقای کیفیت آموزش صورت گرفته است، زیرا به‌خوبی متوجه شده‌اند که توسعهٔ کشور بدون بهره‌گیری از افرادی که آموزش مناسب برای بهره‌گیری از دانش خود و تعامل سازنده با دیگر افراد را داشته باشند امکان‌پذیر نیست.

آموزش‌وپرورش رکن اساسی توسعه و تعالی مادی و معنوی هر جامعه را تشکیل می‌دهد. با این همه، کشور ما به‌رغم میراث فرهنگی درخشان و سهم بارز در تمدن بشری با چالش‌های فراوان در سبک، کیفیت و کمیت بسته‌های آموزشی و نظام حاکم بر مدارس رو به روست و هنوز نتوانسته به شکل و محتوای مناسبی دست پیدا کند.

ما هنوز نتوانسته‌ایم دربارهٔ ساختار مناسب برای نظام آموزشی تصمیم بگیریم و اغلب با تصمیم‌گیری شتاب‌زده در این مورد روبه‌رو هستیم. مدرسه‌های ما اغلب مطالب زیادی را در زمینه‌های گوناگون به شاگردان آموزش می‌دهند که از عمق زیادی برخوردار نیستند و دانش‌آموز نمی‌داند آنچه می‌آموزد چه ارتباطی با مواردی دارد که در زندگی روزمره با آن‌ها روبه‌رو می‌شود و چه کاری می‌تواند با آموخته‌های خود انجام دهد. این ناتوانی در برقراری ارتباط با جهان واقعی مهم‌ترین تفاوت ما با کشورهای پیشرفته را تشکیل می‌دهد که در آن‌ها به‌ویژه در دهه‌های اخیر، متون درسی در همهٔ سطوح ارتباطی تنگاتنگ با زندگی واقعی دارد و مسئله‌هایی در آن‌ها مطرح می‌شود که در زندگی افراد مستقیماً به‌کار می‌آید.

مشکل دیگر مدارس ما آن است که در کلاس‌های درس اغلب فقط معلم نقش فعال را به‌عهده دارد و شاگردان کمتر در این کار مشارکت دارند. این موضوع انگیزه و شور و شوقی در شاگردان به‌وجود نمی‌آورد و آن‌ها اغلب مدرسه و کلاس درس را مکانی کسل‌کننده و آموزش را وظیفه‌ای شاق و دشوار می‌بینند که باید از روی اجبار و برای قبول شدن در امتحان و جلب رضایت والدین خود انجام دهند.

در جهان امروز پیشرفت اقتصادی هر کشور در گروی آموزش مؤثر در آن است. برای توسعهٔ هر کشور لازم است که نظام آموزشی، کودکان را از همان مراحل اولیه آموزش یعنی پیش‌دبستان و دبستان طوری تربیت کند که آن‌ها را خلاق، پرسشگر، منظم و مرتب، دارای روحیهٔ تعامل و علاقه‌مند به مشارکت جمعی و همکاری، همین‌طور احترام به حقوق دیگران بار آورد تا بتوانند در آینده باعث پیشرفت جامعه شوند. نه افرادی که فقط در پی پیشبرد مقاصد و منافع شخصی خود هستند و برای رسیدن به این هدف از نادیده گرفتن و ضایع کردن حقوق دیگران پروایی ندارند.

مشکل دیگر نظام آموزشی ما متون درسی و بسته‌های آموزشی در اختیار شاگردان است. مطالب درسی باید شوق‌انگیز و جذاب باشند تا شاگردان با خواندن آن‌ها به مطالعه و پژوهش بیشتر تشویق شوند. افرادی که این متون را تدوین می‌کنند باید با آنچه می‌نویسند آشنایی کامل داشته باشند تا بتوانند مفاهیم را به‌راحتی به شاگردان منتقل کنند. اما متأسفانه در اغلب متون درسی ما ارتباط با آنچه در زندگی روزمره می‌گذرد و مهارت‌آموزی لحاظ نشده است. کتاب‌های کمک‌درسی گوناگون گرچه اغلب به لحاظ ظاهری شکل مناسبی دارند، اما از نظر محتوا کیفیت مناسبی ندارند و مجموعه‌ای از محفوظات برای تست‌زنی و موفقیت در امتحان و آزمون‌های ورودی دانشگاه‌ها هستند.

وضعیت کتاب‌های غیردرسی هم اغلب رقت‌بارتر است. در کشورهای پیشرفته بسیاری از استادان و دانشمندان برجسته علاقهٔ زیادی به ترویج علم و تألیف کتاب‌های علمی برای همگان دارند. بنابراین، در این کشورها تعداد زیادی کتاب به زبان ساده دربارهٔ مطالب علمی جدید وجود دارد که اطلاعاتی را در اختیار افراد علاقه‌مند قرار می‌دهند و مردم را با یافته‌های علمی جدید آشنا می‌سازند. متأسفانه، در کشور ما دانشمندان کمتر به این کار می‌پردازند و ترجمه‌هایی هم که از این نوع کتاب‌ها وجود دارد اغلب توسط افرادی صورت گرفته است که اطلاع چندانی از موضوع ندارند و در نتیجه برای افراد قابل‌درک نیست. نمونهٔ بارز این مطلب در شانزدهمین جشنوارهٔ کتاب رشد مشاهده شد که در آن در حوزهٔ علوم پایه هیچ کتاب برگزیده و شایستهٔ تقدیری وجود نداشت. این مطلب باید زنگ خطری برای مسئولان باشد تا به جای تبلیغ گستردهٔ کتاب‌های شبه‌آموزشی به رفع کاستی‌های نظام آموزش‌وپرورش بپردازند. باید با بهره‌گیری از تجربهٔ کشورهای موفق در این زمینه به تربیت افرادی پرداخت که بتوانند با توسعه همه‌جانبه روش‌های آموزشی مؤثر به قطع وابستگی کشور به موادی بپردازند که به دیگران اجازه می‌دهد بتوانند ما را در شرایط اقتصادی نامناسب قرار دهند.

ضرورت استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در ساختمان‌ها

مهناز ملکی، دبیر فیزیک ناحیه ۶ اصفهان
بهنام رحیم‌پور، دبیرفیزیک ناحیه ۲ اصفهان

چکیده

انرژی‌های تجدیدپذیر شامل منابع متنوعی است که از انرژی‌های طبیعی و قابل‌دسترس به‌وجود می‌آید. استفاده از این انرژی‌ها موجب کاهش مصرف فرآورده‌های نفتی شده و میزان آلودگی محیط‌زیست را کاهش می‌دهد. افزایش روزافزون تقاضای انرژی، توسعه و کاربرد منابع تجدیدپذیر در جهان را هر روز ضروری‌تر می‌سازند. آمار و ارقام نشان می‌دهد ساختمان‌های دارای طراحی‌های نامناسب سهم زیادی در مصرف انرژی و تأثیر زیست‌محیطی منفی بر سلامت انسان دارند. در این مقاله سعی شده تا با انجام مطالعات کتابخانه‌ای ضمن اشاره به میزان مصرف انرژی در ساختمان‌ها و آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از آن به ضرورت استفاده از منابع انرژی‌های تجدیدپذیر و طراحی زیست‌محیطی ساختمان‌ها اشاره شود.

کلیدواژه‌ها: انرژی‌های تجدیدپذیر، بحران‌های زیست‌محیطی، طراحی ساختمان

۱. مقدمه

انرژی یکی از مهم‌ترین و اصلی‌ترین عوامل تداوم زندگی بشری است. افزایش رشد جمعیت جهان و نیازهای بشر به انرژی با توجه به محدودیت سوخت‌های فسیلی بر روی زمین باعث روی آوردن پژوهشگران به استفاده از روش‌های جدید تولید انرژی و به کار بردن انرژی‌های تجدیدپذیر شده است. انرژی‌های تجدیدپذیر شامل منابع متنوع و مختلفی است. این انرژی‌ها صورتی آرمانی ندارند اما استفاده از آن‌ها موجب کاهش مصرف فرآورده‌های نفتی و کاهش میزان آلودگی محیط‌زیست می‌شود. با توجه به انتشار آمار آژانس بین‌المللی بیش از ۳۰ درصد منابع مختلف کشورها در ساختمان‌های مسکونی، اداری و تجاری مصرف می‌شود. [۳]

یکی از مهم‌ترین عوامل آلودگی محیط‌زیست در جهان و به‌ویژه در کشور ما ایران، مصرف انرژی فسیلی در فضاهای مسکونی برای تهیه آب گرم مصرفی و تأمین گرمای فضای خانه و اتلاف انرژی به‌علت طراحی نامناسب ساختمان‌ها و عدم نگهداری مناسب دستگاه‌های سرمایشی و گرمایشی است که با مهاجرت روزافزون انسان‌ها از روستاها به شهرها، تعداد مصرف‌کنندگان سوخت‌های فسیلی (که در واقع پایه‌های صنعت نوین جهان و از جمله ایران را شامل می‌شود) زیادتر می‌شود. [۱]

بنابراین با توجه به بحران‌های زیست‌محیطی موجود، الگوی به کارگیری منابع تجدیدپذیر و طراحی زیست‌محیطی در بخش ساخت‌وساز ساختمان باید در رأس برنامه‌ریزی قوانین و الگوهای ساخت‌وساز قرار گیرد.

۲. انرژی‌های تجدیدپذیر

انرژی تجدیدپذیر هر نوع انرژی است که بدون آنکه منابع تأمین‌کننده آن رو به زوال روند، مورد استفاده قرار گیرد. این

افزایش روزافزون تقاضای انرژی، توسعه و کاربرد منابع تجدیدپذیر در جهان را هر روز ضروری‌تر می‌سازند

منابع شامل انرژی خورشیدی، انرژی باد، زیست توده، زمین گرمایی، دریایی و انرژی آب است[۹]

استفاده بی‌رویه از سوخت‌های فسیلی و مسئله‌های مربوط به آن سبب شده تا جهانیان به استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر روی آورند، به‌طوری که برنامه‌های تولید انرژی کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه دنیا به میزان قابل‌توجهی برروی انرژی‌های نو متمرکز شده است. اگر چه هنوز مشکلاتی بر سر راه استفاده از این نوع انرژی، از جمله هزینه‌های کمتر استفاده از انرژی‌های فسیلی وجود دارد، ولی این امر می‌تواند در تصمیم‌گیری‌های کلان اقتصادی در نظر گرفته شود.

در جدول شماره ۱ به‌صورت خلاصه به منابع انرژی تجدیدپذیر و کاربرد آن‌ها در قسمت‌های مختلف ساختمان اشاره می‌شود.[۹]

جدول شماره ۱ــ منابع انرژی‌های تجدیدپذیر منبع:[۹]

منبع	کاربرد	موارد استفاده
انرژی خورشید	مصارف خانگی، صنعتی و نیروگاهی دستگاه فوتوولتایی	برج نیروگاهی خورشیدی، دودکش خورشیدی، آبگرمکن‌های خورشیدی، دستگاه‌های سرمایش و گرمایش غیرفعال
انرژی باد	کاربرد نیروگاهی، توربین‌های بادی و ایجاد الکتریسته برق بادی، تهویه طبیعی	بادخان، باد خور، بادگیر و انواع توربین‌های بادی
انرژی زیست‌محیطی	تولید گرما،تولید سرما، سوخت مورد نیاز برای حمل‌ونقل و تولید انرژی الکتریکی، تولید مواد زیستی، جایگزین خوراک پتروشیمی و ...	از طریق تجزیه اجرای زیستی از محصولات، فاضلاب و پسماندهای کشاورزی (شامل مواد گیاهی و حیوانی)، فاضلاب‌ها و زباله‌های تجدیدپذیر
انرژی زمین گرمایی	نیروی الکتریسیته، گرمایش انواع گلخانه، تأمین سرمایش و گرمایش ساختمان‌ها توسط پکیج‌های گرمایی زمین گرمایی، پیشگیری از یخزدگی معابر در فصل سرما و ...	احداث انواع نیروگاه‌های زمین گرمایی و استفاده مستقیم از زمین‌گرمایی
انرژی آب	چرخش آسیاب‌های آبی، ذخیره گرمایی، تولید برق	آسیاب‌های آبی، توربین‌های آبی، نیروگاه‌های موجی، نیروگاه‌های جزر و مد دریا

۳. بحران مصرف انرژی در ایران

انرژی‌های مختلف و استفاده از آن‌ها گرچه موجب دگرگونی و تکامل شده است ولی در کنار خود مسائل و مشکلاتی را نیز به‌وجود می‌آورد که مهم‌ترین آن‌ها بحران‌های زیست‌محیطی و انواع آلودگی‌هاست [۴] اگر چه ایران از غنی‌ترین منابع سوخت‌های فسیلی برخوردار است، اما تلف کردن و استفاده نادرست از آن‌ها خسارات جبران‌ناپذیری را به‌کشور تحمیل می‌کند.

مصرف انرژی در ایران یک و نیم برابر متوسط جهانی است که نسبت به دیگر کشورهای در حال توسعه و نیز نسبت به میانگین جهانی بسیار بالاست. همچنین میزان مصرف انرژی در ایران سالانه با آهنگ شدیدی رو به رشد است. همچنین به واسطه وجود منابع نفتی در ایران، انرژی‌های فسیلی بدون توجه به اهمیت و قابلیتشان مصرف می‌شوند به‌طوری که حدود ۹۷ درصد از مصرف انرژی اولیه در ایران از منابع هیدروکربنی (بنزین، نفت سفید، نفت گاز، نفت طبیعی و ...) تأمین می‌شود و تنها حدود ۳ درصد از آن از منابع دیگر انرژی مثل برق آبی، زغال‌سنگ و غیره تأمین می‌گردد.[۶]

میزان مصرف سوخت‌های فسیلی (گاز طبیعی، نفت خام و فرآورده‌های نفتی) در ایران طبق آمار اعلام شده از سوی وزارت نیرو در بخش صنعت ۴۴/۱، بخش مسکن و تجاری ۶۱/۰ و در بخش حمل و نقل ۶/۹ میلیون بشکه نفت خام است. که در بخش مسکن و تجاری بیشترین میزان مصرف انرژی را داریم که این می‌تواند زنگ خطری باشد.

ترازنامهٔ انرژی ایران در سال ۱۳۹۳ از سوی وزارت نیرو (جدول شماره ۲) اعلام شده است، که طبق این ترازنامه میزان مصرف انرژی برق، نفت و گاز طبیعی در بخش مسکن و عمومی تجاری زیادتر از سایر بخش‌هاست. در این ترازنامه میزان استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در بخش مسکن صفر و موضوعی نگران‌کننده است.

همچنین با توجه به آمار اعلام شده از سوی وزارت نیرو میزان مصرف انرژی در کشور ایران در بخش مسکن و ساختمان از سال ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۳، ۴۷ درصد افزایش داشته است.

سرانه مصرف سالیانه برق در ایران ۲۵۰۰ و در جهان ۸۰۰ کیلووات است که سه برابر میانگین جهان است. همچنین سرانه مصرف روزانه‌ی آب در ایران ۳۰۰ و در جهان ۱۵۰ لیتر است که دو برابر میانگین جهانی است. سرانهٔ مصرف گاز در ایران ۱۷۰۰ و در جهان ۶۰۰ متر مکعب است که در حدود ۳ برابر میانگین جهانی است. میانگین مصرف انرژی در ساختمان‌های ایران نیز در حدود ۴ برابر میانگین کشورهای اروپایی است.[۲]

فقدان استانداردهای مصرف انرژی در بخش ساختمان و تأسیسات، نبود متولی پیگیری امر بهینه‌سازی مصرف انرژی

در ساختان (مدیریت انرژی)، استفاده ناقص و نادرست از فناوری‌های جدید در بخش ساختمان، رعایت و کنترل نشدن مقررات ملی ساختمان در کشور، پایین بودن دانش فنی افراد شاغل در این بخش و آگاهی ناکافی بهره‌برداران از ساختمان‌ها مهم‌ترین دلیل کارایی پایین انرژی در بخش ساختمان در کشور ایران است.

وضعیت حاضر مصرف انرژی‌های فسیلی در ساختمان‌ها حاکی از آن است که اولاً درصد بالایی از انرژی مصرفی صرف تنظیم شرایط محیطی آن‌ها می‌شود، ثانیاً بخش زیادی از آلودگی‌های محیطی از مصرف انرژی‌های فسیلی ناشی می‌شود. در این میان با توجه به میزان قابل توجه انرژی که توسط ساختمان‌ها مصرف می‌شود، استفاده از انرژی‌های جایگزین و تجدیدپذیر و نیز بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان‌ها بیش از پیش ضروری به‌نظر می‌آید.

۴. بحران‌های زیست محیطی و ساختمان

دغدغه‌های زیست‌محیطی مانند باران‌های اسیدی، سوراخ شدن لایهٔ اوزن، انتشار گازهای گلخانه‌ای و گرمایش جهانی در دهه ۸۰ اهمیت پیدا کرد. در تلاش برای کاهش استفاده از سوخت‌های فسیلی، ما بزرگ‌ترین منبع مصرف انرژی یعنی ساختمان‌ها را نادیده گرفته‌ایم. ساختمان‌ها و ساخت‌وساز آن‌ها تقریباً نیمی از انتشار گازهای گلخانه‌ای و مصرف انرژی را در سرتاسر جهان شامل می‌شوند.[۷]

ساختمان‌ها یک مصرف‌کننده عمده منابع طبیعی و منتشرکننده گازهای گلخانه‌ای و دیگر پسماندها هستند، بنابراین دارای تأثیرهای برگشت‌ناپذیری بر محیط زیست طبیعی هستند. با توجه به آمار ارائه شده، بخش ساختمان تقریباً ۵۰ درصد از مصرف انرژی جهان و ۴۲ درصد از انتشار گازهای گلخانه‌ای در طول چرخه عمر ساختمان را شامل می‌شود.[۱۳]

بسیاری از پژوهشگران اعتقاد دارند که صرفه‌جویی در مصرف انرژی و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در مرحله ساخت‌وساز بسیار مهم است. تقریباً یک چهارم از تمام کلروفلوئور و کربن‌های مخرب لایه اوزن، در اثر تهویه مطبوع ساختمان‌ها و نیز چرخه تولید مصالح ساختمانی متصاعد می‌شوند.[۸]

در کشور ما ایران نیز یکی از مهم‌ترین آلاینده‌های محیط زیست مصرف انرژی‌های فسیلی در فضاهای مسکونی، برای تهیهٔ آبگرم مصرفی و تأمین گرمای فضای خانه است که با رشد جمعیت به تعداد مصرف‌کنندگان سوخت‌های فسیلی افزوده می‌شود. بنابراین با توجه به مطالب گفته شده در رابطه با بحران زیست محیطی، بخش ساختمان و افزایش میزان فعالیت‌های اقتصادی بشر باعث کاهش توان محیط به برآورده ساختن خواسته‌های رو به تزاید بشر، می‌شود و مفهوم توسعه پایدار وارد ادبیات توسعه می‌گردد.

جدول شماره ۲ ـ ترازنامه انرژی ایران در سال ۱۳۹۳، منبع:[۶]

مصارف غیرانرژی	سایر مصارف	کشاورزی	حمل‌ونقل	صنعت	عمومی	شرح	ترازنامه انرژی ایران در سال ۱۳۹۳ (Mboe معادل میلیون بشکه نفت خام)
۱۶/۰۲	۲/۳	۵۰/۳	۳۴۱/۳	۳۲۲/۹	۱۱۲/۹	جمع	
-	۲/۳	۲۰/۷	۰/۲	۴۴/۵	۶۲/۵	برق	
-	-	-	-	-	-	انرژی هسته‌ای	
-	-	-	-	-	-	انرژی تجدیدپذیر	
-	-	-	-	-	-	انرژی آبی	
-	-	-	-	-	۸/۴	منابع تجدیدپذیر قابل احتراق	
۲/۱	-			۰/۹	۰/۱	زغال سنگ	
۷۴/۲	-	۸/۵	۴۴/۵	۲۴۱/۹	۳۷/۶	گاز طبیعی	
۸۳/۹	-	۲۱/۱۱	۲۹۶/۶	۳۵/۶	۴/۳	نفت	

۵. طراحی زیست‌محیطی و مقایسه آن با طراحی متداول

طراحی بوم‌شناسانه بیش از آنکه یک شیوه طراحی برای دستیابی به پایداری باشد یک مجموعه ذهنی و یک واکنش اخلاقی و مسئولیت اخلاقی نسبت به نسل‌های آینده و نظام‌های زیستی است.[۱۱]

تعریف طراحی بوم‌شناسانه زمانی به کار می‌آید که با دیدی مثبت به آن نگاه کنیم و تلاش ما رسیدن به طراحی سبز باشد و نه فقط کنار آمدن با محدودیت‌های آن. بنابراین منطقی است که برای ساخت محیط مصنوع، تفکرات ما جهت‌یابی اساسی و سریعی به سمت طراحی بوم‌شناسانه پیدا کند. در جدول شماره ۳ به‌صورت خلاصه طراحی زیست‌محیطی و طراحی متداول مقایسه شده است. [۱۲]

مصرف انرژی در ایران یک‌ونیم برابر متوسط جهانی و نسبت به دیگر کشورهای در حال توسعه و نیز نسبت به میانگین جهانی بسیار بالاست

مصرف انرژی فسیلی در فضاهای مسکونی برای تهیه آب گرم و تأمین گرمای فضای خانه و اتلاف انرژی به علت طراحی نامناسب ساختمان‌ها و عدم نگهداری مناسب دستگاه‌های سرمایشی و گرمایشی یکی از مهم‌ترین عوامل آلودگی محیط‌زیست در جهان و به‌ویژه در کشور ما ایران است

جدول شماره ۳ ـ مقایسه طراحی زیست‌محیطی و متداول، منبع: [۱۱]

موضوع	طراحی مرسوم متداول	طراحی بوم‌شناسامه
منابع انرژی	معمولاً منابع تجدیدناپذیر، تخریب‌گر، تکیه بر سوخت‌های فسیلی یا برق ناپاک، طراحی برپایه تحلیل و از بین رفتن ظرفیت‌های طبیعی	منابع تجدیدپذیر همچون نور خورشید، باد، زیست توده، آب هیدرولیک، طراحی براساس اصول غیرفعال خورشیدی
استفاده از مصالح	از مصالح به صورت ناشیانه استفاده می‌شود، در نتیجه مصالح کم کیفیت سمی در خاک، آب و هوا وارد می‌شود.	بازیافت مصالح، مصالح ترمیم شونده، مصالح بازیافتی به‌عنوان زباله در یک فرایند و تبدیل به غذا برای فرایندهای دیگر، طراحی با استفاده مجدد از بازیافت، انعطاف‌پذیری، سهولت در تعمیر و دوام
آلودگی	آلودگی فراوان و بومی	آلودگی کمینه است، اندازه و ترکیب زباله‌ها متناسب و مطابق با توانایی جذب بوم سامانه‌هاست.
مواد سمی	متداول و مخرب	استفاده محتاطانه و به ندرت در محیط‌ها و موقعیت‌های خاص
ارزیابی بوم‌شناسانه	محدودیت در تطبیق و انطباق با نیازهای اجباری مثل گزارش تأثیرات زیست محیطی	به‌صورت دقیق و موشکافانه پوشش یک محدوده وسیع از تأثیرات بوم‌شناختی در کل چرخه حیات پروژه از استخراج مصالح تا بازیافت نهایی اجزا
معیارها و ضوابط طراحی بوم‌شناسانه و اقتصاد	درک تناقض‌آمیز و ناسازگار، دیدگاه کوتاه‌مدت اقتصادی، برخلاف سنت و تسهیلات	درک سازگار و دیدگاه بلندمدت از سلامتی بشر و اقتصاد بوم‌شناسانه
حساسیت به بستر بوم‌شناسانه	الگوهای استاندارد تقریباً در سراسر کره‌زمین‌بدون توجه به فرهنگ یا مکان، تکرار شده‌اند مانند آسمان خراش‌ها از نیویورک تا قاهره	پاسخ به زیست‌بوم، طراحی یکپارچه با خاک‌های منطقه، گیاهان، مصالح، فرهنگ و اقلیم، توپوگرافی و راه‌حل‌هایی از رشد مکان
حساسیت به بستر فرهنگی زیست‌شناسی	تمایل به ساخت یک فرهنگ جهانی همگن، تخریب فرهنگ محلی	احترام و پرورش علوم و دانش سنتی (بومی) از مکان و مصالح و تقویت رایج و متداول
تنوع زیست‌شناختی (زیست‌محیطی)، اقتصادی و فرهنگی	ایجاد طراحی‌های استاندارد شده با انرژی و مصالح با کارآیی بالا، موجب تنوع زیستی، اقتصادی و فرهنگی می‌شود	حفظ تنوع زیستی و فرهنگ‌های سازگار محلی و اقتصادی که از آن حمایت می‌کند.
نقش طبیعت	طراحی باید به طبیعت کنترل، قابل پیش‌بینی بودن و رویارویی با نیازهای بنیادین انسان را اعمال کند.	از آنچه در طبیعت وجود دارد در همه زمان و مکان‌ها بهره‌گیری بهینه صورت گیرد.

نتیجه‌گیری

امروزه انرژی‌های نو به‌رغم ناشـــناخته ماندن، به‌ســـرعت در حال گسترش است و غفلت از آن، غیرقابل جبران خواهد بود.

انرژی خورشیدی، بادی، آبی، زیســـت‌توده، زیست‌گاز و انرژی زمین گرمایی از مهم‌ترین منابع انرژی‌های پاک هستند. وقوع سه عامل اصلی سبب ایجاد نقطه عطفی برای انرژی‌های تجدیدپذیر شده است. نخست: تغییرات آب‌وهوایی بر اثر انباشت گازهای گلخانه‌ای در جو، دوم: افزایش تقاضای مصرف انرژی برق در سراســـر جهان، سوم: گشوده شدن چشم‌انداز نویدبخشی در مورد انرژی‌های تجدیدپذیر[۱].

امروزه با کاهش مصرف ســـوخت‌های فسیلی در جهان استفاده از انرژی‌های نو و تجدیدپذیر که آلایندگی زیست‌محیطی هم به دنبال نداشته باشند، نقش پررنگی در سبد انرژی کشورهای مختلف جهان به‌دست آورده زیرا راهکاری اساسی در دستیابی به توسعه پایدار است.

با توجه به برخورداری از پتانســـیل مطلوب و مناســـب انرژی‌های تجدیدپذیر در کشور، توسعه منطقی این منابع ارزشمند و خدادادی موجه به‌نظر می‌رسد، چراکه از این طریق می‌توان در جهت اهداف توسعه پایدار هم گام برداشت.

اگر انرژی به‌نحوی تولید و مصرف شود که توسعه انسانی را در بلندمدت درتمام ابعاد اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی تأمین کند، مفهوم انرژی پایدار ضرورت توسعه پایدار است. به این دلایل در سال‌های اخیر کشورهای مختلف پیشرفته و در حال توسعه توجه فزاینده‌ای به انرژی تجدیدپذیر (انرژی خورشـــید، باد، زمین گرمایی و غیره) برای ایجاد تنوع در استفاده از منابع انرژی و کاهش وابستگی به یک حامل انرژی و ملاحظات زیست‌محیطی در جهت دستیابی به انرژی پایدار معطوف داشته‌اند.

با توجه به مطالب گفته شـــده می‌توان به ضرورت‌های استفاده از منابع انرژی‌های تجدیدپذیر و طراحی زیست‌محیطی در بخش ساختمان این‌گونه اشاره کرد:

ـ کم بودن ســـهم انرژی‌های تجدیدپذیر از ســـبد مصرف انرژی کشور، با توجه به آنکه بیش از ۹۵ درصد انرژی در ایران از ســـوخت‌های فســـیلی تأمین می‌شود. افزون بر این تولید آلاینده‌های زیســـت‌محیطی در ایران ۸/۲ برابر اســـتاندارد جهانی است و میزان انتشار دی‌اکسید کربن در آن روزبه‌روز در حال افزایش است. این آمارها نشان می‌دهد که آثار مخرب و آلودگی‌های زیست‌محیطی در نتیجه مصرف سوخت‌های فسیلی در ایران بسیار جدی و بحرانی است.

ـ پیشرو بودن و وجود ظرفیت‌های منابع انرژی‌های تجدیدپذیر مناسب در داخل کشور، به‌ویژه در مورد برخی از این منابع همچون انرژی خورشید و باد.

ـ ضـــرورت مدیریت مصرف و بالا بردن بازده و بهره‌وری انرژی با توجه به نداشـــتن کارایی فنی و اقتصادی و هدر رفتن حدود ۵۵ درصد از کل انرژی در فرایندهای مصرف و مشـــکلات فزاینده زیست‌محیطی ناشی از آن.

ـ ضرورت کم کردن اســـتفاده از منابع سوخت‌های فســـیلی با توجه به کمبود و یارانه‌ای بودن سوخت‌های فسیلی و آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از آن مخصوصاً انتشار گازهای گلخانه‌ای.

ـ کم‌کردن وابستگی بخش ساخت و ساز و ساختمان به مصرف انرژی و سوخت‌های فسیلی چه در دوره ساخت و ساز و چه در طول عمر ساختمان.

ـ کم کردن وابستگی خود به قابلیت‌های ترمیم‌پذیری محیط زیست چه از لحاظ منطقه‌ای و چه جهانی.

ـ آگاهی طراح نســـبت به وابســـتگی ســـامانه مصنوع به محیط اطراف خود و خروجی تمامی دستگاه‌های طراحی شده نظیر سامانه‌های باز که این خروجی‌ها نظیر مواد زاید که خود به اشکال جامد، مایع و گاز هســـتند به بوم ســـامانه‌های اطراف وارد می‌شوند. در بعضی موارد خروجی‌ها به محیط مصنوع برمی‌گردند و دوباره بازیافت می‌شوند و گاه خروجی‌ها موادی هستند که به ناچار باید به بوم سامانه منتقل شوند تا دوباره توسط محیط جذب شوند.

بنابراین یک طراح نمی‌تواند تصور کند که مواد زاید به آســـانی و به یک‌باره از ســـاختمان خارج می‌شوند، با اینکه مواد با عبور از مرز محیط مصنوع به نحوی ناپدید می‌شوند.

منابع

[۱] شـــاپوریان، امیرصالـــح؛ اهمیت و ضرورت اســـتفاده از انرژی‌های پاک؛ شـــرکت ملی گاز، ۱۳۹۲.

[۲] خرمی، محمد؛ معاونی، ســـهیلا؛ مشـــکوه رضوی، حسام‌الدین؛ «ضرورت اجرای ساختمان ســـبز در ایران و مقایســـهٔ آن با ساختمان‌های معمول امروزی». نشـــریه فنی تخصصی سازمان نظام‌مهندسی ساختمان استان اصفهان، ویژه‌نامه ساختمان پایدار، ۱۳۹۲.

[۳] پروردی‌نژاد، سمیرا؛ زندیه، مهدی؛ «توسعه پایدار و مفاهیم آن در معماری مسکونی ایران». مســـکن و محیط روســـتا دوره ۲۹، صفحه ۲ تا ۲۱، ۱۳۸۹.

[۴]. مســـروری جنـــت، ندا؛ «بررســـی مفهوم پایداری اکولوژیک جنگلی لویـــزان». پایان‌نامه کارشناســـی ارشد، دانشـــگاه آزاد اسلامی واحد علوم‌تحقیقات تهران، ۱۳۹۴.

[۵] اردکانـــی، محمدرضا؛ «اکولـــوژی». چاپ پانزدهم، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۹۲.

[۶] «ترازنامـــه انرژی ایران در ســـال ۱۳۹۳». وزارت نیرو، ۱۳۹۳.

[۷] رهایـــی، امیـــد؛ قائـــم مقامـــی، پرویـــن؛ «محیط‌زیســـت و تدابیر پایدار در طراحی‌های ساختمان». مجله علم و تکنولوژی محیط‌زیست، دوره پانزدهم، شماره ۲، ۱۳۹۲.

[۸] مختاری ملک‌آبادی، مریم ؛ «مروری بر انواع آلودگی‌ها و شاخص‌های عملکرد زیست‌محیطی ایران». نشـــریه فنـــی تخصصی ســـازمان نظام مهندســـی ساختمان اســـتان اصفهان، ویژه‌نامه ساختمان پایدار، ۱۳۹۲.

[۹] قدیمی، علیرضا؛ اسحاقی، رضا؛ همتی، هانا؛ «بررســـی انواع انرژی‌های نـــو و تجدیدپذیر در ایران». دومین کنفرانس برنامه‌ریزی و مدیریت محیط‌زیست، ۱۳۹۱.

[10] Erzsbet Lanyi, "The basic principles of sustainable architecture", Periodical Polytechnica 2207, 2007. http://www.ppbmehu/ar.

[11] Karwan Taib Fatah, "Ecological Design(Eco - Design)" Architecture, between a design and environmental attitude julu 2012.

[12] Sim Van Der Ryn stuart Cowan, 10th Anniversary edition, " Ecological Design", Island press, Washington, Covelo, "London, 2013.

[13] http://architecture 2030. org.

[14] http://www.ettelaat.com/etirran/p=262582.

آزمایش ساده‌ای که نشان می‌دهد نور پس از گذر از دو منشور باز ترکیب نمی‌شود

رافائل گارسیا ـ مولینا و همکاران
ترجمهٔ احمد توحیدی

ما آزمایش ساده و کم‌هزینه‌ای را ارائه می‌کنیم که آشکارا نشان می‌دهد چگونه رنگ‌های طیف نور سفید پس از گذر از یک منشور اگر بار دیگر از منشور مشابهی بگذرند موقع خروج از منشور دوم، چنانکه در بسیاری از کتاب‌های مرجع یافت می‌شود، بازترکیب نمی‌شوند.

به این ترتیب ادعای بازترکیب نور سفید پس از عبور از دو منشور مشابه (شکل ۱) که در همه‌جا حاضر و رایج است و به‌عنوان یک نمایش اپتیکی واقعی در کتاب‌های درسی، مقاله‌های مجله‌های علمی، برگه‌های گزارش کار آزمایشگاهی، تجهیزات نمایش‌دهنده ویژهٔ سخنرانی‌ها، دفتر راهنمای ابزار آزمایشگاهی و مجموعه وسایل علمی، ظاهر می‌شود، باید کاملاً کنار گذاشته شود. با این حال، این بازترکیب در صورتی که از دو منشور مشابه استفاده شود امکان‌پذیر نیست. این موضوع را به آسانی می‌توان با اعمال قانون اسنل در مورد پرتوهای نور موقع ورود و خروج از وجه‌های منشور بررسی کرد، چون پرتوهای متناظر با هر رنگ موازی با یکدیگر خارج می‌شوند. راه ساده‌تر برای رسیدن به این نتیجه‌گیری آن است که به نتیجهٔ شناخته‌شدهٔ موازی بودن پرتوهای ورودی و خروجی از یک تیغه متوازی‌السطوح استناد کنیم.

امکان دیدن بازترکیب نور سفیدی که ابتدا به وسیلهٔ یک منشور تجزیه شده است با استفاده از ترتیب‌های اپتیکی بسیار پیچیده‌تر از آنچه که در این مقاله مورد انتقاد قرار گرفته است (شکل ۱) و شامل استفاده از یک عدسی همگرا، آینه‌ها و یا بیش از دو منشور باشد وجود دارد. همچنین می‌توان نور سفید را با جلوگیری از ظرفیت چشم برای تفکیک هر یک از رنگ‌های طیف به کمک حرکت سریع یا گردآوری آن‌ها در یک نوار بسیار باریک مشاهده کرد.

طرح آزمایش ساده‌ای در این یادداشت ارائه می‌شود، که به وسیله آن می‌توان آشکارا نشان داد چگونه پرتوهای رنگی نور پس از ورود به منشور اول در یک خط مستقیم به صورت موازی از منشور دوم خارج می‌شوند.

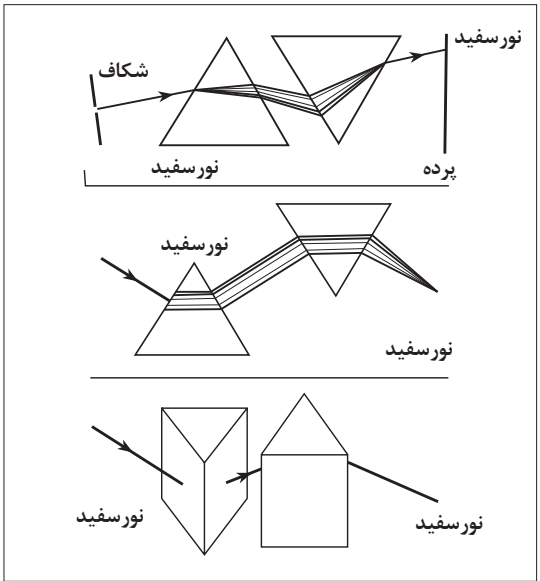
ابزار لازم برای این آزمایش عبارت‌اند از سه نشانگر لیزری (قرمز، سبز، و آبی) RGB و دو منشور که ارتفاعشان اندکی بیشتر از فاصله بالاترین و پایین‌ترین نشانگرهای لیزری کنار هم قرار گرفته باشد که در زیر توصیف می‌شود. ما منشورهای توخالی را با چسباندن سه قطعه شیشه روی یک پایه تهیه کردیم. این منشورها باید با مایع یکسانی پُر شوند (می‌توان مایعاتی با ضریب شکست‌های مختلف به کار بُرد). ما از یک پایه و گیره آزمایشگاهی برای نگه داشتن سه نشانگر لیزری در کنار هم استفاده کردیم. اجزای این آزمایش در شکل (۲) دیده می‌شود.

برای انجام این آزمایش باید سه نشانگر لیزری به خوبی کنار هم قرار گرفته باشند (در قاب عکسِ طرف راست شکل (۲) نشان داده شده است). این وضعیت را می‌توان با لکه‌های رنگی تولید شده که در یک ردیف قائم (ستون) روی پرده مطابق شکل (۳) به نمایش درآمده‌اند بررسی کرد.

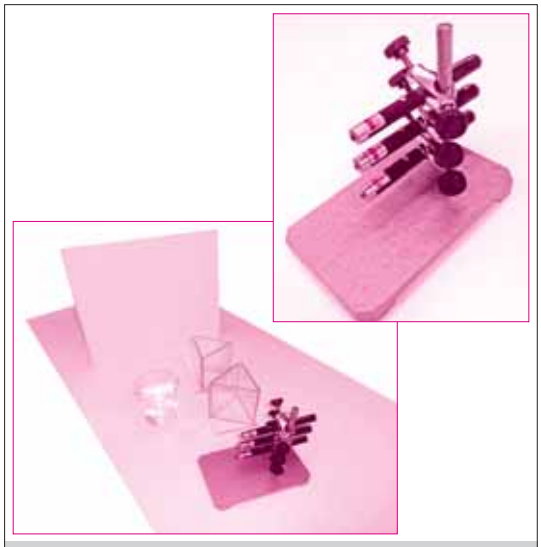
پرتوهای نور را می‌توان با اضافه کردن منشورهای پر از مایع با ضریب شکست بزرگ (آب انتخاب اول است، اما می‌توان مایعات دیگری را نیز به‌کار بُرد) مانند آنچه می‌توان در شکل (۴) دید پراکنده (پخش) کرد. توجه کنید چگونه لکه‌های متناظر با طول موج‌های کوتاه‌تر بیشتر منحرف می‌شوند. با قرار دادن دومین منشور پُر از مایع در مسیر پرتوها پس از اولین منشور، لکه‌های پرتوهای رنگی آشکارا دیده می‌شوند که دیگر در یک ردیف نمایان نخواهند شد. اگر فاصلهٔ بین منشورها بزرگ‌تر شود، خارج از ردیف شدنِ لکه‌ها بارزتر می‌شود.

این نمایش تماشایی‌تر خواهد شد، اگر در یک اتاق تاریک انجام شود و در مسیر پرتوها برای بالا بردن دامنه دید پرتوهای رنگی نور، توده‌ای دود اضافه گردد. در این وضعیت دانش‌آموزان می‌توانند مسیر پرتوها را چنانکه به زیبایی در شکل (۵) نمایش داده شده است مشاهده کنند.

بنابراین، ادعای بازترکیب نور سفید فقط با استفاده از دو منشور امکان‌پذیر نیست. اما به این فکر می‌افتیم که چرا هنوز این نمایش اشتباه پابرجاست. درواقع (و احتمالاً



▲ شکل ۱. نمونهٔ تصویرهای غلطی که برای نشان دادن بازترکیب نور سفید به وسیله یک منشـــور و بازترکیب بعدی آن پس از گذر از منشور دیگر به‌کار برده می‌شوند.



▲ شکل ۲. وسایل لازم برای آماده کردن آزمایش: دو منشور توخالی، یک لیوان آب، یک پرده، سه نشانگر لیزری (قرمز، سبز و آبی) که به وسیله پایه و گیره آزمایشگاهی در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند. شـــکل طرف راســـت در کنار یکدیگر قرار گرفتن نشانگرها را نشان می‌دهد.

▲ شـــکل ۳. از تصویر سه لکه رنگی در یک خط مستقیم قائم روی پرده استفاده می‌شود تا درستی در کنار یکدیگر قرار گرفتن سه لیزر در یک خط قائم بررسی شود.

▲ شـــکل ۴. وقتی که رنگ‌های قرمز، آبی و سبز در منشـــور پُر از آب پراکنده می‌شوند، لکه‌های متناظرشان در یک ردیف روی پرده نمایان نمی‌شوند.

