

فصلنامه آموزشی، تحلیلی و اطلاع‌رسانی | برای معلمان، دانشجو-معلمان و کارشناسان وزارت آموزش و پرورش |

دوره سی و ششم | شماره ۳ | بهار ۱۴۰۰ | ۴۸ صفحه | پیامک: ۳۰۰۰۸۹۹۵  
www.roshdmag.ir

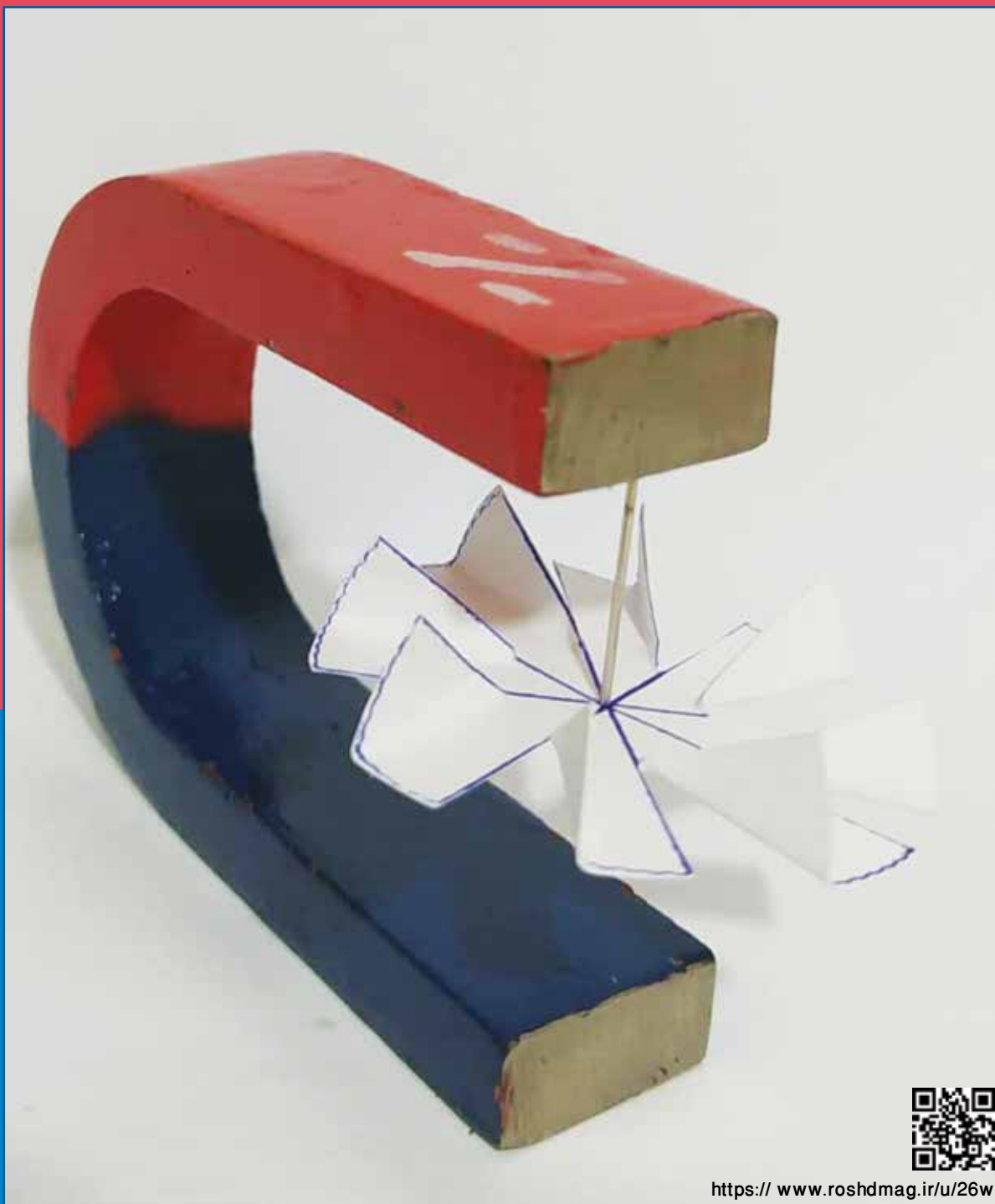
## رمز و راز سیاه‌چاله‌ها

● عملکرد فیزیکی قلب

● لذت آزمایش، نگاهی به نقش آزمایشگاه در تدریس علوم

● آموزش بدون مدارس در طول کووید - ۱۹





فرره مغناطیس

# رشد آموزش

## ۱۲۹

فصلنامه آموزشی، تحلیلی و اطلاع رسانی برای معلمان، دانشجو-معلمان و کارشناسان وزارت آموزش و پرورش  
دوره نسی و ششم، شماره ۳، بهار ۱۴۰۰



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

مدیر مسئول: محمدابراهیم محمدی  
سر دبیر: احمد رضا اعرابی  
مدیر داخلی: احمد احمدی  
هیئت تحریریه: احمد احمدی، روح الله خلیلی بروجنی، حسن قلمی باویل علیایی، هانیه عالی نژاد، سیده هدایت سجادی، زهرا باقری، احمد رضا اعرابی، و اسفندیار معتمدی  
مدیر هنری: کوروش پارسا نژاد  
طراح گرافیک: نوید اندرودی  
دبیر عکس: پرویز قراگوزلی  
ویراستار: جعفر ربانی  
نشانی مجله: تهران، ایرانشهر شمالی، پلاک ۲۶۶  
تلفن دفتر مجله: ۸۸۸۴۳۲۵۱ - ۰۲۱ - (داخلی ۰۳۴)  
نمبر مجله: ۸۸۸۳۹۱۸۶ - ۰۲۱ -  
سندوق پستی مجله: ۱۸۵۷۵/۶۵۸۵  
سندوق پستی امور مشترکین: ۱۵۸۷۵/۳۳۳۱  
تلفن امور مشترکین: ۰۲۱ - ۸۸۸۶۷۳۰۸  
وبگاه مجلات رشد: [www.roshdmag.ir](http://www.roshdmag.ir)  
پایان نگار مجله: [Physics@roshdmag.ir](mailto:Physics@roshdmag.ir)  
پیماک: ۰۳۰۰۰۸۹۹۵

### سر مقاله: عدالت آموزشی / سردبیر / ۲

پژوهشی: آموزش بدون مدارس در دوران کووید - ۱۹ / یونگ ژائو ترجمه روح الله خلیلی بروجنی / ۴

گفت و گو: معلم باید بتواند، گفت و گو با مجید عتیقی، دبیر فیزیک نام آشنای کشور / احمد احمدی / ۸

آموزشی: بررسی عملکرد خازن و عوامل مؤثر بر آن به کمک آزمایش گاه مجازی phET / نساء احمدزاده / ۱۳

تجربه های آموزشی: لذت آزمایش، نگاهی به نقش آزمایشگاه در تدریس علوم / عارفه علیزاده و اجاری و رعنا

علیزاده و اجاری / ۱۸

تجربه های آموزشی: مقاومت های انسانی! / سمیرا کاشفی / ۲۶

پژوهشی: تلبه شگفت انگیز مروری بر عملکرد فیزیکی قلب / حنا رفیعی / ۲۸

تاریخ علم: مایکل فارادی، دانشمندی تجربی / محمد ساعد غفوری / ۳۴

پژوهشی: مطالعه پرتوهای نور با تلفن هوشمند / آنتونی ژیرو همکاران مترجمان: محمدرضا مبارکی، هیوا

احمدی نیا و عزیز خدادادی / ۳۸

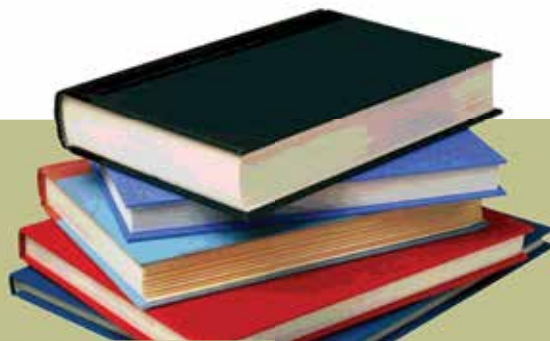
اخبار علمی: تازه های جهان فیزیک / علی رادپی و احمد رضا اعرابی / ۴۲

مجله رشد آموزش فیزیک، نوشته ها و حاصل تحقیقات پژوهشگران و متخصصان تعلیم و تربیت، به ویژه آموزگاران، دبیران و مدرسان را، در صورتی که در نشریات عمومی درج نشده و مرتبط با موضوع مجله باشند، می پذیرد:

- مطالب یک خط در میان و در یک روی کاغذ نوشته و در صورت امکان تایپ شود.
- شکل قرار گرفتن جدول ها، نمودارها و تصاویر پیوست در حاشیه مطلب نیز مشخص شود.
- نثر مقاله روان و از نظر دستور زبان فارسی درست باشد و در انتخاب واژه های علمی و فنی دقت لازم مبذول گردد.
- مقاله های ترجمه شده با متن اصلی همخوانی داشته باشد و متن اصلی نیز پیوست مقاله باشد.
- در متن های ارسالی تا حد امکان از معادل های فارسی واژه ها و اصطلاحات استفاده شود.
- زیر نویس ها و منابع کامل و شامل نام اثر، نام نویسنده، نام مترجم، محل نشر، ناشر، سال انتشار و شماره صفحه مورد استفاده باشد.
- مجله در رد، قبول، ویرایش و تلخیص مقاله های رسیده مختار است.
- آرای مندرج در مقاله ها، ضرورتاً مبنی نظر دفتر انتشارات و فناوری آموزشی نیست و مسئولیت پاسخگویی به پرسش های خوانندگان، با خود نویسنده یا مترجم است.
- مجله از بازگرداندن مطالبی که برای چاپ مناسب تشخیص داده نمی شود، معذور است.



شرح تصویر روی جلد:  
جایزه نوبل فیزیک ۲۰۲۰ به پژوهش ها در مورد فعالیت و اکتشاف سیاه چاله ها جانی دوباره بخشید



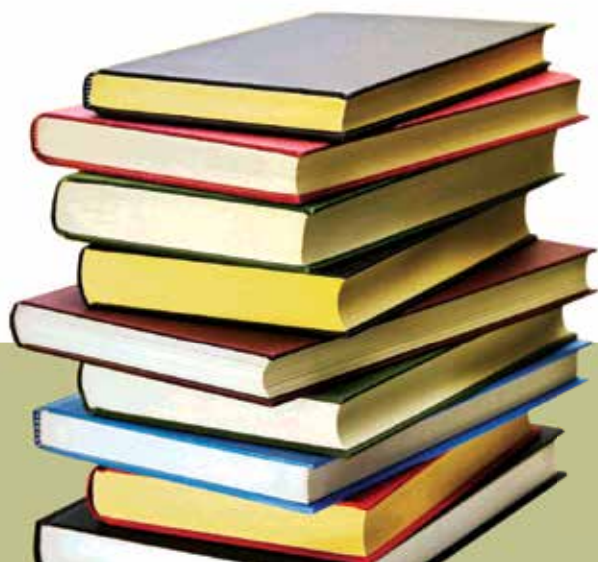
# عدالت

می‌رسد به دلیل زیر ساختارهای نادرستی که تاکنون وجود داشته‌اند، نباید همه چیز را مساوی توزیع کنیم. از یک طرف، امکانات و منابع آموزشی و انسانی، و ساختمان و تجهیزاتی که در استان‌های مرزی کشور وجود دارند، با استان‌های مرکزی به هیچ عنوان قابل مقایسه نیستند. از طرف دیگر، در اطراف شهرهای بزرگ مناطقی وجود دارند که دست کمی از مناطق محروم ندارند. منظور از توزیع امکانات آموزشی و فرصت یادگیری هم صرفاً میز و صندلی و رایانه نیست که با توزیع خوب آن‌ها عدالت آموزشی رخ دهد، بلکه مهم‌تر از آن، فرصت یادگیری و منابع انسانی است؛ یعنی شرایطی فراهم شود که در روستاها و مناطق مرزی هم معلم مجرب، با استعداد و توانمند خدمت کند. در حالی که اکنون شرایط ما این‌گونه نیست. به‌عنوان مثال، اگر فرض کنیم هر کلاس ۲۰ نفره باید یک معلم داشته باشد، در یک روستا ممکن است یک سرباز معلم کلاسی ۵ نفره داشته باشد، ولی کلاسی ۲۵ نفره در تهران، از دبیری با سابقه بهره‌مند باشد. مشخص است که این از عدالت آموزشی به‌دور است. منظورم از توزیع منابع انسانی، رعایت عدالت در چنین شرایطی است. یکی از راهبردهای جدی سند تحول، بحث عدالت

یکی از شرایط لازم برای ایجاد هر جامعه‌ی متعالی، پویا و توسعه‌یافته، دستیابی به عدالت آموزشی است. عدالت آموزشی است که زمینه را برای دستیابی به عدالت اجتماعی نیز فراهم می‌کند. بنابراین، هرچه این پدیده بیشتر تعمیم پیدا کند، قطعاً به پایداری اجتماع کمک خواهد کرد و جامعه پیشرفت و توسعه بیشتری خواهد یافت. در شرایط فعلی، آیا می‌توان کاری کرد که در فرصت‌های یادگیری برای دانش‌آموزان، تعادل و توازن فراهم شود و هر دانش‌آموز متناسب با ظرفیت خود، فرصت یادگیری داشته باشد و تا جایی که فرصت و استعداد او اقتضا می‌کند، رشد کند؟

هر سال وقتی به آمار قبولی دانشگاه‌های دولتی نگاه می‌کنیم، به تفاوت معنی‌دار تعداد قبول‌شدگان مدارس دولتی و غیردولتی پی می‌بریم. این واقعاً دردناک است و فاصله ما را تا ایجاد عدالت پایدار آموزشی نشان می‌دهد. از طرف دیگر، در دوران کرونایی، می‌بینیم که در آموزش‌های مجازی باید حداقل‌هایی برای دانش‌آموزان فراهم باشد که متأسفانه در بسیاری از نقاط کشور و حتی در تهران، فراهم نیست. عدالت آموزشی چیست؟ گاهی از عدالت به معنای توزیع مساوی امکانات و منابع یاد می‌کنند، ولی به نظر





# آموزشی

کن و به نسبت فقر آموزشی‌شان، بیشتر روی روستاها سرمایه‌گذاری کن».

آیا می‌توان برای دبیران دستمزدی حداقلی در نظر گرفت، ولی توقعی حداکثری از آنان داشت؟ یا از طبقه متوسطی که به حداقلی از امکانات آموزشی مانند اینترنت و گوشی همراه هوشمند دسترسی ندارند، توقع قبولی بالا در دانشگاه‌های دولتی را داشت؟!

آنچه امروزه بر همه واضح است، فاصله زیاد واقعیت با خواسته‌های سند تحول بنیادین آموزش و پرورش است که فاصله زیاد ما را با ایجاد عدالت آموزشی نشان می‌دهد. جنبه دیگر این عدالت، نگاه درست به متولیان ایجاد آن یعنی معلم‌هاست. انتظار وسیع و فشارهایی که امروزه در غیاب خانه و جامعه بر دوش آنان نهاده شده، در بسیاری موارد به خستگی مفرط معلم و تنش و بیماری‌های عصبی می‌انجامد و این موضوع، علاوه بر تهدید سلامت این قشر، بر عملکرد آن‌ها تأثیر منفی می‌گذارد، بنابراین، علاوه بر حمایت حرفه‌ای، لازم است شرایط کار در مدرسه به نحوی سازمان‌یابند که رضایت معلمان را تأمین کند. در این صورت، آموزش و پرورش که تحرک و انعطاف را به جامعه می‌بخشد، خود نیز طراوت و تازگی خواهد یافت.

سردبیر

آموزشی است. البته در سند واژه عدالت تربیتی مطرح شده است که اعم از آموزش و پرورش مصطلح امروز ماست. از مجموعه فعالیت‌های آموزشی و پرورشی رایج با عنوان تربیت یاد می‌شود؛ مجموعه فعالیت‌هایی که به تقویت مهارت‌ها و توانمندی‌های فرد و شایستگی‌های او در تمام ساحت‌های وجودی وی کمک می‌کنند. در واقع، وقتی گفته می‌شود تربیت، صرفاً بعد مذهبی یا اخلاقی یا سیاسی آن مد نظر نیست، بلکه تربیت فناورانه، هنری، زیستی و بدنی مطرح‌اند که در سند تحول از همگی این‌ها با عنوان تربیت یاد شده است. در سند تحول، بارها از کلمه عدالت نام برده شده است و در بخش اهداف هم به تربیت انسان عدالت‌خواه اشاره شده است. آیا با توجه به شرایط امروز جامعه می‌توان انتظار داشت خروجی دانش‌آموزان تربیت‌شده در این نظام، افرادی با ویژگی‌های برجسته عدالت‌خواهی و عدالت‌جویی باشد؟ استادی در باب ایجاد عدالت آموزشی به نکته جالبی اشاره کرده است: «عدالت یا افقی است یا عمودی. عدالت افقی در آموزش یعنی همان تعداد کلاس و معلم و سایر امکانات آموزشی که شهرها دارند و روستاها هم به نسبت جمعیتشان باید داشته باشند، اما عدالت عمودی می‌گوید تفاوت‌ها را لحاظ

# آموزش بدون مدارس در دوران کووید - ۱۹

ترجمه روح‌الله خلیلی بروجنی<sup>۲</sup>  
یونگ ژائو<sup>۱</sup>



## مقدمه

«توفوو<sup>۱</sup> پنیر نیست.» سخنی است که من به گروهی از معلمان یک مدرسه ابتدایی<sup>۲</sup> گفتم؛ مدرسه‌ای در هنگ‌کنگ که مصمم بود بحران کووید-۱۹ را به فرصتی برای بازنگری در آموزش تبدیل کند. گفتم: «توفوو پنیر نیست، بنابراین نباید انتظار داشته باشیم که بو و مزه‌ای شبیه پنیر داشته باشد.» همچنین گفتم: «نباید وانمود کنیم که پنیر است یا تلاش کنیم بگوییم که طعم و بویی شبیه پنیر دارد.»

مطلبی که سعی در بیان آن داشتم این بود که به آن‌ها تفهیم کنم باید این واقعیت را بپذیریم که مدارس بسته شده‌اند؛ و نباید تظاهر کنیم که می‌توانیم آموزش آنلاین را کاملاً شبیه آموزش حضوری بدانیم؛ ما تنها می‌توانیم بهترین شرایط را از موقعیت به وجود آمده فراهم کنیم. در آخرین مطلب وبلاگم<sup>۳</sup> نیز این ایده را توضیح دادم:

«نمی‌توان تمام عملکردهایی را که مدارس در جامعه دارند با آموزش آنلاین جایگزین کرد، اما از آموزش آنلاین می‌توان خیلی بیشتر از فقط یک نسخه فشرده و کوچک از آموزش حضوری انتظار داشت.»

در طی چند هفته گذشته، در بسیاری از کشورهای دنیا، وقتی من با معلمان و متولیان سیاست‌گذاری در آموزش و پرورش گفت‌وگو کردم عمیقاً تحت تأثیر تعهد و فداکاری جهانی در فراهم کردن بهترین تجربه آموزشی برای دانش‌آموزان به‌خاطر همه‌گیری کووید-۱۹ قرار گرفتم. افزون بر این، بسیاری از اقدامات افراد و سازمان‌ها، الهام‌بخش و مشوق من شدند تا درباره چگونگی تعلیم و تربیت در آینده تجدیدنظر کنم؛ از جمله اینکه به نظر می‌رسد وجه مشترک تمام روش‌های نوآورانه «عدم بازگشت به همان روش‌های آموزشی پیشین، پس از بازگشت به همان مدرسه» است.<sup>۱</sup> هر چند متأسفانه، تمایل بیشتر افراد، به جز گروهی کوچک از معلمان نوآور، بازگشت به همان مدرسه و همان روش آموزشی است؛ در حال حاضر بیشتر دولت‌ها و مسئولان آموزش و پرورش آن‌ها به جای استفاده از فرصت‌های به وجود آمده ناشی از این بحران، فقط در حال مدیریت بحران هستند. از این رو، من تصمیم دارم درباره فرصت‌های به‌وجود آمده، به تدریج مجموعه مطالبی را در وبلاگم بنویسم و برای استفاده از این فرصت‌ها پیشنهادهایی را ارائه دهم. موضوع را با تجدیدنظر در برنامه درسی و اینکه «آموزش چیست؟» شروع می‌کنم.

## دست نگه دارید و دوباره فکر کنید:

### چه چیزی ارزش آموزش و یادگیری دارد؟

کووید-۱۹ این فرصت نادر را به ما داده است که آنچه را همیشه آموزش می‌داده‌ایم (یا تلاش برای آموزش آن داشته‌ایم) به دلایل زیر بررسی کنیم. **اول:** کووید-۱۹ سبب شده است تا بسیاری از آزمون‌ها، که دانش‌آموزان را در معرض استرس و فشار عصبی قرار می‌داد لغو شوند و دست‌کم فشار «آموزش برای ارزش‌یابی»، هر چند به‌طور موقت، از بین برود.

**دوم:** برای پذیرش دانشجو در دانشگاه‌ها باید به مدارک دیگری غیر از نمرات آزمون استناد شود. اکنون بسیاری از دانشگاه‌ها اعلام کرده‌اند که تصمیم دارند در آینده از نمرات آزمون‌های استاندارد برای پذیرش دانشجو استفاده نکنند. این تصمیم ممکن است برای برخی موقتی و برای برخی نیز دائمی باشد؛ زیرا به دلیل وجود کووید-۱۹ تعداد دانشگاه‌هایی که درصدد

کاهش الزام نمرات آزمون هستند افزایش یافته است.

**سوم:** در جریان بحران کووید-۱۹ دولت‌ها و نهادهای رسمی دیگر نمی‌توانند انتظار داشته باشند که مدارس از برنامه درسی تجویزی پیروی کنند.

**چهارم:** آموزش آنلاین برای آموزش‌های با کیفیت بالا، در خصوص برخی از دروس که به‌طور سنتی مهم و باارزش‌اند، مناسب نیست.

**پنجم:** ملزم نمودن دانش‌آموزان به یادگیری مطالب مشابه، با سرعت و میزان یکسان، و همچنین ارزش‌یابی از آموخته‌های آن‌ها با آزمونی مشابه، غیراخلاقی و ناعادلانه است؛ چرا؟ زیرا محیط‌های یادگیری آن‌ها به دلیل وضعیت خانوادگی‌شان به همین اندازه نابرابر و ناعادلانه است.

**ششم:** در طول این بحران، عموم مردم، و به‌ویژه والدین، قبل از هر چیز نگران سلامت جسمی و نیز سلامت اجتماعی و عاطفی فرزندان‌شان هستند تا محتوای علمی و آموزشی. بنابراین سیاست‌گذاران آموزشی و معلمان باید به این موضوع نیز توجه داشته باشند.

به این ترتیب ضرورت دارد سیاست‌گذاران آموزشی، مدیران مدارس، معلمان و والدین به‌طور جدی در کار خود تجدیدنظر کنند و به این سؤال جواب دهند که: آیا لازم است، در آموزش آنلاین، مدرسه را شبیه‌سازی کنیم و هر آنچه را که قرار بود در مدرسه آموزش دهیم اینجا هم آموزش دهیم؟ آیا این منطقی و خردمندانه است که از هر دانش‌آموزی بخواهیم با وجود شرایط خاص فردی خود مطالب مشابه را در زمان یکسان و مانند قبل یاد بگیرد؟ آیا این به نفع دانش‌آموزان و معلمان است که آن‌ها را ملزم به پیروی از همان برنامه درسی تجویزی کنیم، چنان که گویی هنوز در مدرسه هستند؟ پاسخ من به هر سه سؤال «منفی» است!

## امکانات جدید: شایستگی‌های جهانی و دیجیتالی

با این توصیف، اکنون یک فرصت عالی به دست ما آمده است برای آموزش «مطالب متفاوتی» که آرزو داشتیم آموزش دهیم اما فضا و زمان کافی را

کووید-۱۹  
سبب شده  
است بسیاری  
از آزمون‌ها، که  
دانش‌آموزان  
را در معرض  
استرس و فشار  
عصبی قرار  
می‌داد لغو شوند  
و دست‌کم فشار  
«آموزش برای  
ارزش‌یابی»،  
هر چند به‌طور  
موقت، از بین  
برود

برای اجرای آن - در برنامه آموزشی مدرسه- نداشتیم. شایستگی‌های جهانی و دیجیتال دو نمونه از آن مطالب متفاوت هستند.

\*\*\*\*

جهانی، و افزون بر این‌ها به لزوم اشتیاق و توانایی در انجام اقداماتی برای ایجاد تغییرات مثبت در جهان تأکید می‌کنم تا همه انسان‌ها بتوانند در صلح و سعادت زندگی کنند.

### افزایش اهمیت شایستگی‌های جهانی

اکنون شایستگی‌های جهانی، در میان همه‌گیری کووید-۱۹، ضرورت بیشتری یافته است. در سال‌های اخیر ما شاهد ظهور جریان‌های بیگانه‌هراسی، نژادپرستی، ملی‌گرایی و انزواگرایی<sup>۱۲</sup> در جهان بوده‌ایم و اکنون همه‌گیری بیماری کووید-۱۹ اوضاع را تشدید کرده است. لذا جامعه به هم پیوسته و وابسته انسانی با خطر افزایش درگیری و خشونت، بی‌ثباتی اجتماعی، احتمال رکود اقتصادی، سلب اعتماد، آسیب دیدن منافع مشترک مانند محیط‌زیست و نابرابری و بی‌عدالتی، روبه‌رو شده است. این وضع را می‌توان ناشی از حماقت، جهل، کژاندیشی، حرص و طمع برخی سیاستمداران و شرکت‌های بزرگ دانست که آینده بشر را نیز تهدید می‌کند. به نظر من تنها با آموزش است که می‌توان به تغییرات مثبتی امیدوار بود. می‌توان امید داشت که از طریق آموزش و پرورش، دانش‌آموزان امروز که رهبران سیاسی و تجاری و فعالان اجتماعی و شهروندان آینده هستند، درک بهتری از انسجام و وابستگی متقابل انسان‌ها پیدا کنند و به قدر کافی زیرک باشند تا بتوانند از اقدامات کوتاه‌بینانه‌ای که منجر به فاجعه‌های بلندمدت می‌شوند، اجتناب کنند.

