رشد آموزش
فیزیک
۱۱۵
فصل‌نامهٔ آموزشی، تحلیلی و اطلاع‌رسانی
دورهٔ سی و دوم، شمارهٔ ۱، پاییز ۱۳۹۵

بسم الله الرحمن الرحیم

یادداشت سردبیر / اقتصاد مقاومتی و آموزش / ۲
توسعهٔ پایدار با قانون‌های فیزیک / طاهره غلامحسین، علیرضا شوکتی / ۳
تابش‌سنج کروکس به عنوان ماشین گرمایی / لادکویسکی و پین چوک، ترجمهٔ احمد توحیدی / ۶
شبیه‌سازی گردش زمین و ماه به دور یکدیگر / غلامحسین رستگارنسب، حسن سرپرست، محمدرضا طیبی / ۸
نیوتون، بزرگ‌مرد جهان فیزیک! / جان میناردکنیز، ترجمهٔ حسین گل مژده / ۱۴
مدل‌سازی در فیزیک / ری اینورنو، ترجمهٔ آرش ظهوریان پُردل / ۱۹
نقش دانشمندان ایرانی- اسلامی در پیشبرد علوم تجربی، گفت‌وگو با عبدالحسن بصیره، دبیر کمیته علمی همایش / نصرالله دادار / ۲۰
بزرگداشت دکتر قلمسیاه در روز معلم / اسفندیار معتمدی / ۲۵
شعر سرودن در درس‌های فیزیک عمومی / ویلیام ال اشمیت، ترجمهٔ رضوانه طالبی‌پور / ۲۶
سرن، سزامی و علوم کاربردی برای صلح در خاورمیانه / سلیمان معروفی / ۳۰
آموزش فیزیک به روش تجربه عینی / لیلا سادات مؤمنی / ۳۴
ارتقای تجربه اخترشناسی پایه با استفاده از تبلت و تلسکوپ / رابرت مک گیل و همکاران، ترجمهٔ رضوانه طالبی‌پور / ۳۷
جهان واقعی، جهان مجازی! ارتقای نگرش در یادگیری فیزیک با تلفیق جهان واقعی و مجازی / آزیتا سیدفدایی / ۴۰
مرزهای فیزیک / منیژه رهبر / ۴۴
تعیین ضریب‌های معادله حالت در آب‌های جزیره قشم (خوریات خوران) / مریم خوشخو، افسانه کرمی‌پور، هنده مجدی، محدثه تاجیک / ۴۸
کارنامهٔ یک فیزیک‌دان مسلمان! بررسی کارهای اسماعیل جزری در حوزه مکانیک / ابوالفضل عزیزی / ۵۴
نرم‌افزار Physics ۱۰۱ SE ابزاری برای آموزش مهارت‌های فرایندی علم / ناصر بصیری، آزیتا سیدفدایی / ۵۸
معرفی کتاب / آزیتا سیدفدایی / ۶۱

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

مدیرمسئول: محمد ناصری
سردبیر: دکتر منیژه رهبر
مدیر داخلی: احمد احمدی
هیئت تحریریه: احمد احمدی، روح الله خلیلی بروجنی، دکترسید حجت‌الحق حسینی، دکتر آزیتا سیدفدایی، دکتر منیژه رهبر، اسفندیار معتمدی
طراح گرافیک: نوید اندرودی
ویراستار: دکتر منیژه رهبر
www.roshdmag.ir
Physics@roshdmag.ir
پیامک: ۳۰۰۰۸۹۹۵۰۲
roshdmag :
نشانی مجله: تهران صندوق پستی: ۱۵۸۷۵-۶۵۸۵
دفتر مجله: (داخلی ۳۷۴) ۸۸۳۰۵۸۶۲-۰۲۱
پیام‌گیر نشریات رشد: ۸۸۳۰۱۴۸۲-۰۲۱
مدیر مسئول: ۱۰۲
دفتر مجله: ۱۱۳
امور مشترکین: ۱۱۴
چاپ: شرکت افست (سهامی عام)
شمارگان: ۴۵۰۰ نسخه

تصویر روی جلد:
جنگل حرا / جزیره قشم
عکاس: مهسا قبایی

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

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

اقتصاد مقاومتی و آموزش

در آستانهٔ شروع فعالیت‌های آموزشی در سالی هستیم که شعار آن «اقتصاد مقاومتی، اقدام و عمل» انتخاب شده است. حال شاید برای برخی از افراد اقتصاد، بیشتر به تجارت و بازار مربوط شود و ارتباط آن با آموزش چندان روشن و بدیهی نباشد. اما می‌خواهم تأکید کنم که یکی از مهم‌ترین مؤلفه‌های تحقق یافتن هدف مورد نظر ما تأکید بر آموزش مؤثر است و نه آموزشی که مهم‌ترین هدف آن قبولی در آزمون‌ها و گرفتن مدرکی باشد که چندان به کار نمی‌آید.

چون با فیزیک سر و کار داریم پس مباحث مطرح شده در درس فیزیک باید به‌گونه‌ای باشد که دانش‌آموزان را برای زندگی در جامعه‌ای بهتر و مرفه‌تر با استفاده از امکانات موجود و اجتناب از هر آنچه ممکن است دردسرآفرین باشد آماده سازد. بنابراین، مطالب در هر مورد باید به‌گونه‌ای مطرح شوند که شاگردان بتوانند ارتباط آن‌ها را با چیزی که در زندگی روزمره با آن روبه‌رو می‌شوند به خوبی حس کنند. این موضوع به آن‌ها کمک می‌کند تا متوجه شوند برای چه فیزیک می‌خوانند و یادگرفتن این درس چه تأثیری در رفاه و آسایش و زندگی بهتر آن‌ها دارد. همین‌طور، بهتر است مسئله‌ها و تمرین‌هایی که به شاگردان داده می‌شود در رابطه با چیزهایی باشند که در زندگی روزمره خود با آن‌ها مواجه می‌شوند: همچنین بهتر است مطالب طوری مطرح شوند که ضمن جلب توجه شاگردان به موضوع مربوطه به آن‌ها کمک کند تا خودشان به نتیجه مورد نظر برسند و نه اینکه حقایق به اطلاع آن‌ها رسانده شود. به عبارت دیگر، مباحث درسی باید طوری مطرح شوند که شاگردان با روش علمی برخورد به جهان آشنا شوند. خوشبختانه مباحث مختلف فیزیک ارتباط روشن و تنگاتنگی با شرایط مختلفی دارند که همه روزه با آن مواجه می‌شویم. مباحث درس مکانیک در همه رفت و آمدها و فعالیت‌های مختلف ما دخیل‌اند و آگاهی از آن‌ها می‌تواند نقش مؤثری در سلامت، رانندگی بهتر، و اجتناب از حوادث ناخوشایند داشته باشد. هنوز بسیاری از افراد کمربند ایمنی را از ترس پلیس می‌بندند و متوجه اهمیت آن در حفظ جان افراد در هنگام تصادف نیستند.

آگاهی از آنچه در مباحث گرما و ترمودینامیک مطرح می‌شود نقش مؤثری در طراحی بهتر ساختمان‌ها و آسایش بیشتر در داخل خانه‌ها دارد. همین‌طور، خانم‌های خانه‌دار هنگام فعالیت‌های روزانه خود مدام با این مباحث روبه‌رو هستند. اهمیت الکتریسته و مغناطیس در دستگاه‌های مختلفی که با آن‌ها سر و کار داریم نیز چنان بدیهی است که شاید نیازی به تأکید براهمیت‌شان وجود نداشته باشد.

شاید بسیاری از معلمان مباحث مربوط به فیزیک جدید را چندان دوست نداشته باشند و آن‌ها را بار سنگینی بر برنامه‌درسی تلقی کنند. اما باید توجه داشت که فناوری‌های مبتنی بر این مباحث به‌طور گسترده وارد زندگی ما شده‌اند و درک مفاهیم مرتبط با این حوزه مورد نیاز همهٔ افراد جامعه است. البته باید تأکید کرد که این مطالب نباید در سطح پیچیده و با تأکید بر معادله‌های ریاضی مشکل‌آفرین ارائه شوند، بلکه با اندکی تلاش می‌توان آن‌ها را به‌صورت ساده و مفهومی طوری بیان کرد تا در حالی‌که شناخت لازم را در اختیار شاگردان می‌گذارند آن‌ها را سردرگم نکنند.

سرانجام، باید متذکر شد مسائل زیست‌محیطی که تاکنون نقش بارزی در مطالب درسی و مباحث آموزشی ما نداشته‌اند، اکنون یکی از مهم‌ترین چالش‌هایی را تشکیل می‌دهند که افراد نه‌تنها در کشور ما، بلکه در سراسر جهان با آن روبه‌رو هستند. شاگردان باید با اصول اولیه و مهم فیزیک محیط‌زیست آشنا شدند تا بتوانند زندگی بهتر و سالم‌تری داشته باشند.

این مباحث را می‌توان به‌صورت ساده و مفهومی و در ارتباط به آنچه مدام با آن روبه‌رو هستیم، مانند مبحث مربوط به وارونگی و ریزگردها و غیره مطرح و بر راه‌های مبارزه با آن‌ها تأکید کرد.

معلمان ما با تربیت نیروی انسانی کشور بزرگ‌ترین سرمایه آن را تأمین می‌کنند. کشور ما از امکانات بسیار گسترده‌ای برای تولید ثروت برخوردار است. تنوع اقلیم، منابع معدنی، محصولات کشاورزی متنوع، و منابع انرژی غنی و مهم‌تر از همه نیروی انسانی تحصیل کرده سرمایه‌های مهم کشورمان را تشکیل می‌دهند. اما با وجود این همه سرمایه، به لحاظ درآمد سرانه و تولید ناخالص ملی، رتبهٔ ما در جهان به هیچ وجه شایستهٔ کشوری با این همه امکانات نیست. تنها راه غلبه بر این مشکل تربیت نیروی انسانی کار آزموده و مدیریت صحیح سرمایه‌هاست. البته باید تأکید کرد که همراه با توسعه مهارت تمرکز بر مسائل اخلاقی نیز بسیار حائز اهمیت است. شاگردان باید به‌گونه‌ای تربیت شوند که واقعاً به این باور برسند که پیشرفت جز تأکید بر توسعهٔ کل جامعه امکان‌پذیر نیست. افراد باید منفعت جامعه را مقدم بر نفع شخصی بدانند. هر کشور وقتی پیشرفت می‌کند که افراد آن منافع جمعی را بر نفع شخصی خود ترجیح دهند.

توسعهٔ پایدار با قانون‌های فیزیک

طاهره غلامحسین
کارشناس ارشد محیط زیست، دبیر آموزش‌وپرورش ناحیه یک شهرری
علیرضا شوکتی
کارشناس فیزیک و ارشد جامعه‌شناسی، دبیر آموزش‌وپرورش ناحیه یک شهرری

چکیده

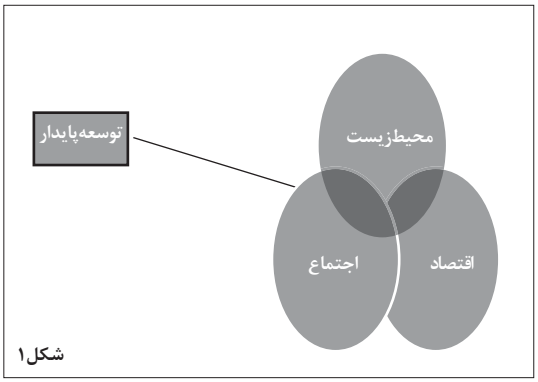
علم و دانش بشر نتیجه سال‌ها تجربه و تلاش اندیشمندان بزرگ است. انسان با غور و تفکر و تدبر در طبیعت پیرامون خود به کشف رموز آن پرداخت و قانون‌های علمی را بنا نهاد. این قانون‌ها را محور توسعه و پیشرفت فناوری قرار داد ولی متأسفانه در کاربرد این علوم در صنایع، کم‌کم طبیعت را که مادر علوم بود به دست فراموشی سپرد. در نتیجه قانون‌ها در جهت هر چه آسوده شدن زندگی انسان پیش رفت و سبب از دست رفتن منابع طبیعی و آلودگی محیط زیست شد. هدف از انجام این پژوهش یادآوری نقش طبیعت (محیط زیست) در حیات انسان و دستیابی به توسعه پایدار است. مسئله مورد بررسی در این پژوهش این است که آیا می‌توان از طریق قانون‌های فیزیک به توسعه پایدار دست یافت؟ با انجام تحقیقات کتابخانه‌ای پیرامون دو بحث فیزیک و توسعه پایدار توانستیم به سه قانون برای توسعه پایدار دست یابیم. ۱. قانون پایستگی توسعه پایدار ۲. قانون کنش و واکنش پایدار ۳. قانون توسعه پایدار شتابدار.

کلیدواژه‌ها: توسعهٔ پایدار، قانون‌های فیزیک، قانون پایستگی انرژی

۱. مقدمه

فیزیک از واژه یونانی physis به معنای ماهیت و طبیعت برگرفته شده است. دانشمندان این علم را علم مطالعه ویژگی‌ها و قانون‌های طبیعت می‌دانند. به‌طور وسیع هدف اصلی علم فیزیک بررسی و تحلیل طبیعت است و این علم همواره در پی آن است که رفتار طبیعت را در شرایط گوناگون درک و پیش‌بینی کند. این علم از مفاهیمی مانند انرژی، نیرو، بار الکتریکی، میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی، فضا، زمان و ... برای تحلیل و بررسی طبیعت پیرامون استفاده می‌کند. دانشمندان با توجه به رفتارهای طبیعت، قانون‌های فیزیک را پایه‌گذاری کرده و از آن‌ها در راه هر چه بهتر شدن زندگی انسان استفاده کرده‌اند.

از سوی دیگر توسعه پایدار موضوعی نو و تازه است که بشر چند دهه‌ای است که به فکر آن افتاده است. چرا که با بهره‌برداری زیاد از منابع طبیعی، مشکلات عدیده‌ای ایجاد کرده است که دیگر نمی‌توانند بدون حذف این مشکلات قدم در راه توسعه فراتر بگذارد. لذا بیان موضوع توسعه پایدار از اینجا ضرورت پیدا کرد. در تعریف توسعه پایدار باید بگوییم: «توسعه پایدار توسعه‌ای است که پاسخگوی نیازهای نسل حاضر باشد، بدون اینکه به توانایی نسل‌های آینده در برآورده کردن نیازهایشان لطمه‌ای وارد کند». (۱) به‌طور کلی توسعه پایدار سه مؤلفه مهم دارد. ۱. محیط زیست، ۲. جامعه، ۳. اقتصاد. یعنی اگر هر کدام از این مؤلفه‌ها (مطابق شکل ۱) را یک دایره در نظر بگیریم، فصل مشترک سه دایره در صورتی که در هم تنیده شوند، دست یافتن به توسعه پایدار را امکان‌پذیر می‌سازند. هر چه رابطه این سه مؤلفه به هم نزدیک‌تر باشد احتمال دستیابی توسعه به شکل پایدار بیشتر خواهد شد. در اینجا به ضرورت و اهمیت نقش سه مؤلفه در توسعه پایدار پی می‌بریم.



شکل ۱

حال برای روشن‌تر شدن مباحث تولید پایدار به ۱۸ اصل از اصول ۲۷ گانه توسعه پایدار از منظر «بیانیه ریو» دربارهٔ محیط‌زیست و توسعه می‌پردازیم که در ژوئن سال ۱۹۹۲ در ریودوژانیرو صادر شد و هدف آن تلاش در جهت نیل به توافق بین‌المللی در جهت منافع همگان یکپارچگی محیط زیست جهان است و از نظام توسعه حمایت به عمل می‌آورد.

اصول توسعه پایدار:(۲)

۱. مـردم حـق دارنـد کـه از یـک زندگـی سـالم و پربـار و سـازگار بـا طبیعـت برخـوردار باشـند.
۲. توسـعه امـروز نبایـد نیازهـای اساسـی توسـعه و محیـط زیسـت نسـل‌های کنونـی و آینـده را از بیـن ببـرد.
۳. ملت‌هـا بـرای اسـتفاده از منابـع خـود حـق حاکمیـت دارنـد، امـا نمی‌تواننـد بـه محیط‌زیسـت مـاورای مرزهـای خـود آسـیب برسـانند.
٤. ملت‌هـا بایـد به‌منظـور جبـران آسـیب‌هایی کـه فعالیت‌هـای آنـان در مـاورای مرزهایشـان بـه وجـود مـی‌آورد، قوانیـن بین‌المللـی را گسـترش دهنـد.
۵. ملت‌هـا بایـد بـرای حفاظـت از محیط‌زیسـت از یـک رویکـرد احتیاطـی بهـره جوینـد.
٦. بـرای دسـتیابی بـه توسـعه پایـدار بایـد حفاظـت از محیط زیسـت یکـی از حوزه‌هـای اصلـی فراینـد توسـعه باشـد و نمی‌تـوان توسـعه را جـدای از آن در نظـر گرفـت.
۷. ملت‌هـا بایـد بـرای نگهـداری، حفاظـت از محیـط زیسـت بـا یکدیگـر تشـریک مسـاعی کنند.
۸. ملت‌هـا بایـد الگوهـای ناپایـدار تولیـد و مصـرف را کاهـش دهنـد و سیاسـت‌های جمعیتـی مناسـبی را تشـویق کننـد.
۹. مسـائل زیسـت‌محیطی بـا مشـارکت شـهروندان علاقه‌مند بهتـر کنتـرل می‌شـوند.
۱۰. ملت‌هـا بایـد فراهـم سـاختن اطلاعـات زیسـت‌محیطی گسـترده، آگاهـی و مشـارکت عمومـی را تسـهیل و ترغیـب کننـد.
۱۱. ملت‌هـا بایـد قانون‌هـای زیسـت‌محیطی مؤثـری وضـع کننـد و بـا توجـه بـه آلودگی‌هـای زیسـت‌محیطی قوانیـن ملـی را گسـترش دهنـد.
۱۲. کشـورها بایـد بـرای ایجـاد یـک نظـام اقتصـادی بین‌المللـی آزاد کـه منجـر بـه رشـد و توسـعه پایـدار تمـام کشـورها شـود همـکاری کننـد.
۱۳. به‌طـور کلـی آلوده‌کننده‌هـا بایـد هزینـه آلودگـی را برعهـده بگیرنـد.
۱٤. ملت‌هـا بایـد از بلایـای طبیعـی و یـا فعالیت‌هایـی کـه ممکـن اسـت پیامدهـای فرامـرزی خطرناکـی داشـته باشـند، آگاه باشـند.
۱۵. توسـعه پایـدار نیازمنـد درک علمـی هـر چـه بهتـر مشـکلات اسـت.
۱٦. مشـارکت زنـان بـرای دسـتیابی بـه توسـعه پایـدار ضـروری اسـت.
۱۷. جنـگ ذاتـاً توسـعه پایـدار را نابـود می‌کنـد و کشـورها بایـد در زمـان جنـگ بـه قوانیـن بین‌المللـی حمایـت از محیط‌زیسـت احتـرام بگذارنـد.
۱۸. صلـح، توسـعه و حفاظـت از محیط‌زیسـت لازم و ملـزوم هـم بـوده و جدایـی ناپذیرنـد.
حـال کـه بـا مبحـث توسـعه پایـدار، مؤلفه‌هـا و اصـول آن تـا انـدازه‌ای آشـنا شـدیم بـه بحـث پیرامـون پژوهـش خـود برگشـته و بیـان می‌کنیـم کـه مـا در ایـن پژوهـش بـه دنبـال برقـراری ارتبـاط بیـن قوانیـن فیزیـک و مؤلفه‌هـای توسـعه پایـدار هسـتیم کـه در صـورت وجـود رابطـه بیـن ایـن دو موضـوع، از ایـن پـس از قانون‌هـای فیزیـک عـلاوه بـر بـه کارگیـری در توسـعه فنـاوری، در توسـعه پایـدار نیـز مـورد اسـتفاده قـرار دهیـم.

کشور ایران با توجه به موقعیت جغرافیایی حساس خود، اکنون در مقطعی از تاریخ و در مرحله‌ای از توسعه قرار گرفته است که تحت هر شرایطی باید مقوله امنیت غذایی و توسعه پایدار را به طور جدی مورد توجه قرار دهد

۲. اهمیت و ضرورت پژوهش

کشـور ایـران بـا توجـه بـه موقعیـت جغرافیایی حسـاس خود، اکنـون در مقطعـی از تاریـخ و در مرحله‌ای از توسـعه قـرار گرفته اسـت کـه تحـت هـر شـرایطی بایـد مقولـه امنیـت غذایـی و توسـعه پایـدار را بـه طـور جـدی مـورد توجـه قـرار دهـد. تحقق ایـن امـر هـم وقتـی امکان‌پذیر اسـت کـه بتوانیم منابـع طبیعی خـود را حفـظ و از آن‌هـا بـه نحـو مطلـوب بهره‌بـرداری کنیـم. مسـلماً بـدون حفاظـت از منابـع آب، خـاک، جنـگل و مرتـع و بهره‌بـرداری بهینـه از آن‌هـا نمی‌تـوان بـه توسـعه پایـدار و تولیـد قابـل اطمینان در کشـاورزی دسـت یافت. در حـال حاضر منابـع طبیعـی تجدیـد شـونده موجـود، در شـرایط نامطلوبـی مـورد بهره‌بـرداری قـرار می‌گیرنـد. اگرچـه هشـدارها بـه طـرق مختلـف بـه مسـئولان داده می‌شـود ولـی از آنجـا کـه کشـور ما برخـوردار از ذخایـر نفـت و گاز اسـت متأسـفانه توجـه چندانـی بـه منابـع طبیعـی دیگـر نمی‌شـود. از طرفـی ایـن موضـوع را بایـد در نظـر داشـت کـه نفـت، چـه بخواهیـم و چـه نخواهیـم روزی تمـام می‌شـود و از هم‌اکنـون بایـد منابـع دیگـری را جایگزیـن آن کـرد. در ایـن مـورد نقـش بهره‌گیـری بیشـتر از منابـع طبیعـی تجدیدشـونده تعیین‌کننـده اسـت. امـا پرسـش فـرا روی مـا اکنـون ایـن اسـت کـه بـه جـای ادامـه شـیوه‌های غارتگرایانـه‌ای کـه طبیعـت را بـه نحـوی خطرنـاک از مایـه تهی و نظام‌هـای حامـی زندگـی را نابـود می‌کنـد، چگونـه می‌تـوان بـا ورود در معاملـه‌ای سـودبخش بـا طبیعـت، بر سـرعت توسـعه اجتماعـی- اقتصـادی افـزود؟ اکنـون زمـان آن رسـیده اسـت کـه در قبـال کوتاهـی و بی‌تفاوتـی خویـش نسـبت بـه طبیعـت بـه جبـران مافـات بپردازیـم تـا از ایـن طریـق بـرای نسـل‌های آینـده محیطـی قابـل زیسـت فراهـم آیـد. (٤)

۳. بحث و بررسی

در ایـن پژوهـش مـا سـه قانـون فیزیـک را بـه طـور جداگانـه شـرح می‌دهیـم و رابطـه آن را بـا توسـعه پایـدار بیـان می‌کنیم ایـن قوانین شـامل:

۱. قانون پایستگی انرژی

در گام نخسـت مفهـوم ایـن قانـون بیـان می‌کنـد کـه: مقـدار انـرژی یـک جسـم همـواره ثابـت اسـت مگـر آنکـه بـه جسـم انـرژی داده یـا از آن انـرژی گرفتـه شـود.
حـال ببینیـم چگونـه ایـن قانـون می‌توانـد محـوری بـرای دسـتیابی بـه توسـعه پایـدار باشـد. از آنجـا کـه توسـعه پایـدار دارای سـه مؤلفـه (محیط‌زیسـت، اجتمـاع، اقتصـاد) اسـت هـر

کـدام از ایـن مؤلفه‌هـا می‌توانـد جایگزیـن عبـارات قانـون پایسـتگی انـرژی شـود. بـه ایـن ترتیـب کـه بخـش اول قانـون کـه شـامل جملـه «مقـدار انـرژی یـک جسـم همـواره ثابـت اسـت» را منابـع موجـود در محیـط زیسـت در نظـر می‌گیریـم. قسـمت دوم قانـون کـه شـامل «دادن انـرژی یـا گرفتـن انرژی» اسـت را مربـوط بـه مؤلفه‌هـای اقتصـاد و اجتمـاع در نظـر بگیریـم ارتبـاط ایـن دو موضـوع بـا یکدیگـر چنیـن اسـت:

مقـدار منابـع طبیعـی موجـود در محیط‌زیسـت همـواره ثابـت اسـت مگـر اینکـه ایـن منابـع توسـط افـراد اجتمـاع بـرای داشـتن رشـد و توسـعه اقتصـادی مـورد بهره‌بـرداری قـرار گیـرد، حـال در صورتـی کـه ایـن منابـع فقـط از طبیعـت گرفتـه شـود و هیـچ راه جایگزینـی بـرای بـاز گردانـدن آن‌هـا بـه طبیعت نباشـد بـه توسـعه پایـدار نخواهیـم رسـید. بنابراین اگـر بـه میـزان اسـتفاده از منابـع طبیعـی راه کارهایـی بـرای بازگردانـدن آن‌هـا بـه طبیعـت در نظـر داشـته باشـیم بـه توسـعه پایـدار محیط‌زیسـت دسـت خواهیـم یافـت.

پـس قانـون پایسـتگی انـرژی در فیزیـک می‌توانـد قانونـی بـرای رسـیدن به توسـعه پایدار باشـد و آن را پایسـتگی توسـعه پایـدار می‌نامیـم.

۲. قانون‌های نیوتون

الف) قانون کنش و واکنش

هـر کنشـی بـا یـک واکنـش از طـرف جسـم همـراه اسـت، توسـعه پایـدار نیـز بـر همیـن اسـاس اسـت، یعنی کنش انسـان (اجتمـاع) نسـبت بـه محیـط زیسـت بـا واکنـش طبیعـت در مقابـل مـا همـراه اسـت در صـورت اسـتفاده درسـت از منابـع و بهره‌گیـری اقتصـادی کافـی نـه بیـش از انـدازه، بـه طبیعـت آسـیب وارد نمی‌شـود و توسـعه پایـدار برقـرار می‌شـود حـال بـا تولیـد زباله‌هـا و آلودگی‌هـای مختلـف، نمی‌توانیـم از طبیعـت واکنـش مناسـبی دریافـت کنیـم. یکـی از اصـول توسـعه پایـدار ایـن اسـت کـه طبیعـت تـا انـدازه‌ای می‌توانـد آلودگی‌هـای ایجـاد شـده در محیـط را از بیـن ببـرد ولـی اگـر ایـن میـزان بیـش از انـدازه باشـد طبیعـت توانایی برگشـت را نـدارد. چنانکه در زندگـی امـروز می‌بینیـم جوامـع بـا بحران‌هـای آلودگـی مواجـه هسـتند کـه عـدم دسـتیابی بـه توسـعه پایـدار را در بـر خواهـد داشـت. بنابرایـن ایـن قانـون فیزیـک نیـز در رسـیدن بـه توسـعه پایـدار نقـش مهمـی را ایفـا می‌کنـد و آن را قانـون کنـش و واکنـش پایـدار می‌نامیـم.

ب) در قانـون دوم نیوتـون می‌خوانیـم: شـتاب گرفتـن جسـم بـه جـرم m بـا نیـروی وارد آمـده رابطـه مسـتقیم و بـا جـرم آن رابطـه عکـس دارد.

$$a = \frac{f}{m}$$

در ایـن قانـون جسـمی داریم کـه شـتاب گرفتن آن بـا نیروی وارد بـر آن نسـبت مسـتقیم و بـا جـرم جسـم رابطـه معکـوس دارد. در تعمیـم ایـن قانـون بـه توسـعه پایـدار بایـد بگوییـم که میـزان توسـعه پایـدار محیـط زیسـت، بـه میزان‌هـای منابـع موجـود در آن و میـزان بهره‌برداری‌هـای بـه عمـل آمـده از آن بسـتگی دارد کـه ایـن پایداری بـا میـزان منابـع موجـود رابطه مسـتقیم و بـا میـزان بهره‌بـرداری از آن رابطـه معکـوس دارد. یعنـی هـر چـه محیـط زیسـت مـا دارای منابـع طبیعی بیشـتر باشـد امـکان ادامـه زندگـی بـرای نسـل‌های آینـده فراهم‌تـر اسـت و توسـعه پایـدار بیشـتر خواهـد بـود. در صورتـی کـه بهره‌برداری‌هـای بـه عمـل آمـده انسـان از ایـن منابـع بیشـتر و بیشـتر باشـد، منابـع کمتـر شـده و در نتیجـه توسـعه پایـدار کم‌رنگ‌تـر می‌شـود و منابعـی بـرای اسـتفاده نسـل‌های آینـده نخواهـد بـود. بنابرایـن می‌توانیـم رابطـه زیـر را بـا توجـه بـه قانـون دوم نیوتـون بـه دسـت آوریـم.

$$\text{شتاب توسعه پایدار} = \frac{\text{میزان منابع موجود (منابع محیط زیست)}}{\text{میزان بهره‌برداری (اجتماع و اقتصاد)}}$$

قانون پایستگی انرژی در فیزیک می‌تواند قانونی برای رسیدن به توسعه پایدار باشد و آن را پایستگی توسعه پایدار می‌نامیم

۴. نتیجه‌گیری

از آنچـه گفتـه شـد نتیجـه می‌گیریـم کـه شـناخت مـا از طبیعـت می‌توانـد راهگشـای مـا در توسـعه پایـدار باشـد و تنهـا کار مـا شـاید برقـراری ارتبـاط آن‌هـا بـا یکدیگـر باشـد. مـا بـا انجـام ایـن پژوهـش سـه قانـون بـرای توسـعه پایـدار یافتیـم. اول قانـون پایسـتگی توسـعه پایـدار، دوم قانـون کنـش و واکنـش پایـدار و سـوم قانـون توسـعه پایـدار شـتابدار. پـس بـا عمـل بـه ایـن قانون‌هـا سـه گام مهـم در رسـیدن بـه توسـعه پایـدار برخواهیـم داشـت. بـه امیـد روزی کـه مؤلفه‌هـای توسـعه پایـدار کامـلاً بـر روی یکدیگـر قـرار گرفتـه و دایـره توسـعه پایـدار بشـر کامـل و جهانـی شـود. تفکـر زیسـت محیطـی زمیـن شـاید بتوانـد بسـیاری از آمـال و آرزوهـای بشـری را تحقـق بخشـد امـا ایـن امـر ممکـن نخواهـد بـود مگـر از طریـق ترویج و نشـر گسـترده و مسـتمر فرهنـگ زیسـت‌محیطی در میـان اقشـار مختلـف جامعـه. بـه هـر حـال دسـتیابی بـه مفهـوم توسـعه پایـدار در کنـار حفاظـت از منابـع طبیعـی و محیط‌زیسـت، وظیفـه خطیـری اسـت کـه بـر عهـده سـازمان‌ها، نهادهـا، مسـئولان و کلیـه دسـت‌اندرکاران مسـائل توسـعه و محیـط زیسـت گذاشـته شـده اسـت. چنیـن وظیفـه خطیـری جدیـت و تـلاش همه‌جانبـه‌ای می‌طلبنـد کـه بایـد بـر آن همـت گماشـت. بـا انجـام ایـن پژوهـش بـه رابطـه تنگاتنگـی کـه قوانیـن علمـی ثابـت شـده در دهه‌هـای گذشـته بـا موضوع‌هـای روز امـروز پـی بردیـم زیـرا کـه ایـن قوانیـن نتایـج کشـفیات بشـر از محیـط پیرامـون خـود بـود و مسـئله‌ای کـه مـا امـروز بـا آن درگیـر هسـتیم فراموشـی محیـط زیسـت خودمـان اسـت کـه اگـر در هـر شـکل ایـن فراموشـی را کنـار بگذاریـم بـه محیـط زیسـت و ادامـه زندگـی خـود و نسـل‌های آینـده خدمـت کرده‌ایـم.

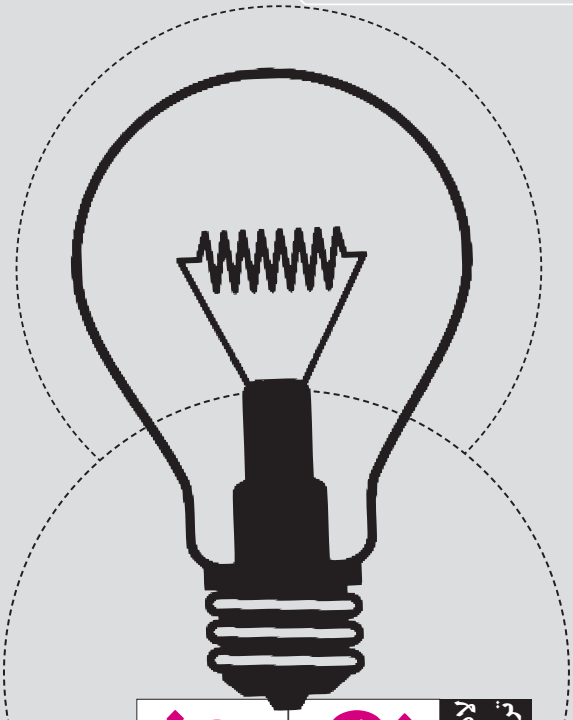
منابع

۱. جـی. بـارو. کریسـتوفر. اصـول و روش‌هـای مدیریت زیسـت‌محیطی. ترجمـه مهـرداد انـدرودی، نشـر کنگـره، تهـران ۱۳۸۰

۲. جـی. تـی. میلـر. زیسـتن در محیط‌زیسـت. ترجمـه مجیـد مختـوم. نشـر دانشـگاه تهـران، تهـران ۱۳۷۷.

3.http:// daneshnameh. roshd. ir/ mavara/ mavara- index. php? page= %D8 %A7 %D9 %86 %D8 %B1 %DA %98 %DB %8C&SSO ReturnPage= Check& Rand

4. http:// fa. wikipedia. Org/ wiki/ %D9 %81 %DB %8C %D8 %B2 %DB %8C %DA % A9



تابش سنج کروکس به‌عنوان ماشین گرمایی

لادکو بسکی و پین چوک
ترجمهٔ احمد توحیدی

در حالی‌که تابش‌سنج به‌عنوان یک وسیلهٔ سرگرمی (آزمایشگاهی) در دسترس همه قرار دارد، اما وودراف[1] خاطرنشان می‌کند که تابش‌سنج وسیلهٔ بسیار مفیدی هم هست که به ما کمک می‌کند تا مسائل علمی معینی را حل کنیم. بسیاری از فیزیک‌دان‌ها فکر می‌کنند طرز کار تابش‌سنج را می‌دانند، اما در واقع فقط تعداد کمی با طرز کار آن آشنا هستند. در این مقاله آزمایشی ارائه شده است که نشان می‌دهد تابش‌سنج را می‌توان یک ماشین گرمایی درنظر گرفت.

تابش‌سنج پره‌هایی دارد که یک طرف آن به رنگ سیاه (تاریک) و طرف دیگر آن براق (روشن) است. این وسیله را ویلیام کروکس[2] شیمی‌دان در سال ۱۸۷۳/۱۲۵۲ اختراع کرد. نظر نادرست او دربارهٔ طرز کار این وسیله آن بود که با استفاده از فشار نور می‌توان نیروهایی که باعث چرخیدن پره‌ها می‌شوند را توضیح داد. ابتدا جمیز کلارک ماکسول[3] که نیروی نور را پیش‌بینی کرده بود نظر کروکس را تأیید کرد. این توضیح هنوز حتی گاهی در کتابچه‌های راهنمای وسایل آزمایشگاهی دیده می‌شود. در سال ۱۸۷۶/۱۲۵۵ آرتورشوستر[4] نظر کروکس را نپذیرفت. او در آزمایش‌هایش متوجه شد نیرویی که نور روی پره‌ها وارد می‌کند در خلاف جهت چرخش آن‌ها است. جهت چرخش پره‌ها همواره طوری است که سطح براق پیشرو و سطح سیاه به دنبال آن است. اگر فشار نور عامل اصلی چرخش باشد هرچه در حباب خلاء بالاتری ایجاد شود، چون مقاومت هوا در مقابل حرکت پره‌ها کمتر می‌شود پس پره‌ها باید سریع‌تر بچرخند. در سال ۱۹۰۱/۱۲۸۰ پیوتر لبدُف[5] دانشمند روسی با استفاده از تلمبه خلاء اصلاح‌شده‌ای تابش‌سنج کروکس را از هوا تخلیه کرد. او ثابت کرد فقط در حالی‌که فشار هوای درون حباب پایین است تابش‌سنج کار می‌کند. پره‌ها در حالت خلاء کامل کار نمی‌کنند. بنابراین، اگر فشار نور، نیروی محرک بود، تابش‌سنج باید خلاف جهت معمول بچرخد. فوتونی که از پرهٔ براق بازتابیده می‌شود به آن گشتاور بیشتری نسبت به فوتونی می‌دهد که درطرف سیاه جذب شده است. بنابراین فشار نور بسیار پایین‌تر از آن است که بتواند باعث حرکت پره‌ها شود.

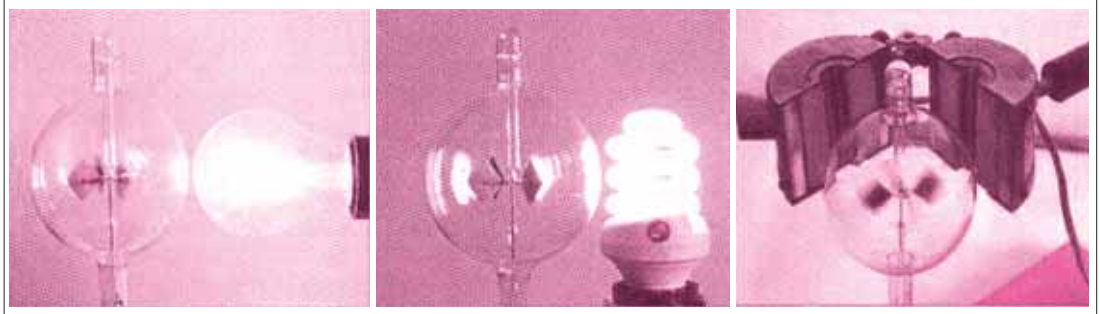
توضیح دیگری برای چرخش پره‌ها ارائه شد. مولکول‌های گاز (هوا) که به طرف سیاه پره برخورد

می‌کنند قسمتی از انرژی گرمایی آن‌را جذب کرده و با سرعت بیشتری از آن کمانه می‌کنند. عدم تعادل فشار میان طرف سیاه گرم و طرف براق سرد پرده بدین معناست که باید فشار خالصی روی طرف سیاه وارد شود و در نتیجه پره بچرخد در حالی‌که باید طرف براقِ پیشرو باشد. مشکل این نظریه آن است در حالی‌که واقعاً مولکول‌ها با سرعت بیشتر نیروی بیشتری وارد می‌کنند اما در عین‌حال باعث می‌شوند تعداد مولکول‌های کمتری به پره برخورد کنند. بنابراین، با آنکه نیروی خالص روی سطح سیاه پره به علت سرعت بالاتر مولکول‌های واپس‌زده بزرگ‌تر است، اما با کمتر شدن تعداد واقعی برخوردها نیروی وارد بر پره کاهش می‌یابد. به‌عبارت دیگر، استدلال نخست پذیرفتنی نیست زیرا اگرچه طرف سیاه پره دمای بالاتری دارد اما در نزدیک سطح آن چگالی مولکول‌ها هم پایین است. با این حال سال‌ها بعد آلبرت اینشتین ثابت کرد به علت اختلاف دما در لبهٔ پره‌ها هر دو فشار درست با یکدیگر برابر نیستند. نیرویی که اینشتین پیش‌بینی کرد باید برای حرکت دادن پره‌ها کافی باشد اما با سرعتی پایین‌تر از آنچه انتظار می‌رود.

ازبُرن رینولدز[6] تعرق گرمایی آخرین قسمت معمای مسئله را پیش‌بینی کرد. شایان توجه است که جیمز کلارک ماکسول اولین کسی بود که در آخرین کتاب خود به تعرق گرمایی اشاره می‌کند. رینولدز دریافت در حالتی که یک طرف صفحه متخلخلی داغ‌تر از طرف دیگر باشد به علت برهم کنش میان مولکول‌ها، گاز از طرف سرد به طرف داغ جریان پیدا خواهد کرد. با اینکه پره‌های تابش‌سنج متخلخل نیستند، اما فاصله میان لبه‌های آن‌ها و دیواره‌های حباب مانند حفره‌های صفحه رینولدز عمل می‌کنند. در نتیجه، وقتی که نسبت فشار مولکول‌های گاز کمتر از ریشه دوم نسبت دماهای مطلق‌شان است آن‌ها از طرف داغ به طرف سرد حرکت می‌کنند. اختلاف فشار باعث حرکت پره‌ها در جهت پیشرو بودن طرف سرد (براق) می‌شود. احتمالاً سازوکاری که اینشتین و رینولدز پیشنهاد کردند علت اصلی چرخش تابش‌سنج کروکس است. اگرچه تا به حال روشن نشده است که کدام‌یک از نیروها، برخورد بزرگ‌تری خواهند داشت.

در این مقاله یک آزمایش ابتکاری ارائه شده است که به دانش‌آموزان این توانایی را خواهد داد که ببینند در یک تابش‌سنج چگونه انرژی یک گرمکن گرمایی به انرژی مکانیکی تبدیل می‌شود. بنابراین تابش‌سنج را می‌توان به‌عنوان یک ماشین گرمایی در نظر گرفت.

با مقایسه عکس‌های شکل ـ ۱ می‌توانید اثر تابش‌سنجی را وقتی که پره‌ها به‌وسیلهٔ یک لامپ التهابی و یا یک گرمکن الکتریکی روشن می‌شوند ببینید. وقتی پره‌ها با تابش یک لامپ فلوئورسان فشرده با شدت نور یکسان با چشم‌های بالا روشن می‌شوند، نمی‌چرخند. دلیل پدیده مشاهده شده این است که نوار فروسرخ امواج الکترومغناطیسی سطح سیاه پره‌ها را بهتر از نوار مریی امواج الکترومغناطیسی گرم می‌کند.



شکل ۱. شکل ۱۰ مقایسه اثر سه منبع امواج الکترومغناطیسی در به چرخش درآوردن پره‌های تابش‌سنج. توان الکتریکی کل لامپ التهابی در حدود ۶۰ وات و توان تابشی کمینه آن ۸۰۰ لومن است، در حالی که توان لامپ فلوئورسان فشرده ۱۳ وات و توان تابشی آن ۸۰۰ لومن است. توان کل الکتریکی گرمکن در طرف راست ۶۰ وات است.

* A new way to Demonstrate the Radiometer as a Heat Engine

پی‌نوشت‌ها

1. Woodruff
2. William Crookes
3. James Clerk Maxwell
4. Arthur Schuster
5. Pyotr lebedev
6. Osborne Reynolds

منبع

The Physics Teacher. Vol.53, February 2015

شبیه‌سازی گردش زمین و ماه به دور یکدیگر

غلامحسین رستگارنسب، دبیر پژوهش
حسن سرپرست، دبیر فیزیک
محمدرضا طیبی، دانش‌آموز دبیرستان استعدادهای درخشان شهید بهشتی رودهن

چکیده

اینکه ماه به دور زمین می‌گردد برای همه روشن است. در این مقاله سعی شده است به کمک مدل‌سازی نشان داده شود، همان‌طور که ماه به دور زمین می‌گردد، زمین نیز به دور ماه می‌گردد و نسبت شعاع گردش هرکدام به دور دیگری نیز به عکس جرم آن‌ها بستگی دارد. به‌گونه‌ای که شعاع چرخش ماه به دور زمین معادل ۸۱ برابر شعاع چرخش زمین به دور ماه است چرا که ماه جرمی برابر ۱/۸۱ جرم زمین دارد.

کلیدواژه‌ها: زمین، ماه، جرم، مرکز جرم

مقدمه

میلیاردها سال است که ماه، به دور زمین می‌گردد و هزاران سال است که انسان گردش مداوم ماه به دور زمین را مشاهده می‌کند. چون انسان بر روی زمین زندگی می‌کند، نمی‌تواند دریابد که آیا همان‌طور که ماه به دور زمین می‌گردد، زمین نیز به دور ماه می‌گردد. بیشتر کتاب‌هایی که گردش زمین به دور ماه را بررسی کرده‌اند براساس محاسبه‌ها و رصدهای نجومی به بررسی این پدیده پرداخته و نسبت شعاع‌های چرخش آن‌ها را نیز بر همین اساس به دست آورده‌اند. [۱]

در این مقاله سعی شده است به کمک معادله‌های ساده مکانیک و بدون درگیر شدن با محاسبات پیچیده مکانیک سماوی و با انجام چند آزمایش ساده (و با تأکید بر قابل فهم بودن برای عامه مردم) این پدیده طبیعی شبیه‌سازی شود، در مورد گردش زمین و ماه به دور همدیگر و نیز نسبت شعاع‌های چرخش آن‌ها به دور یکدیگر نتایجی به دست آید.

شرح مسئله

از چرخش دو جسم صلب منزوی به دور همدیگر نتیجه‌گیری می‌شود که شعاع چرخش آن‌ها به دور یکدیگر به محل مرکز جرم آن‌ها بستگی دارد و بسته به محل قرارگرفتن مرکز جرم آن‌ها شعاع چرخش تغییر می‌کند. [۲]

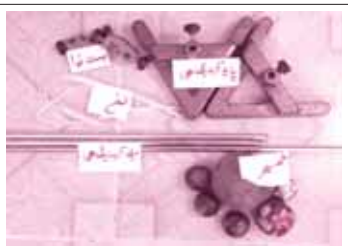
در مورد منظومهٔ ماه ـ زمین نیز مرکز ماه به دور مرکز جرم منظومهٔ ماه ـ زمین در حال گردش است و به همین ترتیب مرکز زمین نیز به دور مرکز جرم منظومهٔ ماه ـ زمین می‌گردد.

تعیین نسبت چرخش زمین و ماه به دور هم

به منظور تعیین نسبت واقعی گردش زمین و ماه به دور مرکز جرمشان، لازم است تا با طراحی و انجام چند آزمایش، قدم به قدم به نسبت واقعی بین زمین و ماه نزدیک شویم و نتایج حاصل را با هم مقایسه کنیم تا سرانجام به نتیجه موردنظر دست یابیم. برای انجام این آزمایش‌ها به وسایل و مواد زیر نیاز خواهیم داشت.

وسایل مورد آزمایش

خمیر بازی ـ پایه آزمایشگاهی (۲عدد) ـ میله آزمایشگاهی (٤ عدد) ـ بست نوا (۲ عدد) ـ نخ ـ رنگ ـ یک توپ پلاستیکی فوتبال ـ شن‌ریزه ـ گچ و سیمان



شکل ۱. وسایل موردنیاز در کنار هم

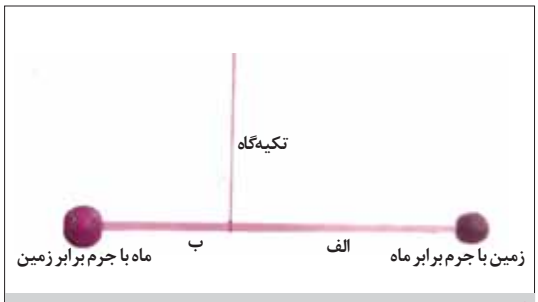
روش آزمایش

ابتـدا دو پایـه آزمایشـگاهی را در فاصلـه یـک متـری قـرار دادیـم. سـپس دو میلـه ۵۰ سـانتی‌متری را به‌طـور عمـود بـر روی دو پایـه آزمایشـگاه قـرار می‌دهیـم و آن‌هـا را در جـای خـود محکـم می‌کنیـم. دو بسـت نـوا را در بـالای میله‌هـای عمـودی و در انتهـای میله‌هـا قـرار می‌دهیـم و یـک میلـه یـک متـری را مـوازی سـطح زمیـن یـا عمـود بـر دو میلـه عمـودی بـه بسـت نـوا وصـل می‌کنیـم. بـه ایـن ترتیـب یـک قـاب مسـتطیلی شـکل بـه وجـود می‌آیـد (شـکل شـماره ۲). سـپس بـا خمیرهـای بـازی بـه انـدازه موردنیـاز در هـر آزمایش مـاه و زمیـن می‌سـازیم و آن‌هـا را رنـگ می‌کنیـم. زمیـن و مـاه را بـر دو سـر یـک میلـه ۵۰ سـانتی‌متری قـرار می‌دهیـم و مجموعـه را بـه نخـی متصـل بـه وسـط میلـه یـک متـری آویـزان می‌کنیـم. بـرای آزمایش‌هـای هـر مرحلـه از میـزان خمیـر موردنیـاز و جابه‌جایـی مرکـز جـرم بـه توسـط حرکـت نـخ اسـتفاده می‌کنیـم. (شـکل شـماره ۲)

شکل ۲. قاب سوار شده برای آزمایش

آزمایـش مرحلـه اول: شبیه‌سـازی چرخـش مـاه و زمیـن بـه دور هـم بـا فـرض برابـری جرم‌هـا

جـرم مـاه و زمیـن را برابـر هـم فـرض می‌کنیـم. سـپس یـک میلـه از مرکـز زمیـن بـه مرکـز مـاه وصـل می‌کنیـم. یـک تکیـه‌گاه را بیـن کـره زمیـن و کـره مـاه (همـان نخـی کـه بـه میلـه وصـل می‌شـود) قـرار می‌دهیـم. تکیـه‌گاه را جابه‌جـا می‌کنیـم تـا تعـادل بیـن دو کـره برقـرار شـود. همان‌طـور کـه در شـکل ۳ دیـده می‌شـود، در ایـن حالـت کـه جـرم کره‌هـا (جـرم زمیـن و مـاه) برابـر در نظـر گرفتـه شـده، تکیـه‌گاه در مرکـز میلـه قـرار می‌گیـرد. در شـکل ۱ فاصلـه بیـن تکیـه‌گاه و مرکـز زمیـن را بـا الـف و فاصلـه بیـن تکیـه‌گاه و مرکـز مـاه را با ب نشـان می‌دهیـم. در اینجـا، الـف: طـول بـازوی مرکـز زمیـن تـا تکیـه‌گاه و ب: طـول بـازوی مرکـز مـاه تـا تکیـه‌گاه نامیـده می‌شـود. حـال اگـر قـرار باشـد کـه ایـن دو کـره بـه دور هـم بگردنـد، بـه دور تکیـه‌گاه می‌گردنـد و چـون طـول بـازو در هـر دو کـره تـا تکیـه‌گاه برابـر اسـت، بنابرایـن: شـعاع چرخـش مـاه بـه دور زمیـن، درسـت برابـر شـعاع چرخـش زمیـن بـه دور ماه خواهـد بـود. یعنـی مـاه و زمیـن بـه یـک نسـبت بـه دور هـم می‌گردنـد. (شـکل شـماره ۳)



شکل ۳. در سمت چپ این شکل، ماه فرضی با جرم برابر زمین قرار دارد و در راست شکل، زمین با همین ویژگی دیده می‌شود و به خاطر برابری جرم‌ها، شعاع چرخش آن‌ها به دور هم با هم برابر است.