▲ شکل ۵. پرتو نور سفید که از طرف چپ وارد منشور می‌شود، واقعاً از سه پرتو مختلف ساخته شده است (هرکدام از نشانگرهای مختلفی هستند که به‌طور عمودی در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند). هر رنگ به‌صورت متفاوتی به وسیله منشور اول منحرف می‌شود، اما هنگام ترک منشور دوم به‌طور موازی بیرون می‌آیند.

بدتـر از آن) بعضـی از کتاب‌هـای مرجـع ایـن آزمایـش را بـه ایـزاک نیوتـون نسـبت می‌دهنـد که شایسـته آن اسـت که با بازبینـی جزئیـات کارهـای نیوتـون در مورد طیف نور سـفید بررسـی شـود. اظهـار نظرهای تاریخـی در مـورد آزمایش‌های او را می‌تـوان در مراجـع یافـت.

مـا بـر ایـن باوریـم کـه دوام و مانـدگاری ایـن نمایش در مجموعـهٔ نمایش‌های اپتیکی به سرشـت عملی آن بسـتگی دارد. وقتـی کـه از باریکـهٔ نور سـفید اسـتفاده می‌کنیم، که بـه معنـای واقعـی کلمه یـک پرتو نیسـت و پهنـای معینی دارد (می‌تـوان آن را برهم‌نهـی پرتوهـای نـور سـفید در نظـر گرفـت)، نـور کـه پـس از خـروج از دومین منشـور بر روی پـرده می‌افتـد از ایـن‌رو سـفید بـه نظـر می‌رسـد کـه برهم‌نهـش رنگ‌هـای پراکنـده شـده از پرتوهـای سـفید اسـت. اما یـک تماشـاگر دقیق می‌توانـد دریابد کـه چگونه ایـن «لکـهٔ سـفید بازترکیـب شـده» در لبه‌هایـش قرمـز و آبی‌رنـگ می‌شـود.

پی‌نوشت

* A simple Experimental Setup to Clearly Show that Light Does Not Recombine After Passing Through Two Prisms

منبع

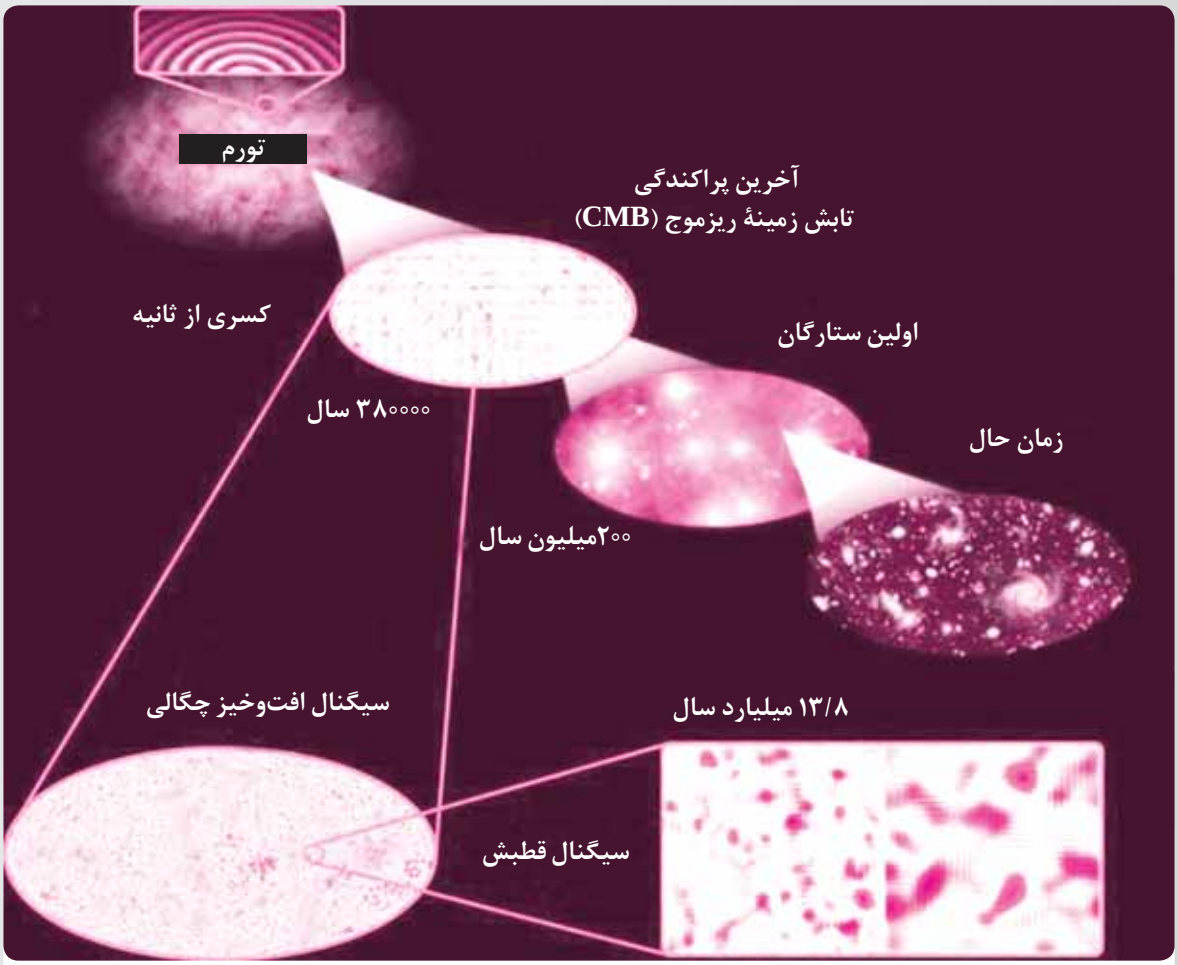
The physics teacher. Vol, 56, January 2018.

سرگذشت بسیار کوتاه عالم

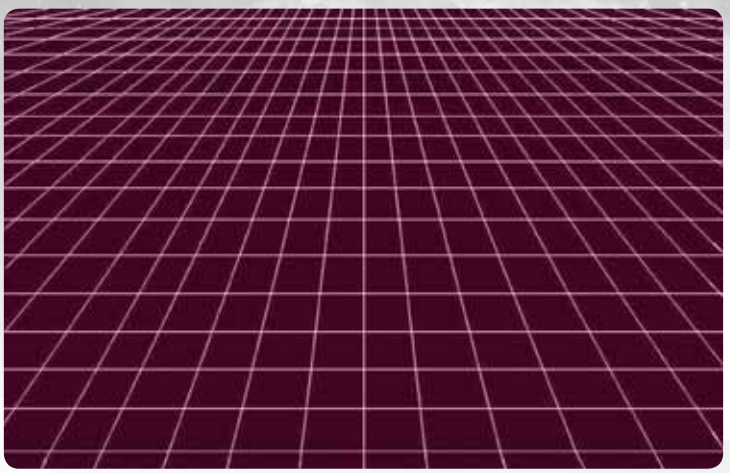
آزیتا سیدفدایی

عالم آن بیرون منتظر است که کشف‌اش کنید

اتان سیگل[1]



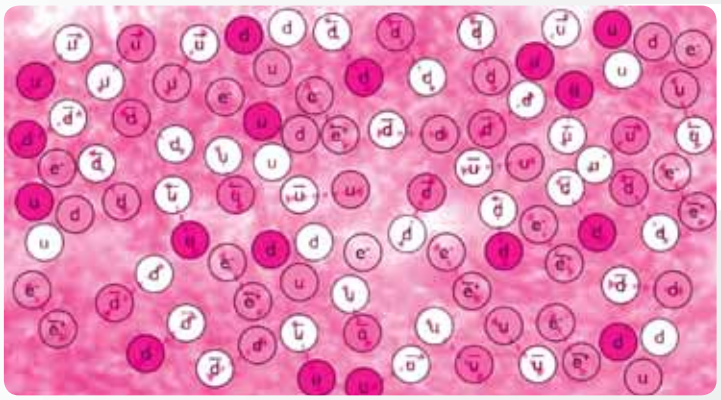
▲ تورم به کمک مهبانگ آمد و عالم قابل مشاهدهٔ در دسترس ما را به‌وجود آورد. اما فقط می‌توانیم تأثیر کسر کوچکی از ثانیهٔ آخر تورم بر عالم را اندازه‌گیری کنیم. با این همه، همین هم کافی است تا پیش‌بینی‌های بسیار زیادی را در اختیارمان بگذارد تا دنبال آن‌ها بگردیم و پیدایشان کنیم و خیلی از آن‌ها به لحاظ رصدی تأیید شده‌اند.



در ابتدا، فضا بود و زمان، و بافت فضا با آهنگی باورنکردنی منبسط می‌شد.

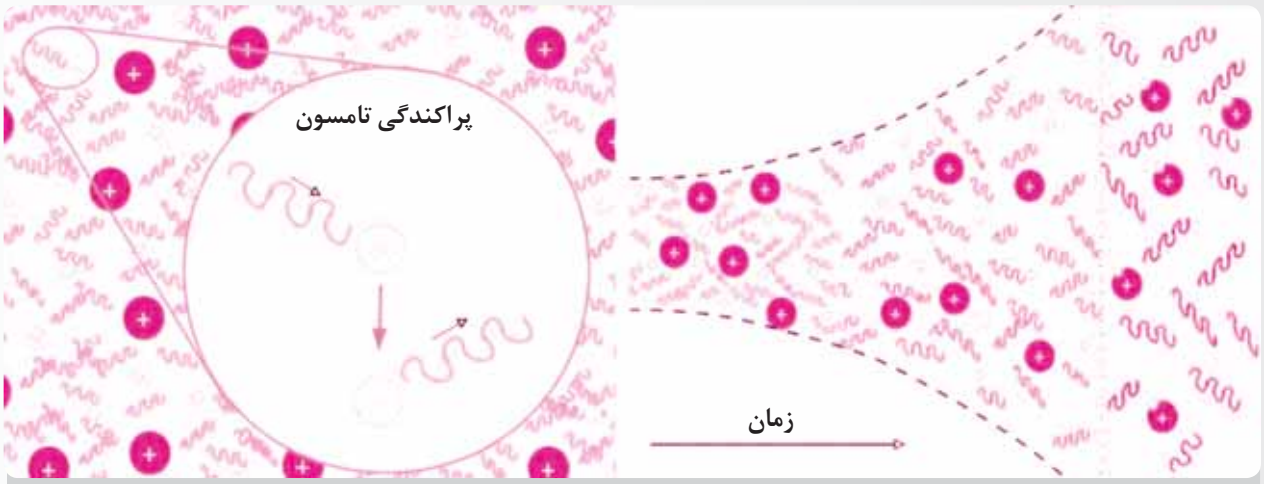
◀ نمایش فضـــای تخت و تهی و عـــاری از هر نوع ماده، انـــرژی یا خمیدگی. به اســـتثنای افت‌وخیزهای کوانتومی مختصر، فضا در یک عالم تورمی سه‌بعدی، به جای این شکل دوبعدی، به‌طور باورنکردنی تخت است. فضا به‌صورت تخت گسترده شده است، و همه ذرات از آن رانده می‌شوند.

اکنون ما در جایی هستیم که این حالت تورمی پایان یافته است و انرژی به ماده، پادماده و تابش تبدیل می‌شود.



◀ مه، بانگ ماده، پـــاد ماده و تابش تولید می‌کند، و در نقطه‌ای اندکی بیشتر ماده تولید می‌شود و به عالم امروزی ما می‌انجامد. اینکه این عدم تقارن چگونه به‌وجود آمد، یا در حالی که در ابتدا هیچ بی‌تقارنی وجود نداشـــت از کجا ناشی شد، پرسشی است که هنوز پاسخ آن را نمی‌دانیم.

این سوپ داغ آغازین منبسط و خنک شد و عدم تقارن اندکی بین ماده (اندکی بیشـــتر) و پادماده (اندکی کمتر) به‌وجود آمد.



▲ در عالم داغ اولیه، پیش از تشکیل اتم‌های خنثی، فوتون‌ها با آهنگی بسیار سریع از روی الکترون‌ها (و به میزان کمتر از روی پروتون‌ها) پراکنده می‌شدند، و در این کار تکانه از دست می‌دادند. پس از تشکیل اتم‌های خنثی، به واسطه سرد شدن عالم تا کمتر از یک آستانهٔ بحرانی، فوتون‌ها صرفاً در یک خط راست حرکت می‌کردند.

خنک شدن تداوم یافت، هسته‌ها تشکیل شدند، و سرانجام اتم‌های خنثی به‌وجود آمدند.

◀ برداشتی هنرمندانه از آنچه شاید تصویر عالم در هنگام تشکیل اولین ستارگان باشد. به هنگام تشکیل ستارگان و ادغام آن‌ها در یکدیگر، هم تابش الکترومغناطیسی و هم تابش گرانشی گسیل می‌شود. اتم‌های خنثای اطراف آن‌ها یونیده می‌شوند، اما مادام که تعداد اتم‌های خنثی بیشتر باشد، نور در فاصلهٔ دلخواه نفوذ نخواهد کرد.

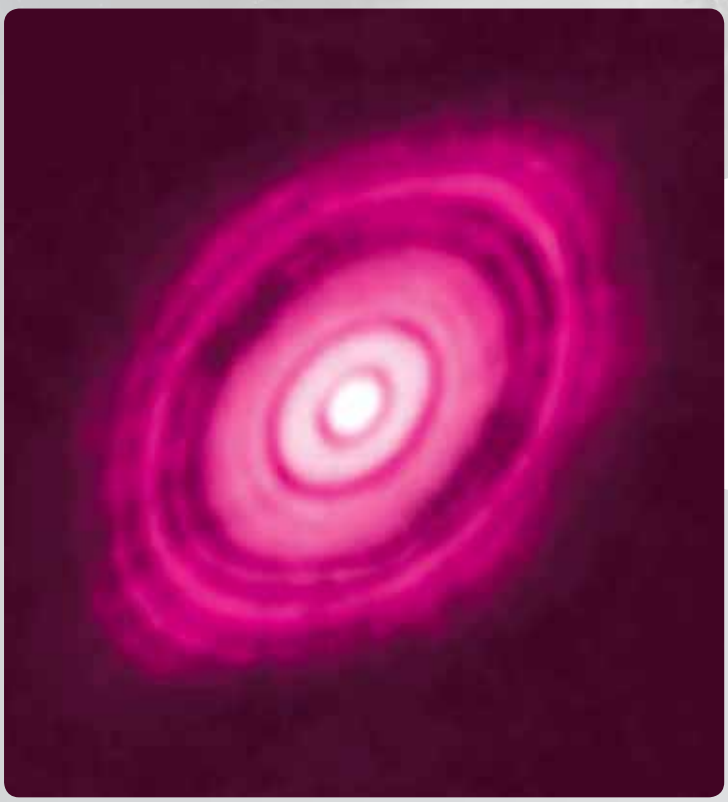
این اتم‌ها به‌طور گرانشی در نواحی بسیار چگال کپه‌کپه شدند، و پس از ده‌ها میلیون سال اولین ستارگان را تشکیل دادند.

◀ یک انفجار ابرنواختر محیط میان‌ستاره‌ای اطراف خود را به لحاظ عناصر سنگین غنی می‌سازد. این تصویر مربوط به بقایای SN۱۹۷۸a، نشان می‌دهد که چگونه ماده از یک ستارهٔ مرده در محیط میان‌ستاره‌ای بازیافت می‌شود.

بیشتر ستارگان پرجرم سوخت خود را تمام می‌کنند و در یک ابرنواختر از بین می‌روند، این کار عالم را از عناصر سنگین غنی می‌سازد. در مقیاس‌های بزرگ‌تر، خوشه‌های ستاره، و کهکشان‌ها در هم ادغام می‌شوند تا ساختار بزرگ مقیاسی را به‌وجود آورند که اکنون مشاهده می‌کنیم.

◀ این تصویر دیدنی از ناحیهٔ تشکیل ستاره در سحابی شکارچی از نوردهی چندگانهٔ دوربین فروسرخ HAWK-۱ در تلسکوپ بسیار بزرگ ESO[۲] در شیلی به‌دست آمده است. ستارگان جدید هنوز در این سحابی تشکیل می‌شوند، اما این کار تقریباً به پایان خود نزدیک می‌شود، چون ستارگان داغ جوان، گازی را که دارای توان بالقوهٔ تشکیل ستاره است باقی نمی‌گذارند.

در مقیاس‌های کوچک‌تر، نسل‌های مواد بازیافتی از ستارگان سوخته به نسل‌های جدیدی از ستارگان می‌انجامد.



◀ قرص پیش‌سیاره‌ای اطراف ستارهٔ جوان HL ثور که تلسکوپ رادیویی ALMA[۳] گرفته است. شکاف‌های موجود در قرص حضور سیاره‌های جدید را نشان می‌دهند. وقتی عناصر سنگین کافی موجود باشد، برخی از این سیارات می‌توانند سنگی باشند. این منظومه سنی بیش از صدها میلیون سال دارد و سیاره‌ها احتمالاً به مراحل پایانی تشکیل خود نزدیک می‌شوند.

این نسل‌های بعدی حاوی ۲ـ۱ درصد از عناصر سنگین هستند و برخی از آن‌ها می‌توانند سیارات سنگی مانند زمین را به‌وجود آورند.

◀ وقتی سیارات، ستارگان و نسل‌های جدید ماده تشکیل می‌شوند، این کار با استفاده از تمام ماده‌ای صورت می‌گیرد که قبلاً به وجود آمده است. وجود سیارات سنگی، مولکول‌ها، و فرایندهای زیست‌شناختی نیازمند آن است که نسل‌های بسیاری از ستارگان به‌وجود آیند و از بین بروند. برخی از این سیارات، غنی از مواد لازم برای زندگی، در مناطق قابل سکونت ستارگان خود تشکیل می‌شوند.

◀ شاید زمین و خورشید، تفاوت چندانی با ظاهر ۴ میلیارد سال قبل خود نداشته باشند. اما تغییرات روزانه یا حتی ساعتی آن‌ها اطلاعات بسیار زیادی دربارهٔ خطرات کوتاه‌مدت محیطی و بوم‌شناختی در اختیارمان قرار می‌دهند. در یکی از این سیارات در ۴ میلیارد سال پیش، زندگی زمام امور را در دست گرفت.

انسان‌ها به دهانهٔ آتشفشان میرادور در کاستاریکا نگاه می‌کنند. مسیر تکامل که بشر کنونی را به وجود آورد به هیچ‌وجه مشخص نبود، اما ما اینجا هستیم تا از ثمرات آن بهره‌مند شویم.

پس از تکامل، فاجعه‌ها، و انقراض‌ها، ما که بازماندگان این رویدادها هستیم از راه رسیده‌ایم.

پی‌نوشت‌ها

1. Ethan Siegel
2. European Southern Observatory
3. Atacama Large Milimeter Array

منبع

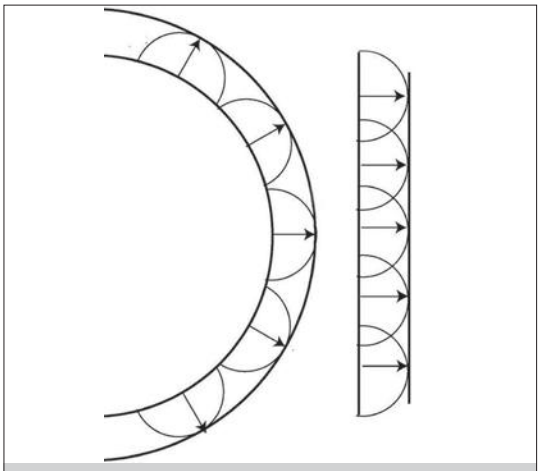
Http://w.w.w/Forbes.com/civication/2018/11/2

قطبش نور چیست و چه اهمیتی دارد؟

خسرو حسنی
استادیار دانشکده فیزیک دانشگاه تهران

مقدمه

نـــور از پدیده‌های فیزیکی اســـت که از گذشته تاکنون بیشـــتر از هر پدیده دیگر مورد توجه بشـــر بوده است، به گونه‌ای که همواره تلاش کرده ماهیـــت آن را بداند. ایـــن تلاش‌ها تا پیـــش از پیدایش نظریه الکترومغناطیـــس در قرن نوزدهم میلادی بیشـــتر جنبه فلسفی داشـــت تا علمی. به‌گونه‌ای که نور را ارتعاش‌های محیطی به نام اتر می‌دانســـتند که هیچ شاهد علمی برای آن وجود نداشـــت! به دلیل انتشـــار راستخط نور طبیعی بود که آن را جریانی از ذرات ریز می‌دانستند و این همان نظریه‌ای بود که حتی دانشـــمند بزرگی همچـــون نیوتون آن را درست می‌پنداشت و از آن پشتیبانی می‌کرد. این نظریه به نور هندســـی موسوم است. بیشتر پدیده‌های روزمره مانند تشـــکیل تصویر، قانون‌های بازتابش و شکست و غیره را با این نظریه می‌تـــوان توضیح داد. اما حتی در قرن هفدهم دانشمندانی مانند هویگنس (۱۶۹۵ ـ ۱۶۲۹) نور را نوعی موج (مانند امواج روی آب) فرض می‌کردند و بر این اساس پدیده‌هایی مانند انتشار نور از یک روزنه را توضیح می‌دادند. در نظریه هویگنس هنگامی که موج نور به یک روزنه می‌رسد، هر نقطه در روی جبهه موج‌مانند چشـــمه‌ای نقطه‌ای رفتار می‌کند که امواج کروی ثانویه را به تمام فضای پشت روزنه می‌فرستد و در یک لحظه بعدی جبهه موج جدید ســـطحی خواهد بود که بر تمام این موج‌های ثانویه مماس باشد (شکل ۱)



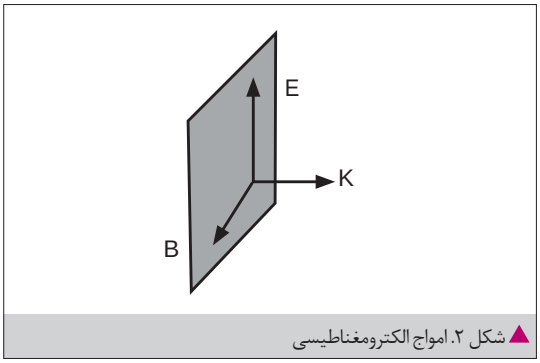
▲ شکل ۱. اصل هویگنس

کلیدواژه‌ها: قطبش، نظریهٔ الکترومغناطیس، تابش جسم سیاه، اثر فوتوالکتریک

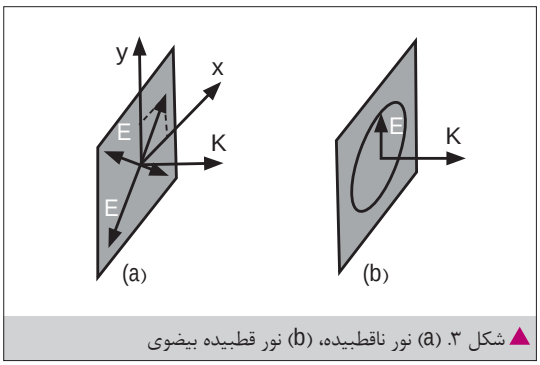
با تکمیل نظریه الکترومغناطیس توسط ماکسول (۱۸۳۱ ـ ۱۸۷۹) امواج الکترومغناطیسی به‌صورت میدان‌های الکتریکی E و مغناطیســـی B عمود بر یکدیگر در نظر گرفته شدند که در یک صفحه با بسامد (تعداد نوسان‌ها در ثانیه یا یکای هرتز) زیاد نوسان می‌کنند و در راستای عمود بر آن صفحه (راستای K) در فضا منتشـــر می‌شوند (شکل ۲)، سپس معلوم شد که نور مرئی تنها بازه کوچکی (با بسامد حدود 10^{14} تا 10^{15} هرتز) از این امواج را تشکیل می‌دهد و گستره وسیعی از تابش‌های به ظاهر متفـــاوت، از امواج رادیویی گرفته تا ریزموج‌ها، امواج فروســـرخ یا IR، نور مرئی، امـــواج فرابنفش یا UV، پرتوهای X و حتـــی تابـــش گاما همه و همه در اصـــل از جنس امواج الکترومغناطیسی هستند و تنها تفاوتشان بسامد آن‌هاست، به طوری که امواج رادیویی کمترین بســـامد (در حد 10^{5} هرتز) و تابش گاما بیشـــترین بســـامد (در حد 10^{21} هرتـــز) را دارا هستند. بنابراین، نور نه‌تنها یک موج، بلکه نوع بسیار ویژه‌ای از آن یعنی یک موج الکترومغناطیســـی است که میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی نوســـانی عمود بر هم آن در راستای عمود بر صفحه ارتعاش در فضا منتشر می‌شوند. چنین موجی را یـــک موج عرضی می‌نامیم. برخـــلاف آن‌ها در امواج طولی مانند صوت، کمیت موجی (ارتعاش‌های مکانیکی محیط) در همان راستایی که منتشر می‌شوند نوسان نیز می‌کنند. امواج الکترومغناطیســـی، از جمله نور، برای انتشار خود به محیط مادی (چیزی که اتر نامیده می‌شد) نیاز ندارند و اصولاً وجود چنین ماده‌ای در پی آزمایش‌های مایکلسون و مورلی (۱۸۸۱) رد شد. البته در قرن بیســـتم پدیده‌های دیگری دیده شدند

که نه‌تنها با نظریه نور هندسی، بلکه با نظریه موجی نور نیز قابل توضیح نبودند! معروف‌ترین آن‌ها تابش جسم سیاه و اثر فوتوالکتریک بودند که اولی توسط پلانک (۱۹۰۰) و دومی توسط اینشتین (۱۹۰۵) با یک مدل کوانتومی برای نور توضیح داده شدند و نظریه اپتیک کوانتومی و مفهوم فوتون به‌عنوان بسته انرژی نور متولد شد. بعدها در سال ۱۹۲۱ این کشف برای اینشتین جایزه نوبل فیزیک را به ارمغان آورد.

در این نوشته به یک ویژگی نور می‌پردازیم که در مشاهده‌های روزمره کمتر به آن توجه می‌شود و تنها با مدل الکترومغناطیسی نور قابل توصیف است. این پدیده قطبش نور نامیده می‌شود و نوری را که داری چنین ویژگی باشد نور قطبیده می‌نامند.



▲ شکل ۲. امواج الکترومغناطیسی



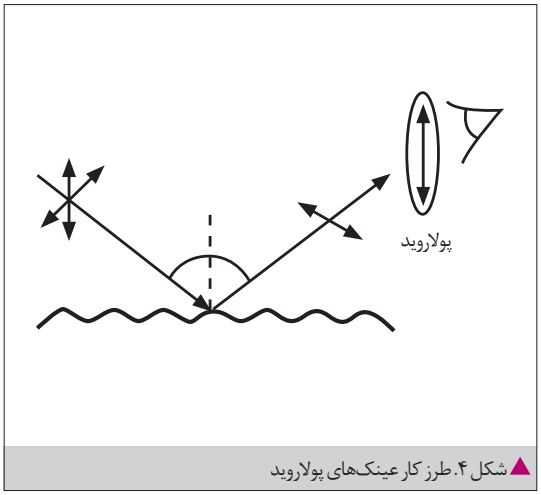
▲ شکل ۳. (a) نور ناقطبیده، (b) نور قطبیده بیضوی

نور قطبیده گرچه از دید انسان با نور ناقطبیده تفاوتی ندارد، اما به دلیل ماهیت برهم‌کنش آن با ماده، دارای کاربردهای زیاد، از عینک آفتابی گرفته تا خواندن و نوشتن روی دیسک‌های نوری است

نور قطبیده گرچه از دید انسان با نور ناقطبیده تفاوتی ندارد، اما به دلیل ماهیت متفاوت برهم‌کنش آن با ماده، دارای کاربردهای بسیار زیاد، از عینک‌های آفتابی گرفته تا خواندن و نوشتن اطلاعات روی دیسک‌های نوری است. متأسفانه در برنامه درسی در سطح پیش از دانشگاه به این ویژگی نور پرداخته نمی‌شود و حتی در سطح دانشگاهی نیز تنها در اندک رشته‌هایی مانند فیزیک و برخی رشته‌های فنی و مهندسی دانشجویان فرصت آشنایی با این پدیده مهم را دارا هستند.

نور قطبیده چیست؟

مفهوم قطبش نور و نور قطبیده در اصل بسیار ساده است و درک آن پیچیده نیست. همان‌طور که در شکل ۲ دیده می‌شود، بردارهای میدان الکتریکی E و میدان مغناطیسی B در یک صفحه (صفحه ارتعاش) قرار دارند و همواره بر هم عمود هستند. اما راستای این دو بردار می‌تواند در صفحه ارتعاش ثابت نباشد، یعنی مانند آنچه در شکل ۳ الف دیده می‌شود، در حالت کلی میدان الکتریکی می‌تواند در هر لحظه هر راستای دلخواهی داشته باشد و زمانی بعد در راستای دلخواه دیگری قرار بگیرد. اما همواره راستای میدان مغناطیسی عمود بر میدان الکتریکی قرار خواهد گرفت. از این‌رو در بحث پیرامون پدیده قطبش نیازی به بحث در مورد میدان مغناطیسی نور نیست، زیرا می‌دانیم همواره عمود بر میدان الکتریکی قرار دارد. چنین نوری که در آن زوج‌میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی عمود بر هم راستای مشخصی ندارند و به‌طور کاتوره‌ای در صفحه ارتعاش جهت‌گیری می‌کنند نور ناقطبیده می‌نامند.



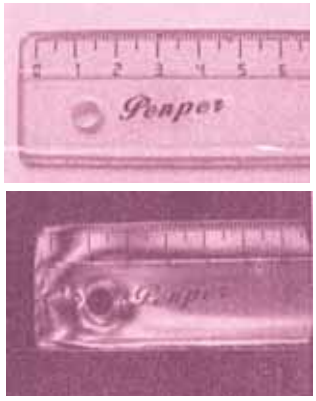
▲ شکل ۴. طرز کار عینک‌های پولاروید

در حالت کلی دلیلی ندارد که این‌طور نباشد و از این‌رو نور ناقطبیده را نور طبیعی نیز می‌نامند، زیرا نوری که در طبیعت وجود دارد و از چشمه‌های نوری مانند خورشید و ستارگان دیگر گسیل می‌شود این‌گونه است. البته نور خورشید پس از پراکنده شدن در جو زمین تا حدی این ویژگی طبیعی خود را از دست می‌دهد. برعکس، اگر راستای میدان الکتریکی نور رفتار منظمی داشته باشد، یعنی راستای آن به‌طور دانسته شده‌ای در صفحه ارتعاش تغییر کند، آن را نور قطبیده و این پدیده را قطبش می‌گویند. در فیزیک نشان داده می‌شود که کلی‌ترین حالت قطبش آن است که مانند شکل ۳ (ط) نوک بردار میدان الکتریکی نور در صفحه ارتعاش روی محیط یک بیضی بچرخد. این چرخش با همان بسامد نوسان نور، یعنی از مرتبه 10^{14} بار در ثانیه رخ می‌دهد و چیزی نیست که بتوان حرکت آن را به سادگی مشاهده یا ثبت کرد! از دید ناظری که نور به سمت او می‌آید نوک بردار میدان الکتریکی ممکن

است در جهت ساعتگرد یا پادساعتگرد روی محیط یک بیضی بچرخد که به اولی نور قطبیده بیضوی راستگرد و به دومی نور قطبیده بیضوی چپگرد گفته می‌شود. فرایند تبدیل نور ناقطبیده به دلیل برهم‌کنش نور با ماده و در پدیده‌هایی مانند جذب گزینشی، ناهمسانگردی (ویژگی‌های متفاوت ماده در راستاهای مختلف)، بازتاب نور از یک سطح، پراکندگی و غیره ممکن است رخ دهد که در این نوشته مجال پرداختن به آن‌ها نیست. نکته مهم آن است که حتی بردار میدان الکتریکی نور ناقطبیده را نیز می‌توان در صفحه ارتعاش به دو مؤلفه عمود بر هم در دو راستای مشخص، مانند x و y در شکل ۳ تجزیه کرد (با راستاهای عمود بر هم میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی اشتباه نشود!) یک تیغه که از ماده ویژه‌ای ساخته شده باشد می‌تواند یکی از این دو مؤلفه (مثلاً مؤلفه y) را جذب و دیگری را از خود رد کند. در نتیجه نور خروجی دارای میدان الکتریکی خواهد بود که همواره در راستای محور x نوسان می‌کند و آن را نور قطبیده خطی می‌نامند، زیرا راستای قطبش دیگر بیضی نیست بلکه در راستای یک خط قرار دارد. به چنین تیغه‌ای نیز قطبشگر[1] گفته می‌شود. در بازتاب نور ناقطبیده خورشید از سطح دریا یا سایر سطوح صاف نیز ممکن است در زوایای فرود نزدیک به یک زاویه مشخص موسوم به زاویه بروستر[2] یکی از مؤلفه‌های میدان الکتریکی در نور بازتابیده تا حد زیادی از بین برود. در آن صورت نور بازتابیده تا حد زیادی خطی قطبیده (در راستایی که از بین نرفته) خواهد شد. هنگامی که نور ناقطبیده خورشید از مولکول‌های هوا پراکنده می‌شود، نور پراکنده شده تا حدی خطی قطبیده است. این‌ها سازوکارهای تولید نور قطبیده هستند. یک حالت ویژه نور قطبیده بیضوی زمانی است که محورهای کوچک و بزرگ بیضی قطبش با هم برابر باشند. در این صورت بیضی قطبش به دایره‌ای تبدیل می‌شود و آن را نور دایره‌ای قطبیده (راستگرد یا چپگرد) می‌نامند.

کاربردهای نور قطبیده

از آنجا که چشم انسان تنها شدت نور دریافتی را حس می‌کند، نور ناقطبیده با نور قطبیده از نظر بینایی تفاوتی برای انسان ندارند. گرچه برخی موجودات دیگر، مانند حشرات و برخی از پرندگان به‌طور طبیعی قادر به درک حالت قطبش نور هستند و از آن به‌طور مثال، برای جهت‌یابی استفاده می‌کنند. اما همواره می‌توان با استفاده از ابزارهای نوری حساس به قطبش نور (مانند تیغه قطبشگر که در بخش پیش گفته شد) تغییرات قطبش را به تغییرات شدت تبدیل کرد که چشم بتواند آن‌ها را تشخیص دهد. تصور کنید که یک تیغه قطبشگر را در حالی‌که محور قطبنده (راستای عبور) آن در حالت عمودی است در مقابل نور بازتابیده از سطح دریا که قطبش خطی آن، به دلیل بازتابش از سطح ساحل، در صفحه افق قرار دارد در مقابل چشم خود بگیریم (شکل ۴). بخش زیادی از شدت نور بازتابیده که به تیغه می‌رسد از آن رد نخواهد شد. و این تیغه، با آنکه در نور طبیعی جذب چندانی ندارد و تیره به نظر نمی‌رسد، می‌تواند به خوبی نور بازتابیده از سطوح افقی را حذف کند. عینک‌های آفتابی پولاروید بر همین اساس استوار هستند. یک جسم شفاف که در ساختار آن تنش‌های مکانیکی وجود دارد (مانند جلد یک CD، یا خط‌کش پلاستیکی شفاف) در مقابل نور ناقطبیده شفاف است و تفاوتی از نظر جذب نور در نواحی دارای شدت کم و زیاد در آن دیده نمی‌شود. اما اگر همین جسم را بین دو قطبشگر که راستاهای عبور آن‌ها عمود بر هم قرار داده شده قرار دهیم، نقش‌های زیبای رنگی دوبعدی در سطح جسم مشاهده خواهیم کرد (شکل ۵) که در آن نواحی هم‌رنگ نشان‌دهنده مکان نقاطی است که از نظر میزان تنش مشابه هستند. به این پدیده اثر نور کشسانی[3] می‌گویند که روش بسیار ساده‌ای برای دیدن نقشه دوبعدی تنش مکانیکی در اجسام شفاف فراهم می‌کند. یک کاربرد بسیار مهم دیگر استفاده از تغییر قطبش نور در بازتاب از سطحی است که دارای ویژگی مغناطیسی شده (اثر فاراده) در دیسک‌های نوری با استفاده از یک لیزر با توان مناسب که می‌تواند روی ناحیه بسیار کوچکی کانونی شود، اطلاعات به‌صورت نواحی با گشتاور مغناطیسی مختلف (مثلاً به سمت بالا یا پایین) روی سطح حساس دیسک ثبت می‌شود.



▲ شکل ۵. اثر نور کشسانی (a) نور طبیعی، (b) نور قطبیده

سپس، در هنگام خواندن اطلاعات باریکه لیزر به این نواحی تابانده می‌شود و بسته به نوع گشتاور مغناطیسی آن‌ها، نور بازتابیده از هر ناحیه دارای حالت قطبش متفاوت می‌شود. به این روش می‌توان اطلاعات ثبت شده را بازخوانی کرد.

از نور قطبیده در ابزارهای مخابرات نوری همچون سوئیچ‌های نوری، مدولاتورها، جداسازهای نوری و بسیاری وسیله‌های دیگر نیز فراوان استفاده می‌شود.

از نور قطبیده در ابزارهای نوری همچون سوئیچ‌های نوری، مدولاتورها، جداسازی‌های نوری و بسیاری وسیله‌های دیگر نیز فراوان استفاده می‌شود

پی‌نوشت‌ها

1. Polarizer
2. Brewster angle
3. Photo elasticity

آموزش فعال به جای یادگیری کلیشه‌ای و حافظه‌مدار

این نشست هنگامی برگزار شده است که آقای دکتر محمود امانی تهرانی مدیرکل «دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب درسی» بوده‌اند.

تنظیم‌کننده امیرمحمد حسینی
عکاس غلامرضا بهرامی

اشاره

دکتر محمود امانی تهرانی، پنج سال مدیرکلی دفتر تألیف سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی را به عهده داشت. او متولد ۱۳۴۴ در تهران است و از دبیرستان شروع به خواندن ریاضی و فیزیک کرده است. سپس در دانشگاه تهران دانشجوی فیزیک شده و کارشناسی ارشد را در رشتهٔ برنامه‌ریزی آموزشی گرفته است. دکترای او هم در زمینه علوم تربیتی، برنامه‌ریزی درسی و گرایش آموزش علوم است. امانی دربارهٔ نحوه جذبش به دفتر تألیف کتب درسی چنین می‌گوید: «از سال ۶۳ تا ۷۲ همزمان با تحصیل، تدریس علوم و فیزیک انجام می‌دادم، از سال ۷۰ به دفتر تألیف دعوت شدم و کم کم عضو گروه علوم و مؤلف کتاب‌های درسی علوم دوره ابتدایی در خدمت استاد معتمدی بودم و تا سال ۸۵ مسئولیت گروه علوم را نیز به عهده داشتم و بعد از آن هفت سال دبیر شورای علمی هماهنگی سازمان و از سال ۹۲ مدیرکل دفتر تألیف کتاب‌های درسی هستم.» امانی در نشستی با مؤلفان فیزیک و کارشناسان که در آن دکتر منیژه رهبر، احمد احمدی، روح‌الله خلیلی، دکتر علیایی و اسفندیار معتمدی حضور داشتند دربارهٔ اهداف، راهبردها، رویکردها و موانع دفتر تألیف کتاب‌های درسی توضیح می‌دهد، از نقاط قوت کتاب‌های درسی دفاع می‌کند و از سوی دیگر برخی تصمیم‌های اشتباه در سطح کلان را هم می‌پذیرد. آنچه در ادامه می‌آید مشروح این نشست است.