### فرصتی نادر برای آموزش شایستگی‌های جهانی

متأسفانه، به دلیل گسترش سیاست‌های جهانی ملی‌گرایانه و محافظه‌کارانه در چند سال اخیر، اشتیاق و علاقه به شایستگی‌های جهانی در آموزش و پرورش کاهش یافته است. اما با بحران کووید-۱۹، زمان آن فرا رسیده است که توسعه شایستگی‌های جهانی به برنامه محوری آموزش و پرورش تبدیل شود. نه تنها به دلیل اینکه این امر ضروری‌تر و مهم‌تر شده است؛ بلکه به این دلیل که همه‌گیری کووید-۱۹ زمینه‌ای مناسب را برای اجرای این کار فراهم کرده است. اولاً، همه‌گیری کووید-۱۹ زمینه‌ای گران‌بها برای توجه به شایستگی‌های جهانی، و نگاهی دوباره به انسجام و وابستگی متقابل انسان‌ها فراهم کرده است. ثانیاً چون دانش‌آموزان در خانه تنها شده‌اند (و خواهان ارتباطات

از مدت‌ها قبل، از «شایستگی‌های جهانی» و «دیجیتال» به‌عنوان دو توانایی از توانایی‌های مهم قرن بیست و یکم نام برده شده است. در سال ۲۰۰۹ در کتابم با عنوان **درگیر راه یا رهبری راه: آموزش و پرورش آمریکایی در عصر جهانی شدن**<sup>۸</sup> افزون بر دنیا‌های محلی و جغرافیایی، موضوع ظهور دو دنیای جدیدی را به میان آوردم که انسان‌ها به‌زودی در آن‌ها زندگی خواهند کرد؛ دهکده جهانی و دنیای مجازی (دیجیتال)<sup>۹</sup>. باور دارم که این دو دنیا در زمینه فعالیت‌های اقتصادی، تأثیرات سیاسی، زندگی اجتماعی و دوستی، و همچنین آموزش، به واقعیت تبدیل شده‌اند. امروزه توانایی موفق زیستن در این دو دنیا مهم‌تر از همیشه است، به‌خصوص با توجه به تغییراتی که کووید-۱۹ در جهان به وجود آورده است. با وجود این، سیاست‌گذاران آموزشی و مدارس، علی‌رغم استقبال گسترده از اهمیت این دو دنیا در مقام نظر، به ندرت تلاشی جدی و عملی برای کسب این شایستگی‌ها به عمل آورده‌اند.

### تعریف من از شایستگی‌های جهانی

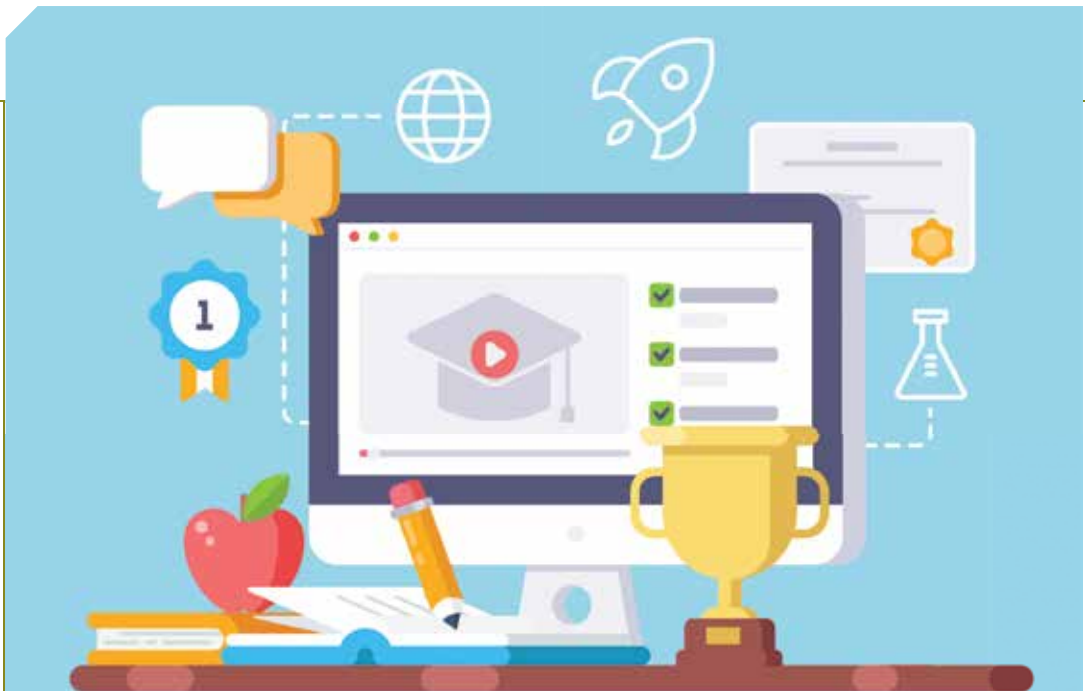
وقتی به نوشته‌هایم درباره شایستگی‌های جهانی مراجعه کردم، شگفت‌زده شدم که عبارت زیر را در سال ۲۰۰۹ در مقاله‌ای آورده‌ام که در مجله راهبری آموزشی<sup>۱۰</sup> منتشر شده است:

در حالی که این کلمات را می‌نویسم، جهان با یک بحران بی‌سابقه اقتصادی و یک ویروس کشنده (H1N1) روبه‌روست. هر دو بحران شوک‌های بزرگی هستند که نشان می‌دهد نسل بشر وارد عصر جدیدی شده است که در آن مرزهای جغرافیایی و سیاسی، دیگر برای جداسازی شش میلیارد عضو آن در سراسر جهان کارایی ندارند.

درباره شایستگی‌های جهانی تعریف‌های متفاوتی وجود دارد. تعریف من به ماهیت انسجام و وابستگی متقابل بشریت در دنیای جهانی<sup>۱۱</sup> و به تعبیر دیگر دهکده جهانی متمرکز است. در این تعریف، من بر توانایی و دانش مورد نیاز برای درک وابستگی متقابل جهانی، درک اقتصاد جهانی و چالش‌ها و تعارض‌های

می‌توان  
به تغییرات  
مثبتی امیدوار  
بود. می‌توان  
امید داشت  
که از طریق  
آموزش و پرورش،  
دانش‌آموزان  
امروز که رهبران  
سیاسی و  
تجاری و فعالان  
اجتماعی و  
شهروندان آینده  
هستند، درک  
بهتری از انسجام  
و وابستگی  
متقابل انسان‌ها  
پیدا کنند





من دنیای مجازی را با یک فرهنگ بیگانه مقایسه کردم. اگر کسی بخواهد با موفقیت در یک فرهنگ بیگانه زندگی کند، باید توانایی‌های مربوط به آن را هم داشته باشد. اگرچه مدارس وظیفه آماده کردن فرزندان برای شایستگی‌های دیجیتال را بر عهده دارند، اما به دلیل تقاضا و فشار بیشتر روی برنامه آموزشی سنتی (که بیشتر روی مطالب درسی تأکید دارد) قادر به آماده کردن فرزندان برای زندگی، یادگیری، کار و معاشرت در دنیای مجازی نیستند. مدارس درس‌های سواد دیجیتال یا فناوری را ارائه می‌دهند، اما در بیشتر موارد، زمان اختصاص داده شده به این درس‌ها محدود است.

به جای آموزش زندگی سالم در دنیای مجازی به دانش‌آموزان، بیشتر مدارس و والدین، به دلیل نگرانی گسترده‌شان، مبنی بر عدم ایمنی و مسئولیت کودکان در استفاده از وسایل دیجیتال، استفاده از این وسایل را ممنوع می‌کنند. اما این ممنوعیت فقط نتیجه عکس دارد؛ بگذریم از اینکه آموزش آنلاین اصولاً ممنوعیت این وسایل را غیرممکن می‌سازد. پس این فرصتی عالی است که به کودکان کمک کنیم تا با صلاحیت و دانش وارد دنیای مجازی شوند. هنگامی که مدارس مجبور به ارائه آموزش آنلاین می‌شوند، دانش‌آموزان باید از فناوری استفاده کنند. آن‌ها مجبورند در دنیای مجازی آموزش ببینند و یاد بگیرند. برای کمک به دانش‌آموزان در تبدیل شدن آن‌ها به دانش‌آموزان پربار و شهروندان مسئول در دنیای مجازی، مدارس باید از این فرصت مناسب برای آموزش شایستگی‌های دیجیتال استفاده کنند.

اجتماعی هستند) بیش از پیش نیاز به یادگیری آنلاین دارند که این سبب می‌شود برنامه‌های آموزشی در خصوص شایستگی‌های جهانی برایشان جذاب‌تر و امکان‌پذیرتر باشند. ثالثاً، شکل و قالب آموزش آنلاین نسبت به آموزش حضوری، بستر مؤثرتری برای تجربه آموزش مشارکتی دانش‌آموزان در سراسر جهان فراهم کرده است.

## شایستگی‌های دیجیتال: آموزش زندگی، یادگیری و کار در دنیای مجازی

شایستگی‌های دیجیتال چیزی است فراتر از توانایی استفاده از فناوری اطلاعات، که کودکان اغلب می‌توانند به تنهایی یاد بگیرند. این شایستگی‌ها، مجموعه کاملی از دانش‌ها، مهارت‌ها، توانایی‌های اجتماعی-عاطفی و دانش لازم برای زندگی، یادگیری و کار در دنیای مجازی است. دلیل این امر آن است که همان‌طور که بیش از ده سال پیش در کتابم، با عنوان درگیر راه یا رهبری راه: آموزش و پرورش آمریکایی در عصر جهانی شدن، نوشتیم:

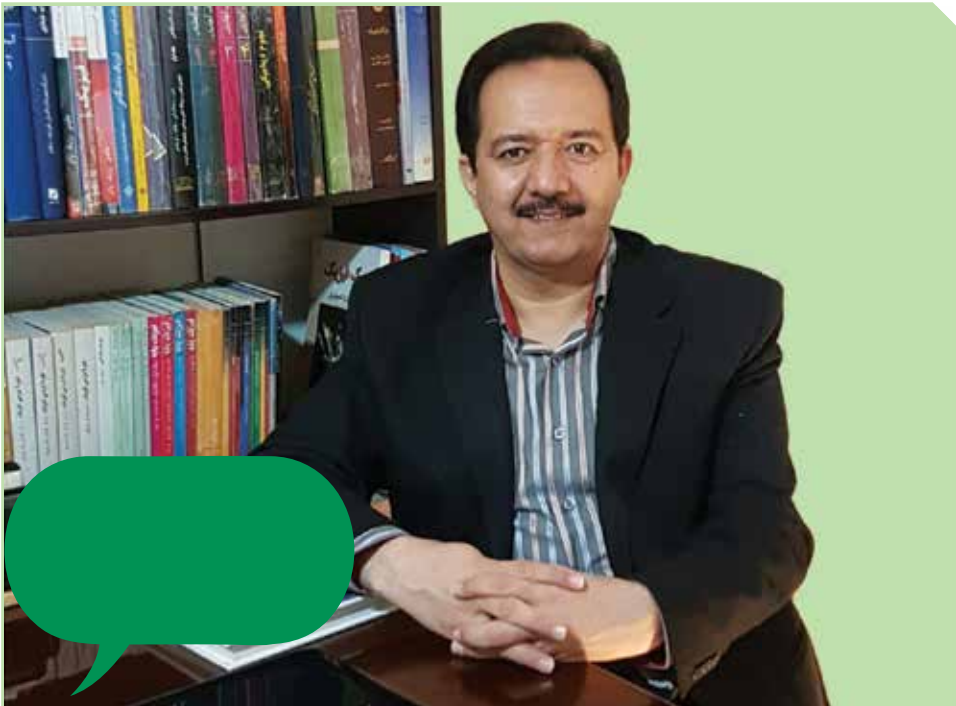
... دنیای مجازی به همان اندازه دنیای فیزیکی، از نظر روان‌شناختی، اقتصادی، سیاسی و اجتماعی واقعی است. آنچه در دنیای مجازی اتفاق می‌افتد، تأثیر به‌سزایی در دنیای فیزیکی دارد. این سخن که بسیاری از ما اکنون در هر دو دنیای فیزیکی و مجازی زندگی می‌کنیم اغراق نیست. اشتباه است این‌گونه فکر کنیم که دنیای مجازی غیرواقعی یا خیالی است (ص ۱۲۸).

### پی‌نوشت‌ها

1. Tofu is not Cheese: Re-imagine Educa on Without Schools During Covid 19
۲. یونگ ژائو رئیس بخش آموزش جهانی دانشکده آموزش در دانشگاه اورگان است. آثار وی عمدتاً به پیامدهای جهانی شدن و فناوری در آموزش و پرورش متمرکز است.
۳. سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
۴. توفو و ماده‌ای غذایی شبیه پنیر است که از شیر سویا درست می‌شود ولی نه طعم و مزه و نه بوی پنیر را دارد.
5. ESF Quarry Bay Primary School (QBS)
6. <http://zhaolearning.com/category/blog/>
7. Not to return to the same education after we return to the same school
8. Catching Up or Leading the Way: American Education in the Age of Globalization
9. global world and the virtual (digital)world
10. ASCD's Educational Leadership
11. global world
12. isolationism

### منبع

مرجع این ترجمه، از آدرس زیر قابل دسترسی است.  
<https://nepc.colorado.edu/blog/tofu-not-cheese>



## معلم باید بتواند...

### گفت و گو با مجید عتیقی؛ دبیر فیزیک نام‌آشنای کشور

احمد احمدی

● جناب عتیقی، لطفاً به‌طور مختصر سوابق علمی-آموزشی و اجرایی خود را بیان کنید.

○ من در پنجم شهریورماه ۱۳۴۳ در شهر مشهد به دنیا آمدم. پدر و مادرم هر دو معلم بودند. تحصیلات خودم را از ابتدایی تا دبیرستان در همین شهر طی نمودم و سپس نخست کارشناسی دبیری فیزیک (۶۷-۱۳۶۲) و چند سال بعد کارشناسی ارشد اختر فیزیک (۷۶-۱۳۷۲) را نیز در دانشگاه فردوسی مشهد گذراندم. اول مهرماه ۶۸ وقتی لیسانس گرفته بودم به استخدام آموزش و پرورش درآمدم و در شهر سرخس مشغول به کار شدم، تا اینکه چهار سال بعد، پس از قبولی در دوره کارشناسی ارشد، به مشهد منتقل شدم. من در سرخس از همان سال اول به سرگروهی فیزیک شهرستان انتخاب شدم. دو سال بعد از انتقال به مشهد هم به عضویت گروه آموزشی استان دعوت شدم و به مدت ۲۲ سال سرگروه فیزیک استان بودم. از سال ۱۳۹۶ که دبیرخانه کشوری راهبری درس فیزیک به استان خراسان رضوی منتقل شد مسئولیت دبیرخانه را پذیرفتم و هنوز هم، بعد از گذشت سه سال از بازنشستگی‌ام، برای پنجمین سال در این سمت افتخار خدمت به همکارانم را دارم. در تمام این سال‌ها همواره به تدریس در سطوح مختلف اشتغال داشته‌ام و طبعاً با توجه به سمت خودم در دوره‌های مختلف کشوری شرکت کرده‌ام و مسئولیت‌های علمی و اجرایی فراوانی داشته‌ام که ثمره آن آشنایی بیشتر با جامعه فیزیک کشور و بهره‌بردن از تجربیات فراوان همکارانم بوده است.

## ● در حرفه معلمی خود تاکنون چه کارهای شاخصی انجام داده‌اید که به نظر خودتان برای حوزه یادگیری و آموزش مفید و مؤثر بوده است؟

اولاً در پاسخ به این سؤال باید شرایط و امکانات زمان انجام کارها را هم در نظر گرفت؛ مثل نبودن فضای مجازی در آن زمان، از جمله اینترنت. فایل‌های پی‌دی‌اف و حتی پاره‌ای از کتاب‌ها و مجلات.

دوره تحصیل من در دوره کارشناسی فیزیک در دانشگاه فردوسی مشهد (دهه ۶۰) هم‌زمان با شروع فعالیت‌های استاد فقید دکتر محمدفرهاد رحیمی در ترویج و عمومی‌سازی علم و به‌خصوص فیزیک بود. حضور من در فیزیک‌سرا و مشاهده و اجرای آزمایش‌ها و روبه‌رو شدن با سؤال‌هایی که بر در و دیوار نصب شده بود سبب شد که از همان اوایل کار تدریس خودم را با آزمایش و نمایش پدیده‌های فیزیکی و مثال‌های موجود در زندگی روزمره همراه سازم. بعدها این موارد به همراه ابتکارها و خلاقیت‌های دیگر به‌صورت مقاله‌های متعدد و کارگاه‌های آموزشی در سطح کنفرانس‌ها و نشست‌های دبیران ارائه شد. از جمله این موارد می‌توانم به آزمایش‌های کشش سطحی، کارگاه‌های آزمایش‌های ساده و خلاقانه، کارگاه استفاده از اسباب‌بازی در آموزش فیزیک و استفاده از تردستی در آموزش فیزیک نام ببرم.

فعالیت مهم دیگر کمک به شکل‌گیری انجمن فیزیک معلمان خراسان بود. در آن زمان این انجمن نخستین انجمن دبیران فیزیک کشور بود که به همت زنده‌یاد محمد شکیبایی و همکاران و همراهان ایشان مثل سرکار خانم وندائی شروع به کار کرد. در همان ابتدای کار متأسفانه استاد شکیبایی را از دست دادیم، اما من با استقبال و حمایت دوستان و همکاران، به‌ویژه همکارانی با تجربه به هیئت‌رئیس انجمن پیوستم و توانستم با مشکلات فراوان مجوز فعالیت این انجمن را از وزارت کشور بگیریم و راه را برای توسعه این انجمن‌ها باز کنیم. ما در ده سال اولیه فعالیت انجمن با فعالیت‌های زیادی که با همراهی همکاران انجام دادیم- مثل انتشار منظم نشریه، جلسه‌های منظم هفتگی و ماهانه، برگزاری کنفرانس‌های کشوری آموزش فیزیک و دانش‌آموزی فیزیک و نشست‌های سالیانه استانی- موفق شدیم تشکیلی هماهنگ و همدل بین دبیران فیزیک استان ایجاد کنیم و حتی الگوی مناسب و شایسته‌ای برای دیگر استان‌ها باشیم. ادامه این راه منجر به تشکیل «تحداییه انجمن‌های علمی و آموزشی معلمان فیزیک ایران» شد. من این افتخار را دارم که در هر دو مورد جزو اعضای مؤسس این تشکل‌ها بودم.

در زمینه تخصصی مرتبط با تحصیلاتم، که اختر فیزیک

است، ابتدا سعی کردم از طریق انجمن فیزیک معلمان و برگزاری کلاس‌های آموزشی دانش‌آموزان را به نجوم علاقه‌مند و تشکل‌های نجومی را در مدارس ایجاد کنم. در ادامه کار، با پیشنهاد دوستان دانشگاهی و استقبال استاد فقید دکتر محمدتقی عدالتی انجمن نجوم مشهد را تشکیل دادیم. این انجمن امروز یکی از انجمن‌های فعال نجوم کشور است که جلسات ماهانه منظمی را برگزار می‌کند که از حمایت خیر ارجمند مهندس منوچهر آرین برخوردار است و ما با سرپرستی استاد دکتر محمد مهدی مطیعی توانسته‌ایم مکان ثابت و رصدخانه‌ای مجهز در دبیرستان فاتح مشهد در اختیار داشته باشیم.

من یکی از اولین دبیرانی هستم که در کنفرانس‌های آموزش فیزیک مقاله ارائه داده‌اند. در آن سال‌ها انجمن فیزیک ایران متولی علمی این کنفرانس بود. بیشتر سخنرانی‌ها و مقاله‌های کنفرانس را استادان دانشگاه‌ها ارائه می‌کردند که به دلیل آشنا نبودن آن‌ها با نوع و سطح سؤال‌های دبیران سخنرانی‌ها یا خیلی ساده بود و یا برعکس در سطح مطالب دانشگاهی و غیرقابل بیان در محدوده کتاب‌های درسی. ولی من سعی کردم در کنفرانس‌ها و مجلات مقالاتم را برحسب نیاز همکاران و پرسش‌های دانش‌آموزان ارائه کنم. به عبارت دیگر ارائه مقاله برای من هیچ‌گاه هدف نبوده بلکه وسیله‌ای برای حل معضل آموزشی یا حل یک مسئله یا ارائه پیشنهاد بوده است. مثلاً اولین کار من «آزمایش شبیه‌سازی پراکندگی نور خورشید در آسمان» بود. این آزمایشی است که به‌خوبی مراحل و دلایل تغییر رنگ نور خورشید و یا رنگ آبی آسمانی را نشان می‌دهد.

کارهای دیگر من، به ترتیب، مقاله‌هایی درباره کشش سطحی، آذرخش و رنگین کمان بود که در هر کدام از این موارد توضیحات علمی و آزمایش‌ها و مثال‌ها منطبق و هماهنگ با کتاب‌های درسی و پاسخگوی سؤال‌هایی بود که دبیرها با آن در کلاس درس روبه‌رو می‌شدند. با توجه به نبودن فضای مجازی در آن زمان برای تهیه این موارد باید چه‌بسیار در کتابخانه‌های دانشگاه فردوسی جست‌وجو می‌کردم و با صرف هزینه و در دسترس کتاب‌ها و مجله‌های خارجی را می‌خریدم. دوستان و همکاران جوان من باید قدر شرایط امروز خود را بدانند و از این دریای منابع و اطلاعات بهترین استفاده را بکنند.

## ● خوب، بفرمایید در زمینه آموزش و تدریس چه فعالیت‌هایی داشتید؟

○ در این زمینه کاری که برایم فوق‌العاده مفید و لذت‌بخش

**فعالیت مهم دیگر کمک به شکل‌گیری انجمن فیزیک معلمان خراسان بود. در آن زمان این انجمن نخستین انجمن دبیران فیزیک کشور بود که به همت زنده‌یاد محمد شکیبایی و همکاران و همراهان ایشان مثل سرکار خانم وندائی شروع به کار کرد**



بوده و هنوز هم ادامه دارد پژوهش عملی در الگوهای مختلف تدریس است. از حدود سال ۱۳۹۱ با همکاری و همراهی همکارانم، خانم دکتر شرکا در گروه فیزیک و خانم دکتر آذرفر از گروه روان‌شناسی، بر مبنای علایق مشترک تصمیم گرفتیم تا به‌طور عملی به بررسی الگوهای تدریس متفاوت بپردازیم و بعد سعی کنیم هر کدام برای یک مبحث از کتاب‌های درسی فیزیک طراحی آموزشی انجام دهیم و طرح درس بنویسیم. طبعاً بحث طرح درس نویسی هم میان ما مطرح شد تا توانستیم به الگوی مناسبی از طرح درس نویسی دست پیدا کنیم. بعد از تسلط نسبی به این بحث، در یک دوره مشترک، که برای حدود سی نفر از دبیران گذاشتیم این موارد مرور و کار عملی انجام شد. بعدها با انتقال دبیرخانه راهبری کشوری درس فیزیک به استان خراسان رضوی این مطالعات برایمان خیلی مفید واقع شد. به‌طور مثال ما برای یک عنوان تدریس سه طرح درس با سه الگوی متفاوت داشتیم که در اختیار همکارانمان قرار دادیم و در نهایت توانستیم با کمک آن‌ها در سطح کشور برای تمام مباحث کتاب‌های جدید طرح درس تهیه کنیم. مطمئناً این کارها بی‌ایراد نیست اما در کشور بی‌نظیر است.

مسئولیت من در دبیرخانه راهبری کشوری درس فیزیک با تألیف کتاب‌های درسی فیزیک در دوره ۳-۳-۶ هم‌زمان شد. لذا من سعی کردم در بازبینی و بررسی کتاب‌ها پل ارتباطی خوبی بین مؤلفان و همکارانم باشم. در همین جهت در کتاب فیزیک ۳ با شورای تألیف این کتاب همکاری داشتم.

● **ما خبر داریم که شما فراتر از پژوهش و تحقیق و تألیف به‌طور ویژه در آموزش علوم هم کار کرده‌اید. در این باره هم توضیح بفرمایید.**  
 ○ بله. آخرین فعالیت مورد علاقه من شرکت در دوره‌های آموزش علوم با رویکرد کاوشگری (IBSE) بود. در این دوره‌ها ضمن کسب تجربه از مربیان بین‌المللی، با همکارانی علاقه‌مند و فعال در سراسر کشور آشنا شدم. اکنون چهار سال است که دارم می‌کوشم این آموزش‌ها را در شکل‌های مختلف، از تدریس کلاسی تا آزمون‌های تخصصی کشوری، میان دانش‌آموزان و دبیران و در هر سه مقطع ترویج و تبلیغ کنم و برای مباحث فیزیک متوسطه دوم و اول هم فعالیت‌های کاوشگری تألیف و اجرا کنم.

● **از نظر شما چه معلمی برای دنیای امروز موفق و کارآمد است؟ به نظر شما آیا امروز تعریف و شرایط یک معلم خوب و موفق نسبت به گذشته عوض شده است؟**  
 از نظر من، در دنیای امروز معلمی موفق و کارآمد است

**در دوران ابتدایی و حتی سال‌های بالاتر، ما در آموزش علوم با رویکرد کاوشگری خلأ داریم، و بعد از آن در آموزش پروژه‌محور. مورد دوم، البته، با توجه به وجود نظام آموزش متمرکز در کشور ما در متوسطه دوم کمتر امکان اجرا دارد**

که دائم در حال مطالعه روش‌ها و دستاوردهای جدید در هنر آموزش و اصول یادگیری باشد. به‌طور مثال در شرایط فعلی معلم باید سواد فناوری خود را به‌روز نگه دارد، با دستاوردهای علم عصب‌شناسی و فرآیندهای یادگیری و به خاطر سپاری آشنا باشد، کتاب‌ها و نشریات و منابع موجود در فضای مجازی را که مرتبط با رشته خود است مطالعه کند و از همه مهم‌تر آینده‌نگر باشد و بتواند بین آموزش‌های خود و کاربردهای آن در آینده ارتباط برقرار کند.

البته، و متأسفانه، از نظر اکثر پدر و مادرها و مدیران مدارس ما معلم خوب معلمی است که کلاسی آرام داشته باشد و به اندازه کافی سختگیر باشد و با تست و مسئله، دانش‌آموزان را درگیر کند و راه‌حل‌های تستی و میان‌بر به آن‌ها نشان دهد.

● **فکر می‌کنید جای چه رویکردی در آموزش کشور ما خالی است؟**

○ در دوران ابتدایی و حتی سال‌های بالاتر، ما در آموزش علوم با رویکرد کاوشگری خلأ داریم، و بعد از آن در آموزش پروژه‌محور. مورد دوم، البته، با توجه به وجود نظام آموزش متمرکز در کشور ما در متوسطه دوم کمتر امکان اجرا دارد. من خاطره‌ای از دوره دانش‌آموزی در درس حرفه‌وفن در دوره راهنمایی دارم که شاید برای شما شنیدنی باشد. معلم خلاق و علاقه‌مندی در این درس داشتیم به نام آقای علیزاده که چندین سال است مرحوم شده است. این دبیر عزیز ما هر سال یک پروژه را تعریف می‌کرد که ما انجام دهیم، و ما در این پروژه ضمن ساخت یک وسیله هم‌زمان آموزش‌های کتاب و مهارت‌های لازم را هم پیگیری می‌کردیم. در حالی که معلم‌های کلاس‌های دیگر یا از روی شکل‌های کتاب مثلاً گیره و سوهان را تعریف می‌کردند و با حداکثر این وسیله‌ها را به کلاس می‌آوردند و به بچه‌ها نشان می‌دادند. این در حالی بود که ما کارگاهی مجهز داشتیم و همه دبیران اگر می‌خواستند می‌توانستند مثل معلم اول کار کنند. متأسفانه یکی از ایرادهای نظام آموزشی ما این است که تمایزی بین این نوع همکاران قائل نمی‌شود و یک معلم کم‌کار و کم‌تلاش را در کنار یک معلم خلاق با یک حقوق و یک نوع ارزشیابی نگه می‌دارد.

