دانشگاه فرهنگیان
فصلنامه علمی-تخصصی پویش در آموزش علوم پایه
دوره دوم، شماره چهارم، پاییز ۱۳۹۵

تحول و تغییر در آموزش فیزیک

علی محمودلو[۱]، مهدی حسنی[۲]

چکیده

منظور ما صریحاً از آموزش مؤثر فیزیک چیست؟ این آموزشی است که راه دانش‌آموزان را به سوی فکر کردن در مورد فیزیک و حل مسائل فیزیک تغییر می‌دهد. و به آن‌ها انگیزه می‌دهد بیشتر مثل کارشناسان فیزیک فکر کنند. کارشناسان محتوای فیزیک را به عنوان ساختاری منسجم از مفاهیم کلی می‌بینند که طبیعت را توصیف می‌کند و به وسیلهٔ آزمایش‌ها ثابت شده است و آن‌ها از روش حل مسئلهٔ محتوا محور سیستماتیک که قابل اجرا برای طیف گسترده‌ای از مسائل است استفاده می‌کنند. اکثر مردم (نوآموزان) فیزیک را بیشتر به صورت قسمت‌های جدا از هم اطلاعات که به دست دانشمندان نوشته شده‌اند و هیچ ربطی به جهان واقعی ندارند، می‌بینند. برای نوآموزان، یادگیری فیزیک صرفاً به معنی یادسپاری اطلاعات و حل مسائل با دستورالعمل‌هاست که در حالت‌های بسیار خاص صدق می‌کنند.

کلیدواژه‌ها: مقیاس جهانی، تحول، آموزش فیزیک، فیزیک مجازی.

---

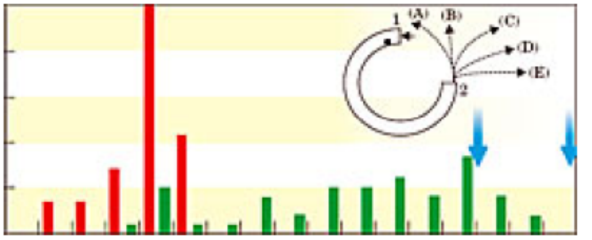
[۱] استادیار گروه علو پایه دانشگاه فرهنگیان، ایران، نویسنده مسئول، mahmodlou_ali@yahoo.com
[۲] دانشجوی دبیری فیزیک دانشگاه فرهنگیان، ایران.

دریافت: ۹۵/۷/۲۳ پذیرش: ۹۶/۳/۱۸

۱. مقدمه

اولین جنبهٔ یادگیری، درک ذهنی، با وسعت زیاد مطالعه شده و به‌خصوص به فیزیک مربوط است، زیرا قدرت بزرگ فیزیک در این است که تعداد کمی مفهوم اساسی می‌توانند گسترهٔ وسیعی از پدیده‌ها را توصیف کنند. بیشتر مطالعات یادگیری دانش‌آموزانی را مورد مطالعه قرار داده‌اند که به یادگیری مفاهیم پایه‌ای فیزیک در کلاس‌های آموزشی سنتی می‌پرداخته‌اند. نتایج به طور قابل ملاحظه‌ای بی‌تناقض و سازگار هستند. ما دو مثال را مورد بررسی قرار خواهیم داد یکی از از مکانیک و دیگری از الکتریسیته.

محققان آموزش فیزیک چندین آموزش پیش‌ساختهٔ دقیق را برای بررسی میزان درک دانش‌آموزان از مفاهیم پایه‌ای نیرو و حرکت توسعه داده‌اند. این آزمون‌ها در ابتدا و انتهای بسیاری از مدارس سراسر کشور اجرا شده‌اند. همان‌طور که در شکل ۱ دیده می‌شود، دانش‌آموزان به طور میانگین کمتر از ۳۰٪ مفاهیمی را که در ابتدای کلاس نمی‌دانستند از آموزش سنتی معلم دریافت کرده‌اند.

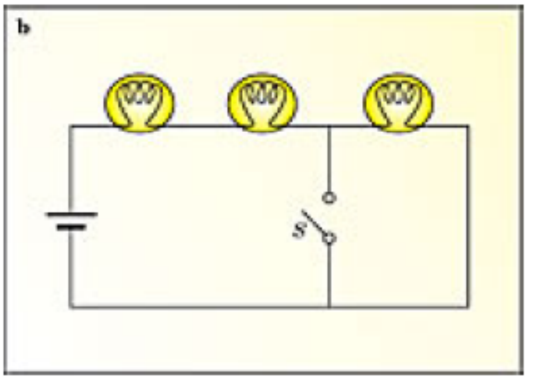


شکل ۱: آزمون سنتی

نتایج به طور قابل توجهی مستقل از کیفیت ارائه، اندازهٔ کلاس یا سازمان آموزش‌دهنده است.