● احمدی: آقای دکتر امانی در دفتر تألیف اساساً چه اهدافی را دنبال می‌کنید؟

○ **امانی:** در سال‌های اخیر سه استاندارد مورد توجه همهٔ گروه‌های درسی و کارشناسان ارشد و برجسته سازمان قرار گرفته است. یکی استاندارد و تراز

علمی تولیدهای ماست. تمام تلاشمان این است که کتاب‌هایی که تولید می‌کنیم تراز علمی به روز و کاملاً قابل دفاعی داشته باشند. حتی یک غلط کوچک علمی نداشته باشد. در سال‌های قبل شاید پیش می‌آمد، اما امروز یکی از برکات فضای مجازی این بوده که از ترس اینکه یک اشکال کوچک ممکن است خیلی گسترده شود به خودمان خیلی سخت می‌گیریم که تراز علمی کارهایمان به گونه‌ای باشد که از این ناحیه مشکلی به تألیفات وارد نباشد. دومین ترازی که در برنامه‌ها و کتاب‌های درسی لحاظ می‌کنیم، تراز پداگوژی یعنی آموزشی بودن کارهایمان است. ترجمه‌ای که از پداگوژی داریم علم و هنر یادگیری است. آنچه آموزش فیزیک را از فیزیک متمایز می‌کند همین به‌کارگیری دانش و مهارت و دیدگاه‌های پداگوژی در کار است. تمام تلاش دوستان سازمان بر این است کتاب‌هایی بنویسند که فرایند یادگیری را برای بچه‌ها، فرایند یادگیری فعال همراه با تولید مفهوم و تعمیق معنایی و مفهومی از کارها به جای یادگیری‌های کلیشه‌ای و حافظه‌مدار کند؛ مسئله‌های عددی که هیچ درک مفهومی نداشته باشند را کنار بگذارند و سراغ آن نوع یادگیری بروند که قدرت تفکر، مشاهده کردن پدیده‌ها، تمایز جدی بین علم و شبه‌علم و غیرعلمی‌ها را به‌وجود آورند. چیزی که به‌طور کلی هدف اصلی علم‌آموزی از دید ما محسوب می‌شود، پرورش انسانی است که بتواند تفکر علمی داشته باشد، روش علمی را بشناسد و در کارهای خود آن‌ها را به کار بگیرد و به حل مسئله به‌طور جدی معتقد باشد. این‌ها همه برکات نگاه پداگوژیک به‌کار است. و سومین تراز که به آن خیلی پایبند هستیم ترازهای ارزشی در کارمان است. استانداردهای ارزشی؛ مثلاً توجه به جلوه‌های فرهنگ و تمدن ایران و اسلام در برنامه‌های درسی. زمانی در گذشته کتاب‌های درسی که می‌نوشتیم خیلی کاری به تاریخ علم نداشتیم. به خاطر دارم یکی از درس‌های جذابی که من با خانم دکتر رهبر گذراندم درس تاریخ علم بود که خیلی هم از آن کلاس‌ها لذت بردم و آن زمان منبع خیلی خوبی هم نبود، خانم دکتر دستخط خوبی هم داشتند، یک منبع مفصل خوش‌خط و تمیز. چون آن زمان‌ها یک جزوه خوب نعمت بزرگی بود. ما آن زمان که این را می‌خواندیم نه فقط برای گرفتن نمره بود بلکه لذت می‌بردیم، مثلاً فرایندهای پیشینه یافته‌هایی که اگر آدم خود آن یافته‌ها را می‌خواند حتی خیلی ادراک معنایی پیدا نمی‌کرد. وقتی تاریخ را می‌خواند می‌دید که چه پله‌هایی طی شده تا به آن کشف و مفهوم‌سازی و تأمین‌های علمی که بشر به آن‌ها دست یافته، رسیده‌اند. این وجه سوم یعنی وجه ارزشی کتاب‌های درسی، ارزشی به همه معنای وسیع کلمه یعنی آنچه اخلاق علم است، اعتقادات از آن به درستی درمی‌آید، تاریخ و تمدن و این واقع‌بینی و نگاه درست داشتن به این موضوع. در همین‌جا اشاره کنم که در این بخش افراط و تفریط‌های فراوانی صورت گرفته که هر دو هم آسیب‌زا بوده‌اند. افراطش در این است که ما خود را آنچنان غنی ببینیم که برای هیچ تجربه بشری ارزشی قائل نباشیم و بگوییم هر چه بعدی‌ها یافته‌اند به گذشته ما متکی بوده و همان برای ما کفایت می‌کند. نقطه مقابلش هم اینکه فکر کنیم ما هیچ بودیم هیچ ارزش و پیشینه علمی نداشتیم و هرچه آمده دیگران به ما القا کرده‌اند. هر دوی این‌ها اشتباه است و کتاب‌های ما باید به بچه‌ها تصویری واقعی از اوضاع را بدهد به‌طوری که آن‌ها هم به گذشته‌شان مباهات کنند و هم بدانند گذشته به تنهایی هیچ دردی را از امروز آن‌ها دوا نخواهد کرد و آنچه امروز باید سراغش بروند این است که به‌طور جدی تلاش کنند و بر پایه آن به جاهای جدیدی برسند.

تمام تلاش دوستان سازمان بر این است کتاب‌هایی بنویسند که فرایند یادگیری را برای بچه‌ها فرایند یادگیری فعال همراه با تولید مفهوم و تعمیق‌معنایی و مفهومی کارها به جای یادگیری‌های کلیشه‌ای و حافظه‌مدار کند

• رهبر: الان واقعاً بچه‌ها کمتر بین چیزی که در کتاب‌های درسی می‌خوانند و آنچه در جامعه می‌گذرد ارتباط برقرار می‌کنند. یعنی کمتر می‌توانند از آموخته‌هایشان در مواجهه با آنچه در جامعه می‌بینند استفاده کنند. به نظرتان اشکال کار در کجاست؟

○ **امانی:** به نظرم برمی‌گردد به نوع آموزش‌هایمان یا لااقل این‌طور بگویم؛ اگر نتوانیم کل عوامل مرتبط با این نقیصه را تعیین کنیم دست‌کم می‌توانیم نقش خودمان را خوب تعریف کنیم. یکی از بخش‌هایی که ما در دفتر تألیف بر خودمان واجب کرده‌ایم و نسبت به آن تعهد داریم این است که اگر یک محتوای آموزشی بستگی یا ارتباط جدی با زندگی و پدیده‌های واقعی محیط اطراف بچه‌ها را ندارد، حق نداریم آن را آموزش دهیم. یعنی چیز غیرمفید نباید آموزش داد. وجه کاربستی آموزش در دنیای واقعی و زندگی از تعهدهای خیلی جدی برنامه‌ریزی درسی باید باشد. امروز اتهامی به کتاب‌های فیزیک دبیرستانی ما مثل بقیه دروس علمی‌مان وارد است، خیلی از بچه‌ها می‌پرسند که بعضی مباحث را برای چه باید بخوانیم؟

معتقدم برای این پرسش باید پاسخ قانع‌کننده‌ای در کتاب بدهیم که اگر یک نفر نقد کرد و گفت این همه فیزیک خواندیم به چه دردمان خورد، خود این بچه‌ها که در حال خواندنش هستند بهترین مدافع کار باشند و بگویند اتفاقاً فیزیکی که ما می‌خوانیم به این دردها می‌خورد. واقعیت این است که فیزیک جزو پرتوان‌ترین دروس در پاسخ به این نیاز است. چون در واقع فیزیک به تمام زندگی وصل است. شاید بگوییم اینکه ریاضی را یک جور بنویسیم که وجه کاربستی‌اش قوی باشد، دشوار است اما این کار در فیزیک شدنی است. مفاهیم جذاب و جالب آزمایش‌پذیر مرتبط با زندگی وجود دارد. یکی از چیزهایی که در کتاب هفت‌جلدی فیزیک پایه ترجمه هوشنگ گِرمان برای من خیلی جذاب بود این بود که تمام این مجموعه فیزیک به طبیعت می‌پرداخت و با کتاب‌های معمول فیزیک متفاوت بود. یعنی موضوع‌های طبیعی که خیلی وقت‌ها فکر می‌کردیم شاید ارزش مطالعه ندارد می‌دیدیم چقدر پشت پدیده‌های عادی طبیعی جای کار عمیق علمی وجود دارد و این جنبه‌ها در علم فیزیک، آن را متمایز می‌کند و می‌تواند موقعیت‌های یادگیری جذاب و معنادار و مرتبط با زندگی و حتی هیجان‌آور برای بچه‌ها به ارمغان بیاورد. پیشرفت‌های اخیر فناوری هم این موضوع را برای ما چند برابر آسان کرده. مثلاً یک آهنربای قوی که بتوان با آن آزمایش‌های خیلی جذاب را با شرایط آسان انجام داد اصلاً نبود. ما که دانش‌آموز و حتی دانشجو بودیم آهنربایی در حجم و اندازه کوچک که بشود با آن آزمایش‌های نیروی محرکه از ارتفاع را انجام داد نبود اما الان پیشرفت‌هایی که شده دست ما را خیلی باز کرده و امکان‌ها فراوان شده است. در زمینه فناوری‌های جدید امکان‌هایی که فضای جدید چندرسانه‌ای به ما می‌دهد، چیزهایی مثل فیلم‌های کوتاه که امروز به راحتی می‌شود روی قطعه‌های کتاب فراهم کرد (بچه‌ها یک صفحه را که می‌خوانند، یک آزمایش را که می‌بینند همان لحظه فیلم مرتبط با آن را ببینند) و این فناوری‌ها خیلی کمک می‌کند به اینکه بشود مسئله دغدغه دائمی‌مان را کمی بهبود ببخشیم. یعنی الان در این زمینه نقش ما خیلی مهم است.

• معتمدی: آیا توانسته‌اید به کارشناسان در تألیف و معلمان در تدریس این هدف‌ها آموزش لازم را بدهید؟

○ **امانی:** مهم‌ترین دغدغه‌مان همین است. اولین قدم هم به نوعی از خودمان شروع می‌شود. البته بخش کارشناسی فیزیک دفتر از بخش‌های بسیار خوب دفتر است به لحاظ سابقه، علاقه‌مندی، توانایی و ثباتی که در این بخش داشتیم شاکلهٔ گروه فیزیکمان در ۲۰ سال گذشته تغییر نکرده یعنی تجربه‌ها منتقل و انباشته شده و تقریباً چیزی حذف نشده است. این امکان را در برخی گروه‌های دیگر دفتر متأسفانه نداشتیم. من به خاطر موقعیتم با همه معلم‌ها سروکار دارم. در بین جامعه معلمان فیزیک هم استنباطم این است حقیقتاً معلم‌های فیزیک کشور ما جامعه بسیار قابل اتکایی هستند. علاقه‌مندی‌هایشان، تعصب‌های مثبتی که روی کار دارند، دلسوزی‌هایی که در بینشان فراوان مشاهده می‌شود، مشارکت جدی که در جلسات و همایش‌های سالانه دارند. کاری که اتحادیه در سال‌های متمادی به همت آقای معتمدی در آن واقعاً روحی دمیده‌اند. تقریباً هیچ جلسه‌ای نبوده که بروم و معلم‌های فیزیک باشند و وقت جلسه صرف امور رفاهی و حقوقی معلمان شود. موضوع‌های جلسه همه از جنس علمی و ارزشی و یا تراز پداگوژیک کار است. به نظرم جامعه معلمان فیزیک در مجموع نمره خوبی می‌گیرد. نوع تولیدهایی که می‌آید، مقاله‌های مجله‌های فیزیک را که ورق می‌زنید، ببینید هر کدام چقدر آموزنده هستند. اولاً مشابه مجله فیزیک ما را در دنیا چند کشور منتشر می‌کنند؟ این مدل مجله رشد آموزش فیزیک معلمی را کشورهای بسیار معدودی درمی‌آورند. اگر محدودیتی هست به فرهنگ سنتی یاددهی و یادگیری در ایران برمی‌گردد که به‌طور عجیبی با ارزشیابی به هم گره خورده است. ارزشیابی هم در دوره متوسطه وجه کنکورش بر بقیه آن می‌چربد. اگر واقعاً این نقطه‌ها بهبود پیدا می‌کرد و می‌توانستیم از شیوه‌های جدیدی که دنیا به آن‌ها رسیده یعنی اگر به جای پرسش‌های کنکور، پرسش‌های «GCSE» می‌دادیم خیلی فرق می‌کرد. یعنی نگاه معلم‌ها، انتظاری که بچه‌ها و خانواده‌ها داشتند یک جور دیگر می‌شد و سبک دیگری از یادگیری را هدف قرار می‌داد. شاید در پاسخ به شما مهم‌ترین نکته این است که معلم‌ها آماده‌اند، فضای عمومی کارشناسی و موادی که در سال‌های طولانی در مجله‌های رشد و کتاب‌های راهنمای معلم، فیلم‌های بسیار خوب آموزش معلمان که در این سال‌ها مؤلفان تولید کرده‌اند و حرفشان را مستقیم با معلم‌ها زده‌اند،

فضا را آماده کرده اما یک سری موانع وجود دارد. مهم‌ترین مانع الان کنکور است. در جهت تغییر و حذف کنکور هم خیلی اقدام‌ها شده. معتقدم پنج سال آینده در زمینه کنکور تغییرات جدی رخ خواهد داد. چون جامعه به بلوغی رسیده که این را می‌طلبد. از طرف دیگر کنکور به خودی خود به بن‌بست رسیده و از خیلی از کتاب‌ها ی دیگر نمی‌توانند پرسش‌های نامحدودی بدهند. در دینی الان این بن‌بست خیلی شدید شده است. هر سال در درس فیزیک چهار دسته سؤال برای رشته‌های تجربی و ریاضی داخل و خارج کشور تهیه می‌شود، اما در درس دین و زندگی هر سال باید از این سؤال‌ها ۱۰ دسته سؤال دربیاورند. برای تجربی، ریاضی، انسانی، زبان، هنر؛ داخل و خارج کشور. طراحی ۱۰ دسته سؤال از چنین کتاب‌های کم‌حجمی خیلی دشوار است. این شرایط به نقطه‌ای رسیده که به نظرم روش‌های جدید قابل‌دفاع‌تر می‌توانند جایگزین امتحان کنونی چهارگزینه‌ای کنکور شود که قطعاً به نفع آموزش خواهد بود.

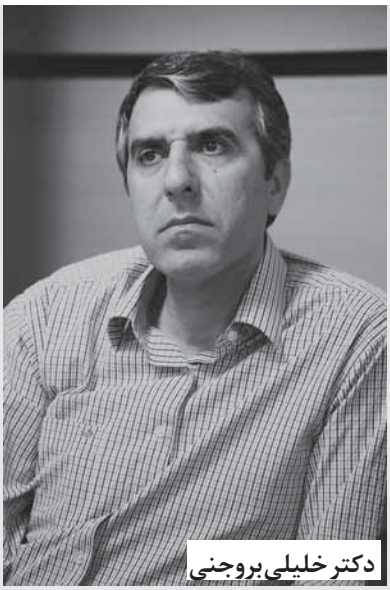
• خلیلی: در جمع همکاران معمولاً از ما پرسیده می‌شود که نقش دفتر را خیلی نمی‌دانند. اینکه در تصمیم‌گیری‌ها برای تنوع عناوین دروس و ساعات آموزش چه نقشی دارند. ما هم به شورای عالی آموزش‌وپرورش ارجاع می‌دهیم که تصمیم می‌گیرند. یکی از این‌ها معطوف است به کاهش جدی آموزش علوم پایه به‌ویژه از سال ششم تا دهم که حدود ۵۰ درصد کم شد، چرا سازمان شما در جهت این کاهش جدی هیچ حرکتی نکرد؟ یا اگر حرکتی کرد کجاها نتوانست حرفش را مستند کند که مورد پذیرش قرار گیرد؟ آیا عمدی وجود داشت که بچه‌ها را از دروس علوم پایه دورتر کند و کمتر ذهنشان را درگیر مفاهیم کند که با طبیعت پیرامونشان سروکار دارند؟ آیا عمدی وجود داشته که فکر کردن بچه‌ها را کمتر کند یا مسئله دیگری در بین بوده؟ این کاهش چطور قابل توجیه است؟

○ **امانی:** نوع کاهشی که در دوره اول متوسطه در علوم تجربی به‌وجود آمد، واقعاً اتفاق غیرقابل دفاعی بود و هیچ ابایی نداریم به‌عنوان نظر کارشناسی و رسمی مدیریت دفتر اعلام کنیم که کاهش حجمی که در درس‌های علوم تجربی در پایه‌های ششم، هفتم، هشتم

دکتر محمود امانی

و نهم اتفاق افتاد یک امر نادرست غیرکارشناسی بود و نباید اتفاق می‌افتاد. اما در آن دوره زمانی مشابه این نوع تصمیم‌های نادرست، گرفته می‌شد. علتش هم این بود که در تعجیل غیرکارشناسانه و خلاف روند اجرای سند تحول آموزش‌وپرورش و برنامه درسی ملی، ناگهان تصمیم گرفته شد که بچه‌های پایه پنجمی سال ۹۰ در سال ۹۱ در کلاس ششم بنشینند. در این تغییر ناگهانی همه تصمیم‌ها بسیار شتابزده، عجولانه و بدون مطالعه کافی انجام شد. وقتی تحولی ایجاد می‌کنید انتظار روانی افراد این است که درس‌های جدید بیاید که به جای خود خوب است و کسی مخالف ورودشان نیست اما وقتی می‌خواهید درس‌های جدید بیاورید باید زمان قبلی‌ها را کم کنید. هر عنوانی را که می‌خواهید دست بزنید مدافعانی در جامعه دارد که اجازه حذف نمی‌دهند. جامعه هم به آسانی پذیرای تلفیق نیست. نتیجه این می‌شود هر درسی که ساعتش مثلاً چهار است سه ساعت کنند چون از دو ساعت نمی‌توان کم کرد اما پنج ساعت را می‌توان چهار ساعت کرد، این بلایی است که سر علوم آمده و با این توضیحات درک آن ساده است. تصمیم‌هایی که وقتی نقد شد گفتند این برنامه یک‌ساله تصویب شده اما همه می‌دانند چیزی به نام تصویب یک‌ساله نداریم. آن دوره این تعجیل و اشتباهات را در پی داشت و تا زمانی که جدول دروس مجدداً در دستور کار قرار نگیرد این‌ها خواهند ماند. این روند آسیب‌زا را تلاش کردیم که در دوره دوم متوسط لااقل مهار کنیم که همین‌طور هم شد و به نسبت مهار شد. نمی‌گویم آن

یکی از بخش‌هایی که بر خودمان واجب کرده‌ایم و نسبت به آن تعهد داریم این است که اگر چیزی بستگی یا ارتباط جدی با زندگی و پدیده‌های محیط اطراف بچه‌ها را ندارد، حق نداریم آن را آموزش دهیم


دکتر خلیلی بروجنی

کاستی جبران شد. زبان انگلیسی چند برابر علوم لطمه دید. قبلاً زبان انگلیسی پایه اول، دوم، سوم راهنمایی و اول نظری روی هم ۱۳ ساعت بود، در این جدول جدید پایه اول راهنمایی که شده بود ششم که زبان ندارند، در پایه هفت، هشت، نه شد شش ساعت که فاجعه بزرگی بود. گرچه در دوره دوم متوسطه تا حدی جبران شد. باید با روش‌های جایگزین کارآیی آموزشی‌مان را بالا ببریم. ساعت دست ما نیست اما بالا بردن کارآیی به صورت‌های مختلف امکان‌پذیر است. در عبارت «شتاب آموزش»، یکی از نکته‌های مهم این است که معلم باید برای کلاسش روند تدریس را با شتاب مناسب بچیند، نباید کُند باشد. طراحی آموزشی دقیقی داشته باشد که با چه چیزی شروع کنم، چقدر پیش بروم. و در این مسئله روش‌های جدید مثل همین رسانه‌های جدید که آمده و می‌تواند زمان آموزش را به شدت کاهش دهد یا روش‌های جدیدی مثل کلاس معکوس که وقت بیرون بچه‌ها را در جهت یادگیری احیا می‌کند. این روش‌ها می‌تواند در علوم تجربی و زبان به کمک بیاید. با آقای **جک سی ریچاردز**[1] که شاید مشهورترین نویسنده کتاب‌های زبان انگلیسی در جهان باشد، دیداری داشتم. به ایشان گفتم میزان ساعت تدریس زبانمان این‌قدر شده و آیا دانش‌آموزی می‌تواند در این زمان کوتاه آموزشش قابل قبول باشد و تا سطح استاندارد زبانی برسد؟ گفت می‌تواند به شرط اینکه از روش کلاس معکوس استفاده کنید و امتحان هم شده، خیلی جاها در ایران این کار را انجام می‌دهند.

ما عمرمان را در آن دوره صرف آن کردیم که بچه‌ها مسئله‌های بسیار پیچیده‌ای را ظاهراً حل می‌کردند که دربارهٔ آن هیچ نوع شناختی به دست نمی‌آوردند و صرفاً با اعداد بازی می‌کردند بدون اینکه از مقیاس و اندازهٔ عدد حسی داشته باشند

تأیید می‌کنم که این اتفاقی که افتاد، بدون هیچ مماشات، اتفاق ناگواری برای علوم بوده است و هیچ قصدی هم پشتش نبوده، جز ناپختگی تصمیم‌هایی که عجولانه گرفته شده‌اند.

• معتمدی: به نظر می‌رسد این تصمیم‌های ناپخته در تغییر نظام خیلی زیاد بوده است. در تغییر نظامی که قبلاً صورت گرفت، آمادگی در معلمان ایجاد شد و کارهای زیادی در استان‌ها مختلف صورت گرفت. من جزو گروه برنامه‌ریزی همین دفتر بودم. احساس نمی‌کردیم این دفتر است که برنامه‌ریزی می‌کند. الان هم می‌گویند حذف مفاهیم ریاضی از فیزیک سبب شده حالت سیستمی که باید در مفاهیم علمی باشد تا حدی کنار گذاشته شود. قبلاً مسائلی مثل شتاب، سرعت و حرکت را به یکدیگر پیوند می‌زدیم و برای مفاهیم دیگر طراحی مفهومی داشتیم. در شیراز شنیدم که می‌گویند خوب نوشته‌اند اما مفاهیم، پیوستگی منطقی ریاضی را ندارد و احساس می‌کنند آموزش معلم از این بابت کمتر مورد توجه قرار گرفته است.

○ **امانی**: ما کثرت اشتباهات تصمیم‌گیری نداشتیم، به نوعی یک تعجیل نابجا داشتیم که تأثیر خیلی زیادی به جا گذاشته است. آن تعجیل هم این بود که قبل از اینکه زمانش برسد پایه ششم را ایجاد کردیم و این به صورت دومینو تا آخر دبیرستان ادامه پیدا کرد. یک تصمیم غلط که تأثیرش شگرف بوده به دنبال خودش فضای شتابناک بودن همه اقدام‌ها را به وجود آورده است. اما نقدهایی که از کاهش بار ریاضی کتاب‌ها به ویژه کتاب‌های فیزیک و شیمی می‌شود، باید با دقت و ظرافت مورد توجه قرار دهیم. گروهی از معلمان کتاب خوب را کتابی می‌دانند که بتوان از آن مسئله عددی درآورد. این موضوع با نگاه همراه با فهم و تفسیر پدیده‌ها سازگار نیست. ما عمرمان را در آن دوره صرف آن کردیم که بچه‌ها مسئله‌های بسیار پیچیده‌ای را ظاهراً حل کنند که دربارهٔ آن هیچ نوع شناختی به دست نمی‌آوردند و صرفاً با اعداد بازی می‌کردند بدون اینکه از مقیاس و اندازه عدد حسی داشته باشند. در همین شهر تهران این سؤال در امتحان نهایی پایه سوم راهنمایی آمده بود که فردی با وزن ۳۰ نیوتون وزنه ۵ نیوتونی را فلان قدر جابه‌جا می‌کند و یک

نفر ایراد نگرفته بود که فرد ۳۰ نیوتونی چه موجودی است، اصلاً به دنیا آمده یا نه (با خنده) (زمانی بود که من در دوره راهنمایی تدریس می‌کردم) وقتی با این موضوع مواجه شدم به این مفهوم برگشتم که اصلاً حسی از نیوتون ندارند چنانکه بعضی از دانشجوها حسی از الکترون ولت ندارند که چه مقیاسی است. تسلا و پاسکال چه مقیاسی هستند. حس داشتن از یکاها خیلی مهم است. نظر گروهی که نقد می‌کنند بار ریاضی کتاب‌ها کاهش یافته، یعنی بار علمی‌شان کاهش یافته را به‌طور مطلق رد نمی‌کنم اما معتقدم اگر اولویت قائل شویم مفهوم‌ها، پدیده‌ها، تفسیرها و تعمیم‌ها اولویت‌های بیشتری از اعداد و ارقام دارند. اگر اعداد و ارقام جایی می‌خواهد بیاید باید در بستری بیاید که قابلیت فهم و تفسیر داشته باشد. اگر سؤالی را جوری بدهیم که این عدد به این موضوع می‌خورد یا نه بهتر از این است که بگوییم این عدد را حساب کن. وقتی این‌طور می‌گوییم تست‌پذیری کتاب کم می‌شود و با یک فرمول می‌شود انواع مانورها را در طراحی سؤال‌های تستی داشت.

• احمدی: آقای معتمدی مثلاً اگر از دانش‌آموزی بپرسند شتاب چیست، بگوید مشتق سرعت، بهتر است یا بگوید شتاب بیان می‌کند که میزان تغییر سرعت چقدر است؟ آن فقط براساس یک رابطه ریاضی بیان شد و سال‌ها به این صورت به دانش‌آموزان آموزش داده می‌شد و الآن تأکید می‌شود که شتاب مشتق مفهوم و نمودار دارد. اما گم نشدن این مفهوم در این قسمت نسبت به سال‌های قبل کمتر اتفاق می‌افتد.

○ **معتمدی:** مفاهیمی را که آقای دکتر گفتند معلم باید درک کند. با آموزش‌های لازم معلم‌ها به این درجه نرسیده‌اند و بسیاری با همان ذهنیت قبلی هستند و علاقه‌مند هستند که زودتر تست و مسئله پیدا کنند. لازمه آموزش علمی این است که درک مفهومی دقیق داشته باشند. منتها لازم بود به یک شکل آموزش لازم ببینند که به این درجه اعتقاد برسد.

• خلیلی: نکته همین است. در جمع معلمان همیشه می‌گوییم برنامه و دانش‌آموز نو شده و ذهنیت معلم هم باید نو شود، اما متأسفانه در چند سال اخیر کمترین آموزش معلم‌ها را

احمدی

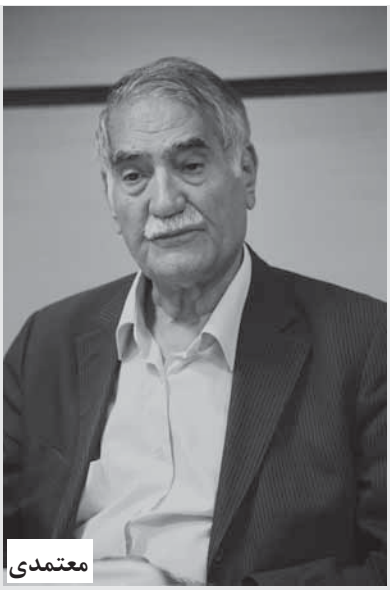
داشته‌ایم.

○ **امانی:** امسال هم دوره الکترونیکی مثل سال قبل خواهیم داشت. از دید من دوره‌های الکترونیکی آموزش معلمان مؤثرتر از این است که چهار نفر را آموزش دهیم که به استان بروند و چهار نفر دیگر را آموزش دهند و از این گلوله برف چیزی باقی نماند. به این صورت مؤلفین مستقیماً در خانه معلمان حاضر خواهند بود.

• علیایی: صحبت من این بود که گاهی ما مفاهیم را هم درست آموزش نمی‌دهیم. یک بار من سر کلاس در ذهنم می‌خواستم شار میدان مغناطیسی را تدریس کنم، نیاز داشتم شبیه‌سازی کنم، به رودخانه‌هایی که از شمال به جنوب در شهر تهران جاری است. برای اینکه انگیزه ایجاد کنم گفتم شمال به جنوب این اتاق کجاست؟ یکی گفت شمال روبه‌رو، جنوب پشت و شرق و غرب را هم با دستش نشان داد. درست هم نشان نداد. یکی دو نفر دیگر هم تأیید کردند که شمال روبه‌روست. گفتم چرا این‌طور تصور می‌کنید؟ گفتند در دبیرستان به ما یاد داده‌اند هر جا بایستی شمال رو به رویت است. تصور کردم شوخی می‌کنند. در کلاس بعدی هم روی این موضوع حساس شدم و دیدم همین جواب را دادند.

○ **امانی:** آیزنر[۲] دیدگاهی دارد تحت عنوان کثرت‌گرایی شناختی. بچه‌ها به آن دیدگاه رسیدند و بر آن اساس شمال‌ها و جنوب‌ها داریم. (با خنده)

برنامه درسی و کتاب‌های درسی ما از کشورهای صاحب ادعا در این زمینه اگر فاصله‌ای هم داشته باشد به این معنی نیست که به کل از آنچه آن‌ها دارند ناآگاه هستیم، اگر فاصلهٔ جدی وجود دارد در چگونگی اجرای ما و آن‌هاست


معتمدی

• احمدی: البته نتیجه‌ای که بچه‌ها گرفتند روی این ماجرا بود که اگر شما رو به شمال بایستید سمت راستتان شرق و سمت چپ غرب است.

○ **امانی:** همان بحث تراز پداگوژیک است. ببینید چقدر آموزش ظریف است که یک جمله که می‌شود از آن سوءبرداشت‌ها به وجود بیاید، اینقدر مایه کژتابی‌ها و کژفهمی‌هاست.

• آقای علیایی: البته خیلی‌ها که زرنگ بودند به وسیله نقشهٔ تلفن همراه جهت‌یابی می‌کردند. این نشان می‌دهد که بعضی‌ها یاد گرفته‌اند از فناوری چطور می‌توان استفاده کرد. می‌خواهم بدانم جایگاه ما در زمینه آموزش فیزیک در دنیا کجاست؟ آیا به جایگاه قابل قبولی رسیده‌ایم؟ دفتر تألیف آیا مراودات خارجی دارد؟ از کارشناسان خارجی دعوت می‌کنید که برای اعضای دفتر معلمان صحبت کنند و تجربیاتشان را در اختیارشان قرار دهند؟

○ **امانی:** خوشبختانه ارتباط بین‌المللی‌مان در سازمان به صورت سیستمی و فردی از وضعیت خوبی برخوردار است. همین الان که من اینجا هستم کتاب ۲۰۱۸ ژاپن روی میز من است. یعنی منابع می‌آید.

• علیایی: یعنی معاونت بین‌المللی داریم؟

○ **امانی:** خیر خودمان مستقیماً از هر طریقی که امکانش فراهم می‌شود اقدام می‌کنیم و معطل روش‌های رسمی نمی‌شویم. افرادی که در خارج هستند، مهمان‌هایی که قرار است بیایند، تقریباً هر فرد برجسته‌ای که به دلیلی به ایران بیاید، فضایی را برای جلسه گذاشتن فراهم می‌کنیم. در مجله‌های رشد هم همین‌طور. خانمی که اخیراً از آلمان آمده بود تجربه‌های جالبی داشت که در پژوهشگاه جلسه گذاشت. افراد علاقه‌مند از این جلسات مطلع می‌شوند و شرکت می‌کنند. علاوه بر این یکی از وظایف ثابت شغلی کارشناسان هر گروه که در شرح وظایفشان ما نامش را پایش گذاشته‌ایم و در زمان کاری‌شان پیش‌بینی شده، رصد تغییرات آموزشی در جهان، مقاله‌ها، تولیدهای علمی، کتاب‌های جدید و این‌جور کارهاست. به شکل مدون هم سازمان نشریه‌های بین‌المللی را هر سال منتشر می‌کند. مثلاً گزیده مجله اجوکیشنال لیدرشیپ[۳] هر سال را که یکی از مجلات پیشروی آموزش جهان است در ۱۴ سال اخیر به انگلیسی و فارسی در یک مجموعه تولید کرده و در اختیار همه علاقه‌مندان گذاشته است. اما علاقهٔ افراد تعیین‌کننده است که چقدر از این شرایط استفاده کنند. احساسم این است که کارشناسان ما با نوع علائق و توانمندی‌هایی که دارند، با سفرها، کنفرانس‌ها، دریافت‌ها و ارسال‌هایی که دارند، از جریان کلی آموزش فیزیک در دنیا فاصله چندانی ندارند. یعنی امروز اگر کتاب فیزیکی را که دستمان است با کتاب ۲۰۱۸ ژاپن که روی میز من است مقایسه کنید قطعاً کتاب ما از بعضی لحاظ بر کتاب ژاپنی رجحان دارد و این قابل مشاهده است. می‌توانید در همین شماره مجله چند صفحه از این دو کتاب را معرفی کنید و ببینید مثلاً نوع سه ترازی که گفتم، میزان توجه به علم و تاریخ علم و دانشمندان در کتاب ما و ژاپن چقدر است. در کتاب ما بسیار قوی‌تر است. میزان تصاویر و آزمایش‌هایی که کتاب را به زندگی، صنعت و فناوری وصل می‌کند. میزان دور شدن از فضای دیسیپلین‌محور و دانش‌محور. کتاب ژاپنی بسیار متن‌محور است و کتاب پایه دهم ژاپن الان دست من است. به نظرم نوع گروه‌های درسی علوم پایه ما با روند کلی جهانی آموزش رشته‌های خودشان همان حرکت را می‌کنند. برنامه درسی و کتاب‌های درسی ما از کشورهای صاحب ادعا در این زمینه اگر فاصله‌ای هم داشته باشد به این معنی نیست که به کل از آنچه آن‌ها دارند ناآگاه هستیم. اگر فاصله جدی

معتقدم باید با اعلام استانداردهای ارائه به مخاطبان خود که بچه‌ها و خانواده‌ها هستند به روشنی بگوییم شماها حق دارید این نوع آموزش را مطالبه کنید. این آگاهی از حقوق من به‌عنوان دانش‌آموز مهم‌ترین مطالبه‌گری را به‌وجود می‌آورد

وجود دارد در چگونگی اجرای ما و آن‌هاست. چون برنامه درسی سه سطح طراحی، تدوین و اجرا دارد. در اجرا امکانات کشور، جدیت آموزش و وقتی که برای آموزش می‌گذارید متفاوت است. ما هنوز به جای یک ساعت، ۳۵ دقیقه به فیزیک اختصاص می‌دهیم، در حالی که طبق قانون یک ساعت یعنی ۵۰ دقیقه. هنوز بچه‌های ما ظاهراً هفت زنگ آموزش می‌بینند اما هفت زنگ یعنی ۳۵۰ دقیقه در روز در مدرسه آموزش ببینند. ولی عملاً ۲۵۰ دقیقه آموزش می‌بینند، چون هر دو زنگ را به جای ۱۰۰ دقیقه، ۷۰ دقیقه می‌روند. در ژاپن بچه‌های دبیرستانی از هشت صبح تا چهار - پنج بعدازظهر یک روز کامل مدرسه‌ای دارند. در مدرسه ناهار می‌خورند، عصر کلی کارها انجام می‌دهند. در اکثر کشورها این‌طور است. اینکه ۱:۲۰ یا ۲ زنگ تعطیلی زده شود، در دوره متوسطه این‌طور نیست. دوره متوسطه اوج توانایی بچه‌هاست. اگر فاصله‌ای بین ما و کشورهای دیگر است بیشتر در بخش اجراست. برنامه‌ها اگر نقصی دارد نقاط قوتی هم دارد. در همه جای دنیا هم این‌طور است و هیچ جا قوت کامل ندارد.

● خلیلی: خیلی وقت‌ها در مدارس می‌بینیم که معلم کتاب را کنار گذاشته یا حتی دانش‌آموزان می‌گویند نیاز به کتاب نیست. کتابی که با این همه زحمت طراحی و تدوین می‌شود چطور در مدارس به این راحتی کنار گذاشته می‌شود و جای دفتر سازمان در این ماجرا کجاست؟ می‌توانیم به طور روشن بگوییم از این به بعد ما کاره‌ای نیستیم و کسانی که باید نقششان را به درستی ایفا کنند رها کرده‌اند و عملاً جایی که این همه تلاش و زحمت صورت گرفته و کتابی طراحی شده به این راحتی کنار می‌رود و اتفاقاتی می‌افتد که خیلی با اهدافی که در موردش بحث می‌شود فاصله دارد. ما کجای این داستان هستیم؟ سازمان پژوهش از کجاها راضی نیست؟

○ **امانی:** به هر حال ما نگاه سیستمی داریم، یعنی شرکای زیادی حضور دارند و عمده این‌ها شرکایی از جنس انسان هستند که خودش یک سیستم باز درجه ۷ یا ۸ از نظر پیچیدگی است. باید پذیرفت که آدم‌ها به گونه‌ای عمل می‌کنند که چارچوب‌های فکری‌شان به آن‌ها دیکته می‌کند. بعضی از سنت‌ها و عادت‌ها تأثیر خودشان را می‌گذارند. در پاره‌ای از موارد می‌بینیم معلم‌هایی که داشتیم بعضی‌هایشان یک راه اینکه توانمندی علمی خود را به رخ بچه‌ها بکشند را در این می‌دیدند که ایراداتی از کتاب بگیرند. نویسنده کتاب هم که آنجا نیست تا از کارش دفاع کند. یکی از شگردهای رایج در معلم‌های ما این کار بود. همیشه باید دو جنبه را با هم پیش برد. جنبه آگاهی‌بخش اصل است. در کنار آن جنبه‌های پایشی. آگاهی‌بخشی کار همه از جمله ما و معاونت آموزشی است. کار اصلی معاونت آموزش متوسطه پایش است و در آموزش هم نقش دارند. معتقدم باید با اعلام استانداردهای ارائه (نمی‌گویم یک استاندارد ارائه) به مخاطبان خود که بچه‌ها و خانواده‌ها هستند به روشنی بگوییم شما حق دارید این نوع آموزش را مطالبه کنید. این آگاهی از حقوق من به‌عنوان دانش‌آموز مهم‌ترین مطالبه‌گری را به‌وجود می‌آورد. اگر در جهت این کار قدم بر نداریم کسی که تضمین‌کننده اصلی کیفیت است خودش را کنار می‌کشد. الان در کیفیت غذای یک رستوران، مهم‌ترین عامل مطالبه مشتریان است. هیچ جای ایران گفته نشده ولی شما وقتی در جایی سفارش چلوکباب کوبیده می‌دهید، اگر دو قطعه کباب ۱۰ سانتی باشد، حق اعتراض ندارید، بلکه همه‌مان می‌گوییم چرا این‌قدر کوچک است؟ چون یک استاندارد نانوشته وجود دارد که کباب در عرف ایران باید اندازه‌ای بزرگ داشته باشد. اما اگر در افغانستان باشید اعتراض نمی‌کنید زیرا می‌گویید شاید استانداردشان این‌طور است. این استاندارد نانوشته در غذا وجود دارد اما استاندارد تدریس چطور؟ اینکه دانش‌آموز به معلم بگوید شما چرا در آموزش من هیچ فیلمی نمایش نمی‌دهید؟ چرا جز عکس‌های کتاب عکس دیگری نداریم؟ چرا فعالیت گروهی نکرده‌ایم؟ و چراهای دیگر، بسیاری از پدر و مادرها تصور می‌کنند با ثبت‌نام فرزندشان در مدرسه مأموریتشان تمام شده. در حالی که اینکه این مدرسه با فرزند من چگونه رفتار می‌کند خیلی مهم است. آیا فرزندم را رشد می‌دهد؟ وقتش را خوب استفاده می‌کند؟ خودباوری‌اش را افزایش می‌دهد یا او را به مسیری می‌اندازد که احساس ضعف و ناتوانی کند؟ احساس کند نیاز دارد معلم خصوصی داشته باشد. معتقدم مهم‌ترین کاری که معاونت‌های آموزشی ما باید انجام دهند این است که استانداردهایی را که در همین شرایط، مخاطبان حق دارند از مدرسه‌ها انتظار داشته باشند را بازگو کنند، اعم از بچه‌ها و خانواده‌ها. از این طریق مطالبه عمومی بالا می‌رود.

پی‌نوشت‌ها
1. Jack C. Richards
2. Isner
3. Educational Leadership Journal

آخرین مقالهٔ هاوکینگ دربارهٔ پارادوکس مشهور

شاید سیاهچاله‌ها «موی نرمی» داشته باشند که اطلاعات را ذخیره کنند

دکتر منیژه رهبر

وقتی فیزیک‌دان معروف استیون هاوکینگ در اوایل سال ۲۰۱۸ درگذشت، میراثی علمی بر جای نهاد که شامل یکی از دشوارترین پارادوکس‌های فیزیک نظری نوین می‌شد. اکنون مقالهٔ نهایی او دوباره به سراغ این پرسش می‌رود که آیا می‌توان اطلاعات را از یک سیاهچاله باز پس گرفت یا برای همیشه از بین می‌روند. این مقاله فرض می‌کند که اطلاعات را می‌توان در هاله‌ای از «موی نرم» که سیاهچاله را در برگرفته است ذخیره کرد.

زمانی فیزیک‌دانان گمان می‌کردند که سیاهچاله‌ها هیچ مویی ندارند. اما مَلکم پری[1] از دانشگاه کمبریج و نویسندهٔ دیگر این مقاله در روزنامهٔ *گاردین* می‌نویسد، «ما اغلب مردم را از روی موی سرشان از هم تمیز می‌دهیم، اما به نظر می‌رسید که سیاهچاله‌ها کاملاً تاس باشند». یعنی، تنها چیزی که برای توصیف ریاضی سیاهچاله‌ها لازم بود جرم واپسین آن‌ها، به علاوهٔ بار الکتریکی بود. بنابراین اگر چیزی را به درون سیاهچاله می‌انداختید هیچ سر نخی دربارهٔ اینکه جسم چه چیزی می‌توانست باشد به دست نمی‌آمد. اطلاعات مربوط به آن از دست رفته بود.

اما یاکوب بکنشتاین[2] در سال ۱۹۷۴ متوجه شد که سیاهچاله‌ها دما هم دارند. هاوکینگ کوشید ثابت کند که او اشتباه می‌کند، اما معلوم شد حق با اوست، پس به این نتیجه‌گیری رسیدند که سیاهچاله‌ها باید نوعی تابش گرمایی هم تولید کنند.

پس سیاهچاله‌ها باید آنتروپی هم می‌داشتند، یعنی به لحاظ فنی، وسیله‌ای برای تعیین اینکه به چند طریق مختلف می‌توانید اتم‌های جسم را بازآرایی کنید و هنوز همان‌طور به نظر برسد. هاوکینگ نخستین کسی بود که این آنتروپی را محاسبه کرد. او مفهوم «تابش هاوکینگ» را هم مطرح کرد.

▲ شکل ۱. استیون هاوکینگ در پرنیستون نیوجرسی، اکتبر ۱۹۷۹

در مکانیک کوانتومی، فضای تهی واقعاً خالی نیست. زوج‌های ماده/ پادماده ذرات به اصطلاح «مجازی» دائماً به وجود می‌آیند و به سرعت نابود می‌شوند. اما اگر یک زوج در نزدیکی افق رویداد یک سیاهچاله تولید شوند و یکی از آن‌ها به درون سیاهچاله بیفتد، سیاهچاله انرژی اندکی را گسیل می‌کند و جرم آن به همان میزان کم می‌شود. پس با گذشت زمان، سیاهچاله تبخیر می‌شود. هرچه سیاهچاله کوچک‌تر باشد، با سرعت بیشتری ناپدید می‌شود.