● **نظرتان را در مورد آزمون سراسری بیان کنید. آیا کنکور سبب انحراف در آموزش می‌شود یا یک فرصت آموزشی است که دانش‌آموزان به‌طور جدی‌تر بتوانند یادگیری را دنبال کنند؟**

○ کنکور یک راه‌حل برای یک معضل است، و آن معضل تعداد زیاد داوطلب برای ورود به رشته‌ها یا دانشگاه‌های خاص است. ما به‌راحتی می‌توانستیم این مشکل را با



مصاحبه و بررسی سوابق فعالیت‌های علمی داوطلبان در طول سال‌های تحصیل و محاسبه امتیازهای آن‌ها برای ورود به هر رشته حل کنیم ولی در شرایط حاضر به دلایل مختلف این امکان وجود ندارد. ضمن اینکه مافیای کنکور و حتی برخی از ما دبیران واقعیت‌ها را به دانش‌آموزانمان نمی‌گوییم و به آن‌ها امید واهی می‌دهیم و آن‌ها را در برزخ کنکور قرار می‌دهیم تا وقت و هزینه خود را هدر دهند. اما در مورد قسمت دوم سؤال شما، در صورتی که طراحی بانک سؤال کنکور با مشورت و راهنمایی مؤلفان و برنامه‌ریزان کتاب‌های درسی و توسط دبیران آشنا با این اهداف انجام شود، کنکور می‌تواند به تحقق اهداف آموزشی ما کمک کند. ولی متأسفانه گاهی اوقات طراحی سؤال‌ها به گونه‌ای است که بازار معلم‌نمایان را در صداوسیما گرم می‌کند و یا مثل کنکور ۹۹ با یک چرخش ناگهانی، بازار کتاب‌های کمک‌درسی خاصی را گرم می‌کند.

### ● یکی از مشکلات ما در درس‌ها، از جمله در درس فیزیک پایین‌بودن انگیزه دانش‌آموزان است. چگونه می‌توان این انگیزه را در آن‌ها تقویت کرد؟

○ عوامل متعددی می‌تواند در افراد برای انجام یک فعالیت یا تفکر انگیزه ایجاد کند. مثل کنجکاوی، پاداش و تشویق. این معلم است که باید با برنامه‌ریزی و استفاده درست از این عوامل در دانش‌آموزان ایجاد انگیزه کند و یا انگیزه موجود در آن‌ها را حفظ کند. تدریس فعال و تعاملی و دوسویه نیز یکی از راه‌های حفظ انگیزه است.

معلم باید بتواند در لحظه تصمیم بگیرد و با توجه به شرایط کلاس و حال و هوای دانش‌آموزان روش، گفتار، و یا حتی طرح درس خود را تغییر دهد تا بتواند دانش‌آموزان را با خود همراه کند. اجرای بهترین طراحی‌ها وقتی دانش‌آموزان با معلم همراه نباشد مثل تدریس مقابل دیوار است.

### ● مهم‌ترین مشکل آموزش فیزیک کشور از نظر شما چیست؟

○ مهم‌ترین مشکل معلم است! در آموزش و پرورش ما، متأسفانه، نحوه جذب معلم طوری است که در آن علاقه و انگیزه فرد در نظر گرفته نمی‌شود. مگر می‌شود شخصی را برای مدت ۳۰ سال یا بیشتر استخدام کرد و فرزندان مردم را به دست او سپرد در حالی که او علاقه و انگیزه‌ای برای معلمی ندارد؟ متأسفانه در سال‌های اخیر که مشکل اشتغال وجود دارد افراد زیادی صرفاً به دلیل تضمین شغلی و بدون علاقه و انگیزه به این دستگاه وارد می‌شوند. در حالی که کمترین مزایا و حقوق را دارد. معلوم است که در نهایت بدنه مدیریتی این سیستم را هم همین افراد پر می‌کنند. من

در تاریخ آموزش و پرورش نوین در استان و شهر و کشورمان مطالعاتی داشته‌ام و با جرئت می‌توانم بگویم هر وقت که ما در آموزش و پرورش یک قدم به جلو گذاشته‌ایم به دلیل وجود معلمانی عاشق و فداکار بوده است. من وقتی زندگی‌نامه و کارهای افرادی مثل مرحوم میرزا حسن رشديه، جبار باغچه‌بان، خانم توران میرهادی، یا در شهر خودمان مرحوم علی‌اکبر فیاض یا ابوالقاسم فیوضات و مانند آن‌ها را می‌بینم به زحمت می‌توانم امثال آن‌ها را در میان معلمان امروز پیدا کنم و افسوس می‌خورم. مشکل دیگر این است که معلمان ما اکثراً قبل از ورود به چرخه آموزش از الگوهای تدریس اطلاع درستی ندارند و طبعاً مهارت آن‌ها را هم ندارند. تنها با زمینه و الگوهایی که در گذشته از معلمان خودشان گرفته‌اند و یا امروزه براساس فیلم‌ها و تدریس‌هایی که در فضای مجازی می‌بینند به کلاس می‌روند. برای همین است که ما یک چرخه تدریس را دائماً تکرار می‌کنیم. در این بین اگر دبیران خلاق و نوآوری هم وجود داشته باشند کارهایشان کمتر مشاهده و ترویج می‌شود. در سال‌های اخیر جشنواره‌های الگوهای برتر تدریس و یا مسابقه‌های دبیرخانه این فرصت را برای دبیران علاقه‌مند به وجود آورده تا کارها و ابتکارها و روش‌های تدریس خودشان را به شیوه تصویری یا در فضای مجازی برای همکاران علاقه‌مند عرضه کنند. این امکان به نظر من می‌تواند برای دبیران تازه‌استخدام و یا دانشگاه‌های فرهنگیان فرصت مناسبی برای آموزش و نقد روش‌های تدریس باشد.

### ● نظر تان در مورد کتاب‌های درسی فیزیک دوره متوسطه دوم در سال‌های اخیر چیست؟

○ متأسفانه مؤلفان این کتاب‌ها برای تألیف دارای محدودیت زمانی بودند که طبعاً روی کار آن‌ها تأثیر گذاشته است. اما به نظر من که چهار دوره کتاب درسی را تدریس کرده‌ام این کتاب‌ها در بیشتر بخش‌ها دارای بیان روان‌تر، ساده‌تر و یک‌دست‌تری است و استانداردهای جهانی هم در آن‌ها رعایت شده است. به‌طور مثال در این کتاب‌ها استفاده بجا و مناسبی از تصویر و نمودار صورت گرفته و کتاب‌ها را از حالت خشک و بی‌روح قبلی درآورده است. در تصاویر و حتی پرسش‌ها سعی شده از تصاویر بومی و مکان‌های داخل کشور استفاده شود.

در چاپ اول، در مواردی انتقادهایی از طرف همکاران به این کتاب‌ها وارد بود؛ از جمله در مورد کتاب دهم، هم از نظر محتوی و هم از نظر تناسب محتوی با زمان تدریس. و خوشبختانه سعی شده در چاپ‌های بعدی کتاب این موارد رفع شود. در مورد کتاب‌های یازدهم و دوازدهم انتقادهای همکاران را کمتر مشاهده می‌کنیم. مورد دیگر انتقاد به قسمت‌هایی است که مؤلف صرفاً ترجمه‌ای از یک متن

مهم‌ترین مشکل معلم است! در آموزش و پرورش ما، متأسفانه، نحوه جذب معلم طوری است که در آن علاقه و انگیزه فرد در نظر گرفته نمی‌شود

درسی خارجی را در کتاب آورده است. این کار فی‌نفسه اشکالی ندارد، ولی مورد پسند همکاران نیست، چون دیگر آن را تألیف نمی‌دانند. در مورد پرسش‌ها و مسائل نیز به همین ترتیب انتظار می‌رود از پرسش‌ها و مسائل کتاب‌های خارجی الگوبرداری شود، اما عین همان مسائل و یا همان اعداد و تصاویر استفاده نشود.

### • آیا کتاب‌های کمک‌درسی می‌توانند جای کتاب‌های درسی را بگیرند؟

○ هیچ کتابی نباید و نمی‌تواند جای کتاب درسی را بگیرد. علاوه بر اینکه این کار خلاف مقررات و برنامه‌ریزی‌های درسی و آموزشی است. اما کتاب درسی هم نمی‌تواند یکه‌تاز آموزش و وحی منزل تلقی شود. سطح آموزش و امکانات دانش‌آموزان یکسان نیست. بنابراین باید منابع آموزشی متفاوتی را با توجه به این نیازها داشته باشیم. دانش‌آموزی که در یک منطقه محروم معلم تخصصی ندارد و یا اصلاً امکان حضور در کلاس درس را ندارد باید بتواند حداکثر آموزش‌های لازم را با حداقل هزینه دریافت کند که این کار از طریق کتاب‌های کمک‌درسی و همتای آن‌ها لوح‌های آموزشی ممکن است. از طرف دیگر دانش‌آموزان مدارس خاص نیز نیاز به منابعی متناسب با هوش و استعداد خود دارند تا با مطالعه و انجام فعالیت‌های آن‌ها توانایی‌های خود را افزایش دهند. به نظر من کار درست، تألیف کتاب‌های کمک‌درسی مناسب برای نیازهای متفاوت دانش‌آموزان است. من شخصاً از دوران دانش‌آموزی تاکنون و با اهداف متفاوت از این کتاب‌ها بهره‌برداری کرده‌ام. در سال‌های دانش‌آموزی متن برخی از کتاب‌های کمک‌درسی برایم مفهوم‌تر از برخی از کتاب‌های درسی بود. معمولاً برای اینکه تمرین‌های بیشتری حل کنم و مثال‌های بیشتری را ببینم از درستی حل خودم اطمینان حاصل کنم از این منابع استفاده می‌کردم. در شروع کار معلمی هم از کتاب‌های کمک‌آموزشی معلمان شناخته‌شده‌ای مثل آقایان اسفندیار معتمدی، علی محمودزاده، و مرحوم هوشنگ شریف‌زاده و مانند این‌ها، و به خصوص کتاب‌های انتشارات فاطمی که ترجمه کتاب‌های معتبر جهانی بود استفاده می‌کردم، و لذا به‌نحوی خودم را شاگرد غیرمستقیم این عزیزان می‌دانم. امروز نیز از این کتاب‌ها استفاده می‌کنم چون با ایده‌های مختلف طرح سؤال توسط همکاران آشنا می‌شوم و از طرف دیگر باید بدانم دانش‌آموزانم چه منابعی را در دسترس دارند.

### • نظرتان را در مورد شیوه‌های ارزشیابی فعلی و ارزشیابی‌های جهت‌دهنده در آموزش فیزیک به‌طور خاص و در علوم به‌طور کلی بفرمایید.

○ تقریباً تمامی ما با انواع ارزشیابی آشنا هستیم. من فکر می‌کنم منظور شما بیشتر ارزشیابی‌های پایانی یا تراکمی یا همان سنجش از یادگیری است. از نظر من در ارزشیابی تراکمی باید بخش زیادی از نمره به فعالیت‌های عملی و پروژه‌های طول سال اختصاص یابد، به نحوی که تا ۵۰ درصد نمره را دانش‌آموز در ضمن فعالیت‌های طول سال کسب کند. اما نوع سؤال و پرسش‌های ارزشیابی به دانش‌آموز بیان می‌کند که باید در طول سال چگونه فعالیت کند و بنابراین می‌توانیم با طراحی سؤال‌های مفهومی و کاربردی و یا هر سؤالی که منطبق با اهداف آموزشی ما باشد دانش‌آموز را در طول سال به سمت آن اهداف سوق دهیم؛ مشابه کاری که در طراحی سؤال‌های امتحانات نهایی سوم نظام قبلی انجام دادیم و سمت‌وسوی کلاس‌های درس را به سمت مطالعه دقیق مفاهیم و خطبه‌خط کتاب درسی بردیم.

### • در شرایط فعلی و شیوع کرونا با چه روش‌هایی می‌توان آموزش فیزیک را به‌صورت فعال دنبال کرد؟ خودتان از چه نرم‌افزارهایی استفاده می‌کنید و ارزشیابی را به چه صورتی انجام می‌دهید؟

○ در شرایط موجود چون مراکزی که با آن‌ها کار می‌کنم امکانات خوبی دارند از طریق نرم‌افزار ادوب کانکت (adobe connect) و از منزل کلاس‌هایم را به‌طور مجازی برگزار می‌کنم. برای هر درس پاورپوینت تهیه می‌کنم و هر جایی که نیاز به نوشتن باشد با قلم نوری این کار را انجام می‌دهم. آزمایش‌ها یا نمایش‌ها را در مقابل وب‌کم انجام می‌دهم و یا فیلم آن‌ها را پخش می‌کنم و در پایان هر جلسه محتوی و فیلم ضبط شده را در اختیار دانش‌آموزان قرار می‌دهم. برای فعال نگه‌داشتن دانش‌آموزان سعی می‌کنیم، بر مبنای فعالیت‌های کتاب، کاری عملی از آن‌ها بخواهیم تا انجام دهند و برایم در فضای مجازی ارسال کنند. در ضمن تدریس فرصت حل مسئله یا پاسخ به پرسش‌ها را به دانش‌آموزان می‌دهم و از مجموع این موارد نمره مستمر دانش‌آموزان را تعیین می‌کنم. ارزشیابی پایانی را با نرم‌افزار انجام می‌دهم که البته برایم خوشایند نیست؛ چون مجبورم برای جلوگیری از سوءاستفاده مشابه آزمون کنکور عمل کنم؛ یعنی سؤال‌هایی با چینه‌ساز متفاوت و زمان محدود بدهم. البته سعی دارم آزمون شفاهی را هم به تدریج در ارزشیابی نهایی قرار دهم.

در شرایط موجود چون مراکزی که با آن‌ها کار می‌کنم امکانات خوبی دارند از طریق نرم‌افزار ادوب کانکت (adobe connect) و از منزل کلاس‌هایم را به‌طور مجازی برگزار می‌کنم. برای هر درس پاورپوینت تهیه می‌کنم و هر جایی که نیاز به نوشتن باشد با قلم نوری این کار را انجام می‌دهم.



www.roshdmag.ir/u/26u



## بررسی عملکرد خازن و عوامل مؤثر بر آن به کمک آزمایشگاه مجازی PhET

نساء احمدزاده

دکترای فیزیک، دبیر فیزیک، ناحیه ۲ کرج

### ۱. مقدمه

با توجه به شرایط موجود در جامعه - گسترش بیماری کووید ۱۹ - شیوه‌های تدریس به سمت توسعه آموزش الکترونیک رفته و معلمان و دانش‌آموزان را بر آن داشته است که در پی روش‌هایی جهت تأثیربخشی به آموزش کشور و پایداری یادگیری باشند. دروس علوم پایه مانند فیزیک، شیمی، زیست‌شناسی و علوم زمین که با فعالیت‌های آزمایشگاهی و عملی در ارتباط تنگاتنگ هستند نیز از این قاعده مستثنی نیستند. در کنار تولید محتواهای آموزشی و استفاده از نرم‌افزارهایی که با تلفیق صوت و تصویر و عکس و انیمیشن، آموزش علوم پایه را متحول کرده و تکامل بخشیده‌اند، نیاز به فعالیت‌های آزمایشگاهی الکترونیکی و مجازی نیز احساس می‌شود؛ ضمن اینکه نقصان‌هایی در روش‌های جدید آموزش علم فیزیک دیده می‌شود که ناشی از گستردگی این علم و وسعت حوزه‌های قابل اجرا در مراحل مختلف آموزش است.

### چکیده

این مقاله به معرفی آزمایشگاه مجازی و مزایا و قابلیت‌های آن در آموزش فیزیک می‌پردازد و چگونگی استفاده از فضای مجازی را، در بررسی عملکرد خازن‌ها، نشان می‌دهد. از نرم‌افزارها و سایت‌های گوناگون موجود، تمرکز بر سایت شبیه‌سازی تعاملی PhET بوده که قابلیت استفاده آنلاین و امکان دانلود و تکرار آزمایش‌ها به صورت آفلاین را دارد. این فضا با بهره‌گیری از انیمیشن‌های زیبا و قابلیت تغییر ابزار و ادوات؛ یادگیری و فعالیت‌های آموزش مجازی دانش‌آموزان را پویاتر، هدفمند و جذاب‌تر می‌کند.

**کلیدواژه‌ها:** آزمایشگاه مجازی، نرم‌افزار، آموزش مجازی،

سایت PhET

**عنوان محور:** ارائه و انجام یک آزمایش جذاب و جدید برای یک مفهوم درسی

آزمایشگاه‌های مجازی، اعم از آزمایشگاه‌های آنلاین، آزمایشگاه‌های کنترل از راه دور، میز کار کنترل از راه دور، نت لب، آزمایشگاه‌های اینترنتی و ... محیط‌های تعاملی مبتنی بر وب یا سیستم‌های کامپیوتری هستند که برای ایجاد و انجام آزمایش‌های شبیه‌سازی شده به کار می‌روند.

تجربه نشان می‌دهد که در سال‌های اخیر، برنامه‌های کاربردی و عملی آزمایشگاهی علاوه بر ارائه اطلاعاتی علمی، در ارتقای مهارت‌های تفکر علمی، مشاهده، تفکر خلاق و تجربه و تحلیل و توانایی حل مسئله به دانش‌آموزان کمک می‌کند و باعث می‌شود که آن‌ها در حوزه انگیزه و مهارت تقویت شوند.

بر این اساس به دنبال جست‌وجو در سایت‌ها و نرم‌افزارهای آزمایشگاه مجازی گوناگون به گزینه‌های متفاوتی از جمله PhET و Corocodil Physics و Physics Simulations و Physics Virtual Lab و ... برخورد می‌کنیم که هم از لحاظ آموزشی پوشش‌دهنده و تکامل‌کننده مفاهیم فیزیک هستند. شبیه‌سازی‌های آموزشی فعالیت‌هایی تجربی هستند که یادگیرندگان را به دنیای دیگری می‌برند، که باید از دانش، مهارت و راهبردهای خود در راستای انجام نقش‌هایی که به ایشان واگذار شده است، استفاده نمایند.

## ۲. تاریخچه سایت PhET

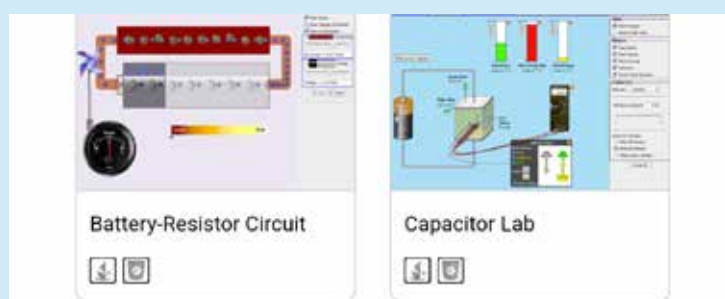
از میان انواع مختلف آزمایشگاه‌های مجازی، من سایت PhET را جهت آموزش آزمایش‌های فیزیک پایه یازدهم برگزیدم.

چون این سایت هم به صورت آنلاین و هم به صورت آفلاین، امکان دانلود آزمایش‌های شبیه‌سازی شده تعاملی را دارد، و برای دانش‌آموزان قابل استفاده است و آن‌ها می‌توانند مراحل آموزش را بارها تکرار کنند و از آن بهره ببرند.

شبیه‌سازی‌های تعاملی سایت فوق پروژه‌ای در دانشگاه «کلرادو بولدر» بوده است که در سال ۲۰۰۲ توسط برنده جایزه نوبل، کارل وایمن تأسیس شده تا روش‌های آموزش عملی را بهبود بخشد. مأموریت اعلام شده گروه او «پیشبرد علوم و سواد ریاضی و آموزش در سراسر جهان از طریق شبیه‌سازی‌های تعاملی رایگان» است. کلمه اختصاری PhET مخفف عبارت Physics Education Technology به معنای فناوری آموزش فیزیک است که خیلی زود به سایر رشته‌های علوم پایه نیز گسترش یافته است. این پروژه هم اکنون بیش از ۱۵۶ شبیه‌سازی تعاملی رایگان جهت انجام آزمایش‌های مجازی فیزیک، شیمی، زیست‌شناسی و علوم زمین و

The image shows a screenshot of the PhET website. At the top, there is a search bar with 'phet' entered. Below the search bar, there are navigation tabs for 'ALL', 'VIDEOS', 'IMAGES', 'BOOKS', 'NEWS', and 'SEARCH'. A search result for 'phet.colorado.edu' is displayed, with the title 'PhET: Free online physics, chemistry ...' and a description: 'Free science and math simulations for teaching STEM topics, including physics, chemistry, biology, and math, from University of Colorado Boulder.' Below this, there is a banner for '758 million simulations delivered' with two circular icons for 'PHYSICS' and 'CHEMISTRY'. The 'PHYSICS' icon is highlighted with an orange box and the text 'بخش فیزیک'. Below the banner, there is a 'Browse Filter' section with '106 Results' and a 'Filters (1)' button. The 'Physics' filter is selected. Two simulation thumbnails are shown: 'Alpha Decay' and 'Atomic Interactions'.





ریاضیات طراحی کرده و آن‌ها را توسعه بخشیده است. این سایت در مواردی که نیاز به تدریس غیرحضوری و آموزش بخش‌های غیرملموس (مثل مشاهده مفاهیم میدان الکتریکی و بار الکتریکی و ...) دروس علوم پایه باشد و نیز برای انجام آزمایش‌های پرخطر بسیار کاربردی است.

به‌طور خلاصه شبیه‌سازی‌های PhET امکان دسترسی پویا به نمونه‌های متعددی از آزمایش‌ها را فراهم می‌کنند، مفاهیم نامحسوس را قابل مشاهده می‌کنند، و امکان دسترسی ایمن و سریع به چندین آزمایش را فراهم می‌سازند. این در حالی است که روند آموزش برای دانش‌آموزان و معلمان هم جذاب و سرگرم‌کننده‌تر است.

### ۳. چگونگی استفاده از شبیه‌ساز تعاملی PhET

با ورود به سایت <http://phet.colorado.edu> فضای اصلی سایت، هم به زبان فارسی و هم انگلیسی قابل دسترسی است و امکان چیدمان آزمایش‌ها به ترتیب الفبا، و یا به ترتیب جدیدترین‌ها وجود دارد. همچنین در گوشه سمت چپ بالای صفحه ورودی فهرست تمام شبیه‌سازی‌های موجود در دسترس قرار دارد. در این سایت مطابق شکل ۱ پنج بخش مجزا با عناوین فیزیک، شیمی، علوم زمین و زیست‌شناسی وجود دارد. با ورود به بخش فیزیک حدود ۱۰۶ آزمایش شبیه‌سازی شده برای این درس به‌صورت طبقه‌بندی دیده می‌شود که با توجه به نیاز کاربر، امکان انتخاب هر گزینه میسر است.

با ورود به بخش شبیه‌سازی‌های تعاملی و آزمایشگاه مجازی فیزیک مجموعه‌ای از آزمایش‌های طراحی شده به ترتیب الفبا در صفحه اصلی قابل مشاهده است. همچنین تقسیم‌بندی عناوین و سرفصل‌های مختلف مباحث گوناگون فیزیک، در گوشه سمت چپ بالای تصویر مطابق شکل ۲ قابل دسترسی و انتخاب است:

### ۴. چگونگی انجام آزمایش و بررسی خازن

در این بخش سایت، با انتخاب شبیه‌ساز مربوط به آزمایش بررسی عملکرد خازن که با عنوان Capacitor lab: Basics ذخیره و بارگزاری شده است وارد فضای اجرای آن می‌شویم. مطابق شکل ۳ در این صفحه امکان اجرای آنلاین و نیز دانلود فایل جهت اجرای آفلاین فراهم است. همچنین لینک‌هایی برای اطلاعات آزمایش فوق، آگاهی دبیر، ترجمه و

تغییر زبان، آزمایش‌های مرتبط، چگونگی اجرا و تیم طراح ذکر شده است.

در اجرای آزمایش فوق با صفحه شکل ۴ مواجه می‌شویم:

در این صفحه با انتخاب گزینه خازن (Capacitor)، نمایی از یک خازن مسطح مستطیلی متصل به باتری به ظاهر می‌شود که قابلیت‌های تغییر ولتاژ، تغییر ابعاد و فاصله‌ها، نمایش بار و میدان الکتریکی، تعیین مقدار بار و میدان الکتریکی و اختلاف پتانسیل و نیز امکان استفاده از ولت‌سنج برای کاربر را دارد.

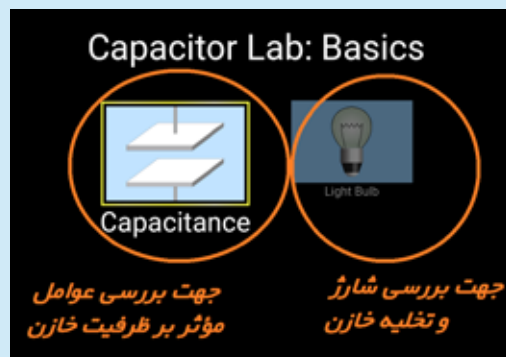
مطابق شکل ۵ کاربر می‌تواند با تغییر در هر یک از کمیت‌های فوق تأثیر ایجاد شده بر محاسبات را مشاهده کرده و با مقادیر محاسبات تئوری مقایسه کند.

برای تکمیل مطالعه بر روی عملکرد خازن، علاوه بر گزینه شارژ خازن و عوامل مؤثر بر آن، گزینه تخلیه خازن نیز جزو مواردی است که همواره در تدریس مورد توجه دانش‌آموزان بوده است.

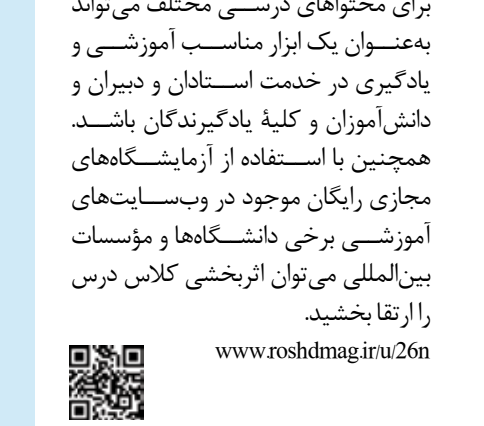
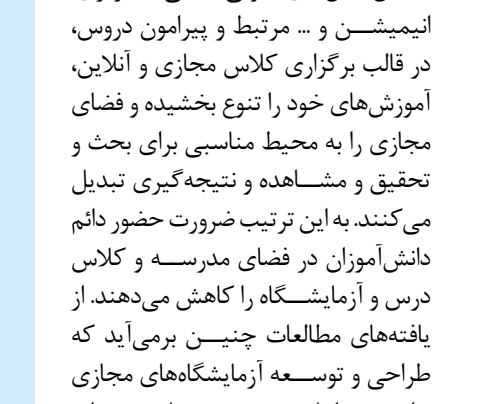
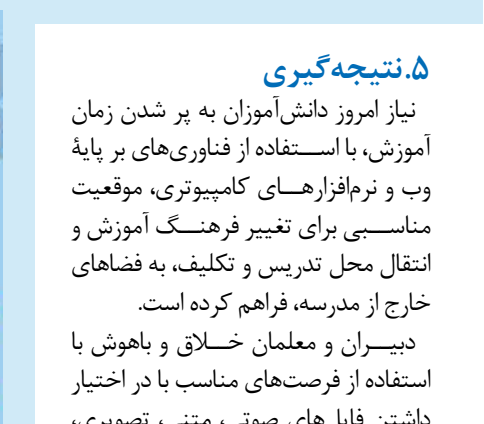
مطابق شکل ۶ و ۷ با قرار دادن خازن در مدار می‌توان متصل به یک لامپ نوری (Light Bulb) است، می‌توان تخلیه بار و انرژی خازن را با روشن شدن و سپس کم نور شدن لامپ مشاهده کرد و توضیح داد.