یک استاد معروف در دانشگاه هاروارد، بر روی فهم دانش‌آموزان از مفاهیم الکتریسیته مطالعه کرده است. نتایج نشان می‌دهد که آزمونی با یک سری مسائل جفت شده از دانش‌آموزان خود بگیرد. همان‌طور که در شکل ۲ نشان داده شده است [۱].

داده‌های او و داده‌های مشابه نشان می‌دهد که دانش‌آموزان قادرند به طور صحیح به سؤال‌های یک آزمون سنتی جواب دهند و دوره‌های آموزش سنتی را بدون درک مفاهیم پایهٔ فیزیک یا یاد گرفتن روش‌های حل مسئلهٔ مفهوم‌محور فیزیکدانان، تمام کنند [۱].



شکل ۲. آزمون روی فهم دانش‌آموزان

جنبهٔ دیگری از یادگیری که بررسی خواهیم کرد، انتقال سادهٔ اطلاعات از معلّم به دانش‌آموزان در یک سخنرانی سنتی فیزیک است. مثال زیر از اطلاعات جمع شده از کلاس مقدماتی فیزیک خودمان برای رشته‌های غیرمرتبط با علوم پایه است. بعد از توضیح دادن فیزیک صوت به روش همیشگی به طور باورنکردنی جالب توجه و واضح و شفاف، ما یک ویولون را به کلاس آوردیم. ما توضیح دادیم که چطور مطابق با فیزیک، ما فقط توضیح دادیم، تارها به اندازهٔ کافی هوا را حرکت نمی‌دهند که صدای ویولون را تولید کنند. بلکه تارها سبب می‌شوند پشت ویولون با ارسال صدا حرکت کند و پس صدایی که شنیده می‌شود توسط پشت ویولون اولید داده شده، «صدایی که شما از ویولون می‌شنوید بیشتر به وسیلهٔ ... تولید می‌شود؟» همان‌طور که در شکل نشان داده شده تنها ۱۰٪ پاسخ صحیح داده‌اند. ما مشاهده کردیم که این سطح ۱۰ از یادسپاری پس از ۱۵ دقیقه برای یک حقیقت غیرآشکار یا دور از عقل ارائه شده در یک سخنرانی معمولی است، حتی اگر شنوندگان عمدتاً مدرسان فیزیک یا دانش‌آموزان فارغ‌التحصیلان این رشته باشند.

۲. یک روش بهتر

آیا راهی وجود دارد که بتوان فیزیک را بدون این نتایج تأسف‌بار برای دانش‌آموزان معمولی تدریس کرد؟ جواب ما و بسیاری دیگر که در آموزش فیزیک تحقیق می‌کنند، صریحاً بله است. بسیاری از این روش‌ها تأثیر بسزایی در پیشرفت تحقیقات فیزیک و بهبود آموزش فیزیک داشته‌اند. این تحقیقات شامل روش‌های تدریس پایه‌ای و اصول در تحقیقات و داده‌ها به جای سنت یا حکایت هستند؛ استفاده از ابزارهای تکنولوژی به طور مؤثر؛ و انتشار و کپی کردن نتایج اثبات شده. شواهد قابل توجهی وجود دارد که این روش کار می‌کند. کلاس‌هایی که از روش‌های تدریس مبتنی بر تحقیق استفاده می‌کنند رشد چشمگیر در یادسپاری اطلاعات، امتیاز دو برابر در FCI و دیگر آزمون‌های مفهومی و حذف تغییرات منفی در عقاید مربوط به فیزیک از خود نشان داده‌اند.

تحقیق در یادگیری نتایجی را فراهم کرده است که بسیاری از نتایج ناامیدکنندهٔ آموزش سنتی را توضیح می‌دهد و هم راهنمایی ارائه کرده است که چگونگی بهبود آن را شرح می‌دهد. ما سه مثال در اینجا ارائه می‌کنیم، این مثال‌ها به این دلیل انتخاب شدند که قابل استفاده در تمام دوره‌های آموزشی استاندارد و محیط کلاس درس‌اند [۲].