تولد یک پارادوکس

بخش بعدی داستان **با یک شرط‌بندی** در سال ۱۹۹۱ آغاز می‌شود. هاوکینگ و فیزیک‌دان کالتک کیپ تورن[3] با جان پرسکیل[4] (او هم از کالتک) شرط بستند که اطلاعات فروافتاده در یک سیاهچاله از بین می‌رود، و هرگز نمی‌توان آن را دوباره به دست آورد. پرسکیل گمان می‌کرد شاید این اطلاعات به‌صورت تابش هاوکینگ در هنگام تبخیر سیاهچاله حفظ شود. هاوکینگ و تورن علیه او استدلال می‌کردند که این اطلاعات طوری به هم ریخته می‌شوند که عملاً بی‌فایده خواهند بود. پس برای همهٔ مقاصد عملی، اطلاعات از دست رفته بود.

در سال ۲۰۰۴، به نظر می‌رسید که با مطرح شدن مفهوم مکملیت سیاهچاله، پارادوکس حل شده است. طبق این سناریو، اطلاعات فرو افتاده در سیاهچاله به‌طور همزمان به بیرون بازتابیده می‌شوند. یک ناظر نمی‌تواند هم داخل افق رویداد باشد و هم بیرون آن، پس هیچ‌کس نمی‌تواند در

یک زمان شاهد هر دو رویداد باشد. هنوز برخی پرسش‌های آزاردهنده وجود داشت، اما این استدلال هاوکینگ را متقاعد کرد و او شرط را پذیرفت. پرسکیل نسخه‌ای از *کل بیس‌بال: دانشنامهٔ بنیادی بیس‌بال* را به‌عنوان جایزه دریافت کرد «که از آن می‌توان اطلاعات را به دلخواه به دست آورد».

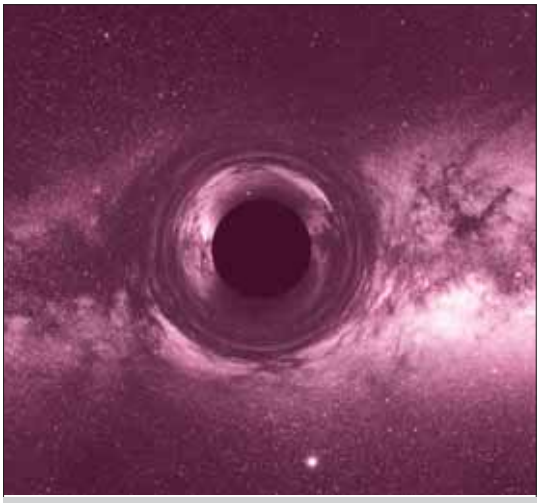
اما یک مقالهٔ سال ۲۰۱۲ که دوباره به این پارادوکس می‌پرداخت چوب لای چرخ‌ها گذاشت. جوزف پولچینسکی[5] فقید (از دانشگاه کالیفرنیا، سانتا باربارا) و سه نفر از همکارانش* متوجه شدند که سه تا از نگرش‌های بنیادی فیزیک که باور عمیقی در مورد آن‌ها وجود دارد می‌توانند به هیچ وجه درست نباشند. یکی از آن‌ها باید غلط می‌بود، و آن‌ها گمان می‌کردند که این سرشت افق رویداد است.

ناظرانی که به درون سیاهچاله فرو می‌افتند توسط دیوار آتش موجود در افق برشته می‌شوند.

عقل سلیم حکم می‌کرد کسانی که از افق رویداد گذشته‌اند متوجه هیچ کمبودی نشوند. فقط با نزدیک‌تر شدن آن‌ها به تکینگی نیروی گرانشی شدید آن‌ها را ریز ریز کند (تورن این عمل را «اسپاگتی شدن» نامید). فیزیک‌دانان این را سناریوی «جای نگرانی نیست» می‌نامند. اما بلجینسکی و همکارانش گفتند که ناظران سقوط‌کننده را دیوار آتش موجود در افق برشته می‌کند.

این شبیه پیشنهاد نظریه‌پرداز ریسمان دانشگاه اوهایو سمیر ماتور[6] در چند سال پیش از آن است. ماتور استدلال کرد که سیاهچاله‌ها خالی نیستند بلکه پر از ریسمان (یعنی واحدهای بنیادی نظریهٔ ریسمان) هستند، و سطح واقعی آن‌ها شبیه یک ستاره یا سیاره است، دیوار آتش بلجینسکی اساساً یک فیزبال داغ است.

اما این سرراست‌ترین راه‌حل برای فیصله دادن پارادوکس است.



سیاهچاله

فیزیک‌دانان که از قربانی کردن «جای نگرانی نیست» اکراه داشتند، در سال‌های پس از آن انواع راه‌حل‌ها را مطرح کردند. هاوکینگ هم این کار را در مقاله‌ای دو صفحه‌ای که در سال ۲۰۱۴ به وبگاه arXiv.org فرستاد انجام داد. این یک مقاله تخصصی نبود و هیچ معادله‌ای نداشت، بلکه خلاصه چیزی بود که سال پیش از آن در یک کنفرانس ارائه کرده بود.

هاوکینگ مطرح کرد که شاید افق رویداد نقطهٔ معینی نباشد که فراتر از آن هیچ چیز نمی‌تواند از سیاهچاله بگریزد. شاید یک «افق آشکار» وجود داشته باشد که اطلاعات را موقتاً نگه دارد. اطلاعات در داخل سیاهچاله‌ها ذخیره نمی‌شود بلکه **در مرز آن** یعنی افق رویداد حفظ می‌شود.

سیاهچاله‌های با موی نرم

آخرین مقالهٔ هاوکینگ بر این بصیرت، قبلی استوار است. پری می‌نویسد که شلدون کوپر[7] و یک همکار سوم آندرو استورمینگر[8] از هاروارد، نقطه‌ضعفی را در این استدلال ریاضی یافتند که نتیجه می‌گرفت سیاهچاله‌ها هیچ‌گونه مویی ندارند. آن‌ها در مقالهٔ جدید خود می‌توانند آنتروپی یک سیاهچاله را در فوتون‌ها (ذرات نور) که در اطراف افق رویداد بالا و پایین می‌پرند ثبت کنند. این فوتون‌ها نوعی هاله در اطراف سیاهچاله به وجود می‌آورند که نویسندگان آن را «موی نرم» نامیدند.

«ما نمی‌دانیم که آیا آنتروپی هاوکینگ هر چیزی را که می‌توانید احتمالاً به یک سیاهچاله پرتاب کنید به حساب می‌آورد».

هاوکینگ پیش از اینکه مقاله بتواند چاپ شود درگذشت. اما پری گفت که او پیش از آن به همکارش تلفن زده است ـ بدون اینکه بداند حال هاوکینگ چقدر بد شده است ـ و از طریق بلندگو نتیجه‌گیری‌هایشان را به اطلاع او رسانده است. پری می‌گوید «وقتی موضوع را برایش تشریح کردم لبخندی از روی رضایت زد».

واکنش‌های فیزیک‌دانان نظری تاکنون به تدریج مثبت شده است. ماریکا تیلور[9]، یکی از شاگردان پیشین هاوکینگ و فیزیک‌دان دانشگاه ساوت همپتون به خبرنگار روزنامهٔ *گاردین* گفت «نویسندگان مجبور به چند فرض مهم شده‌اند، بنابراین گام بعدی آن است که نشان دهند این فرض‌ها معتبرند».

نویسندگان پذیرفته‌اند که این راه‌حلی کامل برای پارادوکس اطلاعات سیاهچاله نیست، اما شناخت مفیدی را در اختیار می‌گذارد. پری به *گاردین* گفت: «ما نمی‌دانیم که آنتروپی هاوکینگ هر چیزی را که احتمالاً می‌توانید به سیاهچاله‌ها پرتاب کنید به حساب می‌آورد. گرچه هنوز پارادوکس اطلاعات را حل نکرده‌ایم اما امیدواریم راه رسیدن به یک راه‌حل را هموار ساخته باشیم».

پی‌نوشت‌ها

1. Malcom Perry
2. Jacob Bekenstein
3. Kip Thorne
4. John Preskil
5. Joseph Polchinski
6. Samir Mathur
7. Sheldon Cooper
8. Andrew Stro-minger
9. Marike Taylor

* یکی از همکاران فیزیک‌دان ایرانی دکتر کامران وفاست

منبع

arstechinca.com/ Science/ 2018/ 10

شکار پرتوهای کیهانی با آرایه‌های رادیویی

پای صحبت دکتر گوهر رستگارزاده عضو هیئت علمی و مسئول آزمایشگاه فیزیک پرتوهای کیهانی دانشگاه سمنان

زهرا باقری
دکترای اخترفیزیک

اشاره

آنچه در پی می‌آید حاصل گفت‌وگویی است با خانم دکتر گوهر رستگارزاده عضو هیئت‌علمی تمام‌وقت و دانشیار دانشگاه دولتی سمنان. ایشان مقاطع کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکترای خود را در دانشگاه صنعتی شریف و در رشته فیزیک گرایش نجوم به پایان رسانده است. در مقطع کارشناسی ارشد برروی موضوع لیزر کار کرده و به‌عنوان پروژه آن مقطع، ساخت لیزر CO_2 را به انجام رسانده است، او با آنکه می‌توانست در مقطع دکتری گرایش لیزر را ادامه بدهد؛ و با وجود آنکه در آن زمان، رشته لیزر و اپتیک به لحاظ جذب کاری و درآمد، هم طرفداران و هم وضعیت بسیار مناسبی داشته و دارد، ولی وارد گرایش نجوم شد.

اکنون دکتر رستگارزاده علاوه بر تربیت دانشجویان در دانشگاه سمنان، مسئول آزمایشگاه فیزیک پرتو کیهانی دانشگاه سمنان نیز هستند. ایشان همزمان مجری طرح سورا در دانشگاه سمنان هستند که تأثیر بسیار خوبی در آشکارسازی پرتوهای کیهانی به روش رادیویی دارد. از ایشان خواستیم که اطلاعاتی دربارهٔ این طرح در اختیارمان بگذارند. به‌رغم همزمانی دعوت مجله رشد آموزش فیزیک با دعوت ایشان از سوی رسانه‌های دیگر بسیار مفتخریم که استاد دعوت مجله را پذیرفتند و در گفت‌وگوی ما شرکت کردند.

é با سلام وتشکر از حضورتان در این گفت‌وگو به‌عنوان اولین سؤال؛ چرا و با چه انگیزه‌ای وارد رشته نجوم شدید؟

اینکه چرا من برای مقطع دکتری گرایش نجوم را انتخاب کردم، دلیل این انتخاب شخص استاد **جلال صمیمی** بودند. یعنی تصمیم‌گیری من باتوجه به گرایش نبود و من به رشته نگاه نکردم، به شخصی نگاه کردم که بالاترین علم و توانایی را در دانشگاه صنعتی شریف در رشته خودشان داشتند.

دکتر صمیمی، استاد بزرگ من، آن زمان کسی بودند که منابع ناشناخته اگرت[1] را که چندین سال مشخص نشده بود، با کار پرتوکیهانی تشخیص دادند و زمانی که کار ایشان در مجامع علمی پذیرفته شد و معلوم شد ایشان موضوع را درست تشخیص داده‌اند، نه‌تنها در مجلات، بلکه در روزنامه‌های امریکا نیز این کشف ایشان چاپ شد و من شخصی را به‌عنوان استاد انتخاب کردم که در کارش شهرت جهانی داشت و علم ایشان آن‌قدر بالا بود که من لحظه‌ای درنگ نکردم و تصمیم گرفتم وارد این زمینه کاری شوم و در حال‌حاضر بسیار بسیار خوشحالم و هرچه را که دارم چه شغلی، چه دانش و حتی جسارت علمی که دارم، همه را از ایشان دارم.

é پس در واقع آقای دکتر صمیمی بودند که پرتوکیهانی را در ایران مطرح کردند؟

بله، واقعا ایشان چشم من را به روی نجوم و پرتوکیهانی باز کردند و دیدم که این رشته چه رشته و زمینه مهمی است، که حتی آزمایشگاه سرن[2] امسال مدرسه «دورهٔ تابستانی» پرتوهای کیهانی را در جهت نشان دادن اهمیت این رشته با نام «LHC[3] پرتوکیهانی کاران را ملاقات می‌کند»، برگزار کرد.

پرتوکیهانی یک زمینه مطرح و به‌روز در دنیاست و سرن

چشم امید به این دارد که ما پرتوکیهانی‌کاران بگوییم این منابع پرتوکیهانی چی هستند و کجا هستند و از کجا می‌آیند. البته با زیبایی‌هایی که الان از پرتوهای کیهانی دیده‌ام، اگر زمان به عقب بازگردد و شـــخص استاد صمیمی هم نباشند، باز هم این رشته را انتخاب خواهم کرد. زیرا این رشـــته ما را به یک جایی خیلی بزرگ‌تر از کره‌زمین می‌برد و دانش ما را درباره هستی و خلقت توسعه می‌دهد و به نظر من این خیلی زیبا و باشکوه است.

پرتوهای کیهانی چگونه با زندگی ما انسان‌ها ارتباط پیدا می‌کنند؟

پرتوهای کیهانی ذرات پرانرژی بارداری هستند که از بیرون جو، کره زمیـــن را بمباران می‌کنند. اگر تأثیر جو زمین نبود یعنـــی اگر جو زمین نبود و این پرتوها مســـتقیماً وارد زمین می‌شـــدند، به دلیل انرژی زیادشان حیات بر روی کره زمین ممکـــن نبود. ولی خوشـــبختانه جو کره زمیـــن ذرات اولیه پرتوکیهانی را به تعداد بســـیار زیادی ذرات کم انرژی ثانویه خرد می‌کند و همان‌طور که در شـــکل ۱ دیده می‌شـــود ما پیوســـته تحت بارش این پرتوها هســـتیم و این ذرات ما را بمباران می‌کنند. این ذرات اگرچه تعدادشـــان زیاد است، اما کم‌انرژی هســـتند و به همین علت تاکنون گزارشـــی دربارهٔ آســـیب این ذرات برای انســـان‌ها نداشته‌ایم، ولی با همه این مسائل مطالعه این ذرات ثانویه اهمیت بسیار بالایی دارد.

▲ شکل ۱. بارش پرتوهای کیهانی

اهمیت پرتوهای کیهانی درچیست؟

اول اینکه انرژی آن‌ها بیشـــترین انرژی است که بشر تا الان توانسته تصور کند و بشناسد و با بزرگ‌ترین شتاب‌دهنده‌های زمینی (مثل شتاب‌دهنده سرن) و صرف میلیون‌ها دلار پول نیز ممکن نیســـت بتوان برروی زمین به این انرژی‌ها دست یافت و به این‌ها اصطلاحاً می‌گویند شـــتاب‌دهنده‌های الهی. یعنـــی ذرات پرانرژی که خداوند بدون هیچ هزینه‌ای برای ما به زمین فرستاده است.

دوم آنکه منابع پرتوهای کیهانی پرانرژی هنوز شناخته نشده اســـت. یعنی ما به‌طور دقیق نمی‌دانیـــم که چه منابعی در آن طرف جو زمین ایـــن ذرات را تولید می‌کنند و به همین دلیل دانشمندان عقیده دارند اگر روزی این منابع شناخته شوند، با شناختن آن منابع ما به ســـازوکارها و روش‌هایی که ذرات به این انرژی‌های زیاد می‌رسند دست پیدا می‌کنیم. دانشمندان عقیده دارند در این صورت ما حوزه جدیدی از فیزیک را کشف می‌کنیم. مانند وقتی که توانســـتیم سرعت را افزایش دهیم و از حوزه مکانیک کلاســـیک به حوزه نسبیت اینشتین برسیم، دانشمندان اعتقاد دارند اگر ما منابع این ذرات را کشف کنیم، در واقع حوزه جدیدی در فیزیک پیدا خواهیم کرد که شـــاید اصلاً فیزیک خاص خودش را به علم معرفی کند.

طرح سورا چیست؟ لطفاً کمی بیشتر توضیح دهید؟

آرایـــه رادیویـــی SURA[۴] (آرایه‌رادیویی‌دانشگاه‌ســـمنان) به‌عنوان اولین آرایه از این نوع در خاورمیانه متشکل از ۸ آنتن LPDA[۵] در دانشکده فیزیک دانشگاه سمنان در شهر سمنان و در مختصات جغرافیایی ۳۵ درجه و ۳۴ دقیقه شمالی و ۵۳ درجه و ۲۳ دقیقه شـــرقی در ارتفاع ۱۱۳۵ متر بالای سطح دریا مطابق با عمق ۲۸۷۵g/cm[۲] در روی بام دانشکده فیزیک نصب شده است و در فاز اول این آرایه در یک چیدمان مربعی به ابعاد ۴۰ در ۴۰ متر قرار گرفته است.

با توجـــه به نوفه محیطی محـــل فعلی، این آرایـــه قادر به آشکارســـازی پرتوهـــای کیهانی بـــا انرژی‌هـــای 10^{17} eV و بالاترخواهد بود. در حال‌حاضر این آرایه به‌صورت خود راه‌انداز[۶] کار می‌کند اما در آینده نزدیک با اضافه شـــدن سه آشکارساز ذرات به‌عنوان راه‌انداز خارجی[۷] کار خود را ادامه خواهد داد. آرایه در حال‌حاضر از یک پنل خورشیدی جهت تأمین برق مورد نیاز خود اســـتفاده می‌کند. در فازهای بعدی آرایه به پایگاه دائمی خود در مکانی بـــه‌دور از نوفه‌های محیطی انتقال پیدا خواهد کرد و انتظار می‌رود با کاهش نوفه محیط آشکارسازی پرتوهای کیهانی با انرژی‌های کمتر نیز امکان‌پذیر شود. البته خوانندگان علاقه‌مند برای اطلاعات بیشتر در این زمینه می‌توانند به پایگاه اینترنتی sura.semnan.ac.ir مراجعه کنند.

شـــما در دانشگاه و پایگاه سورا در این زمینه مشغول چه کاری هستید؟

ما در واقع می‌خواهیم این ذرات کیهانی پرانرژی را بشناسیم. ببینیم انرژی‌شان چقدر است و جنسشان چیست. آیا این ذرات از جنس پروتون هستند یا از جنس هسته‌های دیگر، و بفهمیم شارشان (یعنی تعداد آن‌ها در واحد زمان در واحد سطح که این ذرات دارند با آن کره‌زمین را بمباران می‌کنند) چقدر اســـت و مهم‌تـــر از همه منابع این ذرات را پیدا کنیم. برای پاســـخ دادن به این پرسش‌ها دانشمندان آزمایش‌هایی را طراحی می‌کنند. بعضی از این آزمایش‌ها و آشکارســـازها بر روی ماهواره‌هایی که به بیرون از جو می‌روند ســـوار می‌شوند ولی بعضی از آزمایش‌ها و آشکارســـازی‌ها برروی زمین انجام می‌شوند زیرا ماهواره‌هایی که به بیرون جو زمین فرســـتاده می‌شوند فقط قادرند پرتوهای کیهانی کم‌انرژی بیرون جو را آشکارسازی کنند، در حالی‌که ما برای پرتوهای پرانرژی احتیاج به آشکارسازهای زمینی داریم. این آشکارسازهای زمینی انواع و اقسام مختلفی دارند و ویژگی‌های

پرتوهای کیهانی انرژی بیشترین انرژی است که بشر تا الان توانسته تصور کند و بشناسد و با بزرگ‌ترین شتاب‌دهنده‌های زمینی (مثل شتاب‌دهنده سرن و صرف میلیون‌ها دلار پول) نیز ممکن نیست بتوان بر روی زمین به این انرژی‌ها دست یافت

متفاوتی دارند. از جمله اینکه ما خودمان ذرات ثانویه (ذراتی که در شکل ۱ می‌بینید) را آشکارسازی کنیم. یک راه دیگر این است که نور فلوئورسان حاصل از این ذرات را آشکارسازی کنیم. یک راه دیگر این است که نور چرنکوف ناشی از پرتوهای کیهانی را آشکارسازی کنیم. و راه دیگر که کار خاص ما است این است که امواج رادیویی که به همراه این ذرات می‌آید را آشکارسازی کنیم. از آنجایی که این ذرات ثانویه باردار و دارای بار الکتریکی هستند و خنثی نیستند و زمین دارای میدان مغناطیسی است و می‌دانیم ذره باردار وقتی داخل میدان مغناطیسی قرار می‌گیرد، شروع به حرکت در روی یک مسیر دایروی می‌کند و در نتیجه یک حرکت شتابدار دارد (هرچند سرعتش تغییر نمی‌کند ولی به‌خاطر چرخش دایروی حرکتش، شتابدار است) و الکترودینامیک پیش‌بینی می‌کند هر ذره بارداری که شتابدار باشد، حتماً تابش می‌کند. حالا به دلیل انرژی این ذرات ثانویه و به دلیل اندازه میدان مغناطیسی زمین، این تابشی که این ذرات باردار در میدان مغناطیسی می‌کنند، در ناحیه رادیویی است. و اگر ما بتوانیم امواج رادیویی وابسته به این ذرات را آشکارسازی کنیم، در واقع انگار خود آن‌ها را آشکارسازی کرده‌ایم. در ایران، در دانشگاه صنعتی‌شریف با داشتن چندین آرایه آشکارساز ذرات در آزمایش البرز، از طریق ذرات اندازه‌گیری پرتو کیهانی را انجام می‌دهند. ولی آشکارسازی ذرات به لحاظ تجهیزات بسیار گران‌قیمت است، ولی برعکس تجهیزات رادیویی در کشور ما بسیار ارزان هستند و در دسترس‌اند. دانش ما در این‌باره هم بالاتر است. به دلیل استفاده از تلفن همراه و ماهواره و تلفن و تجهیزات این‌چنینی دانش رادیویی ما بالاتر از دانش هسته‌ای ما است. ضمن اینکه آشکارساز ذرات، به کار هسته‌ای باز می‌گردد و حساسیت‌های خودش را به‌خصوص الان به خاطر شرایط خاص کشور دارد و وقتی تعداد آشکارساز کم باشد، اطلاعات بسیار کمی به‌دست می‌آوریم. هرچه تعداد آشکارسازها بیشتر باشد، تفکیک زاویه‌ای این آرایه‌ها برای مشخص کردن منبع بهتر خواهد بود. برای همین بود که من به کار رادیویی روی آوردم. در این کار ما در حال حاضر ۱۵ آشکارساز رادیویی داریم که فقط برای ۸ تا از آن‌ها، الکترونیک‌اش را داریم. در واقع ۱۵ تا آنتن داریم ولی برای ۷ تا از آنتن‌ها هنوز الکترونیک نداریم. یعنی در آرایه رادیویی سورا با ۸ آنتن کار می‌کنیم.

چهار آنتن از نوع LPDA و یازده آنتن از نوع دوقطبی است. ولی از چهار آنتن از هر نوع استفاده می‌کنیم. چون گفتیم هشت تا الکترونیک داریم. نوفه محیطی را سعی کردیم حذف کنیم. الکترونیک و تجهیزات الکترونیک به جز آنتن، یک برد ADC هست که این برد در واقع سیگنال رادیویی را می‌گیرد و تبدیل به دیجیتال می‌کند. بعد از آن بردی به نام FPGA قرار دارد.

به جای یونیت‌های الکترونیکی که در آرایه‌های ذرات به کار می‌رود که تپ‌ها را همزمان می‌کنند، اینجا با برنامه‌نویسی سخت‌افزاری این برد را گذاشتیم که برد نسبتاً ارزانی است. برنامه‌نویسی سخت‌افزاری به زبان VHDL روی آن انجام می‌شود

بفرمایید این FPGA چه‌کاری قرار است انجام دهد؟

در دسترس بودن و قیمت پایین قضیه اینجاست. به جای یونیت‌های الکترونیکی که در آرایه‌های ذرات به کار می‌رود که تپ‌ها را همزمان می‌کنند، اینجا با برنامه‌نویسی سخت‌افزاری این برد را گذاشتیم که برد نسبتاً ارزانی است. برنامه‌نویسی سخت‌افزاری به زبان VHDL روی این انجام می‌شود و اجازه انجام هر کاری به ما می‌دهد. می‌توانیم بگوییم آنجا در آرایه‌های ذرات یک دستگاه الکترونیکی برای تمیز دادن قرار داده‌اند، در اینجا ما با برنامه‌نویسی این فرمان را می‌دهیم. روی آن تپی که وارد شده، فرمان می‌دهیم اگر به این میزان بود کنار بگذار و اگر بالای این بود بپذیر. زمانی می‌توانیم بگوییم تپ‌های ثانویه آشکارسازهای مختلف درون یک آرایه، مربوط به یک پرتو کیهانی هستند که تپ‌های ورودی به این آشکارسازها، در کسر کوچکی از ثانیه همزمان باشند. یعنی اگر ۱۰ تا آشکارساز داشته باشیم، اگر آشکارساز شماره ۱ الان یک تپ فرستاد، و آشکارساز دیگر یک دقیقه بعد، این تپ‌ها مربوط به پرتوکیهانی نیستند. چرا؟ چون پرتوکیهانی در عرض ۲۰ تا ۱۰۰ نانوثانیه می‌آید و تمام می‌شود. به جای یونیت‌های الکترونیکی که در آرایه‌های ذرات به کار می‌رود و تپ‌ها را همزمان می‌کنند و شرط‌های راه‌اندازی را اعمال می‌کنند، در کار ما همزمانی و شرط‌های لازم دیگر با برنامه‌نویسی سخت‌افزاری به زبان VHDL بر روی این برد انجام می‌شود. این برد نسبتاً ارزان است. در نتیجه می‌توانیم تعداد بیشتری آشکارساز داشته باشیم. می‌توانیم بگوییم آنجا در یک آرایه‌های ذرات تعداد زیادی دستگاه الکترونیکی گران‌قیمت کار برقراری شروط راه‌اندازی را انجام می‌دهند و در کارما با برنامه‌نویسی روی FPGA این فرمان داده می‌شود.

▲ شکل ۲. آنتن‌های نصب شده روی بام

é آیا با دانشگاه‌های دیگر نیز برای این کار همکاری دارید؟

امیدواریم در آینده داده‌های خود را با رصدخانه پرتو کیهانی البرز در دانشگاه صنعتی شریف به اشتراک بگذاریم. در ضمن با دانشکده مهندسی برق و الکترونیک دانشگاه سمنان همکاری داریم، جناب آقای دکتر مقدادی از این دانشکده در کنار ما هستند و در قسمت الکترونیک به ما کمک می‌کنند و دانشجویان دکتری فیزیک را آموزش می‌دهند.

é فکر می‌کنید نتیجه کار کی معلوم خواهد شد؟

خوشبختانه دانش رادیویی در کشور ما وجود دارد و ساده است و ما در حال ثبت اطلاعات هستیم و هنوز کاندیدای پرتوکیهانی داریم. چون ما یک سری آزمایش‌ها باید انجام دهیم تا مطمئن شویم و با دقت بگوییم پرتو کیهانی هستند. هنوز باید داده به اندازه کافی جمع‌آوری کنیم. یک سری شواهد اخترفیزیکی را کنار این داده‌ها بگذاریم که بتوانیم با قطعیت بگوییم که این‌ها در واقع پرتوکیهانی هستند یا خیر. ما الان تا این مرحله جلو رفته‌ایم.

é در کدام قسمت از دانشگاه تجهیزات این رصدخانه برپا شده است؟

در حال حاضر از امکانات دانشکده فیزیک استفاده می‌کنیم. ولی در جست‌وجوی یک پایگاه بزرگ‌تر برای گسترش کار هستیم.

é از چه نرم‌افزاری استفاده می‌کنید؟

آنتن LPDA داریم و نرم‌افزار شبیه‌سازی از CoREAS استفاده می‌کنیم.

é ترافیک رادیویی را به چه صورت حذف کردید؟

امواج رادیویی پرتو کیهانی بین ۳۰ تا ۸۰ مگاهرتز هستند. بیشتر از این مقدار هم هستند ولی بیشترین شدت در این فاصله است. در مطالعات نوفه که ما انجام دادیم، دیدیم که در واقع بین ۵۵ تا ۸۰ مگاهرتز ما نوفه‌های رادیویی خیلی زیادی مربوط به دستگاه‌های فرستنده، پست‌های برق، بی‌سیم‌های نظامی و... داریم. این باند را با همان فیلتر دیجیتالی حذف کردیم. یعنی الان با استفاده از همان برنامه VHDL سخت‌افزاری روی FPGA تمام نوفه‌های ثابت (سیگنال پرتوکیهانی ثابت نیست، یک آبشار ذره‌ای وارد می‌شود و بعد نیست) را حذف کرده‌ایم.

نوار بسامدمان را بردیم جایی که نوفه‌ها نبودند یعنی ۳۰ تا ۵۰ مگاهرتز. چون نوارهای رادیویی و تلویزیونی و... مکانش مشخص است. در قسمتی هم که نوارمان بود یک مقدار نوفه‌های رادیویی بود، آن‌ها را با برنامه‌نویس حذف کردیم. چون ثابت و دائمی بودند و شناسایی می‌شدند. ما الان حدود ۱ سال است که داریم روی نوفه کار می‌کنیم و در واقع آن‌ها را حذف کردیم و الان سیگنال‌های رادیویی ۱۰۱۷ الکترون ولت را وقتی شبیه‌سازی می‌کنیم به ما می‌گوید سیگنال حدود ۱میکرو ولت است، در حالی که ما الان نوفه‌مان زیر این مقدار است و سینگال پرتو کیهانی ما بالای این مقدار قرار گرفته است.

é ممنون از اینکه به تمام پرسش‌های ما پاسخ دادید؛ در پایان اگر صحبت و توصیه‌ای دارید بفرمایید.

من هم از شما و مجلهٔ خوبتان که زمینهٔ این گفت‌وگو را مهیا کردند بسیار سپاسگزارم. من آموزش‌وپرورش و دبیران را مهم‌ترین مخاطبی می‌دانم که باید این دانش را به آن‌ها انتقال بدهم و آن‌ها این دانش را بیاموزند و بچه‌های ما را علاقه‌مند کنند و ان‌شاءالله دانشجوهای آینده‌ای که سایت SURA را در ایران بعد از من اداره می‌کنند، از دل بچه‌هایی بیرون بیایند که علاقه‌شان از همین دانشی باشد که معلمان از طریق این مجله به دانش‌آموزان خود منتقل می‌کنند. خیلی برای من مهم است دانشجویان آینده دکتری و هم‌چنین هیئت علمی‌ای که این پایگاه را که امروز پایه‌گذاری شده، در آینده اداره کنند و از طریق همین انتقال دانش باشد.

در ضمن در پایان وظیفه خود می‌دانم از ریاست محترم دانشگاه، جناب آقای دکتر نصیری و معاونت محترم پژوهشی جناب آقای دکتر سعدالدین و هم چنین جناب آقای دکتر قلی‌پور ریاست محترم دانشکده فیزیک دانشگاه سمنان که نهایت همکاری را در اختصاص بودجه جهت خرید تجهیزات رادیویی انجام دادند، سپاسگزاری کنم و امیدوارم شاهد پیشرفت‌های خوبی در این زمینه در ایران باشیم.

آموزش‌وپرورش و دبیران را مهم‌ترین مخاطبانی می‌دانم که باید این دانش را به آن‌ها انتقال بدهم و آن‌ها این دانش را بیاموزند و بچه‌های ما را علاقه‌مند کنند و ان‌شاءالله دانشجوهای آینده‌ای که سایت سورا را در ایران بعد از من اداره می‌کنند، از طریق همین انتقال دانش باشند

▲ شکل ۳. پنل خورشیدی و الکترونیک دستگاه

پی‌نوشت‌ها

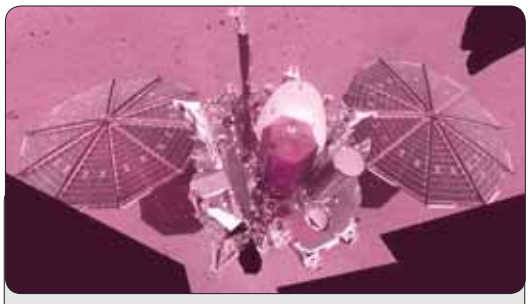
1. EGERT: Energetic Gamma Ray Experiment Telescope
2. CERN: The Europe Organization for Nuclear Research
3. LHC: Large Hadron Collider
4. Semnan University Radio Array
5. Log Periodic Dipole Antenna
6. Self-Trigger
7. ExternalTrigger

مرزهای فیزیک

تازه‌ترین اخبار پژوهشی

دکتر منیژه رهبر

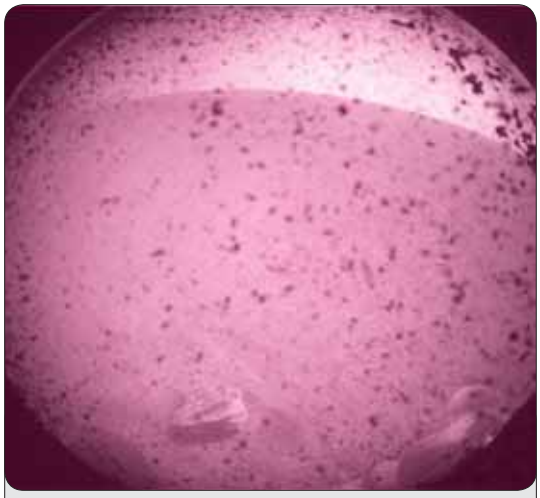
سطح‌نشین Insight ناسا به سطح مریخ رسید



▲ برداشت هنرمندانه از insight پس از اینکه ابزارهای علمی آن به‌کار گرفته شده است.

مریخ دارای یک مهمان روباتی جدید شده است. سطح‌نشین اکتشاف داخلی با استفاده از بررسی‌های لرزه‌نگاری، زمین‌سنجی و انتقال گرمای[1] (insight) ناسا پس از تقریباً هفت ماه و طی مسافت ۳۰۰ میلیون مایل (۴۸۵ میلیون کیلومتر) از زمین به‌طور موفقیت‌آمیز بر سطح مریخ فرود آمد. مأموریت دو ساله این سطح‌نشین مطالعه عمق مریخ و فهمیدن آن است که چگونه اجسام آسمانی دارای سطح صخره‌ای مانند زمین و ماه شکل گرفته‌اند.

این سطح‌نشین در تاریخ ۵ مه ۲۰۱۸ از کالیفرنیا به فضا پرتاب شد و در ۲۵ نوامبر همان سال در نزدیکی استوای مریخ در بخش غربی گستره‌ای وسیع از گدازهٔ هموار موسوم به الیزیوم پلانیتا[2] فرود آمد. این سطح‌نشین در مدت یک سال به اضافهٔ ۴۰ روز مریخی تا ۲۴ نوامبر سال ۲۰۲۰ کار خواهد کرد.



▲ اولین تصویر ارسال شده از insight، لکه‌های سیاه پوشش‌های محافظ عدسی هستند که هنوز برداشته نشده‌اند.

گرچه سه آزمایش اصلی insight تصویری از وضعیت فعلی و ترکیب مریخ در اختیار خواهند گذاشت، اما اکتشاف عملی به همین جا ختم نخواهد شد. این مأموریت به ما کمک خواهد کرد تا فرایندهایی را که در طی ۴/۵ میلیارد سال، وقتی منظومهٔ شمسی جوان بوده است، رخ داده‌اند درک کنیم.

ترکیب یک سیاره در هنگام شکل گرفتن آن تعیین می‌شود، که برای مریخ فقط چند میلیون سال پس از فروزان شدن خورشید بوده است. فکر می‌کنیم که به واسطه دورتر بودن فاصلهٔ مریخ از خورشید، این سیاره از مواد متفاوت و بی‌ثبات‌تر از مواد زمین تشکیل شده باشد. با این همه، آزمودن این ایده پیش از معلوم شدن ترکیب مریخ بسیار دشوار است. داده‌های گسیل شده از insight پاسخی بنیادی به چگونگی شکل گرفتن سیارات صخره‌ای به هنگام تشکیل منظومهٔ شمسی و شاید سیارات اطراف دیگر ستارگان باشد.

ترکیب، دما و میدان مغناطیسی سیارهٔ ما برای تداوم حیات بر روی این سیاره اهمیت فراوان دارند. بنابراین گرچه سطح‌نشین ناسا در پی یافتن زندگی نیست، اما سرنخ‌هایی دربارهٔ چگونگی پیدایش حیات در زمین در چهار میلیارد سال قبل در اختیارمان خواهد گذاشت.

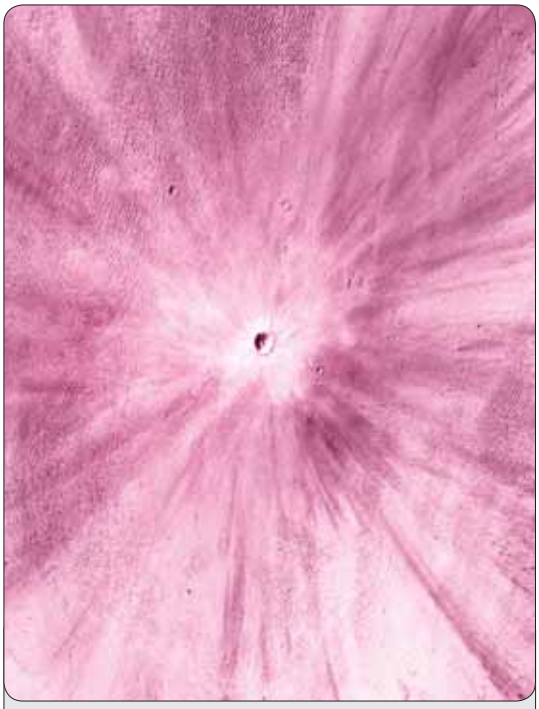
insight تاکنون یک موفقیت عظیم مهندسی بوده است، و اکنون تیم علمی این امکان عظیم را در اختیار دارند که از آن برای کشف اسرار مریخ استفاده کنند.

پی‌نوشت‌ها

1. Interior Exploration Using Seismic Investigations, Geodesy and Heat Transport (Insight)
2. Elysium Planitia
3. Cerberus Fossae

منبع

http://www.nasa.gov/mars Jet Propulsion Laboratory, Pasadena, Calif.



▲یک گودال ۳۰ متری که بر اثر برخورد بین سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰ در سطح مریخ به وجود آمده است.

▲ گودالِه سربروس[۳]، گسلی با سن کمتر از ۱۰m سال در مریخ

▲ دستگاه‌های لرزه‌نگار، کاوشگرهای جریان گرما و زمین‌سنج‌های این سطح‌نشین اطلاعات خود را به زمین مخابره خواهند کرد.

روزآمدکردن تاریخی کیلوگرم

▲در این عکس که روز چهارشنبه ۱۷ اکتبر ۲۰۱۸ گرفته شده است، یک نسخهٔ بدل نمونهٔ اصلی کیلوگرم بین‌المللی در اداره بین‌المللی اوزان و مقادیر در سور در نزدیکی پاریس نشان داده می‌شود. استوانهٔ فلزی به اندازهٔ توپ گلف در قلب نظام اندازه‌گیری جهانی بازنشسته می‌شود. در گردهمایی روز جمعه ۱۶ نوامبر سال ۲۰۱۸، افرادی که در ورسای گرد هم آمده بودند استفاده از فرمولی جدید برای تعریف دقیق یک کیلوگرم را تصویب کردند.

در یک رأی‌گیری تاریخی، بیش از ۵۰ کشور به اتفاق آرا، تجدیدنظر در دستگاه بین‌المللی اندازه‌گیری را تصویب کردند که اساس تجارت جهانی و دیگر تلاش‌های بشر را تشکیل می‌دهد. آن‌ها در تعریف‌های جدید برای کیلوگرم و دیگر یکاها دست اتحاد به یکدیگر دادند.

دانشمندانی که برای این به‌روز کردن دهه‌ها کار کرده‌اند، با شادمانی این تغییر را که تحولی در اندازه‌گیری کمیت‌ها در جهان به وجود می‌آورد پذیرا شدند.

بازتعریف کیلوگرم، یکای پذیرفته شده جرم، چیزی بود که مدت‌ها انتظارش را داشتند. کیلوگرم برای بیش از یک قرن جرم استوانه‌ای از آلیاژ پلاتین ـ ایریدم بود که در گاوصندوقی امن در فرانسه نگهداری می‌شد. این دست‌ساخته ملقب به «K بزرگ» از سال ۱۸۸۹ تنها کیلوگرم واقعی جهان بود.

اکنون، با رأی‌گیری انجام شده، کیلوگرم و همهٔ یکاهای اندازه‌گیری دیگر با استفاده از مقدارهای عددی تعریف خواهند شد که به راحتی در داخل یک کارت در کیف بغلی قرار می‌گیرند. این اعداد پیش از رأی‌گیری برای نمایندگان ملی خوانده شد. این روزآمد شدن از ۲۰ مه ۲۰۱۹ به اجرا درمی‌آید.

دانشـــمندان حاضر در گردهمایی بسیار هیجان‌زده بودند و این رویداد را گرامی داشتند.

ویلیام فیلیپـــس[1] برندهٔ جایزهٔ نوبل ایـــن روزآمد کردن را «بزرگ‌ترین انقلاب در اندازه‌گیری از زمان انقلاب فرانســـه» نامید که در طی آن دستگاه اندازه‌گیری متر و کیلوگرم شکل گرفت.

▲در این تصویر که روز چهارشـــنبه ۱۷ اکتبر سال ۲۰۱۸ گرفته شـــده اســـت مارتین جی. تی. میلتون[2] رئیس ادارهٔ بین‌المللی اوزان و مقادیر یک نسخه بدل نمونهٔ اصلی کیلوگرم را که بازنشسته می‌شود در دست دارد.