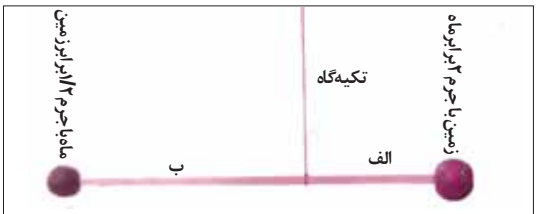
همان‌طـور کـه در شـکل دیـده می‌شـود، جـرم مـاه و زمیـن برابـر در نظـر گرفتـه شـده اسـت و تکیـه‌گاه کـه نـخ اسـت تقریبـاً در وسـط میلـه قـرار دارد. پـس می‌تـوان نوشـت (رابطـهٔ گشـتاورها): [۳]

$$m_1 \times d_1 = m_2 \times d_2 \quad (1)$$

در رابطـه ۱، m_1 جـرم زمیـن و الـف یا d_1 فاصلـه مرکز جرم زمیـن تـا تکیـه‌گاه اسـت همچنیـن m_2 جـرم مـاه و ب یـا d_2 فاصلـه مرکـز جـرم مـاه تـا تکیـه‌گاه اسـت. چـون جرم‌هـای مـاه و زمیـن در دو طـرف برابـر در نظـر گرفتـه شـده اسـت، (یعنـی $m_1=m_2=m$) بنابرایـن بـا حـذف جرم‌هـای یکسـان از دو طـرف معادلـه (کـه بـه شـکل $m\times d_1=m\times d_2$ تبدیـل شـده اسـت) ، فاصلـه مرکـز جرم‌هـا نیـز از تکیـه‌گاه برابـر شـده و تکیـه‌گاه در وسـط قـرار می‌گیـرد و در نتیجـه $d_1=d_2$ می‌شـود.

آزمایـش مرحلـهٔ دوم: شبیه‌سـازی چرخـش مـاه و زمیـن بـه دور هـم بـا فـرض بزرگ‌تـر بـودن جـرم زمیـن

در ایـن حالـت جـرم زمیـن را دو برابـر جـرم مـاه فـرض می‌کنیـم. آنـگاه بـرای اینکـه تـوازن بیـن کـره زمیـن و مـاه برقـرار شـود بایسـتی تکیـه‌گاه را مطابق شـکل ٤ بـر روی محور اتصـال، بـه سـمت کـره زمیـن جابه‌جـا و بـه آن نزدیک‌تـر کنیـم. بـا ایـن فـرض، همان‌طـور کـه در شـکل ٤ دیـده می‌شـود، طـول بـازوی مـاه دو برابـر طـول بـازوی زمیـن اسـت. حـال اگـر قـرار باشـد که ایـن دو جـرم بـه دور یکدیگـر بگردند: مـاه بـا طـول بـازوی ب بـه دور (مرکـز جـرم مـاه و زمیـن) می‌گـردد و زمیـن نیـز بـا طـول بـازوی الـف بـه دور (مرکـز جـرم زمیـن و مـاه) می‌گـردد. در اینجـا چـون طـول بـازوی مـاه بیشـتر اسـت، حرکـت مـاه بـه دور زمیـن محسـوس‌تر اسـت. (شـکل شـمارهٔ ٤)



شکل ٤. در این شکل ماه با جرم نصف زمین در سمت چپ قرار دارد و زمین با جرم دو برابر ماه درسمت راست قرار دارد و به همین دلیل برای برقراری تعادل، تکیه‌گاه به سمت زمین متمایل شده است.

همان‌طور که در شکل شماره ٤ دیده می‌شود، جرم زمین دو برابر جرم ماه در نظر گرفته شده است و تکیه‌گاه که نخ است به سمت زمین جابه‌جا می‌شود. رابطه شماره ١ همچنان برقرار است:

$$m_1 \times d_1 = m_2 \times d_2 \qquad (1)$$

با توجه به اینکه جرم زمین در این حالت دو برابر جرم ماه درنظر گرفته شده است ($m_1=2m_2$) رابطه شماره ١ به رابطه زیر تبدیل می‌شود:

$$2m_2 \times d_1 = m_2 \times d_2 \qquad (2)$$

از رابطه بالا این چنین به‌دست می‌آید که:

$$d_2 = 2d_1 \qquad (3)$$

همان‌طور که در رابطه شماره ٣ دیده می‌شود، وقتی جرم زمین دو برابر می‌شود، برای برقراری شرط تساوی دو طرف معادله، بایستی فاصله ماه تا تکیه‌گاه نیز دو برابر شود یا به عبارتی، تکیه‌گاه به سمت زمین جابه‌جا شده و بنا به محاسبه اندازه فاصله مرکز زمین تا تکیه‌گاه نصف فاصله مرکز ماه تا تکیه‌گاه خواهد بود.

آزمایش مرحلهٔ سوم: شبیه‌سازی چرخش ماه و زمین به دور هم با فرض نسبت واقعی جرم‌ها و فاصله‌ها (یا پدیده‌ای که به‌طور واقعی در طبیعت وجود دارد.)

با مقایسهٔ نسبت جرم زمین و ماه می‌فهمیم که:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{5.98\times10^{24}}{7.36\times10^{22}} = 81$$

جرم زمین (m_1) حدود ٨١ برابر جرم ماه است. با قرار دادن این جرم‌ها در رابطه شماره ١ می‌توان نوشت.

$$81m_2 \times d_1 = m_2 \times d_2 \qquad (4)$$

از رابطهٔ بالا می‌توان چنین نتیجه گرفت که:

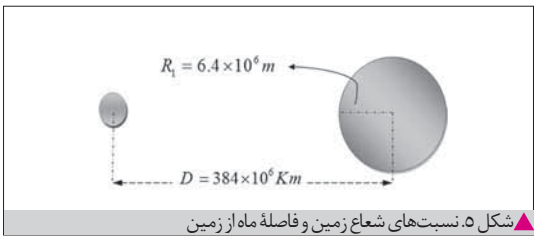
$$d_2 = 81d_1 \qquad (5)$$

یعنی در حالتی که مقدار واقعی جرم زمین در نظر گرفته می‌شود، فاصلهٔ مرکز جرم ماه از تکیه‌گاه (d_2) باید به نسبت (حدود) ٨١ برابر از فاصلهٔ مرکز جرم زمین تا تکیه‌گاه (d_1) دورتر باشد.

از طرفی نسبت شعاع زمین ($R_1 = 6.4\times10^6$ m) به فاصلهٔ متوسط ماه از زمین ($D = 384\times10^6$ Km) نشان می‌دهد که:

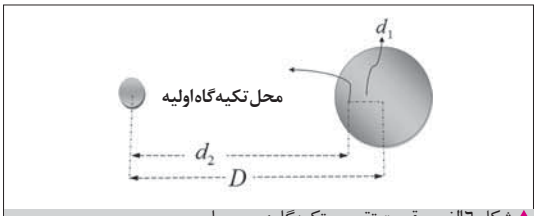
$$\frac{D}{R_1} = \frac{384\times10^6\,m}{6.4\times10^6\,m} = 60 \langle \frac{d_2}{d_1} = 81 \qquad (6)$$

یعنی تکیه‌گاهی که قرار است مرکز جرم‌های زمین و ماه به دور آن بگردند، می‌بایست نقطه‌ای داخل زمین در نظر گرفته شود.

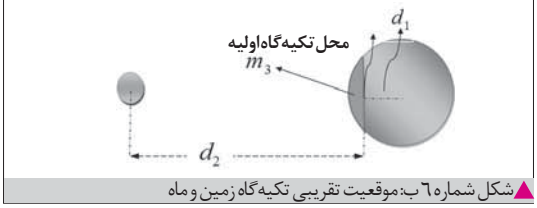


شکل ٥. نسبت‌های شعاع زمین و فاصلهٔ ماه از زمین

برای محاسبهٔ تقریبی تکیه‌گاه از مرکز زمین، با توجه به شکل‌های زیر:



شکل ٦ الف: موقعیت تقریبی تکیه‌گاه زمین و ماه



شکل شماره ٦ ب: موقعیت تقریبی تکیه‌گاه زمین و ماه

بین فاصلهٔ مرکز جرم زمین از تکیه‌گاه (d_1)، فاصلهٔ مرکز جرم ماه از تکیه‌گاه (d_2) و فاصله زمین از ماه (D)، رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

$$d_1 + d_2 = D \qquad (7)$$

اما شکل شمارهٔ ٦ ب نشان می‌دهد که در این وضعیت، بخشی از جرم زمین در سمت چپ تکیه‌گاه (سمت ماه) قرار می‌گیرد و در واقع این بخش از جرم زمین نیز باید به نوعی خود را در مرکز جرم ماه ظاهر سازد و رابطهٔ شماره ١ تغییر کرده و به‌صورت زیر تبدیل خواهد شد:

$$(m_1 - m_3)\times d_1 = m_2 \times d_2 + m_3 \times d_3 \qquad (8)$$

در رابطهٔ ٨ مقدار m_3 جرم آن قسمتی از زمین است که در سمت چپ تکیه‌گاه قرار گرفته و d_3 نیز فاصله مرکز جرم m_3 از تکیه‌گاه است و حل چنین معادله‌ای پیچیده است.

اما با توجه به اینکه $d_2=D-d_1$ (شکل شماره ٦) و قراردادن آن در رابطه ٥ می‌توان نوشت:

$$\begin{aligned} &d_2 = 81d_1 \\ &D - d_1 = 81d_1 \\ &82d_1 = D \end{aligned} \qquad (5)$$

$$d_1 = \frac{D}{82} = \frac{384\times10^6\,m}{82} = 4.7\times10^6\,m \qquad (9)$$

مقدار به‌دست آمده یک مقدار تقریبی است و اشکال معادله بالا آن است که بخشی از جرم زمین که سمت چپ زمین قرار می‌گیرد (جرم m_3) در معادله در نظر گرفته نشده است و همچنین مرکز جرم زمین (جدید بدون m_3) نیز به مقدار جزئی به سمت راست حرکت خواهد کرد و فاصلهٔ مرکز جرم زمین (جدید بدون m_3) از تکیه‌گاه اندکی افزایش می‌یابد.

در طراحی مدل جدید سعی شد تا بدون حل معادلهٔ شماره ۸ و با تقریب نسبتاً خوبی از مجموعه زمین و ماه و فاصله‌ها، نتایج حاصل بر اساس مدل‌سازی، بر واقعیت‌ها منطبق شود و نتیجه‌نهایی به‌دست آید. بر این اساس ابتدا یک توپ فوتبال پلاستیکی به‌عنوان مدل زمین، انتخاب و با ایجاد سوراخی در توپ، درون آن از شن و ماسه پر شد و مقادیر زیر به ترتیب برای جرم و شعاع توپ (مدل زمین) به‌دست آمد:

$$m'_1 = ۳.۷۰۰Kg \qquad (۱۰)$$

$$R'_1 = ۸.۵\times۱۰^{-۱}m \qquad (۱۱)$$

با توجه به ابعاد مدل می‌توان نوشت:

$$\frac{\text{فاصلهٔ مرکز توپ از تکیه‌گاه}}{\text{فاصلهٔ مرکز زمین از تکیه‌گاه}} = \frac{\text{شعاع توپ}}{\text{شعاع زمین}}$$

از رابطه بالا می‌توان نتیجهٔ زیر را به دست آورد:

$$\text{فاصلهٔ مرکز توپ از تکیه‌گاه} = \text{فاصلهٔ مرکز زمین از تکیه‌گاه} \times \frac{\text{شعاع توپ}}{\text{شعاع زمین}}$$

و با قرار دادن مقادیر جدید می‌توان فاصلهٔ مرکز مدل زمین (توپ) از تکیه‌گاه (d'_1) را به شکل زیر تعیین کرد:

$$\text{فاصلهٔ مرکز توپ از تکیه‌گاه} = \frac{۸.۵\times۱۰^{-۲}m}{۶.۴\times۱۰^{۶}m}\times۴.۷\times۱۰^{۶}m = ۶.۲\times۱۰^{-۲}m \qquad (۱۲)$$

با توجه به مدل، فاصله مرکز مدل ماه از تکیه‌گاه (d'_2) برابر خواهد شد با:

$$d'_2 = ۸۱d'_1 = ۸۱\times۶.۲cm = ۵۰۲.۲cm$$

یعنی طول میله‌ای که زمین و ماه را به هم متصل می‌کند باید حدود ۵ متر انتخاب شود که کارکردن با آن بسیار مشکل است. با کمی تغییر در نحوه نوشتن رابطهٔ شماره ۱ می‌فهمیم می‌توان با انتخاب جرم بزرگ‌تر برای ماه، فاصله را به همان نسبت کوچک‌تر کرد زیرا با توجه به رابطهٔ ۱ می‌توان نوشت:

$$m'_1\times d'_1 = ۸m'_2\times\frac{d'_2}{۸} \qquad (۱۳)$$

یعنی می‌توان با ۸ برابر کردن جرم ماه در عوض فاصله ماه از تکیه‌گاه را به نسبت $\frac{۱}{۸}$ برابر انتخاب کرد و با این شرایط فاصله مرکز مدل ماه از تکیه‌گاه (d'_2) برابر خواهد شد با:

$$d'_2 = \frac{۸۱}{۸}\times d'_1 = \frac{۸۱}{۸}\times۶.۲cm = ۶۳cm \qquad (۱۴)$$

یعنی در این وضعیت می‌توان به جای انتخاب میله ۵ متری یک میله ۶۳ سانتی‌متری را برای اتصال مدل زمین و ماه به کار برد. و به همین ترتیب برای جرم مدل ماه (m'_2)، نیز با توجه به جرم مدل زمین (m'_1)، جرم ماه (m_2) و جرم زمین (m_1)، رابطهٔ زیر را نوشت:

$$\frac{\text{جرم مدل زمین}}{\text{جرم زمین}} = \frac{\text{جرم مدل ماه}}{\text{جرم ماه}}$$

یعنی معادلهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$\frac{m'_1}{m_1} = \frac{m'_2}{m_2}$$

و با قرار دادن مقادیر به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{۳.۷۰۰Kg}{۵۹۸\times۱۰^{۲۲}Kg} = \frac{m'_2}{۷.۳۶\times۱۰^{۲۲}Kg}$$

از حل معادله بالا مقدار جرم مدل ماه به‌دست می‌آید که برابر است با:

$$m'_2 = ۰.۰۴۶Kg$$

و بنابراین جرمی که برای ساخت مدل نیاز داریم برابر است با:

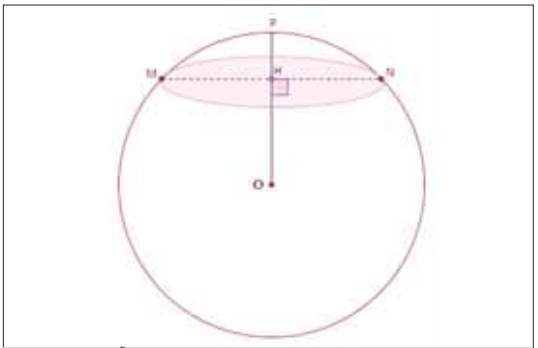
$$۸m'_2 = ۸\times۰.۰۴۶Kg = ۰.۳۶۴Kg \qquad (۱۵)$$

شکل زیر نمونه ساخته شده این مدل را با مقادیر رابطه‌های ۱۰ و ۱۱ و ۱۴ و ۱۵ نمایش می‌دهد.

شکل ۷. مدل زمین و ماه با رعایت نسبت‌های خاص

از آنجا که برش عرضی مقطع کره از یک سطح دایره‌ای است و مرکز جرم دایره (یا صفحهٔ دایره‌ای) نیز (در صورتی‌که کره یکنواخت باشد) همان مرکز

دایره است، تکیه‌گاه می‌بایست نقطه‌ای روی خط واصل مرکزهای دو جرم زمین و ماه باشد.
(مطابق شکل زیر در نقطهٔ H) [٤]



▲شکل ۸. برش عرضی یک کره و نمایش سطح مقطع دایره‌ای آن

می‌توان با جابه‌جا کردن تکیه‌گاه (گوه چوبی در شکل شماره ۷) وضعیتی ایجاد کرد که مجموعهٔ مدل در حالت تعادل قرار گیرد. با اندکی حوصله و دقت می‌توان این نقطهٔ خاص را به‌دست آورد. هرچند مطابق شکل شماره ۷ مجموعه بر روی تیغهٔ گوه چوبی که یک خط راست است قرار می‌گیرد اما به دلیل تقارنی که در شکل شماره ۸ مشخص است برش عرضی مقطع دایره‌ای حاصل از این تیغه، خط واصل مرکز جرم‌ها را فقط در یک نقطه (مانند H در شکل شماره ۸) قطع خواهد کرد.

با قرار گرفتن مجموعه در وضعیت تعادل و اندازه‌گیری فاصلهٔ محل تکیه‌گاه توپ تا سطح توپ (فاصلهٔ PH در شکل شماره ۸) نشان می‌دهد که این مقدار برابر است با:

$$PH = ۲.۱cm \qquad (۱۶)$$

با توجه به تشابه مدل ساخته شده با حالت واقعی می‌توان نوشت:

$$\frac{\text{شعاع توپ}}{\text{شعاع زمین}} = \frac{\text{فاصله تکیه‌گاه از سطح توپ}}{\text{فاصله تکیه‌گاه از سطح زمین}}$$

با قرار دادن مقادیر در معادلهٔ بالا می‌توان نوشت:

$$\frac{۰.۰۲۱\times۱۰^{-۲}\,m}{\text{فاصله تکیه‌گاه از سطح زمین}} = \frac{۰.۰۸۵\times۱۰^{-۲}\,m}{۶.۴\times۱۰^{۶}\,m}$$

از حل معادلهٔ بالا به دست می‌آید:

$$\text{فاصله تکیه‌گاه از سطح زمین} = ۱.۶\times۱۰^{۶}\,m \qquad (۱۷)$$

رابطه شماره ۱۷ نشان می‌دهد تکیه‌گاهی که مرکز جرم‌های زمین و ماه به دور آن می‌گردند نقطه‌ای داخل زمین و به فاصله ۱۶۰۰ کیلومتر از سطح کرهٔ زمین است.

بر این اساس فاصله مرکز زمین (نه مرکز جرم زمین) از تکیه‌گاه به‌دست می‌آید که برابر است با:

$$d_۱ = ۶.۴\times۱۰^{۶} - ۱.۶\times۱۰^{۶} = ۴.۸\times۱۰^{۶}\,m$$

مقایسهٔ رابطه‌های شماره ۱۱ و ۱۲ نشان می‌دهد:

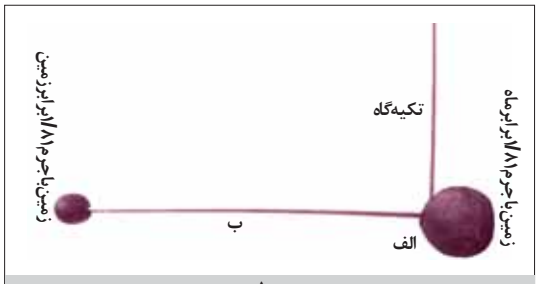
$$\text{فاصلهٔ تکیه‌گاه از سطح توپ} = ۸.۵cm - ۶.۲cm = ۲.۳cm$$

و مقایسه آن با رابطهٔ شماره ۱۶ اختلاف کوچکی در چند ۲ میلی‌متر را نشان می‌دهد:

$$\text{اختلاف اندازه‌ها} = ۲.۳cm - ۲.۱cm = ۰.۲cm$$

نکتهٔ حائز اهمیت آن است که ما بدون حل رابطه شماره ۸ و به کمک مدل‌سازی توانستیم بخشی از جرم زمین که در سمت چپ تکیه‌گاه قرار می‌گیرد را در اندازه‌گیری‌ها وارد کنیم و همین موضوع باعث شد تا فاصلهٔ تکیه‌گاه از سطح توپ (مدل زمین) کمتر شود و به عدد درست‌تری برسیم.

می‌توان همانند آنچه در مورد آزمایش‌های مراحل ۱ و ۲ انجام شد با مشخص شدن محل تکیه‌گاه روی مدل زمین، مجموعه را از محل تکیه‌گاه آویزان کرد تا وضعیت تعادلی خود را با نسبت‌های تعیین شده همچنان حفظ کند. شکل شماره ۹ چنین وضعیتی را نمایش می‌دهد.



▲شکل ۹. در این شکل ماه با جرم $\frac{۱}{۸۱}$ جرم زمین در سمت چپ قرار گرفته و زمین با جرم ۸۱ برابر جرم ماه در سمت راست قرار دارد و برای برقراری تعادل تکیه‌گاه تا جایی پیش‌رفته که تعادل برقرار شود.

همان‌طور که در شکل شماره ۹ دیده می‌شود و طبق محاسبه‌ها، تکیه‌گاه تقریباً در فاصله ۱۶۰۰ کیلومتری در زیر سطح زمین قرار می‌گیرد. با این حساب طول بازوی الف تقریباً ٤٨٠٠ کیلومتر و طول بازوی ب نیز تقریباً ۳۸٤۰۰ کیلومتر است. (با توجه به اینکه حرکت ماه به دور زمین بیضی شکل است، اعداد نوشته شده ثابت نیستند و در این محاسبات برای طول بازوی ب مقدار میانگین فاصلهٔ زمین از ماه درنظر گرفته شده است.) نکته حائز اهمیت دیگر آن است که برای اتصال مدل زمین و ماه به یکدیگر در شکل ۷ از یک نوع میله چوبی با جرم بسیار کم (حدود ۲۰ گرم) استفاده شده است که تأثیر جرمی آن در گشتاور ایجاد شده توسط آن با ۱۰ گرم کمتر گرفتن جرم مدل ماه در زمان ساخت به شکل قابل ملاحظه‌ای جبران شده است. (زیرا میله چوبی، همگن و مرکز جرم آن منطبق بر وسط میله است و بدین ترتیب

گشتاور ایجاد شده توسط چنین جرمی در انتهای میله برابر گشتاور ایجاد شده توسط دو برابر آن جرم از وسط میله همگن است.) [همان]

هرچند در مورد اخیر و مواردی نظیر آن نسبت جرم زمین به ماه که برابر ۸۱ فرض شده است و همچنین فرض اولیهٔ:

$$d_1 = \frac{D}{۸۲} = \frac{۳۸۴\times۱۰^۶ m}{۸۲} = ۴.۷\times۱۰^۶ m$$

که مبنای محاسبات بعدی قرار گرفته است، همچنین فرض چگالی یکنواخت زمین، دقت پایین اندازه‌گیری طول‌ها (که در حدود میلی‌متر است)، خم شدن میله چوبی اتصالی کره‌ها و سرخوردن توپ روی تیغه چوبی در زمان تعیین مرکز جرم و موارد متعدد دیگر می‌تواند جزء خطاهای جدی باشد؛ اما تأکید نویسندگان مقاله بیشتر بر ارائهٔ روشی ابتکاری برای حل این‌گونه مسائل است که ضمناً برای عامه قابل فهم نیز باشد.

نتیجه‌گیری

وقتی دو قطعه سنگی را که با یک تکه نخ به هم متصل شده‌اند به سرعت در هوا پرتاب می‌کنیم، چرخش آن‌ها در هوا به‌گونه‌ای است که هرکدام اطراف مرکز جرم مشترکشان می‌گردند. ما سعی کردیم با مبنا قرار دادن این موضوع، مدلی برای چرخش زمین و ماه به دور مرکز جرم‌شان شبیه‌سازی کنیم و با منطبق کردن بر واقعیت‌ها، نتایج موردنظر را به دست آوریم. از این رو با انجام آزمایش‌هایی نتیجه گرفتیم:

۱. در صورتی که مدل طراحی شده، جرم زمین و ماه برابر فرض شوند، تکیه‌گاهی که در زمین و ماه به دور آن خواهند چرخید (این تکیه‌گاه در واقع همان مرکز جرم مشترک آن‌هاست.) درست در نقطه‌ای وسط خط واصل مراکز آن‌ها خواهد بود.

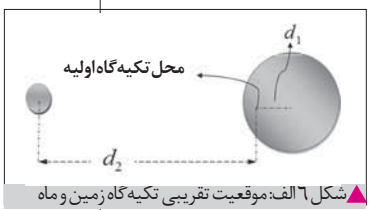
۲. در صورتی‌که در مدل طراحی شده، جرم زمین دو برابر جرم ماه فرض شود، تکیه‌گاه به اندازهٔ $\frac{۱}{۶}$ فاصلهٔ بین زمین و ماه نسبت به حالت قبل، به سمت زمین نزدیک‌تر می‌شود و فاصلهٔ ماه از تکیه‌گاه دو برابر فاصلهٔ زمین از تکیه‌گاه خواهد شد.

۳. در صورتی‌که در مدل طراحی شده، جرم زمین به نسبت واقعی آن یعنی ۸۱ برابر جرم ماه فرض شود، باز هم زمین و ماه، حول نقطهٔ ثقل یا مرکز جرم مشترکشان خواهند چرخید. اما مشکلی که در این حالت ایجاد می‌شود آن است که چون جرم و شعاع زمین به نسبت قابل ملاحظه‌ای از جرم و شعاع ماه بزرگ‌تر است، مرکز جرم مشترک زمین و ماه در نقطه‌ای درون زمین قرار می‌گیرد و در نتیجه بخشی از جرم زمین که حول تکیه‌گاه می‌چرخد در سمت ماه قرار خواهد گرفت، که محاسبه موقعیت تکیه‌گاه را در این وضعیت مشکل می‌کند. اما می‌توان با طراحی مدلی، الگوی زمین و ماه را در ابعاد آزمایشگاهی ایجاد و با انطباق آن بر ابعاد طبیعی زمین و ماه، موقعیت تقریبی تکیه‌گاه را به‌دست آورد.

بدین منظور ابتدا یک توپ پلاستیکی به‌عنوان مدل زمین انتخاب و درون آن از شن و ماسه پر گردید و جرم آن دقیقاً اندازه گیری شد. $m'_1 = ۳.۷۰۰ Kg$

در ادامه به منظور تعیین موقعیت تقریبی تکیه‌گاه روی توپ (مدل زمین)، محل تکیه‌گاه اولیه زمین و ماه با توجه به رابطه ۵ تعیین گردید:

$$d_2 = ۸۱ d_1 \quad (۵)$$



شکل شماره ۶ الف

▲شکل ٦ الف: موقعیت تقریبی تکیه‌گاه زمین و ماه

و با انطباق بر مدل زمین و ماه، موقعیت تقریبی تکیه‌گاه، با توجه به شعاع توپ $(R'_1 = ۸.۵\times۱۰^{-۲} m)$ به‌دست آمد.

$$d'_1 = ۶.۲\times۱۰^{-۲} m$$

و برای سهولت طراحی مدل آزمایشی، جرم مدل ماه (m'_2) معادل $\frac{۸}{۸۱}$ جرم زمین و فاصله مدل ماه از تکیه‌گاه (d'_2) نیز برابر $\frac{۸۱}{۸}$ فاصله مدل زمین از تکیه‌گاه (d'_1) انتخاب شد تا با توجه به رابطهٔ شماره ۱۳:

$$m'_1\times d'_1 = ۸m'_2\times\frac{d'_2}{۸} \quad (۱۳)$$

معادلهٔ اهرم‌ها همچنان برقرار باشد:

$$m'_1\times d'_1 = m'_2\times d'_2 \quad (۱)$$

و مقادیر جرم مدل ماه برابر:

$$۸m'_2 = ۰.۳۶۴ Kg \quad (۱۵)$$

و فاصلهٔ مدل ماه از تکیه‌گاه برابر:

$$d'_2 = ۶۳ cm \quad (۱٤)$$

به‌دست آمد و با مشخص شدن جرم ماه و فاصله‌اش از تکیه‌گاه، مدل ساخته شد و به کمک یک گوهٔ چوبی (تکیه‌گاه) که در محل موقعیت تقریبی تکیه‌گاه در زیرزمین قرار گرفت، موقعیت دقیق‌تر تکیه‌گاه با جابه‌جایی تکیه‌گاه تعیین شد و طبق اندازه‌گیری مقدار فاصلهٔ تکیه‌گاه از مرکز مدل زمین (با توجه به شکل شماره ۸) به‌دست آمد:

$$d'_1 = OP - PH = ۸.۵cm - ۲.۱cm = ۶.۴cm$$

با انطباق مجدد آن بر ابعاد واقعی زمین و ماه و فاصله‌های آن‌ها، فاصله مرکز جرم زمین و ماه (تکیه‌گاه) تعیین شد که برابر شد با:

$$d_1 = ۴.۸\times۱۰^۶ m$$

رابطه بالا بدان معناست که زمین و ماه به دور مرکز جرم مشترکشان که در نقطه‌ای داخل زمین و به فاصله ٤۸۰۰ کیلومتر از مرکز زمین و ۱٦۰۰ کیلومتر از سطح زمین واقع است، می‌چرخد که با آنچه از محاسبات نجومی به‌دست می‌آید سازگاری دارد.

منابع

[۱] زمردیان؛ حسین، حاجبی؛ بهروز، ترجمه، **مبانی نجوم**، انتشارات دانشگاه تهران

[2] *Halliday; David, Resnick; Robert,* ***Fundamentals of Physics****, John Weily & Sons Inc., Vol. 1, (1981), 169-217*

[3] *Jones; Edvin, childers; Richard,* ***contemporary college physics****, McGraw-Hill Companies Inc., (1999). 263-306*

[٤] نیرومند راد؛ اعظم، همدانی؛ غلامحسین، ترجمه، **مکانیک؛ کیت ر. سایمون**، نشر دانشگاه صنعتی شریف، (۱۳۷۳)، ۲۱٤-۱٦٤

نیوتون
بزرگ‌مرد جهان فیزیک!

به مناسبت مراسم بزرگداشت سیصدمین تولد نیوتون

جان مینارد کینز
ترجمهٔ حسین گل‌مژده

اشاره

انجمن سلطنتی در لندن می‌خواست به مناسبت سیصدمین سالروز تولد آیزاک نیوتون مراسم یادبودی را در سال ۱۹۴۲ برگزار کند. جنگ جهانی دوم این کار را ناممکن ساخت و برگزاری مراسم تا ۱۹۴۶ امکان‌پذیر نشد. برخی سخنرانان مدعو عبارت بودند از دبلیو. ترنبال[1]، نقاش و مجسمه‌ساز اسکاتلندی، نیلس بور[2] فیزیک‌دان اتمی و برنده جایزه نوبل فیزیک سال ۱۹۲۲، جان مینارد کینز[3] اقتصاددان برجستهٔ قرن بیستم. اما متأسفانه در آوریل ۱۹۴۶ سه ماه پیش از برگزاری مراسم بدرود حیات گفت. کینز مفتون دست‌نوشته‌های نیوتون بود و عملاً نخستین کسی است که به مطالعه یادداشت‌های نیوتون که تا پیش از حراج ۱۹۳۶ سر به مهر و پنهان بودند، پرداخت. برادر کینز، جفری کینز[4] در مراسم یادبود، مقاله او با عنوان «نیوتون، بزرگ‌مرد جهان فیزیک» را برای حضار خواند.

اگر نسلی از نیوتون‌ها پرورش می‌دادیم، پیشرفتی به حساب نمی‌آمد. بهای لازم برای نیوتون شدن آن‌چنان که او بود، دست کشیدن از دوستی، عشق، خانواده و بسیاری خواستنی‌های دیگر است. او انسانی ناتمام، اما اعجوبه‌ای تمام‌عیار بود.
آلدوس هاکسلی[5] [شاعر، منتقد و داستان‌نویس انگلیسیِ قرن بیستم].

کلیدواژه‌ها: نیوتون، دانشمند خردگرا، سیصدمین سالروز تولد

قدری ملاحظه دارم که در سرزمین مادری نیوتون درباره شخصیت او آنچنان که بود با شما سخن بگویم. دیرزمانی بود که به بررسی یادداشت‌هایش مشغول بوده‌ام و تصمیم داشتم تأملات مکتوبم را تا کریسمس ۱۹۴۲ یعنی سیصدمین سالروز تولدش آماده انتشار کنم. جنگ [جهانی دوم] فرصت و فراغت لازم برای اعمال ویرایش‌های مقتضی و نیز رجوع به کتاب‌ها و مقالاتم، جهت تأیید و اثبات تأملاتم را از من گرفت. لذا اگر مکتوبِ مختصری که هم‌اینک پیش روی شماست غنای آنچنانی ندارد، پوزش می‌طلبم.

یک نکته اساسی دیگر؛ من معتقدم نیوتون [حقیقی] با تصویر متداول ترسیم شده از او تفاوت دارد. نمی‌گویم به آن بزرگی که تصویر می‌شود نبوده است. در مقایسه با آن شخصیتی که طی قرن نوزدهم از او ساخته شد، کمتر معمولی و بیشتر منحصربه‌فرد بوده است. نوابغ غیر متعارف‌اند. امیدوارم هیچ‌کس گمان نبرد که هدف من امروز، افاضه درخصوص فرزند برگزیده کمبریج است. من تلاش دارم او را به همان صورتی ببینم که دوستان و معاصرانش می‌دیدند.

در قرن هجدهم و پس از آن، نیوتون به‌عنوان اولین و بزرگ‌ترین دانشمند خِرَدگرای عصر جدید معرفی شده است، کسی که به ما آموخت با ابزار سرد و تخدیرناپذیر استدلال بیندیشیم.

من او را این‌گونه نمی‌بینم. گمان نمی‌کنم هرکسی هم که محتویات آن صندوق [حاوی یادداشت‌های شخصی] را که او به هنگام ترک کمبریج در ۱۶۹۶ با خود برد، خوانده باشد او را این‌گونه ببیند. او نخستین خِرَدگرایِ عصر جدید نبود، آخرین جادوگر بابِل و سومر بود، آخرین ذهن بزرگی که به مطالعه جهان محسوس و معقول پرداخت، آن هم با همان درکی که پایه‌گذاران تفکر در ۱۰۰۰۰ سال پیش از جهان داشتند. آیزاک نیوتون، فرزندی پرومتئوس[6] آسا، متولد کریسمس ۱۹۴۲ فاقد پدر، آخرین نوزاد شگرفی که مغانِ [دنیای باستان] خاضعانه به دیدار و بعیثش می‌شتافتند.

شاید دیگر باید به ذکر آنچه معاصران از نیوتونِ کودک ثبت

کرده‌اند بپردازم. هرچند زندگی‌نامه نویسانش، هرگز به نیوتون حقیقی، آنچنان که بوده دسترسی نداشته‌اند. اما در اینجا می‌توان مقدمات ظهور حماسیِ یک جادوگر جوان، تصویری فرح‌بخش از ذهنی گشوده و عاری از آشفتگیِ یک نابغه را دید: دانشجویی مالیخولیایی و پریشان‌مزاج.

به بیان خام معاصر، بر مبنای آنچه ثبت شده نیوتون به حد نهایی تلخ مزاجی مبتلا بود. عمیق‌ترین دل‌مشغولی‌هایش مشتمل بودند بر سِحر، رمزگرایی، درونگرایی و گریز از عالم محسوس، بیمناکی از علنی ساختن تفکرات، عقاید و کشفیاتش برای دنیای منتقد و مشکوک، از همه ترسناک‌تر، خُلق محتاط و مشکوک خودش بود که: «همیشه می‌دانستم»! آنچنان که ویستون[۷] جانشین نیوتون در کرسی ریاضیات لوکاسی ذکر کرده است. مشاجرات معروفش با هوک[۹] فیزیک‌دان انگلیسی فلامستید[۱۰] ستاره‌شناس انگلیسی، و لایب نیتس، ریاضی‌دان و فیلسوف آلمانی، شاهد روشنی بر این امر است و مانند همه افراد این گونه، از زنان گریزان بود. همه‌چیز را رها می‌کرد و مگر در اثر فشارهای دوستان به انتشار مطالبش نمی‌پرداخت. تا مرحله دوم زندگی‌اش، او پنهان‌کار، منزوی، پیگیر مطالعاتش بر مبنای غریزه شخصی و متکی بر توانایی ذهنیِ بی‌هماوردش بود.

من معتقدم کلید ورود به ذهن او را باید در قدرت مثال‌زدنی‌اش در تمرکز غریزی جست‌وجو کرد. به‌عنوان مثال او دکارت[۱۲] را تجربه‌گرایی تمام‌عیار می‌دانست. شرح اختراعات مکانیکی، داستان محبوب دوران کودکی نیوتون بود. هنوز تلسکوپ و بقایای آزمایش‌های اپتیکی نیوتون در دسترس است، این‌ها دستاوردهاییِ بنیادین بودند، بخشی از توانایی همه‌فن حریفش... و نه، مطمئناً استعدادی خاص در میان معاصرانش. استعداد او، پرداختن مداوم به یک مسئله در ذهنش بود تا زمانی که راه‌حلی برای آن بیابد. به گمان من، برتری او در توانایی شهودی‌اش بود که در قیاس با آنچه بشر به خود دیده قوی‌ترین بوده است. هر آن کسی که لمحه‌ای به تفکر علمی و فلسفی پرداخته باشد می‌داند که نگهداری لحظه‌ای یک مسئله در ذهن و اعمال همه توان تمرکز بر آن برای گشایش، همچون تقلا در بیخودی است. من معتقدم که نیوتون می‌توانست یک مسئله را برای ساعت‌ها و روزها و هفته‌ها در ذهن خود نگه دارد تا زمانی که اسرار مسئله نمایان شود. ریاضی‌دان چیره‌دست در این هنگام می‌تواند به بیانی معمول آن را عرضه دارد. اما این شهود اوست که این‌گونه عجیب می‌نماید. به گفته دومورگان[۱۳] «شادمان از فرضیاتش به‌نظر می‌رسید که بیش از شواهدش می‌داند». برهان‌ها ذاتاً ارزشمندند و آنچنان که گفته‌ام ابزار کشف نیستند.

داستانی از نحوهٔ آگاه ساختن هالی[۱۴]، ستاره‌شناس معروف انگلیسی و کاشف دنباله‌دار هالی، در خصوص یکی از کشفیاتش در باب حرکت سیاره‌ای وجود دارد: «هالی پاسخ داد: بسیار خوب، اما چطور این مسئله را می‌دانی؟ آیا اثباتش کرده‌ای؟ نیوتون غافلگیرانه گفت: «سال‌هاست که این را می‌دانم، اگر چند روز به من فرصت بدهی برایت اثباتش می‌کنم». که در واقع او چنین هم کرد.

و باز، شواهدی وجود دارد که نیوتون در انتشار کتاب «اصول» تعلل کرد؛ چرا که مدارک کافی برای اینکه می‌توان فرض کرد جرم یک جسم کُروی صلب در مرکز آن متمرکز است نداشت و فقط یک سال پیش از انتشار به برهان لازم دست یافت. اما این چیزی بود که او به قطعیت می‌دانست و همواره فرض می‌کرد.

نمی‌توان تردید داشت که شکل عجیب و هندسی که اصول در قالب آن تنظیم شده است هیچ شباهتی به فرایندهای ذهنی ندارد که نیوتون را به آن نتایج رساند.

آزمایش‌های او، به گمان من، ابزاری برای کشف نبوده‌اند بلکه شاهدی برای اثبات چیزی بوده‌اند که او قبلاً می‌دانسته است.

چرا او را یک جادوگر می‌نامم؟ به این دلیل که او به کل عالم کلیت کائنات به چشم معمایی می‌نگریست که می‌توان آن را با تفکر ناب دریافت. سرنخ‌هایی به ودیعه نهاده شده از جانب خداوند برای حلقه‌ای از فلاسفه، او معتقد بود که این سرنخ‌ها در آسمان‌ها و نیز در ترکیب عناصر یافت می‌شوند (که همین امر ریشه عنوان غلط‌انداز فیلسوف طبیعی تجربه‌گرا را به او داده است) و البته در نگاشته‌های دست به دست شده رمزی بابِل باستان. او عالم را معمایی طرح شده توسط ذات اعظم می‌دانست، آنچنانکه خود او کشف حسابان را در مناظره با لایب نیتس در لفافه‌ای رمزآلود بیان می‌داشت. او معتقد بود تفکر ناب و تمرکز ذهن منتهی به حل معما خواهد شد.

البته او معمای افلاک را حل کرد و معتقد بود با همان قدرت‌های تجسم درون‌نگر می‌تواند مقصود ذات اعظم، معمای گذشته و آینده، رمز عناصر و ترکیبات آن‌ها و راز حیات و جاودانگی را دریابد. همه این رموز آنگاه آشکار می‌شدند که او خود یک‌تنه، بی‌دغدغه غیر به مطالعه و نسخه‌برداری و آزمون بپردازد. بدون مزاحمت و انتقاد اغیار که به او هجوم می‌آوردند می‌توانست به درگاه الهی پناه ببرد چونان نوزادی که در رحم مادر آرمیده است. به گفته چارلز لَمب[۱۶] مقاله‌نویس طناز انگلیسی در قرن ۱۸ و ۱۹، برای این «مسافر یکه و تنهای بحر عجایب» که هیچ‌چیز را باور نمی‌کرد مگر اینکه مثل سه ضلع یک مثلث بدیهی بود.

و او برای بیست و پنج سال همین مسیر را پیمود و آنگاه در سال ۱۶۸۷ که پنجاه و پنج ساله شد «اصول» به چاپ رسید. اینجا در [کالج] ترینیتی بهتر است درباره اینکه او چگونه طی سال‌های پس از دستاوردهای بزرگش زندگی کرده است صحبت کنیم. انتهای شرقی کلیسای کوچک فراتر از دروازه بزرگش به‌سمت شرق امتداد یافته است. در نیمه دوم قرن هفدهم، باغی بین خیابان ترینیتی و ساختمان متصل به کلیسای کوچک وجود داشت. دیوار جنوبی از محل برجک دروازه به اندازه عرض پیاده‌روی فعلی امتداد داشت. این باغ اندازه‌ای کوچک اما معقول داشت. این باغ نیوتون بود. او به‌عنوان هیئت علمی اتاقی در فاصلهٔ بین اتاق دربان و کلیسای کوچک در اختیار داشت که اکنون به نظرم پروفسور

شواهدی وجود دارد که نیوتون در انتشار کتاب «اصول» تعلل کرد؛ چرا که مدارک کافی برای اینکه می‌توان فرض کرد جرم یک جسم کُروی صلب در مرکز آن متمرکز است نداشت و فقط یک سال پیش از انتشار به برهان لازم دست یافت

براود[17] از آن استفاده می‌کند. دسترسی به باغ از طریق پلکانی متصل به یک رواق دارای ستون‌های چوبی از ساختمان‌های اطراف امکان‌پذیر بود. در بالای این پلکان تلسکوپ او قرار داشت که نباید با رصدخانه‌ای که در بالای دروازه بزرگ طی حیات نیوتون (ولی پس از ترک کمبریج) برای استفادهٔ راج کوتس[18] و جانشین نیوتون، ویستون، ساخته شده بود اشتباه شود. گمان می‌کنم این بنای چوبی در ۱۸۵۶ توسط ویول[19] تخریب و اتاق خواب پروفسور براود جای آن را گرفت. در قسمتی از باغ که کلیسا قرار دارد یک ساختمان کوچک دو طبقه چوبی دیگر قرار داشت که آزمایشگاه [نیوتون] بود. وقتی تصمیم به انتشار «اصول» گرفت یکی از اقوامش، همفری نیوتون[20] را استخدام کرد تا در کار نگارش دستیارش باشد (آنچه برای انتشار ارسال شد ظاهراً دست‌نوشته‌های همفری نیوتون به مدت پنج سال از ۱۶۸۴ تا ۱۶۸۹ با او بود). وقتی نیوتون درگذشت داماد همفری، کاندیت[21]، در نامه‌ای به او خواهان متن یادبودی شد و در میان یادداشت‌های باقی‌مانده به پاسخ همفری نیز برخوردم.

در طی این بیست و پنج سال، مطالعه شدید ریاضیات و نجوم فقط بخشی از مشغولیت‌های او و شاید نه حتی مشغولیت اصلی او بود. مدارک ما در این حوزه تقریباً منحصر به یادداشت‌هایی است که او [نیوتون] هنگام ترک [کالج] ترینیتی به مقصد لندن در صندوقش گذاشت و با خود برد.

اجازه دهید مختصری درباره موضوع این یادداشت‌ها بگویم. این یادداشت‌ها بسیار حجیم هستند، می‌توانم بگویم حدود یک میلیون کلمه نگاشته شده به دستخط خودش هنوز باقی مانده است. این یادداشت‌ها، بدون تردید، نمی‌توانند به‌طور اساسی روشنی‌بخش همه ابعاد این ذهن نابغه باشند.

بگذارید در واکنش علیه افسانه دویست‌ساله نیوتون در مسیر اغراق نیفتم. در دیوانگی او نیز غایتی از روشمندی مشهود است. همه کارهای منتشر نشده او در باب امور رمزی و الهیات حاوی دقت، روش دقیق و بیان جدی و مستحکم است. این مطالب با همان جدیت «اصول» نگاشته شده‌اند. همه آن‌ها طی همان بیست و پنج سالی که او مشغول مطالعات ریاضی برای تدوین «*اصول*» بود شکل گرفته‌اند و می‌توان آن‌ها را به چند دسته طبقه‌بندی کرد.

نیوتون در جوانی اعتقاد به تثلیث را رها کرد. در آن زمان سوسینیان‌ها[22] [پیروان فاستون سوسینوس (قرن ۱۶ میلادی)، متألّه ایتالیایی] بخش مهمی از حلقهٔ متفکران آریان [پیروان آریوس (قرن ۳ و ٤ میلادی) متألّه یونان باستان، معتقد به مقام والای حضرت عیسی مسیح(ع) اما منکر مقام الوهیت برای او] محسوب می‌شدند. احتمال دارد که نیوتون از عقاید سوسینیان‌ها تأثیر پذیرفته باشد، هرچند من گمان می‌کنم این‌گونه نبوده است. به نظرم او بیشتر یک کلیمی یکتاپرست پیرو مکتب مامونیدس[24] (ابن‌میمون) [متاله و پزشک کلیمی اهل اسپانیا، قرن ۱۲ میلادی] بوده است. او بر مبنای تشکیک و یا استدلال به این عقیده در نیامد بلکه آن را از راه تفسیر عقاید باستانی پذیرفت. او مجاب شده بود که مدارک کافی برای معتقد ماندن به تثلیث وجود ندارد و صرفاً یک تحریف متأخر است. خدا فقط می‌تواند یگانه باشد.

اما این رازی دهشتناک بود که نیوتون همه عمر سعی در پنهان داشتن آن می‌کرد. به همین دلیل هرگز مناصب کلیسایی را نپذیرفت و می‌بایست تقدیرنامه‌ای ویژه دریافت می‌نمود تا بر سر کرسی لوکاسی خود باقی بماند ضمن اینکه نمی‌توانست استاد تمام [کالج] ترینیتی شود. حتی قانون مدارا [ی مذهبی] مصوب ۱۶۸۹ شامل منکران تثلیث نمی‌شد. البته شایعاتی نه‌چندان خطرناک درباره او هنگامی که عضوی جوان از [کالج] ترینیتی بود رواج داشت. در واقع اصل ماجرا همراه خود او مُرد. اما می‌توان آن را از انبوه یادداشت‌های باقی‌مانده در صندوقش دریافت. پس از مرگش از اسقف هورسلی[25] خواسته شد که محتویات صندوق را برای انتشار بررسی کند. او محتویات دهشتناک صندوق را دید و در آن را به هم کوبید [!] یک‌صد سال بعد عالیجناب دیوید بروستر[26] نگاهی به درون صندوق انداخت.