تحقیقات شناختی نشان می‌دهد که مقدار اطلاعات ارائه شده در یک کلاس معمولی بسیار بیشتر از آن است که یک فرد معمولی پردازش کند یا یاد بگیرد. مغز افراد تا اندازه کمی مشابه یک کامپیوتر شخصی با یک رم بسیار محدود عمل می‌کند. بیشتر چیزهایی که در یک زمان برای پردازش به مغز داده می‌شود ـ بار شناختی ـ موجب می‌شود مغز با تأثیر کمتری هر چیزی را پردازش کند (شکل ۳ را ببینید). هر بار شناختی اضافی، اهمیت ندارد که چقدر باشد، توانایی‌های ذهنی افراد را برای پردازش و یادگیری ایده‌های جدید محدود می‌کند. این یکی از اصل‌ها در آموزش است که بسیار زیاد تثبیت شده و به طور گسترده‌ای نقض شده است، از جمله به وسیلهٔ بسیاری از محققان آموزش در ارائه‌هایشان.

شکل ۳. پردازش مغز

مثال نهایی ما از تحقیقات مفید در مورد باورهای دانش‌آموزان است. باورهای دانش‌آموزان در مورد فیزیک و اینکه چگونه آموخته شده‌اند مهم هستند. آن‌ها بر انگیزه، روش‌های یادگیری و حل مسأله و جای تعجب ندارد که بر انتخاب رشته تأثیر می‌گذارند. همان‌طور که قبلاً اشاره شد، شیوه‌های تدریس باورهای دانش‌آموزان را تحت تأثیر قرار می‌دهند، معمولاً آن‌ها را مثل تازه‌کارها می‌کنند. ارائه مکانیک به شکل مفاهیم کلی و حرکت اجسام ذهنی مثل حرکت مکعب‌ها شیب‌دار بدون اصطکاک، می‌تواند ناخواسته به بسیاری از دانش‌آموزان یاد دهد که این اصول ربطی به اشیاء جهان واقعی ندارند. تکلیف کردن مسائلی که اکیداً بر روی عدد آخر نمره‌گذاری شده، یا می‌توانند به وسیلهٔ مربوط کردن عدد صحیح به پروسه یا فرمول داده شده انجام شوند، می‌توانند به دانش‌آموزان یاد دهند که حل مسائل فیزیک فقط حفظ کردن و به‌دست آوردن عدد صحیح است و استدلال کردن و توجه به اینکه پاسخ منطقی است خارج از موضوع هستند [۳].

این تغییرات شامل معرفی ایده‌های فیزیک در مورد موقعیت‌های جهان واقعی یا در مورد دستگاه‌هایی که دانش‌آموزان با آن‌ها آشنا هستند؛ از نو طرحی کردن تکالیف و مسائل امتحان به فرمی که پاسخ‌ها به جای اعداد ذهنی ... باشند؛ و استدلال کردن، درک کردن و منعکس کردن بخش‌های صریح کار در کلاس، تکالیف منزل و امتحان‌ها.

۳. واقعیت فیزیک مجازی

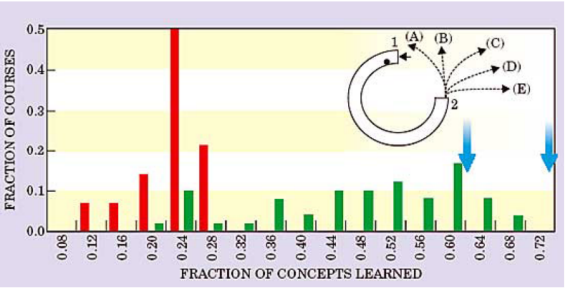
شبیه‌سازهای تعاملی که به وسیلهٔ مرورگرهای وب معمولی اجرا می‌شوند، می‌توانند بسیار مفید باشند. استفاده از شبیه‌سازهای موجود اغلب زمان آماده‌سازی کمتری نسبت به بیشتر لوازم آموزشی سنتی نیاز دارد. گروه‌های تحقیقاتی ما اثربخشی ۴۵ شبیه‌ساز را ایجاد و مطالعه کرده است. ما استفادهٔ آن‌ها در سخنرانی، به عنوان بخشی از مسائل تکالیف منزل و جایگزینی برای آزمایشگاه بررسی کرده‌ایم. شکل ۵ ساختار کیت مدار شبیه‌سازی شدهٔ ما را نشان می‌دهد. این شبیه‌ساز اجازه می‌دهد تا مدارهایی شامل مقاومت، لامپ، سیم، باتری و کلیدها. آمپرسنج و ولت‌سنج‌هایی همانند نمونه‌های واقعی ساخت و لامپ‌هایی را که روشن می‌شوند را دید. همچنین چیزهایی را که معمولاً دیده نمی‌شوند را نشان می‌دهد ـ الکترون‌هایی که در طول مدار جریان دارند و سرعتشان متناسب با جریان است، بلافاصله به هرگونه تغییر در پارامترهای مدار پاسخ می‌دهد. مطالعات ما نشان می‌دهد که این شبیه‌سازها به دانش‌آموزان کمک می‌کند که اصول اساسی الکتریسیته و جریان و ولتاژ را یاد بگیرند، و زمانی که با یک آزمایشگاه معادل با ابزارهای واقعی جایگزین شود توانایی‌های دانش‌آموزان برای ساختن و توضیح دادن مدارهای واقعی را بهبود می‌بخشد [۵].