K بزرگ و شـــش نســـخهٔ رســـمی آن که همگی در یک گاوصندوق در حومه پاریس نگهداری می‌شـــوند بازنشســـته خواهند شد ولی فراموش نمی‌شوند. دانشمندان می‌خواهند بررسی کنند که آیا جرم آن‌ها برحسب زمان تغییر می‌کند.

این روزآمد کردن تأثیر محسوســـی بر بیشتر افراد نخواهد داشت. ترازوهای حمام همان اعداد را نشان می‌دهند و گرم‌ها و کیلوگرم‌ها در سوپرمارکت‌ها تغییر نمی‌کنند.

اما فرمول جدید برای کیلوگرم مزایایی نســـبت به استوانه فلزی استاندارد از قرن ۱۹ تا ۲۱ خواهد داشت که طی آن بشر دســـتاوردهای جالب توجه داشته و همچنین بی‌خردی‌های تکان‌دهنده از جمله در جنگ جهانی را از سر گذرانده است.

فرمول جدید برای کیلو که اکنون به «کیلوی الکتریکی» هم معروف اســـت گرد و خاک به خود نمی‌گیرد، با گذشت زمان فرسوده نمی‌شود و آسیب نمی‌بیند، و می‌توان به راحتی همه افراد را در آن شریک کرد.

کیلوگرم جدید چطور کار می‌کند؟

آهنرباهـــای الکتریکی نیرو تولید می‌کننـــد. از آن‌ها برای بلند کردن و جابه‌جایی اشیاء فلزی بزرگ مانند اتومبیل‌های قدیمی استفاده می‌شود. کشـــش این آهنرباها و نیرویی که وارد می‌کننـــد با مقـــدار جریان الکتریکی کـــه از پیچه‌های آن‌ها می‌گذرد متناسب است. بنابراین، رابطه مستقیمی بین الکتریسیته و وزن وجود دارد.

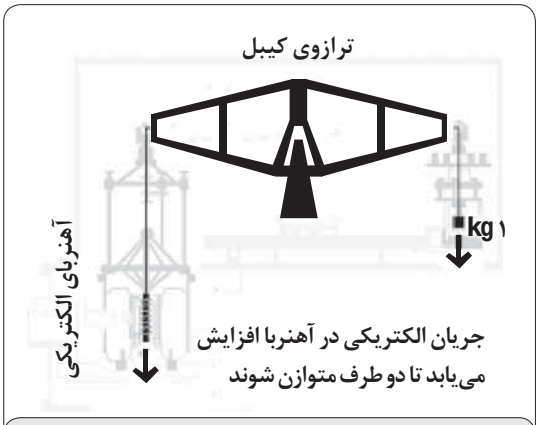
بنابراین، دانشـــمندان می‌توانند اصولاً کیلوگرم یا هر وزن دیگر را برحسب مقدار الکتریسیته لازم برای متوازن ساختن وزن (نیروی گرانشی وارد بر یک جرم) استفاده کنند.

کمیتی وجود دارد کـــه وزن را به جریان الکتریکی مرتبط می‌ســـازد و آن ثابت پلانک اســـت که به افتخار فیزیک‌دان آلمانی ماکس پلانک نام‌گذاری شـــده و با نماد h نشان داده می‌شود.

اما h عددی بســـیار کوچک اســـت و برای اندازه‌گیری آن، دانشمند پژوهشگر دکتر برایان کیبل[3] یک مجموعه ترازوهای بســـیار دقیق ســـاخت. ترازوی کیبل، دارای یـــک آهنربای الکتریکی اســـت که در یک طرف آن یک آهنربای الکتریکی و در طرف دیگر آن یک وزنه مثلاً یک کیلوگرمی قرار دارد.

جریان الکتریکی کـــه از آهنربا می‌گذرد را می‌توان با دقت باورنکردنی اندازه گرفت، پژوهشـــگران می‌توانند h را با دقت ۰/۰۰۰۰۰۱ درصد محاسبه کنند.

این موضوع راه را برای کنار گذاشتن K بزرگ هموار ساخت.



▲این تصویر چگونگی محاســـبهٔ کیلوگرم توسط آهنربای الکتریکی را نشان می‌دهد

پی‌نوشت‌ها

1. William Phillips
2. Martin J. T. Milton
3. Bryan Kibble

منابع

1. http://phys.org/news/2018-11-weght grawl-kilo.html.
2. http:www.bbc.com/news/science environment-46143399.

قبـــلاً مجبور بودند که هرچند دهه یک بار، تمام نمونه‌های بـــدل کیلوگرم در جهـــان را در برابر K بزرگ آزمایش کنند، در این دســـتگاه جدید هر کس با یک ترازوی کیبل می‌تواند وزنه‌ها را در هر کجا و در هر زمان آزمایش کند.

کیلوی بازتعریف شـــده، اندازه‌گیری‌هـــای دقیق جرم‌های بسیار، بسیار کوچک یا بسیار بزرگ را امکان‌پذیر می‌سازد.

روزآمـــد کردن آمپر، کلوین و مول نیـــز در این گردهمایی تأیید شد. جامعه بشری دارای هفت یکای اندازه‌گیری اصلی اســـت: متر برای طول، کیلوگرم برای جرم، ثانیه برای زمان، آمپر برای جریان الکتریکی، کلوین برای دما، مول برای مقدار ماده و شمع برای شدت روشنایی است.

از این هفـــت یکا، کیلو هنوز مبتنی بر یک دست‌ســـاخته فیزیکی، K بزرگ بود. با گذشـــت زمان و در دســـترس قرار گرفتن تعریف جدید کیلو، کشورها دیگر مجبور نیستند برای آزمایش کیلوگرم خود آن‌ها را به فرانســـه بفرستند تا ببینند استاندارد جرم آن‌ها هنوز دقیق است.

مسیری سریع‌تر و ارزان‌تر به انرژی همجوشی

▲ تصویری از آزمایش توکامک با میدان شدید SPARC که اولین پلاسما را با بازده انرژی مثبت تولید می‌کند.

دانشـــمندان در زمینهٔ سرعت بخشـــیدن به توسعه انرژی همجوشـــی برای تحویل آن به شـــبکه برق به منظور کمک به کم کردن تأثیر تولید الکتریســـیته بر تغییر اقلیم فعالیت می‌کنند. از راه رسیدن یک فناوری موفقیت‌آمیز ـ ابررساناهای دما بالا، که می‌توان از آن‌ها در ســـاخت آهنرباهایی استفاده کرد کـــه میدان‌های مغناطیســـی شـــدیدتر از آنچه پیش از ایـــن امکان‌پذیر بود تولید می‌کنند ـ ما را در رســـیدن به این هدف کمک می‌کنند. پژوهشـــگران برای استفاده از این فناوری در ساخت آهنرباها در مقیاس لازم برای دست یافتن به همجوشـــی برنامه‌ریزی کرده‌اند. ساخت چیزی که اولین آزمایش همجوشـــی با بازده انـــرژی مثبت خواهد بود در پی آن می‌آید.

این برنامه کار مشترکی بین مرکز علوم پلاسما و همجوشی انســـتیتوی فناوری ماساچوست و دســـتگاه‌های همجوشی مشترک‌المنافع اســـت. پژوهشگران این کار را در گردهمایی بخش فیزیک پلاسمای انجمن فیزیک امریکا پورتلند، اورگون ارائه خواهند کرد.

همجوشـــی وقتی تولید می‌شود که هستهٔ اتم‌های کوچک با هم ترکیب شـــوند و هستهٔ بزرگ‌تری را به وجود آورند که در این فرایند مقدار زیادی انرژی آزاد می‌شـــود. این هسته‌ها که نوعاً خویشـــاوندان سنگین‌تر هیدروژن هستند، دوتریم و تریتیم نامیده می‌شوند و دارای بار مثبت هستند و در نتیجه نیروی دافعهٔ قـــوی بین آن‌ها وجـــود دارد که فقط دماهای صدها میلیـــون درجه می‌تواند بر آن غلبـــه کند. گرچه این دماهای زیاد، و در نتیجه واکنش‌های همجوشـــی را می‌توان در آزمایش‌های همجوشـــی تولید کرد، اما دانشمندان هنوز به شرایط لازم برای دست یافتن به بازده مثبت نرسیده‌اند.

یک راه‌حل ممکن برای رســـیدن به این هدف افزایش توان آهنرباهاست. میدان‌های مغناطیســـی در وسایل همجوشی بـــرای نگهـــداری گازهای یونیدهٔ داغ، موســـوم به پلاســـما، به‌صورت منزوی و جدا از مادهٔ معمولی به‌کار می‌روند. کیفیت این عایق‌بندی با افزایش شدت میدان مؤثرتر می‌شود، یعنی فضای کمتری برای داغ نگه داشـــتن پلاسما لازم خواهد بود.

دو برابر کردن میدان مغناطیسی در یک **وسیلهٔ همجوشی** امکان کاهش این حجم را فراهم می‌سازد ـ که نشانهٔ خوبی از هزینهٔ کار دستگاه با ضریب هشت در حالی است که به همان عملکرد می‌رسیم. بنابراین، میدان‌های مغناطیسی قوی‌تر باعث می‌شوند که وسیلهٔ همجوشی کوچک‌تر، سریع‌تر و ارزان‌تر شود.

تحول در فناوری ابررسانا می‌تواند امکان دستیابی به نیروگاه‌های همجوشی را فراهم سازد. ابررساناها موادی هستند که جریان بدون اتلاف انرژی از آن‌ها می‌گذرد، اما برای انجام این کار باید بسیار سرد باشند. با این همه، ترکیب‌های ابررسانای جدید می‌توانند در دماهای بسیار بالاتر از ابررساناهای معمولی کار کنند. نکتهٔ مهم برای همجوشی آن است که این ابررساناها حتی وقتی در میدان‌های بسیار قوی قرار گیرند هم کار می‌کنند.

در حالی‌که ابررساناهای اولیه برای ساخت آهنربا مناسب نبودند، پژوهشگران اکنون روش‌هایی را برای ساخت ابررساناهای دما بالا به‌صورت «نوار» یا «روبان» یافته‌اند که آهنرباهایی با عملکرد بی‌سابقه را با آن‌ها می‌سازند. طراحی این آهنرباها برای ماشین‌های همجوشی مناسب نیست زیرا آن‌ها بسیار کوچک‌اند. پیش از آنکه وسیله همجوشی جدید موسوم به SPARC را بتوان ساخت، **ابررساناهای** جدید باید در نوعی آهنربای بزرگ و قوی لازم برای همجوشی قرار بگیرند.

اگر ساخت آهنربا موفقیت‌آمیز باشد، گام بعدی ساخت و به‌کار انداختن **آزمایش همجوشی SPARC** خواهد بود. SPARC یک وسیله همجوشی توکامک خواهد بود، نوعی پیکربندی محصورسازی مغناطیسی مشابه وسایل بسیار دیگری که مشغول به‌کارند.

دستاوردی شبیه کار برادران رایت[1] در اولین پرواز کیتی هاک[2]، دست یافتن به بازده انرژی مثبت که برای مدت ۶۰ سال هدف پژوهش‌های همجوشی بوده است، می‌تواند برای قرار دادن محکم همجوشی در برنامه‌های انرژی ملی و عملی کردن تحولات تجاری کافی باشد. هدف این برنامه آغاز به‌کار SPARC در سال ۲۰۲۵ است.

پی‌نوشت‌ها
1.Wright brothers
2. Kitty Hawk

منبع
http://phys.org/news/2018-11. faster-Cheaper-fusion-energy

استفاده از شگردهای کوانتومی تکامل طبیعت در فناوری کوانتومی

▲ حوزهٔ عمومی همدوسی کوانتومی

فیزیک‌دانان دانشگاه واریک[1] روشی را برای استفاده از توان مکانیک کوانتومی شکل گرفته در طبیعت به وجود آورده‌اند.

این آزمون یک مشخصهٔ روشنگر همدوسی کوانتومی را شناسایی و ویژگی‌های ذرات در حالت کوانتومی را که با محیط دنیای واقعی برهم‌کنش دارند طبقه‌بندی می‌کند. تجربهٔ حاصل به دانشمندان امکان می‌دهد تا همدوسی کوانتومی در جهان طبیعی را با استفاده از آزمایش‌ها در آزمایشگاه ردگیری کنند و کمّی سازند.

مقالهٔ این دانشمندان که در مجلهٔ *فیزیکال ریویو A*[2] چاپ شده است یک کار نظری است. این کار می‌تواند به آزمایش‌هایی بینجامد که به بحث مربوط به امکان استفاده از مکانیک کوانتومی در فرایندهای زیست‌شناختی

و اینکه آیا تکامل می‌تواند الگویی برای فناوری‌های کوانتومی مانند رایانه‌ها، حسگرها و منابع انرژی باشد کمک کند.

مشاهدهٔ ذرات میکروسکوپی در یک **حالت کوانتومی** بسیار دشوار است زیرا عمل مشاهده حالت آن‌ها را تغییر می‌دهد. این ذرات پنهان می‌توانند همزمان در بسیاری از مکان‌ها یا پیکربندی‌ها وجود داشته باشند، جنبه‌ای که به همدوسی کوانتومی معروف است.

این اثر اساس بسیاری فناوری‌ها مانند رایانه‌های کوانتومی، حسگرهای کوانتومی و **سامانه‌های مخابرات کوانتومی** را تشکیل می‌دهد که از سامانه‌های بسامان مجزا از بقیه جهان استفاده می‌کنند. با این همه، شناسایی وجود همدوسی کوانتومی در جهان واقعی پرهیاهو و آشفته‌تر، بسیار دشوارتر است.

این آزمون شامل دستورالعمل از بین بردن همدوسی کوانتومی و سپس مشاهدهٔ تغییر در اندازه‌گیری‌های بعدی است. اگر تأثیری شدید و قابل اندازه‌گیری مشاهده شود، دانشمندان می‌توانند نشان دهند که باید همدوسی کوانتومی در دستگاه وجود داشته باشد. این کار جدید استثناهای ممکن به این نتیجه‌گیری را نشان می‌دهد و بستگی به این دارند که دستورالعمل با چه سرعتی می‌تواند همدوسی را از بین ببرد.

دکتر جورج نی[3]، یک عضو پژوهشی بخش فیزیک دانشگاه گفت، «نشان دادن حضور همدوسی کوانتومی در یک دستگاه زیست‌شناختی مستلزم این تغییر تفکر است که فقط انسان‌ها توانایی مهندسی سامانه‌هایی را دارند که می‌توانند همدوسی کوانتومی را از خود نشان دهند و از آن بهره‌برداری کنند. این کار شامل گامی به سوی آزمایش فکری گربهٔ شرودینگر نیز هست که در آن یک سازوارهٔ زنده در حالتی قرار می‌گیرد که به‌صورت کوانتومی همدوس هم زنده است و هم مرده».

همکار وی در این کار اظهار داشت: «نتایج این آزمون برای ارتقای شناخت ما از طرز کار شیمی و زیست‌شناسی ارزشمند است، و شاید به این پرسش که آیا فیزیک کوانتومی در فرایندهای تکاملی نقش داشته است پاسخ دهد».

طبق فیزیک کوانتومی، یک ذره، مانند آنچه حامل انرژی در سازوارهٔ فوتوسنتزی است، می‌تواند مسیرهای مختلفی را بین ورودی و خروجی اختیار کند. انرژی‌ای که ذره حمل می‌کند می‌تواند در هر لحظه از زمان پس از تولید از بین برود. اگر ذره سریع‌تر به طرف مقصد حرکت کند، احتمال اتلاف کمتر می‌شود و به کارآیی بالاتری دست می‌یابیم.

همدوسی امکان تداخل بین دو مسیر را فراهم می‌سازد و به ذره اجازه می‌دهد در دورهٔ زمانی مشخص مسیر طولانی‌تری را طی کند. این موضوع نشان می‌دهد که شاید آثار کوانتومی امتیاز بارزی نسبت به روش‌هایی داشته باشند که سازواره‌ها برای به‌کارگیری آن‌ها سازگار شده‌اند.

دکتر نی اضافه کرد: «امکانات موجود وسوسه‌انگیزند. اگر **آزمون** مورد نظر ما در یک سامانه زیست‌شناختی انجام شود و نتیجهٔ مثبت به دست دهد، شاید بتوانیم اصول طراحی مهندسی کوانتومی را از طبیعت بیاموزیم. سپس می‌توانیم فناوری‌های زیست‌تقلید را به وجود آوریم که مستحکم‌تر و شاید حتی توانمندتر از نسل کنونی فناوری‌های **کوانتومی** باشند که تقریباً تنها و تنها مبتنی بر دستگاه‌های کاملاً منزوی هستند. اگر بتوانیم برداشت نور مصنوعی مانند مورد مثال سلول‌های خورشیدی را تقویت کنیم، توان بالقوهٔ عظیم تأمین انرژی تجدیدپذیر ارزان در اختیارمان خواهد بود».

پی‌نوشت‌ها

1. Warwick university
2. Physical Review A
3. George knee

برای اطلاعات بیشتر رجوع کنید به:

George C. Knee et al. subtleties of Witnessing quantum coherence in nonisolated systems, *Physical Review A*(2018).

DoI: 10. 1103/Phys Rev A. 98. 052328

فیزیک فراماده

صدیقه روستا
دبیر آموزش‌وپرورش ناحیه ۲ شیراز

چکیده

در این مقاله به تعریف اپتیک غیرخطی، فراماده، تعریف ضریب شکست منفی، رابطه مفهوم ضریب شکست مختلف مواد با ثابت دی‌الکتریک منفی، گذردهی مغناطیسی منفی و به کاربرد آن‌ها می‌پردازیم.

کلیدواژه‌ها: فراماده، اپتیک غیرخطی، ضریب شکست منفی، ثابت دی‌الکتریک منفی، گذردهی منفی

مقدمه

در سال‌های اخیر، پیشرفت‌های جدید در ساخت مواد الکترومغناطیسی به جایی رسیده که تولید مواد با ضریب شکست منفی، با گذردهی الکتریکی و مغناطیسی منفی، در گستره‌ای از بسامدها امکان‌پذیر شده است.

ضریب شکست منفی مفاهیم جالب و جدیدی را در فوتونیک باز می‌کند. یک مثال جالب، بحث عدسی کامل است که امکان تصویرسازی با ابعاد زیر طول موج را فراهم می‌کند.

در اینجا به تعریف فراماده، تعریف ضریب شکست، رابطه ماکسول برای آن، مفهوم ضریب شکست مختلط، مواد با ثابت دی‌الکتریک منفی، گذردهی مغناطیسی منفی و ضریب شکست منفی می‌پردازیم.

اپتیک غیرخطی [۱]

اپتیک غیرخطی، یک شاخه از اپتیک است که واکنش‌های غیرخطی از تابش الکترومغناطیسی و محیط را مطالعه می‌کند. واکنش‌های غیرخطی به این معنی است که ماده در یک روند غیرخطی به میدان‌های تابش ورودی پاسخ می‌دهد و به محیط این ویژگی را می‌بخشد که طول موج یا بسامد موج‌های الکترومغناطیسی را تغییر دهد. معمولاً این واکنش غیرخطی تنها در شدت‌های زیاد (میدان الکتریکی) نور دریافتی مشاهده می‌شود. رهاورد چنین واکنش‌هایی بروز آثار جدید متعدد و کشف پدیده‌های نو در زمینه خواص نوری مواد است و اپتیک غیرخطی به مطالعه این آثار جدید و فناوری‌های نوین مربوط به این موضوع می‌پردازد. پدیده‌های اپتیکی غیرخطی با تأثیر بر خواص نوری محیط در حال انتشار خود، قادرند پرتوهای نوری همدوس ویژه‌ای را تولید کنند. امروزه کاربرد پدیده‌های نوری غیرخطی در بلورها و مواد آلی، ساخت ابزارهای نوری متعدد در زمینه‌های اپتیکی، اپتوالکترونیکی و فوتونیکی را نوید می‌دهد. پدیده‌های نوری جالبی نظیر دو یا سه برابرسازی بسامد، تولید بسامدهای مجموع یا تفاضل، تقویت پارامتری، خودکانونی و ... هرکدام موضوع‌هایی قابل توجه و پرکاربرد هستند.

تعریف فراماده

فراماده، مواد غیرمعمول دارای ضریب گذردهی الکتریکی ε و ضریب نفوذپذیری مغناطیسی μ منفی هستند که به ضریب شکست منفی می‌انجامد.

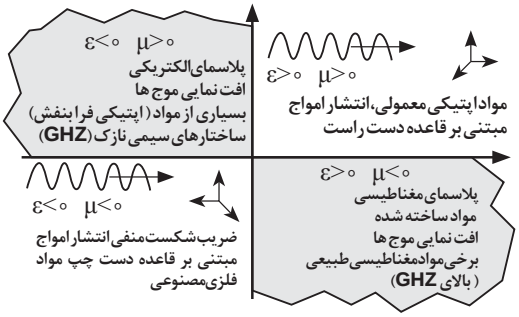
در اپتیک ضریب شکست یک ماده معمولاً به‌صورت $n = \frac{c}{v}$ تعریف می‌شود که در آن c سرعت نور در خلأ و v سرعت موج الکترومغناطیسی تخت در محیط است. با استفاده از معادله‌های ماکسول می‌توان نشان داد که ضریب شکست

یک محیـــط با فرمول $n=\sqrt{\varepsilon\mu}$ به گذردهـــی الکتریکی و مغناطیسی نسبی آن ماده مربوط می‌شود.

در ســـال ۱۹۶۸ میلادی وسلاگو[1] محیطی را در نظر گرفت که گذردهی الکتریکی و نفوذپذیری مغناطیسی آن منفی بود و به این نتیجه رسید که ضریب شکست این محیط نیز باید منفی[2] باشد. (یعنی ریشـــه منفی $n=-\sqrt{\varepsilon\mu}$ باید انتخاب شـــود) اما به علت عدم وجود مواد با ضریب شکســـت منفی توجه زیادی به این مسئله نشد.

در سال‌های اخیر به علت فراهم شدن امکاناتی برای ساخت این مواد (در یک گستره بسامد) کارهای این دانشمند روسی مورد توجه قرار گرفته است.

می‌تـــوان گفت که در نواحی که ε و μ هم علامت هســـتند انتشـــار موج وجود دارد ولـــی در دو ناحیه به علت موهومی شدن بردار موج، انتشار وجود ندارد و فقط افت‌نمایی میدان‌ها را داخل محیط خواهیم داشت.



▲ ساختار مواد معمولی، پلاسمای الکتریکی، پلاسمای مغناطیسی و فرامواد

مسئلهٔ انتشار امواج الکترومغناطیسی در این مواد، اولین بار توسط وسلاگو در سال ۱۹۶۸ به‌طور نظری مورد مطالعه قرار گرفت. طبق معادله‌های ماکســـول، در این مواد، بردار میدان الکتریکی، بردار میدان مغناطیســـی و بردار موج یک دستگاه چپگرد را تشکیل می‌دهند.

جهـــت بردار پویینتینگ[3] و بردار موج مخالف یکدیگرند. به همین دلیل وسلاگو، این مواد را، مواد چپگرد نامید. این مواد دارای ویژگی‌های غیرمعمول هستند و ضریب شکست منفی دارند و این در تضاد با موادی با ضریب شکســـت مثبت است که به آن‌ها مواد راستگرد گویند. مواد چپگرد به‌طور طبیعی وجود ندارند. به‌طور کلی در اپتیک پذیرفته شده است که در بســـامد نوری، آثار مغناطیس ناچیز است و از این‌رو هر نقش ضروری را نمایش نمی‌دهد.

نبود مواد چپگرد در طبیعت باعث تحقق یافتن فناری نانو شده است.

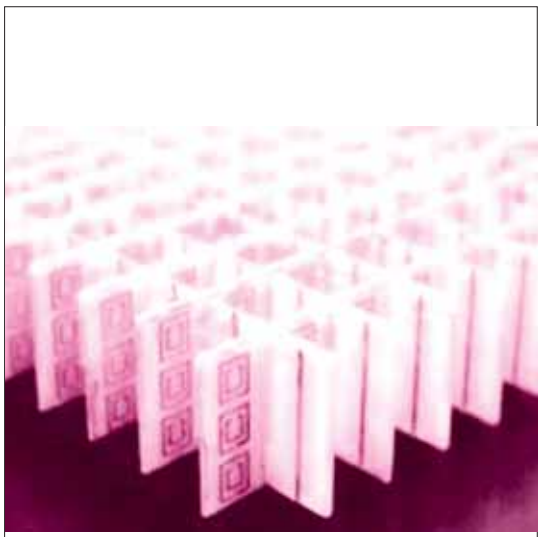
اکثر فلزات در بســـامدهای نوری، گذردهی الکتریکی منفی دارند. اگر الکترون‌های آزاد را در زمینه‌ای از بارهای مثبت را در نظر بگیریم، می‌توان نشـــان داد گذردهی الکتریکی فلز از رابطه زیر حاصل می‌شود:

$$\varepsilon(\mu)=1-\frac{\omega_p^2}{\omega(\omega+i\gamma)}$$

در این رابطه $\omega_p=\sqrt{\frac{nc^2}{m\varepsilon\varepsilon_0}}$ بسامد پلاسمای الکتریکی است که برای بیشـــتر فلزات در ناحیه فرابنفش قرار دارد. با توجه به رابطه بالا برای بســـامدهای کمتر از بسامد پلاسما، گذردهی الکتریکی فلز منفی است.

مواد با ضریب شکست منفی [۱]

همان‌طور که قبلاً بیان شد مواد با ε و μ منفی دارای ضریب شکســـت منفی خواهند بود. اســـمیت و همکاران محیطی مرکب از ســـیم‌های فلزی نازک با $\varepsilon<0$ و با $\mu<0$ را پیشنهاد کردند. محاسبه‌ها و آزمایش‌های انجام شده نشان می‌دهد که برهم‌کنش دو دستگاه به جابه‌جایی بسامد تشدید و افزایش میرایی محیط منجر می‌شود.



▲ یک شبکه فراماده که دارای ضریب شکست منفی است.

قانون اصلاح شـــده اســـنل ـ دکارت در پدیده شکست

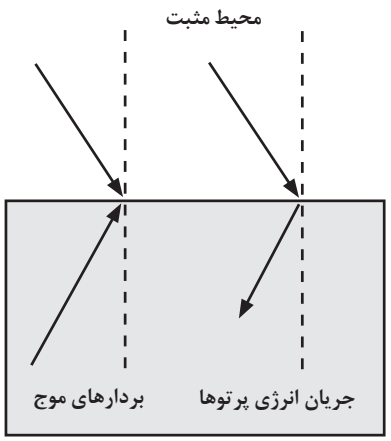
وقتی نور به‌طـــور مایل از محیطـــی وارد محیط دیگری با ضریب شکست متفاوت می‌شود، می‌شـــکند. بنابراین قانون اسنل ـ دکارت اگر زاویه تابش و شکست به ترتیب θ_i, θ_r باشد به‌صورت زیر است:

$$n_i \sin\theta_i = n_r \sin\theta_r$$

پدیده‌های جالب غیرخطی نه‌تنهـــا در درون فراماده اتفاق می‌افتـــد بلکه در ارتباط بین یـــک فراماده با محیط معمولی نیز رخ می‌دهد. این به موج‌های سطحی پایدار اشاره می‌شود و می‌توانـــد در مرز بین یک ماده با ضریب شکســـت منفی و معمولی (ماده با ضریب شکســـت مثبت) رخ می‌دهد. تحت شرایط خاصی، چنین موج‌های سطحی خواصی از موج‌هایی با ضریب شکست منفی را دارند که جریان انرژی با انتشار فاز در خلاف یکدیگرند.

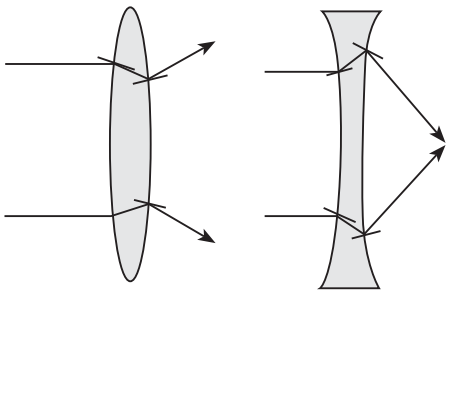
وقتی نور به‌طور مایل از محیطی با ضریب شکســـت مثبت وارد محیطی با ضریب شکست منفی شود، چه اتفاقی می‌افتد؟

با در نظر گرفتن دو موج تخت ورودی و خروجی و نوشـــتن شرایط مرزی در مرز جدایی دو محیط می‌توان نشان داد که در این حالت نیز قانون اســـنل ـ دکارت برقرار اســـت، منفی شدن زاویه شکست بدین معنی است که پرتو در جهت دیگر خط عمود بر مرز دو محیط شکسته می‌شود.



▲ عبور نور در مرز بین دو محیط با ضریب شکست مثبت و منفی

برخی نتایج جالب ناشـــی از منفی شـــدن زاویه شکســـت عبارت‌اند از: اگر ضریب شکســـت آب منفی شـــود، عدســـی محدب نور را واگرا و عدسی مقعر نور را همگرا می‌کند.



▲ اگر ضریب شکســـت آب منفی باشد واگرا بودن عدسی محدب و همگرا بودن عدسی مقعر را نشان می‌دهد

اثر دوپلر معکوس

فرض می‌کنیم چشـــمه نوری با بسامد ω، با سرعت $\vec{V}$ در محیطی با ضریب شکســـت منفی حرکـــت کند. بر طبق اثر دوپلر بسامدی که ناظر ساکن در محیط می‌بیند از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\omega' = (\gamma\,\omega + \vec{K}\vec{V})$$

که در این رابطه $\vec{K}$ بردار انتشار مدی است که از چشمه به سمت ناظر می‌آید و ضریب نسبیتی را می‌توان چنین نوشت:

$$\gamma = (1 - (\frac{v^2}{c^2}))^{-\frac{1}{2}}$$

γ ضریب نسبیتی است. با توجه به اینکه در محیط با ضریب شکســـت منفی بردار انتشار و بردار پویینتینگ خلاف جهت یکدیگر هســـتند بردار انتشار مدی که به سمت ناظر می‌آید منفی اســـت. به عبارت دیگر بســـامد مشـــاهده شده توسط ناظر در محیط با ضریب شکســـت منفی از سوی چشمه‌ای با ســـرعت $\vec{V}$ برابر بسامد مشاهده شده توسط ناظری است که در محیطی با همان ضریب شکست ولی با علامت مثبت قرار دارد و چشمه با سرعت $-\vec{V}$ حرکت می‌کند.

ســـرعت فاز، ســـرعت گروه و انتشار انرژی در محیط با ضریب شکست منفی

از آنجا که بردار انتشـــار موج در محیط با ضریب شکســـت منفی خلاف جهت بردار پویینتینگ اســـت سرعت فاز نیز در این محیط معکوس می‌شـــود، [۱] ولی سرعت انتشار انرژی همچنان در جهت بردار پویینتینگ خواهد بود. می‌توان نشان داد که ســـرعت گروه برای بسته موج با پهنای کم همواره در

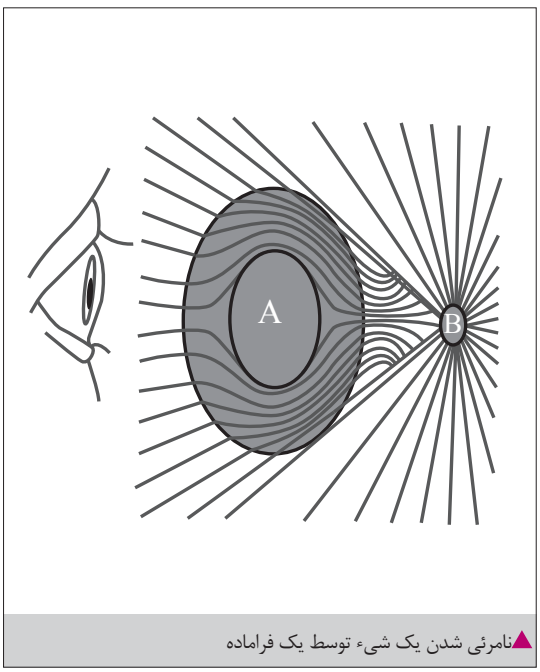
جهت بردار پویینتینگ است. در نتیجه سرعت گروه موج نیز در جهت جریان انرژی در جهت خلاف سرعت فاز خواهد بود.

نامرئی شدن یک شیئی توسط یک فراماده

پژوهشگران آمریکایی و چینی با ساخت یک دستگاه خاص، پیشرفت‌های قابل توجهی در زمینهٔ نامرئی کردن اشیا انجام داده‌اند و برای اولین بار ثابت کردند که نامرئی کردن امکان‌پذیر است. دیوید اسمیت[۴] از دانشگاه دوک ایالت کارولینای شمالی گفت: ما با استفاده از سراب که در تابستان بر روی جاده‌های بسیار گرم دیده می‌شود متوجه شدیم که امکان نامرئی کردن اشیا وجود دارد. شما از دور آبی را می‌بینید که در جاده وجود دارد اما درواقع این بازتاب آسمان است.

سرابی که می‌بینید جاده را نامرئی می‌کند و به همین شیوه کشف جدید ما یک سراب تولید می‌کند. همان‌طور که شکل نشان می‌دهد می‌توان به وسیله فراماده‌ها، یک شیء را در میدان الکترومغناطیسی نامرئی کرد.

در سمت چپ شیئی، میدان مغناطیسی آهنربایی را تحت‌تأثیر خود قرار می‌دهد، که شیئی به وسیله آهنربا جذب می‌شود. در سمت راست، اگر شیء به وسیله فراماده پوشانده شود، میدان مغناطیسی بدون تغییر باقی می‌ماند، درست مانند حالتی که شیء وجود ندارد و حتی به طرف آهنربا کشیده نمی‌شود.



▲نامرئی شدن یک شیء توسط یک فراماده

برخی از کاربردهای اپتیک غیرخطی

بخش قریب به اتفاقی از نتایج تجربی بر روی فراموادی که تاکنون گزارش شده، روی پاسخ خطی از فراماده متمرکز شده است. با این حال آثار غیرخطی در فراموادی یک زمینه نوظهور از مطالعه، در میان فیزیک‌دانان نظری شده است. طیف گسترده‌ای از پدیده‌های غیرخطی در انواع فراموادی به‌ویژه مواد با ضریب شکست منفی به‌طور نظری تا حد قابل توجهی بررسی شده است. موضوع‌های مورد مطالعه شامل رفتارهای کلی برای انتشار موج غیرخطی و همچنین فرایندهای غیرخطی خاص مانند تولید هماهنگ دوم و تقویت پارامتر نوری است.

پاسخ‌های خطی از فراموادی، به‌طور قابل ملاحظه‌ای خواص خطی مواد را که به‌طور طبیعی اتفاق می‌افتند تکمیل می‌کند. مطالعات فراموادی غیرخطی ممکن است تأثیری انقلابی در زمینه‌ای از اپتیک غیرخطی داشته باشد. مطالعاتی از اپتیک غیرخطی به‌طور عمده روی اکتشافات مختلف در فرایندهای مرتبه بالاتر در بلورهای مختلف متمرکز شده است. برای طراحی مواد غیرخطی موجود در فراموادی ناگزیرند که روشی کاملاً جدید، در برهم‌کنش‌های نوری مواد غیرخطی ایجاد کنند.

واکنش‌های غیرخطی به این معنی است که ماده در یک روند غیرخطی به میدان‌های تابش ورودی پاسخ می‌دهد و به محیط این ویژگی را می‌بخشد که طول موج یا بسامد موج‌های الکترومغناطیسی را تغییر دهد

تبدیل یک ماده غیرمغناطیسی به یک آهنربای مصنوعی در دستگاه ام ـ آر ـ آی

یکی از برنامه‌های کاربردی دنیای واقعی برای فراموادی، آهنربای مصنوعی است. پژوهشگران متوجه شدند که تبدیل یک ماده غیرمغناطیسی به یک آهنربای مصنوعی می‌تواند روشی جدید برای ایجاد تصویربرداری تشدیدکننده مغناطیسی شود. این دستگاه با گرم کردن بدن در یک میدان مغناطیسی قوی کار و در گستره ماکروویو نوسان می‌کند. این تغییرات میدان باعث می‌شود هسته‌های اتم‌های هیدروژن داخل بدن به نوسان درآیند و به میدان‌های ضعیف‌تر پاسخ دهند. محافظ الکترونی، پاسخ بسامدی را تغییر می‌دهد و جزئیاتی در مورد هر اتم هیدروژن را معلوم می‌کند. در تصویربرداری تشدید مغناطیسی از یک میدان قوی از مرتبه یک تسلا استفاده می‌شود تا هسته‌های بدن را در یک تراز قرار دهند. سپس یک تپ الکترومغناطیسی در گسترهٔ بسامدی رادیویی آن‌ها را به اندازه کافی برانگیخته می‌کند تا در اطراف میدان اصلی پیش روند. یک فراماده را در میدان متمرکز می‌کنند تا شارمغناطیسی ضعیف را عبور دهد و یک آشکارساز کمک می‌کند که نه‌تنها میدان قوی را آشفته

نکند بلکه با وضوح بالاتری از بدن عکس بگیرد. با به‌کار بردن فراماده با ضریب شکست منفی می‌توان میدان را تغییر داد. در سال ۲۰۰۸ پژوهشگران دریافتند که با استفاده از مواد با ضریب شکست منفی می‌توانند میدان مغناطیسی داخل بدن بیمار را به بیرون گسترش دهند. قطعه‌ای از فراماده روی زانوی بیمار پیچیده می‌شود و اجازه می‌دهد تا تصاویری با وضوح بالاتر بدون نیاز به افزایش میدان استاتیک تولید شود و از خطر ایجاد نقاط روی بدن بیمار جلوگیری کند.

کاربرد فراماده در گستره بسامدی ماکروویو

مطالعات تجربی و تحلیلی از ویژگی فراماده نشان می‌دهد که به خوبی می‌توان در برنامه‌های کاربردی در گستره بسامدی وسیعی از موج‌های رادیویی نامرئی از آن‌ها استفاده کرد. در سال‌های اخیر پیشرفت‌های قابل توجهی در کاربرد این مواد در گستره ماکروویو بین ۱ تا ۱۰ گیگاهرتز شده است.

در سال ۱۹۶۸ میلادی وسلاگو محیطی را در نظر گرفت که گذردهی و نفوذپذیری مغناطیسی آن منفی بود و به این نتیجه رسید که ضریب شکست این محیط باید منفی باشد

آنتن‌های فراماده

آنتن‌های فراماده، یک نوع از آنتن‌های رادیویی هستند که از فراماده برای بهبود عملکرد دستگاه آنتن‌ها از آن‌ها استفاده می‌شود. جدیدترین آنتن‌های فراماده بیشتر از ۹۵ درصد از سیگنال ورودی در بسامد رادیویی را تابش می‌کنند. علم مواد با ضریب شکست منفی منطبق با دستگاه‌هایی است که سیگنال الکترومغناطیسی را پخش، انتقال و دریافت می‌کنند. مواد و دستگاه‌هایی که درگیر این کار هستند می‌توانند ویژگی‌های آن‌ها را تغییر یا تشدید کنند. این قبلاً با آنتن‌های فراماده اتفاق افتاده است و به دستگاه‌هایی که به‌طور تجاری در دسترس هستند، مربوط می‌شود.

در ۳۰۰ مگاهرتز به‌عنوان مثال، یک آنتن نیاز به طولی برابر ۱/۵ متر دارد. در مقابل، طول آنتن‌های آزمایشگاهی کوچک‌تر از یک پنجاهم طول موج آن‌هاست و حتی می‌تواند بیشتر از این اندازه کاهش یابد.

فراماده پایه‌ای هستند برای کوچک‌سازی بیشتر آنتن‌هایی که در بسامد ماکروویو به‌کار می‌روند. علاوه بر این در گستره بی‌سیم همچنان پژوهشگران در حال تحقیق هستند.

فراماده تراهرتز [۴]

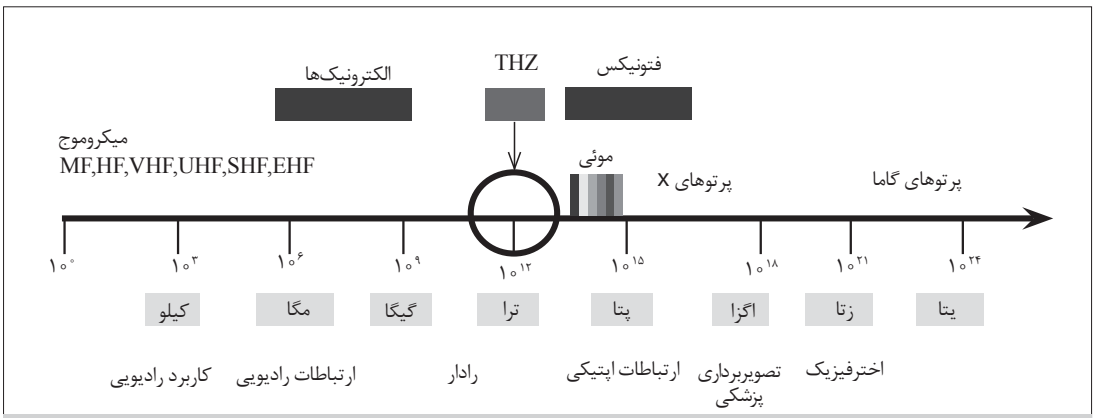
فراماده تراهرتز، فراموادی هستند که در بسامدهای تراهرتز برهم‌کنش می‌کنند. گستره بسامدی برای کاربردها و پژوهش‌ها بین ۰/۱ تا ۱۰ تراهرتز در نظر گرفته می‌شود و با اندازه میلی‌متر منطبق است.