او نتیجه‌ای به دقت گزینش شده و برخی مطالب دروغین را منتشر ساخت. آخرین زندگی‌نامه‌نویس [نیوتون]، آقای مور[27] بسیار صادقانه‌تر عمل کرده است. هم‌اکنون مقالات منتشر نشده نیوتون علیه عقاید تثلیث برای بررسی در اختیار من است. از جمله مقاله‌ای بسیار کامل بیانگر اعتقاد نیوتون به عدم صداقت و وجود تحریف در رساله *سنت آتاناسیوس*[28] [بیانیه اعتقادات مسیحیان نوشته فردی گمنام در قرن ۵ میلادی که پیش‌تر گمان می‌شد نوشته آتاناسیوس پیشوای مذهبی اسکندریه در قرن ٤ میلادی است] که می‌گوید آریوس [پیشوای مذهبی منکر الوهیت عیسی(ع)] در رسوایی و بدنامی جان سپرد. پیروزی معتقدان به تثلیث در نیمه دوم قرن هفدهم در انگلستان همچون پیروزی اولیه *سنت آتاناسیوس* شگفت‌آور بود. حتی دلایل منطقی وجود دارد که [جان] لاک[29] [فیلسوف انگلیسی قرن هفدهم و یکی از بنیان‌گذاران مکتب تجربه‌گرایی] معتقد به یکتاپرستی بوده است و حتی میلتون[30] [شاعر انگلیسی قرن هفدهم، به زعم برخی بزرگ‌ترین شاعر انگلستان بعد از شکسپیر] سکوت نیوتون در قبال اخراج جانشینش، ویستون، از کرسی لوکاسی که به‌دلیل ابراز علنی همان معتقدات پنجاه ساله نیوتون صورت گرفت نکته‌ای منفی در کارنامه نیوتون محسوب می‌شود.

پنهانکاری در عقاید را می‌توان ناشی از خوی سکوت و درونگرایی او دانست.

بخش بسیار بزرگ دیگری از یادداشت‌ها به اندیشه‌های

احتمال دارد که نیوتون از عقاید سوسینیان‌ها تأثیر پذیرفته باشد، هرچند من گمان می‌کنم این‌گونه نبوده است. به نظرم او بیشتر یک کلیمی یکتاپرست پیرو مکتب مامونیدس (ابن‌میمون) [متاله و پزشک کلیمی اهل اسپانیا، قرن ۱۲ میلادی] بوده است

آخرالزمانی[۳۱] اختصاص دارد: ابعاد معبد سلیمان(ع)، کتاب داوود(ع)، کتاب مکاشفه که بخشی از آن‌ها در روزهای آخر عمرش منتشر شد. در این میان صدها صفحه در باب تاریخ کلیسا نیز وجود دارد که ظاهراً برای مکاشفه در حقایق سنن نگاشته شده است.

از روی دستخط می‌توان گفت که بخش بسیار بزرگی از دست‌نوشته‌ها در آغاز به کیمیاگری، سنگ فلاسفه و اکسیر حیات اختصاص داشته‌اند. ماهیت این مقالات تقریباً توسط همه آن‌هایی که به بررسی‌شان پرداخته‌اند مکتوم مانده است. در حدود سال ۱۶۵۰ افرادی با کمک انتشارات کوپر[۳۲] در لندن به احیای آثار کیمیاگران قرن پانزده انگلستان و حتی ترجمهٔ آثار کیمیاگران قرون وسطا پرداختند.

کتابخانه‌های کمبریج به طرزی غیرمعمول آکنده از آثار کیمیاگران انگلیسی هستند. این احتمال وجود دارد که حلقه‌ای پنهانی در داخل دانشگاه طی سال‌های ۱۶۵۰ تا ۱۶۷۰ شکل گرفته باشد. به هر تقدیر، نیوتون به کیمیاگری دلبستگی تام داشت. شش هفته از بهار و شش هفته از پاییز را در آزمایشگاهی سپری می‌کرد در همان دورانی که مشغول تدوین «اصول» بود و در این مورد حتی یک کلمه هم به همفری نگفت. مشغولیت او آزمایش محض نبود بلکه به دنبال کشف معماها، درک رموز پنهانی از راه تکرار آزمایش‌های قرون باستانی بود. نیوتون حجم عظیمی از مطالعات خود در این زمینه بر جای گذاشته است. به عقیده من بخش عمده آن‌ها ترجمه و نسخه‌برداری متون موجود در زمان خود بوده است. اما البته مقدار زیادی از نتایج مربوط به آزمایش‌های خود او نیز باقی مانده است. با یک نگاه اجمالی می‌توانم بگویم حداقل یک‌صدهزار لغت است. نمی‌توان مطلقاً گفت که بی‌ارزش و فاقد اعتبار علمی هستند و البته نمی‌توان انکار کرد که نیوتون سال‌ها وقت صرف آن‌ها کرده است، برای دانشجویی عالم‌تر و بیکارتر از من که به بررسی رابطه نیوتون و طومارهای باستانی زمان او علاقه‌مند است برخی از آن‌ها جالب و نه مفید به نظر می‌رسند.

در این بررسی‌های مخلوط و عجیب با یک پا در قرون وسطی و یک پا در عصر جدید، نیوتون بخش نخست زندگانی خود را که صرف کارهای حقیقی‌اش شد، در [کالج] ترینیتی گذراند. حالا اجازه دهید که به بخش دوم زندگانی‌اش بپردازم.

پس از انتشار *اصول* تغییری اساسی در رفتارها و منش زندگی او به وجود آمد. من معتقدم، دوستانش و بیش از همه هالیفاکس[۳۳] به این نتیجه رسیدند که او به کلی پیشینه خود در ترینیتی را رها کرده است و به زودی به زوال عقل و سلامت دچار خواهد شد. می‌توان گفت از مطالعه دست کشید. شغلی دانشگاهی را برگزید و نماینده دانشگاه در پارلمان شد؛ در حالی‌که دوستانش در حال تقلا برای دست و پا کردن

شغلی آبرومند و مکفی برای او بودند: نماینده عالی پادشاه در دانشگاه، عضویت در چارتر هاوس[۳۴]، ریاست ضرابخانه.

نیوتون نمی‌توانست رئیس [کالج] ترینیتی شود چرا که یکتاپرست بود و به همین دلیل نمی‌توانست القاب مذهبی دریافت کند. به‌عنوان نماینده پادشاه نیز پذیرفته نشد با این استدلال ضعیف که در زمره اتونی‌ها قرار ندارد [منسوب به کالج اتون در جنوب شرقی انگلستان که در میانه قرن ۱۵ توسط پادشاه هنری ششم تأسیس شد]. نیوتون عدم پذیرش خود را بسیار نامطلوب یافت و به دنبال دادخواهی رفت که خود دلیلی شد مبنی بر نامشروع بودنش به‌عنوان نماینده پادشاه. در کنار این بداقبالی‌ها، تلاش نیوتون برای کسب سمت همزمان شد با نبرد پادشاه برای تثبیت تاج و تخت که در این میان کالج سربلند بیرون آمد.

نیوتون برای همه این مشاغل کفایت لازم را داشت. نمی‌توان گفت که درون‌گرایی، انزواطلبی و تنهایی‌اش دلیلی بر بی‌استعدادی او در اموری است که برگزید تا بیازماید. در واقع گزارش‌های فراوانی دال بر قابلیت‌های شایان او وجود دارد. به‌عنوان مثال می‌توان به مکاتبه او با دکتر کوِل[۳۶] نایب‌رئیس دانشگاه اشاره کرد. وقتی نماینده دانشگاه در پارلمان بود، باید زیرکانه پرسش‌هایی درخصوص عهدنامه تنظیم شده پس از انقلاب ۱۶۸۸ را مطرح کرد و عملاً به همراه پپیز[۳۷] [ساموئل پپیز رئیس انجمن سلطنتی و وزیر دریاداری انگلستان] و لوندس[۳۸] در زمره بزرگ‌ترین و مؤثرترین خادمان مدنی درآمد. او سرمایه‌گذاری موفق بود که بر بحران مالی معروف منجر به ورشکستگی **کمپانی دریای جنوب** فائق آمد و ثروتمند از دنیا رفت. او جایگاهی در خور اعتنا به‌عنوان وکیل،

کتابخانه‌های کمبریج به طرزی غیرمعمول آکنده از آثار کیمیاگران انگلیسی هستند. این احتمال وجود دارد که حلقه‌ای پنهانی در داخل دانشگاه طی سال‌های ۱۶۵۰ تا ۱۶۷۰ شکل گرفته باشد. به هر تقدیر، نیوتون به کیمیاگری دلبستگی تام داشت

مورخ و متألّه داشـــت همان‌گونه که ریاضی‌دان، فیزیک‌دان و منجم نیز بود.

وقتی نیوتون مســـیر زندگی‌اش را تغییر داد و کتاب‌هایش را درون صنـــدوق ریخت، دیگر رها کـــردن قرن هفدهم و رفتـــن به جلد قرن هجدهمی‌اش که همان نیوتون شـــناخته شده است، آسان بود.

با این حال بریدن از دوســـتانی که زندگانی‌اش را تغییر داده بودنـــد دیر زمانی به طول انجامید. مادرش که نیوتون وابستگی فراوانی به او داشت در ۱۶۸۹ بدرود حیات گفت. حوالی کریســـمس ۱۶۹۲ در پنجاه سالگی‌اش دچار یک بیماری شد که امروز به نام حمله عصبی می‌شناسیم: بدبینی، بی‌خوابی، ترس از شـــکنجه و آزار. او نامه‌هایی به پپیز و لاک دارد که تردیدی باقی نمی‌گذارند که ذهنش دیگر مشـــوش شده بود. به گفته خودش «دیگر پیوستگی ذهنی ســـابق را از دست داده اســـت». او دیگر به آن تمرکز ذهنی برای انجام کارهای تازه دست نیافت. حمله عصبی دو سال به طول انجامید و به تدریج «جنون» نمایان شد، با این حـــال او هنوز یکی از بزرگ‌ترین متفکران انگلستان، عالیجناب آیزاک نیوتون معروف بود.

در ۱۶۹۶ دوســـتانش بالاخره توانستند او را از کمبریج بیرون بکشـــند و برای بیست سال بعد به‌عنوان مشـــهورترین مرد دوران خود در لندن اقامت گزید، طی این سال‌ها توانایی‌هایش رو به کاستی و خوش‌خلقی‌اش رو به فزونی گذاشت.

او در خانه‌ای به همراه دختری از اقوام، کاترین بارتون[۳۹] زندگی می‌کرد که بی‌تردید معشـــوقه چارلز مونتـــاگ[۴۰] (همان اِرلِ هالیفاکس)، رئیس خزانه‌داری و دوســـت صمیمی نیوتون از دوران دانشـــجویی در ترینیتی بـــود. کاترین دختری برجسته و دلربا در لندنِ عصر کانگریو[۴۱] [ویلیام کانگریو؛ شـــاعر و نمایشـــنامه‌نویس]، سویفت[۴۲] [جاناتان سویفت، نویسنده و سیاستمدار ایرلندی ـ انگلیسی] و پوپ[۴۳] [الکساندر پوپ، شاعر طناز انگلیسی] محسوب می‌شد. تا حدی ذکری از او در نامه‌ای به استلا اثر سویفت آمده است. نیوتون اضافـــه‌وزن پیدا کرد. به طوری که وقتی ســـوار درشکه‌اش می‌شد بازوهایش از دو طرف درشکه بیرون می‌زد. موهایش به سفیدی برف شده بود و زمانـــی که کلاه‌گیس را برمی‌داشـــت ظاهری نیکخواه و در عین حال باشکوه می‌یافت. شبی در کالج ترینیتی توسط ملکه آن به مقام شوالیه‌گری رسید و به مدت بیســـت و چهار سال رئیس انجمن سلطنتی شد. تبدیل به جاذبه‌ای اساسی برای همه متفکران مسافر لندن گردید. دلش می‌خواست نیروهای جوانی در اختیار داشته باشد تا ویرایش جدیدی از *اصول* را عرضه کند و گاهی نیز مســـتمع دیگران می‌شد نظیر مورد فاچو دو دولیه[۴۴].

جادوگری به محاق فراموشی رفت. او خردگرای عصر استدلال شـــده بود. عالیجناب آیزاک نیوتون پیرو سرســـخت ســـنت، عالیجناب نیوتونِ قرن هجدهم، که در قیاس با کودک جادوگر مســـلکِ نیمه اول قرن هفدهم غریب می‌نمود، اکنون شمایلی تثبیت شـــده داشت. ولتر[۴۵] [نوســـنده نواندیش فرانسوی قرن هجدهم و منتقد تألّه رایج مسیحی] در سفرش به لندن توانست گزارشی از عالیجناب نیوتون ارائه دهد «از خوشبختی او که نه فقط در سرزمینی آزاد به دنیا آمده، بلکه از سعادتمندی عصری که در آن همه علامگان خیره‌سر محو و نابود شده‌اند. تعقل سکه رایج است و دیگر بشر شاگرد خویشتن است و نه دشمن.»

اما او «هرگز به تمرکز و پیوســـتگی سابق ذهنی باز نگشت». به ندرت در جمع سخنی می‌گفت. «سستی در نگاه و رفتارش مشهود بود.»

گمان می‌کنم به ندرت به درون صندوقش نگاهی می‌انداخت. زمانی که کمبریج را ترک می‌کرد همه رشحات روح خروشانش را که در اتاق‌ها و باغ و آزمایشـــگاهش مابیـــن دروازه بزرگ و صومعه شکل گرفته بودند، درونش ریخت و بُرد.

امـــا آن‌ها را نابـــود نکرد. آن‌ها در صندوقـــش باقی ماندند تا حیرت‌آفرین چشمان ســـتایندگان قرن هجده و نوزده شوند. این یادداشـــت‌ها برای کاترین بارتون به ارث ماند و سپس برای دخترش، کنتسِ پورتسموث[۴۶]. به این ترتیب محتویات منتشر نشده صندوق نیوتون مسمی به «اوراق پورتسموث» شدند.

در ۱۸۸۸ یادداشـــت‌های ریاضیاتی به کتابخانه دانشـــگاه در کمبریج داده شـــد که فهرســـت گردیدند امـــا هرگز ویرایش نشـــدند. باقی‌مانده یادداشت‌ها توسط نواده کاترین بارتون، لُرد لیمینگتون[۴۷] در سال ۱۹۳۶ به حراج گذاشته شد. مکدر از این بی‌ملاحظگی، توانســـتم حدود نیمی از آن‌ها را گردآوری کنم از جملـــه تقریباً کل بخش زندگی‌نامه‌ای بـــه «اوراق کاندیت» [کاندیت از اقوام دور نیوتون] موسوم شده‌اند، به این منظور که همـــه را به کمبریج بیاورم و با ایـــن امید که اوراق دیگر آنجا را ترک نکنند. بخش بزرگ‌تری از اوراق را نتوانستم به دست آورم چرا که گروهی به دنبال فروش آن‌ها با قیمتی بالاتر احتمالاً در آمریکا به مناسبت سیصدمین سالروز ولادتش هستند.

به‌عنوان کســـی که در این مجموعه خارق‌العاده دقیق شـــده است، شاید راحت‌تر بتوانم روح غریبش را درک کنم که در میان این دیوارها درگیر وسوسه‌های اهریمنی بود (امیدوارم درکم در خلاف جهت دگرگونه نشده باشد). برای رسیدن به رازهای خدا و طبیعت، قوای خالص ذهنی کوپرنیک[۴۸] و فاوست[۴۹] را در یک کالبد تجمیع کرده بود.

پی‌نوشت‌ها

1. W. Turnbull
2. Niels Bohr
3. John Maynard Keynes
4. Geoferry Keynes
5. Aldous Huxley

۶. پرومتئـــوس: یکی از ایـــزدان یونان باســـتان که در مقابل ایـــزدان اولمپ شورید و با اعطای «آتش» به انسان عَلَم عصیان برافراشت.

7. Whiston
8. Lucasian Chair
9. Hooke
10. Flamstead
11. Leibniz
12. Descartes
13. De Morgan
14. Halley
15. Principia
16. Charles Lamb
17. Broacl
18. Roger Cotes
19. Whe well
20. Humphery Newton
21. Conduitl
22. Socinians
23. Arian
24. Maimonides
25. Horsley
26. SirDavid Brewster
27. More
28. St. Athanasuis
29. John Locke
30. Milton
31. Apocalyptic
32. Cooper
33. Halifax
34. Charterhouse
35. Etonian
36. Covell
37. Pepys
38. Lowndes
39. Catharine Barton
40. Charles Montague
41. Congreve
42. Swift
43. Pope
44. Facio de Duillier
45. Voltaire
46. Countess of Portsmouth
47. Lord Lymington
48. Copernicas
49. Fastus

منبع

مقاله «نیوتون؛ به‌عنوان یک انســـان» نوشـــته جان مینارد کینز، از مجموعه چهـــار جلـــدی «جهـــان ریاضیات » گردآوری: جیمز آر. نیومن (۱۹۵۷)
Newton, the Man "In Volume One (1957), pp. 277-285 - John Maynard Keynes From The World of Mathematics (4 Vols) by James R. Newman.

مدل‌سازی در فیزیک

ری اینورنو
ترجمهٔ آرش ظهوریان پُردل

مدل‌سازی، فعالیتی ضروری در فیزیک ریاضیاتی یا فیزیک نظری محسوب می‌شود. این فعالیت، شامل پایه‌ریزی یک مدل ریاضی است؛ مدلی که انتظار داریم بخش‌های اساسی پدیده‌ای را که راجع‌به آن تحقیق می‌کنیم، در برگیرد.

به نظر من، سازنده بودن و سودمندی مدل‌سازی، همواره می‌تواند باعث شگفتی ما شود.

اولین نکته‌ای که دربارهٔ جهانی که در آن زندگی می‌کنیم، جلب نظر می‌کند، این است که مکانی بسیار پیچیده است. این واقعیت که بخش زیادی از این ساختار غنی را می‌توان با مجموعه‌ای از فرمول‌های ساده توضیح داد، بسیار حیرت‌آور است.

کافی است به این فکر کنید که به‌عنوان مثال، قانون گرانش نیوتون، در عین سادگی، طیف وسیعی از پدیده‌ها، از سقوط سیب گرفته تا شکل کروی خوشه‌های ستاره‌ای، را در برمی‌گیرد. همان‌طور که اینشتین گفت، «غیرقابل درک‌ترین چیز دربارهٔ جهان، این است که قابل درک است!»

البته، موفقیت مدل‌سازی در طول تاریخ علم، نتایج معکوسی نیز به بار آورده است: بارها و بارها، یک مدل موفق، با واقعیت محض (حقیقت غایی) اشتباه گرفته شده است که به کُند شدن روند کار (پیشرفت‌های علمی) انجامیده است.

نظریه نیوتونی، مثالی بسیار خوب در این مورد است: این مدل، به قدری در توضیح گسترهٔ وسیعی از پدیده‌ها موفق بود که پس از دو قرن، این قوانین دارای شخصیتی کاملاً مطلق شده بودند.

به همین دلیل، وقتی در اواخر قرن نوزدهم، به تدریج معلوم شد که در نظریه‌های موجود، مشکلات اساسی‌ای وجود دارد، بی‌میلی مشهودی برای اعمال تغییرات بنیادی در آن‌ها وجود داشت. بنابراین، (به‌جای تغییر آن‌ها)، ترجیح دادند برای توضیح پدیده‌های غیرمنتظره، از تعدادی فرضیهٔ مصنوعی استفاده کنند. سرانجام، نبوغ اینشتین لازم بود تا این جزم‌اندیشی چند سده‌ای کنار گذاشته شود و با کمک چند آزمایش سادهٔ فکری، نشان داده شود که بهره‌گیری از برخی از پُربارترین فرضیه‌های نیوتونی، دیگر عملاً ناممکن است.

اینشتین، چنین ایده‌هایی را در سال ۱۹۰۵، در قالب تعدادی مقالهٔ درخشان و هوشمندانه مطرح کرد. وی نظریه‌ای را ارائه داد که امروزه به‌عنوان نظریه نسبیتِ خاص شناخته می‌شود.

به هنگام بحث دربارهٔ نظریه‌های فیزیکی، باید از به کارگیری واژگانی مثل «درست» و «غلط» پرهیز کنیم و به خاطر بیاوریم که کار اساسی، ساختن یک مدل است؛ مدلی که می‌تواند بر مبنای توانایی‌اش در توصیف پدیده‌هایی که در برمی‌گیرد، به‌عنوان «مدل خوب» یا «مدل بد» توصیف شود.

بنابراین، نظریهٔ نیوتونی، برای توصیفِ گسترهٔ وسیعی از پدیده‌ها، مدل بسیار خوبی است: مثلاً اگر کسی می‌خواهد حرکت یک ماشین را توصیف کند، چارچوب نیوتونی بسیار مناسب خواهد بود.

با این حال، اگر با سرعت‌های بسیار بالا (قابل مقایسه با سرعت نور) و یا میدان‌های گرانشی بسیار قوی (مثل آنچه در هسته کهکشان وجود دارد) سر و کار داشته باشیم، چارچوب نیوتونی دیگر مناسب نخواهد بود.

به بیان دیگر به همراه هر نظریه، باید یک گستره اعتبار تعریف شود. در این‌صورت، به بیان دقیق‌تر، باید بگوییم نظریهٔ نیوتونی در گسترهٔ اعتبارش، نظریه‌ای بسیار خوب محسوب می‌شود.

از این منظر، برای گسترش مدل‌های‌مان از جهان فیزیکی، نیازی نیست مدام نظریه‌های ـ قدیمی ـ را (با این توجیه که نادرست هستند)، دور بیندازیم. بلکه، برای افزایش گسترهٔ اعتبارشان، فرایند بهینه‌سازی انجام می‌دهیم.

بنابراین، نتیجه‌ای از این بحث می‌گیریم، این است که با وجود موفقیت‌های قابل توجه مدل‌های نظری، نباید آن‌ها را با واقعیت‌های محض (حقایق غایی)ای که در پی توصیف آن هستند، اشتباه گرفت.

منبع
Introducing Einstein's Relativity, Ray D'Inverno, "The K- Calculus, Model Building", Oxford, University Press

پای صحبت عبدالحسن بصیره، دبیر کمیته علمی همایش

نقش دانشمندان ایرانی- اسلامی در پیشبرد علوم تجربی

گفت‌وگو: نصرالله دادار

پنجمین همایش نقش دانشمندان ایرانی- اسلامی در پیشبرد علوم تجربی با محور: بررسی فعالیت دانشمندان ایرانی- اسلامی در حوزهٔ علوم تجربی، اهمیت روزآمد کردن برخی متون کهن دانشمندان ایرانی- اسلامی و بازتاب آن در کتاب‌های مدارس و دانشگاه‌ها و... در دانشکده الهیات و معارف دانشگاه تهران برگزار شد.

در حاشیه برگزاری این همایش، گفت‌وگویی با عبدالحسن بصیره دبیر کمیته علمی این همایش کرده‌ایم که در ادامه تقدیم مخاطبان گران‌سنگ مجلهٔ رشد آموزش فیزیک می‌شود:

êêê

اولین سؤال ما دربارهٔ چگونگی و تاریخچهٔ برگزاری همایش نقش دانشمندان ایرانی- اسلامی در پیشبرد علوم تجربی است. لطفاً بفرمایید این همایش از چه زمانی آغاز به‌کار کرده و چه مسیری طی کرده است؟

é در سال ۱۳۹۰ هـ.ش، با آقای دکتر سیامک خادمی نایب رئیس وقت اتحادیه معلمان فیزیک ایران جلسه‌ای داشتم. موضوع بحث ما در آن جلسه این بود که چرا تاریخ علم در کتاب‌های درسی به‌ویژه در آموزش فیزیک ایران جلوه پررنگی ندارد و چطور می‌شود دبیران فیزیک را به مطالعه تاریخ علم به‌ویژه در حوزه فیزیک، یا به‌طور کلی طبیعیات تشویق کرد؟ چگونه می‌شود در این زمینه به دبیران فیزیک کمک کرد؟ چون تخصص دبیر فیزیک در تدریس فیزیک است و الزاماً متخصص تاریخ علم نیست، ولی احساس می‌شود آشنایی با تاریخ علم در تدریس آن مبحث فیزیک کمک می‌کند. البته اگر بتواند پیشینه آن مبحث علمی را پیدا کند و داشته باشد. تصمیم بر این شد که دو یا سه‌ماه قبل از برگزاری کنفرانس‌های سالانه آموزش فیزیک که اغلب در شهریورماه به‌عنوان کنفرانس ملی آموزش فیزیک برگزار می‌شود، همایش‌های یک‌روزه‌ای. با عنوان نقش دانشمندان ایرانی- اسلامی در پیشبرد علوم تجربی نیز، از طرف اتحادیه معلمان فیزیک برگزار شود.

اتحادیه معلمان فیزیک، یک اتحادیه مردم‌نهاد (NGO) است و برای برگزاری همایش‌ها نیاز به یک نهاد علمی، آموزش و اجرایی دارد که علاوه بر حمایت معنوی، از نظر مالی هم آن را حمایت کند

به این ترتیب ما از سال ۱۳۹۱، اولین همایش را با همکاری انجمن علمی فیزیک استان فارس و آموزش‌وپرورش همان استان به‌عنوان نهاد اجرایی در خردادماه در شیراز برگزار کردیم.

استقبال خوبی از همایش شیراز شد. تعداد مقاله‌های رسیده از دبیران نسبتاً زیاد بود. ما از سخنرانان صاحب‌نامی در حوزه تاریخ علم دعوت کرده بودیم که به شیراز تشریف آورده بودند.

ولی قطعاً انتظار نداشتیم مقاله‌های رسیده از دبیران فیزیک، آن هم در اولین همایش بسیار قوی در حوزه تاریخ علم باشد. چون دبیران عزیز ما در حوزهٔ فیزیک و علوم تجربی متخصص تاریخ علم نبودند. بنابراین مقاله‌های ارائه شده از طرف داورها و کمیتهٔ علمی که من دبیر آن بودم و عزیزان دیگر، داوری شد.

بنابراین تعدادی از این مقاله‌ها به‌صورت شفاهی و تعدادی هم به‌صورت پوستر، در کنار سخنرانان مدعو که صاحب‌نظر تاریخ علم بودند، ارائه شد. دومین همایش ما با همکاری انجمن علمی فیزیک شهر تهران و آموزش‌وپرورش تهران و وزارت آموزش‌وپرورش در تهران در خردادماه ۱۳۹۲ تشکیل شد که باز استقبال خوبی شد. کمّیت مقاله‌ها هم بالا بود و هم از نظر کیفی تعدیل شده بود. یعنی ما احساس کردیم، دبیران کم‌کم با پژوهش در تاریخ علم آشناتر می‌شوند و اشتیاق بیشتری نشان می‌دهند.

سومین همایش با همکاری انجمن علمی فیزیک استان اصفهان و آموزش‌وپرورش زرین‌شهر لِنجان و دانشگاه آزاد اسلامی واحد

لِنجان در اصفهان در خردادماه ۱۳۹۳ برگزار شد.

ما در این همایش از یکی از سخنرانان مدعو تقاضا کردیم که سخنرانی خود را حول محور پژوهش در تاریخ علم و استفاده از منابع تاریخ علم اختصاص بدهد. این پیشنهاد بدین منظور انجام شد که دبیران عزیز ما هم با منابع تاریخ علم و هم با کتابخانه‌هایی که این منابع را داشته باشند به‌ویژه با استادان تاریخ علم ارتباط تنگاتنگ‌تر و بهتری برقرار کنند.

چهارمین همایش در خردادماه سال ۱۳۹٤ با همکاری انجمن علمی فیزیک شهر تهران در پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی در تهران برگزار شـــد. اینجا کیفیت مقالات بالاتر رفته بود و ما تأثیر سخنرانی همایش قبل و تأثیر ارتباط را با دبیران بهتر دیدیم.

پنجمین همایش در ســـیزدهم خردادماه ۱۳۹۵ با همکاری انجمن علمی فیزیک شهر تهران و نهاد اجرایی پژوهشکده تاریخ علم دانشگاه تهران در سالن شهید مفتح دانشگاه الهیات و معارف دانشگاه تهران برگزار شد.

همان‌گونه که مســـتحضرید پژوهشـــکده تاریخ علم دانشگاه تهـــران، یکی از قطب‌های مهم پرورش اســـتادان تاریخ علم در ایران است که کتابخانه، پایان‌نامه‌ها و منابعی که در آنجا وجود دارد. پژوهش‌های ناب تاریخ علم است و یکی از ویژگی‌های این همایش، ارتباط مهم بین یک نهاد پژوهشی ناب در تاریخ علم و دبیران فیزیک ما بود. جالب این است که در این همایش شاید از نظر کمی، کمترین مقاله‌ها را در عرض ۵ سال دریافت کردیم، اما از نظر کیفیت بسیار خوب بودند.

چون دبیران فیزیک با نوع پژوهش و تأمل بیشتر در پژوهش‌ها، مقاله‌ها را تهیه کـــرده بودند. در اینجا باید ذکر کرد که اتحادیه معلمان فیزیک یک NGO اســـت ولی نهادی وابسته به وزارت آموزش‌وپرورش است و با انجمن فیزیک ایران وابسته به وزارت علوم فرق دارد. ما در برخی از این پنج همایش، مسئولان محترم سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی را دعوت می‌کردیم چون یکی اهداف ما این است که این پژوهش‌ها در کتاب‌های درسی بازتاب پیدا کند.

جادارد همین‌جا از دو معاون وزارت آموزش‌وپرورش سپاسگزاری کنم، یکی معاون آموزش متوسطه وزارت آموزش‌وپرورش جناب آقای مهندس علی زرافشـــان کـــه در اغلب یا بهتر بگویم همه همایش‌های ما شرکت و سخنرانی علمی کردند. دیگری رئیس مرکز سنجش و ارزیابی وزارت آموزش‌وپرورش جناب آقای دکتر عبدالرسول عمادی که استاد تاریخ علم پژوهشگاه علوم انسانی و عضو ثابت کمیته علمی ما دراین همایش‌ها هستند. ما همیشه از پیشنهادهای ایشان استفاده می‌کردیم. در اینجا از هر دو عزیز سپاسگزاری می‌کنیم.

è تقریبا در حین پاسخگویی به سؤال اول، به سؤال دوم ما که چه همایش‌هایی و در کجا برگزار شدند، پاسخ گفتید. لطفاً مقـــداری درباره نقش و اهمیت تاریخ علم توضیح بفرمایید.

é این سوال بسیار مهمی است که اصولاً نقش و اهمیت تاریخ علم به‌ویژه تاریخ علوم طبیعی که به طبیعیات یا حکمت طبیعی معروف است برای یک جامعه به‌طور عام چیست؟

همان‌طور که می‌دانید تاریخ علم سرگذشت تلاش و کوشش انسان برای شناخت پدیده‌های طبیعی و قانون‌های حاکم بر آن‌ها و یافتن راهکارها و ابزارهایی برای بهره‌برداری از این پدیده‌ها برای بهتر زیستن یا پاسخ دادن به کنجکاوی‌های خویش است.

انســـان در برخورد با پدیده‌های طبیعی با یک‌ســـری پرسش برخورد می‌کند و حس کنجکاویش برانگیخته می‌شود. به همین دلیل برای پاسخ به این پرسش‌ها و ارضای آن حس کنجکاوی که احساس بسیار قابل احترامی است، شروع به تفحص در پدیده‌های طبیعی می‌کند و همین‌جا است که علم شکل می‌گیرد.

برخی از جوانان ما و شاید برخی از تحصیل کردگان ما می‌پندارند که زادگاه اصلی علم و جایگاه آن مغرب زمین است و همه علم از غرب آمده اســـت و برای این پندارشان، یونان را مثال می‌زنند که چگونه علم یونانی ســـرانجام از اروپای عصر میانه و بعد از آن از رُنســـانس یا نوزایی علم در اروپا سردرآورده است و رُنسانس را سرمنشأ تحولات بنیادین در نگرش‌های انسان به جهان و طبیعت می‌دانند که شکی هم در آن نیست که باعث فناوری‌های پیش روی ما شده است. اما اینکه سر منشأ و پایه تمام این‌ها را از غرب بدانیم و ریشه‌های هزاران ساله‌اش را از آمدن علم یونانی به اینجا بدانیم، به گمانم پندار درستی نیست.

ما باید بپذیریم این پندار که همه پیشرفت‌های علمی را مدیون غرب اســـت و دیگر اقوام و ملل را در این پیشرفت علمی سهیم ندانیم، غلط یا نادرســـت است. باید باورمان شود که اقوام و ملل دیگر همچون چین، هند، مصر، ایران و کشورها و حکومت‌های شرق اسلامی در تاریخ علم نقش تعیین‌کننده‌ای دارند.

باید باور داشـــته باشـــیم که علم ماهیت انسانی دارد و میراث مشـــترک همه اقوام و ملل و تمدن‌های گذشـــته است. این‌ها آجرهایی است که روی هم انباشته شده تا به غرب رسیده است.

باید تاریخ‌نگاران غربـــی اذعان کنند و منصفانه برخورد کنند که علم غرب مدیون علم و اندیشه‌های ملل دیگر به‌ویژه ایران و کشورهای اسلامی است و قبول کنند که مدیون تمدن اسلامی هســـتند که عمدتاً دانشمندان ایران به زبان عربی که زبان رایج علمی بود، کتاب می‌نوشتند.

è آیا نوشته‌هایی درباره تاریخ علم در ایران و جهان موجود است؟

é نکته ظریفی است. ما در ایران در زمینه تاریخ علم در ایران و جهان، کتاب‌ها و مقالاتی که نوشته یا ترجمه شده‌اند، داریم که برخی از آن‌ها بسیار ارزشمند هستند. اما بسیاری از آن‌ها به گونه افراط و تفریط نگاشته شده‌اند که جای دقت و تأمل بسیار دارند.

برخی از آن‌ها با اغراق و دیدی غیرعلمی، هر اندیشهٔ دانشمند گذشـــته را بی‌توجه به عصر و زمانه و بستر اجتماعی آن دوران، دقیقاً منطبق و سازگار با اندیشه نوین عصر اخیر تلقی کرده است که این تصور بسیار ساده‌اندیشانه است. ما می‌بایست دقت کنیم

همایش نقش دانشمندان ایرانی-اسلامی در خردادماه هر سال برگزار می‌شود. این همایش از سال ۱۳۹۱ تاکنون همه ساله در خردادماه هر سال برگزار می‌شود. این همایش از سال ۱۳۹۱ تاکنون همه‌ساله برگزار شده است

آن اندیشه‌ها، اندیشـــه‌های نو و بدیع برای زمان‌های خودشان بوده‌اند. اما اگر بخواهیم بگوییم فلان اندیشـــه از فلان دانشمند الان در مثلاً فیزیک کوانتومی هم همین‌طور بررسی می‌شود یا در نسبیت هم همین‌گونه بررسی شده است یا در علم نوین قرن نوزدهم و بیستم هم دقیقاً همین‌طور است، به کجراهه می‌رویم.

ایـــن روش انتقال علم به‌صورت علمی به جوانان ما نیســـت و می‌بایست به این نکته خوب توجه کنیم.

نکته دیگر این است که به اعتبار اینکه زبان نوشتار علمی آن زمان، زبان عربی بوده است، بسیاری از دانشمندان ایرانی را عرب معرفی کرده‌اند. هرچند که دانشـــمندان عرب مسلمان در رشد علمی بســـیار تأثیرگذار بودند، ولی باید توجه داشته باشیم که دانشمندان ایرانی به‌دلیل زبان علمی آن زمان که زبان عربی بود، کتاب‌هایشان را به زبان عربی می‌نوشتند. کتاب قانون ابن‌سینا و یا کتاب‌های دیگرش، کتاب‌های ابوریحان، ابن هیثم و دیگران به عربی نوشته شده‌اند و بعد به لاتین ترجمه شده‌اند.

برخـــی از تاریخ‌نگاران غربی، نه همهٔ آن‌هـــا، انصاف را رعایت نمی‌کنند و میراث علمی کهن ما را که بر علم غرب هم بســـیار تأثیرگذار بوده در عصر اروپای میانه، بسیار کم‌اهمیت و بی‌تأثیر بر اندیشـــه‌های نوین غرب جلوه می‌دهند و عالمانه یا عامدانه دانشـــمندان ایرانی را که چون آثار علمی آن‌ها به‌ضرورت زبان علمی آن دوران که عربی بوده و لاجرم کتاب‌هایشان را به عربی می‌نوشتند، گاهی دانشـــمندان عرب و با نامگذاری دانشمندان عربـــی معرفی می‌کنند. ما در کتاب‌های تاریخ علم تاریخ‌نگاران غربی بسیار می‌بینیم که نقل و بازتاب اندیشه‌های دانشمندان ما در کتاب‌های پرحجم آن‌ها بسیار کم و گاهی غیرمنصفانه است.

البته در اینجا باید به گروهی دیگر هم اشاره کرد که در دهه‌های اخیر و عمدتاً در کشـــورهای عربی مطرح شـــده‌اند که با دیدی ملی‌گرایانه و حتی گاهی تعصب‌آمیز و افراطی عمده دانشمندان ایرانی را مصادره کرده و عرب جلوه داده‌اند. برای نمونه ابن‌سینا را به‌نام ابی‌سینا معرفی می‌کنند و به‌عنوان یک دانشمند عرب معرفی می‌کنند. درست است که ابن‌هیثم در بصره متولد شده است اما مدت زیادی را در اهواز زیسته است و آن موقع مرزهای جغرافیایی نبوده است. کارهای علمی‌اش را در مصر هم انجام داده است و مثل خیلی از دانشمندان دیگر همچون ابوریحان.

در کتاب‌های عربی که من در نمایشگاه‌ها می‌بینم وقتی که به فارابی، ابن‌سینا و ابوریحان بیرونی اشاره می‌کنند، زادگاهشان را می‌نویســـند که در خوارزم بوده و یا بخارا متولد شده است ولی به‌عنوان یک دانشمند عرب به نقد کتاب‌هایشان می‌پردازند. البته باید با نقدهای علمی منصفانه و نوشته‌های درست و مستند این سوءتفاهم‌ها را برطرف کرد.

درست اســـت ما و آن‌ها هر دو کشور مسلمان هستیم و علم مرز نمی‌شناســـد ولی مصادره این دانشـــمندان درست نیست. در آن موقـــع خوارزم و بخارا جزئـــی از ایران بوده و این‌ها علاوه بر کتاب‌های عربی، کتاب‌هایی هم به زبان فارســـی نوشـــته‌اند. دانشنامه علایی را ابن‌سینا به زبان فارسی نوشته است. ابوریحان به‌خاطر ریحانه کتاب التفهیم خود را که ابتدا به عربی نوشته بود به زبان فارسی ترجمه کرد. بنابراین این‌ها به زبان فارسی خوب مســـلط بوده‌اند. منتهی چون در آن زمان گسترش علم به زبان عربی بوده است، نیاز داشتند که کتاب‌های خود را به زبان عربی بنویسند تا در مدارس نظامیه و علمی آن زمان که بسیار گسترده هم بود در بغداد در نیشابور و ری مورد نقد و استفاده قرار بگیرد.

به هر حال راه طولانی‌ای در پیش اســـت و باید با نوشتارهای علمی و مستند این سوءتفاهم‌ها را از افکار عامه مردم، آرام آرام زدود.

è آقای بصیره لطفاً به‌صـــورت چکیده بفرمایید چه اهدافی را در این همایش‌ها دنبال می‌کنید و مهم‌ترین آن‌ها را بیان کنید.

é تمام این همایش‌ها و زحمت‌ها و دور هم جمع شدن‌ها به چه منظور و هدف است؟ محورهای همایش به‌صورت کاتالوگ ارائه شده، تقریباً ثابت، و بعضاً بازسازی شده است. با پیشنهادهای کمیته علمی در ۲ یا ۳ همایش اول مقداری از این محورها تغییر کرد اما در دو یا سه همایش اخیر این محورها ثابت مانده است و بسیار هم مورد توجه قرار گرفته است.

محور اول، بررســـی فعالیت‌های دانشمندان ایرانی اسلامی در حوزه علوم تجربی است.

چرا بر علوم تجربی تأکید می‌کنم؟ به‌دلیل اینکه هنوز شناخت و آگاهی ما دربارهٔ تاریخ علوم طبیعی یا طبیعیات در ایران بسیار کم و پراکنده است. بسیاری از متون ارزشمند کهن دربارهٔ طبیعیات که الان به‌عنوان فیزیک شناخته می‌شود یا رشته‌های دیگر مثل زیست‌شناسی و شیمی که همگی از طبیعیات نشأت گرفته‌اند، هنوز ارزشیابی و ترجمه نشده‌اند و حتی دسترسی به این آثار هم بسیار دشوار است.

بنابراین هنوز جای تحقیق و پژوهش‌های بسیاری وجود دارد. راه طولانی و دشـــواری پیش روی ماست که حتماً باید پیموده شود. برگزاری این همایش‌ها گامی در پیمودن این مسیر است. مسیری که دبیران ما می‌توانند با پژوهش‌های خویش آثار بدیع و مغفول مانده و پنهان را بررسی و دریچه‌ای بر روی ما و جوانان عزیز کشور باز کنند. چون بحث طبیعیات، مبحث بسیار مهمی است. تصور اینکه ابن‌ســـینا یک فیلسوف است، درست است و فیلسوف بسیار بزرگی هم هستند. عزیزان فلاسفه ابن‌سینا را از خودشان می‌دانند، عزیزان پزشک روز پزشک را برگزار می‌کنند و ابن‌سینا را یک پزشک می‌دانند.

و کسی توجه ندارد که ابن‌سینا در طبیعیات یا فیزیک امروزه خیلی مباحث خاص، دقیق و بدیعی نوشته است. و درباره چهار مقولهٔ اصلی مکان، زمان، ماده و حرکت آثار بسیار بدیعی دارد.

در کتاب اشارات و تنبیهات، در دانشنامه علایی دربارهٔ طبیعیات، در کتاب مخارج الحروف درباره صوت صحبت‌های بسیار قشنگی کرده است که از تموج هوا چگونه زیر و بم اصوات ایجاد می‌شود. همهٔ این‌ها مسائل بسیار دقیقی است. بنابراین امثال ابن‌سینا

تاریخ علم سرگذشت تلاش و کوشش انسان برای شناخت پدیده‌های طبیعی و قانون‌های حاکم بر آن‌ها و یافتن راه‌کارها و ابزارهایی برای بهره‌برداری از این پدیده‌ها برای بهتر زیستن یا پاسخ دادن به کنجکاوی‌های خویش است

را نباید فقط یک فیلسوف در محدوده فلسفه و یا یک پزشک محسوب کنیم. هرچند کتاب قانون ابن‌سینا سال‌های سال در دانشگاه‌های اروپا تدریس می‌شد. با تمام این‌ها ما از طبیعیات ابن‌سینا غافل مانده‌ایم. یعنی کم به آن پرداخته شده است. این عنوانی که انتخاب شده است نقش دانشمندان ایرانی اسلامی در پیشبرد علوم تجربی، به این دلیل است که در آن زمان فیزیک مطرح نبوده است و فیزیک بعد از رُنسانس به‌عنوان فیزیک مطرح شد و بیشتر در قرن هجدهم فیزیک شد. چون حتی نیوتون هم کتابش را با عنوان اصول ریاضی فلسفه طبیعی مطرح کرد. در آن زمان به آن طبیعیات گفته می‌شد ولی در همین طبیعیات دانشمندان بسیاری از جمله ابن‌سینا حرف‌های بسیاری دارند. بر همین اساس این محور خاص انتخاب شده است تا آثاری که پنهان مانده‌اند، باز شوند و دبیران ما بیشتر در این موضوع تفحص کنند و مسیر را طی کنند.

محور دوم، اهمیت روزآمد کردن برخی متون کهن دانشمندان ایرانی اسلامی و بازتاب آن در کتاب‌های مدارس و دانشگاه‌هاست که نکته بسیار مهمی است. ما در این پنج همایش اگر از مسئولان محترم سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، از معاون آموزش متوسطه، از ریاست محترم سازمان سنجش ارزیابی وزارت آموزش‌وپرورش دعوت به‌عمل می‌آوریم، به‌دلیل همین محور مهم است.

این مقاله‌ها باید روزآمد بشوند. این متون کهن برای زمانه خودشان بوده‌اند و می‌بایست توضیح داده شوند و تفسیر شوند. کتاب‌هایی که از قدیم مانده‌اند باید با ترجمه نوینی ارائه گردند.

متأسفانه گاهی اوقات که فلسفه را ترجمه می‌کنند از چنان کلام و واژه‌های پیچیده‌ای در ترجمه استفاده می‌شود که جوانان قادر به درک آن نیستند چون روزآمد نیست. ما باید زبان جوان را هم بشناسیم. ذائقه جوان را بشناسیم وگرنه نمی‌توانیم با او تعامل برقرار کنیم. مانند آن است که در برج عاجی بین چند صاحب‌نظر و متخصص نشسته‌ایم و کتاب و مقاله می‌نویسیم و بین خودمان می‌چرخانیم. این کتاب‌ها و مقاله‌ها وارد تفکر عام جامعه نمی‌شود. باید روزآمد کرد. باید ارتباط و تعامل با مخاطب برقرار کرد که عمدتاً جوانان دورهٔ راهنمایی، دبیرستان و یا دانشگاهی ما هستند.

این نکته بسیار مهمی است که عزیزان ما در سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی می‌توانند از خروجی این مقاله‌ها استفاده کنند و آن‌ها را منعکس کنند که جوان تعامل خوبی با پیشینه خودش و هویت خودش برقرار کند که نوعی خودباوری است.

چرا جوان ما باید به غرب برود و از خودش گریزان شود. فکر کند که هیچ ندارد. فکر کند همهٔ این فناوری پیشرفته‌ای را که در اختیار دارد غرب به او داده است. جوانان ما باید به خودباوری برسند و به هویت خودشان تکیه کنند و بدانند پایه این فناوری‌های غرب در شرق و توسط پدرانش ریخته و پی‌ریزی شده است. جوانان ما باید به خودشان افتخار کنند و محکم قدم بردارند. اگر بتوانیم این پل را با جوانان برقرار کنیم به خودباوری او کمک کرده‌ایم.

عکاس: غلامرضا بهرامی

محور اصلی این همایش‌ها، بررسی فعالیت‌های دانشمندان ایرانی- اسلامی در حوزه علوم تجربی است

محور سوم، نقد و بررسی دیدگاه‌های علمی دانشمندان ایرانی اسلامی است.

می‌بایست نقد کرد و با دیدی انتقادانه به این مسائل نگاه کرد. فلسفه به این دلیل رو به رشد است که گذشته‌اش را نقد می‌کند. با یک دید انتقادی مثبت که باعث پیشرفت خواهد شد.

محور چهارم، نگاه نقادانه بر علوم تجربی دانشمندان ایرانی اسلامی و ارتباط آن با علوم نوین است.

این پل باید زده و برای جوانان ما روشن شود. مثال‌های متعددی در اینجا آورده‌ام و بعداً برای شما خواهم گفت. می‌خواهم در اینجا مکث کنم و خدمتتان بگویم که ارتباط آن با علوم نوین و یا محور بعدی بررسی تأثیر این دیدگاه‌ها و ترجمه آثار دانشمندان ایرانی اسلامی بر دانشمندان عصر میانه اروپا همان خودباوری است.

جوان فکر نکند تلفن همراهی که در دست دارد و همه چیز از غرب گرفته شده است و آنچه را هم که در غرب دارند از یونان دوهزار- سه‌هزار سال پیش است. احساس کند که یونان خیلی از حرف‌ها را خوب زده است اما دانشمندان اسلامی بدعت کردند. کارهای آن‌ها را به‌طور بدیع، نوآورانه منعکس کردند. کتاب‌ها نوشته‌اند. چرا در عصر علم‌ستیزی، در عصر میانه اروپا این نیاز به‌وجود آمد که کتاب‌ها از عربی به لاتین ترجمه کنند. چرا سال گذشته، یعنی هزاره انتشار کتاب المناظر ابن‌هیثم را سال جهانی نور اعلام کردند. به دلیل اینکه کتاب المناظر ابن‌هیثم پایه نورشناسی قبل از دکارت و اسنل است.

بنابراین این‌ها تأثیر مستقیم بر علم نوین داشته‌اند. ابن‌هیثم نور را از نظر علمی سازمان داد. قانون‌های بازتاب و شکست را قبل از اسنل و دکارت قانونمند و باتجربه مطرح کرد.