مطابق این مراحل اجرا، در کنار توضیحات و تدریس تئوری، در آموزش مجازی، عملکرد خازن و عوامل مؤثر بر آن در دو حالت شارژ و تخلیه خازن برای دانش‌آموزان قابل رؤیت و تحلیل خواهد بود.

این فضا با قابلیت‌ها و امکاناتی که در اختیار کاربر قرار می‌دهد، می‌تواند در تدریس مجازی، با فراهم آوردن فضایی شبیه به آزمایشگاه و حتی گسترده‌تر امکان مشاهده و مقایسه عملی را در هر موضوع درسی، از فیزیک دبیرستان، برای دانش‌آموز و دبیر فراهم کند. همچنین با مشاهده صفحه اول ورود به بخش فیزیک مطابق شکل ۲، به وضوح برای بسیاری از مفاهیم فیزیک، آزمایش مجازی و شبیه‌سازی تعاملی طراحی شده است که با استفاده از دانش‌آموزان و تکرار و تمرین در این فضا، یادگیری پایدارتر و آموزش جذاب‌تری خواهیم داشت.



نیاز امروز  
دانش آموزان به پر  
شدن زمان آموزش،  
با استفاده از  
فناوری‌های بر پایه  
وب و نرم‌افزارهای  
کامپیوتری، موقعیت  
مناسبی برای تغییر  
فرهنگ آموزش  
و انتقال محل  
تدریس و تکلیف،  
به فضاهای خارج از  
مدرسه، فراهم کرده  
است



## ۵. نتیجه‌گیری

نیاز امروز دانش‌آموزان به پر شدن زمان آموزش، با استفاده از فناوری‌های بر پایه وب و نرم‌افزارهای کامپیوتری، موقعیت مناسبی برای تغییر فرهنگ آموزش و انتقال محل تدریس و تکلیف، به فضاهای خارج از مدرسه، فراهم کرده است.

دبیران و معلمان خلاق و باهوش با استفاده از فرصت‌های مناسب با در اختیار داشتن فایل‌های صوتی، متنی، تصویری، انیمیشن و ... مرتبط و پیرامون دروس، در قالب برگزاری کلاس مجازی و آنلاین، آموزش‌های خود را تنوع بخشیده و فضای مجازی را به محیط مناسبی برای بحث و تحقیق و مشاهده و نتیجه‌گیری تبدیل می‌کنند. به این ترتیب ضرورت حضور دائم دانش‌آموزان در فضای مدرسه و کلاس درس و آزمایشگاه را کاهش می‌دهند. از یافته‌های مطالعات چنین برمی‌آید که طراحی و توسعه آزمایشگاه‌های مجازی برای محتواهای درسی مختلف می‌تواند به‌عنوان یک ابزار مناسب آموزشی و یادگیری در خدمت استادان و دبیران و دانش‌آموزان و کلیه یادگیرندگان باشد. همچنین با استفاده از آزمایشگاه‌های مجازی رایگان موجود در وبسایت‌های آموزشی برخی دانشگاه‌ها و مؤسسات بین‌المللی می‌توان اثربخشی کلاس درس را ارتقا بخشید.

www.roshdmag.ir/u26n



### منابع

۱. ناموری، الهه؛ جلیلیان، بهروز؛ فنون، فرنوش؛ رضایی، صفیه؛ «آموزش فیزیک به روش یادگیری معکوس»، مجله پویا در آموزش علوم پایه، دوره چهارم، شماره سوم (۱۳۹۷).
۲. رضایی، عیسی؛ آذری، مهناز؛ دانا، علی؛ نثری، شبنم؛ «آزمایشگاه‌های مجازی و جایگاه آن‌ها در آموزش میکروبیولوژی»، اولین کنگره سراسری روش‌های آموزش در علوم زیست پزشکی، شهریورماه (۱۳۹۱).
۳. مستور، هانیه؛ علی‌آبادی، خدیجه؛ مقدسین، مریم؛ «بررسی تأثیر آزمایشگاه مجازی و واقعی در یادگیری و یادداری درس فیزیک و آزمایشگاه»، فصلنامه روانشناسی تربیتی، شماره ۲۵، سال هشتم (۱۳۹۱).
4. [http://en.wikipedia.org/wiki/PhET\\_Interactive\\_Simulations#History](http://en.wikipedia.org/wiki/PhET_Interactive_Simulations#History).
5. Perkins, Katherine; Adams, Wendy; Dubson, Michael; "PhET: Interactive Simulations for Teaching and Learning Physics"; *The Physics Teacher* 44(1):18-23, (2006).
6. B. Moore, Emily; M. Chamberlain, Julia; Parson, Robert and K. Perkins, Katherine; "PhET Interactive Simulations: Transformative Tools for Teaching Chemistry"; *J. Chem. Educ.*, 91, 8, 1191-1197, (2014).



# لذت آزمایش

## نگاهی به نقش آزمایشگاه در تدریس علوم

عارفه علیزاده واجاری  
رعنا علیزاده واجاری

### چکیده

و در چه شرایطی دانش آموز می تواند آنچه را که در مدرسه آموخته است، در موقعیت های لازم به کار گیرد. مسلم است که این انتقال وقتی صورت می گیرد که در جریان یادگیری فهم و بصیرت دخالت داشته باشد. آنچه که دانش آموز در مدرسه می آموزد، اگر در طرح و زمینه خاصی قرار گیرد و ارتباط اجزای آن با هم و با کل موضوع مورد یادگیری برای او روشن شود، نسبت به آن فهم و بصیرت پیدا می کند و می تواند آن را در یک موقعیت جدید به کار گیرد؛ بنابراین، تمرین و تکرار و یا حفظ و به خاطر سپردن به تنهایی در جریان به کارگیری تأثیری ندارد بلکه درک ارتباط عناصر یک موقعیت با هم و با کل موقعیت، فرد را قادر می سازد تا آنچه را که در یک موقعیت یاد می گیرد، به موقعیت تازه انتقال دهد.

آنچه در یادگیری مهم تلقی می شود استفاده از علم در عمل است. در این صورت است که علم جنبه کاربردی پیدا می کند. برای رسیدن به این هدف باید آموزش ها در مدرسه جنبه عملی داشته باشد و به محفوظات اکتفا نگردد. آموزش درست، دانش آموز را برای رسیدن به شرایط مطلوب سوق می دهد. با توجه به اهمیت کاربردی بودن درس علوم در زندگی برای دانش آموزان، سعی من بر آن بود که در سال تحصیلی ۹۷-۹۶ در مدارس شهید آیت، شهید نقی یاسوری و فاطمیه چابکسر تدریس علوم را به گونه ای عملی و با اجرای آزمایش هایی مرتبط با درس و نمایش کلیپ های علمی انجام دهم تا کلاس درس جذاب و دارای تنوع شود و یادگیری پایدارتر صورت گیرد.

**کلیدواژه ها:** دانش آموز، علوم، مدرسه، آزمایشگاه

### مقدمه

**کام اول: ایجاد انگیزه در دانش آموز**  
ایجاد انگیزه در یادگیرنده کار دشواری است. هر دانش آموز در طول تحصیل خود با معلم های زیادی سروکار دارد. از این رو موضوعی که برای یک دانش آموز ممکن است جالب باشد، برای دانش آموز دیگر ممکن است جذابیت نداشته باشد. نبود انگیزه مانع بزرگی در برابر پیشرفت تحصیلی دانش آموز است، لذا قسمت مهمی از تلاش معلم و والدین باید صرف برطرف کردن این موانع و فراهم کردن محیط مناسب برای یادگیری بیشتر باشد. زمانی دانش آموز به حرف معلم خود گوش می دهد که توانسته باشد ارتباط خوبی با او برقرار کند و برایش ثابت شود که آنچه قرار است در کلاس یاد بگیرد مفید است.

برای اینکه دانش آموز خود در جریان یادگیری نقش مهمی ایفا کند، باید موضوعی را که می خواهیم به او بیاموزیم، مورد علاقه وی باشد. برای این کار، در درس علوم لازم نیست مطالب را به طور تصنعی جذاب جلوه دهیم؛ همین قدر که مطالب درسی با احتیاجات دانش آموز برخورد داشته باشد و مسائل اساسی و واقعی را برای او مطرح سازد و در برخورد با محیط به او کمک کند، رغبت و انگیزه وی به درس جلب می شود. البته طبیعی است هر چه امکانات آموزشی برای دانش آموز بیشتر فراهم شود، یادگیری او بهتر صورت خواهد گرفت. مثلاً، در مدرسه ای که دارای فضای مناسب آزمایشگاه، کتابخانه و ... باشد، یادگیری دانش آموزان هم بیشتر خواهد بود.



شکل ۱. در کنار دانش آموزان

وظیفه عمده مدارس، آماده کردن دانش آموز برای برخورد با مشکلات زندگی است. هر دانش آموز به عنوان یک انسان در هر یک از مراحل رشد خود با مشکلات خاصی روبه روست. در مدرسه، دانش آموز نه تنها باید طرز برخورد با مشکلات و نحوه پیدا کردن راه حل آن ها را بیاموزد، بلکه باید مطالبی را که به وسیله آن ها می تواند مشکلات زندگی را حل کند فرا بگیرد. هدف اساسی تعلیم و تربیت این است که فرد را قادر سازد آنچه را که در مدرسه آموخته است، در شرایط و موقعیت های مختلف زندگی به کار گیرد، ولی بحث در این است که چگونه



## گام دوم: علاقه‌مند کردن دانش آموز به درس

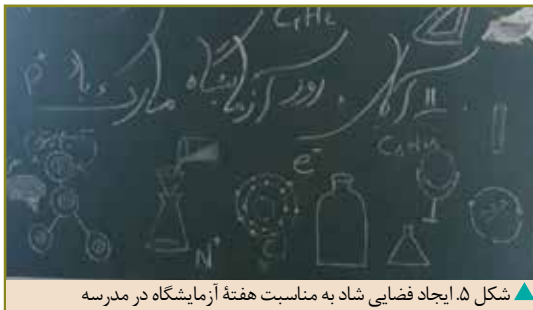
علاقه‌مند کردن دانش‌آموزان به درس و موضوعات درسی، مهم‌ترین وظیفه معلم است و پس از آن فراهم کردن مطالب آموزشی و تدریس به دانش‌آموزان. تکالیف و پروژه‌هایی که به دانش‌آموزان می‌دهیم، باید علاوه بر اینکه باعث رشد خلاقیت دانش‌آموزان می‌شود جنبه سرگرمی نیز داشته باشد. برای مثال، می‌توان در درس علوم فعالیت اختیاری فوق برنامه‌ای برای کلاس طراحی کرد؛ مثل ساخت یک وسیله علمی ساده و یا اجرای آزمایش‌های ساده مرتبط با کتاب و دریافت نتیجه آزمایش از دانش‌آموزان. استفاده از این روش یا به کارگیری روش‌های متفاوت دیگر کاملاً به معلم بستگی دارد. ممکن است معلم این برنامه‌ها را در ساعت کلاس انجام دهد یا برای جلوگیری از تداخل موضوع پروژه با درس و کمبود وقت، زمان دیگری را به آن اختصاص دهد.

برای مثال، ما در اولین جلسه کلاس درس جهت شناسایی دانش‌آموزان علاقه‌مند در هر پایه یک فعالیت آزمایشگاهی جالب را توضیح می‌دهیم ولی نتیجه آزمایش را به صورت اختیاری و بدون در نظر گرفتن نمره به عهده دانش‌آموزان می‌گذاریم که در کنجکاو شدن به نتیجه در خانه آزمایش مورد نظر را اجرا کنند و نتیجه آزمایش را در قالب گزارش کار تحویل دهند. با این کار در جلسه بعد دانش‌آموزان فعال کلاس شناسایی می‌شوند. همچنین جهت علاقه‌مند کردن سایر دانش‌آموزان آزمایش مورد نظر را در کلاس درس انجام می‌دهیم تا همگی نتیجه آزمایش را به وضوح ببینند. برای نمونه، یک آزمایش به این شرح بود که سکه‌ای را با دوده شمع کاملاً سیاه کردیم به گونه‌ای که سطح روی سکه خوانا نباشد. سپس از بچه‌ها خواستیم سکه دوداندود شده را با زاویه خاص از داخل آب نگاه کنند و مشاهده خود را بگویند.



## گام سوم: ایجاد فضای شاد در مدرسه

شوخ‌طبع بودن معلم در کلاس موجب توجه بیشتر دانش‌آموزان به درس می‌شود. باید همیشه فضایی شاد در کلاس ایجاد کنیم. با این کار دانش‌آموزان ارتباط بهتری با ما برقرار می‌کنند. اگر رفتار معلم در کلاس درس خشک و جدی باشد، دانش‌آموزان نمی‌توانند ارتباط خوبی با معلم برقرار کنند. هر چه فضای کلاس شادتر باشد، انگیزه دانش‌آموزان برای یادگیری نیز بیشتر می‌شود.



## گام چهارم: حس مشارکت دانش آموز در کلاس

اگر در تمام مدت کلاس فقط معلم صحبت کند، کلاس برای دانش‌آموزان کسل‌کننده می‌شود و باید انتظار چرت زدن دانش‌آموزان را هم داشته باشد. ما باید دنبال راهی باشیم که دانش‌آموزان در تمام مدت حضور در کلاس، با اشتیاق به درس گوش کنند و حتی در کلاس مشارکت داشته باشند. در سؤال کردن بهتر است یکی از دانش‌آموزان را صدا بزنیم و سؤال خود را مستقیم از او بپرسیم. وقتی سؤال از کل کلاس پرسیده می‌شود، فقط دانش‌آموزانی که جواب سؤال را بلد

علاقه‌مند  
کردن  
دانش‌آموزان  
به درس و  
موضوعات  
درسی،  
مهم‌ترین  
وظیفه معلم  
است و پس  
از آن فراهم  
کردن مطالب  
آموزشی و  
تدریس به  
دانش‌آموزان.  
تکالیف و  
پروژه‌هایی  
که به  
دانش‌آموزان  
می‌دهیم

### گام پنجم: کاربردی کردن موضوعات درس

ممکن است موضوعی که انتخاب کرده‌اید برای دانش‌آموزان جالب نباشد و ندانند چه فایده‌ای دارد. برای اینکه آن‌ها اطلاعات بیشتری از درسی که قرار است یاد بگیرند به دست بیاورند و بدانند که این درس در آینده به چه کار می‌آید، می‌توانید کتاب یا مقاله‌ای را در مورد تأثیر مبحث آموزشی بر دنیای اطراف و زندگی‌شان به آنان معرفی کنید. وقتی دانش‌آموزان تأثیر مباحث آموزشی را در زندگی واقعی خود ببینند، علاقه بیشتری به درس نشان می‌دهند و با انگیزه بیشتری درس را دنبال می‌کنند.



▲ شکل ۸. پخش مجله توسط مدیر به دانش‌آموزان مدرسه شهید تقی یاسوری

### گام ششم: گروه‌بندی دانش‌آموزان و انجام فعالیت گروهی

اگر از دانش‌آموزان بخواهید که روی یک موضوع به صورت گروهی یا انفرادی کار کنند، خواهید دید که انگیزه و شور و اشتیاق آن‌ها قابل وصف نیست. پس یک موضوع انتخاب کنید و به دانش‌آموزان بگویید در مورد آن تحقیق و پژوهش کنند. این کار موجب افزایش انگیزه و هیجان در آن‌ها می‌شود و تلاش می‌کنند تا بهترین کار را به شما تحویل دهند. تلاش برای آماده کردن پروژه و ارائه آن در کلاس، اشتیاق یادگیری را در دانش‌آموزان افزایش می‌دهد. شاید بتوان این روش را یکی از بهترین روش‌ها در ترغیب دانش‌آموزان به یادگیری معرفی کرد.



▲ شکل ۹. دانش‌آموزان در حال اجرای آزمایش به صورت گروهی

هستند در بحث شرکت می‌کنند اما سؤال کردن از افراد باعث می‌شود که دانش‌آموزان قبل از کلاس نیز درس را مطالعه کنند و با شوق و انگیزه بیشتری در کلاس حاضر شوند، چون احساس می‌کنند قرار است نظرات آن‌ها هم در کلاس شنیده شود. در حین اجرای آزمایش هم تمامی دانش‌آموزان را در کار مشارکت دهیم و حس با هم بودن در گروه را با وجود تفاوت‌های فردی آن‌ها آموزش دهیم.



▲ شکل ۶. مشارکت دانش‌آموزان در آماده‌سازی فضای کلاس برای هفته آزمایشگاه

همچنین می‌توانیم از یک یا چند نفر از دانش‌آموزان بخواهیم مطالب گفته‌شده را در دقایق پایانی کلاس مرور کنند و حتی با آماده کردن پاورپوینت قسمتی از کتاب را تدریس کنند. در تصاویر زیر نمونه‌های از ارائه دانش‌آموزان دیده می‌شود. این نوع مشارکت در کلاس سبب می‌شود به دانش‌آموز حس مفید بودن در کلاس دست دهد.



▲ شکل ۷. ارائه مطالب توسط دانش‌آموزان در کلاس درس

تلاش برای آماده کردن پروژه و ارائه آن در کلاس، اشتیاق یادگیری را در دانش‌آموزان افزایش می‌دهد. شاید بتوان این روش را یکی از بهترین روش‌ها در ترغیب دانش‌آموزان به یادگیری معرفی کرد



کار کردن یک گروه از دانش‌آموزان بر روی یک موضوع مشخص، موجب افزایش انگیزه یادگیری در دیگر شاگردان کلاس هم می‌شود. ایستادن معلم در سر کلاس و درس دادن بی‌وقفه بدون مشارکت دادن دانش‌آموزان در بحث، خستگی شاگردان را به دنبال دارد، ولی دادن فرصت به آن‌ها برای ارائه تحقیق و پژوهش‌های خود در کلاس باعث شادابی بیشتر فضای کلاس و درس می‌شود.



▲ شکل ۱۲. فعالیت گروهی و اجرای فعالیت‌های کتاب درسی



▲ شکل ۱۰. مقایسه نفوذپذیری آب در خاک ماسه‌ای و رس به کمک دانش‌آموزان

کار گروهی به دانش‌آموزان کمک می‌کند تا یکدیگر را بهتر بشناسند و موضوعات را از زاویه دیگری ببینند و انگیزه بیشتری برای رسیدن به موفقیت پیدا کنند. وقتی دانش‌آموزان به صورت انفرادی کار می‌کنند انگیزه کمتری برای فعالیت دارند. کار گروهی روش خوبی است که پیشنهاد می‌شود در برنامه تحصیلی دانش‌آموزان گذاشته شود.



▲ شکل ۱۱. همفکری گروهی

ایستادن معلم در سر کلاس و درس دادن بی‌وقفه بدون مشارکت دادن دانش‌آموزان در بحث، خستگی شاگردان را به دنبال دارد، ولی دادن فرصت به آن‌ها برای ارائه تحقیق و پژوهش‌های خود در کلاس باعث شادابی بیشتر فضای کلاس و درس می‌شود



▲ شکل ۱۳. نمایش پیوند یگانه و دوگانه در اتن و پلی‌اتن توسط دانش‌آموزان

### گام هفتم: ایجاد رقابت سالم بین گروه‌های دانش‌آموزی

شما می‌توانید با استفاده از روش‌های مختلف بین گروه‌ها رقابت سالم ایجاد کنید. مثلاً سؤال و یا موضوعی را بر روی تخته بنویسید و از یک گروه بخواهید پاسخ آن را پیدا کنند. با همین روش می‌توانید میزان مشارکت دانش‌آموزان را در یافتن پاسخ صحیح بالا ببرید. البته باید تلاش کنید این فضای رقابتی سالم از حالت تعادل خارج نشود. و یا می‌توان در جهت فعالیت‌ها و مطالب کتاب بین دانش‌آموزان مسابقه‌ای ایجاد کرد و اشتیاق دانش‌آموزان را جهت کسب درس آن جلسه بالا برد. برای مثال در مبحث مغناطیس علوم هشتم، ما درس

### گام هشتم: تأثیر یک آزمایشگاه مرتب

آزمایشگاه مدرسه اگر اعضای علمی مجرب، متعهد و تجهیزات مناسب داشته باشد، بهترین محیط برای پرورش خلاقیت شاگردان است. در چنین مکانی هم قدرت اندیشه و هم مهارت ذهنی بچه‌ها تقویت می‌شود و می‌توانند برای دست یافتن به راه‌حل‌های مناسب و واقع‌بینانه به خلق ایده‌های نو بپردازند. با بهره‌گیری از یک آزمایشگاه خوب امکان تدریس عملی برای هر درس فراهم می‌گردد و دانش‌آموزان می‌توانند نوآوری‌های خود را در مدرسه و جامعه نشان دهند. به همین جهت ما در مدارس خود با کمک دانش‌آموزان تلاش می‌کنیم که در شروع سال تحصیلی آزمایشگاه مدرسه را گردگیری و شست‌وشو کنیم و لوازم آزمایشگاهی را مرتب و با چینش منظم در قفسه‌ها قرار دهیم.



▲ شکل ۱۵. دانش‌آموزان در حال شست‌وشو و مرتب کردن آزمایشگاه مدرسه

### گام نهم: تدریس مفهومی

حفظ کردن مطالب درسی تأثیری در رشد قوه ابتکار دانش‌آموزان ندارد؛ در نتیجه مطالب درسی را باید به صورت مفهومی به گونه‌ای عملی و با اجرای آزمایش‌هایی مرتبط با درس علوم برای آنان مطرح ساخت. معلم باید به جای بیان مطالب درسی یا ذکر حقایق علمی، شاگردان را به طرح مسائل ترغیب کند. در این راستا وجود یک آزمایشگاه با امکانات اولیه در هر مدرسه نیاز است.



▲ شکل ۱۶. تدریس به همراه اجرای آزمایش

را با مسابقه‌ای بین دو دانش‌آموز شروع کردیم. به این صورت که می‌گوییم یک دانش‌آموز به کمک آهنربا و دیگری بدون آهنربا سعی در جمع کردن سوزن‌ته‌گردهایی که روی زمین ریخته شده است بکند. کسی که سوزن‌های بیشتری جمع کند برنده است، ضمن اینکه با این کار به کارکرد مغناطیس در زندگی پی می‌برد.



▲ شکل ۱۴. تدریس به صورت مسابقه

آزمایشگاه  
مدرسه اگر  
اعضای علمی  
مجرب، متعهد  
و تجهیزات  
مناسب  
داشته باشد،  
بهترین محیط  
برای پرورش  
خلاقیت  
شاگردان است



### گام دهم: مشارکت دادن دانش آموزان در اداره کردن

اداره کردن آزمایشگاه توسط خود معلم تا حدودی علاقه شاگردان به آزمایشگاه را سلب خواهد کرد؛ برعکس، مشارکت دادن دانش آموزان در طراحی آزمایشگاه، چیدمان وسایل و تجهیزات، شیوه حفاظت و نگهداری، موجبات دل بستگی به محیط را برای آن‌ها فراهم می‌سازد. معلم در این شیوه راهنماست و نقش یاری‌دهنده و هدایتگر را دارد.

نهایتاً، آزمایشگاه‌های مدارس همچون بازوانی توانمند با مهار مشکلات و موانع رشد خلاقیت در بچه‌ها، نظیر: عدم اعتماد به نفس، دلسرد شدن، وابستگی و جمود فکری، نبود تمرکز ذهنی، مقاوم نبودن، کمرویی، عدم دل بستگی به معلم و مدرسه، عدم پذیرش ایده‌های جدید و ... جهت تحقق خلاقیت در بین دانش آموزان عمل خواهند کرد.



▲ شکل ۱۹. آزمایشگاه بازوانی برای رشد خلاقیت دانش آموزان



▲ شکل ۱۷. دانش آموزان در حال انجام آزمایش‌های کلاسی

### گام یازدهم: ایجاد فضایی آرام و دور از نگرانی

معلم باید در هنگام آزمایش زمینه تفکر بچه‌ها را فراهم سازد؛ به گونه‌ای که هر کسی بدون نگرانی تفکرات خویش را اظهار کند. هر چند شاگردان در فرایند تفکر ممکن است اشتباهاتی داشته باشند؛ اما مهم تفکر و پرورش فکر است. گاهی وقت‌ها، اشتباهات به بینش‌های مثمر ثمری منتهی می‌شوند. مری هیچ‌گاه نباید اندیشه دانش آموزان را طرد کند، چون در این صورت آن‌ها به تفکر نخواهند پرداخت.



▲ شکل ۲۰. استفاده از تکنولوژی در تدریس



▲ شکل ۱۸. هم‌اندیشی در آزمایشگاه

برعکس،  
مشارکت دادن  
دانش آموزان  
در طراحی  
آزمایشگاه،  
چیدمان وسایل  
و تجهیزات،  
شیوه حفاظت  
و نگهداری،  
موجبات  
دل بستگی به  
محیط را برای  
آن‌ها فراهم  
می‌سازد. معلم  
در این شیوه  
راهنماست و  
نقش یاری‌دهنده  
و هدایتگر را  
دارد



شکل ۲۳. خلاقیت بچه‌ها روی تخته در روز آزمایشگاه

### گام پانزدهم: تدریس در فضای باز

یکی از راه‌های دیگر که سبب عدم خستگی و یکنواختی دانش‌آموزان می‌شود، تغییر مکان آموزشی است. به همین دلیل می‌توان به علت مساعد بودن هوا جلسه‌ای از کلاس درس را در حیاط مدرسه تشکیل داد. این عامل اشتیاق دانش‌آموزان را بالا می‌برد و روز خیلی خوبی را برای تدریس و یادگیری دانش‌آموزان رقم می‌زند.



شکل ۲۴. چیدمان کلاس در روز آزمایشگاه

### گام سیزدهم: ایجاد تنوع در تدریس

در یک کلاس درس خوب، شما در هر جلسه می‌توانید مخلوطی از همه چیز داشته باشید، هم تدریس و هم انجام تکلیف و ... با این کار کلاس کسل‌کننده نخواهید داشت و دانش‌آموزان نیز انگیزه بیشتری برای حضور فعال در کلاس دارند. برای مثال، می‌توانید زمانی حدود ۱۰ تا ۱۵ دقیقه را به تدریس بپردازید و بعد تکلیفی را به صورت گروهی بدهید تا میزان درک و یادگیری دانش‌آموزان از موضوع درس داده شده را بررسی کنید. می‌توانید تمرینی را بر روی تخته یادداشت کنید تا دانش‌آموزان آن را حل کنند و یا فیلم کوتاهی مرتبط با موضوع درس برای دانش‌آموزان نمایش دهید. داشتن یک برنامه کلاسی پویا فضای بهتری را برای یادگیری فراهم می‌کند.



شکل ۲۱. دانش‌آموز در حال ارائه فعالیت گروه خود

### گام چهاردهم: گرمی داشت مناسب‌های علمی

به دلیل اهمیت موضوع آزمایشگاه و فعالیت‌های آزمایشگاهی در آبان‌ماه به مناسبت گرمی داشت هفته آزمایشگاه، می‌توان با اجرای مجموعه‌ای از آزمایش‌های ساده در مدرسه این روز را گرمی داشت و دانش‌آموزان با گرفتن نقش و تقسیم وظایف همچون درست کردن روزنامه دیواری و اجرای آزمایش و ... روز خاطره‌انگیزی را برای خود رقم زنند.