فراماده فوتونیک [۳]

فراماده فوتونیک، فراموادی هستند که به‌طور مصنوعی ساخته شده‌اند و در گستره زیر طول موج به‌کار می‌روند و ساختار آن‌ها طوری طراحی شده که در بسامدهای نوری برهم‌کنش می‌کنند. در گستره بسامد نوری، توسعه اَبَرعدسی‌ها ممکن است امکان تصویربرداری زیر حد پراش نور را بدهند. سایر کاربردهای بالقوه برای مواد با ضریب شکست منفی، مدارهای فناوری نانو، برای تصویربرداری پزشکی و فوتولیتوگرافی در زیر طول موج می‌تواند به‌کار برده شود.

لیزر نقطهٔ کوانتومی

لیزر نقطهٔ کوانتومی، یک لیزر نیمرساناست که از نقطه‌های کوانتومی به‌عنوان محیط فعال لیزر در بخش گسیل نور خود بهره می‌گیرد. به دلیل محدودیت شدید حامل‌های



▲ محدوده بسامدی

بار، نقطه‌های کوانتومی ساختار الکترونی همسان با اتم‌ها از خود نشان می‌دهند. برخلاف لیزرهای حالت جامد و گازی معمولی، لیزرهای نقطه کوانتومی انرژی کمتری مصرف می‌کنند. به تازگی ابزارهایی که بر پایه محیط‌های فعال نقطه‌های کوانتومی هستند مانند چاقوی جراحی لیزری و توموگرافی اپتیکی همدوس کاربردهای تجاری گسترده‌ای در پزشکی یافته‌اند. انتشار نور توسط نقطه‌های کوانتومی در تشخیص پزشکی کاربرهای فراوان دارد. این نقطه‌ها به‌صورت فلوئورسانی عمل می‌کنند با این تفاوت که در برابر درخشان شدن، ویژگی و توانایی خود را از دست نمی‌دهند و در برابر تعداد چرخه‌های انگیزش و انتشار نور مقاومت بیشتری از خود نشان می‌دهند. اصولاً همه محیط‌های لیزری دارای پذیرفتاری اپتیکی غیرخطی مرتبه سوم هستند یعنی می‌توانند اشباع شوند و جفت‌شدگی فازی از خود نشان دهند. پذیرفتاری اپتیکی غیرخطی در کاربردهای تصویربرداری، محدودسازی اپتیکی فمتوثانیه‌ای اهمیت شایانی دارند. مواد دارای چنین ویژگی‌هایی از راه فوتودینامیکی القایی سه فوتونی تأثیر بسزایی در درمان سرطان دارند. لیزرهای نیمرسانا به دلایل زیر دارای جذابیت فراوان هستند.

۱. هزینه پایین و امکان تولید انبوه آسان
۲. پاسخ سریع زمانی به بازدهی الکتریکی
۳. درخشش بالا
۴. پذیرفتاری غیرخطی مرتبه سوم

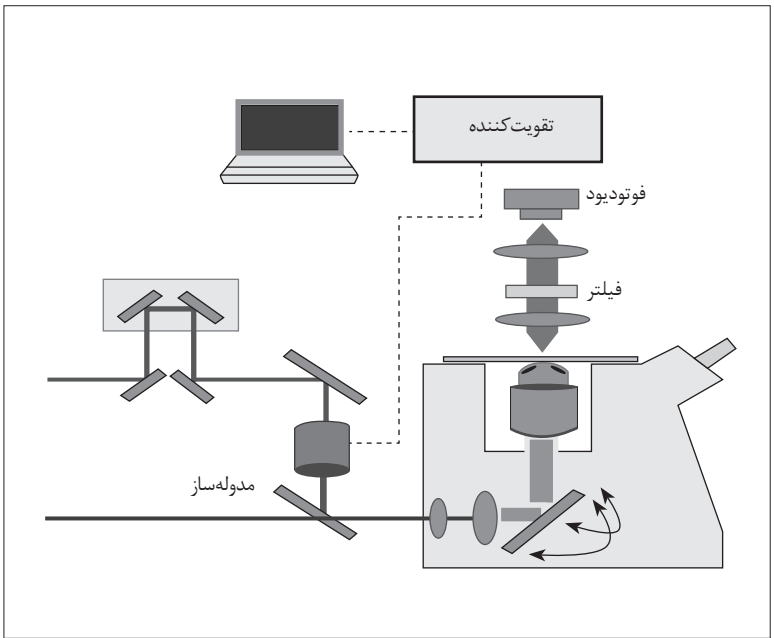
میکروسکوپ نوری غیرخطی

در طول دو دهه گذشته میکروسکوپ نوری غیرخطی به‌عنوان یک رشته مهندسی نوری جدید به سرعت در حال رشد است. این روش در درجه اول با تابش چند فوتون، برانگیخته می‌شود و می‌تواند تصاویری داخل یک نمونه ضخیم را با دقت زیر میکرومتر ارائه دهد. مزیت این میکروسکوپ نوری این است که توانایی حفظ دقت، وضوح و کنتراست بین بافت‌های پراکنده را دارد. یک عیب آن در برنامه‌های کاربردی داخل بدن، بزرگ بودن ابزارهای میکروسکوپی نوری است که مانع تصویربرداری از اندام‌های سالم داخل بدن و حیوانات در حال حرکت می‌شود.

نتیجه‌گیری

اپتیک غیرخطی و فیزیک فراماده و ضریب شکست منفی را تعریف کردیم. قانون اصلاح شده اسنل ـ دکارت را در پدیده شکست و پدیده دوپلر وارون و نامرئی کردن یک شیئی را توسط یک فراماده را بیان کردیم و بعضی از کاربردهای اپتیک غیرخطی را نیز شرح دادیم.

پژوهشگران آمریکایی و چینی با ساخت یک دستگاه خاص، به پیشرفت‌های قابل توجهی در زمینهٔ نامرئی کردن اشیا رسیده‌اند و برای اولین‌بار ثابت کردند که نامرئی کردن امکان‌پذیر است



میکروسکوپ نوری غیرخطی را نشان می‌دهد.

پی‌نوشت‌ها

1. Veselago
2. negative refractive index
3. Poynting vector
4. David Smith

منابع

1. Alu, A., Salandrino, A., & Engheta, N. (2004), Negative effective permeability and left-handed maerials at optical frequencies. *ArXiv preprint cond-mat*/0412263.
2. Campagnola, P. J., Wei, M. D., Lewis, A., & Loew, L. M. (1999), High-resolution nonlinear optical imaging of live cells by second harmonic generation. *Biophysical journal*, 77(6), 3341-3349.
3. Chettiar, U. K., Kildishev, A. V., Yuan, H. K., Cai, W., Xiao, S., Drachev, V. P., & Shalaev, V. M. (2007, June), Double Negative Index Metamaterial: Simultaneous Negative Permeability and Permittivity at 812 nm. In *Photonic Metamaterials: From Random to Periodic*. Optical Society of America.
4. Fan, K., Strikwerda, A. C., Tao, H., Zhang, X., & Averitt, R. D. (2011), Stand-up magnetic metamaterials at terahertz frequencies. *Opt. Express*, 19(13), 12619-12627.

ترسیم نقشه‌های مفهومی در آموزش فیزیک و تأثیر آن بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان

طیبه مصری، ناهید سراب، دبیران فیزیک، زابل
حمیده علیزاده، دبیر فیزیک، زهک

چکیده

یکی از وظیفه‌های مهم معلمان، برنامه‌ریزی درسی است که با استفاده از راهبردهای مهم آموزشی می‌توانند تا حدودی ضعف‌های محتوا و برنامه درسی را رفع کنند. یکی از راهبردهای مؤثر آموزشی که ارتباط بسیار نزدیک با فلسفه شناخت‌گرایی و ساخت‌گرایی دارد، بهره‌گیری از نقشه مفهومی به‌عنوان یک ابزار دوبعدی طرح‌دار است که ارتباطات، روابط و توالی مفاهیم را به شیوه‌ای روشن ارائه می‌دهد. هدف این پژوهش بررسی تأثیر استفاده از نقشه‌های مفهومی بر پیشرفت تحصیلی درس فیزیک است. پژوهش از نوع شبه تجربی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون با گروه کنترل و استفاده از گزینش تصادفی است. جامعه آماری را با کمک دو نفر از همکارانم به چهار مدرسه دخترانه، با دانش‌آموزان سال دهم رشته تجربی محدود کردیم و به صورت کاتوره‌ای به چهار گروه تقسیم کردیم. در گروه کنترل تدریس به روش معمول سخنرانی همراه با پرسش و پاسخ انجام شد و در سه گروه آزمایشی مداخلاتی بدین شرح صورت گرفت: در گروه اول تدریس، با ارائهٔ نقشه‌های مفهومی معلم ساخته انجام شد، گروه دوم پس از تدریس توسط معلم، به‌صورت فردی اقدام به ترسیم نقشه‌های مفهومی کردند و گروه سوم نیز پس از تدریس، نقشه‌های مفهومی را به صورت گروهی ترسیم کردند. ابزار اندازه‌گیری شامل پیش‌آزمون و پس‌آزمون درس فیزیک بود که قبل و بعد از مداخله برای کلیه گروه‌ها اجرا شد. روایی آزمون‌ها از لحاظ محتوایی تأیید شد و پایایی آن‌ها با تعیین ضریب پایایی اسپیرمن - براون برای هر دو آزمون ۰/۸۹ برآورد شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Spss۱۵ و با آزمون‌های t مستقل و t وابسته مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت. یافته‌ها در سطح معناداری $P\leq 0/01$ نشان داد که تأثیر استفاده از نقشه‌های مفهومی در آموزش فیزیک بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان، بیشتر از روش‌های معمول است و بیشترین تأثیر استفاده از این نقشه‌ها، در روش ساخت انفرادی آن‌ها توسط دانش‌آموزان و کمترین تأثیر آن، در روش ارائه نقشه مفهومی معلم ساخته به هنگام تدریس است.

کلیدواژه‌ها: نقشه مفهومی، پیش‌سازمان‌دهنده، پیشرفت تحصیلی، یادگیری معنادار، شناخت‌گرایی، ساخت‌گرایی

مقدمه

بسیاری از شیوه‌های آموزش مورد قبول، متأثر از روش‌های تدریس در گذشته و مبتنی بر دیدگاه‌های سنتی رفتارگرایانه هستند که اساساً تدریس را بیان و عرضه واقعیت‌ها و

اطلاعات بـــه دانش‌آموزان قلمداد می‌کنند درســـت مثل پر کردن یـــک لیوان خالی. با اینکه روش‌هـــای مزبور در ایجاد تبحر در مهارت‌های ســـطح پایین که در بسیاری از آزمون‌ها سنجیده می‌شوند، موفق عمل کرده‌اند، اما عموماً در پرورش دانش و توانایی‌هایی که دانش‌آموزان برای زندگی روزانه خود نیاز دارند ناموفق بوده‌اند (آقازاده، ۱۳۸۴) اگر هدف مورد نظر در آموزش به‌کارگیری مهارت‌های فکری ســـطح بالا و تفکر انتقادی و حل مســـئله، درک و فهم علت و معلول اندیشه‌ها یا اعمال و درگیری کامل با محتوای یادگیری باشـــد، الگوی رفتارگرایانه کاربردی نخواهد داشـــت و باید در جست‌وجوی الگویی دیگر بود. (شعبانی، ۱۳۸۲)

برخلاف این الگوی تدریس، برداشـــت‌های جدیدتر درباره نحوه یادگیری افـــراد، مفهومی از تدریس را ارائه می‌دهد که بر پرورش دانش‌آموزان فکور تأکیـــد می‌ورزد، دانش‌آموزانی که توان شـــناخت و استفاده از آموخته‌های خود را دارند. این مفهوم «ســـاخت‌گرایی» نامیده می‌شـــود. چون یادگیری را فرایندی پویا و درونی در نظر می‌آورد که طی آن دانش‌آموزان به شـــکلی فعال و با ارتباط دادن اطلاعات جدید به آنچه که آموخته‌اند دســـت به ساخت دانش می‌زنند. (آقازاده، ۱۳۸۴) تأکید مفاهیم نوین یادگیری بیشتر بر پرورش توانایی تحلیل و حل مســـائل در دانش‌آموزان است تا اینکه از آن‌ها بخواهد برنامه درســـی را به نحو احسن پوشـــش دهند. طبق نظریه ساخت‌گرایی، پشتوانه یادگیری، تجربه‌های مختلف و تعاملات اجتماعی است نه تمرین‌های نامنظم و از بر کردن طوطی‌وار. چون، اصول ســـاخت‌گرایی بر پایه آگاهی از یادگیری استوار اســـت، پس این اصول نقطه آغاز خوبی برای تلاش در جهت بهبود مدارس، با هـــدف حمایت از دانش‌آموزان برای تبدیل آنان به متفکران خلاق و حل‌کنندگان مسائل است. (فردانش، ۱۳۸۲) روش آموزش مبتنی بر ساخت‌گرایی دانش‌آموزمحور است و در آن بیشتر، فرایندهای یادگیری و تفکر مورد توجه است، تا فراورده‌های آن. (احمدی، ۱۳۸۰)

یک طراح محیط‌های یادگیری ســـاخت‌گرا باید ســـاختار فعالیت‌هـــای لازم بـــرای حل مســـائل را برای شناســـایی فراگردهایـــی که نیاز به ارائه تصویـــری دارند، تجزیه‌وتحلیل کند و چگونگی دستکاری این تصاویر برای آزمودن الگوهای ذهنی دانش‌آموز از پدیده مورد نظر را پیش‌بینی کند. وقتی دانش‌آموز به مطالعه یک پدیده می‌پردازد باید به درک خود از آن پدیده شـــکل دهد. ابزارهای الگوسازی، چهارچوب‌های بازنمایـــی دانش اســـت که نحـــوه تفکـــر، تجزیه‌وتحلیل و سازماندهی پدیده به وســـیله دانش‌آموز را محدود می‌سازد و محیطی بـــرای رمزگردانی فهم دانش‌آموزان از آن پدیده‌ها فراهم می‌آورد و به دانش‌آموز برای پاســـخگویی به «چه چیز می‌دانم» و «چه معنی دارد» کمک می‌کند. ســـاخت الگو از پدیده‌های جهـــان واقعی، در مرکز تفکر علمـــی قرار دارد و مستلزم فعالیت‌های گوناگون ذهنی مانند طراحی، جمع‌آوری داده‌ها، ســـنجش اطلاعات، تصویرسازی داده‌ها، الگوسازی و گزارش اســـت. فرایند ایجاد توانایی الگوسازی از یک پدیده نیازمند تعریف الگو، به‌کارگیـــری الگو برای فهم یک پدیده، خلق یک الگو از راه بازنمایی پدیده‌های جهان واقعی، بر قرار کردن رابطه بین اجزای آن و سرانجام تجزیه‌وتحلیل الگو برای تعیین قدرت بازنمایی جهان واقعی است. (فردانش، ۱۳۸۲)

بیان مسئله و ضرورت تحقیق

یکی از رویکردهای جدید آموزشی که ارتباط بسیار نزدیک با فلسفه ســـاخت‌گرایی دارد اســـتفاده از نقشه مفهومی در مرحله‌های مختلـــف آموزش از طرح و تهیه محتوی و برنامه درسی گرفته تا مرحله اجرا و ارزشیابی آن است. (سان، ۲۰۰۴ و مارنگوس، ۲۰۰۰)

با توجـــه به اینکه کتاب‌های درســـی یکـــی از عمده‌ترین شـــکل‌های ارائه آموزش در تمام ســـطوح تحصیلی است، از جمله روش‌های یادگیـــری و یادآوری محتـــوی کتاب‌های درسی، تعیین نکته‌های اصلی و برقرار کردن ارتباط بین این نکته‌هاســـت. عمل سازماندهی متون برای دست یافتن به دو هـــدف انتخاب اطلاعات به منظور انتقـــال به حافظه فعال و ســـپس اتصال بین اطلاعات مزبور انجام می‌شود. نقشه‌های مفهومی نشـــانگر روش‌های تفکر و درک ما و نیز شـــاخصی از دیدگاه‌های مـــا دربارهٔ آگاهی‌هایمـــان و رابطهٔ بین آن‌ها هستند. نقشه مفهومی برگرفته از مفهوم پیش سازمان‌دهنده، در نظریه یادگیری معنادار کلامی آزوبل اســـت و اســـتفاده از آن را نخســـتین بار نواک در اوایـــل دهه ۱۹۸۰ میلادی به عنوان راهبردی آموزشـــی آغاز کرد. در نقشه مفهومی بر نقش دانش قبلی فراگیر بر یادگیری‌های معنادار بعدی تأکید بسیار می‌شود. براساس نظریه آزوبل مهم‌ترین عامل مؤثر در یادگیری، یادگیری‌های قبلی هستند.

یادگیری معنـــادار زمانی رخ می‌دهد که شـــخص آگاهانه دانش جدید را به مطالبی که از پیش می‌دانســـته است، ربط دهد. به همین جهت اســـت که یادگیری معنادار از یادداری و قدرت تعمیم بیشـــتری نســـبت به یادگیـــری غیرمعنادار یا حفظی برخوردار اســـت که به آســـانی و ســـریع فراموش می‌شود. در یادگیری غیرمعنادار اطلاعات صرفاً بدون ارتباط با ساختارشـــناختی به حافظه سپرده می‌شود. در واقع نقشه مفهومی بازنمایی تجسمی روابط معنادار میان مفاهیم است. (مصرآبادی و همکاران، ۱۳۸۴)

نقشـــهٔ مفهومی و رســـم آن، یکی از روش‌های سازماندهی محتوی دروس آموزشـــی اســـت و ابزاری مفید برای بهبود بخشـــیدن به یادگیـــری معنادار و پردازش اطلاعات اســـت.

بسیاری از شیوه‌های آموزش مورد قبول، متأثر از روش‌های تدریس در گذشته و مبتنی بر دیدگاه‌های سنتی رفتارگرایانه هستند که اساساً تدریس را بیان و عرضهٔ واقعیت‌ها و اطلاعات به دانش‌آموزان قلمداد می‌کنند

علاوه بر تسهیل پردازش اطلاعات، نقشه‌های مفهومی با ارائه نمایی کامل از محتوی آموختنی به یادگیرندگان کمک می‌کند تا جزئیات درس را بهتر درک کنند. (اندرسن و الومی، ۱۳۸۵) فرایند ساخت نقشه مفهومی نسبتاً ساده است. نقشه مفهومی از مفاهیم مرتبط با یک موضوع و جملات ارتباطی یا گزاره‌ها تشکیل شده است. مفاهیم به شکل هرمی مرتب شده و ارتباط آن‌ها از بالا به پایین و یا از پهلو به پهلو مشخص می‌شود. (بیتز، ۱۹۹۸)

با وجود شواهد پژوهش‌های خارجی و داخلی که حکایت از برتری استفاده از انواع نقشه‌های مفهومی (به شیوه فردی یا گروهی یا معلم ساخته) نسبت به شیوه‌های مرسوم آموزشی دارد، هنوز در نظام آموزشی ما بجز مواردی انگشت‌شمار، گام مؤثری برای کاربست این راهبرد برداشته نشده است. از آنجا که آموزش فیزیک در مقطع متوسطه نیز نیاز به استفاده از راهبردهای نوین آموزش برای یادگیری معنادار در دانش‌آموزان دارد و از طرفی آنان مشکلات بسیاری در یادگیری عمیق و معنادار مفاهیم پایه‌ای فیزیک و برقراری ارتباط بین آموخته‌هایشان در این مقطع دارند، باید در تدریس این درس از روش‌هایی استفاده شود که باعث تسهیل یادگیری معنادار و ساخت دانش جدید توسط دانش‌آموزان گردد. با توجه به اهمیت روزافزون این علم در همه بخش‌های زندگی انسان، توجه جدی به آموزش مناسب و اثربخش آن از اهمیت زیادی برخوردار است.

مطالعه فیزیک به استفاده از فرمول‌ها و معادله‌های ریاضی و برقراری رابطه بین سطح درک و دانش ارائه شده نیاز دارد. اگر آموزگار بدون توجه در طی تدریس، از سطحی به سطح دیگر برود، نتیجه آن عدم توانایی دانش‌آموزان در درک سطوح مختلف یک مفهوم خواهد بود. یکی از راه‌هایی که آموزگاران برای کمک به دانش‌آموزان در درک مفاهیم فیزیک می‌توانند مورد استفاده قرار دهند، نقشه مفهومی است. نقشه مفهومی یک ابزار کمک‌آموزشی است که ارتباطات، روابط و توالی مفاهیم را به شیوه‌ای واضح ارائه می‌کند. این کار گسترش و تعمیق دانش، طریقه درک روابط و رسیدن از یک رابطه به رابطه‌ای دیگر را به شاگردان می‌آموزد. (داوسون، ۱۹۹۳ و رجیس و همکاران ۱۹۹۶). گسترش نظریه‌های شناختی و افزایش درک پژوهشگران از چگونگی یادگیری دانش‌آموزان، تبیین سطوح گوناگون سواد شیمی و افزایش درک عمومی از علوم سبب شده است تا کارشناسان برنامه‌ریزی درسی، ضرورت بازاندیشی در آموزش شیمی را امری اجتناب‌ناپذیر پندارند. (بدریان و عبدی‌نژاد، ۱۳۸۷)

در رویکردهای نوین یادگیری، با درگیر کردن دانش‌آموزان در فعالیت‌های یادگیری فردی و یا گروهی زمینه برای یادگیری روش‌های یادگیری فراهم می‌آید و دانش‌آموزان خود متناسب با نیاز و علاقه، دانش لازم را به‌دست می‌آورند. امروزه ارتقای یادگیری معنی‌دار یکی از اهداف اصلی آموزش است و آن را عاملی مهم در ارتقای تفکر خلاق، تفکر انتقادی و توانایی حل مسئله در فراگیران می‌دانند. (چولارو و دیبیکر، ۲۰۰۴؛ کاستوویچ و همکاران، ۲۰۰۷).

همه این مسائل باعث شد تا در این تحقیق تأثیر استفاده از انواع نقشه‌های مفهومی (پیش‌ساخته توسط معلم و تهیه شده توسط دانش‌آموزان به صورت فردی و گروهی) در تدریس فیزیک بر میزان پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان به صورت نیمه‌تجربی بررسی شود و مقایسه‌ای با روش‌های تدریس معمول در کلاس درس به عمل آید، تا با استفاده از نتایج آن گامی در جهت به کار بستن این راهبرد آموزشی در تدریس فیزیک برداشته شود و زمینه برای ایجاد یادگیری معنادار و پایه‌ریزی تفکر انتقادی و پیشرفت تحصیلی بیشتر در دانش‌آموزان مهیا شود.

فرضیه‌های تحقیق

فرضیه‌های این تحقیق عبارت‌اند از:

فرضیه اول: بین نمره‌های پیشرفت تحصیلی فیزیک دانش‌آموزان با استفاده از نقشه‌های مفهومی و بدون آن تفاوت وجود دارد.

فرضیه دوم: بین نمره‌های پیشرفت تحصیلی فیزیک دانش‌آموزان با استفاده از نقشه‌های مفهومی ساخته شده توسط معلم و تهیه شده به صورت انفرادی توسط دانش‌آموزان تفاوت وجود دارد.

فرضیه سوم: بین نمره‌های پیشرفت تحصیلی فیزیک دانش‌آموزان با استفاده از نقشه‌های مفهومی تهیه شده به صورت فردی و گروهی توسط دانش‌آموزان تفاوت وجود دارد.

تعریف متغیرها و اصطلاحات تحقیق

نقشه مفهومی: بازنمایی تجسمی روابط معنادار میان مفاهیم و یک شکل دو بعدی که نمایانگر ساختار مفاهیم موجود در یک موضوع درسی است (نواک، ۱۹۹۱).

مفهوم: دستگاهی از بازتاب‌های آموخته شده است که ما را به سازمان دادن و تفسیر و تأویل داده‌ها و اطلاعات قادر می‌سازد. (برنارد لاول، ۱۳۶۸).

پیش‌سازمان‌دهنده: مطالبی است کلی و انتزاعی که به معلومات و دانسته‌های قبلی دانش‌آموز مربوط بوده و قبل از ارائه درس جدید به وسیله معلم بیان می‌شود (صفوی، ۱۳۸۴).

پیشرفت تحصیلی: میزان پیشرفت یادگیرندگان در رسیدن به هدف‌های آموزشی و یادگیری مطالب درسی است. (سیف، ۱۳۷۶)

یادگیری معنادار: یادگیریی است که در آن شخص آگاهانه دانش جدید را به مطالبی که از پیش می‌دانسته است، ربط می‌دهد. یادگیری معنادار از یادسپاری و قدرت تعمیم بالایی برخوردار است. (سیف، ۱۳۷۹)

روش تحقیق

روش تحقیق در این پژوهش از نوع نیمه‌تجربی با پیش‌آزمون و پس‌آزمون همراه با گروه شاهد بود. جامعه آماری این پژوهش شامل دانش‌آموزان دختر دهم تجربی از ۴ مدرسه بودند. در هر کلاس یکی از چهار روش (شاهد، معلم ساخته، فردی و گروهی) به اجرا درآمد.

جدول ۱. توزیع نمونه‌های آماری

نام دبیرستان‌های انتخاب شده	تعداد دانش‌آموزان دوم تجربی
سکینه حسن‌آبادی (شاهد)	۱۵
نمونه نرجس (معلم ساخته)	۱۷
نجمه زهک (فردی)	۲۹
خدیجه کبری (گروهی)	۲۸

طرح تحقیق و روش اجرا

این پژوهش با سه گروه تجربی و یک گروه کنترل (شاهد) در پایه دوم تجربی مقطع متوسطه طبقه جدول زیر در چهار گروه آزمایشی انتخابی الف، ب، ج و د اجرا شد.

جدول ۲. طرح تحقیق

گروه الف (شاهد)	پیش‌آزمون	ارائه درس به روش معمولی بدون نقشه مفهومی	پس‌آزمون
گروه ب (تجربی ۱)	پیش‌آزمون	ارائه درس با نقشه مفهومی معلم‌ساخته	پس‌آزمون
گروه ج (تجربی ۲)	پیش‌آزمون	ارائه درس با تهیه نقشه مفهومی دانش‌آموزی فردی	پس‌آزمون
گروه د (تجربی ۳)	پیش‌آزمون	ارائه درس با تهیه نقشه مفهومی دانش‌آموزی گروهی	پس‌آزمون

بعد از هماهنگی‌های لازم و انتخاب تصادفی روش تدریس برای هر گروه، جلسه‌های آموزشی براساس طرح تحقیق پیش‌بینی طرح درس‌های محقق ساخته آغاز شد. این پژوهش در طول پنج مرحله به اجرا درآمد که این مراحل به ترتیب عبارت بودند از:

۱. پیش‌آزمون: پس از انجام مراحل مقدماتی تدریس، به منظور ارزشیابی اولیه از آموخته‌های قبلی، در مورد موضوع مورد بحث در کلاس درس، دانش‌آموزان در گروه‌های تحقیق به‌وسیله یک پیش‌آزمون معلم ساخته که پرسش‌های آن توسط پژوهشگر طراحی و روایی محتوایی آن، مورد تأیید قرار گرفت. پایایی آن نیز از طریق اجرا بر روی گروه نمونه و روش دو نیمه کردن با تعیین ضریب پایایی اسپیرمن - براون ۰/۸۹ محاسبه شد و به صورت کتبی مورد سنجش قرار گرفت.

۲. آمادگی و ایجاد انگیزه: معلم با صحبت در مورد درس فیزیک دهم در مبحث اندازه‌گیری و اهمیت یادگیری آن از دانش‌آموزان درخواست کرد که به دنبال تاریخچه اندازه‌گیری در شهر و کشور باشند تا واحدهای قدیمی نیز مورد بررسی قرار گیرد.

۳. ارائه تدریس: در این مرحله، تدریس، طبق چهار الگوی طرح درس طراحی شده، در چهار گروه به چهار روش مختلف به صورت زیر توسط پژوهشگر انجام شد:

- گروه اول به‌عنوان گروه کنترل (شاهد) در نظر گرفته شد، این دانش‌آموزان طبق روش‌های معمول در کلاس درس فیزیک و بدون استفاده از نقشه مفهومی، با روش سخنرانی و پرسش و پاسخ تحت آموزش قرار گرفتند.
- در گروه دوم به‌عنوان گروه تجربی ۱ تدریس فیزیک از طریق ارائه نقشه‌های مفهومی پیش‌ساخته توسط معلم (محقق) انجام شد.
- گروه سوم به‌عنوان گروه تجربی ۲ پس از دریافت هر بخش از تدریس توسط معلم، به صورت فردی اقدام به طراحی نقشه‌های مفهومی از آن بخش از درس بر روی کاغذ کردند و آن را به معلم تحویل دادند. تا انتهای ارائه تدریس توسط معلم، دانش‌آموزان در مجموع سه بار اقدام به ترسیم نقشه‌های مفهومی بر روی کاغذ کردند و آن‌ها را به ترتیب تحویل دادند.
- گروه چهارم به عنوان گروه تجربی ۳ پس از دریافت هر بخش از تدریس توسط معلم، به صورت گروهی و پس از انجام مشورت، اقدام به طراحی نقشه‌های مفهومی از آن بخش از درس بر روی کاغذ کردند و هر گروه یک سری نقشه مفهومی از آن بخش به معلم تحویل دادند. در مجموع در کل تدریس، هر گروه سه بار اقدام به ترسیم نقشه‌های مفهومی گروهی کردند و آن‌ها را به ترتیب به معلم تحویل داد. (لازم به ذکر است قبل از اجرای تدریس در گروه‌های تجربی دانش‌آموزان هر سه کلاس در مورد نقشه‌های مفهومی، انواع آن‌ها و روش ترسیم‌شان آموزش و تمرین داده شدند.)

۴. جمع‌بندی درس و رفع اشکال: در این قسمت معلم با توجه به روش تدریس در هر گروه و با توجه به فرصت موجود اقدام به مرور درس و بررسی اشکالات دانش‌آموزان و پاسخ‌گویی به آنان کرد.

برداشت‌های جدیدتر دربارهٔ نحوهٔ یادگیری افراد، مفهومی از تدریس را ارائه می‌دهد که بر پرورش دانش‌آموزان فکر و تأکید می‌ورزد؛ دانش‌آموزانی که توان شناخت و استفاده از آموخته‌های خود را دارند. این مفهوم «ساخت‌گرایی» نامیده می‌شود

- در گروه شـــاهد: با پرسش و پاســـخ و جمع‌بندی به روش سخنرانی
- در گروه تجربی ۱ (ارائه نقشه مفهومی معلم‌ساخته): با مرور مجدد نقشه‌های ارائه شده و پرسش و پاسخ
- در گـــروه تجربی ۲ (تهیه نقشـــه‌های مفهومـــی فردی): با بررســـی نقشـــه‌های فردی دانش‌آموزان و رفع اشـــکالات و کج‌فهمی‌های عمده موجود در این نقشه‌ها با توضیح و رسم نقشه‌های درست بر روی تابلو
- در گـــروه تجربی ۳ (تهیه نقشـــه‌های مفهومی گروهی): با بررسی نقشه‌های گروهی دانش‌آموزان و رفع اشکالات موجود در نقشـــه‌ها به صورت گروهی با مدیریت و توضیح معلم و در آخر رسم نقشه‌های مفهومی درست بر روی تابلو

۵. پس‌آزمون: در پایان هر جلسه آموزشی به منظور اندازه‌گیری پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان، از هر گروه، پس‌آزمون به صورت کتبی به عمل آمد. سپس پیش‌آزمون‌ها و پس‌آزمون‌های متعلق به هر گروه، طبق بارم از پیش تعیین شده تصحیح و نمره‌گذاری شد و نتایج این آزمون‌ها در هر گروه به طور جداگانه ثبت شده، فهرســـت نمره‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون، تهیه شده و مورد تجزیه‌وتحلیل‌های آماری قرار گرفت.

یافته‌های تحقیق

تجزیه‌وتحلیل اطلاعات در این پژوهش در دو سطح توصیفی و استنباطی صورت گرفت. در سطح توصیفی از مشخصه‌های آمـــاری نظیر فراوانی و میانگین و انحراف معیار و در ســـطح آمار استنباطی از آزمون t مستقل، t وابسته و تحلیل واریانس یک طرفه استفاده شد. آزمون t مستقل برای مقایسه زوجی گروه‌های تحقیق در رابطه با نتایج آزمون‌ها و آزمون t وابسته برای مقایسـه نمره‌های پیش‌آزمون‌ها و پس‌آزمون‌ها در هر گروه پژوهش مورد اســـتفاده قرار گرفت. از تحلیل واریانس یک‌طرفه به منظور بررســـی همگنی گروه‌های تحقیق از نظر معدل کلاســـی نوبت اول استفاده شد. (برای تمام محاسبات آماری نرم‌افزار SPSS۱۵ مورد استفاده قرار گرفت.)

جدول ۳. مقایسه میانگین معدل کلاسی نوبت اول در گروه‌های مورد مطالعه

	میانگین	انحراف‌معیار	F	P
شاهد	۱۶/۴۱	۲/۲۶	۱/۱۸	/۳۲۱
فردی	۱۵/۹۲	۲/۳۲		
معلم‌ساخته	۱۷/۲۲	۲/۱۳		
گروهی	۱۶/۶۱	۲/۰۳		

یافته‌های جدول (۳) نشـــان داد f مشـــاهده شـــده برابر با ۱/۱۸ است که در سطح P≤۰/۵۰ معنی‌دار نبود، یعنی تفاوت مشاهده شده بین میانگین‌ها از لحاظ آماری معنادار نیست، بنابراین بین میانگین معدل کلاسی نوبت اول در چهار گروه مورد مطالعه تفاوت معناداری وجود ندارد.

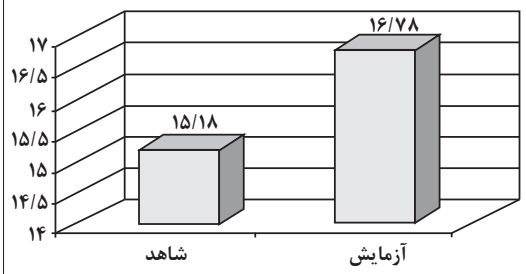
فرضیه اول:

۱. بین نمره‌های پیشرفت تحصیلی فیزیک دانش‌آموزان با استفاده از نقشه‌های مفهومی و بدون آن تفاوت وجود دارد.

جدول ۴. مقایسه میانگین نمره پیشرفت تحصیلی با استفاده از نقشه‌های مفهومی و بدون آن

گروه‌ها	میانگین	انحراف‌معیار	T	P
شاهد	۱۵/۱۸	۲/۹۵	۲/۲۰	۰/۰۳۰
آزمایش (سه گروه)	۱۶/۷۸	۲/۴۶		

براســـاس یافته‌های جدول (۴) T مشاهده شده ۲/۲۰ است که در ســـطح P≤۰/۵۰ معنی‌دار است. بنابراین بین میانگین نمره‌های پیشرفت تحصیلی فیزیک دانش‌آموزان با استفاده از نقشـــه‌های مفهومی و بدون آن تفاوت وجود دارد، و میانگین نمره‌های پیشرفت تحصیلی در گروه‌های تجربی که به نحوی از نقشه مفهومی استفاده کرده‌اند بیشتر از گروه شاهد است کـــه تدریس فیزیـــک در آن به روش معمول و بدون نقشـــه مفهومی انجام شده است.



نمودار۱. نمودار ســـتونی مقایسه میانگین نمره پیشرفت تحصیلی با استفاده از نقشه‌های مفهومی و بدون آن

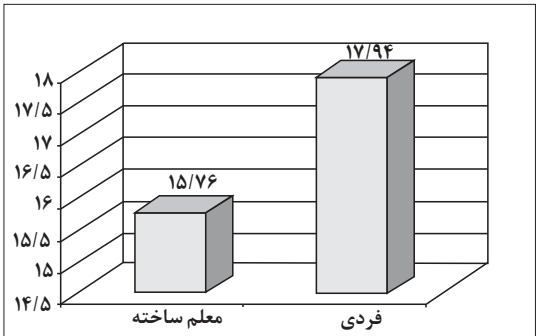
فرضیه دوم:

۲. بین نمره‌های پیشرفت تحصیلی فیزیک دانش‌آموزان با استفاده از نقشه‌های مفهومی ساخته شده توسط معلم و تهیه شده به صورت انفرادی توسط دانش‌آموزان تفاوت وجود دارد.

جدول ۵. مقایسه میانگین نمرات پیشرفت تحصیلی، با استفاده از نقشه‌های مفهومی معلم ساخته و تهیه شده فردی

گروه‌ها	میانگین	انحراف معیار	T	P
معلم ساخته	۱۵/۷۶	۲/۱۷	۳/۱۹	۰/۰۰۳
تهیه‌شده فردی	۱۷/۹۴	۲/۰۷		

براساس یافته‌های جدول (۵)، T مشاهده شده ۳/۱۹ است که در سطح P≤۰/۵۰ معنی‌دار است. بنابراین بین میانگین نمره‌های پیشرفت تحصیلی فیزیک دانش‌آموزان با استفاده از نقشه‌های مفهومی ساخته شده توسط معلم و تهیه شده به صورت انفرادی توسط دانش‌آموزان تفاوت وجود دارد، و میانگین نمره‌های پیشرفت تحصیلی در گروه تهیه فردی نقشه مفهومی بیشتر از گروه ارائه نقشه‌های معلم‌ساخته است و تفاوت بین این میانگین‌ها معنی‌دار است.



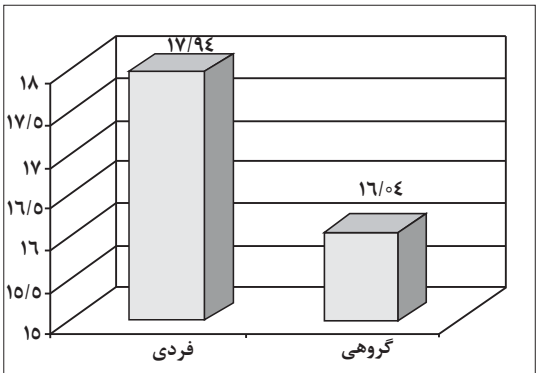
نمودار ۲. نمودار ستونی مقایسه میانگین نمره‌های پیشرفت تحصیلی با استفاده از نقشه‌های معلم‌ساخته و تهیه شده فردی

۳. بین نمره‌های پیشرفت تحصیلی فیزیک دانش‌آموزان با استفاده از نقشه‌های مفهومی تهیه شده به صورت فردی و گروهی توسط دانش‌آموزان، تفاوت وجود دارد.

جدول ۶. مقایسه میانگین نمرات پیشرفت تحصیلی با استفاده از نقشه‌های مفهومی تهیه شده فردی و گروهی

گروه‌ها	میانگین	انحراف معیار	T	P
تهیه شده فردی	۱۷/۹۴	۲/۰۷	۳/۰۴	۰/۰۰۴
تهیه شده گروهی	۱۶/۰۴	۲/۵۴		

براساس یافته‌های جدول (۶)، T مشاهده شده ۳/۰۴ است که در سطح P≤۰/۵۰ معنی‌دار است. بنابراین بین میانگین نمره‌های پیشرفت تحصیلی فیزیک دانش‌آموزان با استفاده از نقشه‌های مفهومی تهیه شده به صورت فردی و گروهی توسط دانش‌آموزان، تفاوت وجود دارد. میانگین نمره‌های پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان با استفاده از نقشه‌های مفهومی در گروهی که این نقشه‌ها را به صورت فردی تهیه کرده‌اند، بیشتر از میانگین نمره‌های پیشرفت تحصیلی در گروهی است که نقشه‌های مفهومی را به صورت گروهی تهیه کرده‌اند و تفاوت بین این میانگین‌ها از نظر آماری معنی‌دار است.



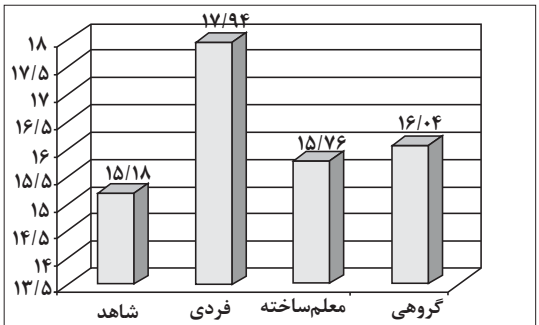
نمودار ۳. نمودار ستونی مقایسه میانگین نمره‌های پیشرفت تحصیلی با استفاده از نقشه‌های تهیه شده فردی و گروهی

مقایسه میانگین نمرات پس‌آزمون‌ها در چهار گروه

جدول ۷. مقایسه میانگین نمره‌های پس‌آزمون پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان در درس فیزیک بر حسب نوع روش تدریس

گروه‌ها	میانگین	انحراف معیار
شاهد	۱۵/۱۸	۲/۹۵
فردی	۱۷/۹۴	۲/۰۷
معلم‌ساخته	۱۵/۷۶	۲/۱۷
گروهی	۱۶/۰۴	۲/۵۴

با توجه به جدول (۷) میانگین نمره‌های پیشرفت تحصیلی در گروه تهیه فردی نقشه مفهومی، از همه بیشتر و میانگین نمره‌های پیشرفت تحصیلی در گروه شاهد از همه کمتر شده است. میانگین نمره‌های پیشرفت تحصیلی در سه گروهی که به نحوی از نقشه‌های مفهومی استفاده کرده‌اند، بیشتر از میانگین این نمره‌ها در گروه شاهد است که در آن، از نقشه‌های مفهومی استفاده نشده است.