هدف از برگزاری این همایش‌ها عمدتاً این بوده است که دبیران با تاریخ علوم پیشینیان بیشتر آشنا شوند و مشتاق تحقیق و پژوهش در این حوزه از علم بشوند. بی‌تردید این اشتیاق سبب می‌شود که اندوخته‌های خودشان را در این زمینه به دانش‌آموزان خودشان منتقل کنند و در آغاز بسیاری از درس‌های فیزیک و یا علوم تجربی، با مقدمه‌ای از تاریخ علم پیشینیان ما، درس خودشان

سازمان جهانی یونسکو، سال ۲۰۱۵ میلادی را به مناسبت هزارمین سال تألیف کتاب المناظر ابن‌هیثم، سال جهانی نور اعلام کرد

را شروع کنند و دانش‌آموزان را با پیشینه علمی افتخارآمیزشان بیشتر آشنا کنند. برای نمونه در پیوند و درآمیختگی ریاضیات و علوم طبیعی همیشه تصور می‌شود که از گالیله و نیوتون شوع شده است، در صورتی‌که بزرگانی همچون ابوریحان بیرونی و ابن‌هیثم بودند که در قرن چهارم هجری یعنی در سده قرن هزارم میلادی درست در دوران علم‌ستیزی اروپا، استدلال می‌کردند که قلمرو کار طبیعی‌دانان و ریاضی‌دانان از هم جدا نیست. این دیدگاه بسیار مهمی است. هندسه را وارد نجوم کردند. این دیدگاه در مکاتبه‌های ابوریحان بیرونی با ابن‌سینا مشهود است. این را می‌توان به‌عنوان اولین مکاتبه‌های علمی دنیا در نظر گرفت. ابوریحان از ابن‌سینا سؤال می‌کرد و در آن موقع که این‌گونه نبود که در عرض چند ثانیه پرسش و پاسخ مطرح شود بلکه چندین ماه طول می‌کشید که پرسش‌های ابوریحان به‌دست ابن‌سینا برسد. ابن‌سینا پاسخ می‌داد و ابوریحان با آزمایش اثبات می‌کرد. توجه کنید هزار سال قبل از آزمایش‌های گالیله که می‌گویند آن را فرانسیس بیکن بنیان گذاشت، تفکرات ابوریحان و ابن‌هیثم بوده است. اینان به علم تجربی اعتقاد داشتند. ابوریحان برای اثبات استدلال خودش که برخلاف مثلاً مشائیان، ارسطو و یا خود ابن‌سینا بوده که معتقد بودند خلأ وجود ندارد، آزمایش می‌کرد.

ابوریحان برای اینکه اثبات کند خلأ وجود دارد، آزمایش می‌کرد و نشان می‌داد که چرا آب بالا می‌رود. بعد پاسکال آمد مسئله فشار و خلأ را مطرح کرد. مسائلی که ابوریحان نزدیک به ۸۰۰ یا ۹۰۰ سال قبل آن‌ها را آزمایش می‌کرد تا اینکه مستدل به ابن‌سینا نشان بدهد.

این‌ها کارهای بسیار ارزشمندی است و دانش‌آموز ما باید احساس کند که پدران ما چگونه با علوم تجربی مأنوس بوده‌اند و پایه علم تجربی را پی‌ریزی کردند. برای اثبات وجود خلأ آزمایش می‌کردند. بسیار مهم است:

کتاب الأسئله اولأجوبه شاید اولین مکاتبه‌های علمی دنیا باشد که با عنوان پرسش و پاسخ میان ابوریحان و ابن‌سینا ترجمه شده است. اتفاقاً این کتاب به فارسی هم ترجمه شده است.

اصل کتاب که پرسش و پاسخ‌های ابوریحان و ابن‌سینا است به زبان عربی گردآوری شده است.

ابن‌هیثم با کاربرد علوم ریاضی در دانش نورشناسی تحول بنیادی به‌وجود آورد. یعنی باتجربه از یک‌سو و از سوی دیگر با قانونمندی‌های ریاضی و زاویه قانون‌های بازتاب و شکست را ثابت کرد.

به همین دلیل کتاب المناظرش در هزار سال پیش یعنی در ۱۰۱۵ میلادی نوشته می‌شود. سازمان جهانی یونسکو در سال ۲۰۱۵ میلادی را به مناسبت هزارمین سال تألیف این کتاب در سراسر جهان سال جهانی نور اعلام می‌کند. این خودباوری جوان ما می‌شود که یک سازمان جهانی به‌خاطر این دانشمند مسلمان و کتابش، که هزار سال پیش بنیان اُپتیک جهان را بنا نهاد یک سال را به نام او و کتابش سال جهانی نور می‌نامد.

ما در حوزه نجوم، دانشمندانی مانند خواجه نصیرالدین طوسی، مؤیدالدین عرضی و قطب‌الدین شیرازی داریم. این‌ها صاحب مکتبی به نام مکتب مراغه هستند که رصدخانه مراغه را بنا نهادند. از نوشتار باقی مانده و خاطراتی که نقل شده است معلوم می‌شود وقتی که هلاکوخان به بغداد حمله کرد، خواجه نصیرالدین طوسی از هلاکو خواست کتاب‌های کتابخانه‌های مدارس نظامیه بغداد را به مراغه منتقل کند.

چهارصد هزار جلد کتاب در آنجا گردآوری شده بود. هشتصد سال پیش چهارصدهزار جلد کتاب در مراغه که بزرگ‌ترین رصدخانه دنیا در آنجا بوده گردآوری شده بوده است.

چرا دانش‌آموز ما نباید آگاه به این مسائل باشد. دبیران ما می‌توانند دانش‌آموزان را آگاه کنند و این مطالب باید در کتاب‌های درسی ما به‌صورت علمی منعکس شود. چرا تعامل فقط باید با گذاشتن یک عکس از تصویر دانشمند باشد که دانش‌آموز نتواند هیچ ارتباطی با آن دانشمند بزرگ برقرار کند. دبیر از رنگین کمان و نور صحبت می‌کند. چرا در ابتدای صحبت خود به قطب‌الدین شیرازی و کمال‌الدین فارسی اشاره نکند؟

اولین کسی که رنگین‌کمان را به‌صورت علمی بسیار خوب توضیح داد، قطب‌الدین شیرازی بود. قطب‌الدین شیرازی شکست‌های دوگانه و چگونگی تشکیل رنگین‌کمان‌های دوگانه در قطرات باران را توضیح داد. در یک عدسی شیشه‌ای توصیف کرد که چگونه در قطره باران ایجاد می‌شود. خیلی قبل از غربی‌ها و رنسانس که آمدند و در رابطه با رنگین‌کمان بحث کردند.

جالب است وقتی دبیر فیزیک در ارتباط با مکانیک درس می‌دهد در آغاز درس می‌تواند به کارهای پسران بن‌موسی شاکر از کتاب‌الحیل اشاره کند. الحِیَل شاید از حیله گرفته شده است اینان یک شیوه‌هایی را به‌کار می‌بردند که از حداقل نیرو مثل قرقره‌ها استفاده می‌کردند و کارهای بسیار خوبی در آب‌رسانی و انتقال نیرو در اهرم‌ها می‌کردند. به‌همین دلیل چون فکر می‌کردند حیله یا شگردی را به‌کار می‌برند، اسم کتابشان را الحیل گذاشتند. تمامی این‌ها مکانیک است.

کتاب بدیع‌الزمان جزری مکانیک است. مسئله ساخت ابزار مکانیکی در آن زمان است که ۶۰۰ یا ۷۰۰ سال قبل از اینکه در قرن هجدهم و یا نوزدهم شروع به ساختار آثار مکانیکی کنند، است. منظور از تمام این مباحث آن است که ما چگونه بتوانیم از خروجی این همایش‌ها دبیران و دانش‌آموزان را مطلع کنیم.

به‌طور خلاصه، هدف اصلی ما این است که دبیران عزیز ما خودشان با تاریخ علم و به‌ویژه تاریخ علوم طبیعی دانشمندان ایرانی و دانشمندان مسلمان آشنا بشوند.

بزرگداشت دکتر قلمسیاه در روز معلم

(۱۳۸۹ـ۱۲۹۹)

اسفندیار معتمدی

در روز ۱۲ اردیبهشت ۹۵ مراسمی با حضور خانواده و دوستان آن استاد بزرگ فیزیک ایران در پژوهشکدهٔ علوم و فنون هسته‌ای برگزار شد. در این مراسم ساده و صمیمی استادان و مسئولان سازمان و همکاران استاد در آموزش‌وپرورش کشور و فرزند برومند ایشان صحبت کردند و از تندیسی که از استاد تهیه شده بود پرده‌برداری و سالنی به نام دکتر ابوالقاسم قلمسیاه نامگذاری شد. از اتحادیه خانم دکتر سیدفدایی، آقای بصیره و از معلمان فیزیک آقایان حیدری‌فرد، محمودزاده و لقایی حضور داشتند. هر یک از سخنرانان بخشی از فضایل استاد را برشمردند. قائم‌مقام سازمان از ارزش علم و عالم سخن گفت و اثری را که دکتر قلمسیاه در مجله علمی سازمان داشت ذکر کرد و گفت دکتر قلمسیاه مقالهٔ کسی را رد نمی‌کرد و آن را بارها می‌خواند و تصحیح می‌کرد و به نویسندهٔ مقاله آموزش می‌داد تا مقاله‌نویس شود. دکتر لامعی از تحصیل جدی استاد در مرکز اتمی پاریس و تز دکترای ایشان در موضوع کروماتوگرافی بحث کردند و دکتر پناهی از اخلاق استاد سخن گفتند. سیداحمد منعمیان از خاطرات خود و دکتر قلمسیاه از قدرت تحمل سختی‌ها و امانتداری پدر بزرگوار یاد کردند.

من هم از اثری که در آموزش فیزیک کشور بر برنامه، کتاب، روش تدریس و معلم دانشمند و نیز ویژگی‌های شخصی استاد قلمسیاه سخن گفتم و از نوشته‌هایی که روز درگذشت ایشان در دفترچه‌ام ثبت شده بود، مختصری خواندم.

ویژگی‌های ایشان ایمان، تقوی، مردم‌دوستی، صداقت و امانتداری، امید به آینده کشور و تشویق جوانان به کار جدی، مهارت در نوشتن با دست چپ و راست، بینش علمی و توجه به فرایند علم، نوآوری در نگارش کتاب درسی، شرکت جدی در آموزش معلمان و القای خصایل عالی انسانی به آن‌ها بود. به طوری که در روز پنجشنبه ۸۹/۹/۱۱ وقتی پیکر پاکش را برای وداع به خانه‌اش آوردند، نه‌تنها فرزندان و نوه‌هایش گریان بودند، بلکه بقال و قصاب و رفتگر محل در کنار دکتر صالحی رئیس انرژی اتمی ایستاده و می‌گریستند و به سخن‌های حاضران گوش می‌سپردند که می‌گفتند:

مهرداد: «باز یاران جمع ما تفریق شد با یار دیگر
باز همدردیم و از رنج فراقی، بار دیگر»

امام جمعه: «دکتر قلمسیاه انسانی اندیشمند، عالمی فرهیخته و به حق متقی و متعهد به احکام اسلام وحدت به ملت کشور بود.»

عدالت: «اذا مات‌العالم، مات‌العالم... به حق باید گفت که آن مرحوم حق بزرگی بر جامعه فرهنگی ایران دارد.»

محمدمهدی قلمسیاه: «مهم‌ترین ویژگی این نازنین، صداقت بود و راه راست در درس خواندن و درس دادن.»

معتمدی: «دکتر قلمسیاه با تألیف کتاب درسی فیزیک تحول عظیمی را در آموزش فیزیک کشور پایه‌ریزی کرده است. خدایش بیامرزد و راهش پررهرو باد.»

شعر سرودن در درس‌های فیزیک عمومی

ویلیام اِل اشمیت
ترجمهٔ رضوانه طالبی‌پور

اشاره

شعر چیست؟ ارائهٔ یک بینش با بهره‌گیری از واژگان هنرمندانه. فیزیک چیست؟ ارائهٔ یک بینش با استفاده از واژگان دانشمندانه. پس بسیار محتمل است که فیزیک‌دان اگر کمی ذوق هنری داشته باشد بتواند شاعر شود. در این مقاله، نویسنده به تجربهٔ جالب خود در تشویق دانشجویان به نوشتن شعرهای فیزیکی اشاره کرده است. با توجه به ذوق و استعداد قدیمی مردم ما در زمینه‌های ادبی و نیز بهرهٔ فراوان از جهان‌بینی توحیدی، فرصت بسیار خوبی برای آزمودن چنین تجربه‌ای در میان نوجوانان و جوانان پرذوق کشورمان وجود دارد. این روش می‌تواند برای دانش‌آموزان مستعد کشور ما بسیار جالب و آموزنده باشد و پیش‌بینی می‌شود که آثار بسیار زیبا و ارزشمندی تولید شود.

کلیدواژه‌ها: شعر دانش‌محور، کالج مردیث، تکالیف کتبی فیزیک

شعرنویسی در زمینهٔ فیزیک، فعالیتی شاگردمحور است که آن‌ها را قادر می‌سازد به جهان از دریچهٔ فیزیک بنگرند و با آنچه در زندگی روزمره می‌گذرد ارتباط برقرار کنند. تکالیف شعری، چالشی نامتداول و خلاقانه‌ای را برای دانشجویان فراهم می‌آورد و همزمان بحث‌های کلاسی دانشجو محور بیشتر می‌شود و سرگرمی می‌آفریند؛ به علاوه، رهیافت فرح‌بخشی برای آموختن آنِ چیزهایی است که اغلب اوقات به‌عنوان یک موضوع کاملاً منطقی محسوب می‌شود؛ به منظور نوشتن شعر با پس‌زمینهٔ مفهومی از فیزیک، دانشجویان به‌طور فعالانه جهان‌بینی‌شان را با اصطلاحی از مفاهیم فیزیک یکدست می‌کنند و همزمان، ارتباطشان را با آن عنوان، خودمانی می‌کنند. فیزیک و شعر دو کوشش عقلانی بزرگ بشر هستند و هر یک از آن‌ها بینش‌های عمیقی را دربارهٔ مدل‌های خود آفریده از جهان، خلق می‌کنند. در واقع هر یک می‌کوشد تا از طریق قلمروهای متفاوت به زیر سطح وقایع و افعال برسد. دقیقاً همان‌طور که شاعران، دورنمایی از جهان به وجود می‌آورند، دانشمندان و پژوهشگران نیز از خلاقیت‌شان استفاده می‌کنند تا راهی برای توصیف و آزمودن ایده‌های جدید بیابند. تفکر خلاقانه یکی از مهم‌ترین مهارت‌هایی است که دانشمندان دارند؛ خواه این خلاقیت برای ایجاد یک فرضیهٔ جایگزین مورد استفاده قرار گیرد، یا برای طراحی راه جدید برای سنجش یک ایده، و خواه برای نگریستن بر داده‌های قدیمی در پرتو روشنایی جدید. تحلیل علمی اغلب اوقات دربردارندهٔ گذری میان حالات مختلف استدلال و ذهن‌انگیزی خلاقانه است. در حقیقت تفکر خلاقانه در حال تبدیل به یک مهارت با ارزش روزافزون برای دانش‌آموزان است. بر طبق مطالعه‌ای جامع در سال ۲۰۰۶ متخصصان کاریابی به این نتیجه رسیدند که تفکر خلاقانه برای دانش‌آموختگان اخیر دانشگاه‌ها یکی از مهم‌ترین مجموعه‌های مهارتی است.

ایدهٔ شعر به‌عنوان سازوکاری برای بیان علمی، چیز جدیدی نیست و البته فیزیک بی‌تردید چشم‌انداز ارزشمندی را برای آن فراهم می‌آورد. ریچارد فاینمن[1] در یک سخنرانی در سال ۱۹۵۵ برای فرهنگستان ملی علوم[2] گفت: «اگر کسی نباشد که از تصویر کنونی ما از جهان، ایده بگیرد، این جنبه از علم را آوازخوانان زمزمه نمی‌کنند. شما به شنیدن آواز یا شعر رانده نمی‌شوید، بلکه موضوع به یک سخنرانی علمی عصرگاهی مربوط به آن تنزل می‌یابد. پس دوران علم هنوز فرا نرسیده است» وبگاه‌های با موضوع شعر علم محور، متداول می‌شوند. موفقیت مجموعه تلویزیونی «نظریهٔ مهبانگ»[3] نشان داده است که ارتباط‌های آتی بین فیزیک و سایر حوزه‌های مورد علاقه، بستر مناسبی برای بهتر دیده شدن زیبایی‌ای است که فیزیک می‌تواند در اختیار بگذارد.

بسیاری از دانشجویان با این باور وارد دوره‌های فیزیک پایه

می‌شـوند که فیزیک در موارد محـدودی کاربرد دارد. حتی پس از تکمیل موفقیت‌آمیز دورهٔ فیزیک عمومی، بسیاری از دانشـجویان، فیزیک را دارای ارتباط چندانی با جهان واقعی نمی‌داننـد. آن را کمتر جالب و بیشـتر چیزی می‌دانند که باید بدون فهمیدن خوب حفظ کرد. یکی از اهداف آموزشی مهم دوره‌های فیزیک پایه، افزایش درک مفهومی از فیزیک ـ و بدین طریق، توانا سـاختن دانشجویان بر به دست آوردن جهان‌بینی علمی و شبیه یک فیزیک‌دان اندیشیدن در خارج از کلاس اسـت. براسـاس پژوهش‌های گذشته با استفاده از نمرات آزمون‌های مختلف از هزاران دانشـجوی فیزیک پایه، فعالیت‌های تعاملی که در کلاس استفاده می‌شوند، می‌توانند در توجـه به آن هدف ـ در مقایسـه با دوره‌های آموزشـی سنتی شـامل فقط سـخنرانی ـ مؤثر باشـند. فعالیت‌های تعاملی در جزئیات تفاوت دارند اما یکی از اهداف کلی آن‌ها، توانمند کردن دانشـجو برای درگیری فعالانه با بهره‌گیری از فعالیت‌های اجتماعی و فردی است. فعالیت‌های اجتماعی و فردی از راه بحث کردن بازخوردی آنی در اختیار می‌گذارند تا سرانجام بتواند به شکل‌گیری دیدگاه متعلق به یک فیزیک‌دان حرفه‌ای بینجامد.

تکالیـف کتبی، بـه خلق یک محیط فراگیـر فعال کمک می‌کند. در چنین محیطی اسـت که دانشـجویان دانش و مفاهیم شخصی تولید می‌کنند اما در محیط فراگیری کلاس درس، آن‌ها درگیر گفت و شـنود می‌شوند. نوشتن تحلیلی یکی از ابزارهای آموزشـی مهم برای تبدیـل ایده‌های اولیه به دانش سازمان‌یافته و منسـجم‌تر است. نوشتن با استفاده از شـاگردان است که تجارب شـخصی را به مفهومی قوی و منسـجم تبدیل می‌کند و این انسجام، برای تشکیل دانشی مفیـد در توصیف پدیده‌های جهان واقعی مورد نیاز اسـت. علاوه بر این، نوشـتن کمک می‌کند تـا حفظ این دانش در طول زمان، افزایش یابد. تکالیف کتبی در دوره‌های آموزشی فیزیک به شخصی‌سـازی و تقویت درک مفهومی ـ از طریق برقراری ارتباط‌های صریـح حاصل از اصول فیزیک ـ کمک می‌کند. این تکالیف، بازخورد دانشجویی ارزشمندی را برای بحث‌های کلاسی تأمین می‌کند.

یکـی از اهداف اصلی درس‌های فیزیـک عمومی در کالج مردیث[4] واداشتن دانشـجویان به نشان دادن درک مفهومی قوی از فیزیک اسـت. مردیث یک کالج دخترانه اسـت که تعداد دانشجویان تمام وقتش در حدود ۲۰۰۰ دانشجو است. کلاس‌های فیزیک عمومی آنجا عمدتاً شـامل دانشـجویان زیست‌شناسی، شـیمی، ریاضی و رشته‌های علوم رایانه‌ای ـ با تعـداد حدود ۱۰ـ ۲۰ نفر در هر کلاس ـ اسـت. در واقع هیچ دانشجوی رشتهٔ فیزیک در مردیث وجود ندارد. بنابراین، سـاختار سلسـله درس‌های فیزیک عمومـی آن تأکید بر مجموعه مهارت علمی گسترده‌تر مرتبط با یاد گرفتن فیزیک است. وقت کلاس شامل سـخنرانی‌های کوتاهی است که از آن‌ها برای فعالیت‌های درگیرکننده اسـتفاده می‌شـود. این فعالیت‌های درگیرکننده معمولاً به حسـاب نمرهٔ مشارکت کلاسی گذاشته می‌شود و ۲۵ درصد از نمرهٔ پایانی را تشکیل می‌دهد. تمرین‌های حل مسـئله و پرسش‌های مفهومی دو تا از اجزای اصلی درس هسـتند. به علاوه ربط دادن ایده‌ها به هم، ربط دادن مفاهیـم با رویدادهای واقعی، کار گروهی، تفکر خلاقانه، ایجاد ارتباط با سایر حوزه‌های علوم، بحث‌های ارزیابی از سـوی همتایان، و تفکر نقادانه از دیگر اجزای مهم درس‌اند. دانشـجویان در کلاس در گروه‌های سه نفره بر سر حل مسـائل و پاسخ دادن به پرسش‌های مفهومی با یکدیگر کار می‌کنند و نیز به گفت‌وگو دربارهٔ تفسیرها، کاربرد اصول فیزیکی، و روش‌شناسی حل مسئله‌ای مشغول می‌شوند.

تکالیف کتبی، مقاله‌های مربوط و شعر

دو نوع تکلیف کتبی خارج از کلاسـی انجام می‌شـود: ۱) مقاله‌های مربوط و ۲) شعر

مقاله‌هـای مربـوط صرفـاً از دانشـجویان می‌خواهد که ارتباط‌هایی را به سبک کتاب «دنیای هیجان‌انگیز فیزیک»[5] (ویرایـش دوم ـ از پرل واکر[6]) مطرح کننـد که در آن یک رویداد یا سـناریوی ویژه‌ای که دانشـجویان تجربه کرده‌اند، شـاهد آن بوده‌اند یا به آن فکر کرده‌اند، را در بسـتر اصول فیزیـک بیان کنند. مطالبی که دانشـجویان برای نوشـتن انتخـاب می‌کنند، اغلب برای آن‌ها بسـیار پرمعنی اسـت؛ جراحات ورزشـی یا تصادفات رانندگـی. مثال‌های نوعی از مقاله‌های ارائه شـده دانشجویان است: ۱) تجربه‌هایی که در شـهربازی داشته‌اند. (چرا آن‌ها سرگرم‌کننده و در عین حال خطرناک‌انـد؟ چگونه و چرا نیروها به افراد اعمال می‌شـود؟ چگونه انرژی منتقل می‌شود؟) ۲) ورزش (فیزیک پرتاب توپ نـرم[7]، مکانیک حرکت بدن، چگونه و چرا جراحات ورزشـی رخ می‌دهند؟) و ۳) رانندگی (علت‌های تصادف، چگونه زمان واکنش دخیل می‌شـود؟ انتقال انرژی طی تصادف، رانندگی بـر جاده‌های یخی، و غیره). به مقاله‌های مربوط بر حسـب کیفیت، اصالـت، صحت و وضوح تحلیل آن پیش‌بینی، نمره داده می‌شود. توضیح بیشـتر آنکه دانشجویان، کتاب دنیای هیجان‌انگیز فیزیک را به‌عنوان پیوست درسنامه می‌خوانند که برای بازهٔ گسترده‌ای از پدیده‌های جالب و عجیب، توضیح‌های فیزیکی ارائه می‌کند. بسـیاری از ایـن پدیده‌ها در ارتباط با رشـتهٔ اصلی دانشجویان ـ مثلاً زیست‌شناسی ـ است. برخی از مثال‌های موجود در کتاب، عبارت‌اند از: فیزیک حباب‌های

یکی از اهداف اصلی درس‌های فیزیک عمومی در کالج مردیث واداشتن دانشجویان به نشان دادن درک مفهومی قوی از فیزیک است. مردیث یک کالج دخترانه است که تعداد دانشجویان تمام وقتش در حدود ۲۰۰۰ دانشجو است

موجود در آشـــامیدنی‌ها، فیزیک تردستی، فیزیک تخت‌های میخی، فیزیک ظرف‌های فشـــاری، فیزیـــک مارهای پرنده، فیزیک کانتریل، فیزیک کُشتی، فیزیک دژهای شنی، فیزیک شکستن مفاصل انگشـــت، فیزیک عطســـه کردن، فیزیک بلعیدن شمشـــیر، فیزیک پاره کردن دستمال توالت، فیزیک دانه‌های پرنده[۸]. دلیل شکاف‌های ناخن، فیزیک حشرات آبی، و فیزیک آویزان کردن قاشـــق بر بینی. عناوین غیر معمول غالباً از بحث‌های کلاســـی سر برمی‌آورند و دانشجویان آن‌ها را بسیار به یادماندنی و جالب می‌یابند. «دنیای هیجان‌انگیز فیزیـــک» برای رفع این کژفهمی باارزش اســـت که «اصول فیزیک، صرفاً بر پیش‌بینی‌های خاصی اعمال می‌شود (مثلاً اشیاء بر روی سطح شـــیبدار». جالب آنکه یک اظهارنظر پر تکرار، این است: «من فکر نمی‌کردم که فیزیک به چیزهای بسیار زیادی مربوط باشـــد.» این کتاب یادآور بسیار خوبی است که بدانیم اصول فیزیک می‌تواند به تمام اشیاء فیزیکی اعمال شـــود و نه فقـــط آن پیش‌بینی‌هایی که در مســـائل درس‌نامه ارائه شده‌اند.

شـــعر، زمینهٔ جدیـــدی را در اختیار دانشـــجویان فراهم می‌گـــذارد تا در چالش بـــا درک و یادگیری فیزیک، بتوانند مبتکر باشند. بســـیاری از دانشجویان از چالش‌های خلاقانه شعر سرودن فیزیک لذت می‌برند. این تکلیف آموزشی چند فایدهٔ دیگر هم دارد. این نوع نوشتن، تجربهٔ کوتاه ولی مفید چیزی اســـت که دانشجویان در ذهن خود مجسم می‌کنند و نیـــز اینکه آن‌ها چگونه می‌توانند مفاهیم و قوانین فیزیک را پردازش کنند. شـــعر سرودن باعث گسترش همزمان صدا و شخصیت سراینده می‌شـــود و بر خلاقیت او (از طریق بیان نظر) می‌افزاید. در انجام این کار، دانشجویان به پرورش «ندای فیزیک» درونی می‌پردازند که می‌تواند تا زمان زیادی پس از پایان دورهٔ آموزشـــی نیز برایشان مفید باشد. دانشجویان یاد می‌گیرند اندیشه‌ها، احساســـات و ایده‌هایشان را به کلماتی تبدیل کنند که بازتاب‌دهندهٔ تعبیری از یک مفهوم باشـــد. مهارت‌های ارتباطی آن‌هـــا هنگام تلاش برای یافتن روندی کـــه به مؤثرترین وجه ایده‌هایشـــان را به خوانندگان منتقل می‌ســـازد نیز افزایش می‌یابـــد. به علاوه، هنـــگام برقراری ارتباط میـــان کلمات و مقصود نویســـنده، یادگیری زیادی صـــورت می‌گیرد. واژه‌ها و نوشـــتن، باعث ارتقای دانشـــجو می‌شود. نوشـــتن به دانشجویان امکان می‌دهد که به کاوش در تجربه‌هایشان بپردازند در حالی‌که به معلمان نیز فرصت شناخت دانشجو را می‌دهد.

شعر، زمینهٔ جدیدی را در اختیار دانشجویان فراهم می‌گذارد تا در چالش با درک و یادگیری فیزیک، بتوانند مبتکر باشند بسیاری از دانشجویان از چالش‌های خلاقانه شعر سرودن فیزیک لذت می‌برند

چند مثال از شعرها و هایکو[۹]های دانشجویی

الکترون‌ها جمع می‌شوند
چون می‌خواهند رها شوند، به سوی زمین کشیده می‌شوند
آذرخش، آسمان را روشن می‌سازد

دیانا هرناندز

بیا خطر کنیم و به فضا برویم
هوستون دچار دردسر شده‌ایم
آپولوی سیزده[۱۰]

بریتانی فلورنس

«قانون سوم نیوتون»
وقتی که باران بر سطح دریاچه می‌ریزد
سطح دریاچه سطح باران را لمس می‌کند
همان‌طور که کودک در تخت خود آرمیده است
تخت‌خواب هم در کودک غنوده است
این دو نیرو به رمزآلودترین و مشاهده‌ناپذیر وجه
با هم در کش‌مکش‌اند
گرانش به طرف پایین نجوا می‌کند
و نیروی قائم به طرف بالا پاسخ می‌دهد
طرفین متخاصم
با نیروی مساوی
در نبردند

پاستی مک کوئید

من فریادکشان بیرون دویدم و گفتم
«کلاس فیزیک‌ام، دیر شد!»
دستگیره را چرخاندم
در چار طاق باز شد
به بیرون از خانه دویدم
یک فوت روی بتون
پایم لغزید
کفشم و پیاده‌رو
هیچ چسبندگی نداشتند!
سرخوران روی جاده
نیازی به شتاب نداشتم
زیرا مدام جلو می‌رفتم
به داخل اتومبیل‌ام پریدم

هنوز در مسابقه با زمان بودم
در خیابان، موتورم سرعت گرفت
و چطور چرخ‌هایم پیش می‌رفتند
مانند سر خوردن بر روی یخ
به نرمی وارد کلاس شدم
و گفتم: «متأسفم که دیر کردم»
«فراموش کرده بودم که امروز
هیچ اصطکاکی وجود ندارد!»

سالی یاکوت

«نیروی گرانشی»
زمانی ایده‌ای از ذهن مردی گذشت
او دردمندانه با این ایده درگیر شد
همان نیروهای حاکم در اینجا
بر سیاره‌ها و ستارگان حکمفرما هستند
همه چیزها باید فرو افتند
همه این را می‌دانند
حتی ستارگان نیز
انگشتان نامرئی این موجود را حس کرده‌اند
در حالی‌که آتش‌های آسمانی‌اش آن‌ها را
به سوی چیزهای بزرگ‌تر و سنگین‌تر می‌کشد
هیچ‌کس نه در اینجا و نه در ماه
نمی‌تواند از چنگال این موجود بگریزد
شاید در هستهٔ زمین قدرتش بیشتر شود
در هستهٔ سیاره
قدرتش در کمین است

پالستی مک کوئید

از دیدگاه معلم، شعر دانشجویی کلاس را بسیار دوست‌داشتنی و جالب و سرگرم‌کننده‌تر می‌کند. این نوع تکالیف به گستردن محیطی از خلاقیت، بیان شخصی و ابتکار در فراگیری فیزیک کمک می‌کند تا مکمل فرایند حل مسئله نیز باشد. فضای خلاقانه در کلاس درس، الهام‌بخش نوآوری شخصی است و از لحاظ هنری، دانشجویان مستعد درگیر جنبه‌های کمی فیزیک را به خوبی برمی‌انگیزد. ارزیابی اثر شعر سرودن بر درک مفهومی دانشجو دشوار است اما می‌توان گفت که تأثیر آن بر بحث‌ها و پویایی کلاس، بسیار خوب بوده است. به احتمال زیاد، بزرگ‌ترین تأثیر آموزشی شعر، چگونگی تغییر چشم‌انداز دانشجویان دربارهٔ فیزیک به چیزی است که می‌تواند به‌عنوان پنجره‌ای به جهان، شخصی‌سازی و درونی شود. در این بستر، شعر می‌تواند اعتمادبه‌نفس دانشجو را درک فیزیک افزایش دهد. بازخورد دانشجویان ـ در قالب این پرسش که «آیا نوشتن شعر به شما کمک کرد تا فیزیک را یاد بگیرید؟» به شدت مثبت بوده است. به بعضی از نظرهای دانشجویان اشاره می‌کنیم: «من عاشق نوشتن چنین شعرهایی بودم؛ واقعاً وادارم می‌کرد که راجع به چگونگی تأثیر فیزیک بر جهان واقعی بیندیشم» و «واقعاً مفرح بود؛ چالش‌برانگیز اما مفرح» و «من بیشتر یک نویسنده هستم تا یک مسئله حل کن؛ من تا ساعت ۳ صبح روی اشعارم کار می‌کردم واقعاً معرکه بود!» به رغم این هیجانات شدید، برخی از دانشجویان شعر سرودن را دوست نداشتند و راجع‌به بیان خلاقانه، حس خود ـ هوشیاری می‌کردند. یک اظهارنظر این بود: «در شعر سرودن روزگار سختی داشتم. من بی‌شک هنر نویسندگی ندارم.» در حقیقت تکالیف شعری، یک راه‌حل همه ـ نوع کاری ـ راه ـ بینداز نیست اما یکی از رهیافت‌ها در آرایه‌ای از فعالیت‌های دانشجومحور است.

تکالیف مربوط شعر سرودن معمولاً در مکانیک کلاسیک بهتر عمل می‌کنند. ما معمولاً پنج تکلیف شعری طی یک نیمسال انجام می‌دهیم. به دانشجویان تأکید می‌کنیم که از تمام تکالیف کتبی، کیفیت و تفکر انتظار می‌رود. با وجود تلاش گسترده، نمره دادن به شعرها دشوار است مگر آنکه یک کژفهمی یا کاربرد نادرست از یک اصل فیزیکی وجود داشته باشد که تاکنون چندان متداول نبوده است. کژفهمی‌ها ـ بدون نام بردن از نویسنده‌اش و با بیان آن اشتباه ـ منبعی غنی برای بحث‌های کلاسی است. در کل، اگر به نظر برسد که دانشجویی تلاش معقولی برای تکلیفش انجام داده است، نمرهٔ کامل را می‌گیرد. در واقع، روحیه شعر سرودن و چیزی که به فضای کلاس می‌بخشد، مهم‌تر از یک ارزیابی رسمی از شعر است. هر کس در کلاس می‌تواند مطالب را به گونه‌ای منحصر به خود بیان کند. بنابراین بهتر است که معلم، گسترهٔ وسیعی از انواع شعر را ـ از جدی گرفته تا احمقانه ـ انتظار داشته باشد. با اجازهٔ دانشجویان، چند شعر و هایکو برای کلاس خوانده می‌شود. برخی از اشعار نیز در مجلهٔ ادبی دانشکده منتشر شده است. این تکالیف، هم سرگرم‌کننده‌اند و هم روشی آموزشی برای گسترش نظر فیزیکی نویسنده و از زیر پوشش درآوردن بینش‌ها از جهان است. معلمان به این روش، تصویری از چشم‌انداز بسیار گسترده و شخصی‌تر از حل مسئله، به ذهن‌های دانشجویان می‌دهند و نیز بازخورد ارزشمند از اینکه چگونه دانشجویان، جهان را می‌بینند. در یک کلام، شعر، پنجرهٔ جهان عظیمی از امکانات را برای فراگیری فیزیک به روی دانشجویان می‌گشاید.

پی‌نوشت‌ها
1. Richard Feynman
2. National Academy of sciences
3. The Big Bang Theory
4. Meredith College
5. The Flying Circus of physics
6. Jearl Walker
7. softball
8. jumping bean
یک نوع دانهٔ گیاهی که می‌پرد؛ علتش هم این است که در درونش حشره‌ای دارد که در حال رشد است.
9. Haiku
10. Houston
شهری در آمریکا با لقب «شهر فضایی»
کوتاه‌ترین گونهٔ شعری در جهان که مبدعش ژاپنی‌هایند
11. Apollo thirteen
مأموریت ناموفق ناسا به فضا در سال ۱۹۷۰

سرن، سزامی و علوم کاربردی برای صلح در خاورمیانه

سلیمان معروفی
دبیر شهرستان مهاباد

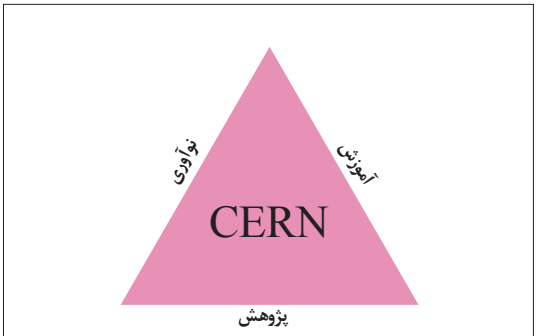
چکیده

ایران در سال ۱۳۸۶ به عضویت پروژه سزامی (تابش سنکروترون برای علوم تجربی و کاربردهای آن در خاورمیانه) درآمده است. پروژه سزامی طرح مشترک بین ایران و هشت کشور منطقه با هدف ساخت یک ماشین سینکروترون (ماشین عظیم تولید پرتو ایکس با بسامد قابل تنظیم) جهت استفاده در کاربردهای علمی است که در کشور اردن مستقر است. این پروژه جزء علوم مهندسی پیشرفته فیزیک ذرات محسوب می‌گردد و بهره‌گیری از آن در زمینه‌های علمی از جمله پزشکی، محیط‌زیست، کشاورزی و... مفید است. در این مقاله سعی شده است این پروژه به معلمان فیزیک کشور معرفی و اهمیت توجه بیشتر متولیان آموزش فیزیک ایران به آن یادآوری گردد.

کلیدواژه‌ها: سزامی، سرن، فیزیک تجربی، خاورمیانه، سینکروترون

سرن[1]

قبل از پرداختن به موضوع سزامی لازم است به اختصار به سرن بپردازیم. سازمان پژوهش‌های هسته‌ای اروپا که به آن سرن می‌گویند برای تحقیق در زمینه فیزیک ذرات بنیادی و فیزیک هسته‌ای تأسیس شده و سازمانی بین‌المللی است که مسئولیت مدیریت بزرگ‌ترین مجموعه آزمایشگاهی دنیا در زمینه ذرات بنیادی و فیزیک هسته‌ای را با بیش از ده هزار پژوهشگر از هشتاد کشور بر عهده دارد.



شکل ۱. حوزه فعالیت‌های سرن

آزمایشگاه‌ها و بزرگ‌ترین شتاب‌دهنده ذرات دنیا که زیر نظر سرن اداره می‌شوند، در شهر میرین (نزدیک به ژنو) سوئیس و در مرز مشترک فرانسه و سوئیس واقع شده است. امروزه سرن تنها یک آزمایشگاه تحقیقاتی نیست بلکه فعالیت‌های تحقیقی و پژوهشی آن فقط یک‌سوم برنامه‌ای این آزمایشگاه مهم و بین‌المللی در حوزهٔ فیزیک ذرات است. یک‌سوم دیگر به برنامه‌های نوآورانه جهت ابداع نیازمندی‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری مرکز است و یک‌سوم باقی‌مانده به برنامه‌های آموزشی در همهٔ مقاطع تحصیلی از ابتدایی تا دکتری و پسادکتری اختصاص دارد. مثال بارز آن در حوزه پژوهش می‌توان به کشف تجربی بوزون هیگز (ایزدذره) در سال ۲۰۱۲ و در حوزه نوآوری نرم‌افزاری اختراع «وب» یا اینترنت و در حوزه سخت‌افزاری اختراع سی‌تی‌اسکن ام.آر.آی اشاره کرد.

کشـــورهایی که در ســـرن فعالیت می‌کنند به ســـه دسته تقسیم می‌شوند؛ اعضای اصلی، اعضای ناظر و مشارکت‌کننده. اعضای اصلی ۲۱ کشـــور اروپایی هستند که اداره‌کنندگان و تأمین‌کنندگان عمده هزینه‌های سرن هستند؛ کشورهای ناظر (آمریکا، روسیه، ژاپن، اسرائیل، هند، ترکیه و پاکستان) ضمن مشارکت فعال در طرح‌های پژوهشی، تأمین مالی و تجهیزاتی برخی از پروژه‌ها را بر عهده دارند و کشورهای مشارکت‌کننده بسته به توان علمی خود در برخی از پروژه‌های سرن همکاری می‌کنند. ایران در گروه سوم جای گرفته است.

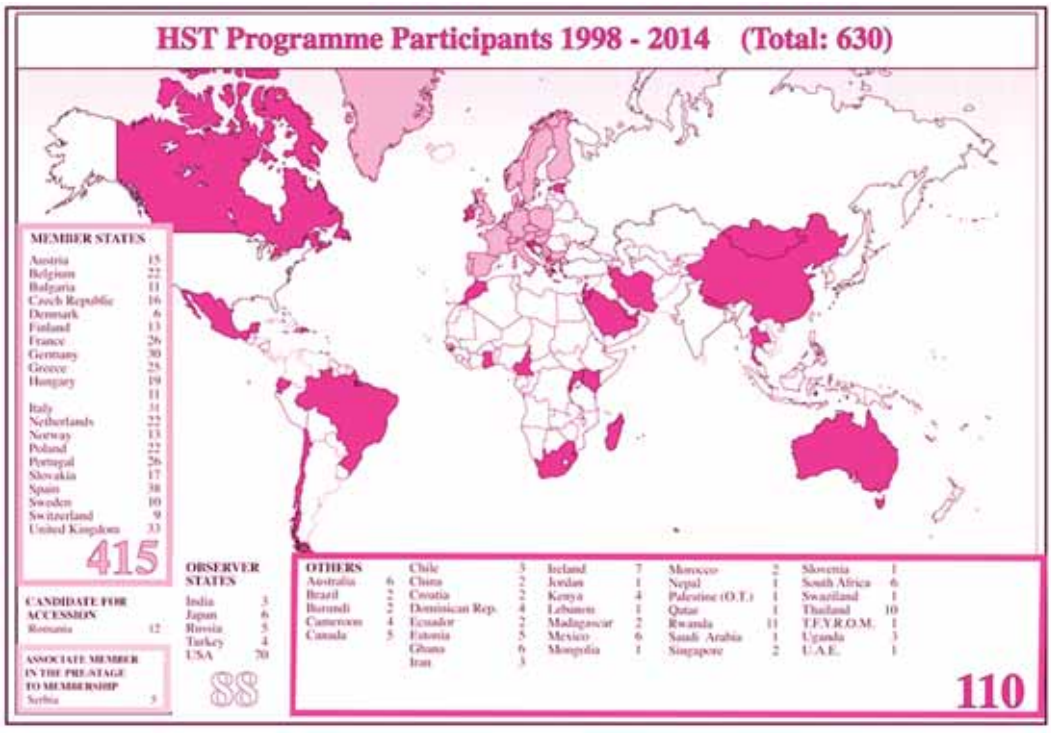
تا پیش از سال ۱۳۸۰ همکاری ایران (و نه ایرانی‌ها) با سرن محدود به حضور یکی از فیزیک‌دانان ایرانی در این مجموعه بود که این حضور نیز غیررسمی و فقط به‌دلیل ارتباطات شخصی بود. در سال ۱۳۷۹ برای ساخت LHC[۲] (برخورددهندهٔ بزرگ هادرونی) به یکباره عرصه فعالیت ســـرن بســـیار گسترده‌تر می‌شـــود و هزینه‌ها هم بالا مـــی‌رود. به همین دلیل مدیران ســـرن از عضویت کشورهای دیگر استقبال می‌کنند. در سال ۱۳۸۰ مصطفی معین وزیر وقت علوم و رضا منصوری معاون پژوهشـــی وزارت علوم همراه هیئتی به ژنو ســـفر می‌کنند و در آنجـــا توافقنامه‌ای بین وزیر علـــوم وقت (مصطفی معین) و مدیریت آن زمان ســـرن (لوچیانـــو مایانی) درباره حضور و مشـــارکت ایران در ســـرن امضا می‌کنند که نقطه عطفی در تاریخ فعالیت‌های این مرکز و همچنین مشارکت دانشمندان ایرانی در آنجا می‌شـــود. با امضای این تفاهم‌نامه ایران به‌طور رســـمی برای همکاری‌های پژوهشی به این سازمان پیوست. در آن هنگام برخی از کشـــورها و از جمله آمریکا، با پیوستن ایران به سرن مخالف بودند و تلاش‌هایی را نیز در این زمینه به عمل آوردند که با توجه به شـــعار سرن که همکاری علمی بین‌المللی به دور از سیاسی‌کاری است، این تلاش‌ها به جایی نرسید. از سال ۲۰۱۲ و به پیرو توافقنامه فوق ایران در بخش برنامه‌های آموزشی ســـرن با همکاری پژوهشگاه دانش‌های بنیادی (IPM) و انجمن فیزیک ایران (PSI) نیز مشارکت داده می‌شود. از جمله می‌توان به شرکت چهار نفر از دبیران فیزیک تا پایان تابستان سال ۲۰۱۵ در بازدید ۲۱ روزه سرن با عنوان *High School Teacher Program* و شـــرکت دانشـــجویان در برنامه *Summer Student* و مشـــارکت فعال پژوهشگران فیزیک ذرات *IPM* در *Grid Computing* اشاره کرد.

سزامی

کلمه سزامی کوتاه شده عبارت:

Synchrotron light Experimental Science and Application in the Middle East

کـــه می‌توان آن را «تابش ســـینکروترون بـــرای تحقیقات علوم کاربردی و به‌کارگیـــری آن در خاورمیانه» معنی کرد. این پروژه همکاری علمی و فنی بین‌المللی برای تأســـیس و اســـتفاده از یک دستگاه ســـینکروترون در منطقه خاورمیانه اســـت که با هدف توسعه فناوری ســـینکروترون در منطقه



شکل ۲. تعداد معلمان فیزیک و علوم شرکت‌کننده در برنامه جهانی معلمان دبیرستان از سال ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۴ میلادی

خاورمیانه به‌وجود آمده است. سزامی اولین مرکز تحقیقاتی مهم با سرمایه‌گذاری مشترک بین‌المللی در خاورمیانه است که به‌وسیله دانشمندان و دولت‌های منطقه پایه‌گذاری شده است. این طرح با حمایت یونسکو در سال ۲۰۰۲ آغاز به کار کرد و از سال ۲۰۰۳ به بعد به‌عنوان یک مؤسسه بین‌المللی مستقل به کار خود ادامه داده است. شروع به کار سزامی و ایجاد باریکه‌های تابش سینکروترون که برای پایان سال ۲۰۱۵ یا اوایل ۲۰۱۶ میلادی پیش‌بینی شده است، انتظار تأثیر زیادی بر توسعه علم و فناوری در منطقه خاورمیانه و همچنین توسعه صنعتی، آموزش دانشجویان و اقتصاد عمومی منطقه، ایجاد کرده است. [۱] یکی از مهم‌ترین اهداف پروژه سزامی علاوه بر اهداف ذکر شده، ایجاد یک بستر برای ترویج توافق و صلح در منطقه به وسیله همکاری‌های علمی و فنی میان این کشورها است. سینکروترونی که در طرح سزامی استفاده خواهد شد، سینکروترونی است که پیش از این در آلمان استفاده می‌شده است و با به‌روزرسانی‌ها و افزایش توان و تغییر مشخصات فنی به منطقه آورده شده و شاید بتوان آن را هدیه آلمانی‌ها به خاورمیانه نامید. در ضمن اجرای برنامه hst - ۲۰۱۴ به پیشنهاد معاون توسعه و آموزش سرن، رولف لاندوا[۳] گروهی با عنوان «SESAME Working Group» جهت تدوین برنامه درسی و ارائهٔ پیشنهادات خود برای توسعهٔ سزامی متشکل از ۹ نفر از دبیران کشورهای عضو اصلی تشکیل شد. [۲]

از جمله نتایج فعالیت‌های این گروه پیشنهاد تشکیل «*SESAME teacher-student eorkshop-CERN۲۰۱۵*» بوده است که مورد موافقیت مدیر کل سرن قرار گرفته و در اواخر سپتامبر ۲۰۱۵ (مهرماه ۹۴) تعداد ۱۸ نفر معلم فیزیک (۹ زن و ۹ مرد) و ۱۸ نفر دانش‌آموز (۹دختر و ۹ پسر) از ۹ کشور عضو اصلی سزامی در این برنامه یک هفته‌ای به سرن دعوت شدند.