بسیاری از فیزیکدانان کاملاً مبهم و تا حدودی نگران‌کننده فهمیده‌اند که شبیه‌سازهای با دقت ارتقا داده شده به لحاظ آموزشی از سخت افزارهای سنتی مؤثرترند. اثرات شبیه‌سازی و ناراحتی فیزیکدانان هر دو به وسیلهٔ فهمیدن تفاوت درک دانش‌آموزان تازه کار و معلمان کارشناس از یک موقعیت یکسان معلوم می‌شود. این تفاوت ادراکی به آسانی در آزمایش ما از شبیه‌سازی در تحقیقات دیگر در اثبات کارایی سخنرانی، آشکار است. اثبات‌های حقیقی با آزمایشگاه شامل مقدار بسیار زیادی از اطلاعات محیطی است که معلم متخصص بدون فکر کردن آن‌ها را فیلتر می‌کند. دانش‌آموزان یاد نمی‌گیرند که چه چیزی می‌تواند فیلتر شود، پس تمامی اطلاعات اضافی برای دانش‌آموزان سردرگمی و یک بار شناختی سنگین ایجاد می‌کند. توجه دانش‌آموزان اغلب روی چیزی است که معلمان حتی متوجه آن نمی‌شوند. چرا که آن‌ها

بی‌ربط هستند. برای مثال در یک آزمایش مدارهای واقعی، دانش‌آموزان بی‌تجربه اغلب زمان قابل توجهی را صرف اهمیت رنگ‌های پلاستیک‌های عایق سیم‌ها می‌کنند [۶].

٤. نتیجه‌گیری

شکل ۴ دانشجویان کارشناس ارشد نسبتاً مفاهیم کمی در دوره‌های آموزش سنتی فیزیک استفاده می‌کنند. نمودار نتایج آزمون FCI و میانگین یادگیری نرمال اصل‌هایی که دانش‌آموزان در ابتدای دوره نمی‌دانسته‌اند را نشان می‌دهد نتایجی که از ۱۴ دورهٔ سنتی گرفته شده‌اند با قرمز و نتایجی که از ۴۸ دوره که از طیف گسترده‌ای از تکنیک‌های تعاملی تعهدی استفاده می‌کنند با سبز، نشان داده شده‌اند. پیکان‌ها آبی روی نمودار مربوط به اطلاعات گرفته شده از دو دوره سخنرانی بزرگ است که از روش‌های به خوبی تست شدهٔ مبتنی بر تحقیق استفاده می‌کنند. تصویری که در گوشهٔ شکل وجود دارد همراه با یک سؤال معمولی FCI ضمیمه شده است. از دانش‌آموزان پرسیده شد: توپ کدام مسیر را پس از خروج از لوله دنبال خواهد کرد؟



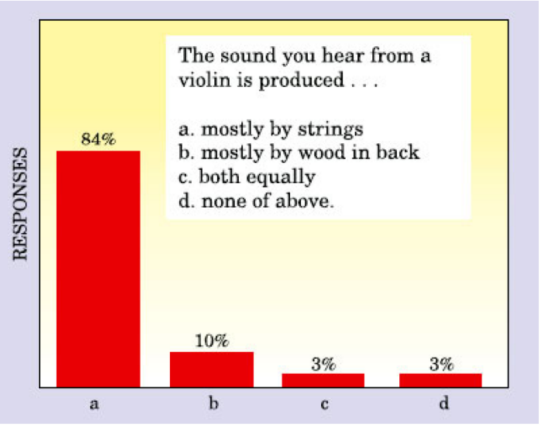
شکل ۴. نمودار نتایج آزمون

سؤال شکل ۵. صدایی که شما از یک ویولون می‌شنوید بیشتر به وسیلهٔ ..... تولید می‌شود.