نمودار ۴. نمودار ستونی مقایسه میانگین نمره‌های پس‌آزمون پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان بر حسب نوع تدریس

یک طراح محیط‌های یادگیری ساخت‌گرا باید ساختار فعالیت‌های لازم برای حل مسائل را برای شناسایی فراگردهایی که نیاز به ارائه تصویری دارند تجزیه‌وتحلیل کند

بحث و بررسی فرضیه‌های پژوهش

فرضیه اول: بین نمره‌های پیشرفت تحصیلی فیزیک دانش‌آموزان با استفاده از نقشه‌های مفهومی و بدون آن تفاوت وجود دارد. نتیجهٔ به‌دست آمده حاکی از این است که میانگین نمره‌های سه گروه تجربی این پژوهش که در آموزش آن‌ها به نوعی از نقشه‌های مفهومی استفاده شده است، بیشتر از گروهی است که آموزش فیزیک را به روش معمول در کلاس درس، دریافت کرده‌اند. این یافتهٔ پژوهش با نتایج تحقیق پارسا یکتا و همکاران (۱۳۸۲) و رحمانی و همکاران (۱۳۸۶) در رابطه با استفاده از نقشه مفهومی در تدریس، همسویی دارد.

فرضیه دوم: بین نمره‌های پیشرفت تحصیلی فیزیک دانش‌آموزان با استفاده از نقشه‌های مفهومی ساخته شده توسط معلم و تهیه شده به صورت انفرادی توسط دانش‌آموزان تفاوت وجود دارد. میانگین نمره‌های پس‌آزمون گروه نقشه‌های مفهومی معلم‌ساخته، ۱۵/۷۶ و گروه نقشه‌های مفهومی تهیه شده فردی، ۱۷/۹۴ بوده است، یعنی میانگین نمره‌های پس‌آزمون درس فیزیک دانش‌آموزان دختر پایه دهم، که در حین تدریس اقدام به تهیه نقشه‌های مفهومی به صورت فردی کرده‌اند، بیشتر از دانش‌آموزانی است که مفاهیم درسی را به صورت نقشه‌های مفهومی از پیش طراحی شده توسط معلم، دریافت کرده‌اند. نتیجه به دست آمده حاکی از این است که ساخت انفرادی نقشه‌های مفهومی توسط دانش‌آموزان در حین تدریس مفاهیم درس فیزیک، نسبت به ارائه درس با نقشه‌های مفهومی از پیش ساخته شده توسط معلم، تأثیر بیشتری بر عملکرد دانش‌آموزان و پیشرفت تحصیلی آنان دارد. این یافته با نتایج تحقیق مصرآبادی و همکاران (۱۳۸۴) همسو است.

فرضیهٔ سوم: بین نمره‌های پیشرفت تحصیلی فیزیک دانش‌آموزان با استفاده از نقشه‌های مفهومی تهیه شده به صورت فردی و گروهی توسط دانش‌آموزان تفاوت وجود دارد. میانگین نمره‌های پس‌آزمون در گروه نقشه مفهومی تهیه شدهٔ فردی، ۱۷/۹۴ و در گروه نقشه مفهومی تهیه شده به صورت گروهی، ۱۶/۰۴ بوده است، یعنی میانگین نمرات پس‌آزمون درس فیزیک دانش‌آموزان دختر پایهٔ دهم، که در حین تدریس اقدام به تهیه نقشه‌های مفهومی به صورت فردی کرده‌اند، بیشتر از دانش‌آموزانی است که در حین تدریس نقشه مفهومی مشارکتی (گروهی) تهیه کرده‌اند. نتیجهٔ این تحقیق با نتایج تحقیقات هوای (۱۹۹۷) و مصرآبادی و همکاران (۱۳۸۴) همسو است.

بحث و نتیجه‌گیری نهایی

با مقایسهٔ میانگین نمره‌های پس‌آزمون‌ها در چهار گروه شاهد، فردی، معلم‌ساخته و گروهی این نتیجه به دست می‌آید که بالاترین میانگین مربوط به گروه تهیه فردی نقشه مفهومی و پایین‌ترین میانگین مربوط به گروه شاهد است که در آن تدریس به روش معمول در کلاس‌های درس انجام شده است. پس از گروه فردی، بالاترین میانگین مربوط به گروهی است که دانش‌آموزان در آن اقدام به تهیه نقشه مفهومی گروهی کرده‌اند و گروه نقشه مفهومی معلم‌ساخته، بعد از گروه تهیه گروهی نقشه مفهومی بالاترین میانگین را داراست. این نتیجه نشان می‌دهد که:

۱. ارائه و ساخت نقشه‌های مفهومی باعث پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان شده است و تأثیر استفاده از شیوهٔ تهیه و ارائه نقشه مفهومی بر عملکرد دانش‌آموزان بیشتر از روش‌های معمول در کلاس درس است.

۲. بیشترین تأثیر استفاده از نقشه‌های مفهومی بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان زمانی است که این نقشه‌ها توسط خود دانش‌آموزان تهیه شوند. با توجه به تفاوت در سبک‌های یادگیری دانش‌آموزان و تفاوت‌های فردی در آنان، این نوع ترسیم نقشه مفهومی به هر دانش‌آموز کمک می‌کند، تا از عملکردهای شناختی سطح بالا مانند تحلیل، ترکیب و ارزشیابی به‌طور مداوم استفاده کند، شیوه‌های نادرست فکری‌اش را اصلاح و بهترین راهبرد یادگیری را با توجه به موقعیت یادگیری‌اش انتخاب کند.

۳. از بین دو شیوهٔ ساخت گروهی و ساخت فردی نقشه مفهومی، تهیه فردی نقشه‌ها توسط دانش‌آموزان تأثیر بیشتری بر عملکرد تحصیلی آنان دارد. ساخت نقشه‌های مفهومی گروهی توسط دانش‌آموزان در حین تدریس، باعث برقراری ارتباط اجتماعی بین دانش‌آموزان و ساخت فعالانه دانش توسط آنان می‌شود و تعامل و گفت‌وگو بین دانش‌آموزان و معلم به آسانی صورت می‌گیرد.

۴. استفاده از نقشه مفهومی معلم‌ساخته در تدریس بیشتر نقش ابزار کمک‌آموزشی و پیش‌سازمان‌دهنده در کلاس درس را دارد و باعث پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان می‌شود و به معلمان در طراحی و برنامه‌ریزی درسی و اجرای مراحل تدریس کمک می‌کند و باعث شکل‌دهی نظام درستی از مفاهیم در ذهن دانش‌آموزان می‌شود.

۵. همچنین معلمان با استفاده از روش تهیه نقشه مفهومی می‌توانند حجم وسیعی از اطلاعات را در یک یا چند نقشه مفهومی به صورت ساده‌تر نشان دهند و با اتلاف وقت کمتر

نسبت به روش‌های سنتی در مدارس با سازماندهی اطلاعات در ذهن دانش‌آموزان، آن‌ها را در رسیدن به سطوح عالی تفکر انتزاعی و حل مسئله یاری دهند.

البته باید توجه داشت: استفاده از راهبردهای نوین آموزشی از جمله شیوه ترسیم نقشه‌های مفهومی، در صورتی مفید و مثمرثمر خواهد بود که عوامل گوناگونی مانند میزان آگاهی، تسلط، قدرت رهبری، احساس نیاز، علاقه و رغبت معلم به استفاده از این راهبردها و میزان آگاهی و اطلاعات قبلی و ویژگی‌هایی مانند سن، تعداد و همگن بودن فراگیران و همین‌طور موضوع و حجم مطالب درسی، اهداف و محتوای آموزشی، امکانات و شرایط فیزیکی محیط‌های آموزشی، موقعیت‌های زمانی و مکانی، کادر مدیریت و همکاری‌های لازم از طرف آنان و میزان آگاهی و توجیه والدین و دانش‌آموزان مورد توجه کامل قرار گیرد. زیرا این عوامل هر یک به نحوی در شکست یا موفقیت استفاده از این راهبردها در تدریس مؤثر است.

پیشنهادها

- برگزاری دوره‌های ضمن خدمت برای دبیران، در رابطه با آشنایی بیشتر با نظریه‌های یادگیری و راهبردهای نوین آموزشی از جمله، سازماندهی مطالب و ضرورت توجه به این راهبردها در کنار تدریس.
- برگزاری دوره‌های ضمن خدمت برای دبیران در رابطه با کاربرد نقشه‌های مفهومی در قسمت‌های مختلف تدریس (طراحی، برنامه‌ریزی، تدریس و ارزشیابی) و انواع آن‌ها و آشنایی با بسته‌های نرم‌افزاری موجود برای طراحی و ترسیم این نقشه‌ها با رایانه.
- طراحی و اجرای عملی نمونه‌هایی از تدریس با انواع نقشه‌های مفهومی در مجامع عمومی دبیران فیزیک.
- قرار دادن یک نقشه مفهومی ساختاری در ابتدای هر بخش از کتاب فیزیک در مورد عنوان‌ها و زیرعنوان‌های مورد بحث در آن بخش و قرار دادن نقشه‌های مفهومی ناقص در تمرینات موجود در هر بخش برای تکمیل توسط دانش‌آموزان به صورت فردی یا گروهی.
- ترسیم یک نقشه مفهومی از نکته‌های مورد بحث در ابتدای تدریس در کلاس درس، توسط دبیران فیزیک به عنوان یک پیش‌سازمان‌دهنده.

منابع فارسی

۱. آقازاده، محرم. (۱۳۸۴). **راهنمای روش‌های نوین تدریس**، تهران: انتشارات آئیژ.
۲. احمدی، رضا. (۱۳۸۰). کاربرد روش حل مسئله در آموزش علوم. فصلنامه تعلیم‌وتربیت، شماره ۶۵. ص ۴۵-۱۱.
۳. اندرسن، تری و الومی، فتی. (۱۳۸۵). **یادگیری الکترونیکی از تئوری تا عمل**، ترجمه عشرت زمانی و سید.
۴. امین عظیمی، تهران: مؤسسه توسعه فن‌آوری اطلاعات آموزشی مدارس هوشمند.
۵. پارسا یکتا، زهره، مهران، عباس و گیوی، مروت. (۱۳۸۲). تأثیر تدریس به روش نقشه‌کشی مفاهیم بر یادگیری دانشجویان پرستاری. از مجموعه مقالات اولین همایش بین‌المللی اصلاحات و مدیریت تغییر در آموزش پزشکی (ششمین همایش آموزش پزشکی). تهران: دانشگاه علوم پزشکی تهران، ص ۱۹۹.
۶. دلاور، علی. (۱۳۸۵). **روش تحقیق در روان‌شناسی و علوم تربیتی**، نشر ویرایش.
۷. رحمانی، آزاد، محجل اقدم، علی‌رضا، فتحی آذر، اسکندر و عبداله زاده، فرحناز. (۱۳۸۶). مقایسه تأثیر آموزش بر مبنای نقشه مفهومی با روش تلفیقی بر یادگیری درس فرایند پرستاری دانشجویان پرستاری دانشگاه علوم پزشکی تبریز مجله ایرانی آموزش در علوم پزشکی، جلد هفتم، شماره ۱: ص ۴۹-۴۱.
۸. سیف، علی‌اکبر. (۱۳۷۶). **اندازه‌گیری و ارزشیابی پیشرفت تحصیلی**، تهران: انتشارات آگاه.
۹. سیف، علی‌اکبر. (۱۳۷۹). **روانشناسی پرورشی** (روانشناسی یادگیری و آموزش)، انتشارات آگاه.
۱۰. شعبانی، حسن. (۱۳۸۲). **روش تدریس پیشرفته**، تهران: انتشارات سمت.
۱۱. صفوی، امان‌الله. (۱۳۸۴). **روش‌ها، فنون و الگوهای تدریس**، تهران: انتشارات سمت.
۱۲. فردانش، هاشم. (۱۳۸۲). **مبانی نظری تکنولوژی آموزشی**، تهران: انتشارات مهر.
۱۳. لاول، برنارد. (۱۳۶۸). **حافظه و یادگیری** (روش‌های نوین در آموزش بزرگسالان)، ترجمه غلامرضا احمدی، تهران: انتشارات ققنوس.
۱۴. مصرآبادی، جواد، فتحی‌آذر، اسکندر و استوار، نگار. (۱۳۸۴). اثربخشی ارائه ساخت فردی و ساخت گروهی نقشه مفهومی به عنوان یک راهبرد آموزشی. فصلنامه نوآوری‌های آموزشی، شماره ۱۳، ص ۲۶-۱۳.

منابع انگلیسی

1. Beits,JM. (1998). Navigating the learning process,. Journal Edu Nurse, VOl.23. NO. 5, PP. 35-41.
2. Chularu,P.I.& Debacker , T. K. (2004). The influence of concept mapping on achievement, self-regulation, and self - efficacy in students of English as a second language. Contemporary, Educational Psychology, 29. 263-248.
3. Dawson, C. (1993). Chemistry in concept. Education in Chemistry, 30, 73-75.
4. Edmondson, K. M. (2000). Assessing science understanding through concept maps. In Mintzes, J.. & Wandersee, J.,H. and Novak, J.D.
5. Assessingscience understanding: a human, constructivist view, San Diego. Academic Press.
6. Gahr, A. (2003). Cooperative chemistry Concept mapping in the organic Chemistry lab. Journal of College Science Teaching, 32, 311-315.
7. Huai, H. (1997). concept mapping in Learning biology: Theorical review on cognative and learning styles. Journal of Interactive Learning Reseach. 48-38,8
8. Kinchin, I.M., Deleij, F.A.A.M.& Hay, D.B.(2005). The evalution of a collaborative Concept mapping activity for undergraduate.
9. microbiology students. Journal of Further and, Higher Education, vol. 29. No.1, PP.1-14.
10. Kostovich, Carol T., Poradzisz, Michele, Wood, (2007). Karen & O, Brien, Karen L learning style Preference and student Aptitude for Concept maps.
11. Journal of Learning Style Preferences, Vol. 46, No. 5, PP. 225-231.
12. Marangos, j. (2000). The effectiveness of: collaborative problem solving.
13. Tutorials in introductory microeconomics. Economic Papers, 19, 33-41.
14. Novak, J.D. (1991). Clarify with concept maps. The Science Teacher, Vol. 58. No.7, PP. 45-49.
15. Nicoll, G., Francisco, J. & Nakhleh, M. (2001). A three - tier system for Assessing concept map links: a methodological study. International. Journal of Science Education, 23, 863-875 Potelle, H.

بررسی تأثیر امواج Wi-Fi بر گیاه لوبیا

علی احسانی، دبیر فیزیک دبیرستان غیردولتی دکتر هشترودی ناحیه ۳ مشهد
امید میرزایی یزدی، دانش‌آموز دبیرستان غیردولتی دکتر هشترودی ناحیه ۳ مشهد

چکیده

در این مقاله تأثیر امواج Wi- Fi بر روی گیاه لوبیا در بازه زمانی ده هفته و در شرایط فیزیکی یکسان مورد آزمایش قرار گرفته است. ۱۲۰ دانه لوبیا را در سه گلدان مشابه یکی در معرض امواج یکی در میانه و دیگری به دور از امواج قرار دادیم. در هفته‌های اول و دوم گیاهی که در معرض تابش امواج بود رشد سریع‌تری نسبت به گیاه دیگر داشت و در هفته‌های آخر این گیاه زرد و خشک شد و برخلاف گیاه دور از امواج جوانه و شکوفه نزد.

کلیدواژه‌ها: میدان الکتریکی، میدان مغناطیسی، امواج الکترومغناطیس، تابش، گیاه.

۱. مقدمه

امواج الکترومغناطیسی در زندگی جدید بشر نقش مؤثری ایفا می‌کند و در موارد بسیاری کاربرد دارد. کاربرد امواج بسیار گسترده است از تلفن‌همراه گرفته تا رادارها و هواپیماها و ... . لازم به ذکر است که این امواج درکنار کاربردها و فواید بسیاری که دارند مانند همه ساخته‌های بشری زیان‌هایی نیز دارند. [۱] تماس امواج با جسم انسان می‌تواند عامل بسیاری از بیماری‌هایی چون سرطان و آلزایمر و ... باشد. امواج علاوه بر زندگی ما، بر طبیعت نیز تأثیرگذارند تا جایی که همهٔ موجودات را تحت‌تأثیر خود قرار می‌دهند.

از آنجایی که انجام این قبیل آزمایش‌ها بر روی انسان ممنوع است، با بررسی آثار مخرب آن بر روی دیگر جانداران می‌توان به‌طور غیرمستقیم به برخی از این آثار پی برد.

یکی از این موارد، تأثیر آن‌ها بر روی گیاهان است. که می‌توان این تأثیرها را از جنبه‌های مختلفی بررسی کرد. چون امواج از طریق گیاهان به‌طور غیرمستقیم بر ما تأثیر می‌گذارند، در نتیجه از اهمیت بالایی برخوردار هستند .

این امواج سبب بروز تغییراتی در روند سرعت رشد گیاهان، ارتفاع رشد گیاهان و یا حتی ساختار داخلی و مولکولی گیاهان و ... می‌شود.

در این طرح، گیاه مورد نظر ما لوبیا بود و کارهای پژوهشی و آزمایش‌های خود را روی این گیاه انجام داده‌ایم.

۲. پیشینه و اصطلاح‌های پژوهش

۲ .۱. امواج الکترومغناطیسی

هرگاه امواج الکترومغناطیسی اعم از بسامدهای پایین و بالا به جسمی مثل بافت برخورد کنند در داخل جسم

از لایه‌ای به لایه دیگر نفوذ می‌کنند و با از دست دادن مقداری از انرژی خود از جسم خارج می‌شوند. چنانچه موج با بسامد بالا باشد قدرت نفوذ موج بیشتر است و برعکس در بسامدهای بالا عدم نفوذ و بازتاب موج وجود دارد. عوامل مؤثر در نفوذ یک موج به داخل یک جسم و نحوه‌ی تأثیرگذاری آن بر جسم عبارت‌اند از:

۱. بسامد: هر قدر بسامد زیادتر و طول موج کمتر باشد در داخل جسم کمتر نفوذ می‌کند. امواج در بسامد ۱۶ گیگا هرتز علاوه بر نفوذ در بافت باعث یونیده نمودن و تخریب سلول‌های بافت می‌گردند.

۲. جنس جسم: عمق نفوذ موج در بافت به ضریب رسانایی الکتریکی σ ضریب گذردهی الکتریکی ε_r و ضریب نفوذپذیری جسم μ بستگی دارد.

۳. شکل و ابعاد جسم: درصد انرژی عبوری موج و یا درصد انرژی بازتابی آن به شرایط مرزی و شکل لایه‌های تشکیل‌دهنده جسم بستگی دارد[۲]

۲.۲. تابش الکترومغناطیسی

براساس نظریهٔ موجی، تابش الکترومغناطیسی، موجی است که در فضا منتشر می‌شود و از میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی تشکیل شده است. این میدان‌ها بر یکدیگر و بر جهت پیشروی موج عمود هستند.[۳]

۲.۲.۱. تابش یونیده

پرتوهای یونیده که از اتم‌های پرتوزا گسیل می‌شوند انرژی کافی برای آسیب رساندن به بدن انسان را دارند، زیرا این تابش، انرژی کافی برای ایجاد یونش را از طریق شکستن پیوند اتمی (که مولکول‌ها را در سلول کنار هم نگه می‌دارد) دارد.[۴] به همین دلیل است که هنگام قرار گرفتن در معرض پرتو X از جلیقه سربی استفاده می‌شود و حفاظی نیروگاه‌های هسته‌ای را احاطه کرده است. پرتوهای X و گاما دو شکل از پرتوهای یونیده هستند.[۵]

حدود ۸۱ درصد پرتوگیری‌های ما از پرتوهای یونیده از منابع طبیعی، مانند پرتوهای کیهانی و وجود طبیعی عناصر پرتوزا در پوسته زمین و هوا (معمولاً در میزان دوز پایین) ناشی می‌شود.

بسیاری از هسته‌های پرتوزای مصنوعی که در محیط‌زیست در جهان منتشر می‌شوند، ناشی از آزمایش سلاح‌های هسته‌ای هستند.

دیگر منابع مصنوعی پرتوهای یونیده تأسیسات هسته‌ای، معادن اورانیم و دستگاه‌های پرتو X هستند. همان‌گونه که گفته شد، مواد پرتوزا از طرق استنشاق، بلع، یا جذب پوستی می‌توانند وارد بدن شوند. استنشاق حالت عمده تابش دیدن به‌واسطه رادیونوکلئیدهای گازی (مانند رادون) و ذرات نزدیک منابع انتشار یابنده از طریق هواست. مقدار کسری رادیونوکلئیدهای استنشاقی از ریه‌ها به خون منتقل و از آنجا در ارگان‌های دیگر توزیع می‌یابد.[۵]

۲.۲.۲. تابش غیر یونیده

در تابش غیر یونیده انرژی فوتون برای شکستن پیوندها بسیار ضعیف است. این تابش شامل تابش فرابنفش، فروسرخ، بسامد رادیویی و بسامد بسیار پایین است. اگرچه بخشی از طیف فرابنفش دارای انرژی کافی برای یونش اتم است، ولی به طور سنتی به‌عنوان یک شکل از پرتو غیر یونیده در نظر گرفته می‌شود.

اگرچه این نوع تابش‌ها نمی‌توانند باعث یونش شوند ولی می‌تواند تأثیرهای زیست‌شناختی دیگری نظیر گرمایش، تغییر واکنش‌های شیمیایی و القای جریان الکتریکی در بافت‌ها و سلول‌ها را به همراه داشته باشند.

برخی مطالعات نشان داده‌اند خطرات بهداشتی بالقوه مانند سرطان، سردرد، خستگی، آلزایمر و بیماری پارکینسون می‌تواند مرتبط با قرار گرفتن بیش از حد در معرض بسامدهای پرتو غیریونیده باشد. شواهد نشان می‌دهند که سطح پایین تابش‌دهی مزمن در پرتوهای غیریونیده از منبع بسامد رادیویی، ماکروویو و میدان‌های الکترومغناطیسی بسامد پایین می‌تواند خطر ابتلا به سرطان در کودکان و افراد بالغ را افزایش دهد. امروزه منابع بسیار تابش‌های غیریونیده ساخته دست انسان نظیر اجاق‌های ماکروویو، سیم‌کشی‌های برق در خانه، دستگاه‌های کنترل از راه دور، صفحه نمایش رایانه، کوره‌های الکتریکی صنعتی، موتورهای الکتریکی و سامانه‌های ضدسرقت، برق قطار و کابل‌های واگن برقی، بسامد رادیویی آنتن‌های ارتباطی و در حال حاضر رشد شبکه‌های بی‌سیم تلفن‌های همراه وجود دارد.[۵]

۲.۳. آثار گرمایی

آثار گرمایی هنگامی اتفاق می‌افتد که انرژی الکترومغناطیسی آن‌قدر جذب شده باشد که به افزایش دما مثلاً یک‌دهم درجه سلسیوس بینجامد. آثار گرمایی تابش امواج الکترومغناطیسی در شرایط یکسان تابش با بالا رفتن بسامد امواج شدیدتر می‌شود و این آثار بیشتر مربوط به بازه بسامد RF و مایکروویو هستند. آثار گرمایی تابش امواج الکترومغناطیسی مبنای اصلی استانداردها و اعمال محدودیت بر تابش امواج الکترومغناطیسی هستند.

امواج الکترومغناطیسی در کنار کاربردها و فوایدبسیاری که دارندمانندهمه ساخته‌هایبشری زیان‌هاییزنیز دارند

این آثار همواره مخرب نیستند. از آنجا که تابش امواج الکترومغناطیسی (بیشتر بازه بسامدی RF و مایکروویو) از نوع تابش غیریونننده است و تابش غیریونننده بسیار کم‌ضررتر از انواع تابش یونننده (مانند آلفا و بتا) است، امروزه استفاده فراوانی در انواع درمان‌های گرمایی از جمله درمان بیماران سرطانی دارد.[۲]

۴.۲. اثر امواج الکترومغناطیسی بر گیاهان

بررسی‌های زیادی روی آثار ناشی از امواج الکترومغناطیسی بر گیاهان انجام شده است. در چندین بررسی روی جوانه‌زنی بذرها، قرار گرفتن در معرض امواج الکترومغناطیسی سبب افزایش سرعت و تعداد جوانه‌زنی شده است و گیاهانی که در معرض این پرتوها قرار گرفته‌اند دارای طول و قطر بیشتری شده‌اند.

پژوهش‌های دیگری نشان دادند که امواج الکترومغناطیسی بر رشد و نمو گیاهان تأثیر مثبت دارد و از طرف دیگر امواج الکترومغناطیسی عملکرد باز دارنده را نشان می‌دهند.

گیاهان یا موجودات و یا هر چیزی که دارای آب باشد، تحت‌تأثیر امواج الکترومغناطیسی دچار تشدید می‌شوند و این ویژگی آثار ناشی از این امواج را تشدید می‌کند.

در طی سی سال اخیر، تراکم ارتباطات در جهان چهار برابر شده و ارتباطات الکترومغناطیسی به صد برابر افزایش یافته است. امروزه درختان و دیگر موجودات زنده چند میلیارد بار بیشتر از حد طبیعی در معرض پرتوهای خطرناک مایکروویو قرار دارند. بررسی‌ها در محیط‌های جنگلی پاک و عاری از آلودگی نشان داده است که به‌رغم فقدان رسوبات شیمیایی، طبقه‌بندی زیرین درختان اسیدی است. ایجاد این شرایط مستلزم وجود یک جریان الکتریکی و الکترولیز یون‌هاست. در برخی مناطق، رادارهای مخابراتی و جاسوسی، تأثیرهای مخربی بر جنگل‌های نزدیک گذاشته است. بررسی آسیب‌های ناشی از رادارها در جنگ‌های آلمان در طی چند سال نشان داد که مناطقی که امواج مایکروویو بیشتری دریافت کرده‌اند، آسیب‌های جدی‌تری متحمل شده‌اند. احتمالاً این پرتوها باعث ایجاد تشدید در غشای سلولی گیاهان می‌شود که در نتیجه سبب اختلال یا توقف در گردش آب در سلول‌ها و تغییر تعادل ذرات باردار می‌شود. گیاهان و به‌ویژه درختان این امواج را دریافت و به امواج الکتریکی تبدیل می‌کنند. این امواج الکتریکی به زمین جریان می‌یابند. به ویژه برگ‌های گیاهان جایگاه جذب این امواج‌اند و سبب انتقال این امواج از طریق تشدید می‌شوند. این فرایند باعث القای جریان ذرات باردار در برگ‌ها می‌شود. جریان از طریق تشدید به ریشه می‌رسد و از طریق ریشه در خاک منتشر می‌شود و نوعی الکترولیز ایجاد می‌کند که به اسیدی شدن خاک می‌انجامد. تغییر در تعادل یونی خاک می‌تواند در تعادل مواد معدنی و فعالیت موجودات زندهٔ خاک تغییر ایجاد کند.

در طبیعت، پرتوهای الکترومغناطیسی در محدودهٔ مرئی دارای قابلیت نفوذ محدودی روی مواد هستند و به همین علت تأثیر امواج الکترومغناطیسی در محدودهٔ مرئی در لایه‌های سطحی دانه‌های گیاهان توزیع می‌شود و بخش اصلی دانه در معرض این پرتو قرار نمی‌گیرد. اما پرتوهای الکترومغناطیسی با بسامد پایین روی ویژگی‌های الکتریکی غشا و آب دانه تأثیر می‌گذارد و سبب تسریع فرایندهای زیستی و تبادل مواد در سلول‌های تخم می‌شود. این تشدید سبب می‌شود که مواد مغذی به همه حجم دانه وارد شوند و به موجب این عمل دانه‌ای با جوانه‌زنی سریع و گیاهی با ریشهٔ قوی تولید شود. امواج رادیویی و مایکروویو بر همه موجودات زنده تأثیر می‌کنند. وجود آب در پیکره همه موجودات زنده سبب جذب امواج می‌شود که خود امواج نیز سبب ایجاد تشدید در مولکول‌های آب می‌شوند و با این فرایند بسیاری از فرایندهای زیستی سلول‌ها دستخوش تغییر می‌شوند. امواج مایکروویو، به‌صورت تدریجی روی انسان، جانوران، گیاهان، آب و خاک تأثیر می‌گذارند. امروزه همه چرخه‌های زیستی در طبیعت به‌علت وجود این پرتوها آسیب دیده‌اند. وجود این امواج سبب تخریب بافت درونی خاک می‌شود و تارهای کشندهٔ گیاهانی را که در این منطقه قرار گرفته‌اند از بین می‌برد. گیاهانی که در بالای سفره آبی قرار دارند از بی‌آبی نابود می‌شوند. از طرف دیگر از بین رفتن تمایز بالقوه الکتریکی در آب و در گیاهان در دستگاه گردش مواد از توانایی لوله‌های مویین جهت کشش آب به سمت بالا در گیاهان جلوگیری می‌کند و سبب کند شدن جریان شیرهٔ گیاهی و حتی توقف آن می‌شود. در نتیجه گیاهان و به ویژه درختان از رأس به سمت قاعده پژمرده و در نهایت خشک می‌شوند.

کمترین آسیبی که در درختان اطراف دکل‌های مخابراتی و ایستگاه‌های رادیویی دیده می‌شود این است که باعث ریخت ظاهری ضعیف و تأخیر احتمالی رشد است که خود، عاملی برای تضعیف گیاهان نسبت به عوامل بیماری‌زاست.

بررسی‌ها نشان می‌دهند که امواج الکترومغناطیسی بر جنبه‌های مختلف زندگی گیاهان از جمله نمو رویشی، زایشی و عملکرد و ساختار سلول‌های گیاهی تأثیر

امواج الکترومغناطیسی بر جنبه‌های مختلف زندگی گیاهان از جمله نمو رویشی، زایشی و عملکرد و ساختار سلول‌های گیاهی تأثیر می‌گذارند

می‌گذارند و با بسامد پایین سبب سریع‌تر شدن جوانه‌زنی دانه‌ها می‌شوند و فقط می‌توانند روی توان زیستی دانه‌ها تغییر ایجاد کنند و برای ایجاد جهش قدرت مناسبی ندارند. ولی افزایش میزان پرتو و انرژی منتقل‌شده به گیاه سبب ایجاد جهش در گیاه می‌شود.[۶]

۵.۲. تأثیر امواج الکترومغناطیسی بسامد بالا بر سازواره‌های گیاهی

اهمیت آلودگی الکترومغناطیسی نیاز به تأکید بیشتر ندارد. یک نوشتهٔ مفید در مورد تأثیر زیست‌شناختی میدان‌های الکترومغناطیسی با بسامد کم بر سازواره‌های گیاهی وجود دارد. اما به‌نظر می‌رسد که پاسخ‌های استنباط شده از گونه‌های گیاهی مختلف در یک روش پیچیده هم به پارامترهای فیزیکی و هم منبع تابش‌دهی (بسامد، تراکم قدرت، تپ‌ها یا امواج پیوسته، طول مدت پرتوفکنی و غیره) و وضعیت مغناطیسی مادهٔ زیست‌شناختی (مرحلهٔ رویشی، پیش‌تیمار، محیط و غیره) بستگی دارد؛ به‌رغم این، پارامترهای زیست‌شناختی گوناگون منجر به آشکار شدن جنبه‌های گوناگون واکنش بین امواج الکترومغناطیسی و مادهٔ تحت تابش می‌شود. نمونه‌هایی در این باره وجود دارد که به آن‌ها خواهم پرداخت.

موراجی[۱] و دیگران (۱۹۹۸) گزارش دادند که یک میدان مغناطیسی با بسامد کم تقریباً Hz ۱۰ باعث انگیزش در رشد ریشه‌های غلات شده است. در حالی که درمورد بسامدهای بالا یعنی بالای Hz ۲۴۰ رشد متوقف شد.

فیشر[۲] و دیگران (۲۰۰۴) دریافتند که میدان الکترومغناطیسی HZ ۱۶ با تراکم کم (۲۰microT) با افزایش قابل‌توجه اما کم در وزن تر گیاهچه‌های جوان و گندم می‌شود. گرچه جوانه‌زنی را تحت‌تأثیر قرار نمی‌دهد.

(پازور[۳] و شییر[۴] ۱۹۹۲) یافته‌های خود در مورد پرتودهی میدان الکترومغناطیسی ۷, ۸Hz و ۲۰۰ میکروتسلا در جلبک سبز کلرولا[۵] را منتشر کردند. بر این اساس که بازدارندگی بر تقسیم سلول تأثیر می‌گذارد و در حالی که محتوی رنگدانه ظاهراً تحت‌تأثیر قرار نمی‌گیرد.

الکساندر و دیگران (۱۹۹۵) متوجه شدند که جوانه‌زنی بذر پیاز و برنج در صورتی که در معرض میدان الکترومغناطیسی ضعیف به مدت ۱۲ ساعت و بیشتر قرار بگیرند، تسریع می‌شود. جوانه‌ها افزایش قابل توجه در وزن تر و خشک نشان دادند.

یانو[۶] و دیگران (۲۰۰۴) نشان دادند که تأثیر اصلی میدان‌های مغناطیسی با بسامد کم (بسامد ۶۰Hz) بر فعالیت فوتو سنتزی در جوانه‌های گیاه با اختلال نسبی رشد زودهنگام گیاهچه‌های روباز (گیاهچه‌هایی که در معرض پرتو هستند) همخوانی دارد که در این مورد جذب CO_2 فوتوسنتزی دستخوش تغییر شد.[۷]

۶.۲. تأثیر میدان مغناطیسی بر گیاهان

دانشگاه فردوسی مشهد طی یک پژوهش که مربوط به تأثیر میدان مغناطیسی بر گیاهان کارهایی شامل تیمارهای شدت و مدت میدان مغناطیسی را مورد ارزیابی قرار دادند. تیمارهای میدان مغناطیسی بر اغلب صفات مورد نظر تأثیر معنی‌داری نشان ندادند. میدان مغناطیسی به‌عنوان یک عامل محرک رشد غیرتهاجمی و غیرمخرب برای گیاه می‌تواند به‌کار رود. انگیزش رشد گیاهچه حاصل از بذر گندم از طریق تیمارهای میدان مغناطیسی ممکن است در مراحل پیشرفته‌تر رشد و نمو گیاه تأثیر مثبت قابل‌توجهی داشته باشد که نیاز به آزمایش‌های تکمیلی دارد.[۸]

۷.۲. تأثیر میدان الکتریکی بر گیاهان

آزمایش‌های زیادی در حوزه تأثیر امواج الکتریکی بر گیاهان انجام شده است که شامل مطالعه تأثیر رشته‌های برق و الکتریسیته در آهنگ جوانه‌زنی بذر و رشد گیاه می‌شود. برخی از این آزمایش‌ها به نتایج مشابهی دربارهٔ تأثیر امواج الکتریکی بر گیاهان رسیده‌اند. به‌عنوان مثال: در یک آزمایش که به بررسی تأثیر امواج الکتریکی بر روی دانه ترچه پرداخته شده بود دانه ترچه در معرض امواج الکتریکی با ولتاژ DC بود، نتیجه آن سبب رشد سریع گیاه شد. برخی آزمایش‌ها نشان می‌داد که این امواج بر وزن محصول نیز تأثیر می‌گذارند.[۹]

۸.۲. تأثیر میدان الکتریکی و مغناطیسی بر مولکول‌های آب:

وجود آب در پیکره همه موجودات زنده سبب جذب امواج می‌شود که خود امواج نیز سبب تشدید در مولکول‌های آب می‌شوند و با این فرایند بسیاری از فرایندهای زیستی سلول‌ها دستخوش تغییر می‌شوند. به‌نظر می‌رسد که میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی تأثیر معکوس بر خوشه‌بندی آب دارند.

زمانی که مولکول‌های آب در معرض میدان الکتریکی یا مغناطیسی یا هر عامل دیگری که سبب کاهش خاصیت پیوند هیدروژنی شود قرار گیرند واکنش‌پذیری آب افزایش می‌یابد.[۱۰]

پرتوهای یوننده که از اتم‌های پرتوزا گسیل می‌شوند انرژی کافی برای آسیب‌رساندن به بدن انسان را دارند، زیرا انرژی کافی برای ایجاد یونش از طریق شکستن پیوند اتمی را (که مولکول‌ها را در سلول کنار هم نگه می‌دارد) دارند

۳. روش پژوهش

در ایـن پژوهـش بـرای بررسـی دقیق‌تـر تأثیـر سـوء امواج Wi-Fi بـر گیاهـان و نقـش کاکتـوس در جلوگیـری از ایـن تأثیـر آزمایشـی طراحـی کردیم.

۱.۳. مواد و وسایل استفاده‌شده در این پژوهش:

۱. سه عدد ظرف گلدان
۲. مودم Wi-Fi
۳. تعداد مساوی بذر (۴۰ عدد دانه لوبیا)
۴. مقدار مساوی خاک
۵. ابزار اندازه‌گیری طول
۶. دوربین عکاسی

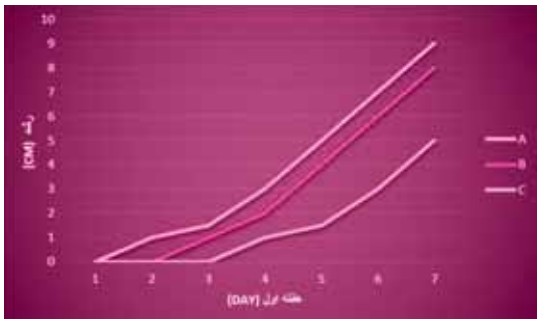
۲.۳. شرح آزمایش

ابتـدا سـه گلـدان هم‌انـدازه بـه همـراه خـاک یکسـان و تعـداد مسـاوی دانـه لوبیا در شـرایط محیطی یکسـان (دما، نـور، رطوبـت و ...) قـرار دادیـم. گلدان‌هـا را براسـاس فاصله آن‌هـا تا مـودم Wi-Fi نام‌گـذاری کردیم. گلـدان A با فاصله تقریبـی ۳ متـر و قـرار دادن انـواع مختلفـی از کاکتـوس در اطـراف آن، گلـدان B بـا فاصلـه تقریبی ۶ متر و گلـدان C با فاصلـه تقریبـی ۱۲ متر از مودم. این آزمایـش در مدت زمان ۷۰ روز انجـام شـد و در طول آزمایش طـول تقریبی گیاهان را توسـط خط‌کـش اندازه‌گیـری و بـه نتایـج قابل‌تأملـی نیز دسـت پیـدا کردیـم کـه در ادامـه به تحلیـل آن‌هـا خواهیم پرداخت.

۳.۳. تفسیر مشاهده‌ها و نمودارها

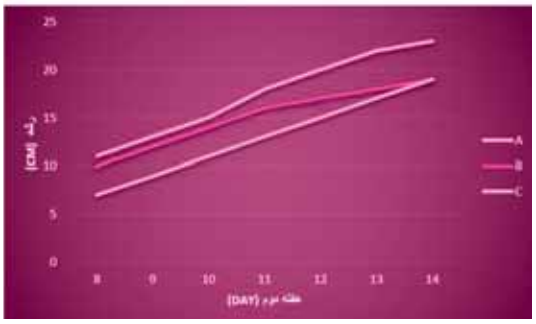
ـ هفته اول

بـا توجـه بـه مشـاهده‌های عینـی و نمـودار مربوطه، رشـد گیاهـان A و B کـه در معـرض امـواج بودنـد بـه میـزان قابل‌توجهـی بیشـتر از C بـوده اسـت.



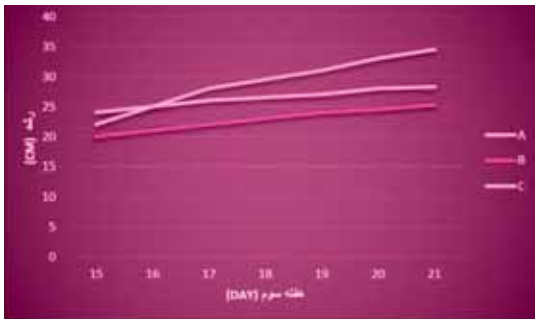
ـ هفته دوم

گیاهـان در معـرض امواج به رشـد و نمو سـریع خـود ادامه دادنـد در حالـی کـه میـزان رشـد گیـاه C در ابتـدای هفته بسـیار کمتـر از دیگـران بود امـا در پایان هفته طـول گیاه C بـه انـدازه دیگر گیاهان شـد.



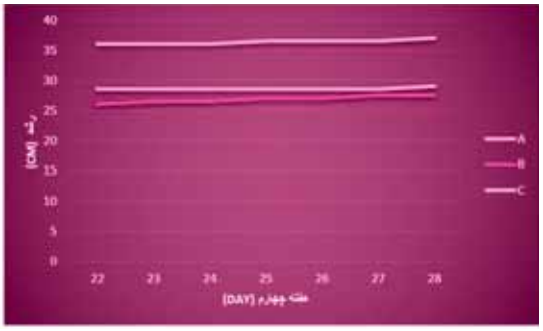
ـ هفته سوم

در حالی‌کـه گیاهـان در معـرض امـواج بـه میـزان قبلـی رشـد می‌کردنـد گیـاه دور از امـواج (C) رشـدی سـریع و غیرمنتظـره داشـت و از دیگـران پیشـی گرفـت.