اعضای اصلی و اعضای ناظر سزامی

اداره و تأمین مالی پروژه‌های علمی نظیر سزامی مشکلات زیادی به همراه داشته بنابراین از شروع رسمی تأسیس پروژه در ترکیب اصلی و ناظر آن تغییرات جزئی وجود داشته است. تا آخر ژوئیه ۲۰۱۵ (اواخر تیرماه ۱۳۹۴) کشورهای ایران، اردن، اسرائیل، بحرین، پاکستان، ترکیه، فلسطین، قبرس و مصر عضو اصلی و کشورهای بزریل، چین، اتحادیهٔ اروپا، فرانسه، آلمان، یونان، ایتالیا، ژاپن، کویت، پرتغال، روسیه، اسپانیا، سوئد، انگلستان و آمریکا به‌عنوان عضو ناظر در این پروژه مشارکت دارند. شتاب‌دهنده سزامی در نزدیکی شهر «امان» پایتخت کشور اردن قرار دارد. [۱]

سینکروترون چیست؟

سینکروترون، نوعی شتاب‌دهنده ذرات به شکل یک حلقه دایره‌ای است که با کمک میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی، تابش الکترومغناطیسی تولید می‌کند. ذراتی که با سرعتی

▲شکل ۳. اعضای SESAME WG در برنامه HST-۲۰۱۴ ژنو سوئیس ـ سرن ـ جولای ۲۰۱۴

نزدیک به سرعت نور در یک محیط الکترومغناطیسی حرکت می‌کنند، در جهت حرکتشان، نوری منتشر می‌کنند که تابش سینکروترون یا نور سینکروترون نامیده می‌شود. تابش سینکروترون یک امکان توانمند برای مطالعه ساختمان مولکولی و تغییرات شکل و ترکیبات سلولی در هنگام واکنش‌های شیمیایی است که در زمینه‌های مختلف تحقیقاتی و کاربردی در فیزیک، پزشکی، صنعت، زیست‌شناسی، باستان‌شناسی و... کاربرد دارد.[۳] استفاده از تابش سینکروترون برای علوم بنیادی و فناوری‌های کاربردی، رشد فزآینده‌ای را در چند دهه اخیر تجربه کرده است. اهمیت رشد این ابزار جدید، در استفاده آن در شاخه‌های گوناگونی از قبیل موارد زیر است:

- علوم محیطی مولکولی
- تصویربرداری پزشکی
- تحقیق و توسعه داروسازی
- میکروسازه‌ها

آشنایی با سینکروترون سزامی

سینکروترون سزامی همچنان‌که در شکل ٤ نشان داده شده است دارای شش بخش اساسی است. که این بخش‌ها عبارت‌اند از:

۱. تفنگ الکترونی[۴]: در این بخش جریان الکتریکی با شار مناسب تولید می‌شود. اساس کار تفنگ الکترونی مشابه تفنگ الکترونی به‌کاررفته در تلویزیون‌های CRT است.

۲. شتاب‌دهندهٔ خطی[۵]: در این قسمت الکترون‌های وارده از تفنگ شتاب داده می‌شوند و به حلقه تقویت‌کننده پرتاب می‌شوند. ویژگی‌های جریان ایجاد شده توسط شتاب‌دهندهٔ خطی به شرح جدول شماره ۱ است:

جدول شماره ۱: مشخصات باریکه الکترونی در شتاب‌دهندهٔ خطی

انرژی باریکه	پهنای تپ باریکه	شدت جریان تپ
۲۲MeV	۲μS	۲mA

۳. حلقه تقویت‌کننده[۶]: در این حلقه الکترون‌ها توسط ترکیب مناسبی از دوقطبی‌ها و چهارقطبی‌های مغناطیسی به جریان قابل توجهی بدل شده و مطابق داده‌هایی که در جداول شماره ۲ و ۳ آمده است، باریکه الکترون تا حد امکان تقویت می‌شود.

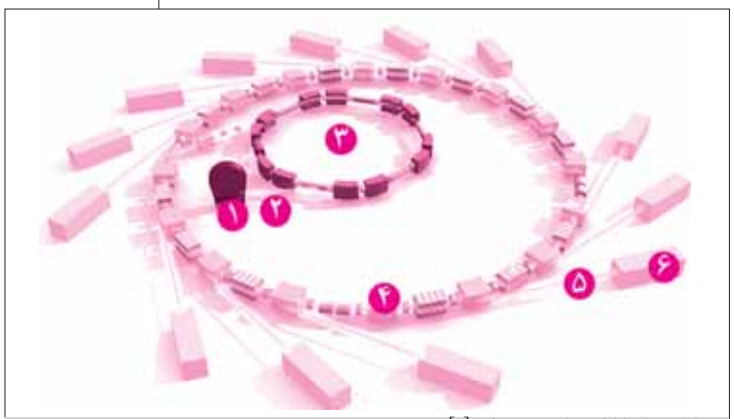
جدول شماره ۲: مشخصات دوقطبی‌های خلقهٔ تقویت‌کننده

شدت میدان مغناطیسی	۱T
شعاع حلقه	۲/٦۷ m
پهنای شکاف	٤۰mm
شدت جریان الکترون	۱۰۰۰A
ظرفیت القای الکترومغناطیسی	۸/٦ μH

جدول شماره ۳. مشخصات چارقطبی‌های حلقهٔ تقویت‌کننده

طول	۰/۲۵ m
منفذ خروجی	۷۸mm
ظرفیت القای الکترومغناطیسی	٦/۸ μH
شدت جریان الکترون	۱٤٦A

٤. حلقه ذخیره[۷]: هسته اصلی شتاب‌دهنده این حلقه است که تقریباً دایره‌ای شکل است و ذرات (الکترون‌ها) در آن به‌طور مؤثر چرخش یافته و ذخیره می‌شوند تا انرژی آن‌ها به حداکثر توان پیش‌بینی شدهٔ شتاب‌دهنده ۲/۵ GeV برسند.



شکل ٤. ساختار کلی شتاب‌دهندهٔ سزامی [۵]

۵. خط پرتو[۸]: جریان الکترون با انرژی بالا خط پرتوهایی با انرژی‌های متعدد گسیل خواهد کرد که هرکدام به یکی از ۲۵ آزمایشگاه هدایت شده و در اختیار پژوهشگران قرار می‌گیرد که از این خط پرتو در تاباندن به هدف ثابت[۹] قابل استفاده است.

٦. ایستگاه پایانی[۱۰]: همان‌طور که در نام سزامی عبارت «تابش سینکروترون برای تحقیقات علوم کاربردی» وجود دارد، کاربری اساسی آن علوم کاربردی است. براساس برنامه‌ریزی انجام شده، در هر یک از محل‌های ایستگاه پایانی خط پرتوهایی با انرژی قابل کنترل به‌منظور خاص در حوزه‌های علوم مواد، بلورشناسی، تاریخ هنر، باستان‌شناسی، شیمی، علوم زمین، باستان‌شناسی در اختیار پژوهشگران خواهد داد.

نتیجه‌گیری

سرن بزرگ‌ترین و مهم‌ترین مرکز بین‌المللی تحقیق، نوآوری و آموزش در حوزه فیزیک ذرات است. آنچه نقش این مرکز را برجسته کرده است مشارکت بین‌المللی تقریباً همهٔ کشورهای جهان بدون توجه به مسائل سیاسی است. این تجربهٔ مهم در سزامی برای بخش عمده‌ای از مردم خاورمیانه در حال اجرایی است. یکی از وظایف ما معلمان فیزیک به‌عنوان تربیت‌کنندگان نسلی جدید از دانشمندان، آشنا کردن آنان با مراکز مهم علمی است که کشور در آن سرمایه‌گذاری انسانی و مالی کرده است.

پی‌نوشت‌ها

1."Conseil Européen pourlaRecherche Nucléaire" (CERN), or European Council for Nuclear Research
2. Large Hadron Collider (LHC)
3. Rolf Landua
4. Electron gun
5. LINAC (Line Accelerator)
6. Booster ring
7. Storage ring
8. Beamline
9. Fixed target
10. End station

منابع

1.www.sesame.org.jo
2. hat.web.cern.ch
3. www.iransesame.ir
4.mag.digitalpc.co.uk/fvx/iop/esrf/sesame-brochure
5.www.lightsources.org/facility/sesame

آموزش فیزیک به روش تجربه عینی

لیلا سادات مؤمنی
دبیر فیزیک آموزش‌وپرورش ناحیه ۲ اراک

چکیده

این مطالعه به روش اقدام‌پژوهی انجام گرفته است. وضعیت موجود حاکی از آن بود که دانش‌آموزان سال دوم متوسطه در فرایند یاددهی- یادگیری درس فیزیک از پیشرفت تحصیلی مطلوبی برخوردار نیستند. بر همین اساس تصمیم گرفته شد در آموزش فیزیک از روش تجربه عینی استفاده شود. در این روش برای هر درس فعالیت‌های فردی، گروهی در نظر گرفته شد. اجرای این روش در گروه آزمایشی نشان داد که دانش‌آموزان علاوه بر رغبت برای مشارکت در فعالیت‌ها از پیشرفت تحصیلی بهینه‌ای برخوردار شدند. این درحالی است که گروه شاهد که به روش متداول آموزش دیدند پیشرفت تحصیلی کمتری داشتند. مقایسه پس‌آزمون‌های گروه‌های آزمایش و گواه از طریق آزمون تی نشان‌دهندهٔ پیشرفت تحصیلی برتر گروه آزمایش بوده است. نتایج نظرسنجی دانش‌آموزان آزمایش نیز حاکی از رضایت آن‌ها در یادگیری درس فیزیک به روش تجربه عینی بوده است.

کلیدواژه‌ها: آموزش فیزیک، تجربه عینی، پیشرفت تحصیلی

بیان مسئله

درس فیزیک یکی از مواد درسی علوم پایه است. محتوای این درس علاوه بر ارائه مفاهیم، اصول و قواعد، از قوانین علمی پیروی می‌کند، ضرورت یادگیری پایدار دانش‌آموزان در این موارد اجتناب‌ناپذیر است. به همین دلیل باید در مدارس ترتیبی اتخاذ شود تا این یادگیری پایدار صورت گیرد در این زمینه گفته شده است یادگیری مؤثر آموزش فیزیک از طریق کسب تجربه و یا یادگیری تجربی امکان پذیر می‌شود (سیفی، ۱۳۹۰). اگر آموزش فیزیک براساس تجربه‌های علمی و تطبیق آن با مدل‌های نظری صورت نگیرد، یادگیری اتفاق نمی‌افتد (خرسندی علیزاده، ۱۳۸۸). اصولاً دانش‌آموزان زمانی موفق به یادگیری پایدار می‌شوند که آن را لمس و درک و قواعد آن را تجربه کنند (پایگاه

اطلاع‌رسانی جستار، ۱۳۹٤).

امروزه آموزش فیزیک در سطح جهانی از طریق شبیه‌سازی‌ها و تجربه عینی امری شناخته شده و پذیرفته شده و یادگیری آن با موفقیت توأم بوده است (شبکه رشد، ۱۳۹٤). اگرچه سبک‌های یادگیری متنوع است، ولی کلب(۱۹۸۵) چهار سبک یادگیری را معرفی کرده که یکی از آن‌ها تجربه عینی است. چرخهٔ یادگیری کلب از نظریه‌های بسیار مهم در یادگیری به شمار می‌رود (سیف، ۱۳۸۵). بنابراین اگر مراحل یادگیری آموزش فیزیک براساس چرخه یادگیری کلب با تأکید بر سبک یادگیری تجربه عینی انجام پذیرد، می‌توان شاهد یادگیری پایدار در دانش‌آموزان بود (حجازی، ۱۳۸۵). این یافته‌ها و نظریه‌های موجود بر ضرورت به‌کارگیری تجربه عینی را تأکید می‌کند. از سوی دیگر وضعیت نه‌چندان موفق یادگیری دانش‌آموزان در درس فیزیک شرایطی را فراهم آورد تا نگارنده در یک رویکرد اقدام‌پژوهی آموزش فیزیک را در یک دوره معین در قالب گروه آزمایش اجرا کند و لذا این پرسش مطرح شد که آموزش فیزیک به روش تجربه عینی چگونه می‌تواند موجب پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان در این درس شود؟

ضرورت تجدیدنظر در آموزش فیزیک

در کتاب درسی فیزیک تمرین‌های متنوعی برای اجرای آموزش اثربخش درنظر گرفته شده است. این تمرین‌ها به‌صورت فردی و گروهی، آزمایشگاه و تجربی در نظر گرفته شده است. از طرفی در تعلیم‌وتربیت سبک‌های یادگیری متنوعی وجود دارد که انتخاب و اجرای آن‌ها به تناسب ماهیت درس و ویژگی‌های دانش‌آموزان، مورد استفاده است. این سبک‌ها عبارت‌اند از: تجربه عینی، مشاهده تأملی، مفهوم‌سازی انتزاعی و آزمایشگری فعال. در این زمینه گفته شده است برخی دانش‌آموزان براساس ویژگی‌های شخصیتی و عادت‌های مطالعاتی علاقه‌مند هستند مفاهیم درسی را از طریق تجربه عینی بیاموزند. در واقع در یک موقعیت عینی قرار بگیرند و از زوایای مختلف رویکرد ویژه‌ای را مشاهده، بررسی و تجربه کنند (سیف، ۱۳۸۵، ۱۷۷).

اصولاً سبک یادگیری به تفاوت‌های بین فراگیران در ترجیح روش‌های دریافت، سازماندهی و پردازش اطلاعات و تجربه‌ها در یادگیری مفاهیم تازه نقش بسزایی دارد (حجازی ۱۳۸۵، ص۱۹). یکی از نظریه‌پردازان در حوزه یادگیری مدلی ارائه داده است که در آن ضمن معرفی چهار سبک یادگیری می‌افزاید هر یک از آن‌ها فراگیر را در مسیر ویژه‌ای برای یادگیری قرار می‌دهد. به‌عنوان مثال تجربه عینی یادگیرنده را به عمل تجربی وا می‌دارد. مشاهده تأملی یادگیرنده را به تفکر وا می‌دارد. در مفهوم‌سازی انتزاعی فراگیر فرضیه می‌سازد. در آزمایشگری فعال آن فرضیه آزمایش می‌شود. نکته مهم این است که همه فراگیران نمی‌توانند این چرخه یادگیری را با موفقیت طی کنند (صالحی، ۱۳۷۹).

اینجاست که نقش معلم در هدایت دانش‌آموزان برای بهره‌برداری مؤثر از انواع سبک یادگیری پررنگ می‌شود. اگرچه ممکن است در آموزش درس فیزیک نیاز به بهره‌برداری از هر چهار سبک یادگیری باشد ولی نکته اساسی این است: اولین رویارویی دانش‌آموز با هر مفهوم یا پدیده فیزیک باید با آن سبک یادگیری آغاز شود که دانش‌آموز را نسبت به آن مفهوم ترغیب و او را برای بررسی و مشارکت در یادگیری برانگیخته می‌کند. در اقدام‌پژوهی حاضر تلاش شده است تا براساس ویژگی‌های شخصیتی دانش‌آموزان، شرایط محیطی مدرسه و امکانات موجود برای آموزش دروس مشخصی از کتاب فیزیک در چرخه یادگیری بر سبک تجربه عینی تأکید شود و سپس برحسب ضرورت از دیگر سبک‌های یادگیری بهره‌برداری شود. بدین منظور پس از مطرح کردن مفهوم درسی از دانش‌آموزان درخواست شده است با در اختیار داشتن مواد، ابزار و یا وسایل آموزشی موجود عملی را آغاز کنند که تبیین کننده موضوع درس و یا تجربه نمودن قاعده مطرح شده باشد. این اولین رویارویی سرآغازی برای یادگیری، تعامل، مشارکت و طی‌کردن فرایند یادگیری است. در این اقدام‌پژوهی درس‌های مشخصی که به آن‌ها اشاره خواهیم کرد به روش تجربه عینی آموزش داده شده از سایر سبک‌های یادگیری برای تکمیل آموزش مؤثر استفاده شده است. ترتیب و توالی بهره‌برداری از این سبک‌ها بسیار حائز اهمیت است. در این فعالیت کلاسی این ترتیب عبارت است از: تجربه عینی، مشاهده همراه با تأمل، مفهوم‌سازی انتزاعی و آزمایشگری فعال. رعایت این سلسله مراتب موجب تعمیق یادگیری و پایداری آن در دانش‌آموزان می‌گردد. چه بسا اگر این ترتیب رعایت نشود، یادگیری مؤثر نباشد و آموخته‌های دانش‌آموز تنها در حافظه کوتاه‌مدت و به‌طور موقت قرار گیرد.

سبک یادگیری به روش تجربه عینی

سبک یادگیری تجربه عینی عبارت است از یک چرخه یادگیری که در آن فراگیر از طریق تجربه‌های ویژه، تعامل

در کتاب درسی فیزیک تمرین‌های متنوعی برای اجرای آموزش اثربخش درنظر گرفته شده است. این تمرین‌ها به‌صورت فردی و گروهی، آزمایشگاه و تجربی در نظر گرفته شده است

مقایسه نمرات پس‌آزمون گروه‌های آزمایش و گواه حاکی از آن بود که بین این دو میانگین اختلاف قابل توجهی وجود دارد. آزمون مستقل نشان داد که اختلاف بین این دو میانگین معنی‌دار بوده است

با دیگران، مشاهده مستقیم، اجرای عملیات آزمایشگاه به یادگیری می‌پردازد، این یادگیری مبتنی بر رغبت‌ها و علایق و اتکای به خویش انجام می‌شود. رعایت نظم، داشتن برنامه با هدف حل مسئله در موقعیت‌های هدفمند از شرایط سن یادگیری است (کلب، ۱۹۸۵، به نقل از امامی‌پور، ۱۳۹۰، ص٤٦). قابل ذکر است سایر سبک‌های یادگیری مانند مشاهده تأملی، مفهوم‌سازی انتزاعی و آزمایشگری فعال نیز وجود دارند که البته به اقتضای ماهیت مواد درسی، رشته تحصیلی، شرایط فراگیران و مقتضیات دوره تحصیلی قابل اجرا هستند. ولی پژوهنده سبک یادگیری تجربه عینی را برای آموزش فیزیک که از دروس علوم پایه به شمار می‌رود برای دانش‌آموزان پایه دوم متوسطه در نظر گرفته است.

به‌منظور اجرای نظارت بر اقدام‌پژوهی حاضر فعالیت‌های فرایندی آموزش فیزیک به روش تجربه عینی در یک فهرست ثبت شد. از طرفی فهرست فردی و گروهی دانش‌آموزان نیز تهیه و برای هر مورد از آن‌ها یک فعالیت فردی و یک فعالیت جمعی در نظر گرفته شد. این فعالیت‌ها در مدت معین اجرا شد. گزارش فعالیت دانش‌آموزان مورد ارزشیابی قرار گرفت، نمرات آن‌ها در فهرست مربوطه ثبت و با میانگین کلاس مقایسه شد. در هر مورد که یک دانش‌آموز با یک گروه تیمی در سطح زیر متوسط کلاس قرار می‌گرفت، موظف به اجرای فعالیت تکمیلی می‌شد. مقایسه روند پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان به‌صورت فردی یا روندی از یک طرف و مقایسه آن با مقایسه آن با میانگین کلاس از طرف دیگر مشخصهٔ نظارت بر یادگیری مبتنی بر تجربه عینی بود. مزیت این نظارت آن بود که دانش‌آموزان از طریق مشارکت در فعالیت‌ها به آموختن مفاهیم درسی می‌پرداختند.

در این برنامه برای هر دانش‌آموز یک فعالیت فردی و یک فعالیت جمعی در نظر گرفته شد که در ارتباط با هر یک از سرفصل‌های کتاب فیزیک دوم متوسطه در طول دوره معین که حداکثر دو هفته بود، عملیاتی می‌کرد، گزارش آن را ارائه می‌داد تا مورد ارزشیابی قرار گیرد. برخی از این فعالیت‌ها در مدرسه، در محیط آزمایشگاهی و یا کلاسی اجرا شد، و برخی دیگر در موقعیت‌های خارج از کلاس اجرا گردید. در عین حال ارزشیابی مستمر از فعالیت‌ها و ارائه بازخورد آن‌ها تا حصول نتیجه از ویژگی‌های این اقدام‌پژوهی بود. آنچه که به عنوان برنامه هفتگی در آموزش فیزیک در مدرسه انجام می‌گرفت محور آموزش سرفصل‌ها بود و آنچه که به عنوان فعالیت‌های یادگیری تجربه عینی در خارج از مدرسه توسط دانش‌آموزان انجام می‌گرفت، یادگیری را تکمیل می‌کرد.

نتایج

اجرای این اقدام‌پژوهی که در قالب گروه‌های آزمایش و گواه انجام گرفت نتایج زیر را در بر داشته است:

- مقایسه نمرات فیزیک دانش‌آموزان گروه آزمایش در پیش‌آزمون و پس‌آزمون نشان داد که این سطح نمرات از پیشرفت قابل توجهی برخوردار بوده است، آزمون t وابسته معنی‌داری اختلاف بین میانگین‌ها را تأیید کرد.
- مقایسه نمرات فیزیک دانش‌آموزان گروه گواه در پیش‌آزمون و پس‌آزمون نشان داد که سطح نمرات دانش‌آموزان تغییرات قابل توجهی نداشته است. آزمون t وابسته عدم معنی‌داری اختلاف بین میانگین‌ها را نشان می‌داد.
- مقایسه نمرات پس‌آزمون گروه‌های آزمایش و گواه حاکی از آن بود که بین این دو میانگین اختلاف قابل توجهی وجود دارد. آزمون t مستقل نشان داد که اختلاف بین این دو میانگین معنی‌دار بوده است.
- نتایج نظرسنجی از دانش‌آموزان گروه آزمایش نشان می‌داد که این دانش‌آموزان به میزان ٥٥/٦ درصد از آموزش فیزیک به روش تجربه عینی کاملاً رضایت داشتند و ۳۳/۷ درصد دیگر از آن‌ها این آموزش را تا حدودی موفقیت‌آمیز دانستند. بدین ترتیب نتایج این اقدام‌پژوهی اثربخش تلقی می‌شود.

منابع

۱. امامی‌پور، سوزان. (۱۳۹۰). سبک‌های یادگیری و شناختی. تهران: انتشارات سمت.
۲. پایگاه اطلاع‌رسانی جستار. (۱۳۹٤). آموزش فیزیک. در ۱۳۹٤/۲/۲. از: www.chistaa. com
۳. حجازی، یوسف (۱۳۸۵). چهار بنیان آموزشی. تهران: نشر پونه.
٤. خورسندی علیزاده، علیرضا. (۱۳۸۸). فیزیک ۲. آموزش بخش ۱. اندازه‌گیری و بردار. در ۱۳۹٤/۲/۲. از: www. aftabir. com
٥. سیف، علی‌اکبر. (۱۳۸۵). روانشناسی پرورشی. چاپ شانزدهم. تهران: مؤسسه آگاه
٦. سیفی، مهدی. (۱۳۹۰). آموزش فیزیک و آزمایشگاه. در ۱۳۹٤/۲/۲. از: www. phisicqazvin. blogfa. com
۷. شبکه رشد. (۱۳۹٤). آموزش المپیاد فیزیک. در ۱۳۹٤/۲/۲. از: www. roshd. ir
۸. صالحی، شایسته. (۱۳۷۹). بررسی ارتباط سبک‌های یادگیری و روش‌های آموزشی ترجیحی دانشجویان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد. اصفهان: دانشگاه علوم پزشکی.

ارتقای تجربه اخترشناسی پایه با استفاده از تبلت و تلسکوپ

رابرت مک گیل و همکاران
دانشگاه ایالتی کالیفرنیا، سنت مارکوس، سانتامونیکا، کالیفرنیا
ترجمهٔ رضوانه طالبی‌پور

اشاره

از فناوری‌هـــای عـــام روز، می‌توان به‌خوبـــی در آموزش‌های تخصصی علوم بهره گرفت. در نوشتهٔ پیش‌رو، نویسنده تعدادی برنامهٔ کاربردی[1] در زمینهٔ اخترشناسی معرفی می‌کند و گزارشی نسبتاً مفصل از عملکرد خود ارائه می‌دهد که آموزنده است.

کلیدواژه‌ها: کاربرد تبلت در نجوم، ترکیب آی‌پد و تلسکوپ، برنامه‌های کاربردی علمی برای آی‌پد و آی‌فون

کلاس‌های آموزش عمومی[2] دانشگاه و کالج، به منظور گسترش شناخت شاگردان در زمینه‌های خارج از محدوده رشتهٔ تحصیلی آنان طراحی می‌شوند. اما اغلب این کلاس‌ها، سخنرانی گونه‌اند و در نتیجه نمی‌توانند تسهیل کننده فعالیت‌های تجربی و عملی یا مشاهده‌ای در ارتباط با مطالب مورد بحث باشند. در این میان، استفاده از برنامه‌های کاربردی اخترشناسی، تجربه‌های عملی منحصربه‌فردی را در زمینهٔ کشف و مشاهدهٔ مفاهیم و اجسام آسمانی در اختیار می‌گذارد. برنامه‌های کاربردی اخترشناسی در حال حاضر برای آی‌پد[3] و آی‌فون[4] موجودند و با اتصال به حتی یک تلسکوپ ارزان‌قیمت کوچک، بدون نیاز به کلاس و مربی، نتایج جالبی را در اختیار خواهند گذاشـــت. فعالیت‌هایی از این دست است که باعث افزایش کسب تجربه‌های آموزش عمومی شاگردان می‌شود و پیش از گسترش فناوری‌های یادشده، هرگز امکان‌پذیر نبودند.

تلسکوپ‌های کوچک قیمت‌های معقولی دارند و به سادگی در اختیار قرار می‌گیرند. تبلت‌ها نیز، به واســـطهٔ هزاران برنامهٔ کاربردیشـــان- که تقریباً برای هر موضوع قابل تصوری نوشته شـــده‌اند- امروزه محبوبیت چشمگیری در بین مردم دارند. ما از یک تلسکوپ ارزان قیمت[5] و نیز چند برنامهٔ کاربردی موجود برای آی‌پد در زمینهٔ اخترشناســـی اســـتفاده کردیم تا بتوانیم تجربه‌های آموزش عمومی شاگردان را افزایش دهیم. این امر، فرصت بی‌نظیری را در اختیار آن‌ها می‌گذارد تا بتوانند اجسام نجومی را مســـتقلاً و در خارج از کلاس- با دانشـــی اندک و یا حتی بدون اطلاع از کارکرد تلسکوپ یا مکان اجسام در آسمان- مشاهده کنند.

دانشگاه ما ده عدد آی‌پد و تلسکوپ خریداری کرد و شاگردان می‌توانستند آن‌ها را از بخش فناوری اطلاعات و مرجع کتابخانه- پس از تسویه حساب- تحویل بگیرند. برنامه‌های کاربردی ویژه اخترشناسی به منظور فعالیت‌های مورد نظر ما بر روی آی‌پدها قرار داشتند. چون با استفاده آی‌پد می‌توان به پست الکترونیکی و اینترنت دســـت یافت، کارمندان فناوری آموزشی پیش از هر تسویه‌حســـابی، تمام برنامه‌ها را از روی آی‌پد پاک می‌کنند و سپس دوباره روی آن می‌ریزند تا از انسجام و ایمنی این ابزارهای الکترونیکی اطمینان یابند. شاگردان می‌توانند این تجهیزات را به مدت سه روز امانت بگیرند.

فعالیت‌ها

فعالیت‌های ما را می‌توان با تلســـکوپ تنها، یا آی‌پد تنها، یا با تلسکوپ همراه با آی‌پد (بسته به اینکه در اختیار باشند) انجام داد.

فرض می‌شـــود که شـــاگردان قبلاً هرگز از تلسکوپ یا آی‌پد اســـتفاده نکرده‌اند. بنابراین، گام نخست فعالیت ما، آشنا کردن آن‌ها با این ابزار است. این آشنایی، بسیار مفصل است و در طول هـــر فعالیت و به‌طور گام‌به‌گام انجام می‌گیـــرد. ضمناً در کار با تلسکوپ، ایمنی اهمیت زیادی دارد و به‌عنوان مثال، به شاگردان یادآوری می شود که هرگز به خورشید نگاه نکنند.

تلسکوپ در روشـــنایی روز با استفاده از یک جسم زمینی در دوردســـت- مثل تیر چراغ برق، ســـاختمان و درخت- مستقر می‌شود. این کار به شاگردان امکان می‌دهد که با موقعیت‌یابی اشیا، تغییر دادن عدسی‌های چشمی و کانونی کردن، آشنا شوند. خود آن‌ها نیز پیش از اســـتفاده آی‌پد همراه با تلسکوپ، سعی می‌کنند با آی‌پد آشـــنا شوند و از طرف دیگر، آن‌ها را به «بازی کردن» با برنامه‌های کاربردی نیز تشویق می‌کنیم.

اولین فعالیت گروهی ما، مشـــاهدهٔ ماه است. تلسکوپ را برپا می‌کنیم و آن را به‌ســـوی ماه، نشـــانه می‌رویم. برنامهٔ کاربردی MoonGlobe را باز می‌کنیم که نقشهٔ مفصل ماه را به نمایش می‌گذارد. شـــاگردان می‌توانند به این‌ســـو و آن ســـوی صفحهٔ آی‌پد حرکت کنند و روی ناحیه‌ای از ماه که با تلســـکوپ به آن می‌نگرند تمرکز کنند. آن‌ها باید محل سه جسم دلخواه را (مثلاً لکـــه یا «دریا» (بر روی ماه) و گودال‌های ماه و غیره را) بیابند و مشاهداتشان را ثبت کنند. همچنین می‌توانند طرح‌هایی کلی از مشـــاهده‌های خود را رســـم کنند یا اگر علاقه‌مند باشند، با استفاده از عدسی چشمی تلسکوپ، از آن‌ها عکس بگیرند (روش عکس‌برداری در مرحله اولیه (آشناسازی) توضیح داده می‌شود).

در فعالیـــت بعـــدی از یـــک برنامـــه افلاک‌نمـــا بـــه نـــام GoskyWatch استفاده می‌شود که آسمان را نمایش می‌دهد. آی‌پد از جی‌پی‌اس و سامانه جهت‌یابی شتاب‌سنجی بهره می‌گیرد تا چشم‌انداز درستی از آنچه که به آن نگاه می‌کنید، به شما ارائه دهد. این، مفیدترین برنامهٔ کاربردی برای ماست زیرا صرفاً باید آی‌پد را به‌سوی مکانی در آسمان بگیرد تا همان قسمت از آسمان بر روی صفحهٔ نمایش ظاهر شـــود. برنامهٔ یاد شده شامل تعداد زیادی پایگاه‌های اطلاعات اســـت و می‌توان از آن به‌عنوان یک مرجع بهره گرفت. همچنین از این برنامه می‌توان برای شناسایی اجسامی که در حال نگاه کردن به آن‌ها و یا در جست‌وجوی آن‌ها هستید استفاده کرد. افزون بر این، ستاره‌ها، صور فلکی و اشیای دیگر پس از شناسایی بر روی صفحهٔ نمایش رده‌بندی می‌شوند و در گروه های جداگانه‌ای جای می‌گیرند. به علاوه، تصویر نمایشی می‌تواند به داخل یا به خارج «متمرکز شود» تا شناخت دقیق‌تری از اجسام به دست آید. از آی‌پد می‌توان در طول روز نیز استفاده کرد. در حالی که می‌کوشید با آی‌پد جلوی خورشید را بگیرید، می‌توانید مکان خورشید و صورت فلکی منطقةالبروجی جاری را به دست آورید. دیگر فعالیت‌هایی که با این برنامهٔ کاربردی می‌توان انجام داد، شامل: شناسایی ســـتارگان درخشان، یافتن صورت فلکی منطقةالبروجی خودتان، یافتن و شناسایی کردن سیاره‌ها و شناســـایی و موقعیت‌یابی خطوط مرجع- مانند نصف‌النهار، دایرةالبروج و استوای سماوی -است. چنین فعالیت‌هایی، امکان کندوکاوهای بیشتری را برای شاگردان فراهم می‌آورد تا خودشان به تنهایی جنبه‌های جالب و شگفت‌انگیز دیگری از آسمان شب- همچون عکس‌های اجرام آسمانی- را کشف کنند. گفتنی است که شاگردان باید تمام این جهان‌پژوهی‌ها را نیز در گزارش‌هاشان بگنجانند و ثبت کنند.

بـــه فعالیت‌هایی جز آنچه که بیان شـــد، برنامه‌های کاربردی «ویژگی» می‌گوییم که اکثر آن‌ها در برگیرندهٔ مواد درســـی‌ای هستند که احساس می‌کردیم می‌توانند بر تجربه‌های موجود، بیفزایند

شاگردان باید دست‌کم هر یک از این برنامه‌های کاربردی را باز کنند و به تعدادی پرسش درباره‌شان پاسخ گویند.

برنامهٔ کاربردی دیگر Messierlist اســـت که فهرست کاملی از اجســـام MessierM را در بردارد و می‌تواند با اتصال به برنامهٔ کاربـــردی Gosky Watch مورد اســـتفاده قرار گیرد. این برنامه شامل اطلاعات فنی راجع به تمام اجسام M است و عکسی نیز از هر یک از آن‌ها دارد که این امر، برای مشاهدهٔ درست جسم از طریق تلسکوپ بسیار مفید است.

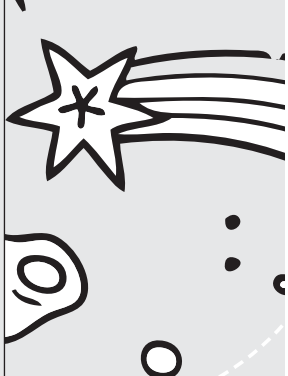
به علاوه بهتر است بدانیم در آسمان همان شب فعالیت‌های شما «چه می‌گذرد؟». یکی از منابع بسیار خوب برای چنان اطلاعاتی، برنامهٔ کاربردی SkyWeek اســـت که توسط مجلهٔ «آسمان و تلســـکوپ»[۶] معرفی شده است. این برنامه، نظری پر جزئیات بر رویدادهای روز می‌افکند که شاید در برگیرندهٔ نقشه‌های ستارگان و عکس‌ها نیز باشد. به علاوه اگر سیاره‌ها در آسمان آن شب، قابل مشاهده باشند، این برنامه به شناسایی آن‌ها و قمرهای قابل رؤیت می‌پردازد و مکان آن‌ها را تعیین می‌کند.

برنامـــهٔ کاربـــردی ۳SunD تصویرهایی کـــه از ماهواره‌های STEREO ناسا[۷] دانلود می‌شوند، به‌طور دیجیتال بازسازی می‌کند تا جزئیاتی را دربارهٔ وضع فعلی خورشید نشان دهد. این برنامه همچنین تصویرهایی از خورشـــید را در طول موج‌های متفاوت نمایش می‌دهد. از شـــاگردان خواسته می‌شود که به آن تصاویر بنگرند و آن‌ها را با یکدیگر مقایسه کنند؛ در واقع، نشانه‌هایی از لکه‌های خورشیدی و زبانه کشیدن آتش بر روی آن کرهٔ عظیم قابل مشاهده است. ضمناً نگارخانه‌ای از تصویرها در برنامه گفته شده موجود اســـت که بر فعالیت‌های خورشیدی در زمان‌های گذشته تأکید می‌کند. گفتنی است که استفاده از این قابلیت‌ها، شناخت بیشتری در زمینهٔ فنون و روش‌های اخترشناختی در اختیار شاگردان می‌گذارد.

ســـرانجام، برنامـــهٔ کاربـــردی APOD بـــه منظـــور ســـرگرمی بـــه فعالیتمـــان افـــزوده شـــد. برنامـــهٔ کاربردی the Astronomy picture of the Day را ناســـا عرضـــه می‌کند که تصاویر بســـیار شـــگفت‌انگیزی از تمام حوزه‌های اخترشناختی به نمایش می‌گذارد. با این برنامه، هر روز یک تصویر جدید همراه با شرحی مفصل ارائه می‌شود که در آن، پیوندهای مربوط به اصطلاحات و اطلاعات دیگر نیز وجود دارد.

آرشیوی از تصاویر گذشته، نیز وجود دارد که دسترسی به آن‌ها امکان‌پذیر است. ناگفته نماند که ما، علاوه بر دریافت تصاویر بسیار

برنامهٔ کاربردی ۳SunD تصویرهایی که از ماهواره‌های STEREO ناسا دانلود می‌شوند، به‌طور دیجیتال بازسازی می‌کند تا جزئیاتی را دربارهٔ وضع فعلی خورشید نشان دهد



زیبا، منابع آموزشی مناسبی را نیز از برنامهٔ گفته شده به دست می‌آوریم.

نتایج

تقریباً یک سوم از شاگردان کلاس اخترشناسی در پاییز ۲۰۱۱ در فعالیت شرکت کردند و آن را به پایان رساندند. گزارش‌ها را نیز با موفقیت دریافت کردیم. تمام آن‌هایی که در فعالیت شرکت داشتند (۳۹ شرکت‌کننده- در بررسی اولیه) پرسشنامه‌ای را تکمیل کردند. این برگه‌ها را- در جهت اعتباربخشیدن به این طرح کاملاً تحلیل کردیم (البته باید توجه داشت که رشتهٔ این شاگردان علوم نبود پیش هیچ پیش‌زمینه‌ای از نجوم یا روش‌ها و فنون رصدی نداشتند یا تجربه‌شان در این زمینه، اندک بود).

پرسش‌های زیر از شاگردان پرسیده شد:

۱) چقدر احتمال دارد که شما در صورت فرصت داشتن دوباره از یک تلسکوپ کوچک استفاده کنید؟ چرا؟

۲) اگر جوابتان مثبت است، آن را به همراه آی‌پد استفاده می‌کنید یا همراه با یک آی‌فون؟ چرا؟

۳) بجز برنامه‌هایی که از آن‌ها استفاده کردیم، برنامه‌های اخترشناختی گوناگونی وجود دارد که فهرست آن‌ها افزایش می‌یابد. لطفاً (اگر موردی را سراغ دارید) که شما استفاده کرده‌اید ولی در تمرین‌های رصدی ما گنجانده نشده بودند. در مورد آن‌ها اظهار نظر کنید. آیا برنامه‌ای مشابه برنامه‌های ما می‌شناسید که آن را ترجیح بدهید؟ اگر پاسخ مثبت است، چرا؟ شما می‌توانید دربارهٔ تفاوت‌های مهم آن‌ها با یکدیگر اظهارنظر و پیشنهادهای خود را اعلام کنید.

پاسخ‌های شاگردان از این قرار است: ۷۹درصد گفتند که استفادهٔ مجدد از تلسکوپ را قطعاً دوست خواهند داشت و ۲۱ درصد هم البته دوست نداشتند ولی ۶۳درصد از همین افراد، به مشکلات مربوط به موقعیت‌یابی اجسام با آن تلسکوپ کوچک اشاره کردند و گفتند که دوست دارند از یک تلسکوپ بزرگ‌تر استفاده کنند (در حقیقت، باید اعتراف کرد که Celestron First scope بسیار کوچک و فاقد دایره‌های تنظیم‌کننده، میدان‌یاب یا گزینهٔ «go to»[7] برای موقعیت‌یابی است). ۸ درصد شاگردان نیز گفتند که تجربهٔ کار با یک تلسکوپ دیگر را (که مثلاً متعلق به خویشاوندان یا دوستانشان بوده است) هم داشته‌اند. جالب اینکه ۸ درصد دیگر بیان کردند که قصد خرید تلسکوپ دارند تا رصدهای آینده را با ابزار خودشان تجربه کنند

طبق پرسشنامهٔ درصد از شاگردان استفاده از آی‌پد را همراه با فعالیت‌هاشان دوست داشتند؛ آن‌ها از نشانه رفتن آی‌پد برای موقعیت‌یابی اجسام آسمانی لذت می‌بردند. با این حال، هشت درصد بیان کردند که آی‌پد، چندان کمک‌کننده و مفید نبوده است؛ البته دریافتیم که اکثر افرادی که به فعالیت با آی‌پد رغبت نداشتند، در واقع با تلسکوپ مشکل داشتند.

از شاگردان پرسیده شد که (اگر به آی‌پد دسترسی داشته باشند) آیا در آینده، برنامه‌های کاربردی اخترشناسی دیگری را خواهند دید؟ ۴۱ درصد پاسخ مثبت و ۴۱درصد نیز پاسخ منفی دادند اما دلیل خاصی را بیان نداشتند. همچنین ۱۸ درصد از شاگردان، این پرسش را بی‌پاسخ گذاشتند. با مشاهدهٔ این پاسخ شاید بتوان نتیجه گرفت که شاگرد نفهمیده است واقعاً چه چیزی از او پرسیده شده است.

نتیجه‌گیری‌ها

پس از مرور داده‌های اولیه در آن نیمسال تحصیلی، فعالیت‌های تلسکوپی-آی‌پدی موفقیت‌آمیز به‌نظر می‌رسید. اکثر شاگردان، این فعالیت‌ها را دوست داشتند و به نظرشان خوب و مفید بود. آن‌ها به ویژه از بخشی لذت می‌بردند که باید آی‌پد را به سوی آسمان نشانه می‌رفتند و به شناسایی چیزهای اشاره شده به آن‌ها می‌پرداختند. البته همان‌طور که گفته شد، مشکلات کار با تلسکوپ کوچک نیز در نظرات برخی از شاگردان مخالف، دخیل بود.

اکنون اصلاحاتی برای پرسشنامه و دستورالعمل‌های مربوط به فعالیت‌ها در نظر گرفته شده است تا سردرگمی‌های احتمالی در آینده را حذف و نیز پرسشنامه را در کمّی‌تر کند. علاوه بر این، شاید بتوانیم برخی مشکلات شاگردان در کار با تلسکوپ را حذف کنیم؛ در واقع، شاید با افزودن یک یابنده به تلسکوپ بتوان این مشکل را از میان برداشت. همچنین، خریداری تعداد بیشتری تلسکوپ و آی‌پد می‌تواند سبب مشارکت گسترده‌تری شود. بدیهی است که اغلب ترغیب شاگردان به شرکت در بحث‌هایی که زیاد مورد علاقهٔ آن‌ها نیست، دشوار است اما نتایج نظرسنجی، از این رو امیدوارکننده بود که اشتیاق شاگردان غیر علوم را در استفاده از این فناوری‌ها دیدیم. به ویژه واکنش مثبت آن چند نفری که قصد داشتند خودشان تلسکوپ تهیه کنند.

همچنین متوجه شدیم که حتی تمرین‌های کلاسی آزمایشگاه اخترشناسی نیز با ترکیب کاربردهای تلسکوپ و آی‌پد، غنی‌تر خواهند شد.

قیمت مناسب این وسایل تأمین بودجهٔ آن‌ها را امکان‌پذیر می‌سازد. جالب اینکه اکثر برنامه‌های کاربردی که در این فعالیت‌ها استفاده شد، رایگان بودند و برنامه‌های باقی مانده نیز قیمت مناسبی داشتند (بین ۵ تا ۴۰ دلار). همچنین شاید در آینده از برنامه‌های کاربردی دیگری استفاده کنیم.

ترکیب برنامه‌های اخترشناسی با فعالیت‌های آموزشی باید در آینده به شدت افزایش یابد. به‌منظور کمک به هیئت علمی برای این نوع فعالیت‌ها (که تعدادش کم هم نیست)، بروشوری از چنین برنامه‌هایی منتشر شده است که امیدواریم مفید واقع شود.

نسخه‌ای از فعالیت‌های مذکور، از طریق ارتباط با مؤلفان، قابل دسترسی است.

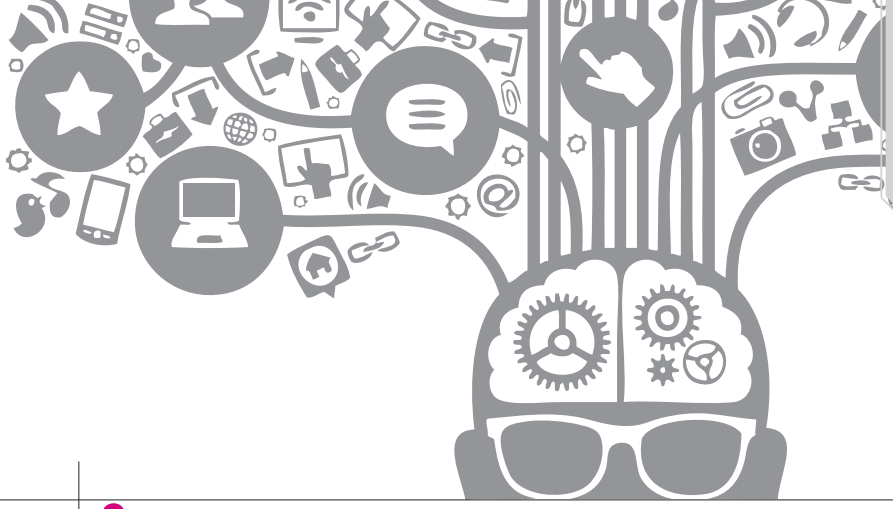
ترکیب برنامه‌های اخترشناسی با فعالیت‌های آموزشی باید در آینده به شدت افزایش یابد. به‌منظور کمک به هیئت علمی برای این نوع فعالیت‌ها (که تعدادش کم هم نیست)، بروشوری از چنین برنامه‌هایی منتشر شده است که امیدواریم مفید واقع شود

پی‌نوشت‌ها

1.application programs
2. GE
3.ipad
4. iphone
5. Celestron First-Scope
6.Sky & Telescope
7. NASA'S STEREO sattelites

منبع

The physics Teacher. Vol. 51
Feb. 2013, PP 87-88



جهان واقعی، جهان مجازی!

ارتقای نگرش در یادگیری فیزیک با تلفیق جهان واقعی و مجازی

آزیتا سیدفدایی
پژوهشگر آموزش فیزیک

چکیده

رویکرد مورد توجه در این پژوهش، درک پدیده‌های فیزیکی در دنیای واقعی و تحلیل آن‌ها در نرم‌افزارهای فضای مجازی است. می‌خواهیم تأثیر این روش را بر نگرش و انتظارات دانش‌آموزان در یادگیری فیزیک بررسی کنیم. شنیدن این پرسش مقدماتی که «یادگیری فیزیک چه فایده‌ای دارد و به چه دردی می‌خورد؟» در ابتدای هر دوره آموزشی فیزیک و یا حتی پس از سال‌ها یادگیری فیزیک خاطره‌ای فراموش ناشدنی است. درک افراد از اینکه فیزیک به چه درد می‌خورد و چه کارایی‌هایی دارد و انتظارات آن‌ها از اینکه در یک دوره آموزشی، فیزیک چه دستاوردی برای آن‌ها خواهد داشت، نقش مهمی در یادگیری فیزیک دارد. در این پژوهش با استفاده از پرسشنامه استاندارد مربوط به دانشگاه مریلند (MPEX) در مورد بررسی نگرش افراد در یادگیری فیزیک، انتظارات از یادگیری فیزیک را در دو مدل آموزشی سنتی و فعال مبتنی بر روش مفهومی مذکور مقایسه کردیم. آموزش سنتی برای گروه کنترل، و مدل آموزشی مفهومی (که بر مبنای محیط چندرسانه‌ای رایانه‌ای مبتنی بر دنیای واقعی بدون استفاده از فرمول‌های ریاضی طراحی شده بود) برای گروه مورد آزمایش اجرا شد. تعریف ما از آموزش رسمی و سنتی در این پژوهش، آموزشی است که مبتنی بر بیان نتیجه‌های علم است و به روش کندوکاو و درک مفهومی توجه چندانی نمی‌شود. در روش آموزشی مفهومی، اجرای طرح نیاز به یک نرم‌افزار آموزشی فیزیک محتوامدار (physics- Reallife) دارد که زمینه برنامه خودآموزی را در دانش‌آموزان دبیرستان با حمایت معلمانشان فراهم کند. محتوای آموزش براساس درک مفاهیم ساده فیزیکی در زندگی و جهان پیرامون با استفاده از فضای مجازی با استفاده از کاربرگ‌ها و نمونه فعالیت‌هایی بود که هر جلسه به دانش‌آموزان ارائه می‌شد. محل اجرای پژوهش پژوهشسرای جوان، تهران بود که برای ۵۰ دانش‌آموز سال اول دبیرستان در دو گروه انجام شد. پس از اجرای پیش‌آزمون و پس‌آزمون برای هر دو گروه متوجه شدیم که در نگرش دانش‌آموزان از یادگیری فیزیک در گروه‌های مورد آزمایش و کنترل اختلاف ایجاد شده است. طی این پژوهش دانش‌آموزان گروه مورد آزمایش تحت آموزش محتوا مدار براساس چندرسانه‌ای‌ها مرتبط با زندگی واقعی بودند. استفاده از مدل آموزشی مفهومی ارائه شده در این تحقیق باعث شد تا سطح نگرش دانش‌آموزان نسبت به یادگیری فیزیک و درک مفهومی آن و نقش آن در ادراک جهان پیرامون ارتقا یابد. ارتقای نگرش در یادگیری فیزیک نقش مهمی در آموزش دارد؛ چرا که بیشتر افراد با پیش‌زمینه‌هایی منفی یادگیری فیزیک را دشوار و گاهی غیرکاربردی تلقی می‌کنند. با تعمیم این روش می‌توان این باور را اصلاح کرد و طرحی نوین در آموزش مفهومی فیزیک با توجه به اصلاح نگرش افراد ارائه داد.