شکل ۲۲. ثبت لحظه‌های قشنگ به مناسبت روز آزمایشگاه

به دلیل اهمیت موضوع فعالیت‌های آزمایشگاهی در آبان‌ماه به مناسبت گرمی داشت هفته آزمایشگاه، می‌توان با اجرای مجموعه‌ای از آزمایش‌های ساده در مدرسه این روز را گرمی داشت

**حفظ کردن مطالب درسی تأثیری در رشد قوه ابتکار دانش آموزان ندارد. مطالب درسی باید به صورت مفهومی به گونه‌ای عملی و با اجرای آزمایش‌هایی مرتبط با درس علوم برای آنان مطرح شود**

### نتیجه

حفظ کردن مطالب درسی تأثیری در رشد قوه ابتکار دانش آموزان ندارد. مطالب درسی باید به صورت مفهومی به گونه‌ای عملی و با اجرای آزمایش‌هایی مرتبط با درس علوم برای آنان مطرح شود. معلم باید به جای بیان مطالب درسی یا ذکر حقایق علمی، شاگردان را به طرح مسائل ترغیب کند. در این راستا وجود یک آزمایشگاه با امکانات اولیه در هر مدرسه نیاز است.

اداره کردن آزمایشگاه توسط معلم تا حدودی علاقه شاگردان را سلب خواهد کرد. مشارکت دادن دانش آموزان در طراحی آزمایشگاه، چیدمان وسایل و تجهیزات، شیوه حفاظت و نگهداری، موجبات دلستگی به محیط را برای بچه‌ها فراهم می‌سازد. معلم در این شیوه راهنماست و نقش یاری‌دهنده و هدایتگر را دارد. در همین خصوص در سال جاری، به کمک دانش آموزانمان در مدرسه‌های شهید آیت، شهید نقی یاسوری و فاطمیه چابکسر آزمایشگاه مدرسه مرتب و گردگیری شد. لوازم آزمایشگاهی شست‌وشو گردید و به نحو احسن چیدمان شد و در طول سال، تدریس همراه با اجرای آزمایش‌های مرتبط با درس اجرا شد. این عامل سبب شد تا کلاس درس خسته‌کننده نباشد و جذاب و دارای تنوع باشد. با استفاده از شیوه‌های نوین تدریس، بهره‌گیری از تکنولوژی و نمایش کلیپ‌های علمی متناسب با درس و ... می‌توان یادگیری دانش آموزان را در درس علوم بهبود بخشید.



▲ شکل ۲۵. آموزش درس علوم در حیاط مدرسه

### بیان محدودیت‌ها و مشکلات

محدودیت‌ها و مشکلات در تمامی زمان‌ها و در طول زندگی سبب عدم اجرای درست کار می‌شود. در این اقدام پژوهی سعی شد محدودیت‌ها و مشکلات موجود را شناسایی و در جهت اصلاح آن‌ها اقدام کنیم و پیشنهادهایی ارائه نماییم. محدودیت‌ها و مشکلات به شرح زیر می‌باشد:

۱. کمبود وقت در تدریس
۲. عدم شناخت کافی در تعامل دانش آموزان با یکدیگر
۳. تجهیز نبودن کافی آزمایشگاه مدارس
۴. مجهز نبودن تمامی مدارس به تکنولوژی و سیستم هوشمند

### پیشنهادها و راه‌حل‌ها

پیشنهادهای ما جهت بهبود یادگیری دانش آموزان در درس علوم به شرح زیر است:

۱. در جهت جذب و تشویق دانش آموزان و رفع کسالت در کلاس درس، آزمایش‌های مرتبط با درس صورت گیرد.
۲. آزمایشگاه مدرسه مرتب و گردگیری شود.
۳. از دانش آموزان در جهت اجرای فعالیت‌های کلاسی کمک گرفته شود.
۴. در اداره کردن کلاس دانش آموزان نقش فعال داشته باشند.
۵. در جلسات نخست دانش آموزان گروه‌بندی شوند و تقسیم کار بین آن‌ها صورت گیرد.

### منابع

۱. علی‌پور علیرضا توتکله، یادگیری و عوامل مؤثر بر آن، <http://www.ettelaat.com>
۲. ایران‌پاک، محبوبه، ایجاد انگیزه در دانش آموزان با چند راهکار موفق، [www.chetor.com](http://www.chetor.com)
۳. مرکز یادگیری سایت تبیان <http://article.tebyan.net/>



## راه حل

راه حل بازی با نمایش همراه با بارش فکری بود. سعی کردم از خلاقیت و قوه تخیل بچه ها استفاده کنم و همزمان کلاس را از معلم محوری به سمت دانش آموز محوری سوق دهم. خواهشمندم شما نیز قوه تخیل خود را فعال کنید و با من به کلاس درس بیایید.

برای درک بهتر دانش آموزان در به هم بستن مقاومت ها، از چند دانش آموز به عنوان همیار معلم استفاده کردم و به اتفاق آن ها کار را قبل از کلاس تمرین کردیم.

## الف. نمایش مقاومت های متوالی

چند دانش آموز با پلاک های معرفی  $R_1$  و  $R_2$  و  $R_3$  و باتری که با طناب هایی نقش سیم را بازی می کنند به هم وصل می شوند که طرح مدار الکتریکی **سری** روی تخته کشیده شده کنار هم می ایستند و کنار باتری قرار می گیرند طوری که دست راست مقاومت اول و دست چپ مقاومت سوم در دستان باتری باشد. در ادامه و با کمی مکث با حذف مقاومت  $R_1$  دانش آموزان به صورت بارش فکری تغییرات ولتاژ و جریان بحث می کنند. (نگاه های مضطرب به یکدیگر برای من یعنی آمادگی کامل آن ها برای جذب مطلب جدید).

## ب. نمایش اتصال کوتاه

طنابی را برداشته به دو سر دست دانش آموزی وصل می کنیم آن دانش آموز نقش بیهوش شدن (به خواب رفتن) را انجام می دهد، ولی بقیه مقاومت ها پابرجا هستند.

پس نشان می دهند که اتصال کوتاه در مقاومت های متوالی، فقط مقاومتی که اتصال کوتاه شده است را از مدار خارج می کند. (تکان دادن سر دانش آموزان به نشان تأیید بسیار دیدنی است).

## ج. نمایش مقاومت های موازی

دوباره از همان دانش آموزان درخواست می شود طبق طرح مدارهای الکتریکی مقاومت های موازی کشیده شده پای تخته پشت سر هم بایستند و دو طناب موازی را بگیرند بعد از آنکه دانش آموزان مطلب موازی بودن را گرفتند از یکی از مقاومت ها خواهش می کنم، دستان خود را رها کند. باز بارش فکری دانش آموزان در مورد تغییرات ولتاژ و جریان رخ می دهد. (کنار می ایستم، نظاره گر بحثشان می شوم. لذتش را با دنیا عوض نمی کنم).



# مقاومت های انسانی!

سمیرا کاشفی

دبیر دبیرستان مقتدری طوسی، تبادکان

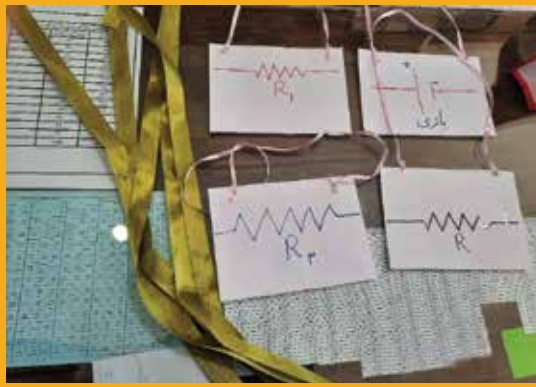
## مقدمه

هر سال وقتی به مبحث مقاومت ها و ترکیب آن ها در کلاس می رسیدم، چالش بزرگ تدریس سخت این مبحث، چند جلسه از وقت کلاس را می گرفت. همکاران فیزیک نیز به اتفاق آرا می گفتند که این امر عادی است و ما نیز خودمان چند جلسه برای این قسمت وقت می گذاریم.

اما، اولاً این با برنامه ریزی کتاب درسی مطابق نبود و ثانیاً من در مدارس روستایی تدریس می کردم که دانش آموزان علاوه بر ضعیف بودن در محاسبات و ترسیم. از سال های قبل، از امکانات اینترنت و فضای مجازی و ... نیز بی بهره بودند، و همین کار مرا دوچندان سخت می کرد.

سرانجام راه حلی به نظرم رسید که در سال ۹۶ آن را برای اولین بار در کلاس اجرا کردم. نتیجه کار، علاوه بر مفرح بودن و پر تلاش کردن دانش آموزان، یادگیری خوب آن ها را در ترکیب مقاومت های موازی و متوالی و اتصال کوتاه به همراه داشت. این نوشته شرح آن راه حل است.





با این روش  
سه سال است  
به راحتی  
و طبق  
برنامه ریزی  
محتوای  
درسی مبحث  
مقاومت‌ها  
را تدریس  
می‌کنم

### د. نمایش ترکیب مقاومت‌ها

از همان دانش‌آموزان که نقش باتری و سه مقاومت را دارند و کاملاً تمرین کرده‌اند، درخواست می‌کنم مثل مدار الکتریکی که روی تخته کشیده‌ام بایستند. دو مقاومت متوالی دست به دست هم با سومی موازی، طوری که دست راست مقاومت اولی و دست چپ مقاومت دومی در دستان مقاومت سومی باشد و دو طناب از گره دستان آن‌ها به دستان باتری وصل شود (دقت دانش‌آموزان به چیدمان مقاومت‌ها و چرخش چشمانشان بین تخته و گروه نمایش دیدنی است).

### ه. تکرار و تمرین

حال به اوج کار می‌رسیم. کلاس گروه‌بندی می‌شود. به هر کدام از گروه‌ها یک برگه نمونه مدار الکتریکی رسم شده می‌دهم و ۱۰ دقیقه وقت برای هماهنگی و نمایش. بعد از ۱۰ دقیقه گروه‌ها ساکت و دقیق به بازی گروه اول نگاه می‌کنند و پشت برگه داده شده مدار الکتریکی نمایش آن‌ها را رسم می‌کنند. همه که نمایش را انجام دادند برگه‌ها را جمع می‌کنم و به گروهی که بیشترین مدار صحیح را رسم کرده امتیازی شیرین می‌دهم.  
(جنب و جوش و عصبانیت‌های لحظه‌ای و کار گروهی هر کدام دنیای آینده‌شان را برایم نشان می‌دهد. باید به بعضی‌هایشان کتاب کنترل خشم و مدیریت معرفی کنم).  
خاطر نشان می‌کنم که با این روش سه سال است به راحتی و طبق برنامه‌ریزی محتوای درسی مبحث مقاومت‌ها را تدریس می‌کنم.

### مزیت روش یادگیری براساس نمایش

۱. کلاس فیزیک از حالت خشک بودن و متکلم‌وحده بودن معلم در می‌آید.
۲. در این شیوه از یادگیری که براساس دیدار و مباحثه است مفاهیم درسی سال‌ها در حافظه دانش‌آموزان می‌ماند.
۳. کار به صورت گروهی انجام می‌شود.
۴. از نمایش در فیزیک که امری بعید است استفاده می‌شود.
۵. از روش همیار معلم که جزء روش‌های تدریسی نوین است کاملاً استفاده می‌شود.
۶. کلاس بسیار مفرح و شاد است.
۷. رفتارهای اجتماعی دانش‌آموزان زیر چتر کار گروهی پدیدار می‌شود.
۸. به خاطر نمره تلاش دانش‌آموزان مضاعف می‌شود.
۹. کمی کمبود امکانات فناوری پوشش داده می‌شود.
۱۰. تعامل دبیر فیزیک و دانش‌آموزان به مراتب بهتر می‌شود.



[www.roshdmag.ir/u/26m](http://www.roshdmag.ir/u/26m)



## تلبه شگفت انگیز

### مروری بر عملکرد فیزیکی قلب

حنانه رفیعی

دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیک دانشگاه خوارزمی

#### چکیده

با مطالعه و بررسی پژوهش‌ها و تحقیقات انجام‌شده با همکاری دانشمندان علوم پایه در جهان - مرتبط با ساختار بدن و عملکرد قلب - اکنون دانش‌آموختگان پژوهشگر به آسانی می‌توانند به وجود الکتریسیته و چگونگی تولید آن در قلب پی برده و همچنین نتایج به‌دست آمده به مهندسان کمک کرده تا با کاربردهای فناوری‌های نوین، دستگاه‌های پیشرفته‌ای برای بهبود کارکرد قلب و ایجاد جریان الکتریکی، طراحی و ساخته شود که با استفاده از این روش بخشی از بیماری‌های قلبی درمان می‌شود.

سیستم الکتریکی قلب از گره سینوسی دهلیزی، که خود شروع‌کننده یک جریان الکتریکی است، به کار می‌افتد. این سیستم بدین‌گونه است که در آن تکانه‌ها و پالس‌های ایجادشده در گره سینوسی - دهلیزی (گره SA) میوکارد یا ماهیچه قلب را تحریک می‌کنند. میوکارد<sup>۱</sup> پس از دریافت هر

پالس به‌طور متناوب منقبض می‌گردد. این تحریک متناوب باعث انقباض‌های دقیق قلب می‌شود و پمپاژ خون به سراسر بدن را ممکن می‌سازد. جریان الکتریکی از گره سینوسی - دهلیزی در تمام عضلات دهلیزها وارد و منتشر می‌شود و سپس به گره دهلیزی بطنی در بالای بطن‌ها می‌رسد. در این هنگام عضلات دهلیزها تحت تأثیر جریان الکتریکی که که آن‌ها را در بر گرفته، منقبض می‌شوند و خون را به درون بطن‌ها می‌رانند. سیگنال الکتریکی از گره دهلیزی بطنی و از طریق مسیری موسوم به باندل هیس عبور کرده و به‌صورت شاخه‌های عصبی کوچک در تمام دیواره بطن‌ها پخش می‌شود و جریان الکتریکی را به تمام سلول‌های عضلانی بطن‌ها می‌رساند.

**کلیدواژه‌ها:** جریان الکتریکی - ساختار قلب - الکتروکاردیوگرافی - شاخه‌های عصبی

## سیستم الکتریکی (هدایتی) قلب

سیستم الکتریکی قلب را سیستم هدایتی قلب هم می‌نامند. این سیستمی است که تمام عملکرد پمپاژ قلب را کنترل می‌کند.

## سیستم الکتریکی قلب از سه قسمت تشکیل شده است:

الف: گره سینوسی دهلیزی (گره SA) که در دیواره دهلیزها قرار دارد؛  
ب: گره دهلیزی بطنی (گره AV) که در بالای دیواره بین‌بطنی قرار دارد؛  
ج: سیستم هیس- پورکنز که در دیواره بطن‌های قلب قرار دارد.

هر ضربان قلب محصول یک سیکل جریان الکتریکی است که از گره سینوسی دهلیزی آغاز می‌شود و در سیستم پورکنز بطن‌ها خاتمه می‌پذیرد. هر سیکل شامل باز و بسته شدن دریچه‌های قلبی، انقباض بطن‌ها و استراحت عضلات قلب برای شروع سیکل دیگر است که حاصل آن یک ضربان قلبی است. تعداد سیکل‌های الکتریکی قلب را گره سینوسی دهلیزی، به‌عنوان مرکز ضربان‌ساز قلب، تعیین می‌کند. به عبارت دیگر نبض یا تعداد ضربان قلب همان تعداد سیگنال‌های گره سینوسی دهلیزی در دقیقه است. اگر بخواهیم ریزبین باشیم تحت شرایطی ممکن است تعداد نبض کمتر از ضربان باشد.

## بررسی یک سیکل الکتریکی قلب

گره سینوسی دهلیزی به‌صورت خودکار شروع‌کننده جریان الکتریکی است. این جریان در تمام عضلات دهلیزها وارد و منتشر می‌شود و سپس به گره دهلیزی بطنی در بالای بطن‌ها می‌رسد. در این زمان عضلات دهلیزها، متأثر از جریان الکتریکی که آن‌ها را در بر گرفته منقبض می‌شوند و خون را به درون بطن‌ها می‌رانند. سیگنال الکتریکی از گره دهلیزی بطنی و از طریق مسیری موسوم به باندا هیس عبور می‌کند و به‌صورت شاخه‌های عصبی کوچکی موسوم به شبکه پورکنز در دیواره بطن‌ها پخش می‌شود.

بدین ترتیب جریان الکتریکی به تمام سلول‌های عضلانی بطن‌ها می‌رسد.

به دنبال انتشار جریان الکتریکی در هر دو بطن، ابتدا بطن چپ و سپس بطن راست منقبض می‌شوند و به ترتیب دریچه آنورت و دریچه شریان ریوی باز و خون بطن‌ها به درون این دو شریان رانده می‌شود.

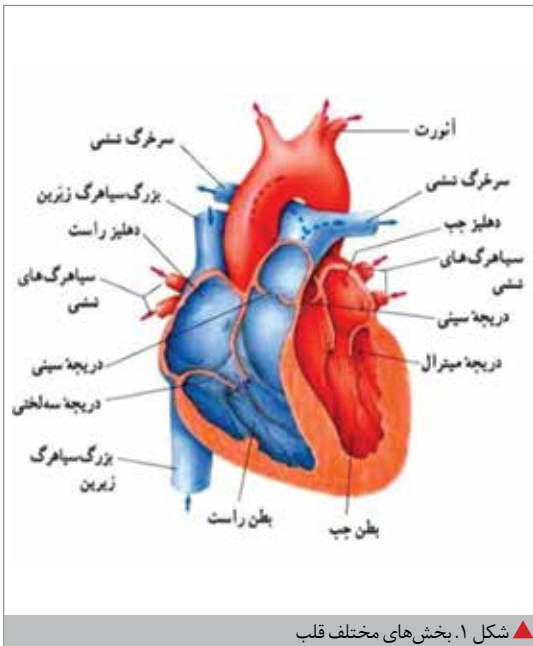
بعد از عبور جریان الکتریکی از گره سینوسی دهلیزی به دهلیزها، به گره دهلیزی بطنی، به باندا هیس، سیستم پورکنز و سلول‌های بطنی به همان ترتیب دوران استراحت این قسمت‌ها فرا می‌رسد. در پایان استراحت هر جزء، سیکل قلبی مجدد آغاز می‌شود.

## ساختار قلب

قلب ماهیچه‌ای است سفیدرنگ، توخالی، به شکل مخروط و عضلانی که در کیسه فیبروزی<sup>۲</sup> به نام پریکاردیوم قرار دارد و در سینه جای گرفته است. دو سوم قلب در سمت چپ قسمت مرکز سینه و یک سوم آن در سمت راست قرار دارد. (شکل ۱) از نگاهی دیگر قلب در بین ریه‌های چپ و راست و پشت جناغ سینه نشسته و به وسیله یک دیواره تقریباً عمودی به دو نیمه راست و چپ تقسیم شده است. هر کدام از این نیمه‌های قلب هم توسط یک دیواره افقی دریچه‌دار به دو حفره فوقانی و تحتانی تقسیم شده است. دیواره‌های قلب به‌طور عمده از سلول‌های عضله قلبی تشکیل شده و در اصطلاح میوکاردیوم نامیده می‌شود. سطح داخلی دیواره‌های قلب که در تماس با خون است، به وسیله یک لایه نازک از سلول‌ها به نام اندوتلیال پوشیده می‌شود که در اصطلاح اندوتلیوم نامیده می‌شود (این لایه پوششی نه تنها سطح داخل قلب بلکه سطح داخلی تمام عروق را می‌پوشاند). قلب انسان به دو نیمه راست و چپ تقسیم می‌شود که هر یک شامل یک دهلیز و یک بطن است. حفره‌های فوقانی قلب را دهلیز و حفره‌های تحتانی آن را بطن می‌نامند. در بین هر یک از دهلیزها و بطن‌ها یک دریچه دهلیزی-بطنی (AV) وجود دارد که اجازه عبور جریان خون از دهلیز به بطن را می‌دهد اما برعکس را نه. دهلیز راست با بطن

قلب تنبیه‌ای  
مخروطی و  
عضلانی است  
که در کیسه  
فیبروزی به نام  
پریکاردیوم قرار  
دارد.  
دو سوم قلب  
در سمت چپ  
سینه و یک  
سوم آن در  
سمت راست  
قرار دارد

راست و دهلیز چپ با بطن چپ قلب توسط دریچه ارتباط دارد. دریچه AV سمت راست، تری کاسپید و دریچه AV سمت چپ میترال نامیده می‌شود. باز و بسته شدن این دریچه‌ها به صورت غیرفعال و ناشی از اختلاف فشار بین دو سمت دریچه‌هاست. هنگامی که فشار خون در دهلیز بیشتر از بطن مربوطه باشد دریچه باز و جریان از دهلیز به بطن برقرار می‌شود. برعکس، هنگامی که بطن منقبض می‌شود، فشار داخلی بیشتری نسبت به دهلیز پیدا می‌کند و دریچه بین آن‌ها به شدت بسته می‌شود. بنابراین خون به‌طور طبیعی به درون دهلیزها برگشت داده نمی‌شود بلکه از بطن راست به درون تنه شریان ششی و از بطن چپ به درون آئورت رانده می‌شود. هم مجرای بطن راست به شریان ششی و هم بطن چپ به آئورت نیز دارای دریچه‌اند که به ترتیب دریچه ششی و دریچه آئورتی نامیده می‌شوند. بنابراین قلب دارای چهار حفره است. دو حفره در بالا به نام دهلیز راست و دهلیز چپ و دو حفره در پایین به نام بطن راست و بطن چپ. قسمت راست قلب دارای خون سیاهرگی و قسمت چپ قلب دارای خون سرخرگی است.



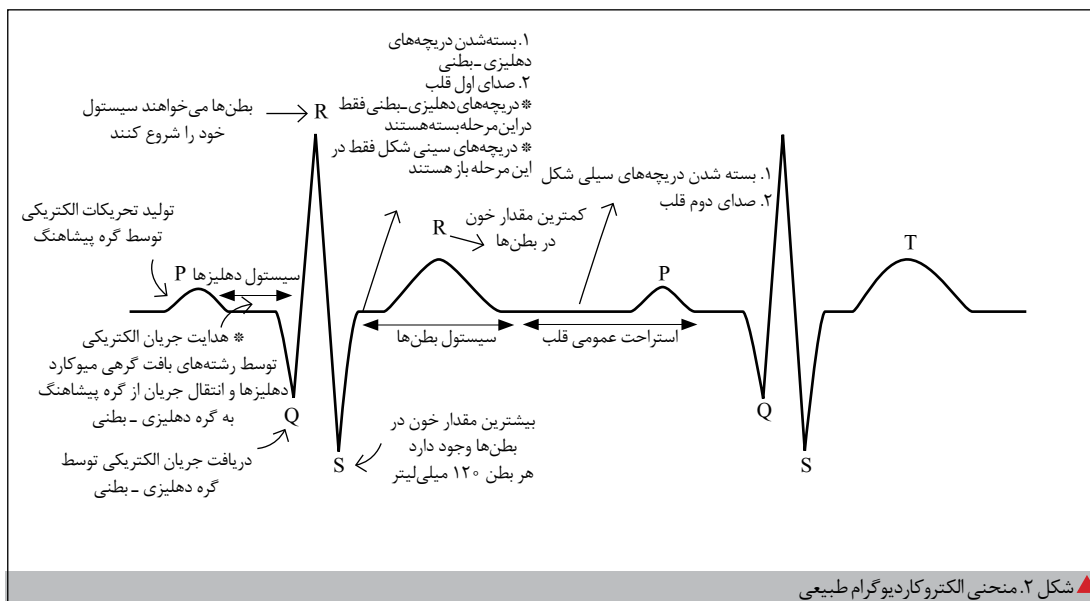
▲ شکل ۱. بخش‌های مختلف قلب

به بافت‌های اطراف منتشر می‌شود. بخش کوچکی از جریان باطی مسیری به سطح بدن می‌رسد. اگر الکترودهیایی روی پوست در مقابل قلب قرار داده شود، پتانسیل‌های الکتریکی ایجاد شده توسط جریان می‌توانند ثبت شوند، این ثبت به عنوان الکتروکاردیوگرام (ECG) شناخته می‌شود. الکتروکاردیوگرام طبیعی برای دو ضربان قلبی در شکل (۲) نشان داده شده است.

**خطرناک‌ترین آریتمی قلبی فیبریلاسیون بطنی است که اگر ظرف ۱ تا ۳ دقیقه متوقف نشود، تقریباً همیشه کشنده است**

### الکتروسیته در قلب

الکتروکاردیوگرام<sup>۲</sup> طبیعی: هنگامی که ای‌مپالس<sup>۴</sup> قلبی از درون قلب عبور می‌کند جریان الکتریکی از قلب



▲ شکل ۲. منحنی الکتروکاردیوگرام طبیعی



## خصوصیات الکتروکاردیوگرام طبیعی

الکتروکاردیوگرام طبیعی (شکل ۲) از موج P، کمپلکس QRS و موج T تشکیل شده است. کمپلکس QRS اغلب، ولی نه همیشه، دارای سه موج مجزای Q، R و S است.

موج P توسط پتانسیل‌های الکتریکی، هنگامی که دهلیزها قبل از شروع انقباض دیپلاریزه شده‌اند، به وجود می‌آید. کمپلکس QRS حاصل پتانسیل‌های الکتریکی دیپلاریزاسیون بطن‌ها پیش از انقباض آن‌هاست، این کمپلکس زمانی ایجاد می‌شود که موج دیپلاریزاسیون در بطن‌ها گسترش می‌یابد. بنابراین، هم موج P و هم اجزای کمپلکس QRS، امواج دیپلاریزاسیون هستند.

موج T، حاصل پتانسیل‌های ناشی از بازگشت بطن‌ها از حالت دیپلاریزه به حالت عادی است. این روند به‌طور نرمال در عضله بطنی ۲۵٪ تا ۳۵٪ ثانیه پس از دیپلاریزاسیون رخ می‌دهد و موج T به‌عنوان موج ریپلاریزاسیون شناخته می‌شود. بنابراین، الکتروکاردیوگرام از امواج دیپلاریزاسیون و ریپلاریزاسیون تشکیل شده است.

## فیبر بلاسیون<sup>۵</sup> بطن‌ها و شوک الکتریکی

خطرناک‌ترین آریتمی قلبی فیبر بلاسیون بطنی است که اگر ظرف ۱ تا ۳ دقیقه متوقف نشود، تقریباً همیشه کشنده است. فیبر بلاسیون بطنی از ایмпالس قلبی ناشی می‌شود که دیوانه‌وار در عضله بطنی حرکت می‌کنند ابتدا قسمتی از عضله قلب را تحریک می‌کنند سپس قسمت دیگر را و به همین ترتیب سایر قسمت‌ها را نهایتاً به محل اولیه خود برمی‌گردند تا مجدداً همان عضله قلب را بدون توقفی تحریک نمایند هنگامی که این اتفاق می‌افتد خیلی از بخش‌های کوچک عضله بطن در یک زمان منقبض می‌شوند، در صورتی که خیلی از بخش‌های دیگر در حال استراحت هستند. بنابراین در یک لحظه هیچ انقباض هماهنگی در عضله بطنی وجود ندارد، در حالی که این انقباض هماهنگ برای یک چرخه پمپی قلب لازم است. علی‌رغم حرکت پیام‌های تحریکی فراوان در سراسر بطن‌ها، حفره‌های بطنی نه بزرگ می‌شوند و نه انقباض پیدا می‌کنند، بلکه در یک مرحله غیرمشخص انقباض ناقص می‌ماند و در نتیجه مقادیر فوق‌العاده کمی از خون را پمپ می‌نمایند یا هیچ خونی پمپ نمی‌کنند. بنابراین

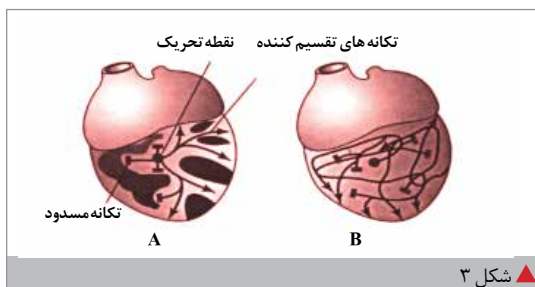
پس از آغاز فیبر بلاسیون ظرف ۴ تا ۵ ثانیه به دلیل فقدان خون‌رسانی به مغز، فرد هوشیاری خود را از دست می‌دهد و ظرف چند دقیقه مرگ غیرقابل برگشت بافت‌های بدن آغاز می‌شود.