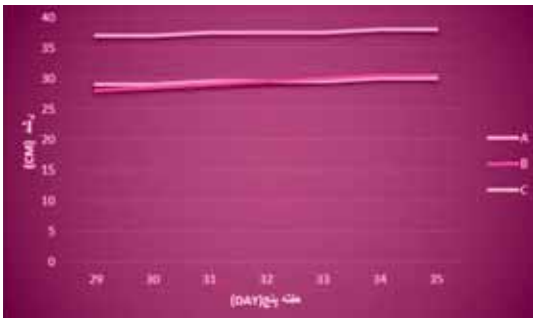
ـ هفته چهارم

رشـد هـر سـه گیـاه کم شـد و تقریبـاً میـزان رشـد روزانه هـر سـه با هم برابر شـد اما طول گیـاه دور از امـواج کماکان بیشـتر از گیاهـان در معرض امـواج بود.



ـ هفته پنجم

طـول گلـدان B کـه در معرض امـواج بود از گلـدان A که آن هم در معرض امواج بود بیشـتر شـد. با اینکه فاصله A تا مودم کمتـر بـود امـا شـاید وجـود کاکتوس‌هـای متعـدد در اطراف گلدان A باعث کاهش تأثیر سـوء و جلوگیری از رشـد سرطانی بیـش از حـد آن شـد. ضمن اینکـه پایین‌تریـن برگ‌های همه گیاهـان خشـک شـدند امـا برگ‌های خشک‌شـده گیاهـان در معـرض امـواج بـه رنـگ سـبز و بـدون پژمردگـی بودنـد اما در گلـدان C به رنـگ زرد و پژمـرده درآمدند.

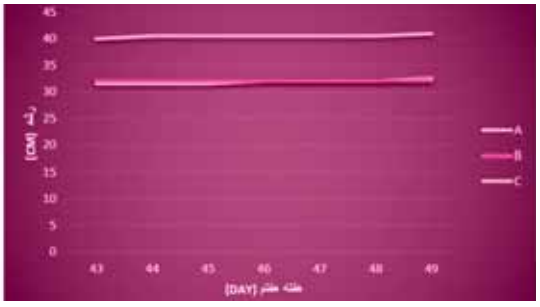


ـ هفته ششم

گیاهـان بـه رشـد خـود ادامـه دادنـد و تغییـری در میزان رشـد آن‌هـا دیـده نشـد. برگ‌هـای زیـادی از گلـدان A بـه رنـگ سـبز خشـک شـدند و ایـن بـدان معنـا بـود کـه فقط عوامـل طبیعـی بـر مـرگ زودرس این گیـاه دخیـل نبودند. گلـدان B هـم برگ‌هـای خشـک زیـادی داشـت کـه اکثـر آن‌هـا بـه رنـگ زرد بودنـد. امـا در گلـدان C تعـداد اندکـی بـرگ زرد پاییـن گیـاه مشـاهده شـد امـا طـراوت و تازگـی هنـوز در آن مشـاهده می‌شـد. گیاه C شـروع به میـوه دادن کـرد در حالی‌کـه در دیگـر گیاهـان هیچ اثـری از این پدیده دیده نشـد.

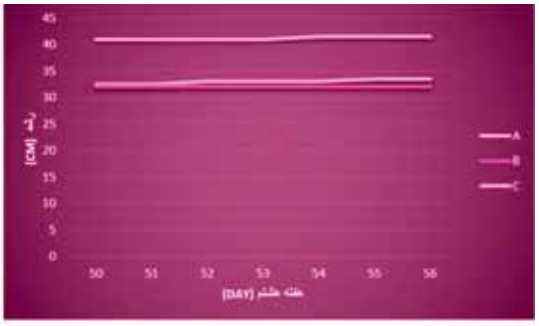
ـ هفته هفتم

رشـد گیـاه B اندکـی کـم شـد و گیـاه B همان‌طـور کـه انتظـار می‌رفـت زودتـر از گیاهـان دیگـر ضعیـف و پژمـرده شـد. گیـاه A ضمن اینکه در معـرض امواج بیشـتری بود اما آثـار ضعـف کمتری نسـبت بـه B در آن مشـاهده شـد.



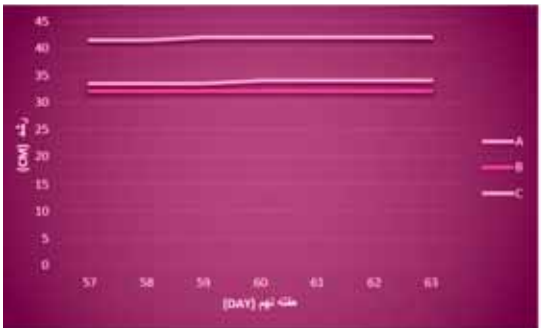
ـ هفته هشتم

آثـاری از ضعـف در گیـاه C نیـز دیـده شـد. در حالـی که نشـانه‌ای از حیـات در گلـدان B و A وجـود نداشـت، اما آب دادن و رسـیدگی بـه همـه آن‌هـا هنـوز به‌صـورت یکسـان انجـام می‌شـد.



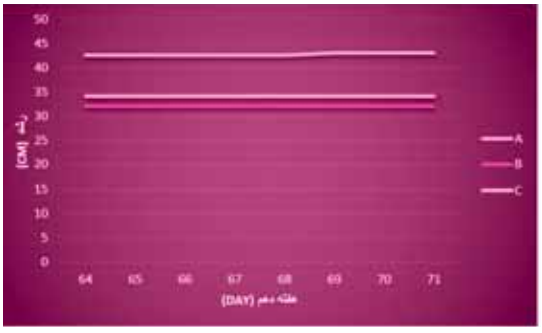
ـ هفته نهم

رشـد گیـاه C کم و برخـی از برگ‌ها زرد شـد و با اطمینان می‌تـوان گفـت گیاه A و B کامـلاً مرده‌اند.



ـ هفته دهم

آثـاری از پژمردگـی در گیـاه C هم دیده شـد کـه احتمال می‌رفـت ناشـی از تغییـرات عوامـل محیطـی شـامل دمـا و نور باشـد.



۴. نتیجه‌گیری

تأثیـر امـواج الکترومغناطیسـی بـر روی جوانه‌زنـی و رشـد گیـاه در ابتـدا مثبـت بـود، به‌طوری‌که سـرعت جوانه‌زنی آن در چنـد روز ابتدایـی به‌صـورت باورنکردنی چنـد برابر حالت عـادی شـد. امـا پـس از انـدک زمانـی تأثیـر منفی امـواج بر روی گیاهـان ظاهر شـد.

برخـی از ایـن تأثیرهـای منفی مشـاهده شـده در آزمایش عبـارت بودنـد از: کوچـک شـدن برگ‌هـا، قطـور شـدن سـاقه، افزایـش طـول گیـاه و در نهایـت خشـک شـدن گیاه از رأس بـه سـمت قاعـده و... . و امـا گیاهـی کـه بـه‌دور از امـواج بـود به‌صـورت عـادی به رشـد خـودش ادامـه داد. هر چنـد که نقـش کاکتوس در جلوگیـری از تأثیـر منفی امواج الکترومغناطیسـی هنـوز از نظـر علمی ثابت نشـده اسـت اما در ایـن آزمایـش بـه وضـوح می‌تـوان مشـاهده کـرد کـه در شـرایط محیطـی یکسـان گیاه A بـا اینکه فاصلـه کمتری تا مـودم داشـت و انتظـار می‌رفـت آسـیب بیشـتری ببینـد اما مقاومـت بهتـر گیـاه A در برابر این امواج، نشـان‌دهنده تأثیر مثبـت اسـتفاده از کاکتـوس بود.

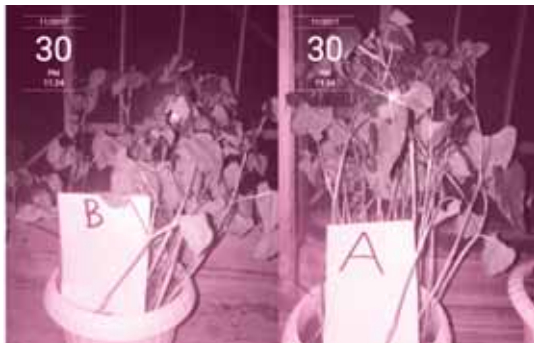
همچنیـن بـاروری گیاه بـه‌دور از امـواج در حالـی که هیچ نشـانه‌ای از شـکوفه زدن در دیگـر گیاهان نیسـت یکی‌دیگر از تأثیـرات منفـی امـواج Wi-Fi بر روی گیاهـان نزدیک بود.

مقایسـه آمـار سـقط جنیـن و میـزان بـارداری در جهـان قبـل از ورود Wi-Fi بـه زندگـی مـردم نسـبت به بعـد از آن حکایـت از تأثیـر بسـیار مخـرب و جبران‌ناپذیر ایـن فناوری در زندگـی مـردم دارد.

ایـن مسـئله تهدیدی بسـیار خطرناک اسـت کـه می‌تواند حتـی سـریع‌تر از مشـکلاتی مانند بحـران آب یا گرم شـدن زمیـن نسـل بشـریت و موجـودات زنـده را به خطـر بیندازد. بـرای تـداوم نسـل بشـر نیـازی مبرم بـرای رفع این مشـکل یـا جایگزیـن کـردن فناوری‌هـای دیگر بـه جای اسـتفاده از امـواج الکترومغناطیـس اسـت و جـدی نگرفتـن این معضل می‌توانـد صدمـات جبران‌ناپذیـری را بـه مـا تحمیـل کند.

پیوست‌ها

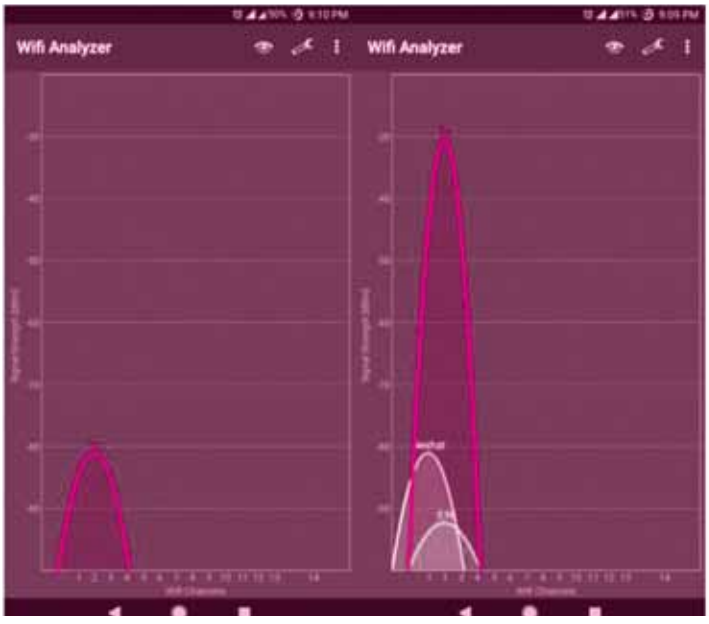
هفته دوم گلدان A نزدیک امواج و C دور از امواج



هفته چهارم گلدان A نزدیک امواج و B در میانه

هفته چهارم گلدان A نزدیک امواج و C در میانه

هفته دهم گلدان A نزدیک امواج و C دور از امواج



سمت راست میزان امواج در نزدیک‌ترین جایگاه A
سمت چپ میزان امواج در دورترین جایگاه C

پی‌نوشت‌ها

1. Muraji
2. Fischer
3. Pazur
4. Scheer
5. Chlorella
6. Yano

منابع

[1] Patermann, Ch., Health and electromagnetic fields, European Commission, (2005).

[۲] مهندس هادی اکبری ـ مصطفی یاوری ـ شبیه‌سازی و بررسی سیگنال‌های مغز انسان به کمک نرم‌افزار ansys work benel ـ خرداد ۹۱ ـ صفحه (۳۵ـ۳۰)

[3] ayt W.H., 2001. *Engineering Electromagnetics* published by MCG-Hill Companies Inc.pp:112-119.

[4] Özdemir, F., kargi, A., *Electromagnetic waves and Human Health,* Electromagnetic waves, 411 - 481.

[5] Zamanian, A., Hardiman, Cy., *Electromagnetic Radiation and Human Health*: Areview of Sources and Effects, High Frequency Electronics, (2005) 16 -26

[۶]- مجلهٔ رشد آموزش زیست‌شناسی دورهٔ بیست‌ودوم شماره ۱، پاییز ۱۳۸۷.

[7] - Russello, C. Tamburello, A. Scialabba, Microwave effects on germination and growth of drepanensis seed, Proceedings of 3rd Internat. Congress of the *European Bioelectromagnetics Association*, 89, 1996.

[۸] ـ نشریه بوم‌شناسی کشاورزی جلد ۳. شماره ۴. زمستان ۱۳۹۰ (دانشگاه فردوسی مشهد)

[9] article: the effect of electricity on plant growth moscow 2012 made by: barinov artem

[10] - Nelson thornes, vibrations and waves(M.I.T.introductory physics series) French A.P.(1971)ISBN (0-393-09936-9)

درسوگ بنیان‌گذار فیزیک‌سراها

اسفندیار معتمدی

آتش به جان افروختن
از بهر جانان سوختن
باید ز من آموختن
کار من است این کارها

بار دیگر دست اجل یکی از اثر گذارترین استادان فیزیک «دکتر محمد فرهـــاد رحیمی» را با خود برد و غمی بزرگ بر دل همکاران و شـــاگردان ایشـــان و علاقه‌مندان به پیشـــرفت علم و سازندگی ایران گذاشت. دکتر رحیمی که بود؟ و چه کرد؟

محمد فرهاد در ۱۳۲۴ در مشهد به دنیا آمد. پدر و مادرش تحصیل‌کرده و معلم و اهل فرهنگ بودند. تحصیلات ابتدایی و متوسطه را در مدارس زادگاهش گذراند و از دانشگاه فردوسی مشـــهد کارشناســـی فیزیک گرفت و برای ادامه تحصیل به فرانســـه رفت. در ۱۳۴۹ فوق لیسانس فیزیک هسته‌ای و در ۱۳۵۲ دکتری تخصصی همان رشـــته را از دانشـــگاه معتبر فرانسه گرفت و مقالاتی در همان زمان نوشت که در مجلات معتبر فیزیک هســـته‌ای چاپ و منتشر شد. در ۱۳۶۲ درجه دولتـــی (دکتری اتا) با روش مقاله ISI دریافت کرد. به‌طوری که در زندگی‌نامه‌اش آمده است «تا جایی که من اطلاع دارم تاکنون کسی چنین مدرکی را آن هم در رشته‌های فیزیک و ریاضی و ادبیات در خراسان نگرفته است»

دکتر محمدفرهاد رحیمی در دهۀ ۴۰ در دانشگاه مشهد به کار تدریس و تحقیق پرداخت و مدت ۴۲ سال در دانشگاه کار جدی و مداوم انجام داد تا آنکه با درجه استاد تمامی در سن ۶۳ سالگی بازنشسته شد.

دکتر محمدفرهاد رحیمی بنیان‌گذار فیزیک‌سراها در ایران و نخســـتین دریافت‌کننده جایزه ترویج علـــم (۱۳۷۸ برای بنیان‌گذاری فیزیک‌سراها) و بنیان‌گذار غنی‌ترین موزۀ نجوم خاورمیانه در آستان قدس رضوی است. او که در ۱۳۸۲ درجه استاد ممتازی دانشگاه فردوسی مشهد را دریافت کرده است در نظرخواهی دانشـــجویان کارشناســـی و کارشناسی ارشد دانشـــکده علوم و دانشکدۀ مهندسی دانشـــگاه فردوسی در تدریس فیزیک هسته‌ای پیشـــرفته دوبار رتبه اول را کسب کرده است. افتخارش آن است که «خادم افتخاری و قدیمی ضریح مطهر امام‌رضا (ع) در کشیک ششم است».

کارها و خدمات

- دکتر محمدفرهاد رحیمی عاشق و عارف و سازنده و مبتکر و دوستدار مردم بود. او آموزشگری مادام العمر بود.
- ۴۲ سال با عشق و علاقه در دورهٔ کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری درس داد.

آزمایشگاه فیزیک هسته‌ای، فیزیک مدرن و اپتیک را با تهیه وسایل و دستور کار، در مشهد و زاهدان را راه‌اندازی کرد.

- ۵ جلد کتاب «فیزیک‌سرا» و کتاب «انرژی هسته‌ای در ایران» را تألیف کرد.
- مترجم کتاب «فیزیک هسته‌ای کاتینگام» و ۴ جلد کتاب «مکانیک کوانتومی تألیف کوهن تانوجی و دیگران» بود که دو جلد آن برندهٔ جایزه بهترین کتاب جمهوری اسلامی ایران شناخته شد و همچنین مترجم کتاب‌های دیگر بود.
- ارائه‌دهنده اولین کتاب «فیزیک هسته‌ای ـ می‌یرهوف» که در اغلب دانشگاه‌های ایران تدریس می‌شود بود.
- راه‌انداز موزه نجوم آستان قدس رضوی با اهدای تعداد زیادی کتب خطی و ابزارهای عتیقه‌ای مانند رادیو نفتی، ماهی انسان‌نما و بستنی‌سازی دستی قدیمی بود.
- ارائه دهنده تعداد زیادی مقالات بین‌المللی در تاریخ علم ایران و جهان بود.
- از معدود کسانی بود در ایران که روی شتاب دهنده‌های یون‌ها و ذرات به‌طور عملی کار کرد.
- مقالات بسیاری را در مجله فیزیک مرکز نشر دانشگاه و مجلهٔ پژوهش فیزیک و دیگر مجلات نوشت.
- چندین طرح تحقیقاتی به دانشگاه داد و تقدیر شد و جایزه گرفت.
- مبتکر ساخت گل آفتاب‌گردان خورشیدی، پشه دورکن صوتی و ارائه‌دهنده آن‌ها به جشنواره خوارزمی. خلاصه آنکه دکتر محمد فرهاد رحیمی یک انسان سازنده، یک معلم برانگیزاننده و امیدبخش بود، و سرانجام در ۸ آذر ۱۳۹۷ جان به جان‌آفرین تسلیم کرد.

در سال ۱۳۹۵ وقتی قرار شد هفدهمین کنفرانس آموزش فیزیک ایران در مشهد برگزار شود، پیشقدم تهیه و تألیف کتاب «آموزش فیزیک و نقش معلمان» در خراسان شد و کتابی در بیش از ۲۰۰ صفحه در چهار فصل شامل سابقه آموزش در خراسان، پیشکسوتان خراسانی آموزش فیزیک، تاریخچهٔ فیزیک‌سراها و موزه نجوم آستان قدس، و چشم‌اندازی بر انجمن معلمان فیزیک خراسان منتشر شد که مؤلفان آن محمد فرهاد رحیمی ـ اسفندیار معتمدی و شهناز فارابی بودند. این کتاب به اهتمام ستاد برنامه‌ریزی کنفرانس و ادارهٔ کل آموزش‌وپرورش خراسان رضوی منتشر شد و در اختیار دبیران فیزیک سراسر کشور قرار گرفت.

در این کتاب زندگی‌نامه مرحوم دکتر رحیمی و شرح و تأثیر فیزیک‌سراها آمده که بسیار جالب و خواندنی است.

نقـــدی بر کتاب فیزیک لعنتی

سعیده باقری
معلم فیزیک منطقهٔ ۵ و پژوهشگر آموزش فیزیک

اردیبهشـــت۹۷ در بازدید از نمایشـــگاه کتاب تهران، مثل همیشه به انتشـــارات فاطمی هم سر زدم. کتاب‌هایی جدید با عنوان‌هایی جذاب چشـــمم را گرفـــت. یکی از آن‌ها کتاب «فیزیـــک لعنتی» بود. تصاویر جلد کـــه از کتاب «آلیس در سرزمین عجایب» انتخاب شده‌اند، در کنار عنوان کتاب، نوید یک فانتزی علمی سرگرم‌کننده را می‌داد. در کنار آن نگاهم به‌عنوان مشابه «ریاضی لعنتی» افتاد. یکی بودن اسم نویسنده و مترجم هر دو کتاب، کمی مرددم کرد. به هر حال نوشـــتن کتاب علمی و آموزشی، حتی در قالب فانتزی نیاز به تخصص و تسلط کامل بر موضوع دارد. بعید است نویسنده و مترجمی در هر دو حیطه این میزان از تسلط را داشته باشد.

پشـــت جلد را می‌خوانم: «آلیس حســـابی گیج شده است. چطور ممکن اســـت یک پَر و یک تکه ســـنگ درست با هم به پایین برســـند؟ چطور ممکن است توپی مدام قل بخورد و بچرخد بدون اینکه کسی آن را چرخانده باشد؟ یا معلم‌شان عقلـــش را پـــاک از دســـت داده، یا علم چیزی نیســـت جز جادوگـــری. آلیس در آخر هفتـــه‌ای عجیب‌وغریب با گالیله، ارشمیدس، نیوتون، اینشتین، ماری کوری و ... آشنا می‌شود و به اســـرار حیرت‌آوری که در واقعیت‌هـــای روزمره زندگی پنهان شـــده پی می‌برد.» موضوع واقعاً جذاب اســـت. تاریخ علم موضوعی است که آموزش آن به دانش‌آموزان از نظر من ضروری است. چه بهتر که در قالبی سرگرم‌کننده ارائه شود. کتـــاب را ورق می‌زنم، مفاهیم مطرح شـــده در آن با مفاهیم بخش‌های فیزیک علوم نهم تناسب دارد.

کتـــاب را می‌خـــرم و تصمیم می‌گیرم جلســـه آخر، ســـر کلاس‌هـــای پایه نهم بخوانم. قبـــل از آن خودم یک دور آن را می‌خوانـــم و با توجه به حجم کم و متن روان کتاب، خیلی زود به پایان آن می‌رسم. نویســـنده به شیوه‌ای هنرمندانه و با ادبیات مورد پسند نســـل نوجوان، تاریخ علم را مرور کرده اســـت اما متأسفانه از نظر مفهومی اشـــکالاتی دارد که بعید است کسی که بر مفاهیم فیزیک تسلط دارد، مرتکب شود. در پایان کتاب توضیحاتی راجع به نویسنده هست که این مسئله را توجیه می‌کند: «فرابِتّی علاوه‌بر نویســـندگی و کارگردانی، ریاضی‌دان هم هســـت. مثل بیشتر ریاضی‌دان‌ها به فیزیک و به‌طورکلی علم علاقه زیادی دارد... .»

خیلی خوب است که کارگردان‌ها، ریاضی‌دان‌ها، هنرمندان و به‌طورکلی افـــرادی که «فیزیک نخوانده‌اند» هم به فیزیک علاقه‌مند باشند؛ اما ای کاش این افراد وقتی تصمیم می‌گیرند راجع به فیزیک کتاب بنویســـند، قبـــل از چاپ آن را به یک فیزیک‌دان هم نشـــان دهند. نمی‌دانم نسخه اسپانیایی کتاب را کدام ناشـــر چاپ کرده اســـت، اما از ناشری مانند فاطمی توقع می‌رود که کتاب‌های علمی را علاوه بر ویراستار صوری ـ زبانی، به ویراستار علمی دارای تخصص مرتبط هم بسپارد.

جذابیت‌های کتاب بیش از آن است که بتوان از آن صرف‌نظر کـــرد. تصمیم می‌گیرم ضمن خواندن کتـــاب در کلاس، در جاهایی که اشـــکال مفهومی دارد، به آن‌ها اشـــاره کنم و به این ترتیب توجه دانش‌آموزان را به مفاهیم جلب کنم. نکاتی که من در کلاس به آن‌ها اشاره کردم را می‌توان در دو دسته تقســـیم‌بندی کرد: نخست، مفاهیم علمی و دوم رویکردهای فلسفی ـ تاریخی.

بزرگ‌ترین اشتباه مفهومی کتاب در صفحه ۹ رخ داده است. در شروع فصلی با عنوان «توپی که مدام می‌چرخد»، قرار است آلیس برود جلوی پنجره تا کوتوله، «توپی که مدام می‌چرخد و چون کسی آن را متوقف نمی‌کند، تا ابد به قل خوردن خود ادامه می‌دهد» را به او نشـــان دهد. از کوتوله خبری نیســـت اما ناگهان آلیس چشـــمش به ماه می‌افتد! در اینجا قرار است آلیس با شاهدی عینی برای قانون لختی مواجه شود اما خیلی زود معلوم می‌شود که این شاهد عینی ماه است! البته آلیس با خودش فکر می‌کند که: «اما این دو که یکی نیســـتند. ماه در فضا شـــناور اســـت اما توپ روی زمین قل می‌خورد... .» این جمله می‌تواند راه فراری برای نویســـنده باقی بگذارد اما متأسفانه بعداً هیچ جای کتاب به آن بازنمی‌گردد. ارائهٔ ماه که حرکتی شتاب‌دار دارد، به‌عنوان شاهدی برای قانون لختی، در

فیزیک غیرقابل‌قبول است.

در ادامه کج‌فهمی ایجاد شـــده راجع به حرکت ماه و قانون گرانـــش عمومی، نه‌تنها برطرف نمی‌شـــود، بلکـــه بدتر هم می‌شـــود. در صفحه ۲۵ کاربرد نادرســـت واژه «نیرو» برای «شـــتاب گرانشی» ممکن اســـت دانش‌آموزان را سردرگم و دچار کج‌فهمی کند. نمی‌دانم این اشکال از اصل کتاب است یا ترجمه آن: «شتاب گرانشـــی به نیرویی گفته می‌شود که زمین همه اشـــیأ را با آن نیرو به ســـمت خود جذب می‌کند و آن را با حرف g نشـــان می‌دهند.» در ادامه در فصل سیب نیوتون، صفحه ۳۷، ابتدا به درستی، حرکت ماه به دور زمین را به نقل از قانون جاذبه نیوتون، با ســـقوط ســـیب از درخت مرتبط می‌کند اما هنگامی که می‌خواهد این ارتباط را توضیح دهد، مخاطب را حســـابی گیج می‌کند: «اما اگر زمین ماه را به سمت خود جذب می‌کند، پس چرا ماه روی زمین سقوط نمی‌کند؟ چون از یک طرف سرعتی که ماه با آن به دور زمین می‌گردد باعث می‌شـــود ماه بخواهد از زمین دور شـــود، و از طرف دیگر جاذبه زمین هم ماه را به سمت خود می‌کشد. این دو نیرو همدیگر را خنثی می‌کنند و در نتیجه ماه نه از زمین دور می‌شـــود و نه روی سرمان می‌افتد.» قبول داریم که لازم اســـت مفاهیم علمی برای دانش‌آموزان ساده‌سازی شوند، اما بیان اشتباه مفاهیم با ساده‌سازی فرق دارد. هرگز نمی‌توانیم در حرکت ماه به دور زمین که تنها تحت‌تأثیر نیروی گرانش زمین اســـت، از خنثی شـــدن دو نیرو ســـخن بگوییم. تمام دانشـــجویان سال اول فیزیک می‌دانند که جاذبه زمین که به ماه وارد می‌شـــود، با هیچ نیروی دیگری خنثی نمی‌شـــود و اتفاقاً همین نیروی خنثی نشده عامل حرکت ماه به دور زمین است. از ســـوی دیگر چگونه می‌توان سرعت حرکت جسم را عامل اعمال نیرو به خودش دانست؟! هیچ جسمی نمی‌تواند به خودش نیرو وارد کند.

اشکال‌های فلسفی ـ تاریخی

نخســـت در صفحه ۲۴ کتاب، دموکریتوس اطلاعاتی راجع به نظریه‌اش به آلیس می‌دهد که از نظر تاریخی چندین قرن بعد ارائه شـــده‌اند! در واقع نظریه اتمی دموکریتوس با نظریه اتمی که امروزه می‌خوانیم آن‌قدر کم اشتراک دارد که شاید فقط در حد اشتراک لفظی باشد. البته این یک فانتزی علمی اســـت اما برای کتابی که مبنایش آموزش تاریخ علم اســـت، اشکال کوچکی نیســـت. نویسنده می‌توانست با ترفندی پای دانشمندانی چون بور و رادرفورد را به میان بکشد و یا حداقل اگر می‌خواسته کتابش مختصرتر باشد، از زبان دموکریتوس بگویـــد طبق آنچه دانشـــمندان زمان شـــما می‌گویند... . در اینجا اشـــکال دیگری هم وجود دارد که جنبه فلسفی دارد. وقتی ارشمیدس وارد بحث می‌شـــود، می‌گوید: «اما دوهزار سال طول کشـــید تا اثبات شود حق با دموکریتوس بوده. در اصل همه عناصر ســـاده، مثل آهن یا گوگرد یا اکســـیژن، از اتم ساخته شده‌اند؛ یعنی از ذرات بسیارریزی که ویژگی‌های همان عنصر را دارند.» در فلسفه علم هیچ‌گاه نمی‌توانیم ادعا کنیم که نظریه‌ای اثبات شـــده است. تنها می‌توانیم از تأیید موقت نظریه‌ها ســـخن بگوییم. همان‌طور که مطرح شد، در اینجا حتی نمی‌توان گفت که نظریه دموکریتوس تأیید شده است، زیرا منظور دموکریتوس از اتم و تجزیه‌ناپذیر بودن آن با آنچه ما از آن سخن می‌گوییم، یکی نیست.

در فصل بعدی با عنوان «بال‌های لئوناردو» روند تاریخ علم یک‌بـــاره هفده قرن به جلو می‌رود. در صفحه ۲۵ می‌خوانیم: «منظور این نیست که طی این هفده قرن علم وجود نداشته، اما واقعیت این اســـت که در قرون وسطی به نوعی عقب‌گرد فرهنگی صورت گرفت. با شـــروع دوره رنسانس (از قرن ۱۵)، عقاید دانشمندان و حکیمان یونان باستان دوباره مورد توجه قرار گرفت و ...» در اینجا با خطایی رایج در کتاب‌های تاریخ علم مواجه هســـتیم: نادیده گرفتن دوران طلایی دانشمندان مسلمان و نقش آن‌ها در انتقال علم از یونان باستان به اروپای دوره رنســـانس. دانشـــمندانی چون بوعلی ســـینا، ابوریحان بیرونی، جابربن حیان، ابن هیثم و خواجه نصیرالدین طوسی، علاوه‌بر ترجمه آثـــار یونانی به عربی و انتقال آن‌ها به اروپای قرون وسطی، نقش قابل‌توجهی در پیشبرد روش‌های تجربی داشتند. دانشـــمندانی که در دوره رنسانس علم را گسترش دادند، بر شـــانه‌های این بزرگان عرصهٔ علم ایســـتاده بودند. شاید نشود از نویسنده‌ای اروپایی توقع داشت که به این نقش اشاره کند، اما ای کاش مترجم کتاب این نکته را در پی‌نوشت یـــادآوری می‌کرد. در همان حدی کـــه من به‌عنوان معلم در کلاس، هنگام خواندن کتـــاب، پرانتزی برای این موضوع باز کردم و به آن اشاره کردم.

آخرین نقدی که از منظر فلسفه علم می‌توان به کتاب وارد کرد، ســـاده‌انگاری روش علمی است. مثال‌هایی که در کتاب آمده آن‌قدر ساده‌سازی شـــده‌اند که تصور ساده‌انگارانه‌ای را در ذهن دانش‌آموزان ایجـــاد می‌کنند؛ یعنی همان الگوریتم معروفِ مشـــاهده، فرضیه‌ســـازی، آزمایـــش و نتیجه‌گیری. مشاهدهٔ یک متخصص که نظریه‌هایی را از قبل درنظر دارد، با مشـــاهدهٔ یک کودک که هنوز هیچ نمی‌داند، تفاوت دارد. بنابراین مشاهدهٔ ما خود از نظریه‌ای که در ذهن داریم متأثر است.

در پایان خوب اســـت به نقطه قوت کتاب اشـــاره کنم: در فصل پایانی، کل کتاب در قالب تکلیف درســـی آلیس در سه صفحه خلاصه شده اســـت. در این فصل دانش‌آموزان خیلی ســـریع و روان و بدون بحث‌های گیج‌کننده، مباحث کتاب را مرور می‌کنند و در ضمنِ آن می‌توانند با فن خلاصه‌نویســـی نیز آشنا شوند. یعنی می‌توان آن را به‌عنوان یک الگوی خوب برای خلاصه‌نویسی به دانش‌آموزان معرفی کرد.

Roshd
فیزیک
123
Physics Education Journal

IN THE NAME OF ALLAH

Education is the base of development / 2
The need for using renewable energy in building / M. Maleki, B. Rahimpur / 3
A Simple experimental setup to show that light does not recombine... / Rafael Garcia Molina et al / 8
An ultra short history of the entire universe / Ethan Siegel / 10
Light Polarization and its importance / Kh. Hassani / 15
Active learning instead of stereotype learning and memorizing / A. M. Hoseini / 18
Last Hawking's Paper / M. Rahbar / 26
Hunting cosmi rays with radio arrays / Z. Bagheri / 28
Physics frontrier / M. Rahbar / 32
Metamaterial physics / S. Rosta / 38
Using conceptual maps in physics education / T. Mesri et al / 44
The effect of electromagnetic radiation on bean plant / A. Ehsani / 52
Obituary / E. Motamedi / 60
Book review / 62

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

Managing Editor: Mohammad Naseri
Editor-in-Chief: Manijeh Rahbar
Executive Director: Ahmad Ahmadi
Graphic Designer: Navid Andarodi
Editorial Board: Ahmad Ahmadi, Rouhollah Khalili, Esfandyar Motamedi, Manijeh Rahbar, seyyed Hedayat sajadi, Hassan Ghalami Bavi Oliai, Hanie Alinejad

www.roshdmag.ir
Physics@roshdmag.ir
ISSN: 1606-917x
SMS: 3000899502
P.O. Box: 15875/6585
Department of Physcis, Tehran-Iran

Physics Education Journal
Vol.34- No.123- 2019

رشد آشنای جوان
رشد آموزش فیزیک

نحوهٔ اشتراک مجلات رشد به دو روش زیر:
الف. مراجعه به نمایندگی مجلات رشد به نشانی www.roshdmag.ir و ثبت‌نام در سایت و سفارش و خرید از طریق درگاه الکترونیکی بانکی.
ب. واریز مبلغ اشتراک به شماره حساب ۰۱۰۰۰۹۶۶۲۰۰۰ بانک تجارت شعبهٔ سه‌راه آرامش کد ۳۹۵ در وجه شرکت افست و ارسال فیش بانکی به همراه برگ تکمیل‌شدهٔ اشتراک با پست سفارشی یا از طریق دورنگار به شمارهٔ ۸۸۴۹۰۲۳۳.

◆ عنوان مجلات درخواستی:
◆ نام و نام خانوادگی:
◆ تاریخ تولد:
◆ میزان تحصیلات:
◆ تلفن:
◆ نشانی کامل پستی:
استان: شهرستان:
خیابان:
پلاک: شمارهٔ پستی:
شمارهٔ فیش بانکی:
مبلغ پرداختی:
◆ اگر قبلاً مشترک مجله رشد بوده‌اید، شمارهٔ اشتراک خود را بنویسید:
امضا:

◆ نشانی: تهران، صندوق پستی امور مشترکین: ۳۳۹۱-۱۵۸۷۵
◆ تلفن بازرگانی: ۸۸۸۶۷۳۰۸-۰۲۱
Email: Eshterak@roshdmag.ir
◆ هزینهٔ اشتراک سالانه مجلات عمومی رشد (هشت شماره)؛ ۵۵۰/۰۰۰ ریال
◆ هزینهٔ اشتراک سالانه مجلات تخصصی رشد (سه شماره)؛ ۲۵۰/۰۰۰ ریال

با مجله‌های رشد آشنا شوید

مجله‌های دانش‌آموزی
به صورت ماهنامه و ده شماره در سال تحصیلی منتشر می‌شود:
رشد کودک برای دانش‌آموزان پیش‌دبستانی و پایهٔ اول دورهٔ اموزش ابتدایی
رشد نوآموز برای دانش‌آموزان پایه‌های دوم و سوم دورهٔ اموزش ابتدایی
رشد دانش‌آموز برای دانش‌آموزان پایه‌های چهارم، پنجم و ششم دورهٔ اموزش ابتدایی

مجله‌های دانش‌آموزی
به‌صورت ماهنامه و هشت شماره در سال تحصیلی منتشر می‌شود:
رشد نوجوان برای دانش‌آموزان دورهٔ اموزش متوسطهٔ اول
رشد پویا برای دانش‌آموزان دورهٔ اموزش متوسطهٔ اول
رشد جوانه برای دانش‌آموزان دورهٔ اموزش متوسطه‌دوم

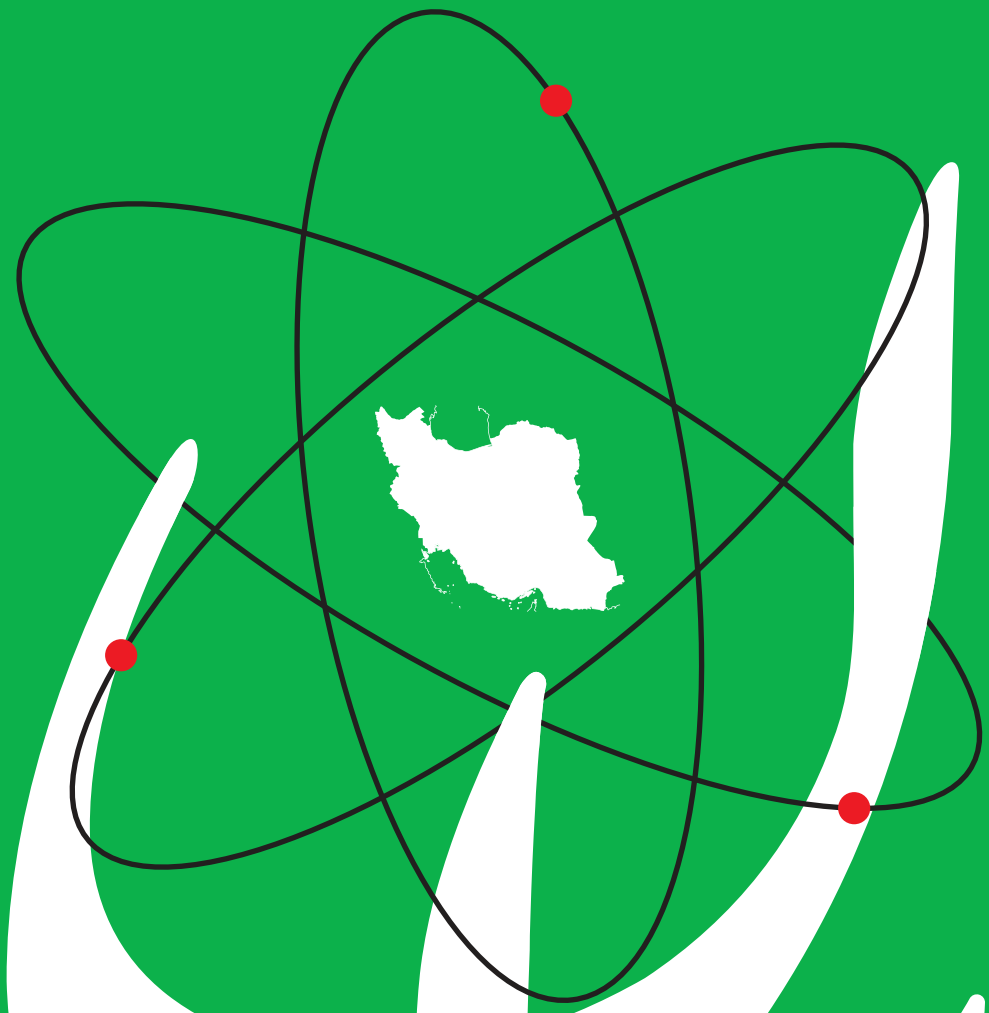
مجله‌های بزرگسال عمومی
(به صورت ماهنامه و هشت شماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شود):
◆ رشد آموزش ابتدایی ◆ رشد تکنولوژی آموزشی
◆ رشد مدرسه فردا ◆ رشد معلم

مجله‌های بزرگسال تخصصی:
به صورت فصلنامه و سه شماره در سال تحصیلی منتشر می‌شود:
◆ رشد آموزش قرآن و معارف اسلامی ◆ رشد آموزش زبان و ادب فارسی
◆ رشد آموزش هنر ◆ رشد آموزش مشاور مدرسه ◆ رشد آموزش تربیت‌بدنی
◆ رشد آموزش علوم اجتماعی ◆ رشد آموزش تاریخ ◆ رشد آموزش جغرافیا
◆ رشد آموزش زبان‌های خارجی ◆ رشد آموزش ریاضی ◆ رشد آموزش فیزیک
◆ رشد آموزش شیمی ◆ رشد آموزش زیست‌شناسی ◆ رشد مدیریت مدرسه
◆ رشد آموزش فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش ◆ رشد آموزش پیش‌دبستانی
◆ رشد آموزش برهان متوسطهٔ دوم

مجله‌های رشد عمومی و تخصصی برای معلمان، مدیران، مربیان، مشاوران و کارکنان اجرایی مدارس، دانشجویان دانشگاه فرهنگیان و کارشناسان گروه‌های آموزشی و... تهیه و منتشر می‌شود.
◆ نشانی: تهران، خیابان ایرانشهر شمالی، ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش، پلاک ۲۶۶
◆ تلفن و نمابر: ۸۸۳۰۱۴۷۸ - ۰۲۱
◆ وبگاه: www.roshdmag.ir

سطح نشین اینسایت مریخ به بررسی ساختار درونی سیاره سرخ می پردازد.

صفحهٔ ۳۲ را مطالعه کنید



ایران

ایران هسته‌ای

۲۰ فروردین، روز ملّی فناوری هسته‌ای