کلیدواژه‌ها: دنیای واقعی، نرم‌افزار، یادگیری فیزیک، نگرش، MPEX

مقدمه

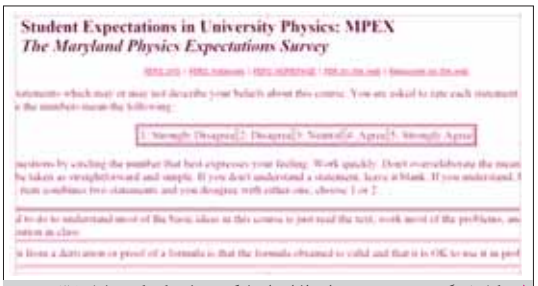
ایده اصلی این پژوهش در کلاس درس و هنگام بحث با دانش‌آموزان شکل گرفت، پرسش دانش‌آموزان در مورد اینکه «فیزیک به چه درد می‌خورد و چه کاربردی در زندگی دارد». رسیدن به پاسخ این پرسش‌ها نقش مهمی در آموزش و یادگیری دارد زیرا بر این اساس است که انگیزه دانش‌آموزان نسبت به یادگیری بیشتر شده و یادگیری تسهیل می‌شود. بسیاری از معلمان فیزیک بر این باورند که یکی از راه‌هایی که به درک فیزیک کمک می‌کند درک ریاضی و به اصطلاح فرمول‌بندی فیزیک است. ممکن است این دیدگاه به دلیل رویکردهای اخیر آموزش‌های مفهومی پنهان بماند و اظهار نشود ولی در عمل معلمان از این شیوه بسیار

بهـــره می‌برند و در موارد زیادی یکی از معیارهای مهم در ارزیابی دانش‌آموزان حل تمرین‌های ریاضی در فیزیک است (ادوارد ردیش ۸۰۲: ۱۹۹٤). دلیـــل این ادعا بارم بالای تمرین‌های ریاضی‌محور و فرمولی در امتحانات فیزیک است. از طرف دیگر گاهی مفاهیم، قربانی بیان محفوظات در ذهن دانش‌آموزان می‌شود و استدلال یادگیری به محفوظات تعلق می‌گیرد. باز هم دلیل این ادعا بارم بالای پرسش‌های امتحانات فیزیک حافظه‌محور و بیان تعاریف در فیزیک است. تجربه نشان داده است که استدلال و تحلیل بیشترین نقش را در درک مفاهیم دارد و هدف آموزش باید به این ســـمت سوق یابد. اگر دانش‌آموزان در حل مسائل کیفی مهارت یابند این نشـــان از درکی مفهومی دارد و به ویژه یافتن کاربرد مفاهیم در زندگی به این درک کمک مهمی خواهد کرد (هرون، ۳۷: ۲۰۰٤).

یادگیری مفهومی زمانـــی اتفاق می‌افتد که دانش‌آموز در مورد پدیده‌ها استدلال و میان آن‌ها ارتباط برقرار کند و بتواند آن‌ها را بیان و تحلیل کند. (مایر، ۳۲: ۱۹۹۷). بیان علل و تحلیل پدیده‌ها روش‌های مختلفی دارد و امروزه شـــیوه‌های مختلفی برای بیان مفاهیم علمی و یادگیری آن‌ها معرفی شـــده است. یادگیری و بیان مفاهیم فیزیکی فقط به نوشتن و شرح و توضیح و استدلال بیانی محدود نمی‌شود یکی از روش‌های بیان مفاهیم استفاده از چندرسانه‌ای‌ها است. استفاده از عکس، نمودار، فایل‌های صوتی، پویانمایی‌ها، در مجموع محیط‌های تعاملی چندرسانه‌های کمک مهمی در این زمینه ایفا می‌کنند (مورنو، ۳۵۸: ۱۹۹۹). به‌عنوان مثال، پژوهشگران متوجه شده‌اند اگر بیان شفاهی و کتبی مفاهیم با بازنمایی‌های چندرسانه‌ای همراه نشود، دانش‌آموزان اغلب نخواهند توانست مفاهیم کلیدی را به یاد آورند و یا از آن مهم‌تر در زندگی به کار برند (کرنی، ۱٤: ۲۰۰۲). با استفاده از ابزارهای چندرسانه‌ای از جمله محیط‌های تعاملی نرم‌افزارهای آموزشی می‌توان سطح یادگیری دانش‌آموزان را عمیق‌تر کرد. (موســـوی، ۳۱۹: ۱۹۹۵). افزون بر این وقتی که یادگیری از طریق غیرمعمول و شفاهی با ابزارهای تعاملی مشاهده همراه شود نتایج بهتری حاصل خواهد شد (مایر، ۳٦: ۲۰۰۱- وایتلگ، ۳۳۷: ۲۰۰۲).

هدف و روش آموزش

در این پژوهش هدف این اســـت که چگونـــه دانش‌آموزان در زندگی واقعی می‌توانند مفاهیم فیزیکی مجهول به زعم خود را منطبق با آموخته‌های محتوایی کتاب‌های درسی، پیدا کنند به این مجهولات و پرسش‌ها پاسخ دهند. بررسی چنین موضوعی به‌عنوان جریانی قابل دسترس در استفاده از چندرسانه‌ای‌های تعاملـــی برای دانش‌آمـــوزان کاربرد دارد. بـــرای ارتقای نگرش دانش‌آموزان نســـبت بـــه یادگیری فیزیک بر آن شـــدیم تا از روش‌های تعاملی بصری از نوع چندرســـانه‌ای‌های آموزشـــی استفاده کنیم که در محیط اینترنت به‌صورت رایگان در دسترس هســـتند. سطح ارائه مفاهیم را نوعی انتخاب کردیم که در عین اینکه با ســـرفصل‌های آموزشی دبیرستان همخوانی دارند برای عامه مردم نیز قابل درک و کاربر باشـــند، مثلاً موضوع انتخاب شده بیشـــتر مرتبط با موضوع‌های پرکاربرد در زندگی از جمله



شکل ۱. نگرش‌سنج بررسی انتظارات از یادگیری فیزیک که شامل ۳٤ پرسش بررسی نگرش یادگیرندگان نسبت به یادگیری فیزیک است. این نگرش‌سنج در سال ۲۰۰۱ آخرین بار توسط ادوارد ردیش، پژوهشگر معروف آمریکایی در آموزش فیزیک مورد بازنگری قرار گرفته است. این نگرش‌سنج هنوز بعد از سال‌ها مبنای ساخت بسیاری از نگرش‌سنج‌ها در انتظارات از یادگیری فیزیک است، همان‌گونه که در این پژوهش نیز ما این نگرش‌سنج را براساس نیازهای یادگیری ایران بومی‌سازی کرده‌ایم.

انرژی بود. اساس کار به این صورت است که ابتدا آدرس وب‌سایت نرم‌افزاری که به رایگان در دســـترس اســـت را به دانش‌آموزان دادیم. سپس براساس پرسش‌های هدفمندی که طراحی کرده بودیم و بر روی یک ســـری کاربرگ آماده شده بودند ذهن آنان را متوجه موضوع‌های اصلی و کلیدی در این مورد کردیم. سپس با ســـوق‌دادن دانش‌آموزان به ســـمت کنجکاوی در نرم‌افزار در دسترسشان و بر اساس پرسش‌هایی که در ذهن آن‌ها ایجاد کرده بودیم آن‌ها را در یافتن پاسخ ترغیب کردیم.

شکل ۲. نرم‌افزار مبتنی بر چندرسانه‌ای‌های آموزشی physics Life
در هر یک از اجزای تصویر که بخشی از جهان واقعی ترسیم شده در فضای مجازی است فرصتی برای پرسشگری و جست‌وجو فراهم شده است.

سنجش نگرش در مورد انتظارات از یادگیری فیزیک

دیدگاه دانش‌آموزان در مورد اینکه فیزیک چیست و چه کارایی دارد و اصلاً برای چه فیزیک می‌خوانند نقش مهمی در یادگیری فیزیک در کلاس‌های درس دارد. نگرش‌سنج یادگیری فیزیک به بررسی انتظارات دانش‌آموزان می‌پردازد. در ابتدا نگرش‌سنج را با الهام از Maryland physics Expectations (MPEX) طراحـــی و بومی‌سازی کردیم. انتظارات دانش‌آموزان قبل از شروع و در انتهای دوره مورد بررسی قرار گرفت. این انتظارات شامل ابعادی هستند که به تعدادی از آن‌ها اشاره می‌کنیم. نگرش‌سنج براساس «پنج» بعد سازماندهی شد؛ که هر بعد دارای پرسش‌هایی مخصوص به خود است. یکی از این ابعاد «مستقل بودن» در یادگیری فیزیک است بدین معنا که آیا هر فرد می‌تواند اهتمام به یادگیری فیزیک کند یا حتماً باید متکی به معلم، دوست، یا کتاب‌های درسی و نظام

دیدگاه دانش‌آموزان در مورد اینکه فیزیک چیست و چه کارایی دارد و اصلا برای چه فیزیک می‌خوانند نقش مهمی در یادگیری فیزیک در کلاس‌های درس دارد. نگرش‌سنج یادگیری فیزیک به بررسی انتظارات دانش‌آموزان می‌پردازد

آموزشی و ... باشد. بُعد دیگر «همسو بودن مفاهیم» در ساختار دانش فیزیک اســت بدین معنا که آیا در ساختار دانش فیزیک هر موضوع قابلیت این را دارد که به شکل جدا از بقیه مفاهیم و به‌طور موازی با سایر موضوعات درک و آموخته شود یا خیر. بعد دیگر «درک موضوعی» فیزیک است بدین معنا که آیا یادگیری فیزیک نیازمند به درک ریاضیات است و بدون فرمول‌های ریاضی موضوع‌های فیزیک در فهمیدن دچار مشکل می‌شوند. بُعد دیگر «واقعی بودن» فیزیک بدین معنا که نظر افراد در میزان ارتباط داشتن موضوع‌ها در فیزیک با جهان واقعی و زندگی روزمره در چه حد است. بُعد پنجم «روش‌های یادگیری» است؛ بدین معنا که برای یادگیری فیزیک چه فعالیت‌های لازم است تا به درک آن بینجامد مثلاً آیا استفاده از شیوه‌ها و مواد آموزشی حافظه‌مدار مناســب است؟ در جدول زیر به ابعاد نگرش‌سنج استفاده شده اشــاره کرده‌ایم، در این جدول انتظارات مطلوب در نگرش‌سنج همان نگرشــی است که متخصصان و فیزیک‌دانان از آن انتظار دارند و انتظارات نامطلوب مربوط به بدترین نظر و انتظاری است که متخصصان نســبت به یادگیری فیزیک پیش‌بینی کرده‌اند (جدول ۱). پرسش‌های این نگرش‌سنج از طیف مطلوب، تا حدی مطلوب، نظری ندارم، تا حدی نامطلوب، نامطلوب، درجه‌بندی شده بودند.

کارایی فیزیک در تحلیل جهان واقعی

بُعد پنجم نگرش‌سنج مطابق با جدول (۱)، توانایی آموخته‌های فیزیک (موضوع‌هایی است که امروزه در مدارس به عنوان فیزیک به دانش‌آموزان تدریس می‌شود) در تحلیل پدیده‌های زندگی و محیط، نقش مهمی را در نگرش افراد نسبت به یادگیری فیزیک دارد. امروزه افراد معمولاً دانشی که در درک پدیده‌ها و مجهولاتشان کارایــی دارد و به فناوری برای زندگی بهتر می‌انجامد را با انگیزه بیشتری یاد می‌گیرند. از این رو به بُعد پنجم این پرسشنامه تمرکز کردیم. به این دلیل در ادامه تحقیق بر روی پرسشهای ۱۰ و ۱۸ و ۲۲ و ۲۵ که پرســش‌های مربوط به بُعد پنجم MPEX بودند پرداختیم و بر روی نتایج آن در آموزش مبتنی بر چندرسانه‌ای‌های تعاملی دقت بیشتری کردیم (جدول ۲).

همهٔ مردم نســبت به آنچه در زندگی به کارشــان می‌آید و با زندگی روزمره‌شان مرتبط اســت و آگاهی آنان را در رویارویی با موضوعات و معضلات درک فیزیکی پدیده‌های جهان اطراف کمــک می‌کند علاقه‌مند و به یادگیری آن‌ها راغب‌اند. برخی از معلمان فیزیک خیلی به موارد کاربردی علاقه و توجه ندارند و ســطح علم خود را بالاتر از آن می‌دانند که فیزیک را ساده بیان کنند؛ آن‌ها به بیان مفاهیم پیچیده فیزیک و ریاضیات فیزیک عادت کرده‌اند و از تبیین ارتباط بین فیزیک و جهان واقعی طفره می‌روند. غافل از اینکه بیان همین این ارتباط است که به درک فیزیک و همگانی شدن فهم آن می‌انجامد و نگرش دانش‌آموزان از یادگیری فیزیک را تغییــر می‌دهد. آموزش فیزیک در قالب یک ســری مفاهیم جدا از زندگی و صرفاً در کتاب‌های درسی با بیان فرمولی این مفاهیم نقشــی در درک آن ندارد و گاهی به نتایج معکوس هم می‌انجامد. افرادی را سراغ داریم که بر اساس امتحانات درســی فیزیک، با فرض گرفتن نمرهٔ کامل در درس فیزیک به این باور می‌رسند که «فیزیک من عالی» است، اما در واقع هنوز درک درســتی از موضوع‌هایی که از آن‌ها نمره عالی گرفته‌اند ندارند. با اتخاذ شیوه‌های درست آموزشی با قصد عامه فهم کردن فیزیک با ایجاد جریان آموزشی در فضاهای مجازی محتوامدار می‌توان مفاهیم فیزیک را بدون اینکه وارد بحث‌های ریاضی شد، آموزش داد. در صورت موفق شدن در این بُعد است که می‌توان ادعا کرد به بخشی از اهداف آموزش فیزیک رسیده‌ایم و توانسته‌ایم این انتظار آموزشی را به سمت مطلوب سوق دهیم که: «فیزیک در زندگی واقعی کاربرد دارد، آری فیزیک به راستی بــه درد می‌خورد!». این نتیجه یکی از اهداف مهمی اســت که هــم نگرش افراد به فیزیک را بالا می‌برد و هم به ترویج این علم می‌انجامد. در واقع با یک تیر دو نشان را هدف گرفته‌ایم.

همهٔ مردم نسبت به آنچه در زندگی به کارشان می‌آید و با زندگی روزمره‌شان مرتبط است و آگاهی آنان را در رویارویی با موضوعات و معضلات درک فیزیکی پدیده‌های جهان اطراف کمک می‌کند علاقه‌مند و به یادگیری آن‌ها راغب‌اند

روش پژوهش و تحلیل

در این فعالیت فرایند پژوهش را طی مراحل زیر اجرا کردیم:
۱. طراحی پیش‌آزمون و پس‌آزمون نگرش‌ســنج (MPEX) برای سنجش نگرش نســبت به انتظارات از یادگیری فیزیک و انطباق آن با انتظارات دانش‌آموزان دبیرستانی و بومی‌سازی آن براساس محتوای کتاب‌های درسی ایران ۲. برگزاری پیش‌آزمون ۳. طراحــی کاربرگ‌های روش تدریــس در کلاس‌های درس براساس استفاده از نرم‌افزارهای تعاملی چندرسانه‌ای محتوامدار؛ ٤. اجرای روش تدریس در طی پنج جلسه کلاس‌های درسی و به‌عنوان مکمل به عنوان تکلیف در منزل، روش تدریس به کار رفته برای گروه شاهد روش تدریس سنتی و معمول، و روش به کار رفته برای گروه آزمایش روش مبتنی بر چندرسانه‌ای تعاملی منطبق با کاربرد در زندگی روزمره بود؛ ۵. برگزاری پس‌آزمون؛ ٦. تحلیل نتایج به دلیــل اینکه این پژوهش بر تغییر انتظارات افراد نســبت به کاربرد فیزیک در زندگی روزمره و جهان واقعی متمرکز است، در بررسی پاسخ‌ها به‌منظور بررسی تغییرات نگرش افراد فقط بُعد مربوط به ارتباط با جهان واقعی را در نظر گرفتیم و از این میان درصد پاسخ‌هایی که گزینه «تا حدی مطلوب» را علامت زده بودند تعیین کردیم. همان‌طور که در بالا به آن اشاره کردیم میزان مطلوب بودن پاسخ‌های هر پرسش از پرسشنامه نگرش‌سنج در مورد انتظارات یادگیری در فیزیک براساس نظرات متخصصان تعیین شده اســت (ردیش، ۱۲۸: ۲۰۰۲)؛ مثلاً اگر پاسخ مطلوب در یادگیری فیزیک این است که فیزیک را می‌توان به‌صورت علمی که با زندگی واقعی در ارتباط است در نظر گرفت، این نظر مربوط به نظر متخصصان اســت (در جدول ۱ پاســخ مطلوب مربوط به بُعد جهان واقعی) و ممکن است دانش‌آموزان به این مورد اعتقادی نداشته باشند. در هر صورت پاسخ‌های مطلوب یعنی پاسخ‌هایی که تقریباً با نظرات متخصصان یکی است. در این بررسی ما درصد پاسخ‌های تا حدی مطلوب را مشخص کردیم

جدول ۱: تفکیک ابعاد پنجگانه نگرش‌سنج بررسی انتظارات از یادگیری فیزیک و بیان انتظارات مطلوب و نامطلوب

	ابعاد نگرشی	انتظارات مطلوب	انتظارات نامطلوب	پرسش
۱	استقلال	یادگیرندگان مسئول یادگیری و ساخت دانش خود هستند.	یادگیرندگان به معلم و کتاب‌های درسی نظام آموزشی وابسته‌اند.	۱ و ۸و ۱۳و ۱۴و ۱۷ و ۲۷
۲	همسویی	فیزیک به‌عنوان یک چارچوب و مجموعه‌ای از مفاهیم مرتبط مطرح است.	فیزیک به شکل مفاهیم تفکیک شده قابل بررسی است	۱۲و۱۵و۱۶و۲۱و۲۹
۳	درک موضوعی فیزیک	ریاضیات یادگیری پدیده‌های فیزیک را تسهیل می‌کند	ریاضی و فیزیک دو موضوع جدا از یکدیگر هستند و به همدیگر ربطی ندارند	۳و۶و۸و۱۶و۲۰
٤	روش مفهومی	تأکید بر درک مفاهیم و نظریات است	تأکید بر حافظه‌مداری و استفاده از فرمول‌ها است.	٤و۱۹و۲۶و۲۷و۳۲
۵	واقعی بودن	موضوع‌هایی که در فیزیک یادگرفته‌ایم مفید و مرتبط به گستره وسیعی از جهان واقعی هستند	موضوع‌هایی که در فیزیک یاد گرفته‌ایم به تجربیات زندگی در بیرون از کلاس ربطی ندارند.	۵،۲۲،۱۸و۱۰

جدول۲: تفکیک پرسش‌های مربوط به بعد پنجم نگرش‌سنج مبتنی بر ارتباط با جهان واقعی

پرسش	موضوع پرسش
۱۰	ارتباط بسیار کمی بین قوانین فیزیک و آنچه در جهان واقعی تجربه می‌کنم وجود دارد.
۱۸	برای یادگیری فیزیک، گاهی اوقات به تجربیات شخصی‌ام از جهان می‌اندیشم و آنان را به موضوع فیزیکی مورد مطالعه ربط می‌دهم.
۲۲	فیزیک با جهان واقعی در ارتباط است، اما پی بردن به این ارتباط به ندرت برای آنچه در کلاس یاد می‌گیرم ضروری است.
۲۵	یادگیری فیزیک، در درک موقعیت‌های زندگی روزمره به من کمک می‌کند.

جدول ۳: درصد پاسخ «تاحدی مطلوب» گروه‌های کنترل و آزمایش به بُعد «جهان‌واقعی» نگرش‌سنج

درصد پاسخ «تا حدی مطلوب»	آزمون	گروه
٪۶۹	پیش‌آزمون	شاهد
٪۵۵	پس‌آزمون	
٪۷۸	پیش‌آزمون	آزمایش
٪۸۹	پس‌آزمون	

که نمادی از انطباق تقریبی با نظرات متخصصان در یادگیری و آموزش فیزیک است. (جدول۳)

جمع‌بندی

براساس داده‌های به دست آمده، درصد پاسخ «تا حدی مطلوب» گروه شاهد در یادگیری مفاهیم با مدل آموزش سنتی دارای ٦٩درصد به ۵۵درصد در پیش‌آزمون به پس‌آزمون بودند. این نکته تأثیر روش تدریس سنتی در تغییر نگرش از ابتدای آموزش تا آخر دوره آموزشی را به وضوح تأیید می‌کند. در روش یادگیری سنتی با اعمال یک دوره آموزشی نگرش افراد به‌سوی انتظارات تا حدی نامطلوب و نامطلوب گرایش دارد؛ و برای روشِ آموزش سنتیِ موجود، تغییر نگرش در انتظاراتِ یادگیری فیزیک با معضل مواجه خواهد بود. بررسی مقایسه نتایج برای گروه آزمایش نشان می‌دهد (از ۷۸درصد به ۸۹درصد) افزایش در پاسخ‌های «تا حدی مطلوب» در بُعد جهان واقعی نگرش‌سنج) که این گروه نسبت به کاربرد فیزیک در زندگی واقعی اعتقاد بیشتری پیدا کرده‌اند زیرا در عمل با کاربردهای آن در زندگی واقعی از طریق محیط تعاملی چندرسانه‌ای آشنا شدند. بنابراین با روش تعاملی چندرسانه‌ای توانستیم نگرش دانش‌آموزان نسبت به انتظارات از یادگیری فیزیک را در گروه آزمایش به سمت نتایج بهتری سوق دهیم. با همین مقیاس می‌توان دیدگاه دانش‌آموزان نسبت به آموزش فیزیک را ارتقا بخشید، کافی است با طراحی کاربرگ‌هایی که افراد را به سوی کشف مفاهیم در زندگی روزمره هدایت کند به آموزش مفهومی فیزیک همت گماشت. ارتقای نگرش دانش‌آموزان نسبت به انتظارات از یادگیری فیزیک نقش مهمی را در استمرار یادگیری در فضای مجازی و تبدیل شدن به یادگیرنده‌های دائمی دارد.

نتیجه‌گیری

رویکردی که برای یادگیری فیزیک در این پژوهش مورد توجه قرار گرفت مبتنی بر ایجاد انگیزه از طریق تغییر نگرش افراد در انتظاراتشان از یادگیری فیزیک بود. هر گاه افراد موفق شوند انتظارات از یادگیری فیزیک را به‌سوی «توانایی علم فیزیک در تحلیل پدیده‌های جهان مرتبط با زندگی روزمره» ارتقا دهند به‌طور خودجوش خواهند توانست جویای یادگیری فیزیک باشند. این پژوهش نشان داد که برای یادگیری فیزیک گاهی نیاز به مواد آموزشی خاص و طراحی‌های آموزشی پیچیده نیست، بلکه با شیوه‌های نوین در دسترس می‌توان در افراد انگیزه یادگیری را ایجاد کرد و آنان را به افرادی خواهان و جویای علم تبدیل کرد، علم یک نیاز و خواست درونی است، اگر انگیزه و جویای علم شدن ایجاد شود، یادگیری آسان خواهد شد.

منابع

1.E.F. Redish (1994), Implications of cognitive studies for teaching physics, Am. J. Phys., 62(9), 802
2. P.R.L.Heron & P.S. Shaffer & L.C. McDermott (2004), Research as a Guide to Improving Student Learning: An Example from Introductory physics, Invention and Impact, proceedings of a Course, Curriculum, and Laboratory Improvement Conference, 37.
3. R. Mayer (1997), Multimedia learning: Are we asking the right questions?, J. Educ. psychol. 32,1.
4. R. Moreno, Roxana & R.Mayer (1999), Cognitive principles of multimedia learning: The role of modality and contiguity, J. E duc. psychol. 91, 358.
5. R. Carney & J. Levin (2002), Pictorial illustration still improve students' learning from text, Educ. psychol. Rev. 14,5.
6. S.Mousavi, R.Low &J. Sweller (1995), Reducing cognitive load by mixing auditory and visual presentation modes, J.Educ. psychol. 87, 319.
7. R.Mayer (2001), Multimedia Learning (Cambridge University Press, New York).
8. R.F.Mudde (2008), Physics of daily life, 3.
9. E. Whitelegg & C.Edwards, Beyond the laboratory (2002). learning physics using real - life contexts, Research in Science Education- past, present, and Future, part6,337-342, DOI: 10.1007/0-306-47639-8-48.
10. H.R.Sadaghiani (2012), Controlled study on the effectiveness of multimedia learning modules for teaching mechanics, PHYSICAL REVIEW SPECIAL TOPICS- PHYSICS EDUCATION RESEARCH 8, 010103.
11. E.F.Redish (2001), Student Expectations in University physics: Using The Maryland physics Expectations Survey, CU. of MD PERG.
12. E. Etkina & A. Van Heuvelen & D.T. Brookes & D. Mills (2002), Role of experiments in physics instruction a process approach, Physics Teacher, 40, 351- 3554.

مرزهای فیزیک

تازه‌ترین اخبار پژوهشی

منیژه رهبر

تلسکوپ هابل ستاره‌ای را می‌بیند که حباب عظیمی را «باد می‌کند.»

این یک تصویر تلسکوپ فضایی هابل است که نشان می‌دهد یک ستارهٔ پرجرم بسیار داغ موجود عظیم حباب‌گونه‌ای را در فضا به‌وجود می‌آورد. اخترشناسانی که با تلسکوپ این منظره را دنبال می‌کنند آن را سحابی حباب یا NGC ۱/۶۳۵ نامیده‌اند.اخترشناسان در بیست‌وششمین سالگرد تولد هابل تصویر یک ستارهٔ پرجرم و بسیار داغ را به نمایش گذاشته‌اند که یک حباب عظیم را در فضا به‌وجود می‌آورد. این تصویر به‌صورت نماد بیست‌وششمین سالگرد پرتاب هابل به مدار زمین توسط سرنشینان شاتل فضایی STS - ۳۱ در ۲۴ آوریل سال ۱۹۹۰ در آمده است.

جان گرونزفلد[1] فضانورد و معاون مأموریت‌های علمی ناسا در واشنگتن دی سی. اظهار داشت «با بیست و ششمین گردش هابل به دور ستارهٔ منظومهٔ ما، خورشید، این رویداد را با یک تصویر تماشایی از بر هم کنش یک ستارهٔ جوان با محیط اطرافش جشن می‌گیریم. منظرهٔ سحابی حباب که از تصاویر WFC ـ ۳ به دست آمده است یادآور می‌شود که هابل یک صندلی در ردیف جلو برای مشاهدهٔ عالم شگفت‌انگیزی که در آن زندگی می‌کنیم دراختیارمان می‌گذارد.

عرض سحابی حباب ۷ سال نوری ـ در حدود یک و نیم برابر فاصلهٔ خورشید از نزدیک‌ترین ستارهٔ همسایه، آلفاها سنتوری، است و در فاصلهٔ ۷۱۰۰ سال نوری در صورت فلکی ذات الکرسی قرار دارد.

ستاره‌ای که این سحابی را تشکیل می‌دهد جرمی ۴۵ برابر خورشید ما دارد. گازهای این ستاره به قدری گرم می‌شوند که به‌صورت «باد ستاره‌ای» با سرعت ۴ میلیون مایل در ساعت در فضا منتشر می‌شوند. این جریان خروجی، گاز میان ستاره‌ای سرد مقابل خود را می‌روبد و لبهٔ خارجی حباب را به‌صورت توده برفی در می‌آورد که هنگام حرکت ماشین برف‌روب در جلوی آن تشکیل می‌شود.

با انبساط پوستهٔ حباب به طرف خارج این بخش ناحیه‌های چگالی از گاز سرد را در یک طرف حباب تشکیل می‌دهد. این عدم تقارن باعث می‌شود که ستاره به‌صورت بارزی خارج از مرکز حباب و از منظر تلسکوپ هابل در موقعیت ساعت ۱۰ به نظر برسد.

در بالای قسمت چپ تصویر ستون‌های چگال از گاز هیدروژن سرد با لبهٔ گرد و غبار وجود دارد و «انگشت‌های» بیشتری را می‌توان در بخش جلو و در پشت حباب شفاف مشاهده کرد.

گازهایی که تا دماهای مختلف گرم شده‌اند رنگ‌های متفاوتی را گسیل می‌کنند: اکسیژن به اندازهٔ کافی گرم است که نور آبی را در نزدیکی ستاره در حباب گسیل کند، در حالی‌که ستون‌های سردتر از ترکیب نورهای هیدروژن و نیتروژن زرد به نظر می‌رسند. ستون‌ها شبیه ستون‌های نمادین به شکل خرطوم فیل در «ستون‌های آفرینش» سحابی عقاب هستند. همان‌طور که از ساختارهای موجود در سحابی عقاب مشاهده می‌شود، ستون‌های سحابی حباب را تابش فرابنفش قوی ناشی ستاره درخشان داخل حباب روشن می‌کند.

سحابی حباب را ویلیام هرشل[2]، اخترشناس برجستهٔ بریتانیایی، در سال ۱۷۸۷ کشف کرد. این سحابی از یک پیش ستاره ولف ـ رایه[3] BD + ۶۰°۲۵۲۲، ستاره‌ای بسیار درخشان، پرجرم، و دارای طول عمر کوتاه تشکیل شده که بخش اعظم هیدروژن در قسمت خارجی خود را از دست داده است. و اکنون با همجوشی هلیم را به عناصر سنگین‌تر تبدیل می‌کند. سن ستاره در حدود ۴ میلیون سال است، و تا ۱۰ تا ۲۰ میلیون سال دیگر به احتمال زیاد به‌صورت ابَر نواختر منفجر می‌شود.

دوربین شمارهٔ ۳ هابل با میدان گسترده در ۲۶ فوریه ۲۰۱۶ تصویر سحابی را با وضوح بی‌سابقه ثبت کرد. رنگ‌ها متناظرند با آبی برای اکسیژن، سبز برای هیدروژن، و قرمز برای نیتروژن. این اطلاعات به اخترشناسان کمک می‌کند تا هندسه و دینامیک این دستگاه پیچیده را درک کنند.

سحابی حباب فقط یکی از تعداد انگشت شمار اجسام نجومی است که با چند وسیلهٔ مختلف موجود در هابل مشاهده شده است.

هابل این سحابی را با دوربین سیاره‌ای میدان گستردهٔ خود (WFPC) در سپتامبر ۱۹۹۲، و با دوربین سیاره‌ای میدان گسترده شمارهٔ ۲ خود (WFPC۲) در آوریل ۱۹۹۹ مشاهده کرد.

تلسکوپ فضایی هابل یک طرح همکاری بین‌المللی بین NASA و آژانس فضایی اروپاست، مرکز پرواز فضایی گودارد در گرین بلت مریلند ادارهٔ تلسکوپ را به عهده دارد.

پی‌نوشت‌ها

1. John Grunsfeld
2. William Herschel
3. Wolf - Rayet

منبع

NASA Godard Space Flight Center
http://phys.org/news/2010 - o4 - hubble - Star - inflating-giant. html

امواج نور چرخان را می‌توان برای فناوری‌های فوتونیک «قفل کرد»

همین طور که این تصویر هنرمندانه نشـــان می‌دهد، یک باریکه نور فرودی بر یک منشـــور شیشه‌ای امواجی به تدریج محو شـــونده و قفل‌شدگی اســـپین ـ تکانه تولید می‌کند که کاربردهـــای عملی بالقوه در مخابـــرات فوتونیک و مدارهای فوتونیـــک دارد. این اثـــر را می‌توان با اســـتفاده از نانو ذرات گمانه‌زنی کرد.

یک ویژگی تازه توصیف شدهٔ مربوط به « اسپین» و تکانهٔ امواج نور امکان استفادهٔ عملی بالقوه در مخابرات و مدارهای فوتونیک دارد.

دانشمندان می‌دانســـتند که **امواج نور** دارای یک میدان الکتریکی هستند که می‌تواند هنگام انتشار دوران کند، و به ویژگی قطبش نور معروف است، و اینکه امواج نور حامل تکانه در جهت حرکت خود هستند. پژوهشگران در یافته‌های جدید خود یک «قفل شدگی اسپین ـ تکانه» را کشف کرده‌اند که به معنی آن است که مثلاً، امواج نور که در جهت پادساعتگرد دوران می‌کنند فقط می‌توانند به جلو حرکت کنند و برعکس.

زوبین جاکوب به استادیار مهندسی برق و رایانه در دانشگاه پوردو[2] می‌گوید «پژوهشـــگران متوجه اثرهای جالب توجهی در ارتباط با انتشار نور جفت‌شده به قطبش آن شده‌اند. آنچه ما نشان داده‌ایم آن است که این اثر منحصر به فرد مربوط به اسپین و تکانه نور از بسیاری جهات شبیه قفل‌شدگی اسپین ـ تکانه‌ای اســـت که در مورد الکترون‌ها رخ می‌دهد. ما نشان داده‌ایم که یک قاعده بســـیار ساده بر این قفل‌شدگی اسپین تکانه حکمفرماســـت. و این یک ویژگی کلی مربوط به تمام مواد اپتیکی و نانوساختارهاست که آن‌ها را برای ابزارهای فوتونیک بالقوه بســـیار سودمند می‌سازد. این کلیت تنها منحصر به نور است و در مورد الکترون‌ها رخ نمی‌دهد.»

یافته‌های پژوهشگران در یک مقاله پژوهشی در شمارهٔ ماه فوریه مجلهٔ *اپتیکا*[3] مربوط به انجمن اپتیک به تفصیل شرح داده شده‌است. قفل شدگی اسپین ـ تکانه را می‌توان در مورد اســـپین فوتونیک به کار برد که انتظار می‌رود اســـپین فوتون‌ها را در ابزارها و مدارهـــا به کار گیرد. در حالی‌که در میکروتراشه‌ها از الکترون‌ها برای محاسبات و پردازش اطلاعات استفاده می‌شود، فوتون‌ها در درجهٔ اول محدود به مخابـــرات و انتقال داده‌ها در **فیبرهای نوری** هســـتند. با این همه، استفاده از اســـپین امواج نور می‌تواند ابزارهایی را امکان‌پذیر سازد که با یکپارچه‌سازی الکترون‌ها و فوتون‌ها عملیات منطقی و کار حافظه را انجام دهند.

جاکـــوب می‌گوید، «بســـیاری از پژوهشـــگران در زمینهٔ الکترونیـــک فکر می‌کنند که وســـیله‌های آینده نه‌تنها از بار الکترون بلکه از اسپین آن نیز استفاده خواهند کرد، حوزه‌ای که به اسپینترونیک معروف است. پرسشی که اکنون مطرح می‌شود آن است که چگونه می‌توان فوتونیک و اسپینترونیک را به هم مربوط ســـاخت. ما باید برخـــی از این ویژگی‌های اســـپین نور زا برای مربوط ســـاختن به اسپینترونیک به کار گیریم به‌طوری که بتوانیم هم از فوتون‌ها و هم از **الکترون‌ها** در ابزارها استفاده کنیم.»

پژوهشـــگران متوجه شـــده‌اند که هنگام تضعیف امواج نور قفل‌شدگی اسپین ـ تکانه اجتناب‌ناپذیر است.

جاکـــوب می‌گوید، اگر نور را در امتـــداد فیبرنوری منتقل کنید، بیشتر در داخل فیبر باقی می‌ماند ولی بخش کوچکی از آن فیبر خارج می‌شود و به این عمل تضعیف و **محو شدن تدریجی موج** می‌گوییم. آنچه نشان داده‌ایم این است که این محو شدن تدریجی امواج دلیل اصلی آن است که قفل‌شدگی اسپین ـ تکانه در سناریوهای عملی فراگیر است.»

همین کار ادامه دارد و شـــاید شامل آزمایش‌هایی شود که در آن از نانو ذرات بالا رونده برای بررسی مطالعهٔ ویژگی‌های **اسپین** ـ تکانه نور استفاده شود.

پی‌نوشت‌ها

1.Zubin Jacob

2. Purdue University

3. Optica

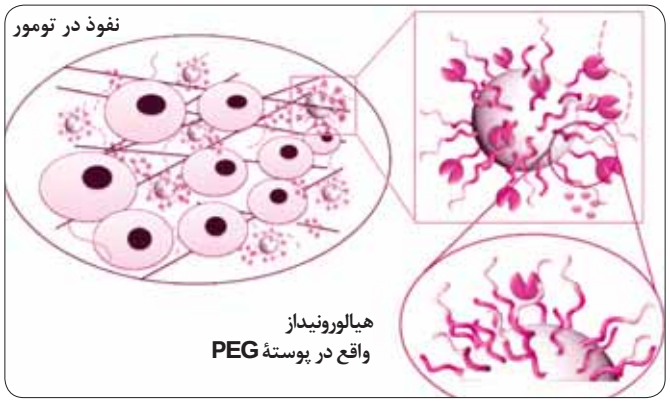
منبع

1.Purdue University

برای اطلاعات بیشتر رجوع کنید به

Universal Spin - momentum locking of evanescent waves. arxiv.org/abs/1504/06361

در لباسی خیره‌کننده: طراحی پوششی برای نفوذ داروها در تومورهای سرطانی



ایـــن راهبرد منحصربه فـــرد تحویل دارو شـــامل تزئین نانو وسیله‌های نقلیه با آنزیمی است که می‌دانیم اسید هیالورونیک را می‌شکند.

بیش از یک دهه اســـت که پژوهشـــگران زیست‌پزشکی در جســـت‌وجوی راه‌های بهتری برای تحویل مســـتقیم داروهای ضدسرطان به تومورهای موجود در بدن هستند. کپسول‌های ریز، موسوم به نانو ذرات، برای حمل داروهای شیمی درمانی، در جریان خون، تا آستانهٔ تومورهای سرطانی مورد استفاده قرار می‌گیرند. اما استفاده از بهترین روش برای عبور ذرات از «طناب مخملی» تومور و ورود به آن هنوز چالشی است که دانشمندان روی آن کار می‌کنند. پژوهشگران دانشگاه درکسل[1] گمان می‌کنند که شگرد دستیابی به نفوذ در تودهٔ سلولی نیازمند نگاهی جدید به نانو ذرات است ـ و با پوششی که بتواند آن را تحت‌تأثیر قرار دهد می‌توان از کنار سپرهای زیست‌شناختی سلول گذشت.

ســـرطان‌درمانی هدفمند وقتی بیشترین تأثیر را دارد که دارو حتی‌الامکان نزدیک به درون **تومور** آزاد شـــود. تا احتمال نفوذ در سلول‌های ســـرطانی و کشتن آن‌ها را زیاد کند. چالشی که پژوهشگران سرطان سال‌هاست با آن رو به رو هستند.

ساخت وسیله‌ای به اندازه کافی خوش‌ساخت و محکم باشد که بتواند دارو را به سلامت از طریق جریان خون به تومور برساند ـ و در عین حال به اندازه کافی چابک باشد که بتواند از پوستهٔ سلولی چگال تومور ـ ماتریسی پر از قندهای موسوم به اسید هیالورونیک ـ بگذرد.

در پژوهشی که اخیراً در مجلهٔ **نانولترز**[2] منتشر شد، هائوچنگ[3] نویسنده اصلی مقاله روشی را برای عبور از آستانهٔ تومور گزارش کرده است که تمام آنچه را که برای سفر این ذرهٔ ریز لازم است شـــرح می‌دهد. او می‌گوید ، «ما در اینجـــا راهبردی را گزارش داده‌ایم که برای غلبه بر موانع زیست‌شناختی، مانند عدم صدور مجوز برای مواد بیگانه در جریان خون توسط دستگاه ایمنی، و پخش ناکارآمد در ماتریس بیرون سلولی سلول‌های **تومور**، لازم است. این یک راهبرد منحصر به فرد شامل تزئین این وسایل نقلیهٔ نانو با انزیم‌هایی است که می‌دانیم هیالورونیک اســـید[4] را، که مانع اصلی در فضای بیرون سلول هستند، در هم می‌شکنند، همچنین افـــزودن یک لایه اضافی پلی‌اتیلن گلیکول که تا اندازه‌ای انزیم‌ها را می‌پوشاند.»

این گروه در مقاله‌ای با عنوان «هیالورونیداز فرو رفته در پوســـتهٔ PEG برای نفوذ بیشتر و تأثیر ضدتورمی کار آمد» گـــزارش می‌دهد که روش آن‌ها چهار بار مؤثرتر از گسیل **نانوذرات** به تومور صلب اســـت که یکی از بهترین راهبردهای مورد استفادهٔ کنونی محسوب می‌شود. نشان داده شده است که وقتی داروهای سرطان در داخل ذرات ریز قرار گیرند می‌توانند مانع از رشد انواع سرطان سینه شوند.

این گروه، شـــامل تعداد زیادی از پژوهشـــگران در زمینه‌های مختلف، پوشش دادن نانو ذرات خود را با چیزی آغاز کردند که در زمینهٔ پژوهش سرطان متداول است و تغییرات اساسی در آن به‌وجود آوردند.

چنگ می‌گوید، «در طراحی کلـــی **نانو ذرات**، مولکول‌های زیستی فعال ـ که منحصر به آنزیم‌ها نیستند ـ به خارجی‌ترین لایهٔ ذرات متصل می‌شدند. این آنزیم‌ها می‌توانند ماتریس اضافی ســـلولی را از بین ببرند و باعث افزایش قدرت نفوذ نانو ذرات در تومورهای صلب شوند.»

اما این بار اضافی می‌تواند مسائلی را در بدن به وجود آورد. یک مسئلهٔ آن است که اتصال آنزیم به نانو ذرات می‌تواند باعث شود که آن‌ها پیش از رســـیدن آن‌ها به تومور و تحویل دارو، توسط جریان خون از بدن خارج شـــوند. همین‌طور این احتمال وجود دارد که حرکت در جریان خون آنزیم‌ها را بی‌اثر کند.

برای مقابله با این مسائل و حفظ نانو ذرات، گروه تصمیم گرفت از یک لایه اضافی استفاده کند که نه‌تنها بارگرانبها را محافظت می‌کند، بلکه آنزیم‌ها را به‌گونه‌ای قرار می‌دهد که بیشترین تأثیر را داشته باشند.

چنگ می‌گوید:« طرح ما از این رو بدیع است که ما آنزیم‌های هیالورونیداز را تا اندازه‌ای در یک لایهٔ دوم پلی اتیلن گلیکول قرار دادیم تا پوستهٔ خارجی نانو ذره را تشکیل دهد. این طرح تأثیـــر آنزیم‌ها برکند کردن جریان ذرات را به شـــدت کاهش می‌دهد و امکان حفظ تأثیـــر آنزیم‌ها پس از نفوذ در تومور را فراهم می‌سازد.»

قرار دادن آنزیم‌ها در لایه‌های پلی اتیلن گلیکول (PEG) این اطمینان را به وجود می‌آورد که ظاهر نانو ذرات دستگاه ایمنی بدن را فریـــب دهد تا آن‌ها بتوانند در حالی به راحتی به تومور

پی‌نوشت‌ها
1. Drexel university
2. Nano Letters
3. Hao cheng
4. hyaluronic acid

منبع
Drexel University
برای اطلاعات بیشتر رجوع کنید به:
Hyaluronidase Embeded in Nano Carrier PEG Shell For Enhanced Tumor Penetration and Highly Efficient Antitumor Efficacy Pubs. aCS. Org/ doi/ abs/ 10.1021 acs/ nanoletl 6b00820

برسند که هنوز ذره می‌تواند با هر هیالورونیک اسیدی که هنگام نفوذ در سلول با آن مواجه می‌شود برخورد کند. پژوهشگران دیگر نظریه‌ای را امتحان کرده‌اند که تومور را ابتدا در معرض آنزیم‌ها و سپس نانو ذرات قرار می‌دهد، اما این روش به اندازهٔ روش چنگ مؤثر نیست زیرا روش آن‌ها آنزیم‌ها را در مدت نفوذ در تومورها حفظ و امکان از بین رفتن غیرضروری هیالورنیک اسید را کمینه می‌کند.

او گفت:«از بین رفتن **هیالورونیک اسید** مانع موجود بر سر راه پخش نانو ذرات را از میان برمی‌دارد و امکان دسترسی آن‌ها به سلول‌های سرطانی را فراهم می‌سازد. افزایش پخش امکان تجمع نانو ذرات در تومورها را فراهم می‌آورد و هر چه تعداد بیشتری نانو ذرات وارد تومور شوند امکان کوچک شدن تومور بیشتر می‌شود.»

بخشی از کار پژوهشی این گروه مقایسه روش به کار رفته با پژوهشگرانی بود که از لایهٔ دوم **پلی اتیلن گلیکول** استفاده نکرده بودند و آنزیم‌های از بین برندهٔ ECM را نداشتند. آن‌ها متوجه شدند که روش آن‌ها هم در نفوذ در سلول و هم در تجمع در **سلول‌های سرطانی** بهتر عمل می‌کرد.

پژوهشگران توان بالقوهٔ بسیاری را برای استفاده از این روش در موارد مختلف درمان سرطان پیش‌بینی می‌کنند.

ستارهٔ طلا: جست‌وجوی منشأ طلا در عالم

این تصویر برخورد دو ستارهٔ نوترونی را نشان می‌دهد.

ستارگان در هنگام ادغام در یکدیگر مواد را با سرعت ۱۵ تا ۵۰ درصد سرعت نور به فضا پرتاب می‌کنند. گمان می‌رود که ادغام‌شدن‌های از این نوع منبع طلا و دیگر فلزات سنگینی باشد که در سراسر عالم یافت می‌شود.

آیا گمان می‌کنید که طلای حلقهٔ یا ساعت شما از معدنی در افریقا یا استرالیا می‌آید؟ به مسافت‌های دورتر، بسیار دورتر بیندیشید.

پژوهشگران دانشگاه ایالتی میشیگان با همکاری همکاران خود در دانشگاه فنی‌دار مشتات روی پاسخ دادن به این پرسش اسرارآمیز در علوم تمرکز کرده‌اند که عناصر سنگین مانند طلا از کجا سرچشمه می‌گیرند؟

در حال حاضر دو نامزد برای آن وجود دارد که هیچ‌کدام از آن‌ها در روی زمین قرار ندارند ـ یک ابرنواختر ـ یعنی ستارهٔ سنگینی که در زمان قدیم فرو ریخته و سپس به‌صورت فاجعه‌آمیزی زیر بار سنگین وزن خود منفجر شده است، یا ادغام شدن ستارگان نوترونی در یکدیگر، که در آن دو تا از این ستارگان کوچک و به طور باورنکردنی سنگین به هم می‌پیوندد و مقدار زیادی از مواد حاصل از برخورد را بیرون می‌ریزند.

در مقاله‌ای که اخیراً در *فیزیکال ریویولترز* منتشر شده است، پژوهشگران به تفصیل شرح داده‌اند که چگونه با استفاده از مدل‌های رایانه‌ای به پاسخی نزدیک شده‌اند.

ویتولد نازاره‌ویس استاد مستقر در مرکزی برای باریکه‌های ایزوتوپ نادر و نویسندهٔ همکار مقاله می‌گوید، «در این هنگام هیچ‌کس پاسخ را نمی‌داند ولی این کار راهنمای ما در انجام آزمایش‌ها و پیشرفت‌های نظری است.»

با بهره‌گیری از داده‌های موجود که اغلب به کمک رایانه‌های پیشرفته به دست آمده‌اند، پژوهشگران توانسته‌اند تولید عناصر سنگین را هم در ابرنواخترها و هم در ادغام ستارگان نوترونی شبیه‌سازی کنند.

به گفته این پژوهشگر، «کار ما ناحیه‌هایی از عناصر را نشان می‌دهد که مدل‌ها پیش‌بینی خوبی را در اختیار می‌گذارند. آنچه باید انجام دهیم شناسایی حوزه‌هایی است که با آزمایش‌هایی که در آینده صورت خواهد گرفت عدم قطعیت در مدل‌های را کم خواهد کرد.»

پی‌نوشت‌ها

1.Physical Review Letters

2.Witold Nazarewicz

منبع

1.Michigan state University

برای اطلاعات بیشتر رجوع کنید به

D. Martin et al .Impact of Nuclear Mass Uncertainties on the Process. *Physical Review Letters* (2016) **DOL. 10/1103/ Phys Revlett. 116. 121101**

تعیین ضریب‌های معادله حالت در آب‌های جزیره قشم (خوریات خوران)

مریم خوشخو، کارشناس ارشد فیزیک دریا، استاد پژوهشسرای رازی ری۱
افسانه کرمی‌پور، کارشناسی ارشد فیزیک دریا، دبیر فرزانگان شیراز
هنده مجدی، دانش‌پژوه، عضو پژوهشسرای رازی ری۱
محدثه تاجیک

چکیده

معادله حالت دریا شاخص کلیدی آب‌وهوا و کمیت مهم مشاهده‌ای در مدل‌های جهانی است همچنین ضریب‌های معادله حالت دریا مهم‌ترین پارامتر محدودکنندهٔ آب‌وهوای محلی و گردش اقیانوس است. وقوف بر معادله حالت دریا و تغییرات آب‌وهوایی از اصول پیش‌بینی مشخصات آبی و زیستگاه‌های طبیعی است. روش‌های آماری در مشاهدات پارامترهای دریایی نقش اساسی دارند. در بررسی داده‌های ثبت شده‌ای که مشخصه‌های آن‌ها با زمان گسترش می‌یابند به ایده‌های آماری که بر توصیف‌های محلی تکیه دارند، نیاز است. به علاوه در ساختار زمانی اطلاعات مشاهده شده در تفسیر تغییرات بسامدی، نقش ماندگاری تغییرات پارامترهای دریا و جریان را باید ارزیابی کرد.

داده‌های مشاهده‌ای سال ۱۳۸٤، همراه با داده‌های جوی مربوط در ایستگاه جزیره قشم در توصیف پاسخ دریایی ضریب‌های معادله حالت و پایداری، دمای آب و باد محلی مورد مطالعه قرار گرفت. مشخصهٔ تغییرات کمیت‌های فیزیکی با استفاده از نمودارهای طیفی بررسی شده است.