عوامل گوناگونی می‌توانند منجر به آغاز فیبر بلاسیون بطنی شوند. ممکن است فردی در یک لحظه ضربان قلب طبیعی داشته باشد ولی یک ثانیه بعد در او فیبر بلاسیون بطنی ایجاد شود. عواملی که بیشتر به ایجاد فیبر بلاسیون منجر می‌شوند عبارت‌اند از:

۱. شوک الکتریکی ناگهانی به قلب
۲. ایسکمی عضله قلب یا سیستم تخصصی هدایتی یا هر دو

## فیبر بلاسیون ناشی از جریان متناوب ۶۰ هرتزی

یک الکتروود محرک را بر روی وسط بطن‌های قلب A در شکل ۳ قرار می‌دهیم و با آن تحریک الکتریکی با فرکانس ۶۰ سیکل در ثانیه ایجاد می‌کنیم. اولین چرخه تحریک الکتریکی موجب گسترش موج دیپلاریزاسیون در تمام جهات می‌شود و تمام عضله زیرالکتروود را وارد حالت تحریک‌ناپذیری می‌کند. بخشی از این عضله پس از حدود ۲۵٪ ثانیه شروع به درآمدن از حالت تحریک‌ناپذیری می‌کند. برخی از قسمت‌های عضله پیش از بقیه قسمت‌ها از حالت تحریک‌ناپذیری خارج می‌شوند. اینک الکتروود با تحریکات ۶۰ هرتزی خود می‌تواند ایмпالس‌هایی را ایجاد کند که در جهاتی خاص در قلب حرکت می‌کنند و نه در همه جهات و بنابراین ایмпالس‌هایی خاص در فواصل کوتاه در قلب A حرکت می‌کنند تا به نواحی تحریک‌ناپذیر قلب برسند و متوقف شوند. سایر ایмпالس‌ها از لابه‌لای نواحی تحریک‌ناپذیر می‌گذرند و سپس به حرکت خود در پلاک‌های تحریک‌پذیر عضله ادامه می‌دهند. سپس چند واقعه به سرعت و به‌صورت پیاپی در قلب رخ می‌دهد که نهایتاً منجر به فیبر بلاسیون می‌شود.



شکل ۳ ▲

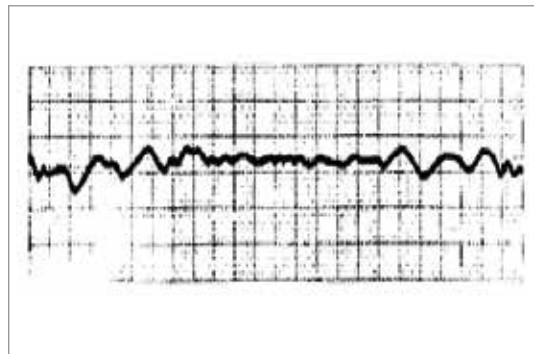
## عوامل گوناگونی

می‌توانند منجر به آغاز فیبر بلاسیون بطنی شوند. ممکن است فردی در یک لحظه ضربان قلب طبیعی داشته باشد ولی یک ثانیه بعد در او فیبر بلاسیون بطنی ایجاد شود

**هنگامی که  
الکترودها  
مستقیماً در  
دو طرف قلب  
قرار می گیرند  
معمولاً  
می توان با  
استفاده  
از جریان  
متناوب  
۱۰۰۰ ولتی به  
مدت چند  
هزارم ثانیه،  
فیبریلاسیون  
را متوقف کرد**

## الکتروکاردیوگرام در فیبریلاسیون بطنی

الکتروکاردیوگرام در فیبریلاسیون بطنی شکلی غیرعادی دارد (شکل ۴) و معمولاً به هیچ وجه ریتمی منظم ندارد. در مراحل اولیه فیبریلاسیون بطنی، قسمت‌های نسبتاً بزرگی از عضله تقریباً به صورت همزمان منقبض می‌شوند و این حالت موجب ایجاد امواج بزرگ و نامنظم در الکتروکاردیوگرام می‌شود. پس از چند ثانیه دیگر، انقباضات خشن بطن‌ها ناپدید می‌شود و الکتروکاردیوگرام شکل جدیدی از امواج کم‌ولتاژ و بسیار نامنظم را نشان می‌دهد. در الکتروکاردیوگرام، هیچ الگوی تکرارشونده‌ای را نمی‌توان به فیبریلاسیون بطنی نسبت داد. به علاوه، عضلات بطنی در ۳۰ الی ۵۰ بخش کوچک در یک زمان به‌طور جداگانه منقبض می‌شوند و پتانسیل‌های الکتریکی، پیوسته و به‌صورت نامنظم تغییر می‌کنند، زیرا جریان‌ها ابتدا در یک جهت در قلب حرکت می‌کنند و سپس در جهتی دیگر و به ندرت یک چرخه خاص تکرار می‌شود.



▲ شکل ۴. منحنی فیبریلاسیون بطنی

ولتاژ امواج الکتروکاردیوگرام در شروع فیبریلاسیون معمولاً حدود ۵/۰ میلی‌ولت است، اما به سرعت روبه زوال می‌رود، به طوری که پس از ۲۰ تا ۳۰ ثانیه به ۲/۰ تا ۳/۰ میلی‌ولت می‌رسد. ولتاژهای ظرفیتی که پس از ۱۰ دقیقه یا بیشتر از شروع فیبریلاسیون بطنی دیده می‌شوند، در حد ۱/۰ میلی‌ولت یا کمتر هستند. چنان‌که گفته شد، چون طی فیبریلاسیون با برخی درمان‌های جدی مانند شوک الکتریکی فوری به قلب، خاتمه نیابد، کشنده است.

## دیفبریلاسیون بطن‌ها با شوک الکتریکی

گرچه یک جریان متناوب متوسط که مستقیماً به بطن‌ها وارد می‌شود تقریباً همیشه باعث فیبریلاسیون بطن‌ها می‌گردد، اما با گذراندن یک جریان متناوب قوی و پرولتاژ از بطن‌ها در کسری از ثانیه می‌توان فیبریلاسیون را متوقف کرد، زیرا به این ترتیب تمام عضله بطن همزمان وارد مرحله تحریک‌ناپذیری می‌شود. به این منظور دو الکتروود بر طرفین قلب قرار می‌دهند و جریانی قوی از آن‌ها می‌گذرانند. این جریان به‌صورت همزمان در بیشتر فیبرهای بطنی نفوذ می‌کند و تقریباً تمام قسمت‌های بطن را همزمان تحریک می‌نماید و آن‌ها را وارد مرحله تحریک‌ناپذیری می‌کند. همه پتانسیل‌های عمل متوقف می‌شوند و قلب به مدت ۳ تا ۵ ثانیه بی‌حرکت می‌ماند. آنگاه معمولاً گره سینوسی یا برخی قسمت‌های دیگر قلب ضربان‌سازی می‌کنند و ضربان قلب مجدداً شروع می‌شود. البته همان کانون ورود مجدد که موجب فیبریلاسیون بطن‌ها شده بود، هنوز وجود دارد و به همین دلیل ممکن است بلافاصله فیبریلاسیون را دوباره شروع کند.

هنگامی که الکترودها مستقیماً در دو طرف قلب قرار می‌گیرند معمولاً می‌توان با استفاده از جریان متناوب ۱۰۰۰ ولتی به مدت چند هزارم ثانیه، فیبریلاسیون را متوقف کرد. هنگامی که دو الکتروود بر روی جدار سینه گذاشته می‌شود (شکل ۵)، روش معمول این است که یک خازن بزرگ الکتریکی را تا چند هزار ولت شارژ می‌کنند و سپس آن را ظرف چند هزارم ثانیه از طریق الکترودها تخلیه می‌کنند تا جریان از قلب عبور کند. در بیشتر موارد، جریان دیفبریلاسیون به شکل امواج دو مرحله‌ای (بی‌فازیک) به قلب اعمال می‌شود تا جهت جریانی نبضی را در قلب معکوس نماید. این شکل از اعمال، جریان انرژی مورد نیاز برای دیفبریلاسیون را به شدت کاهش می‌دهد و در نتیجه خطر سوختگی و آسیب قلبی را کاهش می‌دهد.

در بیمارانی که در معرض خطر بالای فیبریلاسیون بطنی هستند، یک دستگاه کوچک کاردیوپورت-دیفبریلاتور کاشتنی (ICD) متصل به باتری برای بیمار کاشته می‌شود و الکترودهای سیمی آن در داخل بطن

راست قرار داده می‌شود. دستگاه طوری برنامه‌ریزی می‌شود که فیبر پلازما با ارسال یک ایمپالس الکتریکی کوتاه به قلب، آن را اصلاح نماید. پیشرفت‌های اخیر در زمینه الکترونیک و باتری‌ها سبب تولید ICDهایی شده که می‌توانند جریان الکتریکی کافی را برای دفیبریله کردن قلب از طریق الکترودهای سیمی کاشته شده در زیر پوست ناحیه قفسه سینه و نزدیک به قلب ارسال نمایند و دیگر نیاز به قرار دادن آن‌ها در داخل و یا روی قلب نیست. این دستگاه‌ها را می‌توان با اقدامات جراحی بسیار کوچکی در زیر پوست کار گذاشت.



## پمپ قلب با دست (احیای قلبی ریوی) به‌منظور کمک به دفیبریلاسیون

اگر دفیبریلاسیون ظرف یک دقیقه پس از شروع فیبریلاسیون انجام نشود، معمولاً قلب به‌حدی ضعیف می‌شود که نمی‌توان با دفیبریلاسیون آن را احیا کرد، چون جریان خون عروق کرونر جهت تغذیه آن وجود ندارد. ولی، پمپ متناوب قلب به وسیله دست (فشار دادن متناوب دست) این امکان را به وجود می‌آورد که دفیبریلاسیون بعدی مؤثر واقع شود. با این روش مقدار کمی خون وارد آئورت می‌شود و خون‌رسانی کرونر مجدداً برقرار می‌گردد. دفیبریلاسیون توسط دست به مدت ۹۰ دقیقه می‌باشد و به دنبال آن دفیبریلاسیون با موفقیت انجام داده شده است. یک روش پمپاژ قلب بدون باز کردن قفسه سینه این است که فشاری قوی و متناوب بر جدار سینه وارد می‌آورند و در کنار آن تنفس مصنوعی به فرد می‌دهند. به این کار احیای قلبی ریوی<sup>۷</sup> یا به اختصار CPR گفته می‌شود. فقدان جریان خون مغزی بیش از ۵ تا ۸ دقیقه معمولاً آسیب دائمی ذهنی یا حتی تخریب بافت مغز ایجاد می‌نماید. حتی اگر قلب احیا شود ممکن است

فرد بر اثر آسیب مغزی فوت کند، یا ممکن است با اختلال ذهنی دائمی زنده بماند.

## ایست قلبی

آخرین اختلال خطرناک دستگاه هدایتی ریتمیک قلب، ایست قلبی<sup>۸</sup> است. این حالت ناشی از توقف کامل ایمپالس‌های ریتمیک قلب است.

ایست قلبی به‌ویژه احتمال دارد در طول بی‌هوشی عمیق ایجاد شود، زیرا در این زمان بسیاری از بیماران به علت تنفس ناکافی دچار هیپوکسی<sup>۹</sup> شدید می‌شوند. هیپوکسی مانع از حفظ طبیعی غلظت الکترولیت‌ها در طرفین غشای فیبرهای عضلانی و هدایت می‌شود و تحریک‌پذیری آن‌ها را چنان تحت‌تأثیر قرار می‌دهد که ممکن است ریتمیسیته خودکار از بین برود.

در بیشتر موارد که ایست قلبی ناشی از بی‌هوشی رخ می‌دهد، احیای قلبی ریوی طولانی‌مدت (چندین دقیقه یا حتی چند ساعت) برای بازگرداندن ریتم طبیعی قلب بسیار موفقیت‌آمیز است. در بسیاری از موارد توانسته‌اند با نصف یک ضربان‌ساز الکتریکی برای قلب، ایمپالس‌های الکتریکی ریتمیک ایجاد کنند و این بیماران را ماه‌ها تا سال‌ها زنده نگه دارند.

### پی‌نوشت‌ها

۱. میوکارد لایه میانی دیواره قلب است و همچنین ضخیم‌ترین لایه قلب می‌باشد.
۲. کیسه فیبروزی، کیسه محافظت‌کننده قلب می‌باشد که از دو لایه بیرونی (پریکارد) و درونی (اپی‌کارد) تشکیل شده است.
۳. الکتروکاردیوگرام: منحنی‌ای از فعالیت‌های قلب است که توسط دستگاهی به نام الکتروکاردیوگراف ثبت می‌شود و این دستگاه، الکترودهایی دارد که با نصب روی نواحی مشخصی از پوست، پیام‌های الکتریکی انقباض قلب را دریافت و روی کاغذ ثبت می‌کند.
۴. جریان تپشی در قلب را ایمپالس می‌گویند.
۵. فیبریلاسیون اختلالی در قلب می‌باشد و زمانی رخ می‌دهد که فیبرهای عضله قلب به‌صورت نامنظم منقبض می‌شوند. فیبریلاسیون بطنی در بطن‌ها و فیبریلاسیون دهلیزی در دهلیزها رخ می‌دهد.
۶. دفیبریلاسیون: شوک الکتریکی با انرژی بالایی است که توسط دستگاه فیبریلاتور به قلب کسی که دچار ایست قلبی شده است، وارد می‌شود.

7. Cardio Pulmonary Resuscitation

8. Cardiac arrest

۹. هیپوکسی به معنی افت اکسیژن خون است.

### منبع

کتاب فیزیولوژی گاتیون

**ایست قلبی به‌ویژه احتمال دارد در طول بی‌هوشی عمیق ایجاد شود، زیرا در این زمان بسیاری از بیماران به علت تنفس ناکافی دچار هیپوکسی شدید می‌شوند**



## مایکل فارادی، دانشمندی تجربی

محمدساعد غفوری  
کارشناس ارشد تاریخ علم

### چکیده

در دوره‌ای که دانشمندان اروپایی معمولاً از خانواده‌های ثروتمند برمی‌خاستند، مایکل فارادی<sup>۱</sup> در سال ۱۷۹۱ میلادی در یکی از فقیرترین محلات لندن چشم به دنیا گشود. او از موارد استثنا بود. فارادی با پشتکار و اراده‌ای قوی مسیری سخت را پشت سر گذاشت و از شاگردی یک صحاف خود را به بالاترین مدارج علمی رساند. او کاشف بی‌همتای واقعیت‌های آزمایشگاهی است. آزمایش‌های فارادی علم را از تئوری خشک درون کتاب‌ها به مرحله کاربرد و عمل رساند. او را به حق باید دانشمندی دانست که با آزمایش‌های خود الکتریسیته و مغناطیس را متحول کرد و انسان را از مواهب این علم برخوردار نمود. فارادی در سال ۱۸۶۷ میلادی چشم از جهان فرو بست.

**کلیدواژه‌ها:** میدان الکتریکی، میدان مغناطیسی، الکترومغناطیس، خطوط نیرو، القای الکترومغناطیسی، الکترولیز

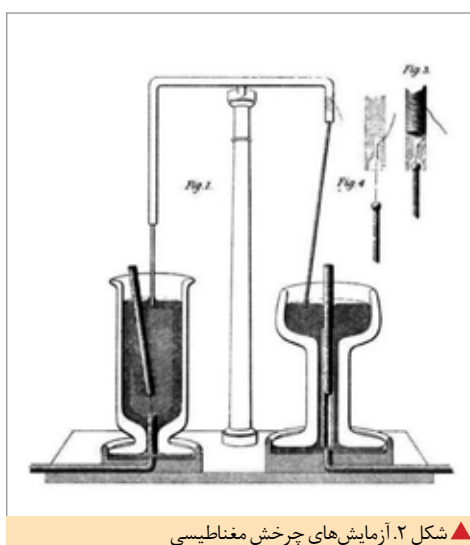




▲ شکل ۱. فارادی شیمی دان

### ۱. چرخش الکترومغناطیسی<sup>۶</sup>

رویدادی که الهام بخش فارادی در علاقه مندی او به الکتروسیسته و مغناطیس شد آزمایش اورستند بود. می دانیم که در این آزمایش سیم حامل جریان باعث انحراف عقربه مغناطیسی در کنار سیم می شود. فارادی حدس زد که یک سیم حامل جریان می تواند یک آهن ربا را با چرخشی دائمی حول محور سیم در حال دوران نگاه دارد.



▲ شکل ۲. آزمایش های چرخش مغناطیسی

او آزمایشی را که در شکل ۲ مشاهده می کنید طراحی کرد تا این چرخش دائمی را نشان دهد. در سمت چپ این شکل جامی پر از جیوه با یک سیم ثابت حامل جریان الکتریکی را که در جیوه فرو رفته است نشان می دهد. یک میله آهن ربای کوچک ولی قوی کنار سیم قرار گرفته که با یک نخ به ته جام بسته شده است. وقتی جریان الکتریکی از سیم و جیوه درون جام عبور می کند، قطب بالایی آهن ربا گرداگرد سیم می چرخد.

تحصیلات فارادی در یک مدرسه معمولی بود و او تا ۱۳ سالگی در این مدرسه تنها خواندن و نوشتن و حساب مقدماتی آموخت، و سپس در یک صحافی مشغول به کار شد. همین شغل مسیر زندگی او را عوض کرد و او را در راستای خواندن کتاب های علمی قرار داد. فارادی می گوید: من عاشق خواندن کتاب های علمی بودم که از زیر دستم می گذشت؛ به ویژه در بین آن ها از کتاب «گفت و گوهای درباره شیمی» اثر جین مارست<sup>۲</sup> و نیز مقالات الکتریکی که در دایرةالمعارف بریتانیکا می خواندم بسیار لذت می بردم. دسترسی به کتاب گرچه امری لازم بود ولی برای پیشرفت فارادی کافی نبود. ولی همان کتاب ها سبب شد فارادی در سخنرانی های آموزشی همفردی دیوی<sup>۳</sup> که در مؤسسه سلطنتی در لندن ایراد می شد شرکت کند. دیوی یکی از مشهورترین دانشمندان مؤسسه سلطنتی و معلمی محبوب بود. فارادی در نامه ای به دیوی از او درخواست کرد که در آزمایشگاه وی استخدام شود. دیوی پذیرفت و ابتدا او را به عنوان کاتب و بعد به عنوان دستیار خود در آزمایشگاه مؤسسه سلطنتی به خدمت گرفت. در سال ۱۸۱۳ میلادی فارادی به همراه دیوی به عنوان دستیار در آزمایش ها و یادداشت برداری عازم یک سفر دوساله اروپایی شد. شهرت دیوی درها را در هر جا می گشود و فارادی با بسیاری از دانشمندان پیشرو آن زمان مانند امپرا<sup>۴</sup> و اورستند<sup>۵</sup> و ... دیدار کرد.

کار اولیه فارادی در مؤسسه سلطنتی، عمدتاً کار یک شیمی دان بود و نخستین مقاله علمی خود را در سال ۱۸۱۶ میلادی وقتی بیست و پنج ساله بود، منتشر کرد. وی تا سال ۱۸۲۰ شیمی دانی کارآزموده شده بود. همچنین در همین سال بود که به پژوهش عمده و اصلی اش یعنی الکتروسیسته و مغناطیس بازگشت.

در ادامه به مهم ترین کارهای فیزیکی فارادی می پردازیم.

تحصیلات  
فارادی در  
یک مدرسه  
معمولی بود و  
او تا ۱۳ سالگی  
در این مدرسه  
تنها خواندن  
و نوشتن و  
حساب مقدماتی  
آموخت، و  
سپس در یک  
صحافی مشغول  
به کار شد.  
همین شغل  
مسیر زندگی  
او را عوض  
کرد و او را در  
راستای خواندن  
کتاب های علمی  
قرار داد

سمت راست شکل نیز آزمایش مشابهی را نشان می‌دهد که در آن آهن‌ربا ثابت است و سیم حامل جریان می‌چرخد. با انتشار این آزمایش، فارادی در مقام یکی از دانشمندان درجه اول اروپا قرار گرفت و از آن پس در هر آزمایشگاه، دستگاهی مشابه دستگاه شکل ۲ ساخته شد. دستگاه فارادی کاملاً کاربردی بود. در حقیقت او موتور الکتریکی را اختراع کرده بود.

## ۲. القای الکترومغناطیسی<sup>۷</sup>

قبل از فارادی، اورستد اثر مغناطیسی ایجادشده توسط جریان الکتریکی را نشان داده بود. حال، نخستین آزمایش القای فارادی نمایش معکوس این عمل بود. یعنی او با تغییر میدان مغناطیسی توانست یک میدان الکتریکی ایجاد کند.

کل ۳ آزمایش القای الکترومغناطیسی را نشان می‌دهد. فارادی به دور یک استوانه توخالی مقداری سیم روکش دار پیچید و انتهای آن را به یک گالوانومتر متصل کرد. با حرکت دادن یک آهن‌ربای الکتریکی یا آهن‌ربای ثابت درون استوانه توخالی اول، گالوانومتر ایجاد جریان الکتریکی را نشان می‌دهد. این آزمایش فارادی در واقع اساس کار مولدها و مبدل‌های الکتریکی است که امروز چرخ‌های عظیم صنعت و فناوری را به حرکت درمی‌آورد.

## ۳. قوانین الکترولیز فارادی<sup>۸</sup>

آزمایش‌های الکترولیز آب، قبلاً در سال ۱۸۰۰ میلادی، انجام شده بود ولی فارادی با انجام این آزمایش‌ها به دو نکته مهم رسید. اولاً در تمام موارد، مقدار ماده تجزیه شده متناسب با بار الکتریکی عبوری از مدار است، و ثانیاً جرم عناصر آزادشده در الکترولیز نیز متناسب با جرم اتمی مواد است. بدین ترتیب ما می‌توانیم اعتبار و امتیاز بنیان‌گذاری علم الکتروشیمی را از آن فارادی بدانیم. او نه تنها دو قانون اساسی الکتروشیمی بالا را پیشنهاد کرد، بلکه زبان الکتروشیمی، شامل اصطلاحات الکترولیت، الکتروود، کاتود، آنود، کاتیون، آنیون و یون را نیز خودش ابداع کرد (شکل ۴).

## ۴. آزمایش اتافک فارادی<sup>۹</sup>

این آزمایش نشان می‌دهد که بارهای الکتریکی همواره روی سطح خارجی رسانا پخش می‌شوند؛ به عبارت دیگر میدان الکتریکی نمی‌تواند به داخل یک رسانا نفوذ کند. این آزمایش هم بسیار کاربردی است طوری که می‌توان با استفاده از آن برای ساختمان‌ها حفاظ الکتریکی یا همان برق‌گیر را ساخت، و یا با یک توری فلزی، سپری در مقابل جرقه‌های الکتریکی ساخت. به شکل ۵ توجه کنید.



▲ شکل ۳. آزمایش القای الکترومغناطیسی



▲ شکل ۴.



▲ شکل ۵. اتافک فارادی

قبل از فارادی، اورستد اثر مغناطیسی ایجادشده توسط جریان الکتریکی را نشان داده بود. حال، نخستین آزمایش القای فارادی نمایش معکوس این عمل بود. یعنی او با تغییر میدان مغناطیسی توانست یک میدان الکتریکی ایجاد کند

## ۵. اثر مغناطیسی - نوری<sup>۱</sup>

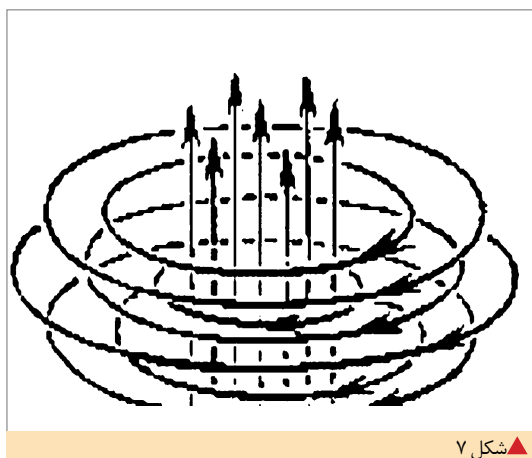
پدیده قطبش نور به‌ویژه در نور بازتابش شده از سطح اجسام، سال‌ها پیش شناخته شده بود. فارادی نشان داد که یک آهن‌ربای قوی می‌تواند یک دی‌الکتریک شفاف را تحت تأثیر قرار دهد، به‌گونه‌ای که دوقطبی‌های دی‌الکتریک بتوانند باعث انحراف پرتوهای قطبیده‌شده نورانی شوند (شکل ۶). به عبارت دیگر فارادی نشان داد که رابطه‌ای بین نور و میدان مغناطیسی وجود دارد؛ و همین کشف به یکی از دستاوردهای مهم قرن نوزدهم منجر شد و توسط ماکسول فرمول‌بندی شد. فارادی آزمایش‌های جالبی نیز در مورد مواد دیامغناطیس و دور شدن آن‌ها از میدان‌های مغناطیسی انجام داد.



▲ شکل ۶. قطعه شیشه‌ای

## ۶. خطوط نیرو

فارادی از پذیرش مفهوم جاذبه بین دو جسم که نیوتون ابداع کرده بود امتناع می‌کرد. این اصل که کنش از راه دور<sup>۱۱</sup> نامیده می‌شد، بیان می‌کند که یک نیرو خواه الکتریکی، خواه مغناطیسی و خواه گرانشی می‌تواند از فضای خالی از یک جسم به جسم دیگر برسد. در جهان بینی فارادی، فضا با میدان‌هایی شامل خطوط نیرو اشغال شده است. به عبارت دیگر در فضای اطراف هر بار الکتریکی یک میدان الکتریکی با خطوطی نامرئی قرار گرفته است و اگر بار الکتریکی دیگری در این میدان قرار گیرد، در اثر برهم‌کنش با این خطوط بر آن نیرو وارد می‌شود و این قاعده در مورد نیروی مغناطیسی و نیروی گرانشی هم صادق است. شکل ۷ این خطوط را نمایش می‌دهد.



▲ شکل ۷

این نیروها و نیروی گرانش برقرار کند. وی در یادداشت‌های آزمایشگاهی‌اش می‌نویسد: نیروی گرانش حتماً باید رابطه‌ای با دو نیروی الکتریکی و مغناطیسی داشته باشد. او از پای نشستن و آزمایش‌های زیادی طراحی کرد. اما نیروی گرانش از پیوستن به نیروهای دیگر امتناع می‌کرد. او در پایان گزارش کارش می‌نویسد: نتایج منفی بود. اما این نتایج احساس مرا در مورد وجود رابطه‌ای بین گرانش و الکتروسیسته و مغناطیس متزلزل نمی‌کند.