الف) بیشتر به وسیلهٔ تارها ب) بیشتر به وسیلهٔ چوب پشتی

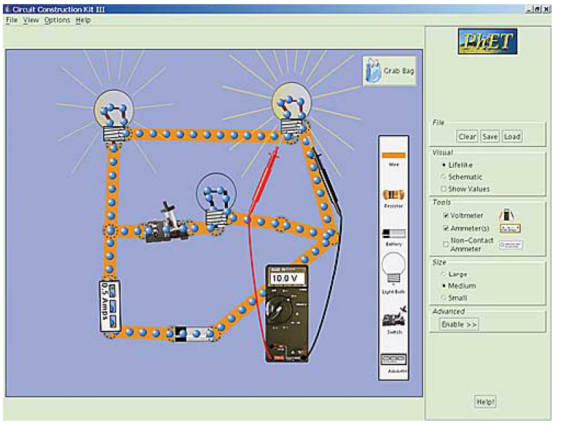
ج) هر دو به یک اندازه د) هیچ کدام از موارد بالا

دانش‌آموزان حقایق بر خلاف شهود را که در سخنرانی ارائه می‌شود به یاد نمی‌سپارند. پانزده دقیقه بعد از اینکه صریحاً به دانش‌آموزان گفته شد که این پشت ویولون است که صدا را تولید می‌کند، به دانش‌آموزان سؤال چندگزینه‌ای داده شد. نمودار پاسخ آنان نشان می‌دهد که فقط ۱۰٪ پاسخ صحیح داده‌اند.



شکل ۵. پاسخ دانش‌آموزان به ماهیت صوت

شکل ۶ کیت ساخت و ساز مدار شبیه‌سازی است که اجازهٔ ساخت مدارهایی مجازی شامل تعدادی از عناصر مختلف را به دانش‌آموزان می‌دهد. یکی از ویژگی‌های آموزشی مفید این شبیه‌ساز این است که حرکت الکترون‌ها را نشان می‌دهد که در اینجا به رنگ آبی نشان داده شده است. دانش‌آموزانی که با شبیه‌ساز تعاملی بهتر کار می‌کنند، در واقعیت نیز قادر به ساخت و درک مدارهای بهتری هستند. این شبیه‌ساز و بسیاری دیگر در وب سایت تکنولوژی آموزش فیزیک در دسترس هستند.



شکل۶: مدار شبیه‌سازی شده

منابع

[1] E. Seymour, N. Hewitt, *Talking About Leaving: Why Undergraduates Leave the Sciences*, Westview Press, Boulder, CO (1997); K. Perkins et al.
[2] L. McDermott, E. Redish, Am. J. Phys. 67, 755 (1999) [INSPEC].
[3] E. Redish, *Teaching Physics with the Physics Suite*, Wiley, Hoboken, NJ (2003).
[4] D. Hestenes, M. Wells, G. Swackhamer, Phys. Teach. 30, 141 (1992).
[5] E. Mazur, *Peer Instruction: A User's Manual*, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ (1997).

Development and Change in Physics Education

Ali Mohamadloo[1], Mahdi Hasani[2]

Abstract

What do we mean by effective physics education? It is this teaching that is changing the way students think about physics and solving physics problems. And it motivates them to think more like physics experts. Experts see the content of physics as a coherent structure of general concepts that describes nature and has been proven by experiments, and they use a systematic content-based problem-solving method that is applicable to a wide range of issues. Most people (beginners) see physics as separate pieces of information written by scientists that have nothing to do with the real world. For beginners, learning physics simply means memorizing information and solving problems with instructions that apply in very specific situations.

Keywords: Global Scale, Transformation, Physics Education, Virtual Physics.

[1] Assistant professor, Basic Sciences Department, Farhangian University, IRAN
[2] Teature Student, Farhangian University, IRAN, mahmodlou_ali@yahoo.com