با شروع فصل گرما، با به‌وجود آمدن تغییرات دما در ستون آب، لایهٔ دما شیب (ترموکلاین[۲]) مشاهده می‌شود. وجود لایهٔ دماشیب در فصل تابستان متأثر از بالا بودن ظرفیت گرمایی آب و عدم نفوذ گرما در فصل زمستان به لایه‌های زیرین است.

اثر عوامل آب‌وهوایی با به‌کارگیری روش رگرسیون قدم‌به‌قدم مطالعه شده است. نتایج رگرسیون ساده و چند متغیره نشان می‌دهد این پارامترها به‌طور قوی به هم وابستهٔ داخلی هستند، چگالی آب‌خوران بیشتر تابع تغییرات دمای آب تا میزان شوری آب است. اثر قابل ملاحظه تغییرات دما با عمق (کاهش) و تغییرات شوری با عمق (افزایش)، حاکی از تأثیرگذاری تبادل آب با دریای عمان و شوری تنگه هرمز و تأثیر بیشتر تبخیر نسبت به بقیه عوامل مؤثر بر شوری در مناطق دیگر است که می‌توان پایداری در منطقه (عدد بدون بعد ریچاردسون توده‌ای) و نزدیک بودن ضرایب معادله حالت‌به‌حالت پایه را یادآور شد.

کلیدواژه‌ها: جزیره قشم (خوران)، پارامترهای فیزیکی آب، پایداری، معادله حالت

بررسی ویژگی‌های منابع بوم‌شناختی نخستین گام برای هر گونه مطالعه در جهت شناخت عوامل تأثیرگذار بر رفتار و شرایط موجود در دریاست گیرد.

جزیره قشم دارای نقش اساسی در تنوع و پراکنش در رفتارهای زیستی موجودات است، به همین لحاظ اطلاع و آگاهی از چگونگی شرایط حاکم بر آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در تحقیق حاضر با اندازه‌گیری‌های انجام شده تغییرات ماهانه مربوط به خصوصیات فیزیکی آب‌های اطراف جزیره قشم (منطقه خوریات خوران) از قبیل دمای آب، شوری و چگالی با استفاده از روش آزمایشگاهی (بطری‌های برگردان نانسن) در سال ۱۳۸٤ تعیین شده است.

- جزیره قشم بزرگ‌ترین جزیره در خلیج‌فارس در ´ ۳۲ و ° ۲٦ الی ´ ۱ و ° ۲۷ عرض شمالی و ´ ۲۷ و ° ٥٦ الی ´ ۱٦ و ° ٥٥ طول شرقی قرار دارد. این جزیره با مساحتی بالغ بر ۱٤۳۰ کیلومتر مربع توسط تنگهٔ خورخوران از سواحل ایران جدا می‌شود.

با توجه به اهمیت منابع غذایی دریایی در نیازهای حیاتی بدن، کوشش برای بهره‌گیری از منابع آبی در جهت تأمین نیازهای غذایی، باعث گسترش فعالیت در بخش تکثیر و پرورش آبزیان و صنعت شیلات شده است. استان هرمزگان با دارا بودن مرز آبی با خلیج فارس، وجود تعداد متناهی خور، جنگل حرا و خلیج کوچک و بزرگ، محیط مناسبی جهت زندگی، تخم‌ریزی و یا مهاجرت آبزیان با ارزش شیلاتی در قسمت‌های ساحلی استان شده است. جزیره قشم به خاطر موقعیت راهبردی خود که در انتهای آن بنادر مهم صیادی درگهان، لافت، گوران قرار دارد، وجود آبزیان با ارزش شیلاتی از لحاظ تنوع و تولید بی‌مهرگان و پرورش جلبک‌های دریایی جزء بوم سامانه‌های مهم کشور به شمار می‌رود. بهره‌برداری اصولی و اقتصادی از منابع آبزیان به

مطالعات گوناگونی نیازمند است بررسی منابع بوم‌شناختی که دربرگیرنده عوامل فیزیکی، شیمیایی و زیست‌شناختی هستند و تغییر در شرایط فیزیکی و یا عوامل دیگر باعث تأثیر مستقیم در بستر زیستی موجودات زنده به‌ویژه در مناطق ساحلی می‌شود و در روند توسعه یا محدودیت منابع زیستی منطقه تأثیر قابل توجهی را به‌جا خواهد گذاشت. لذا با توجه به این مطلب که نیمی از مردم قشم به شغل صیادی مشغولند و اهمیت پرورش ماهی در منطقه، شناخت هر یک از عوامل تشکیل‌دهنده این بوم سامانه اعم از فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی از اساسی‌ترین مواردی است که امکان بهره‌برداری بهینه از این بوم سامانه را مهیا خواهد کرد (کمیجانی، ۱۳۸۷؛ نیکویان، ۱۳۷٦).

تاکنون مطالعات مختلفی در زمینه روند تغییرات پارامترهای فیزیکی صورت گرفته است، در محدوده آب‌های ایران و سواحل شمالی خلیج فارس تحقیقاتی توسط پژوهشگران ایرانی صورت پذیرفته است که یکی از این پروژه‌های تحقیقاتی توسط (ابراهیمی، نیکویان، م، ع، ۱۳۸۰) چگونگی توزیع عمودی دما شوری، چگالی، رسانایی الکتریکی و روند تغییرات فصلی آن‌ها در آب‌های محدوده شمال شرقی خلیج فارس است که نتایج حاصل میانگین توزیع عمودی دما و روند تغییرات فصلی نشان داد که لایهٔ دماشیب فصلی در بهار تشکیل، در تابستان تشدید، در اواخر پاییز تضعیف می‌شود و در زمستان از بین می‌رود. با توجه به نتایج و با مقایسه روند تغییرات فصلی ملاحظه می‌گردد که روند تغییرات فصلی در لایه‌های سطحی و عمقی متفاوت است و به‌طوری‌که مقدار آن در لایه‌های سطحی و فوقانی در بهار و تابستان بیشتر از پاییز و زمستان است در صورتی‌که در لایه‌های تحتانی کمتر از پاییز و زمستان به‌دست آمده است.

در این تحقیق نتایج به‌دست آمده نشان داد که مقدار شوری در لایه‌های سطحی در پاییز و زمستان بیشتر از فصل بهار و تابستان بوده به طوری‌که حداکثر مقدار آن در اواخر پاییز و حداقل مقدار آن در بهار است. به نظر می‌رسد یکی از علل اصلی کاهش شوری در بهار بارندگی و افزایش آن در پاییز عامل باد و تبخیر باشد. تبخیر یکی از عوامل بسیار مهمی است که تأثیر به‌سزایی بر روی توازن آب و مقدار شوری آب‌های خلیج‌فارس داشته و یکی از عوامل اصلی کنترل‌کننده روند تبادل جریان‌های ورودی و خروجی بین دریای عمان و خلیج‌فارس ازطریق تنگه هرمز است.

در پایان‌نامه دیگری که توسط (سهرابی ملایوسفی، م، ۱۳۸۰) بر روی رسوبات و کانی‌های جنگل‌های مانگرو در شمال غرب جزیرهٔ قشم صورت پذیرفت برخی از پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب شوری و دما در دو فصل مورد بررسی قرار گرفت که نتایجی را در بر داشته است. بررسی مشخصات فیزیکی و شیمیایی آب دریا در سواحل شمالی و جنوبی نشان می‌دهد آب در منطقه جنگلی‌های مانگرو به علت حرکت رفت و برگشت امواج جزر و مد و ذرات معلق فراوان، کدر و گل‌آلود در سواحل جنوبی بسیار شفاف‌تر است، دمای آب در جنگل‌های مانگرو به علت تحرک کمتر، بالاتر است. کاهش دمای آب در سواحل جنوبی به دلیل اختلاط آب‌ها و ارتباط با آب‌های آزاد است. میزان شوری آب در ایستگاه‌های مربوط به جنگل مانگرو ۲٦/۱-۲۳/۸ گرم بر کیلوگرم در فصل سرد و ۳۸/۹-۳۸ گرم بر کیلوگرم فصل گرم اندازه‌گیری شده است. تغییرات شوری آب کاملاً متأثر از سه عامل افزایش دما، افزایش میزان تبخیر ورودی آب‌های سطحی است. بیشترین مقدار شوری در سواحل جنوبی مربوط به ایستگاه نمکدان (بالاتر از ٤۰ گرم بر کیلوگرم) است که به علت مجاورت با گنبد نمکی نمکدان، منطقی است. صرف‌نظر از این استثنا به‌طورکلی میزان کمتر شوری در سواحل شمال قشم، به علت ورود نهرهای متعدد فصلی به این سواحل است، هر چند که به‌طوری آب این نهرها کمی شور هستند.

۲. معرفی برخی از پارامترهای فیزیکی

الف) شوری آب دریا: شوری به صورت مقدار کل مادهٔ جامد حل شده بر حسب گرم در یک کیلوگرم آب دریا، که کل کربنات آن به اکسید تبدیل شده، تعریف می‌شود. شوری تابعی از فشار و دما است. (کمیجانی، ۱۳۸۷) براساس تحقیقات به‌عمل آمده، رابطهٔ ثابتی بین یون کلر و شوری آب دریا وجود دارد و در اندازه‌گیری دقیق غلظت شوری، از یون کلر موجود در آن استفاده می‌کنند.

$$S‰ = ۱.۸۰۵۵ / ۰۰CL + ۰.۰۳$$

ب) معادله حالت دریا: یک رابطهٔ غیرخطی بین دما، شوری و فشار آب دریا که به‌وسیلهٔ آن چگالی آب دریا محاسبه می‌شود.

در حالت ساده می‌توان از رابطهٔ خطی زیر استفاده کرد:

$$\rho - \rho_{.} = \left[\overline{\alpha}\left(T - T_{.}\right) + \overline{\beta}\left(S - S_{.}\right) + \overline{K}P\right]$$

که در آن $\overline{\alpha}, \overline{\beta}, \overline{\kappa}$ به ترتیب از راست به چپ، ضریب تراکم‌پذیری بر حسب $kgm^{-۳}\,dbar^{-۱}$، ضریب انقباض ناشی از شوری($Kgm^{-۳}psu^{-۱}$) و ضریب انبساط گرمایی ($kgm^{-۳}\,°C^{-۱}$) متوسط هستند که مقادیر آن‌ها به‌ویژگی آب منطقه بستگی دارد. برای اقیانوس مرجع:

$$\alpha = -۰.۱۵(kg/m^{۳}.°c)$$

$$\beta = ۰.۷۸(kg/m^{۳}.psu)$$

$$\kappa = ۴.۵\times۱۰^{-۳}(kg/m^{۳}.dbar)$$

$\rho_{.}, T_{.}, S_{.}$ مقادیر ثابت برای اقیانوس مرجع هستند:

$$S_{.} = ۳۵Psu, T_{.} = ۱۰^{\circ}C, \rho_{.} = ۱۰۲۷kg/m^{۳}$$

با در نظر گرفتن این مقادیر، دقت محاسبهٔ چگالی $\pm ۰/۵kg/cm^{۳}$ خواهد بود.

ج) لایه‌بندی ستون آب: حضور توده‌های آب با ویژگی‌های متفاوت در کنار یکدیگر، موجب لایه‌بندی آب می‌شود. هر چه لایه‌بندی ستون آب کمتر باشد، انرژی پتانسیل آن بیشتر خواهد بود. درجهٔ لایه‌بندی آب به‌وسیلهٔ عدد فرود $(Fr)^{4}$ مشخص می‌شود (کمیجانی، ۱۳۸۷)

$$Fr = \frac{U^{2}}{\sqrt{g'h}} \quad g' = g\frac{\rho_{1} - \rho_{2}}{\rho}$$

h مقیاس طولی قائم، U مقیاس سرعت افقی هستند. اگر $Fr << 1$، آب شدیداً لایه‌بندی شده است.

اگر $Fr >> 1$، اثرات لختی جریان زیاد است.

اگر $Fr = 1$، جریان بیشترین نوسان‌ها را دارد.

ایجاد همرفت آزاد پخش دوجانبه به اختلاف در بخش مولکولی شوری و گرما در دریاها مربوط شده که از نظر دینامیکی حالت ویژه‌ای دارد. مثلاً اختلاف ضریب پخش مولکولی شوری صد برابر کمتر از ضریب پخش مولکولی گرماست. این عامل باعث ناپایداری و ایجاد همرفت شده ضمن کاهش انرژی پتانسیل در ستون آب، باعث افزایش گرادیان چگالی در ستون آب می‌گردد. (جوکار ۱۳۸۳)

د) عدد ریچاردسون توده‌ای: تحقیقات کاما و کالکون (۱۹۹۲) و یانگ (۱۹۹۸) نشان داد که امواج در شرایط ناپایدار (هنگامی که آب گرم‌تر از هوا است) سریع‌تر رشد می‌کنند. یانگ به کمک عدد ریچاردسون توده‌ای در حالت $R_b<0$ شرایط ناپایدار را تشریح کرد.

T_a, T_w: دمای سطح هوا و آب برحسب کلوین

$$R_b = \frac{g(T_a - T_w)}{Z_t T_a \left[\frac{u}{z}\right]^{2}}$$

u: سرعت باد

z: ارتفاعی که سرعت باد اندازه‌گیری می‌شود

z_t: ارتفاعی که دما هوا اندازه‌گیری می‌شود.

وقتی که آب گرم‌تر از هوا باشد شار گرمایی به سمت بالا است و گرادیان چگالی جو به این صورت است که هوای با چگالی بیشتر روی هوا با چگالی کم‌تر قرار می‌گیرد و شرایط ناپایدار است برای مقادیر $0<R_b<1$ شرایط هنوز می‌تواند از نظر دینامیکی ناپایدار باشد ولی شدت تلاطم ایجاد شده با ناپایداری، شدیداً وابسته به مقدار R_b است، به‌طوری که با افزایش R_b مقدار آن کاهش می‌یابد. بنابراین در حالت کلی Rb مثبت، معرف شرایطی است که در آن، بیشتر اثر پایداری حاکم است.

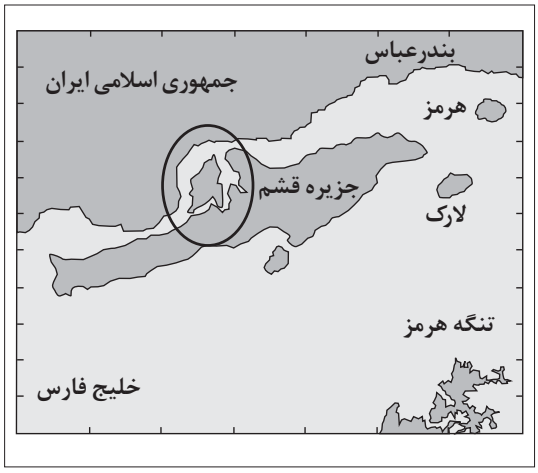
۳. روش اندازه‌گیری پارامترها و موقعیت ایستگاه‌ها

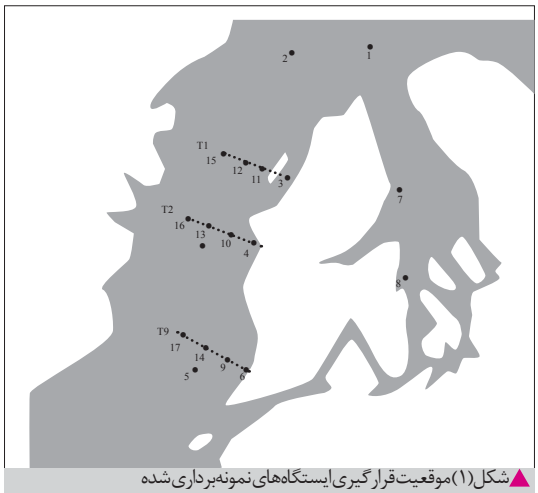
اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکی اطراف جزیره قشم با همکاری سازمان شیلات استان هرمزگان در طی سال ۱۳۸۴ انجام شده است. در این تحقیق از اطلاعات اندازه‌گیری فوق استفاده به‌عمل آمده است. قبل از شروع عملیات نمونه‌برداری در ایستگاه‌های موردنظر، موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های با استفاده از دستگاه موقعیت‌یاب GPS ثبت گردید. طبق روال گشت‌های تحقیقاتی، پس از استقرار شناور در موقعیت جغرافیایی پیش‌بینی شده، ابتدا دمای هوا با استفاده از دماسنج‌های جیوه‌ای نصب شده روی شناور با دامنه تغییرات ۱۰۰-۰ درجه سانتی‌گراد و دقت ۰/۲ درجه قرائت و ثبت گردید. سپس عمق ایستگاه نیز از طریق عمق‌یاب تعبیه شده در شناور مشخص شد.

نمونه‌برداری از آب هر ایستگاه در عمق تعیین شده توسط بطری نانسن به سیم‌وینچ متصل شده بود صورت گرفت. نمونه‌ها جهت سنجش آزمایشگاهی در ظروف پیش‌بینی شده جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل شده و در آنجا نسبت به سنجش و آنالیز نمونه‌ها اقدام گردید.

برداشت پارامترهای فیزیکی طی ۱ دوره یک ساله (۱۳۸۴) حدالامکان در اواسط هر ماه انجام شد. از آنجایی که نمونه‌برداری‌ها در زمان‌های متفاوتی در تراز مد کامل انجام شد، عمق نمونه‌برداری‌ها با دقت بسیار بالایی تعیین شده است. آب‌های توسط بطری‌های مورد آزمایش جهت بررسی خصوصیات فیزیکی آب دریا در قشم (عمق متناسب، دما، شوری، چگالی) به آزمایشگاه انتقال یافت. به‌منظور تعیین ایستگاه‌های نمونه‌برداری با توجه به جزر و مدهای پیاپی و نفوذ ذرات جامد به خوریات و احتمال تراسب ذرات معلق در دهانه و گهگاه در بستر خوریات سعی شد ایستگاه‌های نمونه‌برداری به گونه‌ای انتخاب شود که نخست شاخص بخش وسیعی از منطقه بوده و دوم آنکه انجام نمونه‌برداری طی ۳-۲ روز در هر ماه امکان‌پذیر باشد.

از این رو برای مقایسه دو منطقه با ویژگی‌های متفاوت توپوگرافی و اقلیمی و همچنین شرایط مختلف فیزیکی و با لحاظ نمودن وضعیت سواحل جزیره سعی گردید که تعیین ایستگاه‌های نمونه‌برداری (شکل ۱) با استفاده از عامل جنس رسوب بستر انتخاب شوند.





شکل(۱)موقعیت قرارگیری ایستگاه‌های نمونه‌برداری شده

ناحیه	شماره ایستگاه	عمق (متر)	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
۱	۱	۱۸	۵۵° ۴۲ ۰″	۲۶° ۵۷′۰″
۱	۷	۱٤	۵۵° ۴۲ ۶۰″	۲۶° ۵۲ ۴۰″
۱	۸	۷	۵۵° ۴۳ ۰″	۲۶° ۵۰ ۰″
۲	۲	۱۵	۵۵° ۳۹ ۲۰″	۲۶° ۵۶ ۵۰″
۲	۳	۱۵	۵۵° ۳۹ ۱۰″	۲۶° ۵۳ ۰″
۲	٤	۱۹	۵۵° ۳۷ ۳۰″	۲۶° ۵۱ ۱۰″
۲	۵	۱۰	۵۵° ۳۶ ۱۰″	۲۶° ۴۷ ۲۰″
۲	٦	۹	۵۵° ۳۸ ۲۰″	۲۶° ۴۷ ۰″

جدول (۱) مشخصات ایستگاه‌های نمونه‌برداری شده

T۱	۳	۵۵° ۳۹′۱۰″	۲۶° ۵۳۰″
T۱	۱۱	۵۵° ۳۸′۲۹	۲۶° ۵۳′۱۷
T۱	۱۲	۵۵° ۳۷′۴۸	۲۶° ۵۳′۳۱
T۱	۱۵	۵۵° ۳۷′۸	۲۶° ۵۳′۴۶
T۲	٤	۵۵° ۳۷۳۰″	۲۶° ۵۱۱۰″
T۲	۱۰	۵۵° ۳۶′۵۰	۲۶° ۵۱′۲۱
T۲	۱۳	۵۵° ۳۶′۱۱	۲۶° ۵۱′۴۰
T۲	۱٦	۵۵° ۳۵′۳۰	۲۶° ۵۲′۲
T۳	٦	۵۵° ۳۸۲۰″	۲۶° ۴۷′۰″
T۳	۹	۵۵° ۳۷′۳۹	۲۶° ۴۷۱۸
T۳	۱٤	۵۵° ۳۶′۵۵	۲۶° ۴۷′۳۵
T۳	۱۷	۵۵° ۳۶′۹	۲۶° ۴۷′۵۷

بدین منظور تعداد ۱۷ ایستگاه که ۸ ایستگاه نمونه‌برداری به دو منطقه در خور سید احمدی و خور مساگه (جدول۱) و از این‌رو با لحاظ نمودن وضعیت شیب ساحل سعی گردید که ۹ ایستگاه نمونه‌برداری به‌گونه‌ای انتخاب شوند که ضمن پوشش قرار دادن بخش وسیعی از آب‌های خوریات، اعماق مختلف را نیز در برگرفته و وسعت بیشتری از آب‌های منطقهٔ مورد مطالعه را شامل شود. بدین منظور تعداد ۳ خط نمونه‌برداری[۵](Transect) عمود بر ساحل انتخاب و بر روی هر ترانسکت ٤ ایستگاه به فواصل حدود ٦,۵ کیلومتر تعیین گردید. داده‌های هواشناسی ایستگاه همدیدی (سینوپتیک) شهرستان قشم در موقعیت طول جغرافیایی ′ ۵۵,۵۵ و عرض جغرافیایی ′ ۲٦,۵۵ به‌صورت ۱ ساعته و ۳ ساعته در بازهٔ ۱۲ ماه تهیه شده. البته این داده‌ها به‌صورت فایل متنی بوده، در نتیجه اقدام به وارد کردن آن‌ها به نرم‌افزار اکسل (Excel) گردیده شد. این اطلاعات شامل سرعت و جهت باد، بارندگی، تبخیر، دمای هوا و ... است که از ارتفاع ٦ متری زمین ثبت شده‌اند.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

۴-۱- روش‌های آماری

سامانهٔ آماری مرتبط با همبستگی پارامترهای مورد مطالعه نشان می‌دهد: در بیشتر مواقع سال، با افزایش عمق، شوری و چگالی آب افزایش یافته، و دما کاهش می‌یابد. دمای سطحی و عمقی آب با چگالی و شوری از یک همبستگی منفی برخوردار است. با توجه به ضریب همبستگی پیرسون بین دما، شوری و چگالی سطحی به این نتیجه رسیدیم که دمای سطحی آب در چگالی سطحی، اثر بیشتری نسبت به شوری دارد.

برای حصول اطمینان از رسیدن به بهترین الگو و دسترسی به بالاترین دقت، از تحلیل رگرسیون خطی تعمیم یافته با سطح اطمینان ۹۹درصد استفاده گردید. نتایج حاصل به‌صورت یک رابطهٔ خطی مستقل از مکان و وابسته به زمان (ماه) تهیه شد. در این روابط عمق، دما و شوری پارامترهای مستقل و چگالی کمیت وابسته و متأثر از پارامترهای ذکر شده در نظر گرفته شده است.

۴-۲- معادله حرکت:

پیکره آبی کم‌عمق خوریات خوران (قشم) به شدت تحت‌تأثیر سرزمین‌های خشک اطراف خود قرار دارد. منطقه شرقی به علت قرارگیری بین سواحل نزدیک به هم (شکل۱) تغییرات قابل بررسی را از خود نشان نمی‌دهد.

بدین منظور در منطقه غربی با حضور ۵ ایستگاه نمونه‌برداری، ۳ ایستگاه به‌عنوان ایستگاه‌های شاهد قرار گرفته شده است. علت انتخاب ایستگاه‌های شاهد، محاط بیشتر منطقه و فاصله گرفتن از جنگل‌های حرا است. در جدول (۲) مشخصات ایستگاه‌های شاهد آمده است.

جدول (۲)

شماره ایستگاه	عمق	چگالی	شوری
۱	۱۸	۱۰۲۳/۰۷	۳۵/۸۲۳
٤	۱۹	۱۰۲۳/۱۵	۳٦/۰۵۳
۵	۱۰	۱۰۲۳/۱٤	۳٦/۲۹۲

برای تعیین ضرایب معادله حالت برنامه‌ای در محیط نرم‌افزاری Mepel۱۲ نوشته تا ضرایب سه معادله را به‌دست آورد. نتایج به‌دست آمده به شرح زیر است.

$$\alpha = -۰.۱۴۳(kg/m^۳.^\circ c)$$

$$\beta = ۰.۷۲۱(kg/m^۳.psu)$$

$$\kappa = ۴.۱۱\times۱۰^{-۳}(kg/m^۳.dbar)$$

با مقایسه این ضرایب با اقیانوس مرجع می‌توان با تقریب بسیار خوبی اعلام داشت که در منطقه خوریات خوران (قشم) یک رابطهٔ ساده خطی بین درجه حرارت، شوری، فشار و چگالی آب دریا حاکم است.

۴-۳- بررسی خطوط هم مقادیر

نتایج حاصل از داده‌برداری CTD تا اعماق نهایی (۲۱/٤ متر) ساختار لایه‌ای را در برخی از فصول سال نشان می‌دهد. ساختار لایه‌ای همواره از نظر چگونگی تشکیل مورد پرسش قرار گرفته است. به‌طور متداول اغلب ساختارهای لایه‌ای را به پدیدهٔ همرفت پخش دوجانبه نسبت می‌دهند (بیدختی، ۱۳۷۱). ایجاد همرفت آزاد پخش دوجانبه به اختلاف در پخش مولکولی شوری و گرما در دریاها مربوط می‌شود که از نظر دینامیکی حالت ویژه‌ای دارد. مثلاً اختلاف ضریب پخش مولکولی شوری صد برابر کمتر از ضریب پخش مولکولی گرما است.

$$K_T = \frac{۸}{۱۰}, K_s = \frac{۸}{۱۰۰۰} \rightarrow \frac{K_s}{K_T} = ۰.۰۱$$

این عامل باعث ناپایداری و ایجاد همرفت شده، ضمن کاهش انرژی پتانسیل در ستون آب، باعث افزایش گرادیان چگالی در ستون آب می‌شود.

مقادیر نفوذ نمک به عبارتی پخش دوجانبه و اختلاط برای آب دریا در صورتی که جریان ضعیف باشد از رابطهٔ زیر پیروی می‌کند:

$$F_s = -\rho X_s \frac{\partial s}{\partial n}$$

علامت منفی عبارت از نفوذ در جهت پایین آمدن گرادیان حاصل می‌شود. برای آب دریا ضریب نفوذپذیری مولکولی نمک عبارت است از:

$$Xs = ۱/۵ * ۱۰^{-۹} m^۲/s$$

با توجه به ثابت داده شده، نفوذ نمک، به عبارتی جابه‌جایی مقدار مولکولی نمک بسیار کم است. با توجه به خطوط هم مقادیر دما در ماه‌های نمونه‌برداری شده در فصل زمستان ۱۳۸٤، (شکل ۲ تا۷) تغییرات ستون آب از سطح تا بستر ناچیز و تقریباً ثابت می‌ماند که این امر مشخص‌کنندهٔ یکنواختی[٦] ستون آب در زمستان است. طی این فصل، در دمای قسمت‌های شرقی همواره از غرب بیشتر است. روند تغییرات میانگین درجه حرارت در طول این دوره‌ها از شرق به مقدار $۲۱/۱۳^\circ C$ به سمت قسمت مرکزی کاهش (حدود $۲۱/۰۷^\circ C$) و مجدداً به سمت غرب با دمای $۲۰/۲۹^\circ C$ نیز کاهش می‌یابد (به‌جز اسفندماه که اختلاف دمای شرق و غرب $۰/۰۷^\circ C$ است). بدین ترتیب اختلاف دمای بخش‌های مختلف، کمتر از یک درجهٔ سانتی‌گراد است.

نفوذ گرما در آب‌ها به طور تقریبی از رابطهٔ زیر پیروی می‌کند:

$$\mathbb{Q} = -\rho c_p k_{\mathbb{Q}} \frac{\partial T}{\partial n}$$

علامت منفی بدان معناست که نفوذ در جهت پایین آمدن گرادیان اتفاق می‌افتد.

نفوذپذیری مولکولی گرما

$$K_{\mathbb{Q}} = ۱/۵ * ۱۰^{-۷} m^۲/s$$

گرمای ویژه در فشار ثابت

$$C_p = ۴۰۰۰ J/kg^\circ c$$

تشکیل لایه‌های شیو شوری و چگالی در فصل تابستان از تبخیر و بارندگی در زمستان نیز ناشی می‌شود. زیرا ایجاد امواج ناشی از وزش بادها در فصل زمستان علاوه بر اینکه باعث ایجاد تلاطم می‌شود و چرخش عمودی آب را پدید می‌آورد، طی همین فصل ریزموج‌های ایجاد شده در اثر تنش باد تبخیر را موجب می‌شود و زمینه را برای ایجاد شرایط شیب شوری و چگالی در فصل بعد مهیا می‌سازد.

علاوه بر آن پدیده فرارفت (Advection) و همچنین نفوذ مولکولی (Molecular Diffusion)[۸] به ثابت شدن ستون آب از نظر چگالی و شوری در فصل زمستان و فروردین ماه کمک می‌کند.

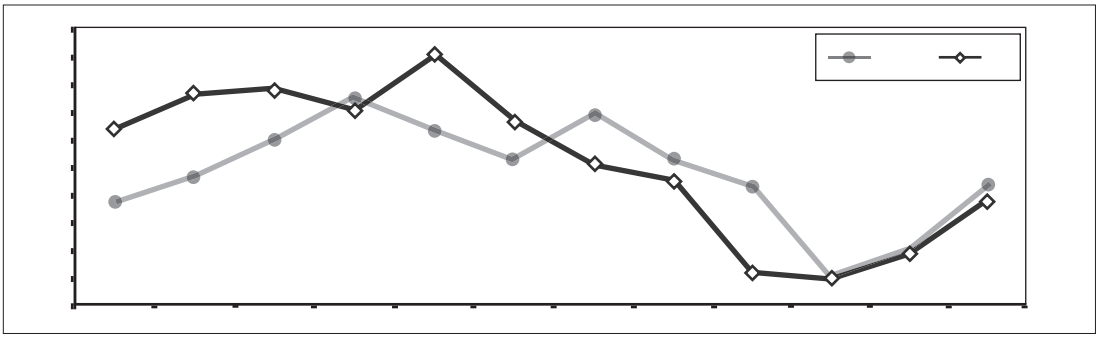
در فصل زمستان وزش بادها و ایجاد امواج سطحی و اثر آن‌ها در عمق باعث می‌شود پدیدهٔ فرارفت و پخش مولکولی سرعت بگیرد. از سوی دیگر گرادیان افقی دما و شوری در دریاهای بسته باعث ایجاد جریان‌های نفوذی لایه‌ای[۹] می‌شود (بیدختی، ۱۳۷۱) که در فصل زمستان موجب از بین رفتن لایه‌های شیب چگالی و شوری می‌شود.

۴-۴- عدد ریچاردسون

تحقیقات، رشد امواج را به‌طور سریع‌تر حاکی از مواردی که آب گرمتر از هوا است (شکل(۸)) به اثبات رسانده است. پس از حل معادله عدد بدون بعد ریچاردسون توده‌ای در مورد پایداری و ناپایداری محیط چنین نتایجی به‌دست آمد.

به‌طور کلی نتایج حاصل از به‌دست آوردن عدد بدون بعد ریچاردسون توده‌ای در منطقه قشم نشان‌دهنده پایداری منطقه است.

تقریباً از اوایل بهار تا اواسط تابستان $R_b>۰$ و پایداری منطقه اثبات می‌شود. در اوایل پاییز و زمستان $R_b<۰$ و تقریباً ناپایداری در منطقه حاکم است، که در مواقع ناپایداری می‌توان به وزش بادهایی با سرعت زیاد و ایجاد اختلاط اشاره کرد.



جدول (۳) درصد احتمال وقوع شرایط پایدار، ناپایدار و خنثی براساس اندازه‌گیری صورت گرفته در خلیج فارس (قشم ۱۳۸۴)

شرایط ناپایدار $R_b<0$	شرایط خنثی $R_b=0$	شرایط پایدار $R_b>0$
۴۱,۶ ٪	۸,۳ ٪	۵۰,۱ ٪

نمونه‌هایی از محاسبه عدد ریچاردسون توده‌ای در منطقه آورده شده است:

الف)آبان ماه

$$R_b=\frac{9.8\times(-1.58)}{1\times28.92(5.05/6)^2}=-0.756<0$$

ب) آذرماه

$$R_b=\frac{9.8\times(-6.16)}{1\times22.34(5.51/6)2}=-3.204>0$$

ج) مرداد ماه

$$R_b=\frac{9.8\times5.5}{1\times38.1(5.72/6)2}=1.414>0$$

د) اردیبهشت‌ماه

$$Rb=\frac{9.8\times6.2}{1\times35.4(6.54/6)2}=1.444>0$$

ه) دی‌ماه

$$T_a=T_w$$

$$R_b=0$$

نتایج حاصل از بررسی عدد ریچاردسون در جدول (۳) آمده است.

۴-۵- نتیجه‌گیری

۱. محدوده تغییرات میانگین دمای آب در اوایل فصل زمستان روند کاهش دارد و از اوایل بهار افزایش می‌یابد.

۲. با توجه به کم‌عمقی منطقه دمای آب از دمای هوای حاکم بر محیط پیروی می‌کند. (ضریب اطمینان همبستگی بالا)

۳. شوری از اوایل تابستان افزایش می‌یابد که تبخیر زیاد در این فصل تأثیرگذار است و تغییرات آن سالیانه است.

۴. روند تغییرات چگالی آب قشم نسبت به عمق افزایش می‌یابد.

۵. در منطقه شرقی در پاییز و زمستان، شوری با عمق کاهش می‌یابد عکس منطقه غربی دیده شده است، علت این امر را می‌توان به محدود شدن منطقه بین سواحل اشاره کرد.

۶. بررسی عدد ریچاردسون توده‌های و آزمون‌های رگرسیون منطقه پایداری این آب‌ها را اثبات می‌کند.

۷. معادله حالت در منطقه قشم با تقریب بسیار خوبی از اقیانوس مرجع پیروی می‌کند.

۸. در فصل زمستان وزش بادها و ایجاد امواج و اثر آن‌ها در عمق باعث می‌شود پدیدهٔ فراغت و پخش مولکولی سرعت بگیرد. از سوی دیگر گرادیان افقی دما و شوری در دریاهای بسته باعث ایجاد جریان‌های نفوذی لایه‌ای [10] می‌شود.

۹. وجود لایهٔ دماشیب در فصل تابستان متأثر از بالا بودن ظرفیت گرمایی آب و عدم نفوذ گرما در فصل زمستان به لایه‌های زیرین است. با توجه به شار مولکولی گرما در آب دریا، جریان‌های حاکم در قشم به گونه‌ای است که انتقال مولکولی در لایه‌های زیرین بسیار کند.

۴-۶- پیشنهادها

۱. با توجه به اهمیت شناخت از اهمیت ناشناخته و متغیر دریا جهت مقاصد و منافع گوناگون مرتبط بشر، نیاز به اطلاعات هر چه دقیق‌تر از این قسمت از طبیعت مشهود و یکی از دلایل پیشرفت برای مناطق ساحلی است، لذا برای ایجاد دقت بالاتر پیشنهاد می‌گردد داده‌های ماهواره‌ای همزمان با عملیات نمونه‌برداری جمع‌آوری گردد و مقایسه‌ای بین نتایج صورت گیرد.

۲. با توجه به وابسته بودن قشم با خلیج فارس، نمونه‌برداری در سطح گسترده‌تری همزمان در هر دو منبع آبی انجام پذیرد تا بتوان تغییرات را به یکدیگر مرتبط کرد.

۳. انجام عملیات اندازه‌گیری‌های میدانی جریان به منظور فراهم نمودن اطلاعات رژیم جریانی و تبادل‌های آب قشم با خلیج فارس.

۴. برای بهتر دیده شدن روند تغییرات سالیانه نمونه‌برداری در چند سال متوالی انجام شود.

۵. افزایش تعداد ایستگاه‌ها به منظور نتایج دقیق‌تر.

۶. اندازه‌گیری و بررسی اثرات جزر و مد در گردش آب قشم.

۷. محاسبه دبی رودخانه‌ها در منطقه.

منابع

۱. ابراهیمی، محمود، ۱۳۸۱. بررسی تغییرات فصلی مواد مغذی(Nutrients) و عوامل فیزیکی و شیمیایی در آب‌های محدوده شمال شرقی خلیج فارس، پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته شیمی دریا دانشگاه آزاد واحد تهران شمال.

۲. اقلیم گردشگری در استان هرمزگان، ۱۳۸۰. سازمان هواشناسی کشور.

۳. جغرافیایی طبیعی خلیج‌فارس، ۱۳۶۸. انتشارات دانشگاه‌اصفهان.

۴. جوکار، ک، ۱۳۸۳. بررسی روند تغییرات برخی پارامترهای فیزیکی و چگونگی ارتباط آن‌ها در حوزه شمالی خلیج فارس (منطقه بوشهر)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته فیزیک دریا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.

۵. کمیجانی، ف، ۱۳۸۷. مطالعه روند تغییرات فصلی پارامترهای فیزیکی دما، شوری و چگالی در خلیج چابهار، ایران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس.

۶. نیکویان، علیرضا، ۱۳۸۳. بررسی هیدرولوژی و هیدروبیولوژی خلیج‌فارس در محدودهٔ آب‌های استان خوزستان. بوشهر و هرمزگان، انتشارات مؤسسهٔ تحقیقات شیلات ایران.

7. *Kelble, C.R,Johens, E.M., Nuttle. W.K., Lee. T.N., Smith, P.B., Ortner, P.B., 2007. Salinity Patterns of Florida Bay. Estuarine, Coastal and Shelf Science, Vol 7(1-2), 318-334.*

8. K.K., and Calkone. C.J., 1992, Reconciling discrepancies in the observe growth of wind-kahma generated waves: J.Phys. Oceanogr., 22, 1389-1405.

9.Young, I.R. 1998, Experimental investigation of role atmospheric stability in wind wave growth Costal Engineering, 34, 23-33.

کارنامهٔ یک فیزیک‌دان مسلمان

بررسی کارهای اسماعیل جَزَری در حوزه مکانیک

ابوالفضل عزیزی
کارشناس ارشد آموزش فیزیک و دبیر فیزیک منطقه امیرآباد استان سمنان

چکیده
دانشمندان ایرانی- اسلامی در مسیر شکل‌گیری علم تلاش‌های زیادی کرده‌اند. تاریخ علم ضمن اینکه می‌تواند به افزایش درک مطلب کمک کند، باعث جذابیت بیشتر و علاقه‌مندی دانش‌آموزان به پی‌گیری مباحث می‌شود. در این مقاله به بررسی فعالیت‌های اسماعیل جَزَری که از مهندسان به‌نام اسلام در سده ششم هجری قمری است می‌پردازیم. جزری در ساخت و ابداع دستگاه‌های مکانیکی و هیدرولیکی و سازوکارهای خودکار، و نیز در صنعت ریخته‌گری از استادان فن بود.

کلیدواژه‌ها: تاریخ علم، آموزش، مکانیک، مسلمانان، اسماعیل جَزَری

مقدمه

مسئلهٔ گنجاندن تاریخ علم فیزیک در برنامهٔ درس فیزیک، اولین‌بار در یک همایش معلمان که در سال ۱۹۶۳ در ریودوژانیرو برزیل برگزار شد مورد بررسی قرار گرفت. [۱]هنگامی که بحث «تاریخ علم» در حوزه آموزش علوم به میان می‌آید، کمتر آموزشگری است که تأثیر بسیار آن را در بهبود امر آموزش، افزایش انگیزه دانش‌آموزان در یادگیری علوم، ارتقای وضعیت دانش و نگرش دانش‌آموزان نسبت به دروس مختلف و .... انکار کند. [۲]

تاریخ علم ضمن اینکه می‌تواند به افزایش درک مطلب کمک کند (حیطهٔ شناختی)، باعث جذابیت بیشتر و علاقه‌مندی او به پی‌گیری مباحث (حیطهٔ عاطفی) می‌شود. همان‌طور که فرد در رفتار و چگونگی غذا خوردن و لباس پوشیدن و خرید کردن اجتماعی می‌شود، مشاهده یادگیری دیگران و توجه به افراد بزرگ و صاحب منزلت نیز باعث برانگیخته شدن انگیزشی او می‌شود. به نظر روگوف تورکانیز[۱] و بارتلت[۲] (۲۰۰۱) ، این انگیزش زمانی بیشتر می‌شود که دانش‌آموز متوجه شود افرادی از کشور خودش توانسته‌اند خدمتی به پیشرفت علم بکنند و افتخار به مفاخر کشور و افرادی که از یک قوم و نژاد و یا مذهب باشند و حس خودباوری، می‌تواند باعث افزایش تلاش دانش‌آموزان برای رسیدن به موفقیت باشد. در واقع تاریخ علم باعث ایجاد اعتمادبه‌نفس در دانش‌آموزان می‌شود. با دانستن این موضوع که مثلاً قدیمی‌ترین باتری شیمیایی متعلق به ایرانیان بوده، در حالی‌که یکای اختلاف پتانسیل از نام ولتا[۳] دانشمند خارجی گرفته شده است، آن‌وقت دانش‌آموزان به خود اعتماد پیدا می‌کنند که آن‌ها هم اگر بخواهند می‌توانند دوباره خود را به دانش روز برسانند و پا به پای کشورهای پیشرفته به پیش بروند. [۳]

رویکردهای متفاوتی برای استفاده از تاریخ علم فیزیک در آمـوزش درس فیزیک وجود دارد که پرداختن به زندگی‌نامه شـخصی دانشـمندان یکی از آن‌هاسـت. اما هنگامی‌که به کتاب‌های دانش‌آمـوزان نگاه می‌کنیم نام تمام قضایای مهم ریاضی و فیزیک نام‌های غربی اسـت. یعنی دانش‌آموز ما از دوره راهنمایـی تا پایان تحصیلات تکمیلی تماماً با اسـامی غیرایرانی دانشـمندان غرب مواجه اسـت و ناخودآگاه این پرسـش در ذهنش به‌وجود می‌آید کـه مگر ما فیزیک‌دان و یا ریاضی‌دان ایرانی مسـلمان در طول تاریخ نداشتیم؟! و این پرسـش بجایی است که بارها پیش آمده و برای پاسخ به آن بایـد از لابه‌لای صدها جلد کتـاب، کتابی را یافت که در آن توضیح داده شده باشـد که این دانشمندان غربی، ناشران و حاملان تمدن ایران باستان بوده‌اند.

جهان اسـلام که قرن‌های متوالـی دربرگیرنده تمدن‌های عظیم بشری بوده سهم عمده‌ای در تاریخ علوم و فنون داشته است. به طوری‌که می‌توان گفت در سده‌های میانی تلاش‌های مهندسان و صنعتگران مسلمان شکل‌دهنده اصلی پیشرفت فنون بوده اسـت. پژوهشگران تاریخ علم به این مطلب اذعان دارند از جمله استاد احمد یوسف الحسن در این‌باره می‌گوید: «فنّاوری، ابزار تمدن بوده و واضح است تمدن اسلامی‌که در مدت چندین قرن این‌چنین به‌عنوان نیروی پیشـرو مطرح بوده اسـت، باید بر پایه دسـتاوردهای مهم فنّاورانه شـکل گرفته باشد... مسلمانان بیش از یونانی‌ها و رومی‌ها، فنّاوری را به‌عنوان شاخه‌ای از علوم می‌شناختند». [٤] همچنین فرانسوا ژوزف پیکاوه[٤] می‌گوید: «ما هرگاه بین تألیفات و کتاب‌هایی را که مسیحیان غرب می‌خواندند با تألیفات و کتاب‌هایی که در دست مسلمانان بود، مقایسـه‌ای به عمل آوریم، خواهیم دید که مسـلمانان بـه ابتکار و نواندیشـی نزدیک‌تر بودند. زیرا مسـلمانان از نظر معلومات خـود و ترتیب و نظمی که به این معلومات داده بودند امتیاز داشـتند». [٥] نامدارترین فنّاوران ماندگار جهان اسـلام عبارت بوده‌اند از: بنوموسـی، اسماعیل جزری، جیانی، تقی‌الدین راصد، عبدالرحمان خازنی، شمس‌الدین محمدابن ابی‌طالب دمشقی. [٦]

نام اسـماعیل جَزَری در کتاب فیزیک ۲ وآزمایشگاه دوره دوم متوسطه در آخرین صفحه فصل ٦ این کتاب آورده شده اسـت. اما متأسـفانه معلمان فیزیک به علت کمبود وقت به بررسی کارهای این دانشمند مسلمان در حوزه علم مکانیک نمی‌پردازند. لذا در این مقاله قصـد داریم ابتدا مختصری از زندگینامه این دانشـمند را بیان می‌کنیم و سپس به بررسی فعالیت‌های وی در حوزه علم مکانیک می‌پردازیم.

زندگی‌نامه

بدیع‌الزّمان ابوالعزّ اسماعیل‌بن رزّاز جَزَری از صنعتگران و به اصطلاح امروزی از مهندسـان برجسته جهان اسلام در نیمهٔ دوم قرن ششم و اوایل قرن هفتم هجری در دیار بِکر در شهر آمِد می‌زیست. در حال حاضر دیار بکر در جنوب شرقی کشور ترکیه قرار دارد و اکثر سـاکنان آن مسلمان و از نژاد ترک یا کرد هستند. [٤] جزری حدود سه دهه در دربار سُقْمانیان به کارهای ارزشـمند مشغول بود و کتاب الحِیَل را تألیف کرد. [۷]

وی کتاب خود را به زبان عربی نوشته و آن را «**الجامع بین العلم و العمل النافع فی صناعة الحِیَل**» نامیده اسـت. معنی واژه به واژهٔ آن می‌شـود: «دانسـتنی‌هایی در رابطه با سازوکارهای هوشـمند». این کتاب را به اختصار، الحِیَل نیز نامیده‌اند. این کتاب درسـال ۱۳۸۱ هجری شمسی با عنوان «مبانی نظری و عملی مهندسی مکانیک در تمدن اسلامی» توسـط دکتر محمدجواد ناطق و همکارانش به زبان فارسی ترجمه شده است که سندی مهم در تاریخ فنّاوری محسوب می‌شود.[۸]

نسخه‌های خطی به جامانده

تعداد نسخه‌های خطی کتاب جزری که تا سال ۱۳۵۷ ش/ ۱۹۷۸م شناسـایی شده اسـت به پانزده نسخه می‌رسد که یوسف الحسن و همکارانش مشخصات آن‌ها را در کتاب خود ذکر کرده‌اند. یک نسخه خطی عربی و دو نسخه خطی ترجمه فارسی نیز در مدرسـه عالی شهید مطهری موجود است که باید به این آمار اضافه شـود.[٤] قدیمی‌ترین نسـخه کتاب جزری در ٦۰۲ هجری قمری (۱۲۰٦ میلادی) نوشته شده و در کتابخانه توپکاپی سرای استانبول، مجموعه احمد ثالث، به شماره ۳٤۷۲ رده‌بندی شده است.[۷]

تعداد نسخه‌های خطی کتاب جزری که تا سال ۱۳۵۷ ش/ ۱۹۷۸م شناسایی شده است به پانزده‌نسخه می‌رسد که یوسف‌الحسن و همکارانش مشخصات آن‌ها را در کتاب خود ذکر کرده‌اند

ویژگی‌های کتاب الحِیَل

در این کتاب، دسـتگاه‌های مکانیکی خودکار تشریح شده اسـت. کتاب جزری مهم‌ترین رساله مهندسی به زبان عربی است و تا پیش از دوره رنسـانس هیچ سندی از هیچ قلمرو فرهنگی وجود ندارد که محتوایی چنین غنی درباره چگونگی طراحی، ساخت و سوار کردن اجزای دستگاه‌ها داشته باشد. [۷] از ویژگی‌های برجسـته کتاب جزری تصویرهای فراوان، رنگی و بسیار هنری آن است. جزری نخست یک تصویر اصلی از هر دسـتگاه آورده است که نمای کلی آن را نشان می‌دهد. سپس چگونگی کارکرد دستگاه را شرح می‌دهد. آن‌گاه مواد لازم برای ساخت آن را نام می‌برد و چگونگی ساخت آن را با دقت و همراه با تصویرهای دیگر شرح می‌دهد (شکل ۱). [۹]

جزری از گفتن هیچ نکته‌ای در روشـن سـاختن مطالب کوتاهی نکرده و حتی وظایف کسـی را که باید دسـتگاه را

شکل ۱. برگی از کتاب الحیَل جَزَری

به‌کار گیرد، شرح داده است. پیش از عصر جدید کمتر کسی این‌گونه به شرح جزئیات فنی می‌پرداخت و از این لحاظ، اثر جزری بی‌همتاست. کتاب شامل پنجاه تصویر اصلی است که با حروف ابجد از یک تا پنجاه شماره گذاری، و در متن به آن‌ها ارجاع داده شده است و در مجموع ۱۷۴ تصویر در این کتاب آمده است. البته مهندسان در آن دوره، روش ترسیم سه‌بعدی تصاویر را نمی‌دانستند و رسم فنی به شکل امروزی وجود نداشت، در نتیجه تصاویر سه‌بعدی کتاب ابتدایی است ولی این نقص، مانع از درک عملکرد دستگاه‌ها نمی‌شود.[۷] جزری به هنگام نوشتن توصیف بعضی از دستگاه‌ها، به نمونه‌های مشابه اشاره می‌کند که قبل از او ساخته شده است. وی مسلماً تحت‌تأثیر صنعتگران معاصر خود بوده است و همان‌طور که خود اشاره می‌کند با کار پیشینیانش مانند بنوموسی، ارشمیدس، آپولونیوس نجار، و هبه‌الله بن حسین اسطرلابی آشنایی داشته است و مانند هر محقق و اهل فن دیگر، از دانش و تجربه گذشتگان و معاصران در طراحی و ساخت دستگاه‌هایش بهره می‌جست. به‌علاوه در بسیاری از موارد کار آن‌ها را بهبود بخشیده و ابداعات جالبی بر آن‌ها افزوده است.[٤]

کتاب جزری سند مهندسی بسیار مهمی است و بسیاری از پژوهشگران بر اهمیت آن تأکید کرده‌اند، از جمله سارتون[۵] درباره آن گفته که بهترین اثر برای پژوهش درباره چگونگی استفاده مسلمانان از مکانیک یونانی است و می‌توان آن را اوج دستاورد مسلمانان در حوزه‌ای به شمار آورد که از بنوموسی (قرن سوم هجری/ نهم میلادی) آغاز شده بود. گوناگونی مندرجات و زیبایی تصاویر نسخه‌های خطی این اثر موجب شده است که در مغرب زمین، از معروف‌ترین آثار تاریخی در این حوزه به‌شمار آید.[۷] کتاب به شش بخش (نوع) تقسیم می‌شود. بخش‌های اول تا چهارم، هر یک شامل شرح ده دستگاه و بخش‌های پنجم و ششم هر یک شامل شرح پنج دستگاه است. جزری در این کتاب طرز کار و ساخت ۵۰ دستگاهی که خود ساخته و به‌کار برده است را با دقت و روشی تحسین برانگیز شرح می‌دهد.[۸]

انواع شش‌گانه مذکور عبارت‌اند از:

نوع اول: ساختن ساعت‌هایی که با آن‌ها گذشت ساعت‌های مُستوی (ساعات متساوی) و زمانی با آب و شمع معلوم می‌شود.