فارادی در صف بلند فیزیک‌دانان برجسته‌ای که برای یافتن «نظریه وحدت نیروها» پژوهش کرده‌اند نفر اول است. صد سال بعد از او اینشتین هم سال‌ها تلاش کرد، با این حال برای ایجاد یک «نظریه میدان واحد» که شامل گرانش و الکترومغناطیس باشد ناموفق ماند.

این نظریه فارادی مخالفانی هم داشت، زیرا فارادی با زبان ریاضی پیشرفته‌ای که مورد انتظار نظریه‌پردازان آن دوره بود بحث نمی‌کرد. ریاضیات فارادی فراتر از ریاضیات مقدماتی نبود. احتمالاً در زمان فارادی ریاضیات امتیازی برای خلاقیت بوده است. به گفته نظریه‌پرداز بزرگ میدان در قرن بیستم، آلبرت اینشتین<sup>۱۲</sup>، مفهوم میدان محصول یک ذهن فوق‌العاده مبتکر و بدیع است، ذهنی که هرگز چسبیده به فرمول‌ها نیست. گرچه جیمز کلارک ماکسول<sup>۱۳</sup> مدت کوتاهی پس از مرگ فارادی نظریه بزرگ الکترومغناطیس را دسته‌بندی و ارائه کرد.

فارادی در آخرین کارهایش، آزمایش‌های دیگری را شروع کرد که البته به نتیجه‌ای هم نرسید. او با الهام از ارتباط بین نیروهای الکتریکی و مغناطیسی، سعی کرد رابطه‌ای بین

فارادی با  
الهام از ارتباط  
بین نیروهای  
الکتریکی و  
مغناطیسی،  
سعی کرد  
رابطه‌ای بین  
این نیروها و  
نیروی گرانش  
برقرار کند

### پی‌نوشت‌ها

1. Michael Faraday
2. Jane Marcet
3. Humphy Davy
4. Ampere
5. Oersted
6. Electromagnetic Rotation
7. Electromagnetic Induction
8. Faraday's Laws of Electrolysis
9. the Faraday Cage
10. magneto-optical effect
11. action-at-distance
12. Albert Einstein
13. James Clark Maxwell

### منابع

۱. سرگذشت فیزیک نوین، اثر میشل بیژونسکی، ترجمه لطیف کلشیکو.
۲. سرگذشت فیزیک، اثر جورج گاموف، ترجمه رضا اقصی.
۳. فیزیک‌دانان بزرگ از گالیله تا هاوکینگ، اثر ویلیام مکوپر، ترجمه احمد خواجه نصیر طوسی



## مطالعهٔ پرتوهای نور با تلفن هوشمند

نوشته: آنتونی ژيرو و همکاران  
مترجمان: محمدرضا مبارکی، هیوا احمدی‌نیا و عزیز خدادادی

### اشاره

امروزه بیش از دو میلیارد نفر از مردم جهان دارای تلفن هوشمند هستند، اما اکثر آن‌ها نمی‌دانند که از موبایل خود می‌توانند به‌عنوان یک آزمایشگاه فیزیک برای مطالعه آکوستیک، مکانیک، نجوم، نورشناخت، مکانیک سیالات و یا حتی به‌عنوان یک برق‌نما استفاده کنند. تمامی تلفن‌های هوشمند حداقل یک دوربین دارند که احتمالاً مشهورترین حسگر شناخته شده و به‌کار رفته در این دستگاه است. همین دوربین به ما علاوه بر عکس‌برداری و فیلم‌برداری امکان اسکن کدهای QR و غیره را نیز می‌دهد. در این مقاله نحوه مطالعه پرتوهای نوری ساده را با استفاده از تلفن‌های هوشمند و چگونگی تعیین فاصله کانونی دوربین آن‌ها نشان می‌دهیم که می‌تواند یک روش تعاملی جالب برای معرفی مفاهیم پرتوهای نور باشد.



## پیش زمینه

دوربین تلفن هوشمند با یک عدسی همگرا کار می کند. این عدسی تصویر  $A'B'$  از شیء  $AB$  را، همان طور که در شکل ۱ ترسیم شده است، بر روی حسگر  $CCD$  (یا  $CMOS$ ) تشکیل می دهد. ساختار پرتوهای نوری به ما امکان تعیین اندازه این تصویر بر روی حسگر را می دهد. پرتو نوری که از نقطه  $B$  در امتداد مرکز عدسی  $O$  تابش می شود منحرف نمی شود. در نتیجه تصویر  $A'B'$  بر روی حسگر به صورت معکوس تشکیل می شود. بر این اساس همه پرتوهای تابش شده به صورت موازی و نزدیک به محور اصلی عدسی توسط عدسی شکسته شده و پرتوهای خارج شده محور را در نقطه کانونی  $F'$  قطع می کنند (شکل ۱ را ببینید). فاصله بین مرکز عدسی  $O$  و نقطه کانونی  $F'$ ، فاصله کانونی  $f'$  نامیده می شود که نشان دهنده توان همگرایی نور است و یکی از ویژگی های مهم دوربین به شمار می رود. در عکاسی، فاصله کانونی کم منجر به ایجاد میدان دید گسترده تر با بزرگنمایی کوچک تر می شود. در حالی که فاصله کانونی زیاد منجر به میدان دید باریک تر با بزرگنمایی بیشتر می شود. فاصله کانونی دوربین تلفن هوشمند شما را شرکت سازنده تعیین کرده است و شما می توانید ویژگی های آن را در اینترنت بیابید.

در مورد عدسی های نازک، اندازه جبری فاصله عدسی از شیء  $OA$  با اندازه جبری فاصله عدسی از تصویر  $OA'$  و فاصله کانونی  $f'$  مرتبط است (برای عدسی همگرا  $f' > 0$ ):

$$\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f'}$$

که همان قانون کلاسیک دکارت است. بنابراین اگر مکان شیء و فاصله کانونی عدسی را بدانید این رابطه مکان تصویر را به شما می دهد.

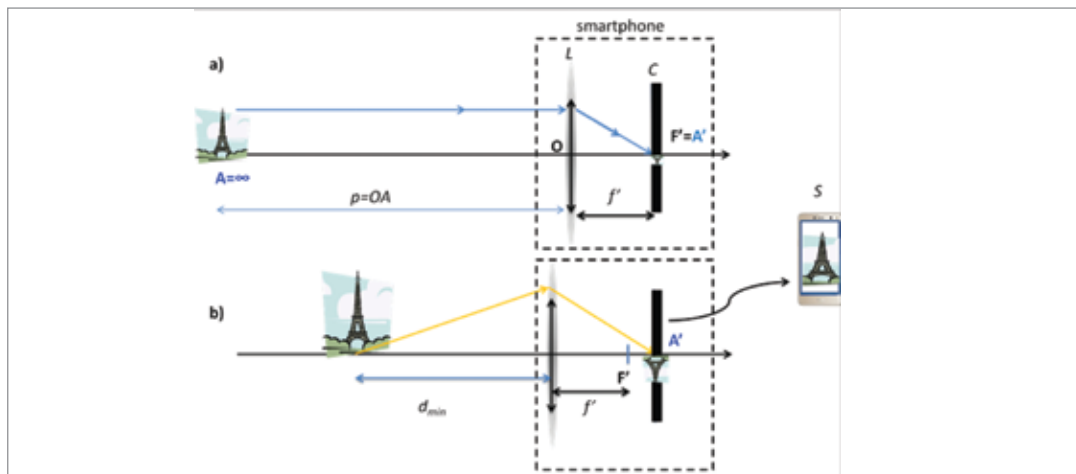
برای یک شیء واقع در بی نهایت (یعنی در فاصله ای بسیار دور تر از فاصله کانونی عدسی)، تصویر  $A'B'$  در صفحه کانونی تشکیل می شود یعنی در فاصله کانونی  $f'$  از عدسی ( $OA' = f'$ ). برای تلفن هوشمند به کار رفته در این آزمایش (آیفون ۴s)،  $f' = 4/28 \text{ mm}$  برابر است با  $4/28 \text{ mm}$  لذا  $OA' = 4/28 \text{ mm}$  [شکل ۱ الف]. حال اگر شیئی را در نظر بگیریم که در نزدیک ترین مکان ممکن (حداقل فاصله کاربردی) از تلفن هوشمند قرار دارد، در خصوص آزمایش ما  $OA = -6/5 \text{ cm}$ ، با استفاده از معادله (۱)،  $OA' = 4/58 \text{ mm}$  [شکل ۱ ب]. این بدان معناست که برای تشکیل تصویر بر روی حسگر دوربین بایستی عدسی روی محور خود به مقدار کمی جابه جا شود. این امر اساس طرز کار فوکوس خودکار در دوربین تلفن های هوشمند است.

رابطه مهم دیگر بزرگنمایی  $\gamma$  است که طول تصویر  $A'B'$  بر روی حسگر و طول شیء  $AB$  را به هم مرتبط می کند:

$$\gamma = \frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA} \quad (2)$$

اگر اندازه تصویر بزرگ تر از اندازه شیء باشد، بزرگنمایی بیشتر از ۱ است و اگر تصویر نسبت به جسم وارونه باشد که در گوشی های هوشمند چنین است،  $\gamma$  منفی است. در این

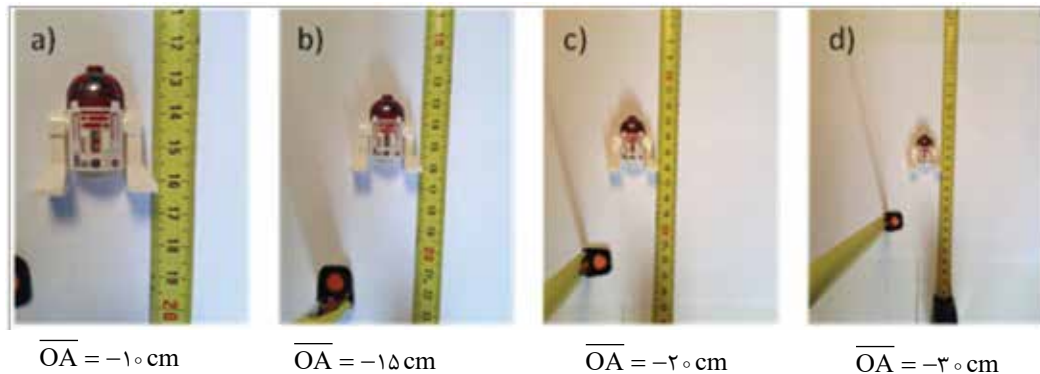
در عکاسی،  
فاصله کانونی  
کم منجر  
به ایجاد  
میدان دید  
گسترده تر با  
بزرگنمایی  
کوچک تر  
می شود.  
در حالی که  
فاصله کانونی  
زیاد منجر به  
میدان دید  
باریک تر با  
بزرگنمایی  
بیشتر می شود



▲ شکل ۱. طرح ساده ای از نورشناسی با تلفن هوشمند در دو حالت:

الف. شیء در بی نهایت قرار دارد و تصویر در سطح کانونی عدسی (L) بر روی حسگر  $CMOS$  (C) تشکیل می شود.

ب. برای نزدیک ترین فاصله شیء (حداقل فاصله کاربردی)، تصویر در فاصله دورتر از کانون تشکیل می شود. در نتیجه تصویر بر روی صفحه نمایش تلفن هوشمند با یک ضریب تبدیل بزرگ تر می شود. برای آیفون ۴s،  $f' = 4/28 \text{ mm}$  و  $d_{min} = 6/5 \text{ cm}$ .



▲ شکل ۲. نمونه تصاویر شیئی که در فواصل مختلف OA از یک تلفن هوشمند بر روی کف زمین قرار گرفته متر نواری که در سمت چپ و پایین تصویر قرار گرفته امکان اندازه‌گیری فاصله بین شیء و تلفن هوشمند را به ما می‌دهد در حالی که متر نواری قرار گرفته در سمت راست شیء ما را قادر می‌سازد تا اندازه شیء را به دست آوریم.

**عدسی دوربین  
تلفن هوشمند  
تصویری  
معکوس و چند  
میلی متری بر  
روی حسگر  
تشکیل می‌دهد.  
تصویر نمایش  
داده شده بر روی  
صفحه نمایش  
تلفن هوشمند  
خیلی بزرگ‌تر  
از تصویر ایجاد  
شده بر روی  
حسگر است**

مقاله نشان خواهیم داد که چگونه می‌توان از معادلات (۱) و (۲) به سادگی فاصله کانونی دوربین تلفن هوشمند را به دست آورد. با استفاده از معادله‌های (۱) و (۲) به سادگی به دست می‌آوریم:

$$\frac{1}{\gamma} = 1 + \frac{1}{f'} \overline{OA} \quad (3)$$

همان‌طور که قبلاً دیدیم، عدسی دوربین تلفن هوشمند تصویری معکوس و چند میلی‌متری بر روی حسگر تشکیل می‌دهد. تصویر نمایش داده شده بر روی صفحه نمایش تلفن هوشمند خیلی بزرگ‌تر از تصویر ایجاد شده بر روی حسگر است؛ یعنی یک عملیات عددی برای بزرگ کردن آن وجود دارد. اول از همه لازم است ضریب بزرگ‌نمایی  $\gamma_1$  را که بین حسگر CMOS و صفحه نمایش تلفن هوشمند وجود دارد و به نسبت بین آن‌ها بستگی دارد (اندازه حسگر و صفحه نمایش به راحتی در اینترنت یافت می‌شود) به دست آوریم. اندازه حسگر CMOS و صفحه نمایش تلفن هوشمند به کار رفته در این آزمایش (آیفون ۴s) به ترتیب برابر است با  $w \times l = 3/42 \text{ mm} \times 4/54 \text{ mm}$  و  $W \times L = 50 \text{ mm} \times 75 \text{ mm}$ . پس ضریب بزرگ‌نمایی برابر است با  $\gamma_1 = L/l = -16/5$ . بنابراین تصویر ایجاد شده بر روی صفحه نمایش  $16/5$  برابر بزرگ‌تر از تصویر ایجاد شده بر روی حسگر دوربین است (اگر در امتداد عرض تلفن هوشمند به صفحه نمایش نگاه کنیم،  $\gamma_1 = W/l = -11/0$ ). علامت منفی به وضوح نشان می‌دهد که تصویر برای نمایش صحیح در صفحه نمایش شما معکوس شده است.

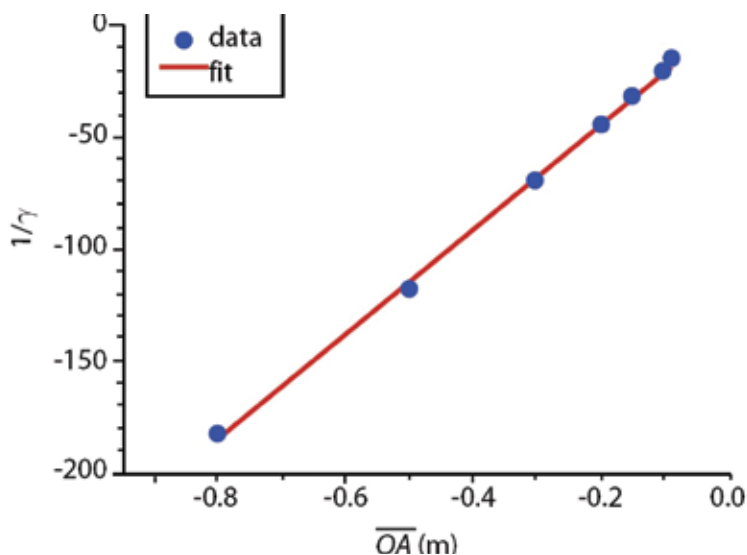
ازمایش

همان‌طور که قبلاً دیدیم، عدسی دوربین تلفن هوشمند تصویری معکوس و چند میلی‌متری بر روی حسگر تشکیل می‌دهد. تصویر نمایش داده شده بر روی صفحه نمایش تلفن هوشمند خیلی بزرگ‌تر از تصویر ایجاد شده بر روی حسگر است؛ یعنی یک عملیات عددی برای بزرگ کردن آن وجود دارد. اول از همه لازم است ضریب بزرگ‌نمایی  $\gamma_1$  را که بین حسگر CMOS و صفحه نمایش تلفن هوشمند وجود دارد و به نسبت بین آن‌ها بستگی دارد (اندازه حسگر و صفحه نمایش به راحتی در اینترنت یافت می‌شود) به دست آوریم. اندازه حسگر CMOS و صفحه نمایش تلفن هوشمند به کار رفته در این آزمایش (آیفون ۴s) به ترتیب برابر است با  $w \times l = 3/42 \text{ mm} \times 4/54 \text{ mm}$  و  $W \times L = 50 \text{ mm} \times 75 \text{ mm}$ . پس ضریب بزرگ‌نمایی برابر است با  $\gamma_1 = L/l = -16/5$ . بنابراین تصویر ایجاد شده بر روی صفحه نمایش  $16/5$  برابر بزرگ‌تر از تصویر ایجاد شده بر روی حسگر دوربین است (اگر در امتداد عرض تلفن هوشمند به صفحه نمایش نگاه کنیم،  $\gamma_1 = W/l = -11/0$ ). علامت منفی به وضوح نشان می‌دهد که تصویر برای نمایش صحیح در صفحه نمایش شما معکوس شده است.

روش اندازه‌گیری فاصله کانونی تلفن هوشمند ما براساس

### نتایج

شکل ۲ نمونه تصاویری را نشان می‌دهد که با تلفن هوشمند از یک شیء در فواصل مختلف OA گرفته شده است. با استفاده از یک خط‌کش ساده اندازه واقعی شیء را تعیین کردیم. برای ایجاد تصویر واضح در فواصل نزدیک OA ما  $AB = 4 \text{ cm}$  را به کار بردیم [شکل ۲ (الف) را ببینید!] در حالی که برای فواصل دورتر OA ما  $AB = 10 \text{ cm}$  را به کار بردیم (جدول ۱ را ببینید). برای این آزمایش در امتداد طول صفحه نمایش تلفن هوشمند خود به صفحه نمایش نگاه



▲ شکل ۳. معکوس ضریب بزرگ‌نمایی بر حسب اندازه جبری فاصله بین شیء و عدسی. معادله برازش به صورت  $Y = X(1 - 6m/231) + 1$  است. شیب معادله برابر است با معکوس فاصله کانونی [معادله (۳) را ببینید!].

در شکل ۳  
بر اساس معادله  
(۳) معکوس  
بزرگ‌نمایی  
را بر حسب  
مکان  $\overline{OA}$   
رسم کرده‌ایم و  
خطی به دست  
آورده‌ایم که با  
نظریه مطابقت  
خوبی دارد

این مقدار تجربی ۱۰ درصد با فاصله کانونی داده شده توسط شرکت سازنده یعنی  $f' = 4/28 \text{ mm}$  اختلاف دارد.

### نتیجه‌گیری

در این مقاله آزمایش ساده‌ای را برای تعیین فاصله کانونی دوربین یک تلفن هوشمند نشان دادیم. به کار بردن مفاهیم این آزمایش در یکی از وسایل زندگی روزمره دانش‌آموزان می‌تواند ابزار آموزشی جالبی جهت معرفی پرتوهای نور و عدسی‌های نازک برای آن‌ها باشد.

کردیم. بنابراین  $\gamma_1 = -16/5$ ، تمام نتایج تجربی در جدول ۱ خلاصه شده است.

در شکل ۳ بر اساس معادله (۳) معکوس بزرگ‌نمایی  $\frac{1}{\gamma}$  را بر حسب مکان  $\overline{OA}$  رسم کرده‌ایم و خطی به دست آورده‌ایم که با نظریه مطابقت خوبی دارد.

خط برازش شده با معادله خطی با شیب  $a = 1/f'$  و عرض از مبدأ ۱ مطابقت دارد. با برازش منحنی تجربی مان شیب را برابر  $1/6 \text{ m}^{-1}$  به دست آوردیم. در نهایت نتیجه گرفتیم که فاصله کانونی تلفن هوشمندمان برابر است با  $f' = 1/a = 4/31 \text{ mm}$

جدول ۱. اندازه‌های شیء و تصویر برای فواصل مختلف  $p=OA$

اندازه شیء $\overline{AB}(\text{cm})$	فاصله بین شیء و تلفن هوشمند $\overline{OA}(\text{cm})$	اندازه تصویر بر روی صفحه نمایش $\overline{A'B'}(\text{cm})$	اندازه تصویر بر روی حسگر $\overline{A'B'}(\text{cm})$	بزرگ‌نمایی عدسی $\gamma$
۴	-۹	۴/۵	-۰/۲۷۱	-۰/۰۶۸
۴	-۱۰	۲/۵	-۰/۲۰۰	-۰/۰۵۰
۱۰	-۱۵	۵/۱	-۰/۳۰۹	-۰/۰۳۱
۱۰	-۲۰	۳/۶	-۰/۲۲۱	-۰/۰۲۲
۱۰	-۳۰	۲/۴	-۰/۱۴۵	-۰/۰۱۴۵
۱۰	۵۰	۱/۴	-۰/۰۸۵	-۰/۰۰۸۵
۱۰	-۸۰	۰/۹	-۰/۰۵۵	-۰/۰۰۵۵

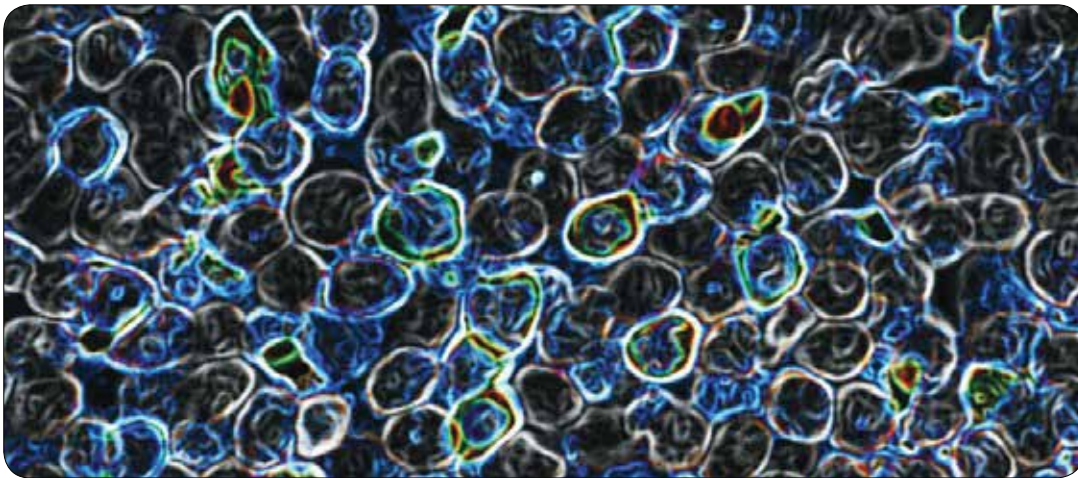
مرجع

Phys. Teach. 58, 133 (2020) by Antoine Girot, Nicolas-Alexandre Goy, Alexandre Vilquin, and Ulysse Delabre.

# تازه‌های جهان فیزیک

علی رادپی  
احمد رضا اعرابی

## ۱. نانوحسگرهای فروسرخ (IR) به موش‌های نابینا کمک می‌کنند تا ببینند



آیا می‌دانید که مارها، حتی در تاریکی مطلق، می‌توانند با دقت طعمه خون‌گرم کوچکی را از فاصله یک متری حس و آن را شکار کنند؟ مارها، و البته تعداد دیگری از جانوران، می‌توانند در نور فروسرخ ببینند، اما نه با چشمانشان. این جانوران دارای یک جفت اندام حسی تخصصی به نام اندام‌های گودال هستند که بین چشم و بینی آن‌ها قرار دارد و دارای یاخته‌های عصبی سرشار از پروتئین‌های حساس به دماست. این اندام حسی باعث گرم شدن نورون‌ها هنگام دیدن می‌شوند. سپس تصاویر گرمایی با تصاویر دیداری در مغز مار قرار می‌گیرند.

نورون‌های پاسخ‌دهنده گرما مختص مارها نیستند، بلکه خود ما نیز آن‌ها را در بیش از هر سانتی‌متر از پوست خود داریم تا اشیاء را لمس کنیم یا با زبان خود تندی غذا را حس کنیم. با الهام از این حس مارها، داشا نلییدووا و همکارانش در مرکز چشم‌پزشکی و کلینیکی، در بازل سوئیس، در حال ایجاد یک درمان جدید برای اشکال نابینایی مربوط به گیرنده‌های شبکه‌های هستند. با پروتئین‌های



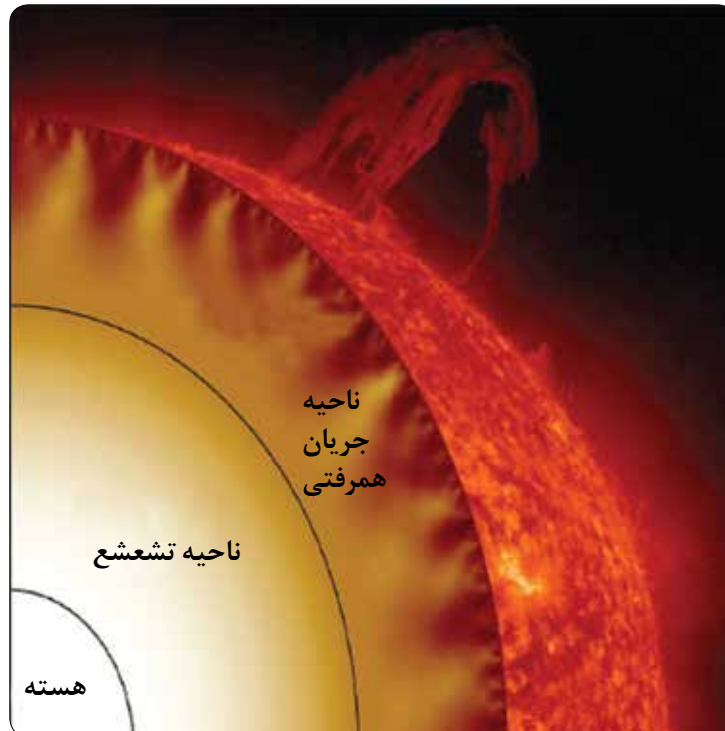
گرماسنجی، از این طریق حساسیت به نور از دست رفته خود را با حساسیت به گرما جبران می‌کنند. پروتئین‌ها به خودی خود به اندازه کافی حساس نیستند تا با بینایی طبیعی روبه‌رو شوند، بنابراین محققان آن‌ها را به ذرات نانو طلا متصل می‌کنند.

## نانورود چیست؟

یک نانورود طلائی برای تولید گرما نور ۹۱۵ نانومتر را به شدت جذب می‌کند و پروتئین حساس به دما هنگام گرم شدن تپ الکتریکی ایجاد می‌کند. هنگامی که پروتئین در غشای یاخته شبکه جاسازی می‌شود و از طریق برجسب پروتئین و پادتن مربوط به نانوذرات مرتبط می‌شود، شبکه نسبت به نور نزدیک به فرسوخ که اکثر حیوانات به طور عادی نمی‌توانند آن را ببینند، حساس می‌شوند. این پژوهشگران تاکنون ترکیب پروتئین و نانوذره را روی موش‌های نابینا و شبکه‌های اهدا شده انسانی پس از مرگ مورد آزمایش قرار داده‌اند و نتایج امیدوارکننده‌ای به دست آورده‌اند: موش‌ها می‌توانند یک واکنش رفتاری به فلاش نور نزدیک فرسوخ را یاد بگیرند، و شبکه‌های انسانی تپ الکتریکی قابل ردیابی تولید کنند. اما مدتی طول می‌کشد تا این روند به یک درمان مطمئن و مؤثر برای انسان‌های زنده تبدیل شود.

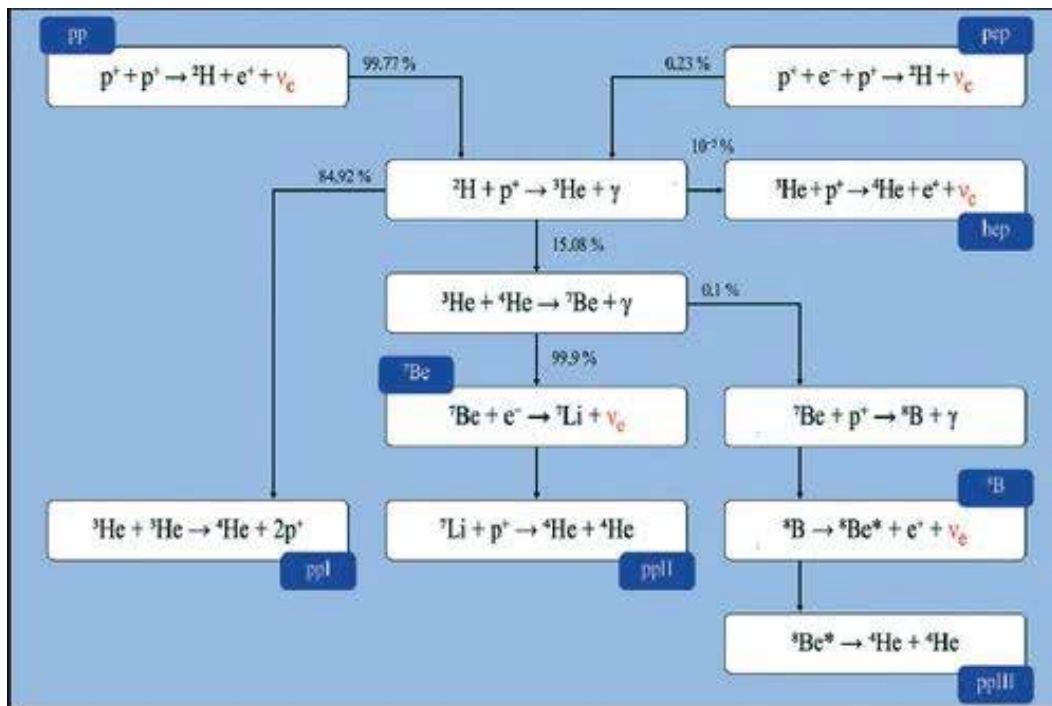
## ۲. مشاهده هسته خورشید

خورشید یک تجربه بدون جایگزین در زندگی ما انسان‌هاست. همین ستاره است که سیاره ما را قابل سکونت می‌کند و منشأ اصلی آخرین وعده غذایی شماست. با وجود این هنوز دقیقاً نمی‌دانیم که خورشید چگونه کار می‌کند؟ طی یک قرن اخیر ستاره‌شناسان با مشاهده لایه‌های بیرونی خورشید چیزهای زیادی در مورد آن یاد گرفته‌اند که این امر خود منجر به پیشرفت قابل توجهی در تصور فرایندهای قدرتمند آن شده است. اندازه‌گیری‌های هیجان‌انگیز اخیر ذرات زیراتمی، موسوم به نوترینو، اولین دیدگاه دقیق ما درباره فرایندهای هسته‌ای غالب درون هسته را به ما داده است. این مشاهدات چشم‌انداز هیجان‌انگیزی از پدیده تولید انرژی خورشید برای ما فراهم کرده است.



خورشید یک گلوله بزرگ از پلاسما است که دمای سطح آن به حدود ۵۸۰۰ کلوین می‌رسد و از طریق همجوشی هسته‌ای به حیات خود ادامه می‌دهد. به دلیل فشار فوق‌العاده زیاد، همجوشی‌ای در مرکز خورشید رخ می‌دهد که دمای آن به حدود ۱۳ میلیون کلوین می‌رسد. در اطراف هسته خورشید، منطقه تابش قرار دارد که تا حدود ۷۰٪ شعاع این ستاره گسترش می‌یابد.

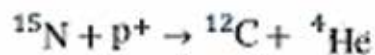
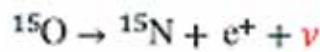
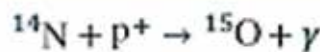
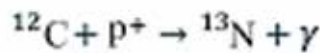
فوتون‌های هسته از منطقه تابش عبور می‌کنند و مدت زمان زیادی طول می‌کشد تا از خورشید عبور کند. برآورد مقدار زمان لازم برای عبور از این گذرگاه به پارامترهایی، از جمله چگالی شعاعی خورشید، وابسته است و می‌تواند از ۱۰ هزار تا یک میلیون سال باشد. مدت زمان ذکر شده در اینجا برآورد مدت زمانی است که انرژی از هسته به سطح جریان می‌یابد. خارج از منطقه تابش، منطقه همرفت است. فوتون‌ها به پلاسمای ناحیه همرفت وارد می‌شوند و همچنان مانند ناحیه تابش منتشر و پراکنده می‌شوند. با این حال، ماده در منطقه همرفت متحرک است. فوتون‌های پراکنده همراه با ماده بالا می‌روند تا به سطح خورشید برسند. سپس از خورشید فرار می‌کنند و به طرف زمین می‌آیند تا حدود هشت دقیقه بعد شما را در ساحل گرم کنند! طول موج متداول‌ترین نوری که از خورشید به زمین برخورد می‌کند حدود ۵۰۰ نانومتر است. رنگ این نور سبز فیروزه‌ای یا سبز روشن است. و این می‌تواند با طول موج گسیل‌شده در واکنش‌های همجوشی که انرژی خورشید را تأمین می‌کنند در تضاد باشد. فوتون‌های همجوشی، پرتوهای گاما هستند، با انرژی حدود یک میلیون الکترون ولت و طول موج کسری از یک نانومتر. این بدان معنی است که ستاره‌شناسان هرگز به طور مستقیم روند همجوشی هسته‌ای خورشیدی را مشاهده نکرده‌اند، بلکه درک آن‌ها ناشی از این پدیده امتزاج «اندازه‌گیری آزمایشگاهی فرایندهای فیزیک هسته‌ای» با «مدل‌سازی گسترده رایانه‌ای» است. با این حال، روشی نیز وجود دارد که به محققان اجازه می‌دهد در چینه مستقیمی بر روی فرایندهای نیرومند خورشید داشته باشند. دانشمندان نوترینوی گسیل شده در حین همجوشی هسته‌ای را در هسته خورشید کشف می‌کنند. نوترینوها از طریق نیروی هسته‌ای ضعیف برهم‌کنش می‌کنند و بنابراین بدون برهم‌کنش با پلاسمای خورشید از خورشید فرار می‌کنند. این دانشمندان نوترینوهایی را مشاهده می‌کنند که برخلاف تابش گاما که ده‌ها یا صدها هزار سال طول می‌کشد تا به سطح خورشید برسد، فقط هشت دقیقه قبل از مشاهده ایجاد شده است. نوترینوهای تولید شده در مرکز خورشید از فرایندهایی به صورت شکل زیر ایجاد می‌شوند. انتشار نوترینو با رنگ قرمز مشخص شده است.



در حالی که این فرایندهای غالب در هسته خورشید اتفاق می‌افتد، اما فقط این فرایندها باعث ایجاد نوترینو نمی‌شوند. همجوشی هسته‌ای شامل تمام عناصر تا آهن است که باعث آزاد شدن انرژی می‌شوند. Iron-56 سنگین‌ترین عنصری است که می‌توان در هسته یک ستاره تولید کرد، و

عناصر سنگین‌تر فقط در فرایندهای شدید ستاره‌ای ساخته می‌شوند، فرایندهایی مثل ابرنواخترها، برخورد ستاره‌های نوترونی و سایر آتش‌بازی‌های کیهانی.

همجوشی هسته‌ای یک فرایند غالب در خورشید است که طی آن هسته‌های هیدروژن، با استفاده از عناصر سنگین‌تر به‌عنوان کاتالیزور، به هسته هلیوم تبدیل می‌شود. فرایندهای هسته‌ای بی‌شماری در خورشید رخ می‌دهد که برخی از آن‌ها نوترینو ساطع می‌کنند. انتشار نوترینو با رنگ قرمز مشخص شده است.

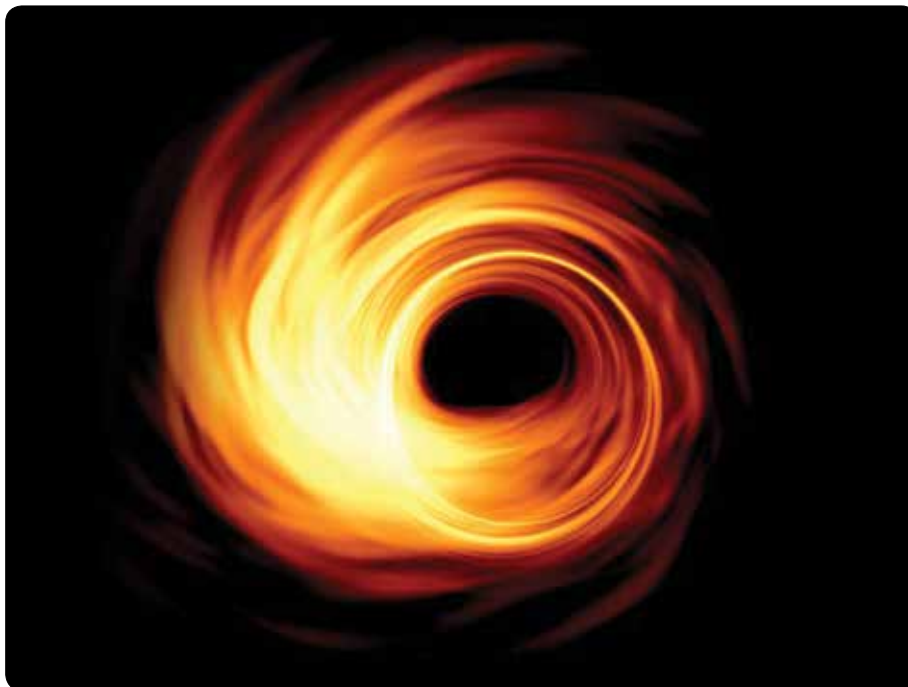


اولین تلاش برای کشف نوترینوهای خورشیدی در سال ۱۹۶۷ با آزمایش هوشمندانه ریچارد دیویس، شیمی‌دان آمریکایی، انجام گرفت. دیویس در آزمایش‌هایش با اطمینان حدود یک‌سوم از نوترینوهای پیش‌بینی‌شده توسط فرایندهای بالا را تشخیص داد. این کسر، یعنی یک‌سوم، برای چندین دهه یک معما بود، اگرچه مدت‌ها بود که جامعه

علمی گمان می‌کرد که این امر مربوط به پدیده‌ای به نام نوسان نوترینو باشد. این فرضیه توسط مجموعه‌ای از آزمایش‌های انجام‌شده بین سال‌های ۱۹۹۸ و ۲۰۰۱ به‌طور قطعی تأیید شد. نوسان نوترینو زمانی اتفاق می‌افتد که نوترینوها هویت خود را تغییر دهند. سه نوع نوترینو به نام‌های الکترون، میون و تاو وجود دارد. نوترینوهای خورشیدی همگی نوترینوهای الکترون هستند که در رسیدن به زمین، دو سوم آن‌ها به انواع دیگر نوترینو تغییر یافتند.

دیویس توانست با اندازه‌گیری تصحیح‌شده خود شار نوترینوهای خورشیدی را که از خورشید می‌رسند به‌طور دقیق تعیین کند. آزمایش‌های دهه ۱۹۹۰، وجود نوسانات نوترینو را ثابت کرد. در سال ۲۰۱۴، در آزمایش بوركسینو برای اولین بار نوترینو حاصل از یک سری فرایند در خورشید کشف شد. بوركسینو در آزمایشگاه گرن ساسو واقع در کوهستان آپنین ایتالیا واقع شده است. وقتی نوترینوهای انرژی زیر ۱۰ MeV در ردیاب تعامل می‌کنند، نور تابش می‌کنند. در چند آزمایش قبلی نوترینوهای خورشیدی کم‌انرژی مشاهده شده بود، اما بدون توانایی تشخیص فرایندهای خاص نوترینو، بوركسینو و آزمایش‌های دیگر درک ما از خورشید را ادامه خواهد داد. عصر نجوم نوترینوی خورشیدی فرا رسیده است.

### ۳. سیاهچاله‌ها از رؤیا تا واقعیت



در نتیجه مطالعات و اکتشافات یک قرن گذشته، وجود این اجرام کیهانی نامرئی غیرقابل تردید شده است. کمتر از دو ماه پس از انتشار نظریه نسبیت عمومی اینشتین، کارل شوارتزشیلد، از این نظریه برای توصیف زمان-فضای یک توده کروی غیرمتحرک مانند یک ستاره ثابت یا سیاره استفاده کرد؛ یعنی سیاهچاله‌ها. این دانشمند متأسفانه فقط ۴۲ سال داشت که در ماه مه ۱۹۱۶ درگذشت. اما تلاش‌های وی برای یک قرن ادامه داشت و در نهایت منجر به جایزه نوبل فیزیک ۲۰۲۰ شد.

جایزه نوبل فیزیک ۲۰۲۰ به سه نفر، یکی راجر پنروز، فیزیک‌دان ریاضی، به دلیل کشف اینکه تشکیل سیاهچاله پیش‌بینی قوی نظریه عمومی نسبیت است، و به دو دانشمند دیگر اخترفیزیک، آندره گز و رینهارد گنزل، برای کشف یک جرم فشرده فوق‌العاده در مرکز کهکشان اهدا شد. این اولین نوبلی است که منحصرأ برای سیاهچاله‌ها اعطا شده است. این در حالی است که برای دهه‌ها مفهوم سیاهچاله‌ها یک انحراف ریاضی بیش‌تلقی نمی‌شد. در سال‌های پس از ۱۹۱۶، راه‌حل شوارتزشیلد باعث ایجاد علاقه و توجه در میان ریاضی‌دانان و فیزیک‌دانان شد. شیلد «شعاع شوارتزشیلد» را پیش‌بینی کرد. شعاعی که نشان می‌دهد یک جسم چقدر باید فشرده باشد. تا از فرار پرتو نور جلوگیری کند. به‌عنوان مثال، شعاع خورشید تقریباً ۷۰۰۰۰۰ کیلومتر است، اما شعاع شوارتزشیلد آن تنها سه کیلومتر است. بنابراین چه اتفاقی می‌افتد که شعاع جسم برابر با شعاع شوارتزشیلد آن باشد؟ و اگر شعاع یک شیء صفر باشد چه اتفاقی می‌افتد؟ در چند دهه بعد، فیزیک‌دانان پیشرفت‌هایی داشتند، اما این پیشرفت‌ها بیشتر یک انحراف ریاضی بود و هیچ ارتباطی با دنیای واقعی نداشت. مردم فکر کردند، ... خوب، این فقط یک رؤیاست.

در همان زمان، نظریه‌پردازان با یافتن راه‌های هوشمندانه برای جلوگیری از دام‌های مرتبط با تکنیکی‌ها، مدل‌سازی پویایی اجسام کیهانی فوق‌فشرده را شروع کردند. پنروز، آن زمان ریاضی‌دان جوانی بود که علاقه زیادی به اخترفیزیک داشت و در موقعیت بهینه‌ای قرار داشت تا به دانشمندان





درگیر ریاضیات کمک کند.

پنروز برای مواجهه با پیچیدگی‌های نسبیت عام، مجموعه‌ای از ابزارهای ریاضی را ارائه داد. به‌طور خاص، او مفهوم ریاضی «سطوح به دام افتاده» را ارائه داد که به فیزیک‌دانان اجازه می‌داد با اطمینان یک افق رویداد را مشخص کنند. حتی وقتی سیاه‌چاله‌ها با هم تصادف می‌کنند و در هم ادغام می‌شوند.

شیفتگی به هندسه، پنروز را به سمت توسعه نمودارهای قدرتمند و شهودی سوق داد که پویایی زمان-فضایی را که قبلاً از دسترس خارج شده بود، به تصویر می‌کشید. نمودارهای او فضا و زمان را فشرده می‌کند و به جای اینکه آن‌ها را با فاصله از بین ببرد بی‌نهایت را در صفحه قرار می‌دهد. پنروز ابزارساز برجسته‌ای نیز بود. او بسیاری از ابزارهایی را که در آن دوره برای سیاه‌چاله‌ها استفاده می‌شد و هنوز نیز استفاده می‌شود اختراع کرد.

در اواسط دهه ۱۹۹۰، وجود سیاه‌چاله‌ها حتی بدون مشاهدات مستقیم از آن‌ها امری بدیهی تلقی می‌شد. برخی از مشخص‌ترین شواهد از کارهای جداگانه گز و کنزل در مورد سیاه‌چاله ابر عظیم در مرکز راه شیری به دست می‌آید. سووی گزاری، یک ستاره‌شناس در دانشگاه مرلند، می‌گوید: «غالب، هنگامی که ما مشاهدات نجومی را تفسیر می‌کنیم، اتناق برای برخی امکانات دیگر تکان می‌خورد و آنچه در مورد مرکز کهکشانی ما بسیار زیباست این است که اندازه‌گیری‌ها امکان دیگری به غیر از سیاه‌چاله چهار میلیون جرمی خورشیدی را نمی‌دهد.» برای رسیدن به آن سطح از دقت، گز و کنزل هر کدام به‌طور مستقل تیم‌هایی را هدایت کردند که بیش از یک دهه وقت خود را در مسیر  $SO_4$  (ستاره‌ای با مدار بیضوی کوتاه) صرف کردند. در ۱۶ سالگی که مدار  $SO_4$  به مدار مرکز کهکشانی کشیده می‌شد، محققان اندازه‌گیری تلسکوپ‌های خود را با نوعی فناوری به‌نام «نوری تطبیقی» که از لیزر برای اصلاح تیرگی ناشی از عبور نور از جو زمین استفاده می‌کند، به‌طور چشمگیری بهبود بخشیدند. زمانی که  $SO_4$  مدار کاملی را در اطراف یک تکه تاریک ایجاد می‌کرد منجمان مشاهدات مستقیم دیگری از سیاه‌چاله‌ها انجام داده‌اند.

در سال ۲۰۱۲، گز تیمی را هدایت کرد که این تیم توانست با جزئیات بی‌سابقه‌ای، یک رویداد مختل جزر و مد را مشاهده کند (نامی برای یک سیاه‌چاله که شکاف‌های داخلی یک ستاره را از هم جدا می‌کند).

وقایع بیشتری مانند ادغام دو سیاه‌چاله و امواج گرانشی متعاقب آن که توسط رصدخانه موج گرانشی لیزر تداخل‌سنج لیزری لیگو و آزمایش ویرجین گرفته شده، دلیل بیشتری بر وجود این اشیا ارائه داده است. اما شاید خیره‌کننده‌ترین شواهد تاکنون تصویر تلسکوپ Event Horizon Telescope (EHT) از سیاه‌چاله‌ای عظیم با میلیاردها جرم مثل خورشید در مرکز کهکشان Messier 87 (M87) باشد. این مشاهدات سیاه‌چاله‌ها و سایه‌های آن‌ها فراتر از تأیید نظریه اینشتین است. هر چه وضوح EHT افزایش یابد، می‌توان نظریه‌هایی را که برای اولین بار وجود آن‌ها را پیش‌بینی کرده‌اند آزمایش کرد. کنزل و همکارانش با بررسی دقیق سایه‌ای که توسط EHT مشاهده شده است، دقیق‌ترین اندازه‌گیری‌های نسبیت عام را انجام دادند. تاکنون این اندازه‌گیری‌ها با پیش‌بینی‌ها موافق بوده است.

از نظر ستاره‌شناسان، فیزیک‌دانان و ریاضی‌دانان سیاه‌چاله‌ها هیولا و درعین حال زیبا هستند. آن‌ها از نظر فیزیک فوق‌العاده‌اند و همچنان محققانی را امیدوار می‌سازند که بتوانند اسرار جدید جهان را بگشایند.

#### پی‌نوشت‌ها

1. <https://physicstoday.scitation.org/doi/10.1063/PT.3.4541>
2. <https://aapt.scitation.org/doi/full/10.1119/10.0002060>
3. <https://www.scientificamerican.com/article/nobel-prize-work-took-black-holes-from-fantasy-to-fact/>



Educational Justice / Ahmadrza Arabi / 2

Education Without Schools during the Covid 19 / Young Zhao, Rouhollah Khalilii / 4

The teacher should be able to ..., Interview With Majid Atighi / Ahmad Ahmadi / 8

Check Capacitors With phET Virtual lab / Nessa Ahmadzadeh / 13

The joy of experimentation, a look at the role of the labratory in teaching Science / Arefeh and Rana

Alizadeh / 18

Human resistanc / Samira Kashefi / 26

Amazing Pump, an overview of the physical function of the heart / Hananeh Rafiei / 28

Michael Faraday, experimental Scientist / Mohammadsaed Ghafori / 34

Study light Ray With a Smartphone / Antoine Girot.. and partners/ Mohammadreza Mobaraki and

Hiva Ahmadi Niya and Aziz Khodadadi / 38

Physics word News / Ali Radpy & Ahmadrza Arabi / 42



**Managing Editor:** Dr.Mohammad Ibrahim Mohammadi

**Editor-in-Chief:** Ahmad Reza Arabi

**Executive Director:** Ahmad Ahmadi

**Graphic Designer:** Navid Andarodi

**Editorial Board:** Ahmad Ahmadi, Ahmadrza Arabi, Esfandiyar Motamedi, Haneih Aali Nejad, Hasan Ghalami Bavil Olyae, Rouhollah Khalilii, Seyyed Hedayat Sajadi, M. Rahbar

www.roshtmaj.ir  
 Physics@roshtmaj.ir  
 ISSN: 1606-917x  
 SMS: 30008995  
 P.O. Box: 158756585  
 Department of Phycis, Tehran-Iran  
 Physics Education Journal  
**Vol.36- No.129- 2021**



**با مجله‌های رشد آشنا شوید**

مجله‌های دانش‌آموزی در استان  
 به صورت ماهانه و به صورتی سالانه تحصیلی منتشر می‌شوند.

**رشد کودک**  
 برای دانش آموزان پیش دبستانی و زبان اول آموزش ابتدایی

**رشد نوجوان**  
 برای دانش آموزان پایه هفتم و نهم و دهم و اول آموزش ابتدایی

**رشد دانش آموزان**  
 برای دانش آموزان پایه نهم و دهم و اول آموزش ابتدایی

**مجله‌های دانش‌آموزی متوسطه**  
 به صورت ماهانه و به صورتی سالانه تحصیلی منتشر می‌شوند.

**رشد نوجوان**  
 برای دانش آموزان پایه نهم و دهم و اول آموزش ابتدایی

**رشد جوان**  
 برای دانش آموزان پایه دهم و اول آموزش ابتدایی

**رشد دانش آموزان**  
 برای دانش آموزان پایه دهم و اول آموزش ابتدایی

**مجله‌های تخصصی بزرگسال**  
 به صورت ماهانه و به صورتی سالانه تحصیلی منتشر می‌شوند.

**رشد آموزگار**  
 رشد فناوری آموزشی و رشد مدرسه نو

**رشد معلم**  
 رشد آموزش مشاور مدرسه و رشد مدیریت مدرسه

**مجله‌های تخصصی بزرگسال**  
 به صورت فصلنامه و به صورتی سالانه تحصیلی منتشر می‌شوند.

**رشد آموزش قرآن و معارف اسلامی**  
 رشد آموزش پیش دبستانی و رشد آموزش تاریخ

**رشد آموزش تربیت بدنی**  
 رشد آموزش زبان فارسی و رشد آموزش زبان انگلیسی

**رشد آموزش ریاضیات**  
 رشد آموزش علوم تجربی و رشد آموزش علوم پایه

**رشد آموزش هنر**  
 رشد آموزش هنرهای فردانی و رشد آموزش هنر

**رشد آموزش خانواده**  
 رشد آموزش خانواده

**مجله‌های عمومی و تخصصی رشد برای معلمان، دانشجو معلمان، و کارکنان وزارت آموزش پرورش تهیه و منتشر می‌شوند.**

**نسخه‌های تهران، خیار، آرش، شمس، ساجد، آستان، شماره ۴ آموزش پرورش، پلاک ۱۶۶، ۱۳۸۳، ۲۱.**

**تلفن و شماره: ۰۲۱-۸۸۳۰۱۳۸۰**

**www.roshtmaj.ir**



**سماز تولید، پشتیبانی‌ها و مانع‌زدایی‌ها**

**رشد کارگاه**

نحوه اشتراک مجلات رشد:

اگر مراجعه به وبگاه مجلات رشد به نشانی www.roshtmaj.ir و ثبت نام در سایت و سفارش و خرید از طریق درگاه اکتان و بنگ بانک،

ب) واریز مبلغ اشتراک به شماره حساب ۳۹۶۶۰۰۰۰ بانک تجارت، شعبه

سمرقند از نمایش کد ۳۹۶۶۰۰۰۰ در وجه شرکت اوست، و ارسال قبضه بانکی به

همراه برگه تکمیل شده اشتراک با پست سفارشی یا از طریق دورنگار به شماره ۰۲۱-۸۸۳۰۱۳۸۰

شماره ۰۲۱-۸۸۳۰۱۳۸۰

شماره اشتراک: ۰۲۱-۸۸۳۰۱۳۸۰

شماره اشتراک: ۰۲۱-۸۸۳۰۱۳۸۰

شماره اشتراک: ۰۲۱-۸۸۳۰۱۳۸۰

شماره اشتراک: ۰۲۱-۸۸۳۰۱۳۸۰

شماره اشتراک: ۰۲۱-۸۸۳۰۱۳۸۰

شماره اشتراک: ۰۲۱-۸۸۳۰۱۳۸۰

شماره اشتراک: ۰۲۱-۸۸۳۰۱۳۸۰

شماره اشتراک: ۰۲۱-۸۸۳۰۱۳۸۰

شماره اشتراک: ۰۲۱-۸۸۳۰۱۳۸۰

شماره اشتراک: ۰۲۱-۸۸۳۰۱۳۸۰

شماره اشتراک: ۰۲۱-۸۸۳۰۱۳۸۰

شماره اشتراک: ۰۲۱-۸۸۳۰۱۳۸۰

شماره اشتراک: ۰۲۱-۸۸۳۰۱۳۸۰

شماره اشتراک: ۰۲۱-۸۸۳۰۱۳۸۰

شماره اشتراک: ۰۲۱-۸۸۳۰۱۳۸۰

شماره اشتراک: ۰۲۱-۸۸۳۰۱۳۸۰

شماره اشتراک: ۰۲۱-۸۸۳۰۱۳۸۰

شماره اشتراک: ۰۲۱-۸۸۳۰۱۳۸۰

شماره اشتراک: ۰۲۱-۸۸۳۰۱۳۸۰



سحابی معروف به چشم خدا







رشد  
ROSHD.IR

# ROSHD.IR

## شبکه ملی مدارس ایران (رشد)

- محتوای کلیه کتاب های درسی از پایه اول تا پایه دوازدهم به تفکیک دوره و پایه
- بارگذاری کلیه شماره مجلات رشد تخصصی تا خردادماه ۱۳۹۹
- راه اندازی سرویس پویش درس خانه ویژه اشتراک گذاری فیلم های درسی تولید معلمان
- معرفی کتاب های آموزشی و داستانی مناسب و مفید برای دوره ها پایه های مختلف تحصیلی