نوع دوم: ساختن ظرف‌ها و آدمک‌هایی که برای مجالس شربت‌خوری مناسب‌اند و به‌طور خودکار به توزیع نوشیدنی‌ها با مقادیر معین می‌پردازند.

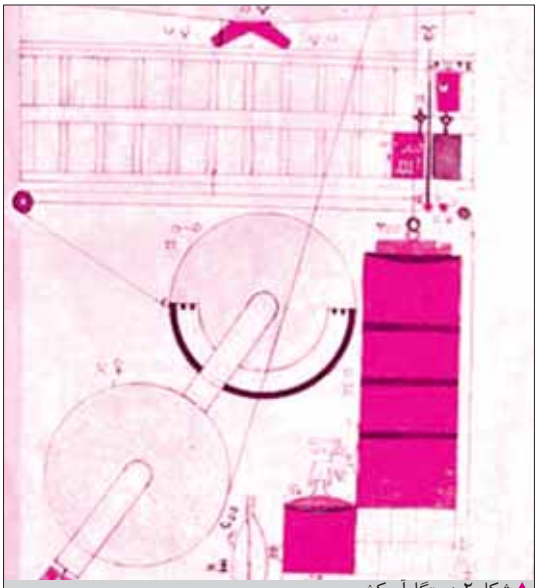
نوع سوم: ساختن آفتابه‌ها و ظروف خودکار برای ریختن آب و شست‌وشوی دست و تشت‌های اندازه‌گیری خون هنگام رگ‌زنی.

نوع چهارم: ساختن فوّاره‌هایی برای حوض که در فاصله‌های زمانی معین تغییر حالت می‌دهند و نی‌های (فلوت‌های) دایمی. [۱۰]

نوع پنجم: ساختن دستگاه‌هایی که آب را از آبگیر، چاه کم‌عمق و یا رود جاری بالا می‌آورند. (شکل ۲)

نوع ششم: وسایل متفرقه

طبق نسخه کتابخانه آکسفورد، جزری تألیف کتاب را در ٤ جمادی‌الاخره ۶۰۲ به پایان رساند.[۷]


شکل ۲. دستگاه آب‌کشی

ابتکارات و ابداعات جزری

- جزری علاوه بر دانش‌ها و فنون مهندسان مسلمان پیش از خود تعدادی از ابزارها و دستگاه‌های مکانیکی و هیدرولیکی مثل موتورهای بخار و موتور بایسیکل‌های درون‌سوز را طراحی کرده و ساخته بود به طوری‌که حتی امروزه هم تأثیر نوآوری‌های او در علم مکانیک قابل مشاهده است.[۸]
- جزری به وضوح بین سه نوع انطباق اصلی (انطباق‌های فشاری، لغزنده و آزاد) فرق گذاشته است (منظور از انطباق، عملکرد قطعات پس از سوارکردن آن‌ها برهم است). تلمبه پیستونی دوطرفه جزری منحصربه‌فرد است و سه ویژگی

تاب جزری سند مهندسی بسیار مهمی است و بسیاری از پژوهشگران بر اهمیت آن تأکید کرده‌اند، از جمله سارتون درباره آن گفته که بهترین اثر برای پژوهش درباره چگونگی استفاده مسلمانان از مکانیک یونانی است و می‌توان آن را اوج دستاورد مسلمانان در حوزه‌ای به شمار آورد

باعث شده است که این دستگاه جالب توجه باشد: استفاده از میل‌لنگ برای تبدیل حرکت دَوَرانی به حرکت رفت و برگشتی، استفاده از اصلِ دوطرفه عمل کردنِ دستگاه، و اینکه این دستگاه اولین تلمبه شناخته شده‌ای است که واقعاً لوله‌های مَکِش داشته و در آن میل‌لنگ به کار رفته است.[۷]

● جزری فن ساعت‌سازی را بهبود فراوانی بخشید. از شرح او در ابتدای دستگاهِ هفتم از نوعِ چهارم بر می‌آید که وی به خوبی از کارکرد چرخ دَنگ آگاه بوده است. سازوکاری که وی در ساعت اول برای تنظیم سطح آب مخزن و سرعت خروجی آب تشریح کرده، نمونه‌ای عالی از کاربرد تنظیم خودکارِ بازخورد است.[۷]

● جزری جایگاه مهمی در تاریخ اتوماسیون (خودکار کردن)، تنظیم خودکار، ماشین‌های کارگر(روباتیک) و نوازندگی خودکار دارد. دستگاه‌هایی که او تشریح کرده، دارای سازوکارهای دقیق و تنظیمات حساسی هستند که بسیاری از آن‌ها از لوازم پیشبرد فنّاوری بوده‌اند و پس از چند سده در اروپا به‌عنوان اختراع جدید ثبت شده‌اند.[۷]

● در اروپا نخستین قفل رمزدار را باترزورث[6] در ۱۲۶۲ق/۱۸۴۶م ساخت. جالب توجه آنکه صفحات فنری به‌کار رفته در قفل وی به طرز شگفت‌آوری به صفحه‌های قفل جزری شباهت دارند[۷].

● جزری نخستین روبات قابل برنامه‌ریزی انسان‌نما را در اواخر عمرش ساخت. به این علت او به‌عنوان پدر علم مهندسی روباتیک جهان شناخته می‌شود. اختراع او، یک قایق آبی بود که در آن چهار نوازندهٔ مصنوعی موسیقی برای مراسم و برنامه‌های جشن سلطنتی، آهنگ می‌نواختند و حاضران را سرگرم می‌کردند، سازها به‌صورت هیدرولیک و با کمک آب برنامه‌ریزی می‌شود. (شکل ۳)

▲شکل ۳. نخستین روبات قابل برنامه‌ریزی انسان‌نما

دستگاه‌هایی که در کتاب جزری تشریح شده است، همگی از نظر فنی درست و قابل ساخت‌اند. سه نمونه از دستگاه‌های جزری (یک تلمبه، یک ساعت آبی و یکی از وسایل اندازه‌گیری مقدار خون در عمل رگ‌زنی) ساخته شد و در جشنواره جهانی اسلام در ۱۳۵۵ش/۱۹۷۶م در لندن به نمایش در آمد. تلمبه را، با مقیاس $\frac{1}{14}$، از روی توصیف و شکلِ دستگاهِ پنجم از بخشِ پنجمِ کتاب ساختند، البته نیروی محرکهٔ این تلمبه نمایشی، برقی بود. تلمبه بسیار خوب کار می‌کرد و آب را با جریانی یکنواخت انتقال می‌داد. ساعت آبی ساخته شده نیز از روی دستگاهِ نخست از بخشِ اول در مقیاس اصلی بازسازی شد و به خوبی کار کرد. این ساعت در موزه طبیعی آستن هلند به نمایش گذاشته شده است. دکتر ناطق و همکارانش نیز نمونه‌ای از تلمبه و قفل رمزی را که جزری به‌عنوان دستگاه سوم از بخش ششم تشریح کرده است، ساختند و آزمودند. [۷] یکی از معروف‌ترین ساعت‌های ابداعی جزری موسوم به ساعت طاووس توسط موزه علوم و فناوری جمهوری اسلامی ایران بازسازی شده و هم‌اکنون در گالری فناورهای بومی موزه در معرض دید عموم قرار گرفته است.[۱۱]

نتیجه‌گیری

تاریخ علم و به‌ویژه تاریخ فیزیک، با اطلاعاتی که در مورد نحوه شکل‌گیری نظریه‌ها و قوانین فیزیک و کوشش‌های شبانه‌روزی دانشمندان و چگونگی به‌وجود آمدن اختراعات و اکتشافات توسط دانشمندان در اختیار ما قرار می‌دهد، می‌تواند به‌عنوان یک ابزار آموزشی خوب جهت رسیدن به اهداف مهارتی و دانشی، آموزش فیزیک مورد استفاده قرارگیرد. بنابراین، لازم است آموزش‌وپرورش در جهت ایجاد نگرش مثبت در دانش‌آموزان نسبت به درس فیزیک از طریق گنجاندن تاریخ فیزیک در کتاب‌های فیزیک دوره دبیرستان و نیز آموزش معلمان در نحوه تدریس تاریخ فیزیک برنامه‌ریزی کند. همچنین اختراعات دانشمندانی همچون جزری می‌تواند الهام‌بخش طراحان امروزی باشد و به‌نظر می‌رسد که بازسازی دستگاه‌های ذکر شده در موزه‌های علوم در کنار جذابیتی که برای بازدیدکنندگان خواهد داشت، تاریخ علم را به‌صورت زنده نیز برای آنان روایت خواهد کرد.

پی‌نوشت‌ها

1. Rogoff tour kunis
2. Bartlett
3. Volta
4. François-Joseph picavet
5. Sarton
6. Buttersworth

منابع

۱. گمینی، امیر محمد؛ چوپانی، محمدحسین؛ گنجی، فاطمه؛ *تدریس خلاق و کارآمد فیزیک با استفاده از تاریخ فیزیک*، **پانزدهمین کنفرانس آموزش فیزیک ایران**، سنندج، (۱۳۹۳).

۲. وصالی، منصور؛ صابری، مریم؛ نوری، نوشین؛ *لزوم توجه آموزشگران علوم به تاریخ علم، با نگاهی ویژه به مبحث «میدان»*، **چهاردهمین کنفرانس آموزش فیزیک ایران**، تهران، (۱۳۹۲).

۳. آریایی‌نژاد، آناهیتا؛ امیربیکی یزدی، اکرم؛ *ایجاد انگیزهٔ یادگیری با توجه به تاریخ، فلسفه و کاربرد فیزیک*، **سیزدهمین کنفرانس آموزش فیزیک ایران و سومین کنفرانس فیزیک و آزمایشگاه**، زنجان، (۱۳۹۱).

٤. خسروی، محمد علی؛ **گفتارهایی درباره تاریخ علم و نوآوری‌های مسلمین**، تهران: آوای امید، (۱۳۸۹).

۵. حکیمی، محمد رضا؛ **دانش مسلمین**، قم: دلیل ما، (۱۳۸۹).

٦. حسینی، سید حجت الحق؛ *«نقش دانشمندان ایرانی و اسلامی‌در ایجاد و گسترش مفاهیم فیزیک و مکانیک»*، **اولین همایش نقش دانشمندان ایرانی – اسلامی در پیشبرد علوم تجربی**، تهران (۱۳۹۱).

۷. بنیاد دایرةالمعارف اسلامی، **جزری** www.encyclopaediaislamica.com

۸. ویکی پدیا، **بدیع‌الزمان جزری**، www.fa.wikipedia.org

۹. سالاری، حسن؛ **۱۰۰ دانشمند ایران و اسلام**، تهران: محراب قلم (۱۳۹۰).

۱۰. **مبانی نظری و عملی مهندسی مکانیک در تمدن اسلامی** www.jazirehdanesh.com

۱۱. کاظمی، اسماعیل؛ نگاهی متفاوت به بزرگان علم www.magiran.com

نرم‌افزار physics ۱۰۱ SE
ابزاری برای آموزش مهارت‌های فرایندی علم

ناصر بصیری
کارشناس ارشد آموزش فیزیک از دانشگاه شهید رجایی و دبیر فیزیک استان اصفهان
آزیتا سیدفدایی
دکترای آموزش فیزیک

چکیده
امروزه یکی از هدف‌های آموزش فیزیک، پرورش مهارت‌های فرایندی علم است؛ مهارت‌هایی که دانش‌آموزان را با فرایند تولید دانش آشنا می‌کند. در این مقاله از نرم‌افزار تعاملی physics ۱۰۱ SE به‌عنوان ابزاری جهت کسب مهارت‌های مشاهده، استنباط و تفسیر داده استفاده کرده‌ایم. ابتدا به معرفی محیط تعاملی این نرم‌افزار می‌پردازیم. سپس با حل یک مسئلهٔ مربوط به حرکت پرتابی، چگونگی کسب این مهارت‌ها را نشان می‌دهیم.

کلیدواژه‌ها: نرم‌افزار physics ۱۰۱ SE، آموزش فیزیک، مهارت‌های فرایندی، حرکت پرتابی

مقدمه
تغییرات سریع و پیشرفت علوم بشری نباید باعث خودباختگی و کمبود اعتمادبه‌نفس در جوانان شود. برای مقابله با این خطر می‌توان با استفاده از فناوری‌های نو به یافته‌های بشر از علوم دست یافت. تربیت نسلی که در رویارویی با نعمت‌های الهی شکرگزار باشد و انگیزهٔ خدمت به دیگران داشته باشد، نیازمند به کارگیری روش‌های نوین آموزشی است[۱].

از انواع ابزارهایی که می‌تواند بر ارتقای یادگیری تأثیر بسیاری داشته باشد، شبیه‌سازها هستند. این نرم‌افزارها محیط‌هایی را برای یادگیرنده فراهم می‌آورند که بیشترین شباهت را به محیط واقعی دارند ودر عین حال به اندازه رویارویی با محیط واقعی هزینه‌بر و دارای خطر نیستند. از این امر می‌توان به‌طور مؤثر در امر آموزش استفاده کرد[۲].

در برخی از آزمایش‌هایی که در آزمایشگاه انجام می‌شود، صرفاً نتیجهٔ نهایی آزمایش قابل مشاهده است؛ و امکان مشاهدهٔ مراحل رسیدن به این نتایج ممکن نیست. در حالی‌که شبیه‌سازی امکان مشاهدهٔ این مراحل را فراهم می‌کند. در گروهی دیگر از آزمایش‌ها به علت ایمنی، زمان‌بر و هزینه‌بر بودن امکان انجام یا تکرار آزمایش وجود ندارد؛ اما شبیه‌سازی با این محدودیت‌ها روبه‌رو نیست. اگرچه شبیه‌سازی نمی‌تواند جایگزین آزمایش‌های واقعی گردد؛ ولی می‌تواند در شناسایی مشکل‌هایی که ممکن است در آزمایش واقعی رخ دهد، مؤثر باشد.

از منظر دیگر شبیه‌سازی روشی برای تمرین مهارت‌های فرایندی علم است. مهارت‌های فرایندی آن دسته از مهارت‌های ذهنی و عملیاتی هستند که دانش‌آموزان با استفاده از آن‌ها می‌توانند بیندیشند. این مهارت‌ها در واقع ابزار پژوهش علمی هستند و پرورش آن‌ها در کنار سایر مهارت‌های تفکر، بخش مهمی از برنامه آموزش علوم است.[۲] مهارت‌های مشاهده، استنباط و تفسیر داده از جمله مهارت‌های فرایندی هستند. در مشاهدهٔ علمی انتخاب آگاهانهٔ محرک‌ها و پدیده‌ها مهم است. معمولاً هدف از مشاهده، جمع‌آوری شواهد و اطلاعات است. در تفسیر داده‌ها و استنباط، الگو و روابط حاکم بر داده‌ها کشف می‌شود.

به کمک نرم‌افزار physics ۱۰۱ SE می‌توانیم در موضوع‌های مختلف فیزیک دبیرستان، مقادیر متغیرها را تغییر دهیم و با طبقه‌بندی و مشاهدهٔ نتایج حاصل به تفسیر یافته بپردازیم؛ با کشف رابطهٔ بین متغیرها فرضیه‌سازی کنیم؛ سپس با انجام آزمایش‌های واقعی فرضیهٔ خود را مورد آزمون قرار دهیم. با این روش دانش‌آموزان با چگونگی تفسیر داده و نظریه‌پردازی توسط دانشگران آشنا می‌شوند.

روش دانلود و نصب
تهیهٔ نسخهٔ رایگان نرم‌افزار از طریق نشانی زیر ممکن است لازم به ذکر است که برخی از گزینه‌ها در نسخه رایگان فعال نیستند

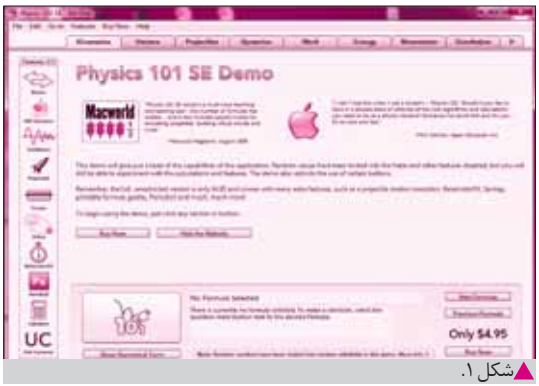
http://physics-101-se.software.informer.com/download/

نرم‌افزار به‌صورت یک فایل فشرده دانلود می‌شود. این فایل را به کمک نرم‌افزار winRAR باز می‌کنیم و سپس فایل physics۱۰۱SEDemo.exe را اجرا می‌کنیم.

ساختار نرم‌افزار

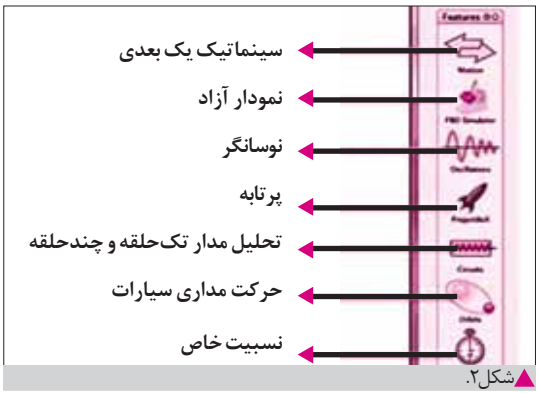
در این نرم‌افزار امکان شبیه‌سازی در ۱۰ موضوع و انجام ۱۵۰ محاسبه در ۲۳ زمینه وجود دارد. سینماتیک، دینامیک، کار و انرژی، تکانه، گرانش، امواج، ترمودینامیک، الکتریسیته، نور، فیزیک اتمی، نسبیت از جمله موضوع‌های مطرح شده در نرم‌افزار است. به کمک این برنامه‌ها امکان رسم انواع نمودار در حرکت‌های مختلف وجوددارد. رسم نمودار آزاد نیروها در سطوح مختلف از جمله ویژگی‌های این نرم‌افزار است که آن را از سایر نرم‌افزارهای مشابه متمایز می‌کند.

پس‌ازاجرای‌برنامه‌محیط‌اصلی‌برنامه‌به‌شکل(۱)نمایان‌می‌شود.



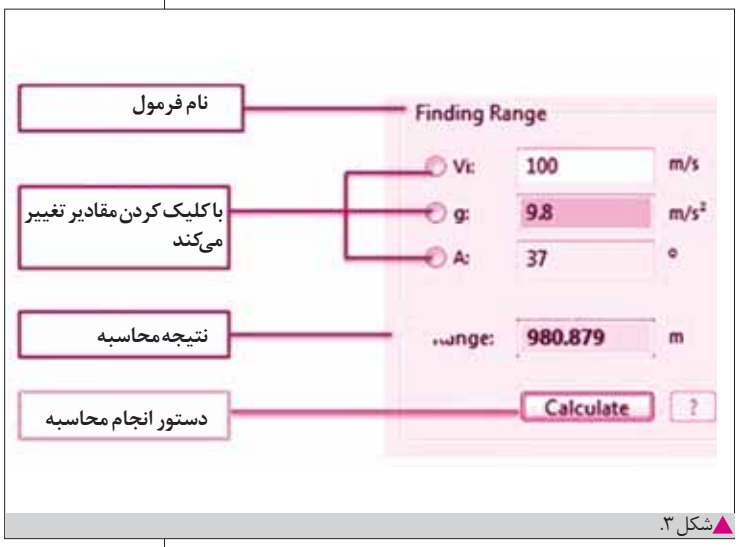
شکل ۱.

در سمت چپ پنجره اصلی امکان دسترسی به برنامه‌های شبیه‌ساز وجود دارد. (شکل ۲)



شکل۲.

در نوار منوی نرم‌افزار ٦ گزینه وجود دارد که به کمک منوی Features امکان دسترسی به تمام شبیه‌سازها وجود دارد. در محیط اصلی برنامه می‌توان از ۱۵۰ محاسبه‌گر استفاده کرد. یکی از این محاسبه‌گرها در قسمت Kinematics به محاسبه برد پرتابه می‌پردازد. در این قسمت با ورود شرایط اولیهٔ پرتاب، برد محاسبه می‌شود. شکل (۳)



شکل ۳.

روش کار با سایر محاسبه‌گرها نیز به همین صورت است؛ که سادگی کار با این نرم‌افزار را نشان می‌دهد. این ویژگی باعث مناسب بودن کاربرد آن در سطح دبیرستان می‌شود.

حل مسئله با استفاده از نرم‌افزار physics۱۰۱SE

مسئله:

پرتابه‌ای با زاویه ۳۰ درجه نسبت به افق در شرایط خلاء با سرعت اولیه ۸۰ m/s به طرف بالا پرتاب می‌شود. زاویه اولیه پرتاب را در شش مرحله و هر بار ۵ درجه افزایش دهید. به کمک نرم‌افزار، برد و ارتفاع اوج پرتابه را در هر مرحله اندازه‌گیری کنید. نتایج را در جدول ثبت کنید وبه کمک آن به پرسش‌ها پاسخ دهید:

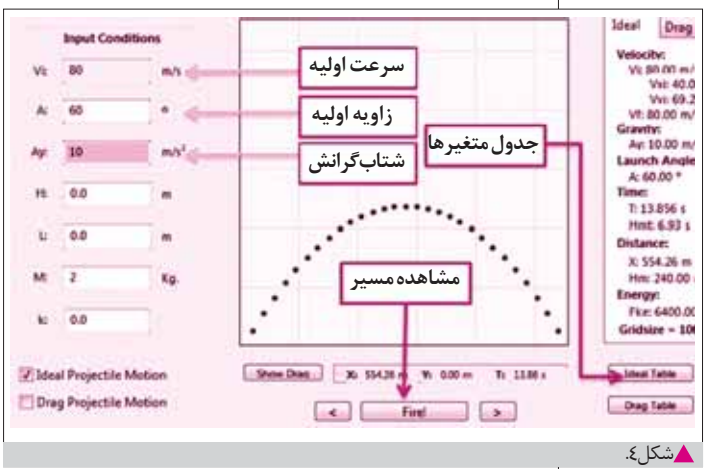
الف) با افزایش زاویه اولیه، برد وارتفاع اوج چگونه تغییر می‌کند؟

ب) به ازای چه زاویه‌ای برد پرتابه بیشینه است؟ (فیزیک چهارم ریاضی صفحه ۳۰)

پ) گالیله در یکی از کتاب‌های خود نوشته است. «برای زاویه‌های پرتابی که به یک اندازه از ٤٥ درجه کمتر یا بیشتر باشند، برد مساوی است» درستی این عبارت را بررسی کنید. (فیزیک چهارم ریاضی صفحه ۳۵)

حل مسئله:

برای پاسخ به پرسش‌ها، حرکت پرتابی را شبیه‌سازی می‌کنیم. بدین‌منظور گزینه پرتابه را در شکل (۲) کلیک می‌کنیم تا پنجره projectileX باز شود. در این پنجره سرعت اولیه، زاویه و شتاب تنظیم می‌شود. با کلیک بر گزینه Fire مسیر حرکت مشاهده می‌شود. (شکل ٤)



شکل ٤.

در این پنجره گزینهٔ Ideal Table را کلیک می‌کنیم تا مقدار سرعت مکان، زاویه، انرژی جنبشی و تکانه در لحظه‌های مختلف مشاهده شود. (شکل ٥)

شکل ٥.

به منظور تقویت مهارت‌ها، معلم پرسش‌های زیر را مطرح می‌کند؛ در ابتدا از گروه‌های دانش‌آموزی می‌خواهد تا به ثبت مشاهدات خود بپردازند و سپس با همیاری یافته‌های خود را تفسیر کنند:

پرسش: زاویه بردار سرعت پرتابه و امتداد افق چگونه تغییر می‌کند؟

مشاهده: کاهش یافته و در یک لحظه صفر شده است.

پرسش: در لحظه‌ای که زاویه بردار سرعت و امتداد افق صفر است، ارتفاع پرتابه از سطح زمین چگونه است؟

مشاهده: بیشترین مقدار خود را دارد.

پرسش: مؤلفه بردار سرعت در راستای قائم چگونه تغییر می‌کند؟

مشاهده: کاهش می‌یابد سپس در یک لحظه صفر می‌شود و تغییر جهت می‌دهد.

تفسیر یافته‌ها: نقطه‌ای که پرتابه در آن کمترین سرعت، تکانه و انرژی جنبشی خود را دارد؛ و بردار سرعت در آن افقی است، همان نقطه اوج است و در این نقطه پرتابه به بیشترین ارتفاع خود می‌رسد.

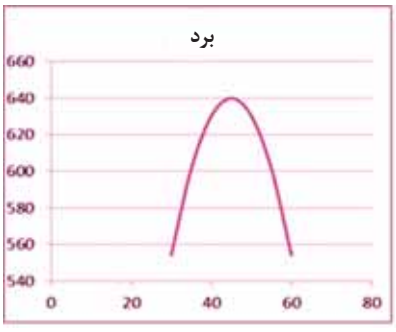
در ادامه زاویه اولیه پرتاب را تغییر می‌دهیم و با کلیک کردن بر Update Table مقادیر جدول را به‌روزرسانی می‌کنیم. نتایج به دست آمده در پنجره Ideal Table را به جدول شکل (٦) منتقل می‌کنیم.

زاویه اولیه	برد	زمان اوج	ارتفاع اوج
30	554.256	4	80
35	601.404	4.589	105.277
40	630.276	5.142	132.216
45	640	5.657	160
50	630.276	6.128	187.784
55	601.404	6.553	214.723
60	554.256	6.928	240

شکل ٦.

پاسخ پرسش الف و ب

داده‌های موجود در جدول (٦) را می‌توان به کمک برنامه Microsoft Excel به نمودار تبدیل کرد. این فعالیت به مهارت تفسیر داده به کمک نمودار می‌انجامد. در این نمودار مشاهده می‌شود که با افزایش زاویه اولیه، ارتفاع اوج و زمان اوج افزایش می‌یابد؛ برد ابتدا زیاد و سپس کم می‌شود به نحوی که در زاویه ٤٥ درجه برد به بیشترین مقدار خود می‌رسد. این عبارت‌ها فرضیه‌هایی هستند که برای آزمون آن‌ها می‌توان از طریق آزمایش‌های واقعی اقدام کرد. (شکل ٧)



شکل ٧.

بررسی فرضیه گالیله با پاسخ به پرسش پ

با مراجعه به شکل (٦) مشاهده می‌کنیم که به‌طور مثال در زاویه ٣٥ و ٥٥ درجه برد پرتابه برابر ٦٠١.٤٠٤ متر است؛ یعنی به ازای زاویه‌هایی که متمم هستند، برد پرتابه یکسان

است و درست بودن فرض گالیله در مورد حرکت پرتابی مشاهده می‌شود.

نتیجه‌گیری

حوزهٔ یادگیری علوم تجربی تنها آموزش یافته‌ها و فرآورده‌های علمی را در بر نمی‌گیرد، بلکه مهارت‌های فرایندی (مشاهده، گردآوری اطلاعات، اندازه‌گیری، تفسیر یافته‌ها، فرضیه و مدل‌سازی، پیش‌بینی، طراحی تحقیق و برقراری ارتباط) را مورد توجه قرارمی‌دهد. به گفته هانس مورالیس «هر دانش‌آموز در هر درس باید دست‌کم یک‌بار طعم کشف یک قانون، یک اصل یا ... را بچشد تا به لذت علمی دست یابد و انگیزه‌هایش فراوان شود. نقش معلم فراهم آوردن شرایط انجام این امر است».[٤]

همان‌طور که مشاهده شد به کمک نرم‌افزار physics ۱۰۱ SE معلم می‌تواند فعالیت‌های مختلفی را برای کسب مهارت‌های فرایندی علم طراحی کند. سادگی و تعاملی بودن این نرم‌افزار شرایطی را فراهم می‌کند که دانش‌آموز خود به تغییر مقدار متغیرها بپردازد، رابطهٔ بین متغیرها را به صورت شهودی کشف کند و به لذت کشف برسد.

پیشنهاد

ما در این مقاله از شبیه‌ساز حرکت پرتابی نرم‌افزار استفاده کردیم. شبیه‌ساز نمودار آزاد اجسام، مدار الکتریکی، نوسانگر و ترمودینامیک از قسمت‌های کاربردی این نرم‌افزار است که به کمک آن‌ها امکان طراحی طرح درس مبتنی بر فناوری و مهارت‌های فرایندی وجود دارد.

منابع

۱. سیدفدایی، آزیتا، استفاده از فناوری آموزش در برنامه درسی علوم تجربی، فصلنامه ترویج علم، شماره دوم، بهار و تابستان ۹۱، صفحه ۵۰.

۲. لاکدشتی، ابوالفضل و یوسفی، رضا و خطیری، خدیجه، تأثیر نرم‌افزارهای شبیه‌ساز آموزشی بر یادگیری و یادسپاری دانشجویان و مقایسه آن با روش سنتی تدریس، فصلنامه فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات در علوم تربیتی، سال اول، شماره سوم، بهار ۱۳۹۰، صفحهٔ ۵-۲۱.
http://ictedu.iausari.ac.ir

۳. رستگار اسکویی، سعید، اجرای آزمایش‌های شیمی با تأکید بر تقویت مهارت‌های فرایندی، هشتمین سمینار آموزش شیمی ایران، شهریور ۱۳۹۲

٤. کتاب معلم، راهنمای تدریس، فیزیک ۳ و آزمایشگاه، صفحه ٤

معرفی کتاب

آزیتا سیدفدایی

- **مبانی فیزیک**
- **تألیف: ریموند سروری، کریس ووئیل**
- **ترجمهٔ: منیژه رهبر**
- ***انتشارات فاطمی، چاپ اول-۱۳۹۴***

کتاب مبانی فیزیک ترجمهٔ college physics ویراست نهم، اثر ریموند سروی و کریس ووئیل در سال ۲۰۱۲ است.

مترجم این مجموعه، دکتر منیژه رهبر با ترجمهٔ این کتاب ارمغانی مفید به آموزش مفهومی فیزیک تقدیم کرده است. و انتخاب چنین کتابی برای ترجمه خود ناشی از تسلط مترجم محترم به نیازهای آموزشی موجود بر اساس پرسش‌های مفهومی آموزشی فیزیک است. مبانی فیزیک برای یک دورهٔ یک سالهٔ فیزیک پایه برای دانشجویان رشته‌های غیر فیزیک نوشته شده است که روش‌های ریاضی مورد استفاده در این کتاب شامل جبر، هندسه، و مثلثات، بدون حسابان است. به گونه‌ای که برخی این کتاب را برای دانشجویان رشته‌های علوم انسانی و حتی دانش‌آموزان دبیرستانی که علاقه‌مند به شرکت در مسابقات تخصصی فیزیک و نجوم در سطح دبیرستان هستند نیز مناسب دانسته‌اند.

کتاب شامل مباحث استاندارد فیزیک کلاسیک و فیزیک قرن بیستم، شامل شش بخش است. بخش ۱ (فصل‌ها ۹-۱) به مکانیک نیوتونی و فیزیک شاره‌ها می‌پردازد. بخش ۲ (فصل‌های ۱۲-۱۰) مربوط به گرما و ترمودینامیک است. بخش ۳ (فصل‌های ۱۳ و ۱٤) حرکت موجی و صوت را در برمی‌گیرد. بخش ٤ (فصل‌های ۲۱-۱۵) به توسعهٔ مفاهیم الکتریسیته و مغناطیس می‌پردازد بخش ۵ (فصل‌های ۲۵-

۲۱) ویژگی‌های نور و اپتیک هندسی و موجی را بررسی می‌کند، و بخش ٦ (فصل‌های ۳۰-۱۲) مقدمه‌ای بر نسبیت خاص، فیزیک کوانتومی، فیزیک اتمی، و فیزیک هسته‌ای در اختیار می‌گذارد. که انتشارات فاطمی آن را در چهار جلد منتشر کرده است.

چهار جلد کتاب شامل:
- جلد اول: مکانیک
- جلد دوم: ترمودینامیک، ارتعاش ها و امواج
- جلد سوم: الکتریسیته و مغناطیس، نور و اپتیک
- جلد چهارم: فیزیک اتمی هسته‌ای

است که برای استفادهٔ دانش‌آموزان و معلمان و مدرسان فیزیک مناسب است. در عین حال توجه به جنبهٔ خودآموزی کتاب قابل تقدیر است و به گونه‌ای است که دانش‌آموزان دبیرستانی و دانشجو می‌توانند از آن استفاده کنند.

امروزه در روش‌های نوین آموزش، تأکید فراوانی بر آموزش مفهومی می‌شود. از دانش‌آموزان می‌خواهند به جای حفظ کردن فرمول ها و عددگذاری در آن‌ها، بیشتر به مفهوم مطالب درس و ارتباط آن‌ها با محیط اطراف، توجه کنند.

از مشکلات آموزش فیزیک در شرایط کنونی ابهام در درک و انتخاب روش مناسب برای تدریس و آموزش فیزیک است. استناد به مرجعی علمی که با شرایط آموزش کنونی و ازمون‌های پایانی سال تحصیلی و یا ورودی دانشگاه انطباق داشته باشد برای معلمان دشوار است و از سوی دیگر دانش‌آموزان نیز در شناسایی منبعی علمی که بتواند آنان را به سوی درک مفهومی فیزیک سوق دهد به گونه‌ای که بر اساس پیشرفت‌های چند ساله اخیر در طراحی مفهومی پرسش ها کمک کند مشکل دارند. این کتاب بر اساس شیوه‌هایی تلفیقی در درک مفاهیم بدون رویکرد ریاضی مدار طراحی شده است و اساس آموزش را بر درک محیط اطراف با مبنای اصول فیزیکی با استفاده از مثال‌هایی از محیط بنا کرده است.

در پایان هر فصل کتاب، خلاصهٔ اصطلاح‌ها، پرسش‌ها، پروژه‌ها، تمرین‌ها و مسئله‌ها آمده است. تمرین‌های انتهای فصل کاربردی هستند و تعداد زیادی از آن‌ها با تکیه بر دریافت مفاهیم همین کتاب قابل بررسی و پاسخگویی هستند. این تمرین‌ها مبتنی بر درک مفاهیم هستند همچنین، برای آزمودن درک خوانندگان از مطالب، پرسش هایی مطرح می‌شود که پاسخ آن‌ها در انتهای بحث آورده شده است.

کتاب دارای پیوست‌هایی است که شامل موارد زیر است:
- جدول‌های مفید فیزیکی
- یکاهای SI

- راهنمای مطالعه مهارت‌ساز ریاضی
- پاسخ‌های مربوط به امتحان‌های کوتاه سریع، پرسش‌های مربوط به مثال، شماره‌های فرد پرسش‌های چندگزینه‌ای، پرسش‌های مفهومی، و مسئله‌ها

مطالب کتاب به‌گونه‌ای چیده شده‌اند که دقیقاً اهداف آموزشی و یادگیری را دنبال می‌کنند و همانند زنجیری ذهن را تشنه یادگیری و حل مجهولات می‌کنند. اساس کتاب یادگیری بر مبنای فعالیت طراحی شده است.

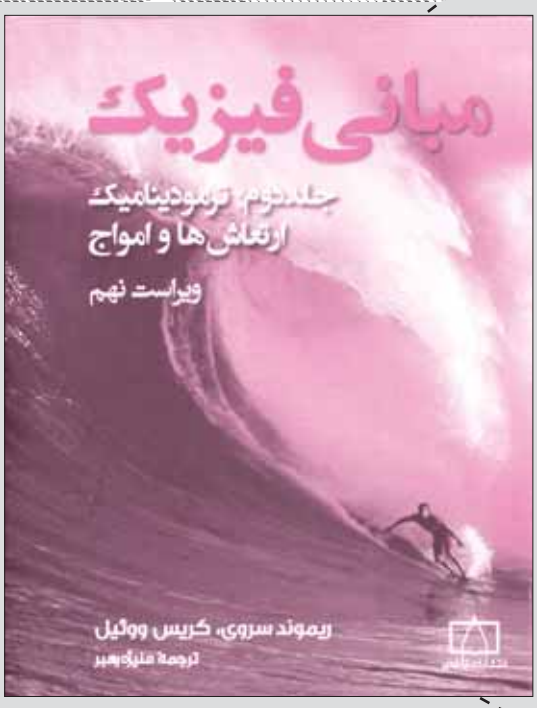
فعالیت‌های یادگیری در این کتاب از بخش‌های زیر تشکیل شده است:

مثال‌ها

مثال‌ها برای هدف‌های آموزشی به‌صورت دو ستونی تنظیم شده‌اند. خواننده می‌تواند هر مثال را مطالعه کند، سپس ستون سمت چپ را بپوشاند و بکوشد تا مسئله را با استفاده از سرنخ‌های موجود در ستون سمت راست حل کند. پس از موفقیت در این تمرین، خواننده می‌تواند هر دو ستون راه‌حل را بپوشاند و سعی کند تا مسئله را با بیان صورت مسئله حل کند.

پرسش‌های چندگزینه‌ای

این پرسش‌ها چند هدف دارند: برخی نیازمند محاسبه‌هایی هستند که برای آشنایی بیشتر شاگردان با معادله‌ها، متغیرهای مورد استفاده، مفاهیمی که این متغیرها نشان می‌دهند، و رابطهٔ بین مفاهیم طراحی شده‌اند. بقیه مفهومی



هســـتند و به منظور تشویق تفکر فیزیکی طراحی شده‌اند. با توجه به اینکه در نظام‌های ارزشیابی به دلیل مشکلات بررسی ســـطح ســـواد دانش‌آموزان مجبور به استفاده از پرسش‌های چندگزینه‌ای هستیم، تمرین این نوع پرسش‌ها مطلوب است. مدرس می‌تواند این پرســـش‌های چندگزینه‌ای را به صورت تکلیف خانه به شـــاگردان بدهد تـــا از آن‌ها در کلاس درس استفاده کند. پاسخ به این پرسش‌های چندگزینه‌ای با شمارهٔ فرد در بخش پایانی کتاب آمده است.

پرسش‌های مفهومی

در پایـــان هر فصل تقریباً ده عدد پرســـش مفهومی وجود دارد. این بخش شامل مثال‌های کاربردی فیزیک است و نشان می‌دهنـــد چگونه می‌توان مفاهیمی را برای شـــناخت جهان فیزیکی به کار برد. پرسش‌های مفهومی وسیله‌ای را در اختیار شاگردان می‌گذارد تا خودشـــان مفاهیم ارائه شده در کتاب را آزمایش کنند. برخی از پرســـش‌های مفهومی برای شروع بحث در کلاس درس مناسب‌اند. پاسخ پرسش‌های مفهومی با شمارهٔ فرد را می‌توان در بخش پاسخ‌های پایان کتاب یافت.

مسئله‌ها

بیش از ۲۰۰۰ مسئله در این کتاب وجود دارد و تقریباً ۲۵٪ پرسش‌ها و مسئله‌های این ویراست جدیدند. پاسخ مسئله‌های فرد در پایان کتاب آمده است. مسئله‌ها بر حسب دشواری در سه گروه طبقه‌بندی شده‌اند. مســـئله‌های سرراست با اعداد سیاه مشخص شده‌اند، مسئله‌های متوسط با رنگ خاکستری روشـــن و مســـئله‌های چالش‌برانگیز با رنگ خاکستری تیره نشان داده شده‌اند. نماد تصویر BIO مسئله‌هایی را مشخص می‌کند که به کاربردهای علوم زیستی و پزشکی می‌پردازند.

مسئله‌های کیفی/ مفهومی

شـــاگردان را تشویق می‌کند در حل یک مسئلهٔ فیزیکی به جای اتکای صرف بر مهارت‌های محاسباتی به تفکر مفهومی بپردازنـــد. معمولاً شـــاگردان بدون درک کامـــل کاری که انجام می‌دهند و تشـــخیص معنی نمادهـــا، اعداد را به جای نمادها می‌گذارند. مســـئله‌های کیفی/ مفهومی با درخواست پاســـخ‌هایی که به چیزی بیش از عدد یا محاسبه نیاز داد، با این روش مقابله می‌کنند.

مسئله‌های هدایت شده

به شـــاگردان کمک می‌کند تا مسئله را به گام‌هایی تجزیه کنند. معمولاً در یک مسئلهٔ فیزیکی کمیت فیزیکی در شرایط معین مورد بررسی قرار می‌گیرد. اما، اغلب باید از چند مفهوم و تعداد محاسبه برای رســـیدن به پاسخ نهایی استفاده کرد. بسیاری از شـــاگردان به این سطح از پیچیدگی عادت ندارند و معمولاً نمی‌دانند کار را از کجا شـــروع کنند. یک مســـئلهٔ هدایت شده، مسئله را به گام‌های کوتاه‌تر تقسیم می‌کند و به شـــاگردان این امکان را می‌دهد تا تمام مفاهیم و راهبردهای لازم برای رسیدن به راه‌حل درست را بفهمد.

راهبردهای حل مسئله

یک راهبرد کلی حل مســـئله برای اســـتفاده فراگیران در پایان فصل ۱ آمده اســـت. این راهبرد فرآیند منظمی را برای حل مســـئله در اختیار شاگردان می‌گذارد. در بیشتر فصل‌ها و راهبردها و پیشنهادهای مشخص‌تری برای حل مسئله هم در مثال‌های حل شـــده و هم مسئله‌های پایان فصل مطرح شده است. این جنبه‌ها به شاگردان کمک می‌کنند تا گام‌های لازم برای حل مسئله‌ها را بردارند و مهارت خود را در این کار افزایش دهند.

لازم به ذکر اســـت که این کتاب دارای واژه‌نامه انگلیســـی و فارســـی و توصیفی و نمایه نیســـت و این مســـئله یکی از دشواری‌های مطالعه کتاب برای خودآموزان محسوب می‌شود. البته خبردار شـــدیم که واژه‌نامه و نمایهٔ کتاب توســـط دکتر منیژه رهبر، مترجم این مجموعه در دست تهیه است.

امید اســـت که با انتشار چنین کتاب‌هایی زمینه آموزش بر مبنای درک فیزیک و نه آموزش محفوظاتی شـــکل بگیرد و دشواری کمبود منابع آموزشـــی مفهومی در پایه دبیرستان برای دانش‌آموزان سرآمد تسهیل گردد.

Roshd
فیزیک
115
Physics Education Journal

IN THE NAME OF ALLAH

Resistive economy and education /2
Sustainable development with laws of physics / T.Gholam Hossein, A.Shokati / 3
A new way to demonstrate the radiometer as a heat engine/ V.I. Hladkouski & Pinchuk /6
Simulation of Earth and Moon revolution around each other/ Gh. Rastegar Nasab H.Sarparast / 8
Newton. The man / John maynard keynes / 14
Model building in physics /Ray Inverno /19
The role of Iranian- Islamic scientists in advancement of experimental science / H. Basireh-N.Dadar/20
Obituary of Dr. Ghalamsiah on teachers'day / E. Motamedi /25
Poetry writing in general physics courses / W.L.Schmidt /26
Cern, Seasame and applied science for peace in the Middle East /S. Maroufi /30
Physics teaching by actual experience/ L.Sadat moemeni /34
Enhancing the astronomical experience with the use of a tablet and telescope / R.M.Gill et al /37
Real world. virtual world/ A. Seid Fadai /40
Physics frontrier / M. Rahbar /44
Determining coefficients of state equation in the waters of Ghesm Island / M.Khoshkhoo /48
Résumé of a muslem physicist /A. Azizi /54
Physics 101 SE software/ N.Basiri,A.Seid Fadai /58
Book review /Seid Fadai / 61

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, Azita Seid Fadai, Hojat Alhagh Hoseini, Esfandyar Motamedi, Manijeh Rahbar
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.32- No.115- 2016

اقتصاد مقاومتی؛ اقدام و عمل
رشد برای همه
نحوهٔ اشتراک:
پس از واریز مبلغ اشتراک به شماره حساب ۳۹۶۶۲۰۰۰ بانک تجارت، شعبهٔ سمه‌راه آزمایش کد ۳۹۵ در وجه شرکت افست، به دو روش زیر، مشترک مجله شوید:
۱. مراجعه به وبگاه مجلات رشد به نشانی: www.roshdmag.ir و تکمیل برگهٔ اشتراک به همراه ثبت مشخصات فیش واریزی؛
۲. ارسال اصل فیش بانکی به همراه برگ تکمیل شدهٔ اشتراک با پست سفارشی یا از طریق دورنگار به شمارهٔ ۷۷۳۳۳۱۹۴. لطفاً کپی فیش را نزد خود نگه دارید.
◆ عنوان مجلات درخواستی:
◆ نام و نام خانوادگی:
◆ تاریخ تولد:
◆ میزان تحصیلات:
◆ تلفن:
◆ نشانی کامل پستی:
استان: شهر، روستا:
خیابان:
پلاک: شمارهٔ بستی:
شمارهٔ فیش بانکی:
مبلغ پرداختی:
◆ اگر قبلاً مشترک مجله رشد بوده‌اید، شمارهٔ اشتراک خود را بنویسید:
امضا:
◆ نشانی: تهران، صندوق پستی امور مشترکین: ۱۶۵۹۵/۱۱۱
◆ تلفن امور مشترکین: ۱۴-۷۷۳۳۶۵۱۰ و ۷۷۳۳۶۵۶۱-۰۲۱
◆ هزینهٔ اشتراک سالانه مجلات عمومی رشد (هشت شماره): ۳۵۰/۰۰۰ ریال
◆ هزینهٔ اشتراک سالانه مجلات تخصصی رشد (سه شماره): ۲۰۰/۰۰۰ ریال

با مجله‌های رشد آشنا شوید
مجله‌های دانش‌آموزی
به صورت ماهنامه و نه شماره در سال تحصیلی منتشر می‌شود:
رشد کودک برای دانش‌آموزان پیش‌دبستانی و پایهٔ اول دورهٔ آموزش ابتدایی
رشد نوآموز برای دانش‌آموزان پایه‌های دوم و سوم دورهٔ آموزش ابتدایی
رشد دانش‌آموز برای دانش‌آموزان پایه‌های چهارم، پنجم و ششم دورهٔ آموزش ابتدایی
مجله‌های دانش‌آموزی
به صورت ماهنامه و هشت شماره در سال تحصیلی منتشر می‌شود:
رشد جوان برای دانش‌آموزان دورهٔ آموزش متوسطهٔ اول
رشد برهان برای دانش‌آموزان دورهٔ آموزش متوسطهٔ دوم
رشد قرآن برای دانش‌آموزان دورهٔ آموزش متوسطهٔ دوم
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 ◆ رشد معارف اسلامی ◆ رشد آموزش زبان و ادب فارسی
◆ رشد آموزش هنر ◆ رشد آموزش مشاور و مدرسه ◆ رشد آموزش تربیت بدنی
◆ 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 فنی و حرفه‌ای و کاردانش ◆ رشد آموزش پیش دبستانی
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